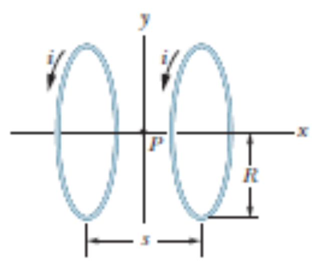
Φροντιστήριο 8 ΦΥΣ112

9/11/2022

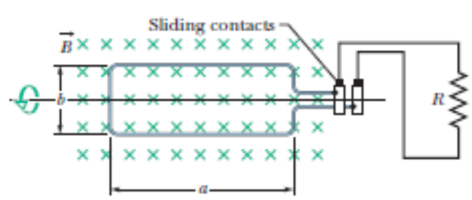
29.56) Το παρακάτω σχήμα δείχνει μια διάταξη πηνίων Helmholtz. Περιλαμβάνει δύο κυκλικά ομοαξονικά πηνία των 200 στροφών έκαστο και ακτίνας $R = 25.0\,cm$, σε απόσταση $s = R$ το ένα από το άλλο. Τα πηνία φέρουν ρεύμα $I = 12.2\,mA$ στην ίδια κατεύθυνση. Βρείτε το μέτρο του συνισταμένου μαγνητικού πεδίου στο μέσο της απόστασης μεταξύ τους, P.



30.11) Ένα ορθογώνιο πηνίο N στροφών, μήκους a και πλάτους b περιστρέφεται με συχνότητα f εντός ομοιγενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Το πηνίο είναι συνδεδεμένο με συμπεριστρεφόμενους κυλίνδρους έναντι των οποίων μεταλλικές επαφές ολισθαίνουν για να έρθουν σε επαφή. (a) Δείξτε ότι η ΗΕΔ που επάγεται στο πηνίο δίνεται σαν συνάρτηση του χρόνου ως:

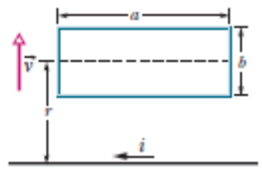
$$\mathcal{E} = 2\pi f\, Nab\, B\, \sin(2\pi f t) = \mathcal{E}_0\, \sin(2\pi f t) \tag{1}$$

Αυτή είναι η αρχή στην οποία βασίζονται οι ηλεκτρογεννήτριες. (b) Ποια τιμή του Nab προκαλεί ΗΕΔ με $\mathcal{E}_0 = 150\,V$ όταν το πηνίο περιστρέφεται με $60.0\,$στροφές$/s$ σε μαγνητικό πεδίο μέτρου $0.500\,T$;

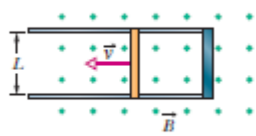


30.25) Δύο μακριά παράλληλα χάλκινα καλώδια διαμέτρου $2.5\,mm$ φέρουν ρεύμα $10\,A$ σε αντίθετες κατευθύνσεις. (a) Θεωρώντας ότι η απόσταση μεταξύ των αξόνων τους είναι $20\,mm$, υπολογίστε την μαγνητική ροή ανά μέτρο καλωδίου που υπάρχει στον χώρο μεταξύ των αξόνων. (b) Τι ποσοστό της μαγνητικής ροής βρίσκεται εντός των καλωδίων; (c) Επαναλάβετε το πρώτο ερώτημα για ρεύματα στην ίδια κατεύθυνση.

30.28) Στο πιο κάτω σχήμα, ένας ορθογώνιος βρόχος καλωδίου μήκους $a = 2.2\,cm$, πλάτους $b = 0.80\,cm$ και αντίστασης $R = 0.40\,m\Omega$ τοποθετείται κοντά σε ένα απείρου μήκους καλώδιο που φέρει ρεύμα $I = 4.7\,A$. Ο βρόχος έπειτα μετακινείται μακριά από το καλώδιο με ταχύτητα $v = 3.2\,mm/s$. Όταν το κέντρο του βρόχου βρίσκεται σε απόσταση $r = 1.5b$ πόση είναι (a) η μαγνητική ροή που διαρρέει τον βρόχο και (b) το επαγόμενο ρεύμα στον βρόχο;

