

Άσκηση 1, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } n = 200 \frac{\text{σπείρες}}{\text{cm}} = 200 \frac{\text{σπείρες}}{\frac{1}{100} \text{ m}} = 2 \cdot 10^4 \frac{\text{σπείρες}}{\text{m}}$$

$$B_0 = k_\mu \cdot 4 \cdot \pi \cdot I \cdot n = 10^{-7} \cdot 4 \cdot \pi \cdot I \cdot 2 \cdot 10^4 \Leftrightarrow 25 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \cdot 8 \cdot \pi \cdot I \Leftrightarrow$$

$$25 = 8 \cdot \pi \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{25}{8 \pi} \text{ A}$$

$$B = \mu_r B_0 = 3.000 \frac{25}{8 \cdot \pi} = 1.500 \frac{25}{4 \cdot \pi} = \frac{15 \cdot 25 \cdot 25}{\pi} \text{ T}$$

Άσκηση 2, Κεφάλαιο 11.

$$\ell = 50 \text{ cm} = \frac{50}{100} \text{ m} = 0,5 \text{ m} \left. \vphantom{\ell} \right\} n = \frac{500 \text{ σπείρες}}{0,5 \text{ m}} = 1.000 \frac{\text{σπείρες}}{\text{m}}$$

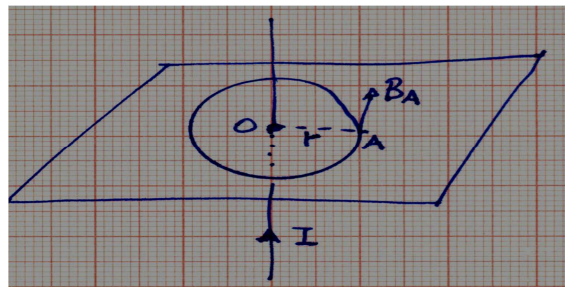
$$N = 500 \text{ σπείρες}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{24}{2} = 12 \text{ A}, \quad B = k_\mu \cdot 4 \cdot \pi \cdot I \cdot n = 10^{-7} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 1.000 = 48 \cdot \pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

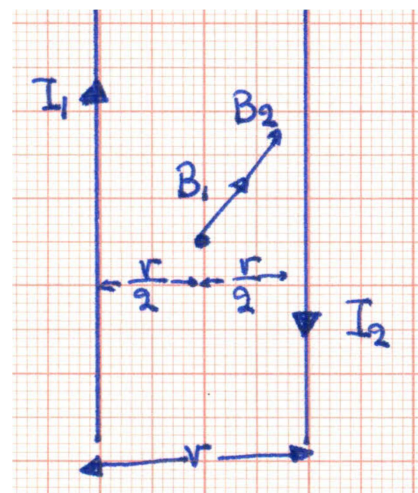
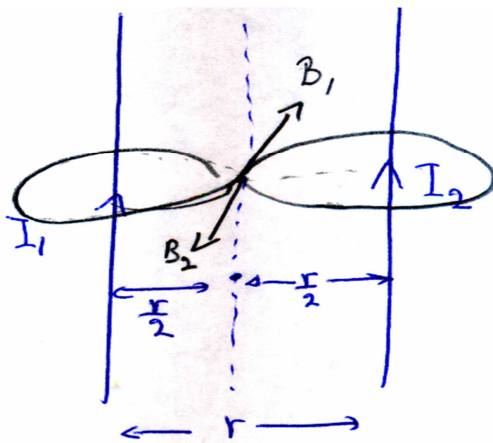
Άσκηση 3, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } r = 4 \text{ cm} = \frac{4}{100} \text{ m}.$$

Η μαγνητική επαγωγή (ένταση) B_A του μαγνητικού πεδίου στο σημείο A, είναι η συνισταμένη των μαγνητικών επαγωγών (εντάσεων) των μαγνητικών πεδίων, που δημιουργούνται στο σημείο A, από κάθε ένα από τα N σύρματα.



