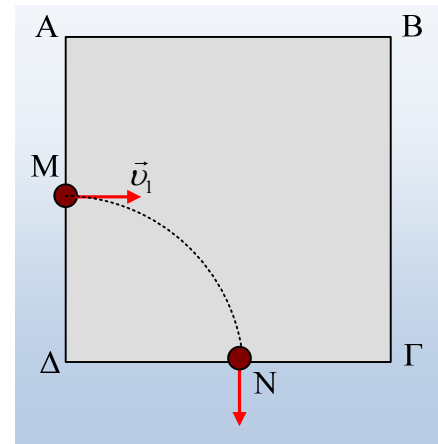


## 7.6. Ασκήσεις Ηλεκτρομαγνητισμού.

### 101) Είσοδος και έξοδος σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

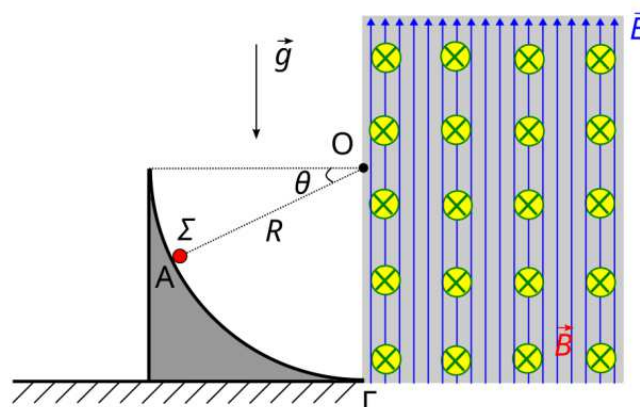
Στο σχήμα βλέπουμε την τετράγωνη τομή ΑΒΓΔ ενός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου, πλευράς  $a=0,4\text{m}$ . Ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας  $m=10^{-12}\text{kg}$  και φορτίου  $q=0,01\mu\text{C}$  κινείται οριζόντια και εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο από το μέσον Μ της πλευράς ΑΔ, κάθετα στην ΑΔ.



- i) Αν το σωματίδιο έχει ταχύτητα  $v_1=40\text{m/s}$  και εξέρχεται από το πεδίο από ένα σημείο Ν της πλευράς ΓΔ, κάθετα στην ΓΔ, να βρεθεί:
  - α) Η απόσταση (ΔΝ)
  - β) η ένταση του μαγνητικού πεδίου.
- ii) Αν το σωματίδιο έμπαινε στο πεδίο με ταχύτητα  $v_2=20\text{m/s}$ , να υπολογιστεί ο χρόνος κίνησής του μέσα στο πεδίο.
- iii) Με ποια ταχύτητα θα πρέπει να κινείται το σωματίδιο, αν θέλουμε να εξέλθει από το πεδίο, από την κορυφή Γ του τετραγώνου;
- iv) Να υπολογισθεί η μεταβολή της κινητικής ενέργειας και της ορμής του σωματιδίου στην τελευταία περίπτωση, κατά το πέρασμα του από το πεδίο.

### 102) Από το τεταρτοκύκλιο στο σύνθετο πεδίο

Ένα φορτισμένο σφαιρίδιο Σ αμελητέων διαστάσεων έχει μάζα  $m=4\text{mg}$  και φορτίο  $q=+20\mu\text{C}$ . Το σφαιρίδιο τοποθετείται πάνω σε ένα λείο κατακόρυφο τεταρτοκύκλιο ακτίνας  $R=1,25\text{m}$  το οποίο είναι στερεωμένο στο έδαφος, όπως στο σχήμα.



Κάποια στιγμή, το σφαιρίδιο απελευθερώνεται από ένα σημείο Α του τεταρτοκυκλίου, όπου η επιβατική ακτίνα ΟΑ σχηματίζει γωνία  $\theta$  με την οριζόντια, τέτοια ώστε  $\eta\mu\theta = 0,36$ . Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g = 10\text{m/s}^2$ .

A. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σφαιριδίου στη βάση Γ του τεταρτοκυκλίου. Στη συνέχεια, με την ταχύτητα που απέκτησε το σφαιρίδιο στο σημείο Γ, εισέρχεται σε περιοχή όπου συνυπάρχουν (μαζί και με το βαρυτικό) ένα κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου  $E = 2N/C$  και φοράς προς τα πάνω, και ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου  $B = 1T$  και φοράς από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Το σύνθετο αυτό πεδίο περιορίζεται δεξιότερα της κατακόρυφου ΟΓ.

B. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει το σφαιρίδιο εντός του σύνθετου πεδίου.

Γ. Να προσδιορίσετε το σημείο εξόδου του σωματιδίου από το σύνθετο αυτό πεδίο, καθώς και τον χρόνο παραμονής του εντός αυτού.

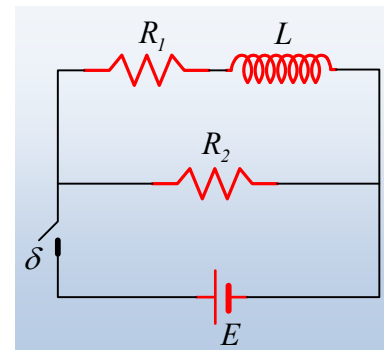
Δ. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του μέτρου της ορμής και το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σωματιδίου, μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου.

E. Να επαληθεύσετε το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας στην κίνηση του σωματιδίου εντός του σύνθετου πεδίου και μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου από αυτό. Επαναλαμβάνουμε αρκετές φορές την προηγούμενη διαδικασία, απελευθερώνοντας το σφαιρίδιο από διαφορετικά σημεία του τεταρτοκυκλίου κάθε φορά, αλλάζοντας με τον τρόπο αυτό το μέτρο της γωνίας  $\theta$  του σχήματος.