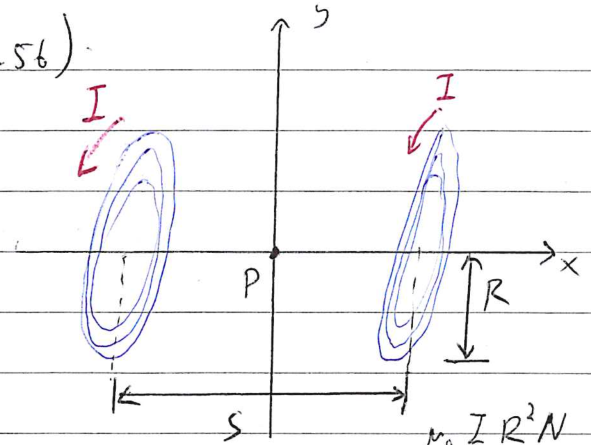


30.35) Η αγώγιμη ράβδος του σχήματος έχει μήκος L και σύρεται κατά μήκος οριζόντιων αγώγιμων ραγών χωρίς τριβή με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$. Οι ράγες είναι συνδεδεμένες στο ένα άκρο με μεταλλική λωρίδα. Ένα ομοιογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ με κατεύθυνση έξω από την σελίδα γεμίζει τον χώρο στον οποίο κινείται η ράβδος. Έστω ότι $L = 10\,cm$, $v = 5.0\,m/s$ και $B = 1.2\,T$. Ποιο είναι (a) το μέτρο και (b) η κατεύθυνση (πάνω ή κάτω) της επαγόμενης ΗΕΔ στη ράβδο; Ποιο (c) το μέγεθος και (d) η κατεύθυνση του ρεύματος στον βρόχο; Υποθέστε ότι η αντίσταση στην ράβδο είναι $0.40\,\Omega$, ενώ στις ράγες και την μεταλλική λωρίδα είναι αμελητέα. (e) Με τι ρυθμό παράγεται θερμική ενέργεια στη ράβδο; (f) Τι εξωτερική δύναμη χρειάζεται να εφαρμοστεί στην ράβδο για να παραμείνει η κίνηση ομαλή (σταθερό $\vec{v}$); (g) Με τι ρυθμό παράγει έργο αυτή η δύναμη στη ράβδο;



Ευδόξιος Καϊραμνάκης

Problem 29.56)

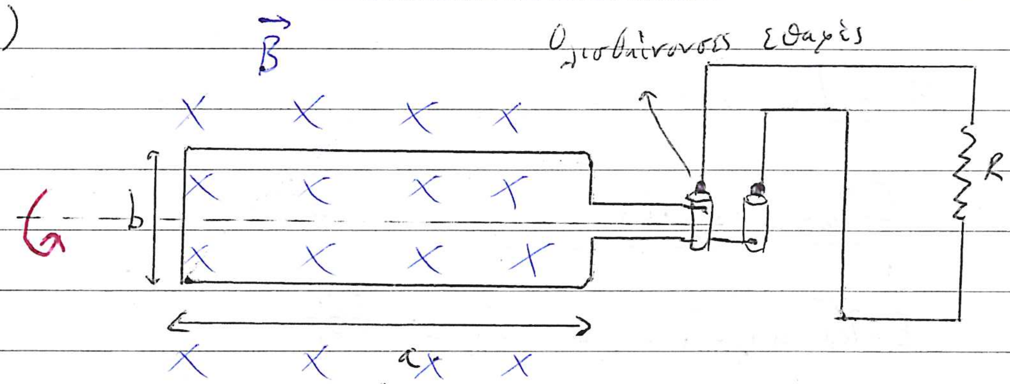


$N = 200$
$R = 25{,}0\,cm$
$s = R$
$I = 12{,}2\,mA$

Για ένα πηνίο: $B = \frac{\mu_0 I R^2 N}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$

$x = \frac{R}{2} \Rightarrow B_y = \frac{2\mu_0 I R^2 N}{2(R^2+\frac{R^2}{4})^{3/2}} = \boxed{8{,}78 \cdot 10^{-6}\ T}$

Problem 30.11)



