

①

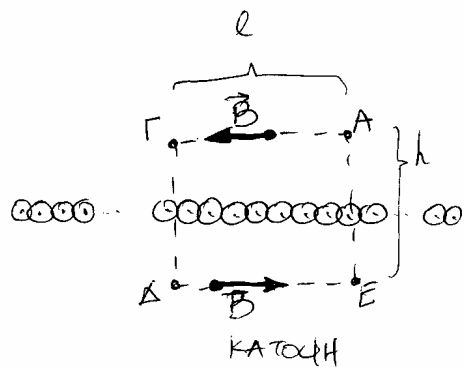
ο) Εφαρμογή του νόμου του Ampere: Να υπολογιστεί το μαγνητικό πεδίο μιας σειράς παράλληλων αγωγών τονοκτεν-
μενοι ο ένας δίπλα στον άλλον εάν ο υαδρας διαφέρει
από πείρα I και υπάρχουν n τέτοιοι αγωγοί ανά
μονάδα μήκους. Να θεωρηθεί ότι το μήκος των αγωγών
είναι πολύ μεγάλο.

Λύση:

Δ. ΚΟΥΚΟΥΔΗΣ

Θαυρίστε την κατάσταση των
αγωγών. Εργαζόμενοι σε Τμή
όπως σε παραπάνω παραδείγματα,
συνειδητοποιούμε ότι η δι-
εύθυνση του μαγν. πεδίου $\vec{B}$
είναι παράλληλη με την εστιαχία των αγωγών,

με φορά προς τα αριστερά εφόσον από την εστια-
χία ^{προς τα} και δεξιά κάτω από την εστιαχία. Για να
εφαρμόσω τον νόμο του Ampere διαλέγω ως
υαφώλη ένα ορθογώνιο μήκος l και ύψος h
όπως φαίνεται και στο Σχήμα. Ο νόμος του Ampere δίνει:



$$\oint_{\Gamma\Delta\text{Ε}\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{enc}}$$

Όπου $I_{\text{ολ}}$ είναι το ολικό ρεύμα που απελευθεύει (2)
 η καμινάδα ΑΓΔΕ και $d\vec{s}$ το ~~παραλληλίσμα~~ δι-
 ναμικό στοιχείο μήκους κατά μήκος της καμινάδας.

Από το η ισούται με $\frac{\text{αριθμός αγωγών}}{\text{μήκος}}$ τότε η καμινάδα
 περιέχει συνολικά ~~ρεύμα~~ $I_{\text{ολ}} = n I$. Στόχε το διανύσμα

σε 4 καμινάδες, να διαλέξετε εναλλακτικά τις:

$$\int_{\Gamma\Delta} \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_{\Gamma\Delta} \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_{\Delta E} \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_{E\Lambda} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 n I l$$

Όπως στις διαδρομές $\Gamma\Delta$ και $E\Lambda$ $\vec{B} \perp d\vec{s} \Rightarrow \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$
 ενώ στις διαδρομές $A\Gamma$ και ΔE $\vec{B} \parallel d\vec{s} \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{B} \cdot d\vec{s} = B ds.$

Ο αριθμός των αγωγών είναι μεγάλος και άρα μπο-
 ρούμε να τον θεωρήσουμε άπειρο. Τότε το $\vec{B}$ περιέ-
 νουμε να είναι το ίδιο κατά μήκος του ΑΓ αφού
 λόγω συμμετρίας σε οποιοδήποτε σημείο του ΑΓ και
 εάν εστιάσουμε βλέπουμε το ίδιο περιβάλλον (ομοίως
 και κατά μήκος του ΔΕ). Επει στο συγκεκριμένο δι-
 ανύσμα $\int_{A\Gamma} B ds$ το B είναι σταθερό και μπορεί
 να βγει έξω. Έτσι

$$\int_{A\Gamma} B ds + \int_{\Delta E} B ds = \mu_0 n I l \Rightarrow B \int_{A\Gamma} ds + B \int_{\Delta E} ds = \mu_0 n I l$$

