

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

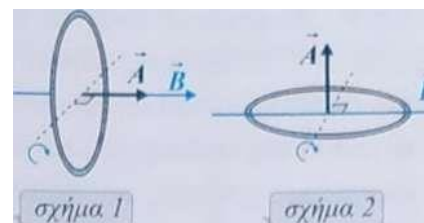
Επαγωγή - Νόμος Faraday

ΤΑΝΟΣ ΗΛΙΑΣ

Φυσικός ΠΕ04.01, M.Sc., M.Ed.

ΑΣΚΗΣΗ 1 (Νόμος Faraday)

Ένα κυκλικό αγωγίμο πλαίσιο, με $N = 5$ σπείρες και εμβαδόν $A = 20 \text{ cm}^2$, βρίσκεται ολόκληρο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2 \text{ T}$. Το πλαίσιο περιστρέφεται γύρω από μια διάμετρο του που είναι κάθετη στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου κατά γωνία 60° σε χρονική διάρκεια $\Delta t = 0,1 \text{ s}$. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο στην διάρκεια Δt , αν οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου ήταν αρχικά: α) κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου (σχήμα 1), β) παράλληλες στο επίπεδο του πλαισίου (σχήμα 2)



(Απ. $+0,1\text{V}$, $\pm\sqrt{3}\cdot 10^{-1} \text{ V}$)

ΑΣΚΗΣΗ 2 (Νόμος Faraday)

Ένα σωληνοειδές έχει $N = 1000$ σπείρες, που η καθεμία έχει εμβαδόν $A = 10 \text{ cm}^2$ και βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,5 \text{ T}$. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου είναι παράλληλες στον άξονα του σωληνοειδούς. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης τιμής της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο σωληνοειδές, αν σε χρονική διάρκεια $\Delta t = 0,1 \text{ s}$:

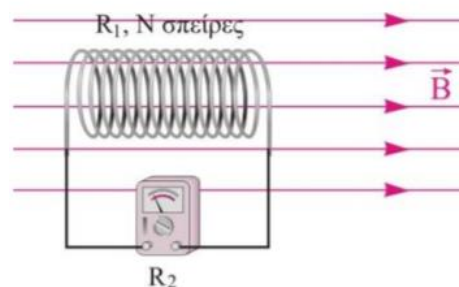
- α) μηδενιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου,
- β) οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου αλλάξουν φορά,
- γ) εισάγουμε στο σωληνοειδές πυρήνα σιδηρομαγνητικού υλικού μαγνητικής διαπερατότητας $\mu = 500$.

(Απ. 5V , 10V , 2495V)

ΑΣΚΗΣΗ 3 (Νόμος Faraday)

Ένα πηνίο έχει $N = 500$ σπείρες, αντίσταση $R_1 = 1\Omega$ και κάθε σπείρα του έχει εμβαδόν $S = 20\text{cm}^2$. Το πηνίο βρίσκεται με τον άξονά του παράλληλο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 10^{-1} \text{ T}$. Συνδέουμε τις άκρες του πηνίου με αμπερόμετρο αντίστασης $R_2 = 1\Omega$ και σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,05\text{s}$ διπλασιάζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου με σταθερό ρυθμό. Να υπολογίσετε:

- α) την μαγνητική ροή που διέρχεται αρχικά από μία σπείρα του πηνίου.
- β) την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου.
- γ) την ένδειξη του αμπερομέτρου.



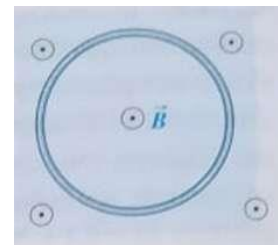
δ) το φορτίο που θα περάσει μέσα από το αμπερόμετρο.

ε) την ηλεκτρική ισχύ στη αντίσταση R_1 του πηνίου.

(Απ. $2 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$, 2V , 1A , 0,05C , 1W)

ΑΣΚΗΣΗ 4 (Νόμος Faraday - Κανόνας Lenz)

Το κυκλικό αγωγίμο πλαίσιο του διπλανού σχήματος έχει $N = 10$ σπείρες, ωμική αντίσταση $R = 5 \Omega$ και βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου το μέτρο της έντασης μπορεί να μεταβάλλεται με το χρόνο. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου είναι συνεχώς κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου και έχουν τη φορά που φαίνεται στο σχήμα. Κάποια χρονική στιγμή αρχίζει να αυξάνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του κυκλικού πλαισίου με σταθερό ρυθμό 5Wb/s .