ΣΤ. Να αναφέρετε ποιοτικά, πώς θα τροποποιηθούν οι απαντήσεις σας στα παραπάνω ερωτήματα A. έως και Δ. τόσο στην περίπτωση που αυξάνουμε το μέτρο της γωνίας  $\theta$ , όσο και στην περίπτωση που το μειώνουμε.

### 103) Η αυτεπαγωγή και το κλείσιμο- άνοιγμα του διακόπτη

Η πηγή στο διπλανό κύκλωμα έχει ΗΕΔ  $E=30V$  και μηδενική εσωτερική αντίσταση. Δίνονται ακόμη  $R_1=2\Omega$ , το ιδανικό πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L=0,4 H$ , ενώ ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοικτός. Σε μια στιγμή  $t_0=0$  κλείνουμε το διακόπτη, οπότε η αρχική ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή έχει ένταση  $10 A$ .



i) Να υπολογιστεί η αντίσταση  $R_2$  καθώς και η ισχύς που καταναλώνει τις χρονικές στιγμές  $t_0^+$  και  $t_1=0,4s$ .

ii) Ποια η αρχική ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο και ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της έντασης ( $di/dt$ );

Την χρονική στιγμή  $t_2=2s$  και ενώ έχει σταθεροποιηθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή, ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta$ .

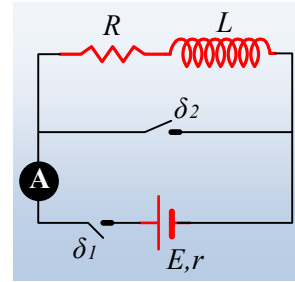
iii) Να κάνετε τη γραφική παράσταση (ποιοτικό διάγραμμα) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$  σε συνάρτηση με το χρόνο, μέχρι να μηδενιστεί η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.

iv) Πόση συνολικά θερμότητα, λόγω φαινομένου Joule παράγεται στον αντιστάτη  $R_2$ ;

### 104) Αυτεπαγωγή και βραχυκύκλωμα

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται:  $E=40V$ ,  $r=2\Omega$ ,  $R=4\Omega$ , ενώ το ιδανικό πηνίο παρουσιάζει αυτεπαγωγή  $L=0,2 H$  και οι δυο διακόπτες είναι ανοικτοί. Σε μια στιγμή  $t_0=0$  κλείνουμε τον διακόπτη  $\delta_1$  και τη στιγμή  $t_1$ ,

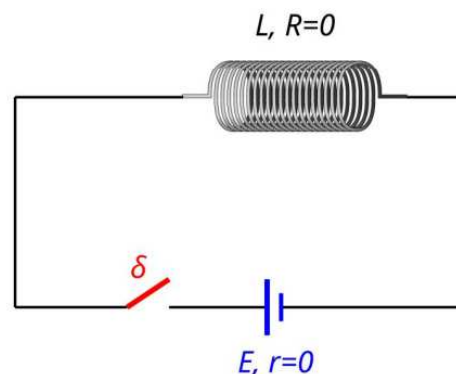
όπου το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $i_1=5\text{ A}$ , κλείνουμε και τον διακόπτη  $\delta_2$ .



- i) Πόση ενέργεια έχει αποθηκευτεί στο πηνίο έως τη στιγμή  $t_1$ ;
- ii) Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο, ελάχιστα πριν και αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη  $\delta_2$ .
- iii) Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, ελάχιστα πριν και αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη  $\delta_2$ . Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός  $di/dt$  για την ένδειξη του αμπερομέτρου;
- iv) Να κάνετε τις γραφικές παραστάσεις (ποιοτικά διαγράμματα):
  - α) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο, σε συνάρτηση με το χρόνο.
  - β) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη, σε συνάρτηση με το χρόνο.
  - γ) Της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο.
  - δ) Της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον διακόπτη  $\delta_2$ .

### 105) Μία ιδανική αυτεπαγωγή

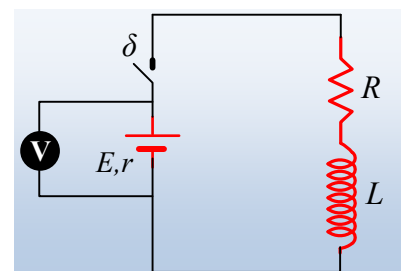
Ένα ιδανικό πηνίο (μηδενικής αντίστασης) έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,5\text{H}$  και συνδέεται μέσω διακόπτη σε μία ιδανική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 15\text{V}$ , όπως φαίνεται στο σχήμα.



Αρχικά, ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοικτός και τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  τον κλείνουμε. Να προσδιορίσετε τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα ισούται με  $i = 30\text{A}$ .

### 106) Η αυτεπαγωγή και η ισχύς

Δίνεται το διπλανό κύκλωμα όπου ο αντιστάτης έχει αντίσταση  $R=3\Omega$  και το ιδανικό πηνίο αυτεπαγωγή  $L=0,4\text{H}$ . Με τον διακόπτη  $\delta$  ανοικτό, το ιδανικό βολτόμετρο δείχνει ένδειξη  $V_0=20\text{V}$ . Κλείνουμε το διακόπτη με αποτέλεσμα η τελική ένδειξη του βολτομέτρου να σταθεροποιείται στην τιμή  $V_\tau=12\text{V}$ .



