
Übungen zu TP2-Elektrodynamik (Staatsexamen Lehramt)
Aufgabenblatt 6

Aufgabe 6.1

[9 Punkte]

In einem Fadenstrahlrohr werden Elektronen (elektrische Ladung e , Ruhemasse m) mit einer Beschleunigungsspannung U_B beschleunigt und mit einem äußeren Magnetfeld \vec{B} infolge der Lorentzkraft senkrecht zur Bewegungsrichtung abgelenkt so, dass die Elektronen eine Kreisbahn durchlaufen. Der Radius des Kreises sei r .

(a) Skizzieren Sie die Anordnung mit Magnetfeld und Lorentzkraft. Achten Sie auf die Richtungen von Magnetfeld und Lorentzkraft.

(b) Ermitteln Sie das Verhältnis e/m von Elektronenladung zu Elektronenmasse aus folgenden Daten: $U_B = 250 \text{ V}$ (Volt), $\|\vec{B}\| = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ (Tesla), $r = 0,03 \text{ m}$ (Meter). Es werden SI-Einheiten verwendet. Vergleichen Sie den erhaltenen Wert mit dem Literaturwert und ermitteln Sie die Abweichung in Prozent.

Aufgabe 6.2

[15 Punkte]

Gegeben sei eine Anordnung bestehend aus einem langen dünnen Draht

$$\vec{\Gamma}_{1,t} = \{s\vec{e}_2 - v\vec{e}_1 t : s \in \mathbb{R}\} \quad (t \geq t_0 > 0),$$

der parallel zur x_2 -Achse verläuft und sich mit einer Geschwindigkeit $-v$ ($v > 0$) entlang der x_1 -Achse bewegt. Durch den Draht fließt ein zeitabhängiger Strom $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$. Außerdem gehört zu der Anordnung eine Leiterschleife $\vec{\Gamma}_2$, die die Randkurve der (zeitlich konstanten) Fläche

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

bildet (l_1 und l_2 sind positive Konstanten). Die Fläche ist durch den Normalenvektor $\vec{n} = \vec{e}_3$ orientiert.

(i) Skizzieren Sie die Anordnung.

/...2

(ii) Berechnen Sie die in $\vec{\Gamma}_2$ zur Zeit $t > t_0 > 0$ induzierte Spannung

$$U_{\text{ind}}(t) = -\mathcal{K}'' \frac{d}{dt} \int_{\Sigma} (\vec{B}(t, y) \bullet \vec{n}(y)) d\sigma(y).$$

Dabei ist $\vec{B}(t, \vec{x})$ das von $\vec{\Gamma}_{1,t}$ erzeugte Magnetfeld. Nehmen Sie an, dass die quasistationäre Näherung zulässig ist, d.h. dass $\vec{B}(t, \vec{x})$ nach dem Ampèreschen bzw. dem Biot-Savartschen Gesetz bestimmbar ist (dies gilt exakt nur für stationäre Ströme).

Aufgabe 6.3

[12 Punkte]

Es sei Σ_0 ein reguläres Flächensegment im Raum, und

$$\Sigma_t = \Sigma_0 + \vec{v}t = \{ \vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}t \ : \ \vec{x}_0 \in \Sigma_0 \} \quad (t \in \mathbb{R})$$

eine zeitlich variierende Familie von Flächen, wobei \vec{v} eine konstante Geschwindigkeit ist. Es sei $\vec{B}(\vec{x})$ ein stetig differenzierbares, nur ortsabhängiges äußeres Magnetfeld. Zeigen Sie, dass für die in die Randkurven-Leiterschleife $\vec{\Gamma}_t = \partial\Sigma_t$ induzierte Spannung gilt zur Zeit t gilt:

$$U_{\text{ind}}(t) = \mathcal{K}'' \int_{\vec{\Gamma}_t} (\vec{v} \times \vec{B}) \bullet d\vec{\Gamma}_t$$

Abgabe: Bis Dienstag, 03.06.2014, vor Beginn des Übungsseminars.