

# Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2018-1

Aufgabe 1:            Aufgabe 2:            Aufgabe 3:             $\Sigma$

Aufgabe 4:            Aufgabe 5:            Aufgabe 6:             $\Sigma$

Aufgabe 7:            Aufgabe 8:             $\Sigma$

Gesamtpunktzahl:

Ergebnis:

Bemerkungen:

**Aufgabe 1** (12 Punkte)

In einem ideal leitfähigen Metallrohr mit rechteckigem Querschnitt lautet der Ansatz für das magnetische Vektorpotenzial

$$\vec{A} = A_1 \exp\{i(k_x x + k_y y - \omega t)\} \vec{e}_z + A_2 \exp\{i(-k_x x + k_y y - \omega t)\} \vec{e}_z + \\ A_3 \exp\{i(k_x x - k_y y - \omega t)\} \vec{e}_z + A_4 \exp\{i(-k_x x - k_y y - \omega t)\} \vec{e}_z \quad .$$

Dabei wurde das Koordinatensystem so orientiert, dass die  $z$ -Achse auf der Rohrachse und die beiden anderen Achsen parallel zu den Wänden des Rohres liegen. Die Querschnittsabmessungen sind  $a$  und  $b$  in  $x$ - und  $y$ -Richtung.

- Welche Größe müssen die Werte von  $k_x$  und  $k_y$  aufweisen, damit alle Randbedingungen auf den Wänden des Rohres erfüllt werden?
- Wie lauten die Verhältnisse  $A_2/A_1$ ,  $A_3/A_1$ ,  $A_4/A_1$ ?

## **Aufgabe 2** ( 4 Punkte)

Welche Kraft wirkt im ansonsten freien Raum auf einen quadratischen Stromfaden mit Strom  $J$ , der parallel vor einer Fläche mit konstanter Flächenstromdichte  $j_s$  steht? Die Kantenlänge des Quadrats ist  $a$ , der Abstand zur Fläche ist  $b$ . Der Flächenstrom fließt parallel zur Diagonalen des Stromfadens.

### Aufgabe 3 ( 7 Punkte)

Im freien Raum befindet sich eine kugelförmige Raumladungsverteilung vom Radius  $R$ , deren Dichte durch  $\varrho_V = \left(\frac{R}{r}\right) \varrho_0$  angegeben werden kann ( $r$  gemessen vom Kugelmittelpunkt). Welche Größe hat die elektrische Feldstärke im gesamten Raum?

### Aufgabe 4 (9 Punkte)

Ein Zylinder mit kreisförmigen Querschnitt und Radius  $R$  ist mit seiner Achse auf der  $z$ -Achse und hat die relative Dielektrizitätszahl  $\varepsilon$ . Der Zylinder trägt die konstante Raumladung  $\rho$ . Parallel zur Achse befindet sich eine exzentrische Bohrung mit Radius  $r$ . Der Mittelpunkt der Bohrung hat den Abstand  $a < R - r$  von der  $z$ -Achse.

Wie groß ist die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  in der Bohrung? Es darf angenommen werden, dass der Zylinder und die Bohrung unendlich lang sind.

## **Aufgabe 5** ( 8 Punkte)

Im freien Raum befindet sich ein unendlich langer gerade Stromfaden. Senkrecht zum Stromfaden ist ein kurzer Stromfaden der Länge  $\ell$  so angeordnet, dass er im Abstand  $a > \ell$  beginnt und dort aufgehängt ist. Beide Stromfäden tragen den Strom  $I$ .

Wie groß ist das Drehmoment, das sich im kurzen Draht um seine Aufhängung ausbildet?

## Aufgabe 6 (7 Punkte)

Eine ebene Welle mit magnetischer Feldstärke

$$\vec{H} = H_0 \exp\{i(0,6k_0x + 0,8k_0y - \omega t)\} \vec{e}_z$$

fällt aus Luft auf die ideal leitfähige Grenzfläche bei  $x = 10$ .

Wie lautet die elektrische Feldstärke der reflektierten Welle?

## **Aufgabe 7** ( 5 Punkte)

Eine ebene Welle breitet sich unter  $45^\circ$  in der  $x$ - $y$ -Ebene aus. Die  $x$ -Komponente der elektrischen Feldstärke ist  $1 \text{ V/m}$ , es gibt keine  $z$ -Komponente.

Wie lautet die zugehörige magnetische Feldstärke?

## Aufgabe 8 (8 Punkte)

Ein Lichtstrahl mit elektrischer Feldstärke

$$\vec{E} = E_0 \exp\{i(1,44k_0x - 0,6k_0y + \omega t)\}\vec{e}_z$$

bewegt sich im Wasser. Bei  $x = 0$  ist die Grenzfläche zur angrenzenden Luft.

Wie lautet die elektrische Feldstärke der zugehörigen aus Luft einfallenden Welle?