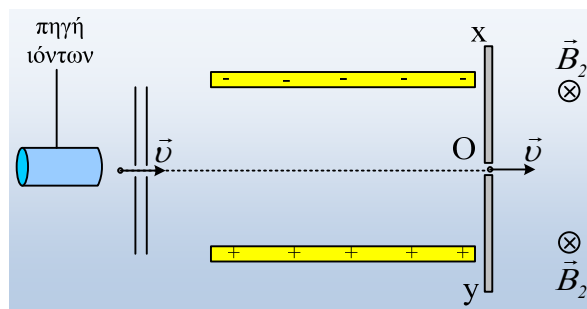
- i) Σε ποια τιμή σταθεροποιείται η τάση στα άκρα του αντιστάτη και στα

άκρα του πηνίου;

- ii) Να υπολογιστεί η εσωτερική αντίσταση της πηγής και η ενέργεια που τελικά αποθηκεύεται στο πηνίο.
- iii) Να κάνετε ένα ποιοτικό διάγραμμα της ισχύος που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, σε συνάρτηση με το χρόνο.
- iv) Σε μια στιγμή  $t_1$  η πηγή μεταφέρει στο κύκλωμα ενέργεια με ρυθμό 40J/s. Τι ποσοστό της παραπάνω ενέργειας αποθηκεύεται την στιγμή αυτή στο πηνίο;
- v) Να αποδείξετε ότι τη στιγμή  $t_1$  η ισχύς που αποθηκεύεται στο πηνίο, είναι η μέγιστη δυνατή.

### 107) Τα ισότοπα Na και ο φασματογράφος μάζας

Το στοιχείο Na παρουσιάζεται σε 13 ισότοπα, αλλά μόνο το  $^{23}\text{Na}$  είναι σταθερό (τα υπόλοιπα είναι ραδιενεργά με χρόνους ημιζωής μερικά ms...). Αν όμως κινούμενα νετρόνια προσβάλουν άτομα νατρίου, για παράδειγμα μετά από ένα πυρηνικό ατύχημα, μπορεί κάποια από αυτά να μετατραπούν σε ισότοπα  $^{24}\text{Na}$  τα οποία έχουν σχετικά μεγάλο (15h) χρόνο ημιζωής. Αν θέλουμε να μετρήσουμε πόσο πολύ ένας άνθρωπος προσβλήθηκε από ακτινοβολία, δεν έχουμε παρά να μετρήσουμε την αναλογία των ισοτόπων  $^{24}\text{Na}$  στο αίμα του.



Έστω λοιπόν ότι παίρνουμε ένα μίγμα ιόντων Νατρίου ( $\text{Na}^+$ ), από το αίμα ανθρώπου που έχει ακτινοβοληθεί, τα οποία αφού περάσουν από δυο σχισμές όπως στο σχήμα, μπαίνουν σε μια περιοχή που συνυπάρχουν ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $E=100\text{V/m}$  (στο σχήμα βλέπετε τους φορτισμένους οπλισμούς ενός επίπεδου πυκνωτή) και ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο  $B_1$ , με αποτέλεσμα αυτά που θα κινηθούν ευθύγραμμα να μπουν στο σημείο O σε ένα δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο  $B_2=0,001\text{T}$ , κάθετο στο επίπεδο της σελίδας, όπως στο σχήμα. Αφού τα ιόντα διαγράψουν ημικύκλιο προσπίπτουν σε μια φωτογραφική πλάκα, όπου και αφήνουν ίχνη. Με τον τρόπο αυτό πήραμε στην φωτογραφική πλάκα δύο ίχνη, όπου το πιο απομακρυσμένο απέχει απόσταση  $(OA)=9,6\text{cm}$ , από το σημείο εισόδου O.

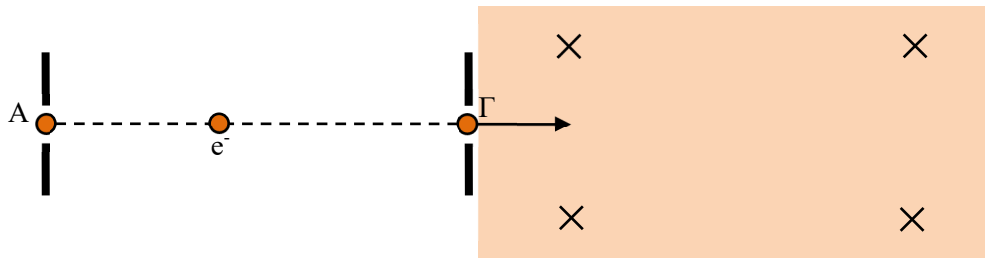
Δίνονται οι μάζες των δύο ισοτόπων  $m_1=23 \cdot 1,6 \cdot 10^{-27}\text{kg}$  και  $m_2=24 \cdot 1,6 \cdot 10^{-27}\text{kg}$  και το φορτίο του ηλεκτρονίου  $q_e=-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ .

- i) Να σχεδιάσετε την δύναμη που δέχεται ένα ιόν Na από το ηλεκτρικό πεδίο και να υπολογίσετε το μέτρο της. Να σχεδιάσετε επίσης το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο χώρο του πυκνωτή.
- ii) Σε ποια περιοχή πρέπει να βάλουμε το φιλμ, περιμένοντας να δούμε τα ίχνη; Στην πλάκα Ox ή στην Oy; Τα ίχνη σε απόσταση 9,6cm ανήκουν στα ιόντα του  $^{23}\text{Na}$  ή στα ιόντα του ισοτόπου  $^{24}\text{Na}$ ;
- iii) Να βρεθεί η ταχύτητα  $v$  των ιόντων που φτάνουν στην φωτογραφική πλάκα, καθώς και η απόσταση μεταξύ των δύο ιχνών, πάνω στην πλάκα.

