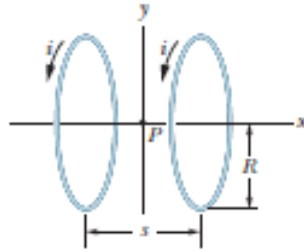


## Φροντιστήριο 7 ΦΥΣ112

8/11/2023

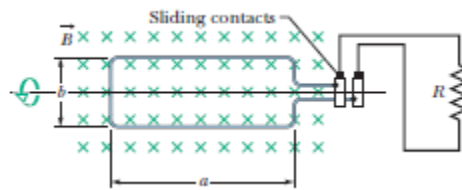
29.56) Το παρακάτω σχήμα δείχνει μια διάταξη πηνίων Helmholtz. Περιλαμβάνει δύο κυκλικά ομοαξονικά πηνία των 200 στροφών έκαστο και ακτίνας  $R = 25.0 \text{ cm}$ , σε απόσταση  $s = R$  το ένα από το άλλο. Τα πηνία φέρουν ρεύμα  $I = 12.2 \text{ mA}$  στην ίδια κατεύθυνση. Βρείτε το μέτρο του συνισταμένου 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 ομογενούς 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. (α) Δείξτε ότι η ΗΕΔ που επάγεται στο πηνίο δίνεται σαν συνάρτηση του χρόνου ως:

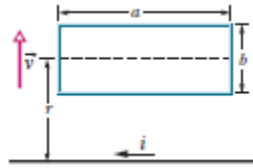
$$\mathcal{E} = 2\pi f Nab B \sin(2\pi ft) = \mathcal{E}_0 \sin(2\pi ft) \quad (1)$$

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

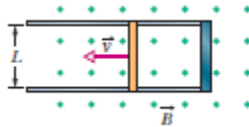


30.25) Δύο μακριά παράλληλα χάλκινα καλώδια διαμέτρου  $2.5 \text{ mm}$  φέρουν ρεύμα  $10 \text{ A}$  σε αντίθετες κατευθύνσεις. (α) Θεωρώντας ότι η απόσταση μεταξύ των αξόνων τους είναι  $20 \text{ mm}$ , υπολογίστε την μαγνητική ροή ανά μέτρο καλωδίου που υπάρχει στον χώρο μεταξύ των αξόνων. (β) Τι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

30.28) Στο πιο κάτω σχήμα, ένας ορθογώνιος βρόχος καλωδίου μήκους  $a = 2.2\text{ cm}$ , πλάτους  $b = 0.80\text{ cm}$  και αντίστασης  $R = 0.40\text{ m}\Omega$  τοποθετείται κοντά σε ένα απείρου μήκους καλώδιο που φέρει ρεύμα  $I = 4.7\text{ A}$ . Ο βρόχος έπειτα μετακινείται μακριά από το καλώδιο με ταχύτητα  $v = 3.2\text{ mm/s}$ . 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  $L = 10\text{ cm}$ ,  $v = 5.0\text{ m/s}$  και  $B = 1.2\text{ T}$ . 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;

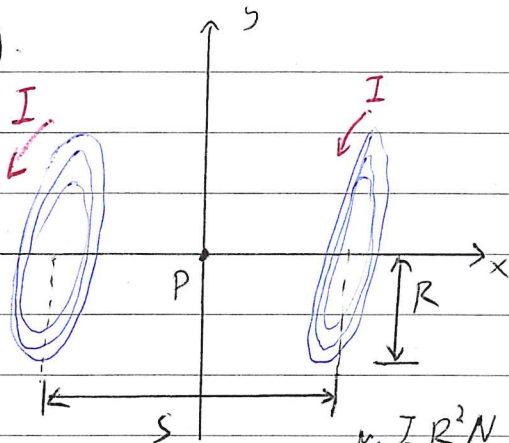


(1)