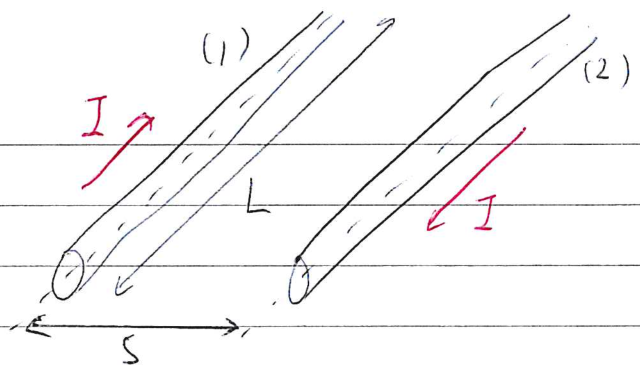
(a) $\rightarrow \Phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA \int_{\theta}^{\frac{\pi}{2}} \sin\theta' d\theta' = BA\cos\theta = B(ab)\cos\theta$

→ Ελεύθερη περιστροφή: $\theta = \omega t = 2\pi f t$

Faraday $\rightarrow$ $\boxed{\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi}{dt} = NB(ab)\,2\pi f \sin(2\pi f t)}$ ✓

(b) $\mathcal{E}_0 = Nab\,B\,2\pi f = 150\,V$
$B = 0{,}500\,T$
$f = 60{,}0\,Hz$
$\Big\} \Rightarrow \boxed{Nab = 0{,}796\,m^2}$

Problem 30.25)



$2R = d = 2{,}5\,mm$

$I = 10\,A$

$s = 20\,mm$

$L \to \infty$

Ampére: $0 < r < R : B = \dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$

$r > R : B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$ } Για ένα καλώδιο

Κανόνας δεξιού χεριού: Τα 2 μαγνητικά πεδία από τα καλώδια είναι ομόρροπα.

(α) Στον ενδιάμεσο χώρο: $B_{ολ} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} + \dfrac{\mu_0 I}{2\pi(s-r)}$

Εντός καλωδίου 1: $B_{ολ} = \dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} + \dfrac{\mu_0 I}{2\pi(s-r)}$

↳ Συμμετρική διάταξη $\Rightarrow \Phi$ για $0 < r < \frac{s}{2}$ ίδιο με $\frac{s}{2} < r < s$

$\Rightarrow$ αρκεί να υπολογίσουμε το μισό και να διπλασιάσουμε

$$\to \Phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{A} = L \int_0^s B\,dr = 2L \int_0^{s/2} B\,dr$$

$$= 2L \left[\int_0^R \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{r}{R^2} + \frac{1}{s-r} \right) + \int_R^{s/2} \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{s-r} \right) \right]$$

$$= \frac{\mu_0 I L}{\pi} \left[\frac{1}{2} - \ln\left(\frac{s-R}{s}\right) + \ln\left(\frac{s}{2R}\right) - \ln\left(\frac{s}{2(s-R)}\right) \right]$$

$$\Rightarrow \frac{\Phi}{L} = \frac{\mu_0 I}{\pi} \left[\frac{1}{2} - \ln\left(\frac{s-R}{s}\right) + \ln\left(\frac{s-R}{R}\right) \right]$$

$$= \boxed{1{,}3 \cdot 10^{-5}\ T \cdot m}$$

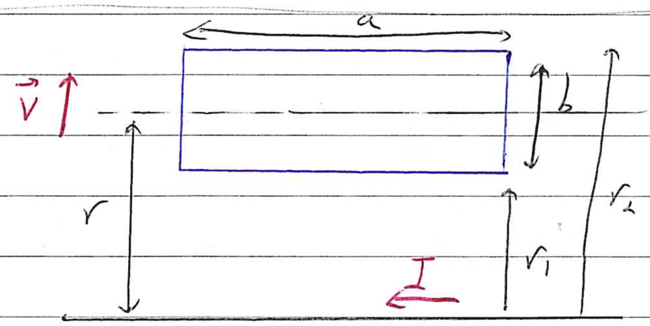
(b) Από (a): $$\frac{\frac{\mu_0 I}{\pi}\left[\frac{1}{2} - \ln\left(\frac{s-R}{s}\right)\right]}{\frac{\mu_0 I}{\pi}\left[\frac{1}{2} - \ln\left(\frac{R}{s}\right)\right]} \cdot 100\% = 17\%$$