- iv) Αφού βρεθεί το μέτρο της έντασης  $B_1$  του μαγνητικού πεδίου στο χώρο του πυκνωτή, να υπολογιστούν τα έργα των δυνάμεων από τα δύο πεδία στο χώρο του πυκνωτή, σε ένα ιόν ισοτόπου  $^{24}\text{Na}$ .
- v) Κάποια ιόντα μπαίνουν στο χώρο του πυκνωτή και εκτρέπονται προς τον αρνητικό οπλισμό. Αυτά μπορεί να είναι ιόντα  $^{23}\text{Na}^+$ , ιόντα  $^{24}\text{Na}^+$  ή και από τα δύο είδη ιόντων; Τι ταχύτητες μπορεί να έχουν τα ιόντα αυτά;
- vi) Αν στην ίδια πειραματική διάταξη θέλαμε να διαχωρίσουμε ιόντα χλωρίου ( $\text{Cl}^-$ ), τι αλλαγές θα έπρεπε να κάνουμε στα μαγνητικά πεδία, αν όλα τα υπόλοιπα μένανε ίδια;

### 108) Η απόκλιση της δέσμης ηλεκτρονίων από ένα μαγνητικό πεδίο

Μια οριζόντια δέσμη ηλεκτρονίων, εισέρχεται με σχεδόν μηδενική ταχύτητα στο σημείο Α ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργήθηκε ανάμεσα στους κατακόρυφους οπλισμούς επίπεδου πυκνωτή. Επιταχύνεται προς τα δεξιά και εξέρχεται από το σημείο Γ, όπως στο σχήμα.

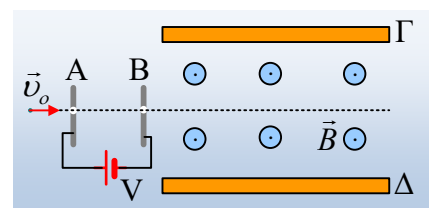


Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων εισόδου-εξόδου είναι  $V_A - V_\Gamma = -4,5 \cdot 10^3 \text{ V}$ . Αμέσως μετά την έξοδό της από το ηλεκτρικό πεδίο, η δέσμη εισέρχεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, με φορά προς τη σελίδα και μέτρο έντασης  $B = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

- α) Βρείτε την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου και το μέτρο  $v_\Gamma$  της ταχύτητας ενός ηλεκτρονίου στο σημείο Γ.
- β) Να εξηγήσετε γιατί η δέσμη θα αποκλίνει κατακόρυφα από την αρχική πορεία της και να υπολογίσετε αυτή την απόκλιση, μετά από οριζόντια διαδρομή  $x = 2,7 \text{ mm}$  εντός του μαγνητικού πεδίου.
- γ) Ποιο είναι το μέτρο της μεταβολής της ορμής ενός ηλεκτρονίου για την παραπάνω διαδρομή  $x$ ;
- δ) Πόσο χρόνο χρειάζεται ένα ηλεκτρόνιο για να διανύσει την οριζόντια διαδρομή  $x$ ;
- Δίνονται: μάζα ηλεκτρονίου  $m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ , φορτίο ηλεκτρονίου  $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , βαρυτικές δυνάμεις αμελητέες και  $\eta\mu(0,2\pi) = 0,6$

### 109) Ένας επιλογέας ταχυτήτων.

Ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας  $m = 10^{-10} \text{ kg}$  εισέρχεται με αρχική ταχύτητα  $v_0$  σε έναν επίπεδο πυκνωτή με οπλισμούς Α και Β, ο οποίος είναι φορτισμένος σε τάση  $V = 150 \text{ V}$ , όπως στο σχήμα. Μετά την έξοδο του σωματιδίου από τον πυκνωτή (το πέρασμα εξασφαλίζεται διαμέσου δύο οπών στους οπλισμούς), με ταχύτητα  $v > v_0$  εισέρχεται σε μια περιοχή, όπου συνυπάρχουν ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 0,1 \text{ T}$ , κάθετο στο επίπεδο της σελίδας,

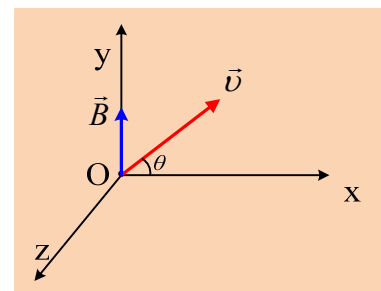


με φορά προς τον αναγνώστη, όπως στο σχήμα και ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο το οποίο δημιουργείται με φόρτιση δύο επίπεδων μεταλλικών πλακών Γ και Δ. Το σωματίδιο κινείται ευθύγραμμα και ομαλά στην περιοχή μεταξύ των δύο πλακών. Για τις ανάγκες του προβλήματος θεωρούμε ότι το πείραμα γίνεται στο κενό και εκτός πεδίου βαρύτητας.

- i) Αν  $|q|=0,01\mu\text{C}$ , ποιο το πρόσημο του φορτίου του σωματιδίου;
- ii) Αν το ηλεκτρικό πεδίο στο χώρο μεταξύ των δύο πλακών έχει μέτρο  $E=20\text{V/m}$ , αφού εξηγήσετε ποια πλάκα φέρει το θετικό φορτίο, να υπολογίσετε την ταχύτητα  $v$  με την οποία κινείται τελικά το σωματίδιο.
- iii) Να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα  $v_0$  με την οποία το σωματίδιο μπαίνει στον πυκνωτή.
- iv) Αν οι οπλισμοί του πυκνωτή απέχουν κατά  $l=0,03\text{m}$ , να βρεθεί η επιτάχυνση του σωματιδίου στο εσωτερικό του.
- v) Αν το ίδιο σωματίδιο μπει στον πυκνωτή με αρχική ταχύτητα  $v_1=40\text{m/s}$ , τι θα συμβεί μόλις φτάσει στον χώρο με το σύνθετο πεδίο:
  - a) θα κινηθεί ευθύγραμμα,
  - β) θα εκτραπεί προς την πλάκα Γ,
  - γ) θα εκτραπεί προς την πλάκα Δ.

