

# Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2014-1

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:	$\Sigma$
Aufgabe 13:			$\Sigma$

Gesamtpunktzahl:

Ergebnis:

Bemerkungen:

### Aufgabe 1 (4 Punkte)

Gegeben ist das magnetische Feld  $\vec{B} = B_0(0.1\vec{e}_x + 2\vec{e}_y)$  in einem Medium mit relativer Permeabilität  $\mu = 100$ . Das Medium füllt den Halbraum  $x \geq 0$ , der an Luft grenzt. Skizzieren Sie in der  $x$ - $y$ -Ebene den Verlauf der Feldlinie von  $\vec{B}$ , die durch den Punkt  $P_0 = (-0.3, 0, 0)_R$  geht. Bestimmen Sie 6 Punkte auf der Feldlinie im Abstand  $\Delta x = 0.1$  in positiver  $x$ -Richtung ausgehend von dem Punkt  $P_0$ .

## Aufgabe 2 ( 5 Punkte)

Eine ebene Welle läuft unter dem Winkel  $\Theta = \pi/4$  auf die Grenzfläche  $(\vec{e}_x - \vec{e}_y) \circ (\vec{r} - r_0 \vec{e}_x) = 0$  zu. Die  $y$ -Komponente des Wellenzahlvektors ist positiv, die  $x$ - und  $z$ -Komponenten sind gleich Null. Berechnen Sie den Wellenzahlvektor der transmittierten Welle unter der Voraussetzung, dass sich die einfallende Welle in einem Medium mit Brechzahl  $n = 2$  bewegt, welches an Luft grenzt.

**Aufgabe 3** ( 5 Punkte)

Im freien Raum werden die Wellen  $\vec{H}_1 = H_0 \exp\{i(kx - \omega t)\}(\vec{e}_y - i\vec{e}_z)$  und  $\vec{H}_2 = 2H_0 \exp\{i(kx - \omega t)\}(i\vec{e}_y + \vec{e}_z)$  miteinander überlagert. Wie ist das resultierende elektrische Feld polarisiert?

**Aufgabe 4** ( 4 Punkte)

Die Welle  $\vec{H}_1 = H_0 \exp\{i(kx + \omega t)\}(\vec{e}_y - \vec{e}_z)$  trifft auf die Grenzfläche  $(\vec{e}_y + \vec{e}_z) \circ \vec{r} = 0$ . Wie ist die Welle bezüglich der Grenzfläche polarisiert?

### Aufgabe 5 (8 Punkte)

Eine Welle fällt aus Luft auf die ebene Grenzfläche  $y = 0$ . Im angrenzenden unmagnetischen Medium wird das elektrische Feld  $\vec{E}_2 = E_0 \exp\{i[k_0x - k_0y + \omega t]\}(\vec{e}_x + \vec{e}_y)$  gemessen. Wie lautet das elektrische Feld der einfallenden Welle?

**Aufgabe 6** ( 2 Punkte)

In einem Medium mit relativer Dielektrizitätszahl  $\varepsilon$  wird die elektrische Feldstärke  $1 \text{ V/m} \sin\{2\pi \frac{x}{1 \text{ cm}}\} \vec{e}_x$  gemessen. Wie groß ist die Polarisationsladungsdichte?

### **Aufgabe 7** ( 4 Punkte)

In einem geraden Linienleiter der Länge  $\ell$  wird die Stromdichte  $I \cos\{\pi \frac{u}{\ell} - \omega t\}$  gemessen, wobei  $u$  die Entfernung von der Mitte des Leiters ist. Wie groß ist die Ladungsdichte an den Enden des Leiters?



## **Aufgabe 8** ( 9 Punkte)

Im freien Raum liegt eine ebene kreisförmige Linienladung mit Radius  $a$ . Die Ladungsstärke ändert sich zeitlich harmonisch und ist entlang des Umfangs sinusförmig verteilt, wobei auf dem Umfang genau eine Periode durchschritten wird. Wie groß ist das elektrische Feld auf der Kreisachse im Raum?

## Aufgabe 9 (9 Punkte)

Ein monochromatischer Lichtstrahl passiert zwei unmagnetische, planparallele Plättchen, deren Materialeigenschaften durch  $n_1 = 2$  bzw.  $n_2 = 3$  beschrieben sind. Beide Plättchen stehen jeweils im Brewsterwinkel im Strahlengang und haben dieselbe Einfallsebene. Bevor der Lichtstrahl auf das erste Plättchen trifft, ist das Verhältnis der  $TE$ - und  $TM$ -Amplitude gleich. Geben Sie das Verhältnis des  $TE$ - und  $TM$ -Anteils an, nachdem das Licht beide Plättchen passiert hat.

**Aufgabe 10** (4 Punkte)

Eine ungeladene dielektrische Kugel mit Radius  $R$  und Dielektrizitätszahl  $\varepsilon_1$  sei von einem homogenen, isotropen Dielektrikum mit Dielektrizitätszahl  $\varepsilon_2$  umgeben. Das Feld innerhalb und außerhalb der Kugel ist durch

$$\vec{E}(\vec{r}) = E_0 \cdot \frac{3\varepsilon_2}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2} \vec{e}_z$$

bzw.

$$\vec{E}(\vec{r}) = \left[ E_0 - E_0 \cdot R^3 \cdot \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2} \left( \frac{\vec{e}_z}{r^3} - \frac{3z\vec{r}}{r^5} \right) \right] \vec{e}_z$$

gegeben. Geben Sie das Dipolmoment der Kugel an.

**Aufgabe 11** ( 3 Punkte)

Eine ebene Welle breitet sich im Medium 1 ( $n_1$ , unmagnetisch) aus und fällt unter dem Winkel  $\theta$  auf die Grenzfläche zu Medium 2 ( $n_2$ , unmagnetisch). Legen Sie ein Koordinatensystem fest und geben Sie die Wellenzahlvektoren der einfallenden, reflektierten und transmittierten Welle in diesem Koordinatensystem an.

**Aufgabe 12** ( 5 Punkte)

Ein Zylinderkondensator bestehend aus zwei koaxialen Zylindern der Länge  $l$  mit Radien  $R_1$  und  $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) befindet sich im Vakuum. Auf dem inneren Zylinder herrscht das Potenzial  $V_1$ , auf dem äußeren Zylinder befindet sich die Ladung  $Q_2$ . Beide Zylinder sind homogen geladen. Feldverzerrungen an den Enden sind zu vernachlässigen. Bestimmen Sie den Potentialverlauf unter den gegebenen Randbedingungen.

**Aufgabe 13** ( 5 Punkte)

Durch einen rechteckigen Leiter mit der Querschnittsfläche  $A = a \cdot b$  ( $a$  in  $x$ -Richtung,  $b$  in  $z$ -Richtung) und der Länge  $l$  (in  $y$ -Richtung) fließt ein homogener Strom  $I \cdot \vec{e}_y$ . Der Leiter wird zusätzlich homogen vom magnetischen Fluss  $\vec{B} = -B_0 \cdot \vec{e}_x$  durchsetzt. Zwischen Ober- und Unterseite des Leiters fällt die Spannung  $U$  ab. Wie groß ist die Ladungsträgerdichte im Leiter?