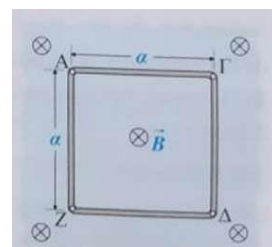


α) Να υπολογίσετε το μέτρο της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο,

β) Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο και να βρείτε την ένταση του ρεύματος (Απ. 50V , 10A)

ΑΣΚΗΣΗ 5 (Νόμος Faraday - Κανόνας Lenz)

Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο μίας σπείρας του διπλανού σχήματος έχει πλευρά $a = 20 \text{ cm}$ και βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου το μέτρο της έντασης μειώνεται με το χρόνο με σταθερό ρυθμό. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου και έχουν φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Κατά τη διάρκεια της μείωσης του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου από την αρχική τιμή $B_{\text{αρχ}} = 2 \text{ T}$ στην τελική τιμή $B_{\text{τελ}} = 0,5 \text{ T}$, διακινείται στο πλαίσιο επαγωγικό φορτίο $Q_{\text{επ}} = 610^{-3} \text{ C}$.



α) Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που θα διαρρέει το πλαίσιο,

β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο,

γ) Να βρείτε την ωμική αντίσταση του πλαισίου. (Απ. ΑΓΔΖΑ , $-6 \cdot 10^{-2} \text{Wb}$, 10Ω)

ΑΣΚΗΣΗ 6 (Νόμος της Επαγωγής)

Μέσα από ένα κλειστό πλαίσιο αντίστασης $R = 2\Omega$ η μαγνητική ροή μεταβάλλεται με τον χρόνο σύμφωνα με την σχέση : $\Phi = 30 - 6t \text{ (S.I)}$

Α. Να γίνει το διάγραμμα $\Phi = f(t)$ από $t_0 = 0$ έως την χρονική στιγμή που μηδενίζεται

Β. Να υπολογιστεί η $E_{\text{επ}}$

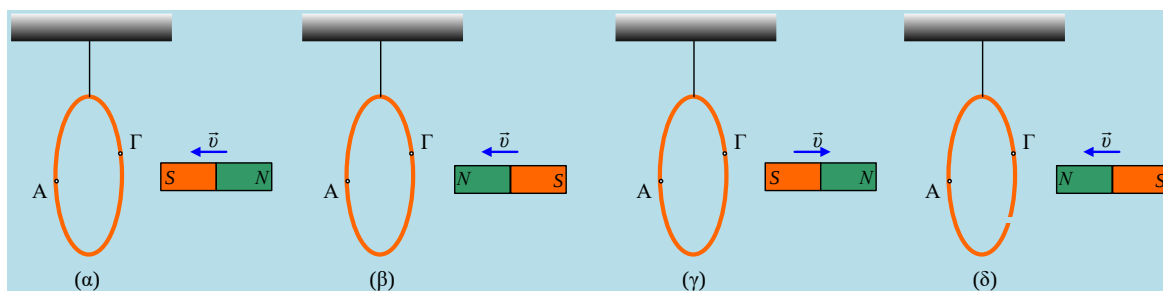
Γ. Να υπολογιστεί η συνολική θερμότητα λόγω φαινομένου Joule που αναπτύσσεται στο πλαίσιο

(Απ. 6V , 90J)

ΑΣΚΗΣΗ 7 (Ο μαγνήτης και το χάλκινο δακτυλίδι)

Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης κινείται οριζόντια όπως στα παρακάτω σχήματα ως προς ένα χάλκινο δακτυλίδι που κρέμεται με νήμα από ένα σταθερό σημείο με το επίπεδό του κατακόρυφο και κάθετο στη διεύθυνση

κίνησης του μαγνήτη (το σημείο A είναι προς τα έξω σε σχέση με το επίπεδο της σελίδας και το Γ προς τα μέσα).



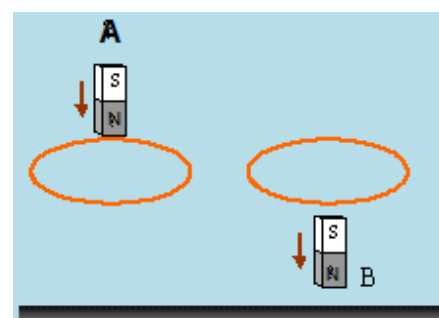
Στο (α) σχήμα βλέπουμε το δακτυλίδι να εκτινάσσεται προς τα αριστερά, απομακρυνόμενο από το μαγνήτη:

- Να ερμηνεύσετε την κίνηση του δακτυλιδιού, σχεδιάζοντας και ένα σχήμα, όπου να εμφανίζονται οι τυχόν ασκούμενες δυνάμεις σε δακτυλίδι και μαγνήτη.
- Τι πρόκειται να συμβεί στα υπόλοιπα σχήματα, όπου στο (δ) το δακτυλίδι είναι κομμένο σε κάποιο σημείο του;
- Να σχεδιάσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε δακτυλίδι (όπου εμφανίζεται ρεύμα...)

