

Übung 6

(Abgabe am 01.06.10 bis 12:15 Uhr in der Vorlesung, für Teilnehmer des Tutoriums am Dienstag von 10-12 Uhr Abgabe bereits um 10 Uhr im Tutorium.)

Aufgabe 15 Kupferleiter (4 Punkte)

Gegeben sei ein Cu-Leiter der Länge $l = 1,5 \text{ m}$ mit der Leitungselektronendichte $n = 8,45 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$, einer elektrischen Leitfähigkeit $\sigma_{\text{el}} = 6 \cdot 10^7 \text{ A(Vm)}^{-1}$ und einem Drahtdurchmesser von $d = 3 \text{ mm}$.

- Berechnen Sie die Ladungsdichte der Leitungselektronen ρ_q in C/m^3 und die Linienladungsdichte λ_q in C/m des Drahtes. (1 P)
- Berechnen Sie die Driftgeschwindigkeit v_d der Elektronen in diesem Leiter für eine Stromstärke $I = 16 \text{ A}$. (1P)
- Welche Spannung U muß an den Leiter angelegt werden, um diese Stromstärke zu erzeugen? (1P)
- Wie groß ist der Widerstand R des Leiters und wie groß wäre er, wenn der Drahtdurchmesser $125 \mu\text{m}$ beträgt? (1P)

Aufgabe 16 Relativistische Teilchensicht (6P.)

Betrachten Sie einen stromdurchflossenen Leiter mit der Linienladungsdichte λ_e und der Driftgeschwindigkeit der Leitungselektronen \vec{v}_D . Ein einzelnes Elektron bewege sich außerhalb des Leiters parallel zu ihm mit konstanter Geschwindigkeit \vec{v} , die in Betrag und Richtung mit der Driftgeschwindigkeit der Leitungselektronen \vec{v}_D übereinstimmt.

- Berechnen Sie die Linienladungsdichte λ'_e der Leitungselektronen, die das äußere Elektron in seinem Ruhesystem sieht. (1P.)
- Berechnen Sie die Linienladungsdichte λ'_a der positiven Atomrümpfe, die das äußere Elektron in seinem Ruhesystem sieht. (Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass der Leiter in seinem Ruhesystem neutral ist.)(1P.)
- Berechnen Sie ausgehend von der Formel für das elektrische Feld eines unendlich langen dünnen Leiters die Kraft auf das äußere Elektron aufgrund der in seinem Ruhesystem resultierenden Linienladungsdichte. (2P.)
- Skizzieren Sie die Richtung der resultierenden Kraft relativ zur Bewegungsrichtung der Leitungselektronen und zur Bewegungsrichtung des äußeren Elektrons. (1P.)
- Was ändert sich, wenn sich das äußere Elektron entgegen der Driftgeschwindigkeit der Leitungselektronen bewegt, also $\vec{v} = -\vec{v}_D$? (1P.)

Aufgabe 17 Spulenwicklung (2 Punkte)

Aus Draht mit einem Durchmesser von 1 mm soll eine Zylinderspule gewickelt werden, die im Inneren eine magnetische Feldstärke von ca. $0,03 \text{ Tesla}$ haben soll. Der Höchstwert des Stromes darf 4 A betragen. Aus wie vielen Schichten wird die Wicklung der Spule bestehen, wenn die Windungen eng aneinander gewickelt werden? Der Durchmesser der Spule ist als klein im Vergleich zur Länge anzunehmen.

Aufgabe ME2-06 (nur für Lehramtsstudierende!) (4 Punkte)

Es sei f eine radialsymmetrische Funktion, d.h. die Funktionswerte seien nur abhängig vom Abstand zum Ursprung $r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, nicht aber von der Richtung $\vec{r}_0 = \frac{\vec{r}}{r}$.

Weise nach, dass für eine solche Funktion $f = f(r)$ gilt: $\text{grad } f(\vec{r}) = f'(r) \cdot \frac{\vec{r}}{r}$!

Tipp: Berechne die partielle Ableitung $\frac{\partial f}{\partial x}$ mit Hilfe der Kettenregel!

Die Kettenregel benötigst du, da „ r “ selbst eine Funktion von „ x, y, z “ ist; Physiker-Kurzschreibweise: $r = r(x,y,z)$. Die partiellen Ableitungen nach y bzw. z lassen sich dann durch Analogieschlüsse, ohne weitere Rechnung, angeben.