### 110) Το μαγνητικό πεδίο και η έλικα

Ένα σωματίδιο μάζας  $m=10^{-15}\text{kg}$  και φορτίου  $q=10^{-12}\text{C}$  εκτοξεύεται κάποια στιγμή  $t=0$ , με ταχύτητα  $v=100\text{m/s}$ , από το σημείο Ο, όπως στο σχήμα, μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης  $B=1\text{T}$ . Λαμβάνοντας ένα τρισσορθόγωνιο σύστημα αξόνων  $xyz$ , η ένταση του πεδίου βρίσκεται στον άξονα  $y$ , ενώ η ταχύτητα βρίσκεται στο επίπεδο  $xOy$ , σχηματίζοντας γωνία  $\theta$  με τον άξονα  $x$ , όπου  $\eta\mu\theta=0,6$  και  $\sigma\upsilon\eta\theta=0,8$ .



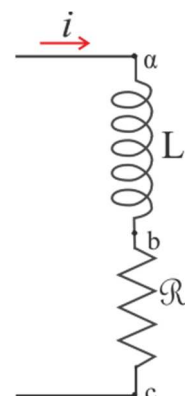
- i) Να σχεδιάσετε την δύναμη που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στο σωματίδιο, την στιγμή  $t=0$  και να υπολογίσετε το μέτρο της.
- ii) Να υπολογίσετε την ακτίνα και να προσδιορίσετε το κέντρο της κυκλικής τροχιάς, πάνω στην οποία αρχίζει να κινείται το σωματίδιο, τη στιγμή  $t=0$ .
- iii) Ποια χρονική στιγμή  $t_1$  το σωματίδιο ολοκληρώνει μια περιστροφή; Να υπολογιστεί η μετατόπισή του την στιγμή αυτή.

### 111) Τρεις ασκήσεις αυτεπαγωγής.

Η πρώτη...

Να υπολογιστούν τα  $L$  και  $R$  του τμήματος  $ac$  ενός κυκλώματος (Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.) αν γνωρίζουμε ότι όταν η ένταση του μετα-

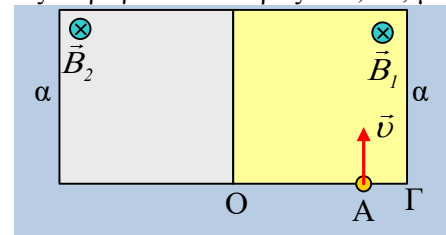
βαλλόμενου απολύτως κατά  $\left|\frac{di}{dt}\right|=1\text{ A/s}$  ρεύματος που το διατρέχει είναι  $i=2\text{ A}$ , τότε



η μετρούμενη διαφορά δυναμικού  $V_{ac}$  είναι  $8\text{ V}$  ή  $4\text{ V}$  .....

### 112) Η είσοδος και έξοδος του σωματιδίου από δύο πεδία

Στο σχήμα βλέπετε τις τομές δύο ομογενών μαγνητικών πεδίων, σχήματος τετραγώνων πλευράς  $a=0,4\text{m}$ , με εντάσεις κάθετες στο επίπεδο της σελίδας και μέτρα  $B_1=0,1\text{T}$  και  $B_2=0,3\text{T}$ . Μια στιγμή ένα σωματίδιο με ειδικό φορτίο  $q/m=10^4\text{C/kg}$ , εισέρχεται στο πεδίο έντασης  $B_1$  με ταχύτητα  $v=300\text{m/s}$ , κάθετα στην πλευρά  $ΟΓ$  του πεδίου, στο σημείο  $A$ , όπου  $(AΓ)=0,1\text{m}$ .

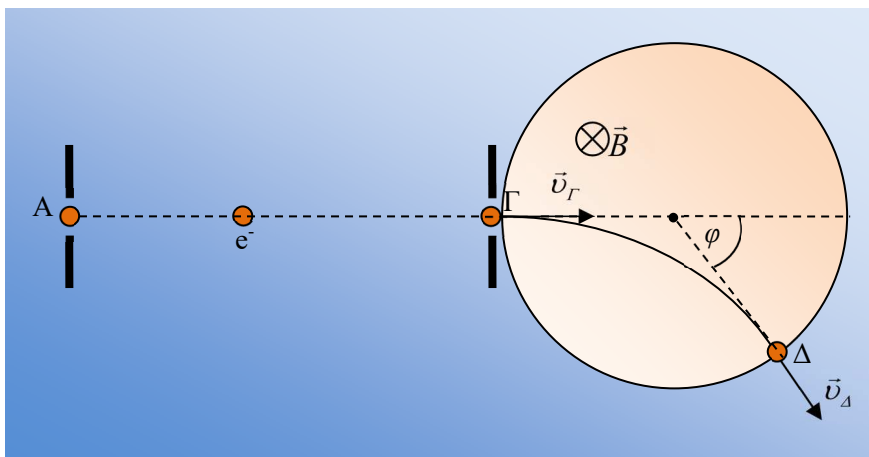


- Να σχεδιάσετε την πορεία του σωματιδίου, μέχρι να βγει από τον χώρο των δύο πεδίων, στο σημείο  $M$ .
- Να υπολογιστεί η απόσταση  $(AM)$ , καθώς και η συνολική μεταβολή της ορμής του σωματιδίου, κατά το πέρασμά του από τα πεδία.
- Πόσο χρόνο διαρκεί η παραπάνω κίνηση του σωματιδίου;

