

Übungsserie 11

Aufgabe 1: Faradaysches Gesetz I: Rechteckige Leiterschleife (4 Punkte)

Eine rechteckige Leiterschleife mit Kantenlängen b_x und b_y liegt in der x - y -Ebene und bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit $\mathbf{v} = v \mathbf{e}_x$ mit $v \ll c$. Im Bereich $0 \leq x \leq d < b_x$ wirke ein konstantes, homogenes Magnetfeld $\mathbf{B} = B_0 \mathbf{e}_z$.

Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Ringspannung $U(t)$ mit dem Faradayschen Gesetz und skizzieren Sie die Funktion $U(t)$.

Aufgabe 2: Faradaysches Gesetz II: Kreisförmige Leiterschleife (4 Punkte)

Eine kreisförmige Leiterschleife mit Radius R liegt in der x - y -Ebene und bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit $\mathbf{v} = v \mathbf{e}_x$ mit $v \ll c$. Im Bereich $x \geq 0$ wirke ein konstantes, homogenes Magnetfeld $\mathbf{B} = B_0 \mathbf{e}_z$.

Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Ringspannung $U(t)$ mit dem Faradayschen Gesetz und skizzieren Sie die Funktion $U(t)$.

Aufgabe 3: Wellengleichung (2+5+3 Punkte)

In Abwesenheit von Strömen und Ladungen erfüllen die elektromagnetischen Potentiale in Lorenz-Eichung jeweils die homogene Wellengleichung:

$$\square \Phi(\mathbf{r}, t) = 0, \quad \square \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = 0$$

mit dem d'Alembert-Operator \square .

a) Zeigen Sie, dass das elektrische Feld $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ und das Magnetfeld $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ jeweils dieselbe Gleichung erfüllen.

b) Zeigen Sie, dass die Ausdrücke

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{E}_0 \sin(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t)$$

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{B}_0 \sin(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t)$$

die Wellengleichungen lösen. Welche Beziehung muss zwischen der Kreisfrequenz ω und dem Wellenzahlvektor \mathbf{k} bestehen? Untersuchen Sie die gegenseitige Lage von \mathbf{k} , \mathbf{E}_0 und \mathbf{B}_0 .

c) Berechnen Sie die Energiestromdichte der Lösungen aus b) parallel und senkrecht zu \mathbf{k} .