ΑΣΚΗΣΗ 8 (Το πέρασμα ενός μαγνήτη από το δακτυλίδι)

Ένας μαγνήτης πέφτει κατακόρυφα, περνώντας μέσα από ένα μεταλλικό κυκλικό δακτύλιο με το επίπεδό του οριζόντιο, όπως στο σχήμα. Ο δακτύλιος συγκρατείται ακίνητος, στη θέση που φαίνεται στο σχήμα.

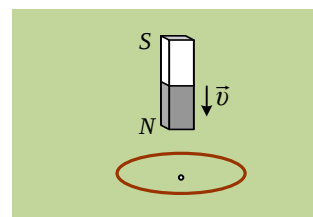
- Ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα, όταν ο μαγνήτης βρίσκεται:
 - μόνο στη θέση A
 - μόνο στη θέση B
 - και στις δύο παραπάνω θέσεις
- Να σχεδιάσετε την ένταση του ρεύματος (όπου υπάρχει), που διαρρέει το δακτύλιο.
- Αν η επιτάχυνση του μαγνήτη στη θέση A είναι $a_1=0,9g$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας, τότε:
 - Η δύναμη που ασκείται στο μαγνήτη από το μαγνητικό πεδίο του δακτυλίου (η αντίδραση της δύναμης Laplace) έχει μέτρο:
 - $F_1=0,1mg$, B) $F_1=0,9mg$, Γ) $F_1=1,1mg$, Δ) άλλη τιμή
 όπου m η μάζα του μαγνήτη.
 - η επιτάχυνση του μαγνήτη στη θέση B μπορεί να έχει μέτρο:
 - $a_2=0,94g$, B) $a_2=g$, Γ) $a_2=1,06g$.



ΑΣΚΗΣΗ 9 (Δυνάμεις και Ενέργειες κατά την πτώση του μαγνήτη)

Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πέφτει κατακόρυφα πλησιάζοντας έναν κυκλικό αγωγό, ο οποίος συγκρατείται με το επίπεδό του οριζόντιο, όπως στο σχήμα.

Σε μια στιγμή ο μαγνήτης, με μάζα $m=0,1\text{kg}$, έχει ταχύτητα $u=2\text{m/s}$, ενώ ο κυκλικός αγωγός ο οποίος έχει αντίσταση $R=0,2\Omega$, διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=1\text{A}$. Για την στιγμή αυτή:

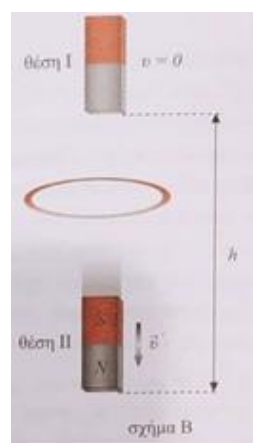
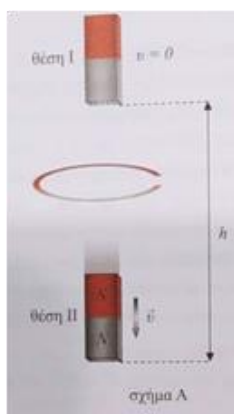


- Να σχεδιάσετε στο σχήμα την φορά της έντασης του ρεύματος, που διαρρέει τον αγωγό, δίνοντας και μια σύντομη ερμηνεία.
- Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής, η οποία διέρχεται από την επιφάνεια του κυκλικού αγωγού.
- Να υπολογιστεί ο ρυθμός με τον οποίο η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική στον αγωγό, καθώς και η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο του μαγνήτη.
- Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του μαγνήτη.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$

ΑΣΚΗΣΗ 10 (Το πέρασμα ενός μαγνήτη από το δακτυλίδι)

Μαγνήτης μάζας $m=2\text{kg}$ αφήνεται από την θέση I και περνά μέσα από τον δακτύλιο (που φέρει εγκοπή) και φθάνει στην θέση II έχοντας $U=10\text{m/s}$ (σχήμα A). Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα αλλά αντικαθιστούμε τον μεταλλικό δακτύλιο με άλλο πανομοιότυπο ο οποίος δεν φέρει εγκοπή. Παρατηρούμε ότι ο μαγνήτης φτάνει, στη θέση II με ταχύτητα $U' = 5\text{m/s}$ (σχήμα B).



