

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2010

10. Übung (Blatt 1)

05./07.07.2010

Aufgabe 47: Halleffekt - Hallspannung

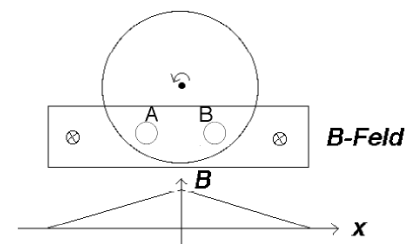
Lässt man durch eine quaderförmige Platte aus leitendem Material mit der Dicke d , der Breite b und der Länge l in Längsrichtung einen Strom mit der Stromdichte $\vec{j}$ fließen und wirkt senkrecht zur Platte ein homogenes Magnetfeld mit der magnetischen Feldstärke $\vec{B}$, kann man in der zu $\vec{B}$ und $\vec{j}$ senkrechten Richtung an der Platte eine Hallspannung U_H messen.

- Berechnen Sie für den Fall der reinen Elektronenleitung in einem Metall die Hallspannung in Abhängigkeit von Stromstärke, magnetischer Feldstärke B , Abmessungen der Platte und den Materialeigenschaften. Fertigen Sie dazu eine aussagekräftige Zeichnung und legen die Bezeichnungen fest.
- Geben Sie einen Ausdruck für die Anzahldichte n_e der Leitungselektronen an und ermitteln Sie ihre Beweglichkeit μ .
- Diskutieren qualitativ Sie den Halleffekt an Halbleitern für den Fall der n -Leitung als auch für den Fall der p -Leitung.
- Welchen Vorteil bieten Hallsonden (Hallelemente) aus Halbleitermaterialien gegenüber Sonden aus Metall (z.B. Silber)?

Aufgabe 48: Wirbelströme - Wirbelstrombremse

Eine rotierende (homogene) Aluminiumscheibe, die teilweise von einem inhomogenen Magnetfeld durchsetzt wird, wird abgebremst (Wirbelstrombremse).

Zur Erklärung nehmen wir an, dass sich nur der untere Bereich der Scheibe im Feld befindet, das in die Zeichenebene hinein gerichtet ist. Außerdem nehme die Feldstärke von links nach rechts erst zu und falle dann wieder ab (siehe Abb.).



- Begründen Sie, warum im felddurchsetzten Teil der Scheibe überhaupt Wirbelströme entstehen und bestimmen Sie für die beiden Ringströme bei A und B die Umlaufsinn.
- Bestimmen Sie (qualitativ) die resultierenden Kräfte.
- Was passiert aber, wenn sich die rotierende Scheibe ganz in einem homogenen Magnetfeld befindet, das parallel zur Drehachse ausgerichtet ist?
- Welcher Potentialverlauf $\varphi(r)$ stellt sich in Fall c) radial ein?

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2010

10. Übung (Blatt 2)

05./07.07.2010

Aufgabe 49: Verschiebungsstrom

Für die Stromdichte des Verschiebungsstroms gilt: $\vec{j}_v = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$. Zeigen Sie damit, dass der Verschiebungsstrom im Dielektrikum eines ebenen Plattenkondensators gleich dem Leitungsstrom in den Zuführungskabeln ist.

Aufgabe 50: RC-Glied

Eine Serienschaltung aus einem Ohmschen Widerstand R und einer Kapazität C , an der insgesamt eine sinusförmige Eingangsspannung U_e mit konstanter Amplitude liegt, wirkt als frequenzfilterndes Element für niedrige oder hohe Frequenzen, je nachdem, ob die Ausgangsspannung U_a an C oder an R abgegriffen wird (Tiefpass oder Hochpass). Für den Fall, dass

- a) U_a an C
- b) U_a an R

abgegriffen wird, berechne man das Verhältnis der Amplitude der Ausgangsspannung zur Amplitude der Eingangsspannung in Abhängigkeit von der Frequenz. Welche Phasenbeziehung besteht zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung?

Aufgabe 51: $\vec{E}$, $\vec{D}$, $\vec{B}$ und $\vec{H}$ bei elektromagnetischen Wellen

- a) Im freien Raum herrsche das elektrische Feld $\vec{E} = E_m \sin(\omega t - \alpha z) \vec{e}_y$. (Dieser Ausdruck ist Lösung der eindimensionalen Wellengleichung für das elektrische Feld $\vec{E}$ im freien Raum.) Bestimmen Sie $\vec{D}$, $\vec{B}$ und $\vec{H}$ und skizzieren Sie den räumlichen Verlauf von $\vec{E}$ und $\vec{H}$ zur Zeit $t = 0$.
- b) Begründen Sie, dass die $\vec{E}$ - und $\vec{H}$ -Felder aus a) eine Welle darstellen, die sich in positive z -Richtung ausbreitet.
- c) Zeigen Sie, dass der Quotient $\frac{E}{H}$ nur von den Eigenschaften des freien Raumes abhängt (Wellenwiderstand des Vakuums).