### 113) Εκτροπή σωματιδίου από σωληνοειδές

Ένα σωληνοειδές «απείρου μήκους» με πυκνότητα σπειρών  $n = 2500\text{σπείρες/m}$ , διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I = \sqrt{2}/\pi A$ . Η διάμετρος κάθε σπείρας είναι  $d = 60\text{cm}$ . Θεωρούμε ότι εξωτερικά του σωληνοειδούς, δεν υφίσταται μαγνητικό πεδίο, ενώ στο εσωτερικό του το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές. Ένα ηλεκτρόνιο μάζας  $m = 9 \cdot 10^{-31}\text{kg}$  και φορτίου

$q = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ , επιταχύνεται από την ηρεμία μεταξύ δύο σημείων  $A$  και  $\Gamma$ , με  $V_{A\Gamma} = -16 \cdot 10^3\text{V}$  και αμέσως εισέρχεται στο σωληνοειδές σε διεύθυνση, που διέρχεται από τον άξονα του σωληνοειδούς κάθετα σε αυτόν. Το σωματίδιο αποκλίνει από την αρχική του διεύθυνση κίνησης και εξέρχεται από το σωληνοειδές σε σημείο  $\Delta$ . Στο παρακάτω σχήμα, φαίνεται μια κάθετη τομή του σωληνοειδούς.



Δίνεται  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ N/A}^2$  και ότι δεν έχουμε σχετικιστικά φαινόμενα.

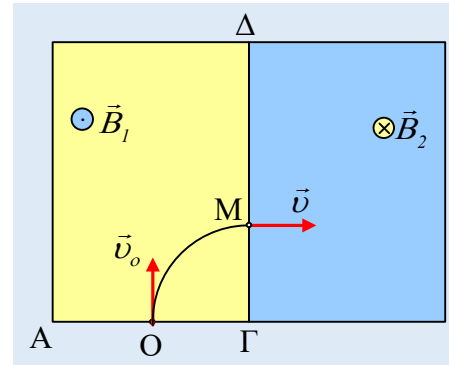
- Βρείτε την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου και το μέτρο  $v_\Gamma$  της ταχύτητας του ηλεκτρονίου στο σημείο  $\Gamma$ .
- Σχεδιάστε στο σχήμα τη φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς και τη



- φορά του ρεύματος σε κάθε σπείρα. Ποιο είναι το μέτρο της έντασης αυτού του μαγνητικού πεδίου;
- γ) Να βρείτε τη γωνία απόκλισης  $\varphi$  του σχήματος, μεταξύ των διευθύνσεων εισόδου και εξόδου του ηλεκτρονίου.
- δ) Ποια είναι η μεταβολή της ορμής του ηλεκτρονίου εξαιτίας της δύναμης Lorentz;
- ε) Πόσο είναι το χρονικό διάστημα που διαρκεί η διέλευση του ηλεκτρονίου από το μαγνητικό πεδίο;

### 114) Κίνηση σε δύο ομογενή μαγνητικά πεδία

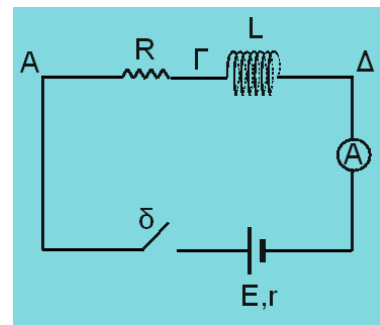
Στο σχήμα δίνονται δύο ομογενή μαγνητικά με εντάσεις μέτρων  $B_2=2B_1$ . Ένα φορτισμένο σωματίδιο μπαίνει στο πρώτο από το μέσον Ο της πλευράς ΑΓ με ταχύτητα  $v_0$  και αφού διαγράψει τεταρτοκύκλιο, σε χρόνο 0,1ms εισέρχεται από το σημείο Μ, όπου  $(\Gamma\text{M})=1/3(\Gamma\Delta)$  στο δεύτερο πεδίο με ταχύτητα  $v$ .



- Ποιο το πρόσημο του φορτίου;
- Να συγκρίνετε τα μέτρα των ταχυτήτων  $v_0$  και  $v$ .
- Σε ποιο πεδίο το σωματίδιο δέχεται μεγαλύτερη δύναμη;
- Να χαράξετε την τροχιά του σωματιδίου, μέχρι την έξοδό του από τα πεδία.
- Πόσο χρόνο διαρκεί η κίνηση του σωματιδίου στα δύο πεδία;

### 115) Ένα κύκλωμα αυτεπαγωγής

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $E = 12\text{ V}$  και  $r = 1\ \Omega$ ,  $R = 3\ \Omega$ , το σωληνοειδές είναι κατασκευασμένο από ομογενές και ισοπαχές σύρμα και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,01\text{ H}$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  κλείνουμε το διακόπτη και κάποια στιγμή  $t_1$  η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι  $i_1 = 1\text{ A}$  ενώ ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα είναι  $\frac{di}{dt} = 600\text{ A/s}$ .



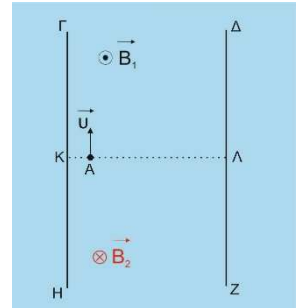
- να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της Η.Ε.Δ. από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο σωληνοειδές τη στιγμή  $t_1$  και να εξηγήσετε την πολικότητά της
  - να εξετάσετε αν το σωληνοειδές είναι ιδανικό
  - να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή  $t_1$ :
    - τις διαφορές δυναμικού  $V_{\text{ΑΓ}}$  και  $V_{\text{ΓΔ}}$
    - το ρυθμό αποθήκευσης ενέργειας στο μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς και την ισχύ που δαπανά το σωληνοειδές
- Στο αρχικό κύκλωμα, κόβουμε το σωληνοειδές σε δύο ίσα τμήματα, συνδέουμε το ένα από αυτά στο κύκλωμα και κλείνουμε το διακόπτη.