$$B_A = N \cdot B_0 = 20 \cdot B_0 = 20 \cdot k_\mu \frac{2I}{r} = 20 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2 \cdot 10}{\frac{4}{100}} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{2 \cdot 100}{4} = \frac{1}{1.000} \text{ T}$$

Άσκηση 4, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } r = 1 \text{ cm} = \frac{1}{100} \text{ cm}.$$

$$\left. \begin{array}{l} B_1 = k_\mu \frac{2I_1}{r} \\ B_2 = k_\mu \frac{2I_2}{r} \end{array} \right\} B_{\text{ολ}} = B_2 - B_1 = k_\mu \frac{2I_2}{r} - k_\mu \frac{2I_1}{r} = k_\mu \frac{4}{r} I_2 - k_\mu \frac{4}{r} I_1 = k_\mu \frac{4}{r} (I_2 - I_1) =$$

$$10^{-7} \frac{4}{1} 2 = 10^{-7} \cdot 800 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_{\text{ολ}} = B_1 + B_2 = k_\mu \frac{2I_1}{r} + k_\mu \frac{2I_2}{r} = k_\mu \frac{4}{r} (I_1 + I_2) = 10^{-7} \frac{4}{1} 14 = 10^{-5} \cdot 64 \text{ T}$$

Άσκηση 5, Κεφάλαιο 11

Είναι $a = 20 \text{ cm} = \frac{1}{5} \text{ m}$ και $S = a^2 = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5} \text{ m}^2 = \frac{1}{25} \text{ m}^2 = \frac{4}{100} \text{ m}^2$

(α) Όταν $\hat{\varphi} = 0^\circ$ τότε $\Phi = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ = 2 \frac{4}{100} 1 = \frac{8}{100} \text{ Wb}$

(β) Όταν $\hat{\varphi} = 30^\circ$ τότε $\Phi = B \cdot S \cdot \cos 30^\circ = \cancel{2} \frac{4}{100} \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} = \frac{\sqrt{3}}{25} \text{ Wb}$

(γ) Όταν $\hat{\varphi} = 90^\circ$ τότε $\Phi = B \cdot S \cdot \cos 90^\circ = 2 \frac{4}{100} 0 = 0 \text{ Wb}$

(δ) Όταν $\hat{\varphi} = 180^\circ$ τότε $\Phi = B \cdot S \cdot \cos 180^\circ = 2 \frac{4}{100} (-1) = \frac{-8}{100} \text{ Wb}$

Άσκηση 6, Κεφάλαιο 11.

Είναι $\ell = 20 \text{ cm} = \frac{1}{5} \text{ m}$. Αφού η ταχύτητα μετατόπισεως του σύρματος είναι σταθερή, αυτό εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Η απόσταση που διανύει, υπολογίζεται ως εξής: $u = \frac{s}{t} \Leftrightarrow s = u \cdot t = 1 \frac{\text{m}}{\cancel{\text{s}}} 1 \cancel{\text{s}} = 1 \text{ m}$. Το μέτρο της δυνάμεως Laplace είναι:

$$F = B \cdot I \cdot \ell = \frac{1}{\cancel{2}} \cancel{2} \frac{1}{5} = \frac{1}{5} \text{ N}. \text{ Η δύναμη Laplace είναι σταθερή κατά μέτρο και το έργο}$$

που παράγει είναι: $W = F \cdot s = \frac{1}{5} \cdot 1 = \frac{1}{5} \text{ J}$.

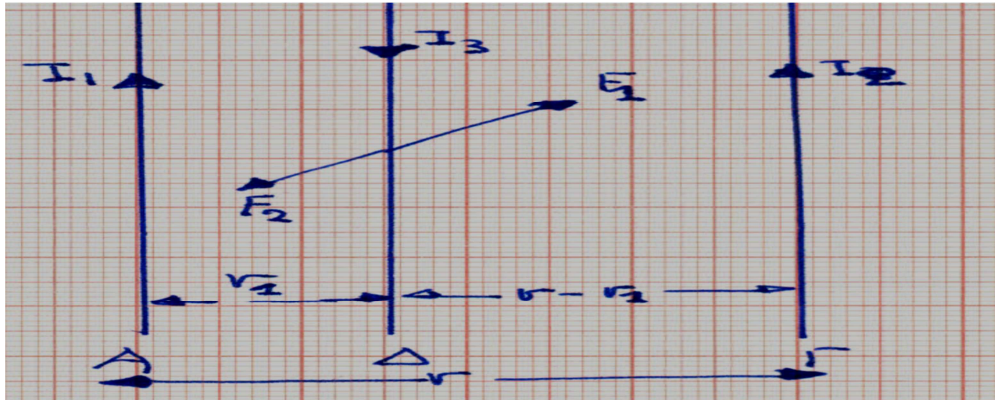
Άσκηση 7, Κεφάλαιο 11.

