
Übungen zur Vorlesung Experimentalphysik II

V. Austrup, F. Ellinghaus, G. Jäkel, N. Lehmann, F. Schröder

Sommersemester 2018

Universität Wuppertal

BLATT IX

ABGABE BIS DONNERSTAG, DEN 5. JULI 2018 UM 10:00

(IN DIE JEWEILIGEN POSTFÄCHER IHRES ÜBUNGSGRUPPENLEITERS AUF D09)

1. Integralsätze

(2+2+2 = 6 Punkte)

Eine sehr lange zylindrische Spule besteht aus zwei coaxialen Lagen mit Radien a und b , in denen zwei Metallstreifen mit Breite h als Rechts- bzw. Linksschrauben gewickelt sind (s. Skizze). Der Abstand zwischen den Streifen ist vernachlässigbar.

Wie groß sind die Komponenten

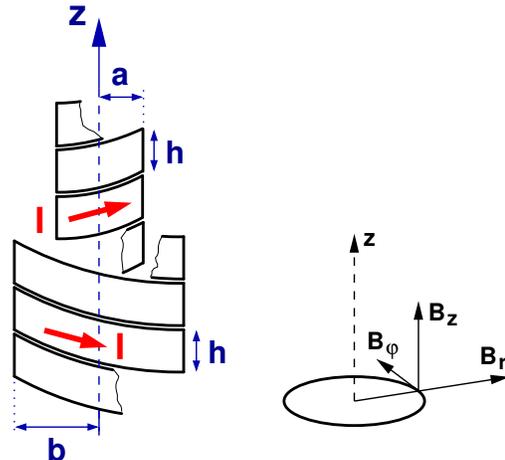
(a) $B_r(r)$

(b) $B_\varphi(r)$

(c) $B_z(r)$

des Magnetfelds für $r < a$, $a < r < b$ und $r > b$?

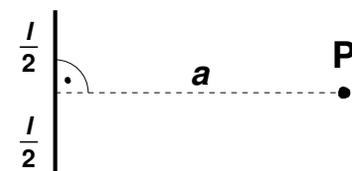
Hinweis: Es werden mal Stokescher und mal Gaußscher Satz (für \vec{B} - statt \vec{E} -Felder!) benötigt.



2. Biot-Savart-Gesetz

(3+2+1 = 6 Punkte)

Ein endlich langes, gerades Drahtsegment der Länge l wird von einem Strom I durchflossen. Der Punkt P liege im Abstand a auf der Mittelsenkrechten des Drahtstücks (s. Skizze).

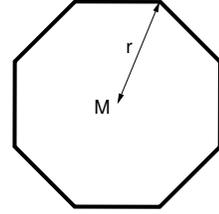


(a) Zeigen Sie, dass das Magnetfeld in P gegeben ist durch:

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{l}{a \sqrt{l^2 + 4a^2}}.$$

In welche Richtung zeigt \vec{B} ? Was passiert bei $l \rightarrow \infty$?

- (b) Ein Draht wird so gebogen, dass er ein regelmäßiges Vieleck mit n Seiten bildet, dessen Ecken den Abstand r von seinem Mittelpunkt M haben. Welches Magnetfeld herrscht in M , wenn durch den Draht der Strom I fließt? Geben Sie Betrag und Richtung des Feldvektors an.

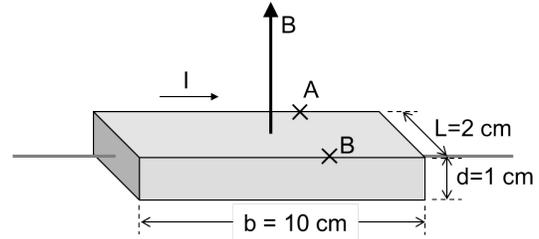


- (c) Überzeugen Sie sich davon, dass die in (b) gefundene Formel für $n \rightarrow \infty$ die Ihnen bekannte Formel für den kreisförmigen Leiter liefert.

3. Hall-Effekt

(1.5+1.5+1 = 4 Punkte)

Ein Metallstreifen mit den Abmessungen $10\text{ cm} \cdot 2\text{ cm} \cdot 1\text{ cm}$ (cf. Abbildung) wird von einem Strom der Stärke 20 A durchflossen und befindet sich in einem homogenen Magnetfeld von 2 T . Zwischen den Punkten A und B wird die Hall-Spannung $4.27\text{ }\mu\text{V}$ gemessen.

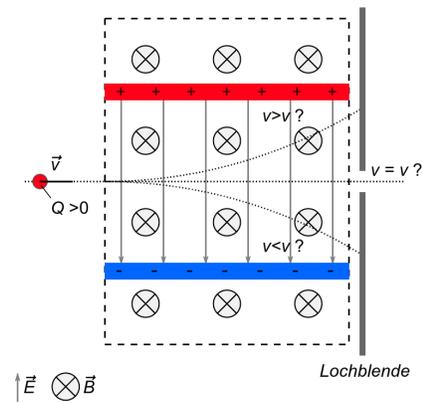


- (a) Berechnen Sie den Betrag der Driftgeschwindigkeit der Elektronen im Metallstreifen.
 (b) Wie groß ist die Dichte der Ladungsträger im Metall?
 (c) Welcher Punkt (A oder B) liegt auf dem höheren Potenzial?

4. Wienfilter

(1.5+1.5+1 = 4 Punkte)

Gezeigt ist ein so genannter Wien-Filter, den man einsetzt, um aus einem Strahl geladener Teilchen diejenigen herauszufiltern, die sich mit einer Geschwindigkeit v bewegen. Dazu wird mit einem Plattenkondensator ein homogenes elektrisches Feld \vec{E} erzeugt und senkrecht dazu ein homogenes Magnetfeld \vec{B} überlagert. Der Teilchenstrahl tritt durch ein Fenster in den Feldbereich ein und verlässt es durch das gegenüberliegende Austrittsfenster. Bei geeigneter Einstellung von E und B bleiben im Strahl nur Teilchen der Geschwindigkeit v , während die anderen aus dem Strahl entfernt werden.



- (a) Auf welcher Bahn bewegen sich Teilchen der Masse m und der Ladung q durch die Apparatur, wenn sie mit einer Geschwindigkeit v eintreten und nur das elektrische Feld \vec{E} eingeschaltet ist? Die Teilchen verfehlen die Austrittsöffnung um eine gewisse Distanz d . Wie hängt d von der Länge L der Kammer und \vec{E} ab?

- (b) Beantworten Sie die analoge Frage für den Fall, dass nur das Magnetfeld eingeschaltet ist.
- (c) Sind beide Felder eingeschaltet, können Teilchen mit der richtigen Geschwindigkeit die Apparatur durchqueren. Wie hängt diese Geschwindigkeit von den Feldstärken ab? Wie müssen die Felder gepolt werden, damit die gewünschte Wirkung eintritt?