τα $\int_{A\Gamma} ds$ και $\int_{\Delta E} ds$ ισούνται με τα μήκη των

ήλκρων ΑΓ και ΔΕ, δηλαδή με l . Έτσι (3)

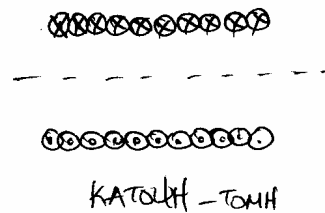
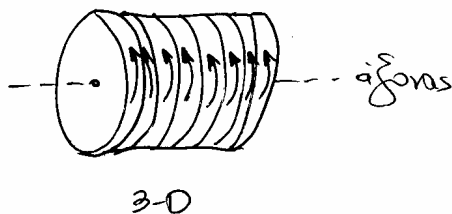
$$B \cdot l + B \cdot l = \mu_0 n I l \Rightarrow 2B = \mu_0 n I \Rightarrow$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{2} n I} . \quad \text{Ανεξάρτητο ως απόσταση από την συσκευή !!!}$$

ο) Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς.

Το σωληνοειδές (στην όλη) αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό κυλινδρικών αγωγών (σπείρες) τοποθετημένοι ο ένας δίπλα στον άλλο και που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα I .

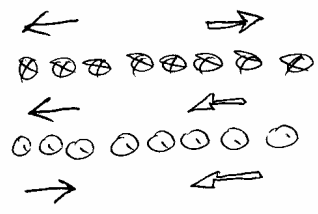
Δ. ΚΟΡΣΑΚΗΣ



Εάν πάρουμε μια οριζόντια τμήση κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς, παρατηρούμε σε μια κατά-
σταση παρόμοια με αυτή του παραπάνω προβλή-
ματος: φησίζουμε δύο παρόμοιες συστάξεις
αγωγών που διαρρέονται από ρεύμα αντίθετης φοράς
(ως προς το επίπεδο $\odot$ δηλαδή ρεύμα προς
της ελίδας και το $\otimes$ δηλαδή ρεύμα προς τα
πίδα της ελίδας).

4

Είναι γνωστό ότι το μαγνητικό πεδίο $B = \frac{\mu_0}{2} n I$ με φορά:



όπου τα άκρα είναι αντίστροφα έχουν την $\otimes$ συστοιχία και τα άλλα την $\odot$.

Βρίσκουμε ότι το $\vec{B}$ αλληλοακυρώνεται προς τα πάνω ενώ αλληλοσυνεπνύεται προς τα κάτω. Επειδή η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι

$$\vec{B} = \begin{cases} \frac{\mu_0}{2} n I & \text{προς τα κάτω} \\ 0 & \text{αλλού} \end{cases}$$

Δ. ΚΟΡΖΟΡΔΗΣ

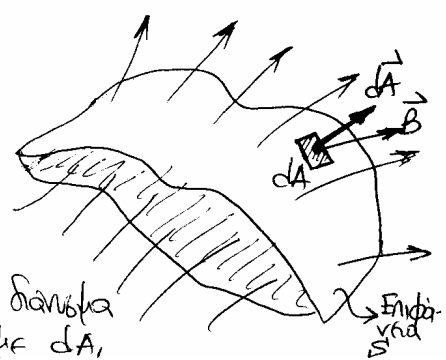
ο) ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ FARADAY - MAXWELL. 2ος.

Ο νόμος του Faraday έχει να κάνει με την μαγνητική ροή η οποία ορίζεται ως ο αριθμός των μαγνητικών πεδίων που περνούν από μια επιφάνεια. Η μαγνητική ροή με την διαφορά ότι το $\vec{B}$ αντιπροσωπεύει το μαγνητικό πεδίο:

Ροή διαφάνειας της επιφάνειας S :

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

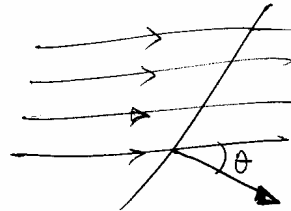
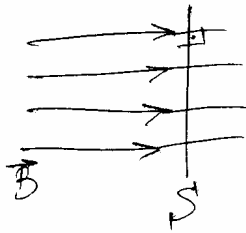
όπου dA : για στοιχειώδη επιφάνεια πάνω στην S , $d\vec{A}$: διάνυσμα κάθετο στην dA με μέτρο ίσο με dA .