(c) Ρεύματα όλων ίδια κατεύθυνση $\Rightarrow$ Αντίρροπα $\vec{B}$

$\Rightarrow$ Αναιρούνται άρα $B_{ολ} = 0$ παντού

$\Rightarrow \boxed{\Phi = 0}$

Problem 30.28)



$a = 2{,}2\,cm$
$b = 0{,}80\,cm$
$R = 0{,}40\,m\Omega$
$I = 4{,}7\,A$
$v = 3{,}2\,mm/s$
$r = 1{,}5\,b$

(a) $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi y}(-\hat{k})$

$$\Rightarrow \Phi = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\mu_0 I}{2\pi y}\, a\, dy = \frac{\mu_0 I a}{2\pi}\int_{r-\frac{b}{2}}^{r+\frac{b}{2}} \frac{dy}{y}$$

$$= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln\left(\frac{r+\frac{b}{2}}{r-\frac{b}{2}}\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{2b}{b}\right)$$

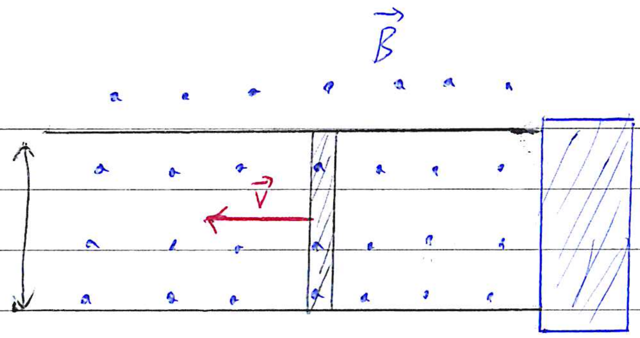
$\Big\downarrow r \to y$ $\qquad = \boxed{1{,}4 \cdot 10^{-8}\, Wb}$

(b) Faraday: $$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{-\mu_0 I a}{2\pi}\left(-\frac{b}{y^2 - \frac{b^2}{4}}\right)\frac{dy}{dt} \quad \to \frac{dy}{dt} = v$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}(r) = \frac{\mu_0 I a v}{2\pi}\,\frac{b}{r^2 - \frac{b^2}{4}}$$

Ohm: $$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mu_0 I a v}{2\pi R}\,\frac{b}{r^2 - \frac{b^2}{4}} = \boxed{10^{-5}\, A}$$

Problem 30.35)



μεταλλική λωρίδα

$A = L \cdot x$

$L = 10\,cm$
$v = 5{,}0\,m/s$
$B = 1{,}2\,T$
$R = 0{,}40\,\Omega$

(a) $\mathcal{E} = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -B\dfrac{dA}{dt} = -BL\dfrac{dx}{dt} = \boxed{BLv = 0{,}6\,V}$

(b) Από κανόνα Lenz τείνει να αντισταθεί στην κίνηση => φορά ρεύματος δίνει αντίρροπο $\vec{B}$
=> δεξιόστροφη φορά

(c) Ohm: $\boxed{I = \dfrac{\mathcal{E}}{R} = 1{,}5\,A}$

(d) Από (b): δεξιόστροφα => Πάνω επί της ράβδου

(e) Θερμική ενέργεια: Απώλεια από αντίσταση

$\Rightarrow \boxed{P = I^2 R = 0{,}90\,W}$

(f) Δύναμη Lorentz για ράβδο: $\vec{F} = ILB\,\hat{i}$

$\vec{F}_{ολ} = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{F}_{εξ} = -ILB\,\hat{i} = -(0{,}18\,N)\,\hat{i}}$

(g) $W = \int \vec{F}_{εξ} \cdot d\vec{l} = F_{εξ} \cdot x$

$\rightarrow P_{εξ} = \dfrac{dW}{dt} = F_{εξ}\dfrac{dx}{dt} = F_{εξ} v = ILBv = \boxed{0{,}90\,W}$