Είναι $r = 10 \text{ cm} = \frac{10}{100} \text{ m}$, $r_1 = \frac{3}{100} \text{ m}$

(α) $F_1 = B_1 \cdot I_3 \cdot \ell = B_1 \cdot 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m} = k_\mu \frac{2I_1}{r_1} 1 = 10^{-7} \frac{2 \cdot 8}{\frac{3}{100}} = 10^{-7} \frac{16}{3} 100 = \frac{16}{3} 10^{-5} \text{ N}$

(β) $F_2 = B_2 \cdot I_3 \cdot \ell = B_2 \cdot 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m} = k_\mu \frac{2I_2}{r - r_1} 1 = 10^{-7} \frac{2 \cdot 2}{\frac{7}{100}} = \frac{4}{7} 10^{-5} \text{ N}$

$$(\gamma) \Sigma F = F_1 - F_2 = \frac{16}{3} 10^{-5} - \frac{4}{7} 10^{-5} = \left(\frac{16}{3} - \frac{4}{7} \right) 10^{-5} = \frac{100}{21} 10^{-5} = \frac{10^{-3}}{21} \text{ N}$$



Άσκηση 10, Κεφάλαιο 11.

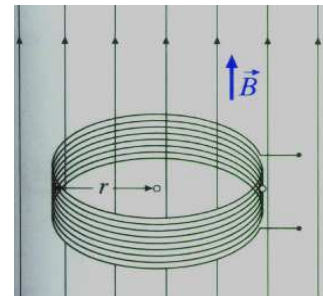
Είναι $r = 30 \text{ cm} = \frac{3}{10} \text{ m}$. Η αρχική μαγνητική ροή είναι

$$\Phi_{\text{APX}} = B \cdot S.$$

(α) Η τελική μαγνητική ροή είναι $\Phi_{\text{TEΛ}} = 2B \cdot S$. Για τη μεταβολή της μαγνητικής ροής, ισχύει ότι:

$|\Delta\Phi| = |\Phi_{\text{TEΛ}} - \Phi_{\text{APX}}| = |2B \cdot S - B \cdot S| = B \cdot S$. Συνεπώς, η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή είναι

$$E_{\text{ΕΠ}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} N = \frac{B \cdot S}{\Delta t} N = \frac{1 \cdot \pi \cdot \frac{3}{10} \cdot \frac{3}{10}}{1} 2000 = 18 \cdot \pi \text{ V}$$

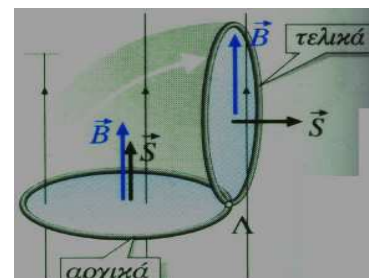


(β) Η τελική μαγνητική ροή είναι $\Phi_{\text{TEΛ}} = 0$. Για τη μεταβολή της μαγνητικής ροής, ισχύει ότι: $|\Delta\Phi| = |\Phi_{\text{TEΛ}} - \Phi_{\text{APX}}| = |0 - B \cdot S| = B \cdot S$. Συνεπώς, η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή είναι:

$$E_{\text{ΕΠ}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} N = 2000 \frac{1 \cdot \pi \cdot \frac{3}{10} \cdot \frac{3}{10}}{1} = 18 \cdot \pi \text{ V}$$

(γ) Για τη στροφή κατά 90° η τελική μαγνητική ροή είναι: $\Phi_{\text{TEΛ}} = 0$. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι: $|\Delta\Phi| = |\Phi_{\text{TEΛ}} - \Phi_{\text{APX}}| = |0 - B \cdot S| = B \cdot S$.