Για ομοιογενές πεδίο που τέμνει μια επιφάνεια (5)
 της S υπό γωνία, ο παραπάνω νόμος αντλοποιείται σε

$$\Phi_B = BA$$

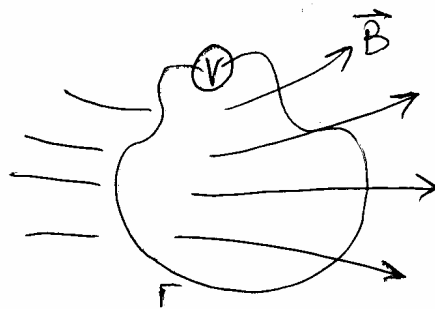
όπου A το εμβαδόν της επιφάνειας S :



Εάν το $\vec{B}$ σχηματίζει γωνία θ με το υπόπεδο της επιφάνειας τότε $\Phi_B = BA \cos \theta$.

Ο νόμος του FARADAY λέει τα εξής: Έστω μια υλίστη καμκλίνη Γ ^{στο εσωτερικό} ~~που περνάει από το εσωτερικό~~ της οποίας διαρρέεται μακμτική φορ Φ_B . Εάν η φορ αυτή μεταβάλλεται με τον χρόνο τότε πάνω στην Γ ενδύεται μια ηλεκτρική τάση V , που είναι ως "ηλεκτρεδυστική δύναμη ΗΕΔ" να ισοώνεται με

$$V = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

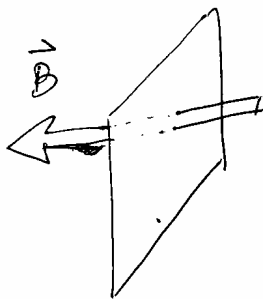


(6)

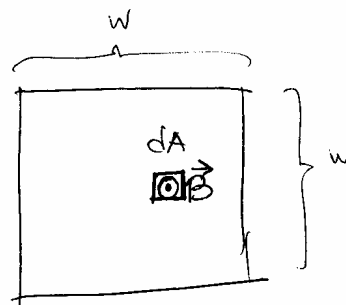
ο παραδίδεται:

Ένα ορθογώνιο πλαίσιο $18 \times 18 \text{ cm}$ τέμνεται κάθετα από ένα μαγνητικό πεδίο που μεταβάλλεται γραμμικά από 0 σε 0.5 T μέσα σε χρόνο 0.8 s , και μετά παραμένει σταθερό. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη (τάση) κατά μήκος του πλαισίου

Λύση:



3-D



ΠΡΟΣΟΧΗ

Δ. Κορζοράκης

Πρώτα πρέπει να ~~δίνουμε~~ δώσουμε μια έκφραση για την μαγνητική ροή που δίνεται από την σχέση

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Εάν υψώσουμε το πλαίσιο σε στοιχειώδη επιφάνεια dA και γράψουμε το κάθετο διάνυσμα $d\vec{A}$ σε από, ~~φ~~ παρατηρούμε ότι $d\vec{A} \parallel \vec{B}$ και έτσι
 $\vec{B} \cdot d\vec{A} = B dA$

Έτσι

$$\Phi_B = \int_B \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = B \int dA$$

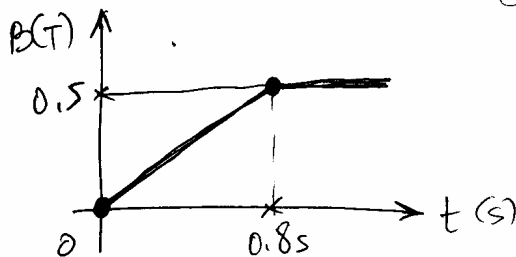
(7)

