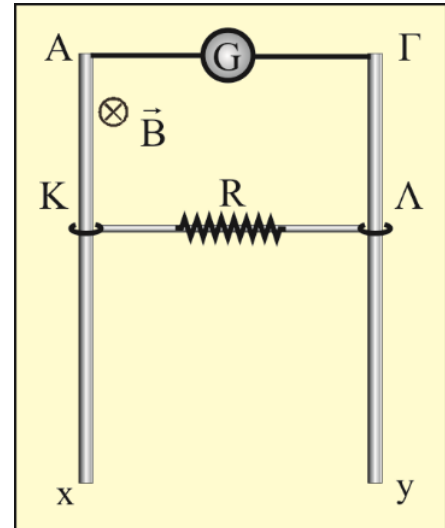


### 7.3. Ασκήσεις Ηλεκτρομαγνητισμού

#### 41) Μια ακόμη κατακόρυφη κίνηση ράβδου.

Η ράβδος ΚΛ μήκους  $\ell = 1\text{ m}$ , μάζας  $m = 2\text{ kg}$  και ωμικής αντίστασης  $R = 2\Omega$  μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, σε επαφή με τους λείους κατακόρυφους αγωγούς Αx και Γy παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς. Τα άκρα Α και Γ των αγωγών συνδέονται μέσω ενός βαλλιστικού γαλβανόμετρου. Το γαλβανόμετρο και οι αγωγοί Αx και Γy δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση ενώ το μόνο τμήμα του συστήματος που μπορεί να κινείται είναι η ράβδος. Στο χώρο του συστήματος υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 2\text{ T}$ , με οριζόντιες δυναμικές γραμμές και φορά όπως στο σχήμα. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  η ράβδος αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί, ενώ τη χρονική στιγμή  $t_{op}$  η ταχύτητα της σταθεροποιείται. Μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_{op}$  έχει περάσει από το γαλβανόμετρο φορτίο  $q = 40\text{ C}$ .

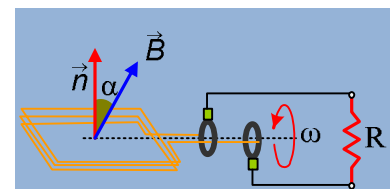


- Ποια η σταθερή ταχύτητα που αποκτά η ράβδος;
- Ποια η απώλεια μηχανικής ενέργειας του συστήματος μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_{op}$ ;
- Ποια η χρονική στιγμή  $t_{op}$ ;
- Αν από την αρχή του φαινομένου μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1 = 1,6\text{ s}$  έχει περάσει από το γαλβανόμετρο φορτίο  $q_1 = 8\text{ C}$  να βρείτε:
  - Τις απώλειες μηχανικής ενέργειας του συστήματος μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1$ .
  - Τους ρυθμούς μεταβολής της δυναμικής ενέργειας και της κινητικής ενέργειας της ράβδου καθώς και το ρυθμό απωλειών λόγω φαινομένου Joule στο σύστημα τη χρονική στιγμή  $t_1$ .

Δίνεται  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

#### 42) Η περιστροφή του πλαισίου και το E.P.

Το πλαίσιο του σχήματος αποτελείται από  $N=100$  σπείρες όπου η καθεμιά έχει εμβαδόν  $A=50\text{ cm}^2$  και βρίσκεται μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B=0,1\text{ T}$ . Να βρεθούν οι εξισώσεις της μαγνητικής ροής, της τάσης και της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη με αντίσταση  $R=10\pi\ \Omega$ , σε συνάρτηση με το χρόνο, αν το πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega=100\pi\text{ rad/s}$ , ενώ τη στιγμή  $t_0=0$ , η κάθετη στο πλαίσιο σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία  $\alpha$ , όπου:

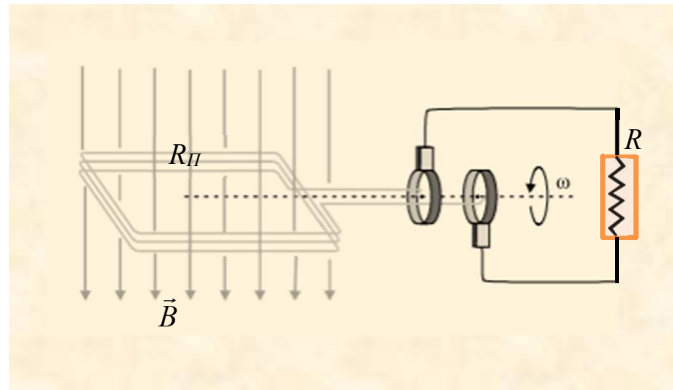


- $\alpha=0^\circ$ ,
- $\alpha=90^\circ$ ,
- $\alpha=30^\circ$ .

