

24.6 / 115

Na stalowy gwóźdź o długości 9 cm i średnicy 8 mm nawinięto 45 zwojów miedzianego izolowanego drutu. Oblicz indukcyjność otrzymanego w ten sposób elektromagnesu. Przyjmij, że przenikalność magnetyczna stali, z której wykonano gwóźdź, wynosi 2000.

Dane:

$$l = 9 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}$$
$$d = 8 \text{ mm} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$
$$n = 45$$
$$\mu_r = 2000$$

Szukane:
 $L = ?$

Przyjmujemy, że stała magnetyczna próżni wynosi:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

Rozwiązanie:

$$L = \mu_0 \mu_r n^2 \frac{S}{l}$$

indukcyjność zwojnic μ_0 stała magnetyczna μ_r przenikalność magnetyczna materiału, z którego jest zwojona zwojnica n^2 liczba zwojów S pole przekroju poprzecznego l długość

Pole przekroju poprzecznego zwojnic obliczymy korzystając z wzoru na pole koła:

$$S = \pi \cdot r^2$$

Promień to połowa średnicy, więc $r = \frac{1}{2}d$

$$S = \pi \cdot \left(\frac{1}{2}d\right)^2 = \frac{1}{4}\pi d^2$$

$$L = \mu_0 \mu_r n^2 \frac{S}{l}$$

$$L = \mu_0 \mu_r n^2 \frac{\frac{1}{4}\pi d^2}{l}$$

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 d^2}{4l}$$

$$L = \frac{\mu_0 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 2000 \cdot 45^2 \cdot (8 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2}{4 \cdot 0,09 \text{ m}} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 2000 \cdot 2025 \cdot 64 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}{0,36 \text{ m}} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 2,025 \cdot 10^3 \cdot 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2}{0,36 \text{ m}}$$

$$= \frac{1022,24 \cdot 10^{-7+3+3-5} \frac{N}{A^2} \cdot \text{m}^2}{0,36 \text{ m}} \approx$$

$$\approx \frac{1022,24 \cdot 10^{-6} \frac{N}{A^2} \cdot \text{m}^2}{0,36 \text{ m}} \approx$$

$$\approx 2840 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{A}^2} = 2,84 \cdot 10^{-3} \frac{\text{J}}{\text{A}^2} \approx$$

$$\approx 3 \cdot 10^{-3} \text{ H} = \mathbf{3 \text{ mH}}$$

Odp: Indukcyjność otrzymanego magnesu wynosi $\mathbf{3 \text{ mH}}$.