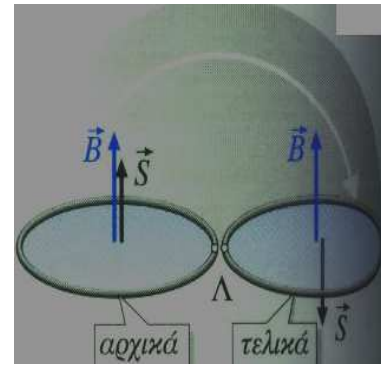
Συνεπώς, η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή είναι $E_{\text{ΕΠ}} = 18 \cdot \pi \text{ V}$



Για τη στροφή κατά 180° η τελική μαγνητική ροή είναι: $\Phi_{\text{TEΛ}} = -B \cdot S$. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι:

$$|\Delta\Phi| = |\Phi_{\text{TEΛ}} - \Phi_{\text{ΑΡΧ}}| = |-B \cdot S - B \cdot S| = 2B \cdot S$$

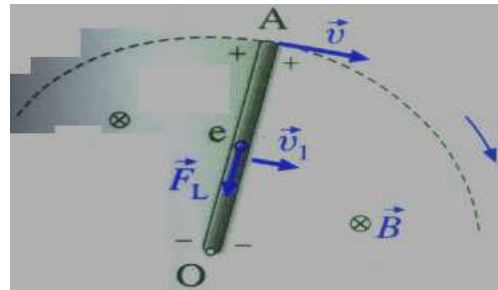
Συνεπώς, η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή είναι $E_{\text{ΕΠ}} = 36 \cdot \pi \text{ V}$.



Άσκηση 11, Κεφάλαιο 11.

Για τη μαγνητική ροή ισχύει ότι: $\Phi = BS = B\pi\ell^2$. Για την τάση που αναπτύσσεται

από επαγωγή ισχύει ότι: $E_{\text{ΕΠ}} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{B\pi\ell^2}{T} = \frac{B\pi\ell^2}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{1}{2}B\omega\ell^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 30 \cdot 1 = 15 \text{ V}$



Άσκηση 12, Κεφάλαιο 11

$$\left. \begin{array}{l} \ell = 2 \text{ m} \\ N = 1.000 \text{ σπείρες} \end{array} \right\} n = \frac{1.000}{2} = 500 \frac{\text{σπείρες}}{\text{m}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r = 2 \text{ cm} = \frac{2}{100} \text{ m} \\ s = \pi r^2 = \pi \cdot \frac{2}{100} \cdot \frac{2}{100} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{array} \right.$$

$$B = k_{\mu} \cdot 4 \cdot \pi \cdot I \cdot n = 10^{-7} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 500 = 10^{-7} \cdot \pi \cdot 10.000 = 10^{-3} \cdot \pi \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{ΟΛ}} &= N \cdot \Phi = 1.000 \cdot \Phi = 1.000 \cdot B \cdot s = 1.000 \cdot B \cdot (4 \cdot \pi \cdot 10^{-4}) \\ &= 4 \cdot \pi \cdot B \cdot 10^{-1} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 10^{-1} = 4 \cdot \pi^2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \end{aligned}$$

Άσκηση 13, Κεφάλαιο 11.