Θεωρούμε ότι στο κύκλωμα δεν εμφανίζεται άλλη αντίσταση πέρα από αυτή του αντιστάτη.

#### 43) Ο αγρότης που σπούδασε ...μηχανικός και η γεννήτρια

Ένας αγρότης - που σπούδασε μηχανικός - θέλει να θέσει σε λειτουργία μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, για να φωτίσει μια αποθήκη στο χωριό. Η μέση ισχύς που θα καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα είναι  $\bar{P}_{εξ} = 2200W$  και η συνολική αντίσταση των λαμπτήρων του εξωτερικού κυκλώματος  $R_{εξ} = 22\Omega$ . Η γεννήτρια περιέχει ένα τετράγωνο πλαίσιο με  $N = 120$  σπείρες, πλευράς  $a = 0,5m$ , που βρίσκεται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου



$B = 0,2\sqrt{2} T$  και τη χρονική στιγμή  $t = 0$  αρχίζει να στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου  $\omega$ . Το σύρμα του πλαισίου παρουσιάζει αντίσταση  $R_{\pi} = 2\Omega$ , ενώ τα καλώδια σύνδεσης που θα χρησιμοποιήσει έχουν αμελητέα αντίσταση.

α) Ποιο πρέπει να είναι το πλάτος της εναλλασσόμενης ΗΕΔ από επαγωγή, που αναπτύσσεται στο πλαίσιο αν θέλουμε να λειτουργεί κανονικά η εγκατάσταση;

β) Ποιο πρέπει να είναι το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου;

γ) Ποια είναι η χρονική στιγμή η ΗΕΔ στο πλαίσιο έχει τιμή  $E = E_{max}/2$  για πρώτη φορά; Ποια είναι η αλγεβρική τιμή της μαγνητικής ροής που διέρχεται τότε από το πλαίσιο;

δ) Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος του κυκλώματος και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση για μια περίοδο, σε βαθμολογημένο σύστημα αξόνων.

ε) Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνεται σε όλη τη διάταξη και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση για μια περίοδο. Τι μας δίνει το εμβαδόν μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων;

στ) Αν για την κίνηση του πλαισίου ο μηχανικός εκμεταλλευτεί έναν μικρό καταρράκτη που περνάει από το χωράφι του με τη βοήθεια υδροστρόβιλου, ώστε η απόδοση της εγκατάστασης να είναι συνολικά 80%, ποια πρέπει να είναι η παροχή της υδατόπτωσης αν το νερό πέφτει από ύψος  $h = 5m$ ;

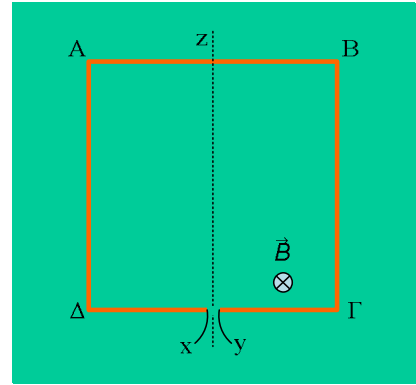
Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10m/s^2$ , η πυκνότητα του νερού  $\rho = 10^3kg/m^3$  και θεωρούμε τη χρονική στιγμή  $t = 0$  το εμβαδικό διάνυσμα  $\vec{n}$  ομόρροπο με την ένταση  $\vec{B}$ .

Επίσης θεωρούμε ότι μια στοιχειώδης μάζα νερού ξεκινά από ψηλά με αμελητέα ταχύτητα.

#### 44) Εναλλασσόμενη τάση και περιστροφή πλαισίου

Ένα τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς  $a=0,5m$  που δεν εμφανίζει αντίσταση, βρίσκεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης  $B=2/\pi T$ , όπως στο σχήμα.