Επίλυση Καίρια

Problem

29.56)



$$N = 200$$

$$R = 25.0 \text{ cm}$$

$$s = R$$

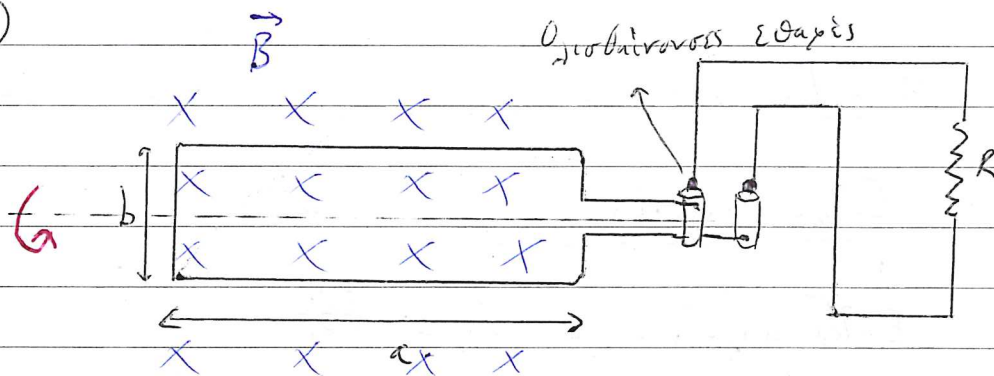
$$I = 12.2 \text{ mA}$$

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

$$x = \frac{R}{2} \Rightarrow B_y = \frac{2\mu_0 I R^2 N}{2(R^2 + \frac{R^2}{4})^{3/2}} = \boxed{8.78 \cdot 10^{-6} \text{ T}}$$

Problem

30.11)



$$(a) \rightarrow \Phi = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \theta' d\theta' = BA \cos \theta = B(ab) \cos \theta$$

→ Σχετική μεταβολή:  $\theta = \omega t = 2\pi f t$

Faraday  $\left( \mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt} = NB(ab) 2\pi f \sin(2\pi f t) \right) \checkmark$

$$(b) \mathcal{E}_0 = NabB 2\pi f = 150 \text{ V}$$

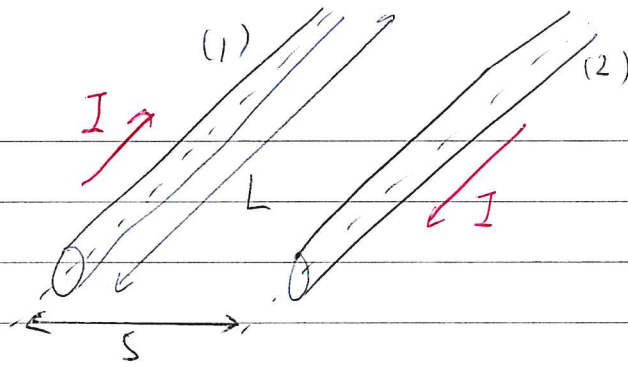
$$B = 0.500 \text{ T}$$

$$f = 60.0 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow \boxed{Nab = 0.796 \text{ m}^2}$$

Problem

30.25)



$$2R = d = 2.5 \text{ mm}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

$$S = 20 \text{ mm}$$

$$L \rightarrow \infty$$

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

$$r > R : B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

} Για ένα μαγνητικό

Κανόνας δεξιάς χροιάς: Τα 2 μαγνητικά πεδία από τα μαγνήτια είναι ομόρροδα.

(α) Στην ενδοκρινή χώρο:  $B_{\text{ολ}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(S-r)}$

Εντός μαγνητία 1:  $B_{\text{ολ}} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(S-r)}$

↳ Συμπλήρωση διαδρομής  $\Rightarrow \oint \vec{B} \cdot d\vec{A}$  για  $0 < r < \frac{S}{2}$  ίδιο με  $\frac{S}{2} < r < S$

$\Rightarrow$  πρέπει να υπολογίσουμε το πεδίο και να διαχωρίσουμε

$$\rightarrow \Phi = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = L \int_0^S B dr = 2L \int_0^{S/2} B dr$$

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

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

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

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

(3)