Από $0'' - 2''$ $E_{\text{ΑΥΤ}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi_T - \Phi_A}{t_T - t_A} = -\frac{20 - 0}{2} = -10 \text{ V}$

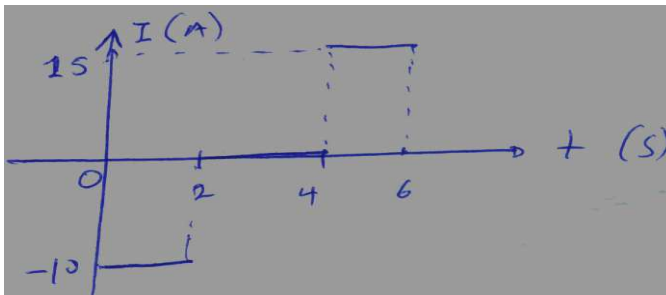
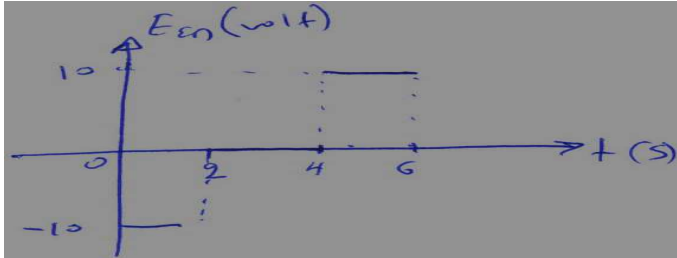
$$I_{\text{ΑΥΤ}} = \frac{E_{\text{ΑΥΤ}}}{R} = \frac{-10}{1} = -10 \text{ A}$$

Από $2'' - 4''$ $E_{\text{ΑΥΤ}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0}{2} = 0 \text{ V}$, $I_{\text{ΑΥΤ}} = \frac{E_{\text{ΑΥΤ}}}{R} = \frac{0}{1} = 0 \text{ A}$

Από 4''-6''

$$E_{AYT} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi_T - \Phi_A}{t_T - t_A} = -\frac{-10 - 20}{2} = -\frac{-30}{2} = 15 \text{ V}$$

$$I_{AYT} = \frac{E_{AYT}}{R} = \frac{15}{1} = 15 \text{ A}$$



Άσκηση 14, Κεφάλαιο 11.

Είναι $s = 3 \text{ cm}^2 = 3 \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{100} \text{ m}^2$.

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} N \Leftrightarrow 3 = \frac{\Delta\Phi}{\frac{1}{10}} 1.000 \Leftrightarrow 3 = \Delta\Phi \cdot 10^4 \Leftrightarrow 3 = B \cdot s \cdot 10^4 \Leftrightarrow$$

$$B = B \cdot \cancel{\frac{1}{100}} \cdot \cancel{\frac{1}{100}} \cdot 10^4 \Leftrightarrow B = 1 \text{ T}$$

Άσκηση 15, Κεφάλαιο 11.

Είναι $t = \frac{1}{100} \text{ s}$. $E_{AYT} = L \frac{|\Delta I|}{\Delta t} \Leftrightarrow |\Delta I| = \frac{E_{AYT} \cdot \Delta t}{L} = \frac{30 \cdot \frac{1}{100}}{\frac{1}{10}} = 3 \text{ A}$

Άρα, $|12 - I'| = 3 \Leftrightarrow \begin{cases} 12 - I' = 3 \Leftrightarrow I' = 9 \text{ A} \\ 12 - I' = -3 \Leftrightarrow I' = 15 \text{ A} \end{cases}$

Άσκηση 16, Κεφάλαιο 11.

Είναι $\Delta t = \frac{2}{100} \text{ s}$

(α) Στο φαινόμενο της αυτεπαγωγής, ισχύουν οι σχέσεις:

$$E_{AYT} = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} N \cdot |\Delta\Phi| = L \cdot |\Delta I| \Leftrightarrow N \cdot |\Phi_T - \Phi_A| = L \cdot |I_T - I_A| \quad (1) \\ E_{AYT} = L \frac{|\Delta I|}{\Delta t} \end{array} \right.$$

Όταν το κύκλωμα είναι κλειστό ισχύει ότι $I_A = I$ και $\Phi_A = \Phi$.

Όταν το κύκλωμα είναι κλειστό ισχύει ότι $I_T = 0$ και $\Phi_A = 0$.

