Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften

Übungsaufgaben zur Experimentalphysik 3

Prof. Dr. J. Käs, Dr. M. Zink

Übungsblatt 2 (WS 2009/10)

Ausgabe: 26. Oktober 2009
Abgabe: 02. November 2009

Abgabeort: Markierter Briefkasten neben Zimmer 302 (Linnestr. 5, 1. Etage)
Abgabezeit: Bis spätestens 9:00 Uhr zum o.g. Abgabetermin

Bitte beachten: Schreiben sie auf JEDEN Zettel Ihren Name und die Matrikelnummer.
Geben Sie NUR die Lösungen für Aufgabe 1 + 2 ab.

Aufgaben:

1. Ein stromdurchflossener Stab der Länge 15 cm liege parallel zur y-Achse und oszilliere in x-Richtung mit einer Amplitude von $x=(2.0cm)cos(120\pi t)$ innerhalb eines in positiver z-Richtung orientierten konstanten Magnetfeldes der Stärke $B=1.2T$; 120 π hat die Einheit rad/s. Finden Sie (a) einen Ausdruck für die Potenzialdifferenz zwischen den Enden des Stabes als Funktion der Zeit sowie (b) die maximale Potentialdifferenz. (4 Punkte)

2. Gegeben sei eine Spule mit 2000 Windungen, einer Querschnittsfläche von $4.0cm^2$ und einer Länge von 30 cm, die von einem Strom der Stärke 4 A durchflossen wird. Berechnen Sie (a) die in der Spule gespeicherte magnetische Energie unter Verwendung der Gleichung $U=\frac{1}{2}LI^2$, wobei $L=\mu_0 n^2 Al$ ist. Ermitteln Sie (b) die magnetische Energie pro Volumeneinheit. Prüfen Sie (c) das erhaltene Ergebnis durch Berechnung der magnetischen Energiedichte über den Ausdruck $\mu_m=B^2/2\mu_0$, wobei $B=\mu_0 nI$ gilt. (6 Punkte)

3. Zeigen Sie, dass für die Selbstinduktion zweier Induktivitäten L_1 und L_2, die parallel geschaltet sind, gilt $\frac{1}{L_{gesamt}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$. Die Annahme hierbei sei, dass kein Fluss zwischen L_1 und L_2 vorhanden ist, d.h. dass die Induktivitäten nicht gegenseitig Selbstinduktion verursachen.

4. Ein Koaxialkabel besteht aus 2 sehr dünnwandigen Zylindern der Radien R_1 und R_2 (siehe Abbildung auf der Rückseite). Die Ströme im inneren und äußeren Zylinder sind gleich, zeigen jedoch in entgegengesetzte Richtungen. (a) Benutzen Sie das Ampere-Gesetz, um das magnetische Feld als Funktion des senkrechten Abstands R vom Kabelzentrum zu bestimmen mit (1) $0 < R < R_1$, (2) $R_1 < R < R_2$, (3) $R > R_2$. (b) Zeigen Sie, dass die magnetische Energiedichte in dem Gebiet zwischen den Zylindern gegeben ist durch $\mu_m = \frac{1}{2}(\mu_0/4\pi)I^2/(\pi R^2)$. (c) Zeigen Sie, dass die totale magnetische Energie in einem Kabelvolumen der Länge l gegeben ist durch $U_m = (\mu_0/4\pi)I^2 l \ln(R_2/R_1)$. (d) Benutzen Sie das Ergebnis aus (c) und die Beziehung zwischen magnetischer Energie, Strom und Induktivität, um zu zeigen, dass die Selbstinduktivität pro Einheitslänge des Kabels gegeben ist durch $L/l = (\mu_0/2\pi)\ln(R_2/R_1)$.

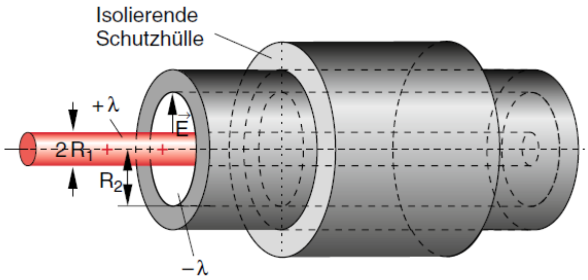

Abbildung 1: Koaxialkabel