δ. να υπολογίσετε τη μέγιστη ενέργεια μαγνητικού πεδίου που θα αποθηκευτεί στο νέο σωληνοειδές.

### 116) Από πού θα βγει;

Στο σχήμα βλέπουμε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο και στην περιοχή μεταξύ των ευθειών ΓΗ και ΔΖ επικρατούν δύο κατακόρυφα ομογενή μαγνητικά πεδία, τα οποία διαχωρίζονται από το ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ. Τα μέτρα των εντάσεων των πεδίων είναι  $B_1$  και  $B_2 = 2 \cdot B_1$ . Θετικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας  $m$  και φορτίου  $q$  εισέρχεται τη στιγμή  $t = 0$  στο πεδίο έντασης  $\vec{B}_1$  από το σημείο Α και κάθετα στην πλευρά



ΚΛ με ταχύτητα μέτρου  $u = \frac{\alpha \cdot q \cdot B_1}{4 \cdot m}$ , όπου  $\frac{7 \cdot \alpha}{8} = (ΑΛ)$ . Να βρεθούν:

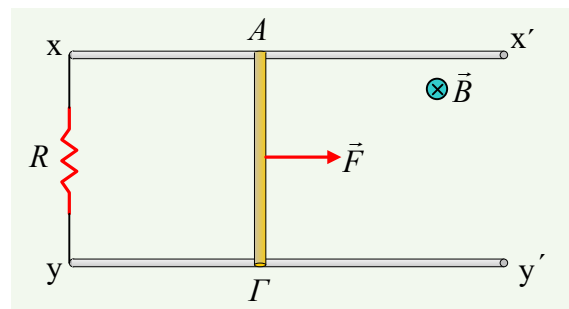
Α. το σημείο εξόδου του σωματιδίου από τα πεδία

Β. η στιγμή εξόδου του σωματιδίου από τα πεδία

Γ. το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σωματιδίου από τη στιγμή  $t = 0$  μέχρι την έξοδό του από τα πεδία.

### 117) Όταν η δύναμη εξαρτάται από την ταχύτητα

Οι οριζόντιοι αγωγοί  $xx'$  και  $yy'$  του σχήματος έχουν ασήμαντη αντίσταση και πολύ μεγάλο μήκος. Τα άκρα τους  $x$  και  $y$  συνδέονται με αντίσταση  $R = 3\Omega$ . Στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος κάθετα προς τη διεύθυνση τους, ευθύγραμμος αγωγός ΑΓ μήκους  $l = 1\text{m}$ , μάζας  $0,3\text{kg}$  και με αντίσταση  $r = 1\Omega$ , ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, με ένταση  $B = 1\text{T}$  είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών.



Σε μια στιγμή ασκούμε στο μέσο του αγωγού μια μεταβλητή οριζόντια δύναμη, κάθετη στον αγωγό με μέτρο  $F = 0,15 + 0,25v$  (μονάδες στο S.I.), οπότε αυτός κινείται προς τα δεξιά, όπως στο σχήμα (σε κάτοψη).

i) Για την στιγμή  $t_1$ , που ο αγωγός ΑΓ έχει ταχύτητα  $v_1 = 3\text{m/s}$ , να βρεθούν:

α) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση  $R$ .

β) Η επιτάχυνση του αγωγού Α.

γ) Ο ρυθμός αύξησης της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.

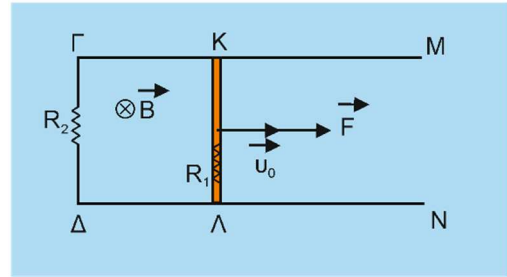
ii) Αφού αποδείξετε ότι η κίνηση του αγωγού ΑΓ είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη, να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού, την χρονική στιγμή  $t_2 = 8\text{s}$ .

iii) Να κάνετε την γραφική παράσταση της τάσης στα άκρα του αγωγού ΑΓ, σε συνάρτηση με το χρόνο, μέχρι την στιγμή  $t_2$ .

### 118) Μια κίνηση αγωγού

Οι οριζόντιοι αγωγοί ΓΜ και ΔΝ του σχήματος έχουν ασήμαντη αντίσταση και πολύ μεγάλο μήκος. Τα άκρα τους Γ και Δ συνδέονται με αντίσταση  $R_2 = 8\Omega$ . Στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος κάθετα

προς τη διεύθυνση τους ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους  $l = 0,5\text{m}$ , ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η μάζα του αγωγού ΚΛ είναι  $m = 0,1\text{kg}$  και η αντίσταση του  $R_1 = 2\Omega$ . Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου η ένταση μέτρου  $B = 2\text{T}$  είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$



εκτοξεύουμε τον αγωγό ΚΛ με οριζόντια αρχική ταχύτητα  $u_0$  παράλληλη προς τους αγωγούς ΓΜ και ΔΝ, ενώ ταυτόχρονα του ασκούμε σταθερή δύναμη  $F$  ομόρροπη με την αρχική του ταχύτητα, με μέτρο  $F = 0,5\text{N}$ . Η ισχύς που δαπανά η αντίσταση  $R_2$  τη στιγμή της εκτόξευσης είναι  $P_2 = 8\text{W}$ .