Άρα, $|\Phi_T - \Phi_A| = \Phi$ και $|I_T - I_A| = I$. Συνεπώς, η σχέση (1) γράφεται ως εξής:

$$N \cdot \Phi = L \cdot I \Leftrightarrow L = \frac{N \cdot \Phi}{I} = \frac{700 \cdot 10^{-5}}{3,5} = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{3,5} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H}.$$

$$\text{(β)} \quad E_{AYT} = L \frac{|\Delta I|}{\Delta t} = L \frac{|I_T - I_A|}{\Delta t} = L \frac{|0 - I|}{\Delta t} = L \frac{I}{\Delta t} = \frac{2}{1,000} \frac{3,5}{10} = \frac{3,5}{10} = 0,35 \text{ V}$$

Άσκηση 17, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } s = 8 \text{ cm}^2 = \frac{8}{100 \cdot 100} \text{ m}^2, \quad B = 0,0001 \text{ T} = \frac{1}{10.000} \text{ T}$$

Το μέτρο της μαγνητικής επαγωγής στο εσωτερικό του σωληνοειδούς είναι

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I \Leftrightarrow \ell = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{B} = \frac{k_\mu \cdot 4 \cdot \pi \cdot N \cdot I}{B}$$

Ο συντελεστής αυτεπαγωγής του σωληνοειδούς δίνεται από την σχέση

$$L = \mu_0 \frac{N^2 \cdot s}{\ell} = k_\mu \cdot 4 \cdot \pi \frac{N^2 \cdot s}{\ell} = k_\mu \cdot 4 \cdot \pi \frac{N^2 \cdot s}{\frac{k_\mu \cdot 4 \cdot \pi \cdot N \cdot I}{B}} = \frac{N \cdot s \cdot B}{I} =$$

$$\frac{4,0000 \cdot \frac{8}{100 \cdot 100} \cdot \frac{1}{10.000}}{6} = \frac{4 \cdot 8}{600.000} = \frac{4}{75} \text{ mH}$$

$$\text{Υπενθύμιση.} \quad k_\mu = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} \Leftrightarrow \mu_0 = k_\mu \cdot 4 \cdot \pi$$

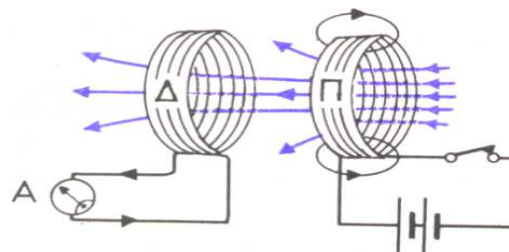
Άσκηση 18, Κεφάλαιο 11.

Πηνίο 1 $5 \text{ A} - 15 \text{ A}$

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

$$\Delta t = 0,02 = \frac{2}{100} \text{ s}$$

Πηνίο 2 24 V



$$\text{Από αμοιβαία επαγωγή ισχύει ότι } E_2 = M \frac{\Delta I}{\Delta t} \Leftrightarrow 24 = M \frac{10}{\frac{2}{100}} \Leftrightarrow 24 = \frac{M \cdot 1.000}{2} \Leftrightarrow$$

$$24 = M \cdot 500 \Leftrightarrow M = \frac{24}{500} = \frac{48}{1.000} = 0,048 \text{ H}$$

Άσκηση 19, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } \delta = 2 \text{ cm} \Rightarrow R = \frac{1}{100} \text{ m}$$

$$B = K_{\mu} \frac{2\pi \cdot I}{R} N = \frac{1}{10^7} \frac{2\pi \cdot 8}{\frac{1}{100}} 1.000 = \frac{10^5 \cdot 16 \cdot \pi}{10^7} = \frac{4 \cdot \pi}{25} \text{ T}$$

Άσκηση 20, Κεφάλαιο 11.

$$B = K_{\mu} \frac{2\pi \cdot I}{R} N = \frac{1}{10^7} \frac{2\pi \cdot 6}{\frac{1}{100}} 1.000 = \frac{12 \cdot \pi}{100} = \frac{6 \cdot \pi}{50} = \frac{3 \cdot \pi}{25} \text{ T}$$

$$\Phi_0 = B \cdot S = B \cdot \pi R^2 = \frac{3 \cdot \pi}{25} \pi \frac{1}{100} \frac{1}{100} = \frac{3 \cdot \pi^2}{250.000} \text{ Wb}$$

$$\Phi_r = \mu_r \cdot \Phi_0 = 3.000 \cdot \frac{3 \cdot \pi^2}{250.000} = \frac{9 \cdot \pi^2}{250} \text{ Wb}$$

