

Physik 2: Elektrodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Sommersemester 2012,
Dr. M. zur Nedden (VL),
Dr. A. Nikiforov, R. Schlichte und L. Heinrich (UE)

Übungsblatt 7

Ausgabe: 29. Mai 2012 in der Vorlesung
Rückgabe: 05. Juni 2012 nach der Vorlesung

Aufgabe 1: Induktion (30 %)

Die beiden Schienen eines Eisenbahngleises seien voneinander und vom Erdreich isoliert, jedoch aber über ein Voltmeter wie skizziert miteinander verbunden. Der Schienenabstand betrage $d = 1.435$ m, die Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes sei $H_{\perp} = 35$ A/m und rage aus der Zeichenebene heraus. Ein Zug nähert sich und das Voltmeter zeigt die Spannung $U = +3.0$ mV an.

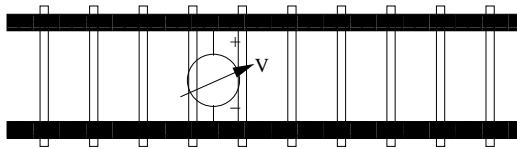
- Mit welcher Geschwindigkeit nähert sich der Zug?
- In welche Richtung fährt der Zug?
- Welche Spannung zeigt das Voltmeter an, wenn der Zug vorbeigefahren ist und sich wieder entfernt? (Vorzeichen beachten!)

Aufgabe 2: Induktion im Erdmagnetfeld (40 %)

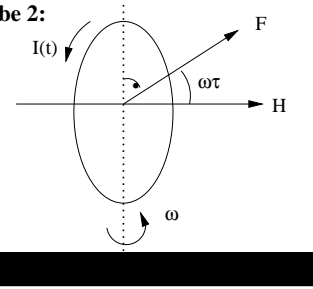
Ein zu einem Kreisring mit Radius $r = 10$ cm (Flächenvektor \vec{F}) gebogener Kupferdraht mit dem Widerstand $R = 0.01 \Omega$ rotiere im Erdmagnetfeld (Horizontalkomponente $H_{\parallel} = 18.3$ A/m) mit der Frequenz $\omega/2\pi = 5$ Hz.

- Bestimmen Sie $I(t)$.
- Bestimmen Sie die im Draht umgesetzte elektrische Leistung $P_{el}(t)$, die während einer Umdrehung erzeugte Joulesche Wärme Q und die mittlere elektrische Leistung \bar{P} .
- Wie groß ist das zur Aufrechterhaltung der Drehung erforderliche Drehmoment $D(t)$ bezüglich der Drehachse?
- Wie groß ist die vom Strom in Ringmittelpunkt erzeugte magnetische Feldstärke $\vec{H}_S(t)$ und um welchen mittleren Winkel α bezüglich der Nord/Südrichtung zittert eine hier stehende, um die vertikale Achse drehbare Magnetnadel?

zu Aufgabe 1:



zu Aufgabe 2:



Aufgabe 3: Einstein-De-Haas-Effekt (30 %)

Ein Eisenstab der Länge $l = 1.4\text{ m}$ und dem Durchmesser $d = 2\text{ cm}$ habe die homogene Magnetisierung $M = 1.72 \cdot 10^6\text{ A/m}$, die entlang dem Stab ausgerichtet sei. Der Stab sei an einem dünnen Faden aufgehängt und befinde sich in der Mitte (koaxial) einer langen Spule in Ruhe. Durch die Spule werde kurzzeitig ein Strom geschickt, durch dessen Magnetfeld der Stab plötzlich entmagnetisiert werde. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit des Stabes unter der Annahme, daß sein Drehimpuls erhalten bleibe?

Nehmen sie an, daß die in der Vorlesung hergeleitete Formel (Kap. 3.4, Gl. 18)

$$\vec{p}_m = \frac{q}{2m} \cdot \vec{L}$$

gelte, wobei m die Masse des Elektrons, und $q = -e$ dessen Ladung ist.