α. Να υπολογίσετε την τιμή της αρχικής ταχύτητας  $u_0$  του αγωγού ΚΛ

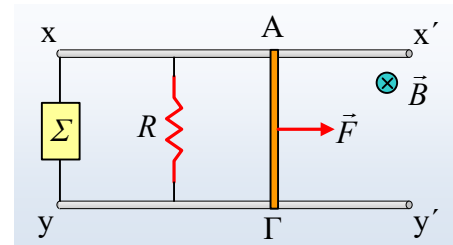
β. Να περιγράψετε αναλυτικά το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει ο αγωγός ΚΛ και να βρείτε την τιμή της τελικής (οριακής) ταχύτητας που θα αποκτήσει

γ. Να περιγράψετε τις ενεργειακές μετατροπές, που λαμβάνουν χώρα κατά την κίνηση του αγωγού ΚΛ, από τη στιγμή  $t_0 = 0$  μέχρι τη στιγμή που θα αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα

δ. Να κατασκευάσετε ποιοτικό διάγραμμα της Η.Ε.Δ. από επαγωγή που εμφανίζεται στα άκρα του αγωγού ΚΛ σε συνάρτηση με το χρόνο, από τη στιγμή  $t_0 = 0$  μέχρι τη στιγμή που θα αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα

### 119) Επαγωγή και ισχύς συσκευής

Ο αγωγός ΑΓ έχει μάζα  $1\text{kg}$ , μήκος  $l=1\text{m}$  και αντίσταση  $r=0,5\Omega$ , κινείται δε οριζόντια σε επαφή με δύο οριζόντιους μεταλλικούς παράλληλους στύλους  $xx'$  και  $yy'$ , χωρίς τριβές, μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο  $B=1\text{T}$ , με την επίδραση μιας εξωτερικής οριζόντιας δύναμης μέτρου  $F=2,5\text{N}$ , όπως στο σχήμα. Κάποια στιγμή  $t_1$  ο αγωγός έχει ταχύτητα  $v=4\text{m/s}$ , προς τα δεξιά, ενώ ο αντιστάτης με αντίσταση  $R=2\Omega$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i_1=1,5\text{A}$ . Οι στύλοι δεν έχουν αντίσταση ενώ η συσκευή  $\Sigma$ , που συνδέεται στα άκρα  $xy$ , δεν είναι ωμικός καταναλωτής.



Για την στιγμή αυτή  $t_1$  να υπολογιστούν:

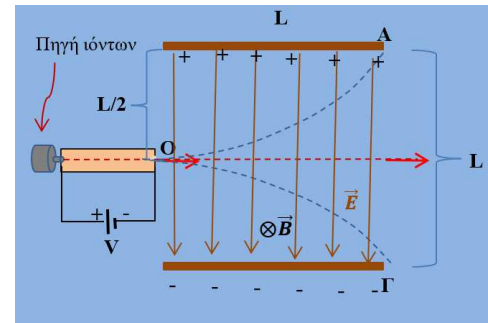
- Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό ΑΓ, καθώς και η τάση  $V_{ΑΓ}$ .
- Η επιτάχυνση του αγωγού ΑΓ.
- Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΑΓ.
- Η ισχύς που καταναλώνει η συσκευή  $\Sigma$ . Τι ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται στον αγωγό μέσω της δύναμης  $F$ , καταναλώνεται από την συσκευή  $\Sigma$ ;

### 120) Κίνηση ισοτόπων σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο

Μονοσθενή ιόντα ισοτόπου στοιχείου εξέρχονται με μηδενική ταχύτητα από μια πηγή ιόντων τους, επιταχύνονται από τάση  $V$ , και κατόπιν εισέρχονται στο χώρο του επιλογέα ταχυτήτων διαστάσεων  $L \times L$  από το μέσο

Ο της πλευράς εισόδου. Τότε τα βαρύτερα ιόντα δεν εκτρέπονται και εξέρχονται από τον επιλογέα ταχυτήτων.

Αν καταργήσουμε το μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}$ , τότε εξέρχονται όλα τα ισότοπα από το άκρο  $\Gamma$  του αρνητικού οπλισμού του πυκνωτή, ενώ αν καταργηθεί το ηλεκτρικό πεδίο  $\vec{E}$ , τότε τα βαρύτερα ιόντα προσπίπτουν στο άκρο  $A$  του θετικού οπλισμού, ενώ τα ελαφρύτερα προσπίπτουν σε σημείο  $\Delta$  που απέχει απόσταση  $d$  από το  $A$ .



Δίνονται:  $L = 0,2m$ ,  $E = 10^3 \frac{V}{m}$ ,  $B = \sqrt{5} \cdot 10^{-3}T$ ,  $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ ,  $d=5cm$ . Να μη ληφθεί υπόψη το βάρος των ιόντων.

- i) Υπολογίστε την μάζα  $m_2$  των βαρύτερων ισοτόπων.
- ii) Υπολογίστε την τάση  $V$
- iii) Υπολογίστε την μάζα  $m_1$  των ελαφρύτερων ισοτόπων.
- iv) Αποδείξτε ότι αν καταργηθεί το μαγνητικό πεδίο, τα ιόντα διαγράφουν την ίδια τροχιά από το  $O$  έως το  $\Gamma$ , και εξέρχονται με διαφορά χρόνου  $\Delta t_E$  την οποία να υπολογίσετε.
- v) Υπολογίστε τη διαφορά χρόνου κίνησης των ιόντων αν καταργηθεί το ηλεκτρικό πεδίο. Δίνονται  $\eta_{\mu 0,3\pi}=0,8$  και  $\eta_{\mu 0,37\pi}=0,92$
- vi) Πόσο πρέπει να μεταβάλλουμε το ηλεκτρικό πεδίο ώστε τα ελαφρύτερα ιόντα να εξέρχονται από τον επιλογέα ταχυτήτων ακολουθώντας ευθύγραμμη πορεία.

## Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...