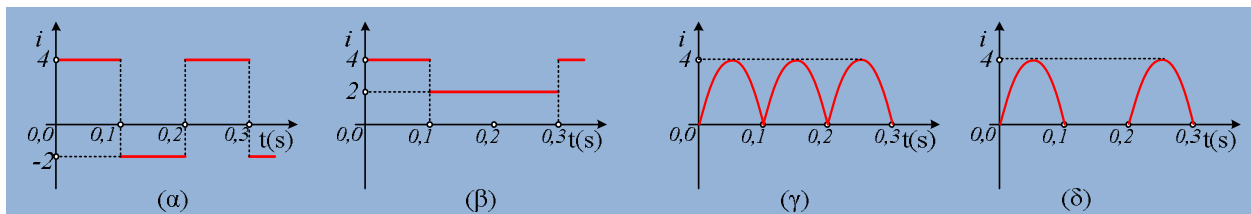
- i) Πόση είναι η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, θεωρώντας την κάθετη στο πλαίσιο να έχει την κατεύθυνση της έντασης του πεδίου;
- ii) Σε μια στιγμή, την οποία θεωρούμε ότι  $t=0$ , αρχίζουμε να περιστρέφουμε το πλαίσιο με σταθερή συχνότητα  $2\text{Hz}$ , γύρω από άξονα  $z$ , παράλληλο προς την πλευρά  $AD$ , ο οποίος διέρχεται από το κέντρο του.



- α) Από ποια εξίσωση παρέχεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο; Ποια η τιμή της ροής τη στιγμή  $t=0,125\text{s}$ ;
- β) Ποια η τιμή της εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα του πλαισίου  $x$  και  $y$ , τη χρονική στιγμή  $t=0,125\text{s}$ ;
- γ) Αν μέσω κατάλληλου συστήματος (δακτύλιοι και ψήκτρες...) συνδέσουμε την παραγόμενη αυτή εναλλασσόμενη τάση, στα άκρα ενός αντιστάτη με  $R=0,5\Omega$ , να βρείτε την ενεργό ένταση του ρεύματος που θα τον διαρρέει καθώς και την μέση ισχύ του ρεύματος.

#### 45) Ο υπολογισμός της ενεργού έντασης.

Δίνονται οι γραφικές παραστάσεις των εντάσεων σε συνάρτηση με το χρόνο, για τέσσερα ρεύματα τα οποία διαρρέουν έναν αντιστάτη.



- i) Ποια ρεύματα θα χαρακτηρίζατε ως συνεχή και ποια ως εναλλασσόμενα;
- ii) Να υπολογιστεί η ενεργός ένταση κάθε ρεύματος.

#### 46) Μια θερμάστρα για την καντίνα

Ένας ιδιοκτήτης καντίνας σε παραλία, αγόρασε μια θερμική συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας  $220\text{V}$ ,  $2200\text{W}$ . Η καντίνα χρησιμοποιούσε γεννήτρια στρεφόμενου πλαισίου, εμβαδού  $A = 0,5\sqrt{2}\text{ m}^2$ , με  $N = 100$  σπείρες και εσωτερική αντίσταση  $R_{II} = 2\Omega$ , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου  $B = 0,2\text{T}$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$ , που άρχισε η λειτουργία της γεννήτριας το εμβαδικό διάνυσμα  $\vec{n}$  ήταν ομόρροπο με την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

- α) Ποια είναι η μέγιστη ένταση του ρεύματος κανονικής λειτουργίας της συσκευής και η αντίστασή της;
- β) Ποια έπρεπε να είναι η μέγιστη ΗΕΔ επαγωγής του στρεφόμενου πλαισίου για να λειτουργεί κανονικά η συσκευή;
- γ) Με ποια γωνιακή ταχύτητα πρέπει να στρέφεται τότε το πλαίσιο της γεννήτριας; Γράψτε τις χρονικές εξισώσεις της εναλλασσόμενης ΗΕΔ και της αντίστοιχης τάσης στα άκρα της γεννήτριας και κάνετε τις γραφικές

παραστάσεις τους σε κοινό σύστημα βαθμολογημένων αξόνων.

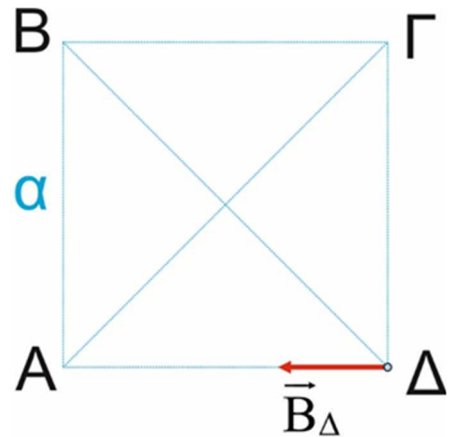
δ) Γράψτε την εξίσωση που δίνει τη στιγμιαία ισχύ που καταναλώνει η συσκευή και κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση σε βαθμολογημένο σύστημα αξόνων για 2 περιόδους λειτουργίας.