το B έχουμε ενός ομοιόμορφου πεδίου που είναι σταθερό. Όπως το $\int dA$ ισούται με το συνολικό εμβαδόν $A = w^2$ του πλαισίου που είναι $18 \times 18 \text{ cm}^2$

$$\text{ή } A = 0,032 \text{ m}^2$$

Έτσι η μαγνητική ροή ισούται ανά με $\Phi_B = BA$.

Δ. ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
Όπως λέει είναι το B ; Αντί να σκεφτείται του προβλήματος έχω την εξής μαρτυρία:



Μαθηματικώς μπορούμε να πούμε ότι στο χρονικό διάστημα έχουμε $B = \lambda t$. Αρα:

για $t = 0.8 \text{ s}$ έχουμε $B = 0.5 \text{ T}$ με $\lambda = \frac{0.5 \text{ T}}{0.8 \text{ s}}$

$$\text{Έτσι } \Phi_B = \begin{cases} \lambda t & t < 0.8 \\ 0.5 \text{ T} & t \geq 0.8 \end{cases} \quad \text{με } \lambda = \frac{5}{8} \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

(8)

Έτσι η μαγν. ροή γίνεται

$$\Phi_B = BA = \begin{cases} \lambda A t & t < 0.8 \text{ s} \\ \frac{1}{2} \lambda A & t \geq 0.8 \text{ s} \end{cases}$$

Εφαρμόζουμε τώρα τον νόμο του Faraday ο οποίος μας δίνει

$$V = - \frac{d\Phi_B}{dt} = \begin{cases} -\lambda A & t < 0.8 \text{ s} \\ 0 & t > 0.8 \text{ s} \end{cases}$$

Δ. Κορζοράκης

Έτσι για $t < 0.8$ έχουμε

$$V = -\lambda A = -\frac{5}{8} \frac{\text{T}}{\text{s}} \times 0.032 \text{ m}^2 = -0.02 \frac{\text{Tm}^2}{\text{s}}$$

Μονάδες: η μας δίνει το $\frac{\text{Tm}^2}{\text{s}}$.

Από την "σχέση μας δίνει" Laplace $F = BIL$ παίρνουμε για τις μονάδες $1 \text{ N} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m}$ η

$$N = \frac{\text{T} \cdot \text{C} \cdot \text{m}}{\text{s}} \quad \text{έτσι για τις μονάδες του αντίστροφου έχουμε}$$

$$\frac{\text{Tm}^2}{\text{s}} = \frac{N \cdot \cancel{\text{m}} \cdot \cancel{\text{m}}}{\text{C} \cdot \cancel{\text{m}} \cdot \cancel{\text{m}}} = \frac{N \cdot \text{m}}{\text{C}} \quad \text{όπου Nm είναι οι μονάδες της ενέργειας (Έργου)}$$

Ενέργεια

(9)

$$\frac{Tm^2}{S} = \frac{J}{C} \quad \text{όπου τον οφείλουμε ότι}$$

το έργο = $\frac{\text{δυναμ. ενέργεια}}{\text{φορτίο}}$

και βεβαιώνουμε ότι $\frac{Tm^2}{S} = V$ όπου V τάση.

ο νόμος του Faraday μπορεί να μετα-
ταλλούμε μαγνητική ροή. Αρα $\Phi_B = BA$

Διότι

$$\text{ροή} = \text{ένταση} \times \text{εμβαδόν}$$

και η Φ_B μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται
η ένταση του μαγνητικού πεδίου (όπως στο
παραπάνω παράδειγμα) ή όταν μεταβάλλεται το
εμβαδόν (όπως θα δούμε στην επόμενη διά-
λεξη για ένα πλαίσιο με ένα υμνο μέγος).