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

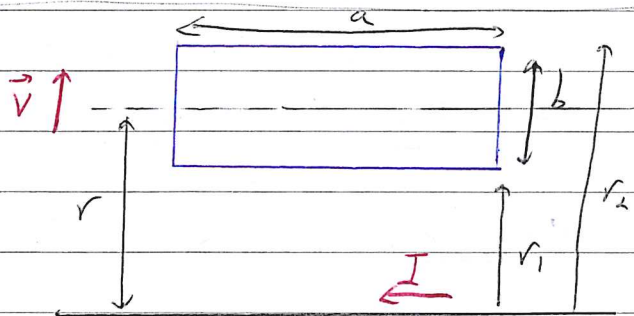
(c) Priņamā olnu idā uzturēsim  $\Rightarrow$  Arlippoā  $\vec{B}$

$\Rightarrow$  Auspūrorāi āpā  $\vec{B}_{\text{aj}} = 0$   
varāi

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

Problem

30.28)



$$a = 2,2 \text{ cm}$$

$$b = 0,80 \text{ cm}$$

$$R = 0,40 \text{ m}\Omega$$

$$I = 4,7 \text{ A}$$

$$v = 3,2 \text{ mm/s}$$

$$r = 1,5 b$$

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

$$\begin{aligned} \Rightarrow \phi &= \int_{r_1}^{r_2} \frac{\mu_0 I}{2\pi y} a dy = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \int_{r-\frac{b}{2}}^{r+\frac{b}{2}} \frac{dy}{y} \\ &= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln\left(\frac{r+\frac{b}{2}}{r-\frac{b}{2}}\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{2b}{b}\right) \\ &\quad \downarrow r \rightarrow y \\ &= \boxed{1,4 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}} \end{aligned}$$

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

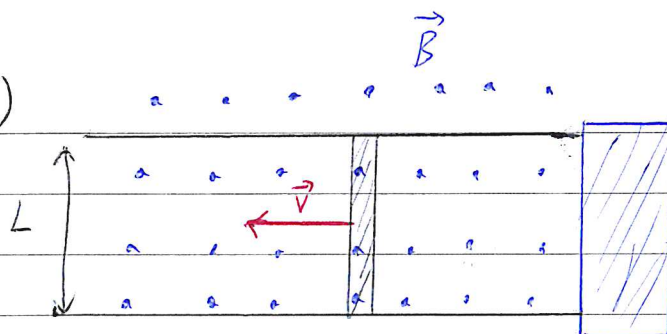
$$\Rightarrow \mathcal{E}(r) = \frac{\mu_0 I a v}{2\pi} \frac{b}{r^2 - \frac{b^2}{4}}$$

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



Problem

30.35)



μετακινείται αριστερά

$$A = L \cdot x$$

$$L = 10 \text{ cm}$$

$$v = 5,0 \text{ m/s}$$

$$B = 1,2 \text{ T}$$

$$R = 0,40 \Omega$$

$$(a) \quad \mathcal{E} = - \frac{d\phi}{dt} = -B \frac{dA}{dt} = -BL \frac{dx}{dt} = \boxed{BLv = 0,6 \text{ V}}$$

(b) Από νόμο του Lenz ζειρεύ να αντισταθεί στην αλλαγή  $\Rightarrow$  φορά ρεύματος είναι αντίθετη  $\Rightarrow$  δεξιόστροφη φορά

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

(d) Από (b): δεξιόστροφη  $\Rightarrow$  πάνω έχει το ρεύμα

(e) Ορρομήν ενόργεια: Απόρεια από αντίσταση

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

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

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

$$(g) \quad W = \int \vec{F}_{Eg} \cdot d\vec{\ell} = F_{Eg} \cdot x$$

$$\begin{aligned} \rightarrow P_{Eg} &= \frac{dW}{dt} = F_{Eg} \frac{dx}{dt} = F_{Eg} v \\ &= ILBv \\ &= \boxed{0,90 \text{ W}} \end{aligned}$$