

Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2019-1

Aufgabe 1: Aufgabe 2: Aufgabe 3: Σ

Aufgabe 4: Aufgabe 5: Aufgabe 6: Σ

Aufgabe 7: Aufgabe 8: Aufgabe 9: Σ

Gesamtpunktzahl:

Aufgabe 1 (2 Punkte)

Das magnetische Vektorpotenzial für ein bestimmtes Problem lautet in Zylinderkoordinaten

$$\vec{A} = A_0 \exp\{i(kz - \omega t)\} \vec{e}_z \quad .$$

Wie lautet das zugehörige skalare elektrische Potenzial, so dass die Lorenzgleichung erfüllt ist?

Aufgabe 2 (3 Punkte)

Ein Elektron (Masse $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ As) wird in einem elektrischen Feld von 10^5 V/m beschleunigt. Wie lange dauert es, bis das Elektron die Geschwindigkeit von 100 m/s erreicht hat?

Aufgabe 3 (4 Punkte)

Welche Größe hat das magnetische Vektorpotenzial einer homogen in z -Richtung magnetisierten Kugel mit Radius R innerhalb und außerhalb der Kugel, wenn diese sich im freien Raum befindet?

Aufgabe 4 (4 Punkte)

Auf der negativen z -Achse fließt ein Strom der Stärke I in positiver z -Richtung. Wie groß ist das Magnetfeld auf der y -Achse?

Aufgabe 5 (4 Punkte)

Wie lautet die elektrische Feldstärke zum Magnetfeld

$$\vec{H} = H_0 \sin\{2k_0 y\} \exp\{i(1,5k_0 z + \omega t)\} \vec{e}_x$$

in einem unmagnetischen Medium?

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Als Modell für ein Stromversorgungskabel sollen zwei parallele gerade Stromfäden unendlicher Länge mit entgegengesetztem Strom I dienen. Sie haben den Abstand d zueinander. Die kreisrunde Isolation aus einem unmagnetischen Dielektrikum mit ε ist so angebracht, dass es die Stromfäden symmetrisch umhüllt und hat den Durchmesser D . Wie groß ist die magnetische Feldstärke in den beiden Symmetrieebenen?

Aufgabe 7 (10 Punkte)

Im freien Raum befindet sich bei $z = 0$ die Ladungsdichte

$$\varrho_S = \varrho_0 \cos\{0,5k_0x\} \exp\{i\omega t\}$$

und strahlt Wellen zu beiden Seiten ab. Wie lautet deren elektrische Feldstärke?

Aufgabe 8 (10 Punkte)

Von der Grenzfläche $y = 0$ zwischen zwei unmagnetischen Medien laufen die Wellen

$$\vec{H}_1 = H_0(3\vec{e}_x + \vec{e}_y) \exp\{i(k_0(3y - x) + \omega t)\}$$

und

$$\vec{H}_2 = H_0(\vec{e}_x - \vec{e}_y) \exp\{i(\omega t - k_0(y + x))\}$$

weg. Welches magnetische Feld hat diese Wellen erzeugt?

Aufgabe 9 (12 Punkte)

Ein ideal leitfähige runder Stab mit Durchmesser D ist konzentrisch von drei Lagen idealem Dielektrikums mit gleichen Dicken d umhüllt. Die relativen Permittivitäten sind 2, 3 und 4. Auf dem äußeren Dielektrikum liegt eine Elektrode, die gegenüber dem Innenleiter die Spannung U aufweist. Wie ist der Potenzialverlauf innerhalb der Schichten unter der Voraussetzung, dass das Gebilde unendlich lang ist?

Hinweise

$$\int \frac{t}{\sqrt{a^2 + t^2}} dt = \sqrt{a^2 + t^2} \quad (1)$$

$$\int \frac{t}{\sqrt{a^2 + t^2}^3} dt = \frac{-1}{\sqrt{a^2 + t^2}} \quad (2)$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{a^2 + t^2}} dt = \ln\{t + \sqrt{a^2 + t^2}\} \quad (3)$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{a^2 + t^2}^3} dt = \frac{t}{a^2 \sqrt{a^2 + t^2}} \quad (4)$$