Α. Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή; Να δικαιολογήσετε αναλυτικά την απάντησή σας.

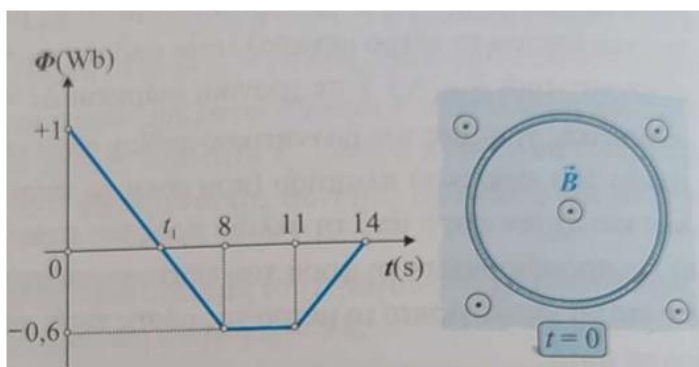
Β. Υπολογίστε την υψομετρική διαφορά h των δύο θέσεων I και II

Γ. Υπολογίστε τη θερμότητα που αναπτύχθηκε λόγω φαινομένου Joule στον μεταλλικό δακτύλιο κατά την κίνησή του από τη θέση I στη θέση II στη δεύτερη περίπτωση. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

(Απ. 5m , 75J)

ΑΣΚΗΣΗ 11 (Διάγραμμα μαγνητικής ροής)

Με μεταλλικό σύρμα, μήκους L και εμβαδού διατομής $A_0 = 4 \text{ mm}^2$, φτιάχνουμε ένα κλειστό κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $a = 2/\pi \text{ m}$ που έχει $N=10$ σπείρες. Τοποθετούμε το πλαίσιο αυτό μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , η οποία μεταβάλλεται με το χρόνο. Το πλαίσιο παραμένει ακλόνητο και οι μαγνητικές γραμμές είναι συνεχώς κάθετες στο επίπεδο του. Στο παραπάνω



διάγραμμα φαίνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο.

α) Να προσδιορίσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t_a = 13 \text{ s}$.

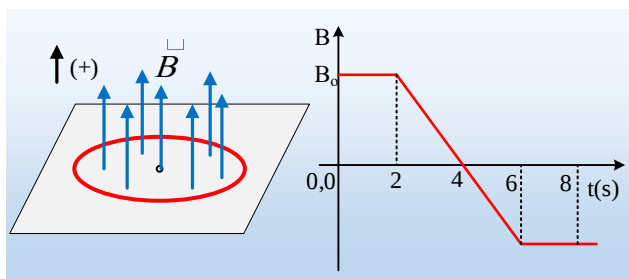
β) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της ΗΕΔ από επαγωγή που δημιουργείται στο πλαίσιο στη χρονική διάρκεια $0 - 14 \text{ s}$.

γ) Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που μετατοπίστηκε στο πλαίσιο στη χρονική διάρκεια $0 \rightarrow 14 \text{ s}$, καθώς και το φορτίο που πέρασε από μια διατομή του σύρματος στην ίδια χρονική διάρκεια.

δ) Να υπολογίσετε την ενέργεια που εκλύθηκε από το πλαίσιο λόγω φαινομένου Joule στην χρονική διάρκεια $0-14 \text{ s}$. Δίνεται $\rho = 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$

ΑΣΚΗΣΗ 12 (Ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο)

Ο οριζόντιος κυκλικός αγωγός του σχήματος, έχει αντίσταση r και βρίσκεται σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο, του οποίου η αλγεβρική τιμή της έντασης, σε συνάρτηση με το χρόνο, μεταβάλλεται όπως στο διπλανό διάγραμμα.



i) Αναφερόμενοι στο διάγραμμα, ο κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, για χρονικό διάστημα:

α) $\Delta t = 2 \text{ s}$, β) $\Delta t = 4 \text{ s}$, γ) $\Delta t = 6 \text{ s}$, δ) $\Delta t = 8 \text{ s}$.

ii) Ποια η φορά της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό τις χρονικές στιγμές $t_1 = 3 \text{ s}$ και $t_3 = 5 \text{ s}$;

iii) Τη χρονική στιγμή $t_2 = 4 \text{ s}$, η ηλεκτρική ισχύς που μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση r , είναι:

α) μηδενική,

β) ανάλογη της αρχικής έντασης B_0 του μαγνητικού πεδίου,

γ) ανάλογη του τετραγώνου της B_0 ,

δ) αντιστρόφως ανάλογη του B_0 .