Άσκηση 21, Κεφάλαιο 11.

$$F_L = B \cdot I \cdot \ell = \frac{1}{100} 7 \frac{1}{2} = \frac{7}{200} \text{ T}, \quad u = \frac{s}{t} \Rightarrow s = u \cdot t$$

$$W = F_L \cdot s = F_L \cdot u \cdot t = \frac{7}{200} \text{ J}$$

Άσκηση 22, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } s = 5 \text{ cm}^2 = \frac{5}{10.000} \text{ m}^2$$

$$L_0 = \mu_0 \frac{N^2 s}{\ell} = \frac{4\pi}{10^7} \frac{1.000 \cdot 1.000 \cdot \frac{5}{10.000}}{\frac{1}{2}} = \frac{4\pi}{10^7} \frac{500}{\frac{1}{2}} = \frac{\pi}{2.500} \text{ H}$$

Άσκηση 23, Κεφάλαιο 11.

(α) Στο 1^ο πηνίο από αυτεπαγωγή ισχύει ότι $E_{\text{ΑΥΤ}} = L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

Από το νόμο της επαγωγής ισχύει ότι $E_{\text{ΑΥΤ}} = N_1 \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$

$$\text{Άρα, } L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = N_1 \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} \Leftrightarrow L \cdot \Delta I_1 = N_1 \cdot \Delta \Phi_1 \Leftrightarrow L = \frac{N_1 \cdot \Delta \Phi_1}{\Delta I_1} = \frac{500 \cdot \frac{4}{1.000}}{10} = \frac{1}{5} \text{ H}$$

(β) Για την αμοιβαία επαγωγή των 2 πηνίων ισχύει ότι $E_2 = M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

Από το νόμο της επαγωγής ισχύει ότι $E_2 = N_2 \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t}$

$$\text{Άρα, } M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = N_2 \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} \Leftrightarrow M \cdot \Delta I_1 = N_2 \cdot \Delta \Phi_2 \Leftrightarrow M = \frac{N_2 \cdot \Delta \Phi_2}{\Delta I_1} = \frac{800 \cdot \frac{2}{1.000}}{10} = \frac{4}{25} \text{ H}$$

$$(\gamma) \text{ Ισχύει ότι } E_2 = N_2 \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} = 800 \frac{1.000 \frac{2}{1}}{\frac{1}{2}} = \frac{16}{5} \text{ V}$$

$$\text{ή με 2}^\circ \text{ τρόπο } E_2 = M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{4}{25} \frac{10}{\frac{1}{2}} = \frac{16}{5} \text{ V}$$

Άσκηση 24, Κεφάλαιο 11.

$$\text{Είναι } m = 10 \text{ g} = \frac{1}{100} \text{ kg}, \quad B = m \cdot g = \frac{1}{100} 10 = \frac{1}{10} \text{ N}$$

$$F_L = B \cdot I \cdot \ell = 2I \frac{1}{2} = I, \quad F_L = B \Leftrightarrow I = \frac{1}{10} \text{ A}$$

Άσκηση 25, Κεφάλαιο 11.

$$B = K_\mu \frac{2\pi I}{r} N \Leftrightarrow \frac{1}{10^6} = \frac{4\pi}{10^7} \frac{2\pi I}{\frac{1}{100}} 100 \Leftrightarrow 1 = \frac{80.000\pi^2}{10} I \Leftrightarrow 1 = 8.000 \cdot \pi^2 \cdot I \Leftrightarrow$$

$$I = \frac{1}{8.000 \cdot \pi^2} \text{ A}$$

$$I = \frac{E}{R} \Leftrightarrow R = \frac{E}{I} = \frac{12}{\frac{1}{8.000 \cdot \pi^2}} = 96.000 \cdot \pi^2 \text{ } \Omega$$