

0.1 29. Hausaufgabe

0.1.1 Buch Seite 255, Aufgabe 1

Eine Spule ($n = 230$, $l = 20 \text{ cm}$, $A = 15 \text{ cm}^2$) wird von einem Strom der Stärke $I = 5 \text{ A}$ durchflossen. Berechnen Sie die magnetische Energie des Felders, wenn a) Luft und b) ein Eisenkern mit $\mu_r = 200$ in der Spule ist.

a) $\Delta E = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{n^2 A}{l} I^2 = 0,006 \text{ J};$

b) $\Delta E = \frac{1}{2} \mu_r \mu_0 \frac{n^2 A}{l} I^2 = 1 \text{ J};$

0.1.2 Buch Seite 255, Aufgabe 2

Beschreiben Sie ein homogenes elektrisches Feld, das jeweils die gleiche Energie wie das in Aufgabe 1 gegebene magnetische Feld speichert.

$$\Delta E = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \frac{A}{d} U^2;$$

0.1.3 Buch Seite 255, Aufgabe 3

Was kann man über die Energiedichte an den Enden einer langen Spule gegenüber der im Inneren sagen, wenn die Feldstärke \mathcal{B} dort auf die Hälfte des Innenwertes zurückgegangen ist?

$$\mathcal{B}_1 = \frac{1}{2} \mathcal{B}_0;$$

$$\frac{\varrho_1}{\varrho_0} = \frac{\frac{1}{2} \frac{1}{\mu_r \mu_0} \frac{1}{4} \mathcal{B}_0^2}{\frac{1}{2} \frac{1}{\mu_r \mu_0} \mathcal{B}_0^2} = \frac{1}{4};$$

0.1.4 Buch Seite 255, Aufgabe 4

Bestimmen Sie a) die magnetische Energie, b) die elektrische Energie und c) die Gesamtenergie in einem Volumen von $V = 1 \text{ m}^3$, in dem ein elektrisches Feld von $\mathcal{E} = 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ und ein Magnetfeld von $\mathcal{B} = 1,5 \text{ T}$ herrschen.

- a) $\Delta E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \frac{1}{\mu_0} \mathcal{B}^2 V = 9 \cdot 10^5 \text{ J};$
- b) $\Delta E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \mathcal{E}^2 V = 4 \cdot 10^{-2} \text{ J};$
- c) $\Delta E_{\text{ges}} = \Delta E_{\text{mag}} + \Delta E_{\text{el}} = 9 \cdot 10^5 \text{ J};$

0.1.5 Buch Seite 255, Aufgabe 5

Man kann in Luft elektrische Felder mit Feldstärken bis zu $\mathcal{E} = 10^7 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ und magnetische Felder mit magnetischen Feldstärken bis zu $\mathcal{B} = 3 \text{ T}$ erzeugen. Berechnen Sie die Energiedichten dieser Felder.

$$\varrho_{\text{el}} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \mathcal{E}^2 = 4 \cdot 10^2 \frac{\text{J}}{\text{m}^3};$$

$$\varrho_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \frac{1}{\mu_0} \mathcal{B}^2 = 4 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{m}^3};$$

0.1.6 Fragen

Wieso macht Aufgabe 5 die Einschränkung, dass man nur Felder bis zu einer gewissen Stärke erzeugen kann? Welche Probleme gibt es beim Erzeugen stärkerer Felder? Kann man nicht einfach mehrere kleinere Felder (z.B. von Stabmagneten) kombinieren, indem man die Einzelmagneten nebeneinander legt?

Aufgabe 2 ist schwammig formuliert – da drei Parameter zur Verfügung stehen (U , A , d), gibt es unendlich viele Möglichkeiten, ein energetisch gleich großes Feld zu erzeugen.

Hat die Asymmetrie zwischen ε_0 und μ_0 einen bestimmten Hintergrund? (μ_0 wird immer reziprok, also als $\frac{1}{\mu_0}$, verwendet, ε_0 jedoch nicht.)

(Benötigte Zeit: 43 min)