ε) Ποιες χρονικές στιγμές στη διάρκεια μιας περιόδου η στιγμιαία ισχύς είναι  $p = 3300W$ ;

στ) Η περιστροφή του πλαισίου της γεννήτριας γίνεται με τη βοήθεια βενζινοκινητήρα, ο οποίος έχει κατανάλωση  $2,8L/h$ . Αν γνωρίζουμε ότι η θερμαντική αξία της βενζίνης είναι  $35MJ/L$ , ποια είναι η % απόδοση της γεννήτριας;

#### 47) Αναζητώντας τον χαμένο αγωγό!

Τα σημεία A, B, Γ και Δ του διπλανού σχήματος αποτελούν τις κορυφές ενός τετραγώνου πλευράς  $a = 0,1 \text{ m}$ . Σε κάποιο από τα σημεία A, B, Γ υπάρχει ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I$  και είναι κάθετος στο επίπεδο του τετραγώνου. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Δ που οφείλεται στον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό έχει την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα και μέτρο  $B_{\Delta} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .



α. Σε ποιο από τα σημεία A, B και Γ βρίσκεται ο ευθύγραμμος αγωγός;

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Ποια είναι η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

γ. Ποιο είναι το μέτρο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό;

δ. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό στις άλλες δύο κορυφές του τετραγώνου; Να σχεδιαστεί το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα δύο αυτά σημεία.

Στο σημείο A τοποθετείται ένας ακόμη ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I'$  και διαπιστώνεται ότι στο σημείο Δ η κατεύθυνση της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στους δύο ρευματοφόρους αγωγούς που υπάρχουν τώρα βρίσκεται πάνω στη διαγώνιο ΒΔ με φορά προς το Β.

ε. Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της έντασης  $I'$  του ρεύματος που διαρρέει τον ρευματοφόρο αγωγό που τοποθετείται στο σημείο A;

στ. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο σημείο Δ;

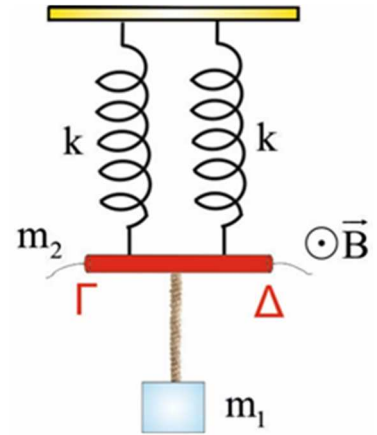
ζ. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου;

Δίνεται η σταθερά:  $k_{\mu} = 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ .

#### 48) Μέγιστο ρεύμα για να μην χαλαρώνει το νήμα!

Οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός ΓΔ μάζας  $m_2 = m$  και μήκους  $L$ , ισορροπεί με τη βοήθεια δύο ίδιων κατακόρυφων ελατηρίων σταθεράς  $k$  το καθένα, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Στο κέντρο του αγωγού

είναι δεμένο λεπτό και αβαρές νήμα στο άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα μάζας  $m_1 = m$ . Ο αγωγός ΓΔ βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου  $B$  και με φορά αυτή που φαίνεται στο σχήμα. Έχοντας διαβιβάσει στον αγωγό ρεύμα σταθερής έντασης  $I$  και φοράς από το Γ προς το Δ, ο αγωγός και το σημειακό σώμα ισορροπούν σε μια νέα θέση.



Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  σταματάμε να τροφοδοτούμε με ρεύμα τον αγωγό, οπότε το σύστημα αγωγός-σημειακό σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = 2k$ .

Το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να διαβιβαστεί στον αγωγό ΓΔ έτσι ώστε μετά την διακοπή του και κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης να μην χαλαρώνει το νήμα είναι ίσο με:

$$\alpha. I_{\max} = \frac{mg}{BL} \quad \beta. I_{\max} = \frac{2mg}{BL} \quad \gamma. I_{\max} = \frac{4mg}{BL}$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Να θεωρήσετε ότι τα ελατήρια είναι στερεωμένα στον αγωγό σε σημεία συμμετρικά ως προς το κέντρο του και ως προς τα άκρα του αγωγού.

### Υλικό Φυσικής-Χημείας

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