

# Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2013-2

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

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

Aufgabe 7:            Aufgabe 8:            Aufgabe 9:             $\Sigma$

Aufgabe 10:           Aufgabe 11:           Aufgabe 12:            $\Sigma$

Gesamtpunktzahl:

Ergebnis:

Bemerkungen:

**Aufgabe 1** ( 4 Punkte)

Eine kreisförmige Scheibe vom Radius  $R$  rotiert mit Umfangsgeschwindigkeit  $\vec{v}$ . Wie groß ist  $\nabla \times \vec{v}$  an einem beliebigen Punkt auf der Scheibe?

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

Der reflektierte Anteil einer bezüglich der Ausbreitungsrichtung elliptisch polarisierte Welle ist nach Reflektion an einem unmagnetischen Material der Brechzahl  $n$  zirkular polarisiert. Wie ist der Reflektor bezüglich der Halbachsen der Polarisation positioniert? Begründen Sie die Aussage an Hand von Reflektionsfaktoren.

### Aufgabe 3 ( 5 Punkte)

An einer ungeladenen ebenen Grenzfläche bei  $x = 0$  lauten die elektrischen Felder der hinlaufenden Welle

$$\vec{E}_{\text{in}} = E_0(\vec{e}_x + \vec{e}_y) \exp\{i(k_0x - k_0y - \omega t)\}$$

und der transmittierten Welle

$$\vec{E}_{\text{tr}} = \frac{4}{9}E_0(\vec{e}_x + 2\vec{e}_y) \exp\{i(2k_0x - k_0y - \omega t)\} \ .$$

Wie lautet das elektrische Feld der reflektierten Welle, wenn man unmagnetische Medien voraussetzt?

### Aufgabe 4 (4 Punkte)

Ein kreisförmig gebogener Draht wird von einem zeitlich veränderlichen Magnetfeld durchdrungen. Der Radius der Drahtschleife ist  $R$ , die Schleife ist so angeordnet, dass ihr Zentrum im Ursprung eines Koordinatensystems liegt und die Flächennormale mit der  $z$ -Achse zusammenfällt. Die magnetische Induktion wird in diesem Koordinatensystem durch

$$\vec{B} = B_0 \cos\{\omega t\}(\vec{e}_y + \vec{e}_z)$$

beschrieben. Welche Spannung wird in dem Draht induziert?

**Aufgabe 5** ( 4 Punkte)

In einem homogenen leitfähigen Dielektrikum mit  $\sigma, \varepsilon$  fließt in der Nähe der Grenzfläche  $z = c$  die Stromdichte  $\vec{j} = (j_1\vec{e}_y + j_2\vec{e}_z) \sin\{2\pi t/T\}$ . Welche elektrische Feldstärke stellt sich im angrenzenden Vakuum an der Grenzfläche ein?

**Aufgabe 6** ( 4 Punkte)

Zwei Punktladungen der Stärke  $Q_1$  und  $Q_2$  haben den Abstand  $L$  zueinander. Welche Energie wird frei, wenn sich der Abstand verdoppelt?

**Aufgabe 7** ( 4 Punkte)

Das magnetische Feld einer Welle ist durch

$$\vec{H} = H_0(i\vec{e}_y + \vec{e}_z) \exp\{i(k_0x + \omega t)\}$$

gegeben. Welchen Polarisationszustand weist die Welle bezüglich ihrer Ausbreitungsrichtung auf?

**Aufgabe 8** ( 8 Punkte)

Gegeben sind zwei metallische Kugelschalen mit den Radien  $a$  und  $b$  ( $b > a$ ). Die innere Schale ist geerdet und die äußere Schale trage die Ladung  $q$ . Geben Sie die Ladung der inneren Kugelschale an.

**Aufgabe 9** ( 6 Punkte)

Ein unendlich langer Zylinder mit Innenradius  $R_i$  und Außenradius  $R_a$  werde in Längsrichtung homogen vom Strom  $J$  durchflossen. Geben Sie das Magnetfeld  $\vec{H}$  im gesamten Raum an.

## Aufgabe 10 ( 5 Punkte)

Man betrachte die Grenzfläche zwischen zwei Materialien mit den Größen  $\mu_1, \varepsilon_1, \sigma_1$  und  $\mu_2, \varepsilon_2, \sigma_2$ . Alle Feldstärken seien örtlich konstant, wobei nur  $\vec{E}_1$  bekannt ist. Geben Sie die Größen  $\vec{E}_2, \vec{D}_1, \vec{D}_2, \vec{j}_1$  und  $\vec{j}_2$  an, wenn

- a) die Grenzfläche ungeladen ist und beide Materialien zwar unterschiedliche, aber ideale Isolatoren sind.
- b) ein Material ideal leitet, das andere ein realer Isolator und zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  die Grenzfläche mit  $\varrho_0$  geladen ist.

**Aufgabe 11** ( 3 Punkte)

Zwischen zwei konzentrischen leitenden Kugelschalen (Kugelkondensator) mit den Radien  $a$  und  $b$  ( $b > a$ ) liegt die Spannung  $U_0$  an. Es existiert kein  $\vec{E}$ -Feld außerhalb der äußeren Schale. Berechnen Sie die Kapazität dieser Anordnung!

**Aufgabe 12** ( 8 Punkte)

Eine runde Spule mit  $N$  Windungen und Radius  $R_s$  steht senkrecht zu einem homogenen Magnetfeld  $\vec{H}$ . Die Spule ist zu einem Ampèremeter und Widerstand  $R$  verbunden, so dass Strom gemessen werden kann. Welche Ladung fließt durch die Spule, wenn sie um  $180^\circ$  im Magnetfeld gedreht wird?