Übungen zu Theoretische Physik 4 (12-PHY-BTP4), SS 16

Serie 10
Abgabe zu Beginn der Vorlesung am 14.6.

Übung 1. 6 P.

Wir betrachten einen Hohlrohrleiter. Dieser besteht aus zwei langen dünnen zylindrischen Leitern mit Radien $a > 0$ und $b > a$. Der Zwischenraum ist gefüllt mit einem Material der konstanten Permeabilität μ. In den Leitern fließen entgegengesetzt gerichtete Ströme vom gleichen Betrag I.

a) Stellen Sie die Maxwellgleichungen und die Randbedingungen für dieses magnetostatische System auf.

b) Bestimmen Sie die magnetische Induktion $\vec{B}$ und das Magnetfeld $\vec{H}$ im ganzen Raum und überprüfen Sie die Randbedingungen bei den zylindrischen Leitern. Hinweis: Zeigen Sie zunächst, dass $\vec{A} = A_z(\rho)\vec{e}_z$ in geeigneten Zylinderkoordinaten (ρ, ϕ, z). Drücken Sie dann $\vec{H}$ in A_z aus und benutzen Sie den Satz von Stokes um $\vec{H}$ zu bestimmen.

c) Berechnen Sie die magnetostatische Energie des Hohlleiters pro Längeneinheit und bestimmen Sie daraus die Selbstinduktivität pro Längeneinheit.

Übung 2. 3 P.

Wir betrachten eine Leiterschleife Γ_1, die die Randkurve der Fläche

$$S := \{\vec{x}|\ 0 < x_1 < l_1, -l_2/2 < x_2 < l_2/2, x_3 = 0\}$$

ist, wobei l_1 und l_2 positive Konstanten sind. Ausserdem betrachten wir einen bewegten langen dünnen Draht Γ_2, der zur Zeit $t > 0$ parametrisiert wird durch

$$\Gamma_{2,t} = \{(-vt, s, 0)|\ s \in \mathbb{R}\}.$$

Durch den Draht fließt ein zeitabhängiger Strom $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$.

a) Skizzieren Sie die Anordnung.

b) Berechnen Sie die in Γ_1 zur Zeit $t > 0$ von dem Draht Γ_2 induzierte elektromotorische Kraft

$$V(t) = -\frac{d}{dt}\int_\Sigma \vec{B}_2 \cdot d\vec{S}.$$

Sie dürfen dabei eine quasi-stationäre Näherung benutzen.

Übung 3. 3 P.

Ein Stromkreis mit einem Durchmesser von 10cm wird an einer Steckdose mit Quellenspannung $V_0(t) = A\cos(\omega t)$ angeschlossen. In der quasi-stationären Näherung wird der Stromkreis durch die Gleichung eines Schwingkreises beschrieben:

$$L\ddot{I} + R\dot{I} + \frac{1}{C}I = \dot{V}_0.$$

a) Zeigen Sie mit einer Rechnung dass die quasi-stationäre Näherung in diesem Fall zulässig ist.

b) Bestimmen Sie die allgemeine Lösung für $I(t)$.