

Elektromagnetische Felder und Wellen

Klausur Frühjahr 2003

Aufgabe 1 (6 Punkte)

In einem Motor wird bei der Leerlaufdrehzahl von 3000 min^{-1} das elektrische Gegenfeld von 1 V/m erzeugt. Der Rotordurchmesser ist 40 cm . Wie groß ist die magnetische Induktion des Stators, in der sich der Rotor bewegt? Die Felder und die Drehbewegung stehen senkrecht aufeinander.

Aufgabe 2 (5 Punkte)

Welches Magnetfeld erzeugt eine elektrische Feldstärke $\vec{E} = E_0 \vec{e}_\phi$ (Zylinderkoordinaten)? E_0 ist eine konstante Amplitude.

Aufgabe 3 (6 Punkte)

Im freien Raum ist eine Leiterschleife in Form eines ebenen gleichseitigen Dreiecks angeordnet. Es fließt ein Linienstrom der Stärke I , die Seitenlänge des Dreiecks ist a . Wie groß ist das magnetische Dipolmoment? Wie groß ist das magnetische Vektorpotenzial in großer Entfernung R vom Schwerpunkt des Dreiecks? Die Zuleitungen sollen vernachlässigt werden. Skizzieren Sie die Anordnung.

Aufgabe 4 (5 Punkte)

Eine ebene Welle breitet sich im unmagnetischen Medium mit der Brechzahl n aus. Sie hat die Form $\vec{E} = E_0 \exp\{i(\beta z - \omega t)\} \vec{e}_x$. Wie groß ist die mechanische Leistungsdichte? Wieviel Leistung wird in x -Richtung durch eine kreisförmige Fläche mit Radius R transportiert?

Aufgabe 5 (8 Punkte)

Das magnetische Vektorpotenzial sei durch $\vec{A} = A_0 \exp\{i(k_x x - \omega t)\} \vec{e}_z$ gegeben. Welche Zeitabhängigkeit muss für die Raumladungsverteilung angenommen werden, wenn Lorentz-Eichung vorliegt?

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Das elektrische Feld einer Welle im Rechteckhohlleiter lautet $E = E_0 \exp\{i(\pi \frac{x}{a} + \pi \frac{y}{b} + \beta z - \omega t)\}$. Wie groß ist β , wenn der Hohlleiter mit Luft gefüllt ist? Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit der Welle?

Aufgabe 7 (8 Punkte)

Gegeben sei eine Welle der Form $\vec{E} = (E_{x,0}\vec{e}_x + E_{y,0}\vec{e}_y) \exp\{-\alpha y\} \exp\{i(k_x x + \beta z - \omega t)\}$, welche sich in einem ladungsfreien Medium ausbreitet. Wie ist die Welle polarisiert? Die komplexen Amplituden $E_{x,0}$ und $E_{y,0}$ sind konstant.

Aufgabe 8 (9 Punkte)

Eine kreisförmige Leiterschleife des Radius R liegt in der xy -Ebene und trägt die Linienladungsdichte ϱ_L . Der Mittelpunkt befindet sich im Ursprung, die Schleife rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω um die z -Achse. Geben Sie die resultierende Stromdichte an. Die Geschwindigkeit eines Aufpunktes \vec{r}' kann durch $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}'$ berechnet werden. Wie groß ist das magnetische Moment? Skizzieren Sie die Anordnung.

Aufgabe 9 (7 Punkte)

Ein homogener Zylinder der Länge L mit Dielektrizitätszahl ε_1 befindet sich im freien Raum. Im Außenraum wirkt das homogene elektrische Feld $E_0 = 1 \text{ V/m}$ parallel zur Symmetrieachse. Auf einer Stirnfläche wird die Oberflächenladungsdichte $|\varrho_S| = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$ gemessen. Wie groß ist die physikalisch sinnvolle Dielektrizitätszahl ε_1 ? Skizzieren Sie die Anordnung.

Aufgabe 10 (8 Punkte)

Eine ebene Welle breitet sich im Vakuum aus und trifft auf ein unmagnetisches Medium mit Brechzahl $n_2 = 2$. Der Normalenvektor der Grenzfläche lautet $\vec{n} = \frac{\vec{e}_x + \vec{e}_y}{\sqrt{2}}$. Der Wellenzahlvektor sei $\vec{k}_1 = k_0 \vec{e}_x$, die Welle ist zu 50% TE und TM polarisiert. Berechnen Sie die reflektierte Welle. Skizzieren Sie die Anordnung in der xy -Ebene.

Aufgabe 11 (10 Punkte)

Eine Hohlkugel mit Außenradius R_2 und Innenradius R_1 wurde magnetisiert. Es gilt $\vec{M} = -\frac{r^2}{R_2^2} M_0 \vec{e}_r$ im Bereich $R_1 \leq r \leq R_2$. Berechnen Sie das skalare magnetische Potenzial Φ_M und das magnetische Feld \vec{H} im Bereich $R_1 \leq r \leq R_2$ unter der Annahme, dass $\Phi_M(R_1) = 0$ ist.

Aufgabe 12 (5 Punkte)

Drei Ladungen Q sind im Abstand a auf der x -Achse symmetrisch zum Ursprung angeordnet. Wie groß ist die in der Anordnung gespeicherte Energie?