



## Aufgabe 1 (5 Punkte)

An der Oberfläche eines idealen ebenen Leiters im Bereich  $x \leq 0$  gilt für die Ladungsdichte  $\varrho = \varrho_0 \exp\{i(\omega t - az)\}$ . Wie gross ist  $\vec{H}$  im Bereich  $x > 0$ ? Wie groß ist  $\vec{j}$  auf der Oberfläche des Leiters?

## Aufgabe 2 (7 Punkte)

Ein Kreisring ist mit  $Q$  geladen. Die Achse des Rings liegt auf der  $z$ -Achse. Der Ring hat den Durchmesser  $D$ . Im Abstand  $h$  über dem Zentrum des Rings sitzt eine punktförmige Ladung  $q$ . Wie groß ist die Kraft  $\vec{F}$ , die auf die Punktladung  $q$  wirkt?

### Aufgabe 3 (4 Punkte)

Zwei mit  $\pm Q$  geladene, sehr große Platten befinden sich sehr nahe zueinander. Welche mechanische Arbeit ist nötig, um die Platten auf den Abstand  $d$  zu bringen?

### Aufgabe 4 (7 Punkte)

Gegeben ist das magnetische Vektorpotential  $\vec{A} = A_0 \exp\{i(\omega t - az) - by\} \vec{e}_x$  im Bereich  $y < 0$ . Das skalare elektrische Potential ist Null. Wie müssen  $a$ ,  $b$  und  $\omega$  in Beziehung stehen, wenn kein Strom fließt?

### Aufgabe 5 (6 Punkte)

Gegeben ist ein in  $z$ -Richtung unendlich ausgedehntes Prisma der Brechzahl  $n$  im freien Raum. Der Querschnitt des Prismas ist ein gleichschenkliges Dreieck, wie in der Abbildung skizziert. Ein Lichtstrahl fällt senkrecht zur  $z$ -Achse auf das Prisma, so dass der Strahl innerhalb des Prismas parallel zur Basis verläuft (siehe  $k$ -Vektor in der Abbildung). Wie ist der Winkel  $\phi$  zu wählen, damit das Licht beim Verlassen des Prismas die gleiche Leistung hat wie beim Eintritt. Geben Sie die Richtung von  $\vec{E}$  oder  $\vec{H}$  an.

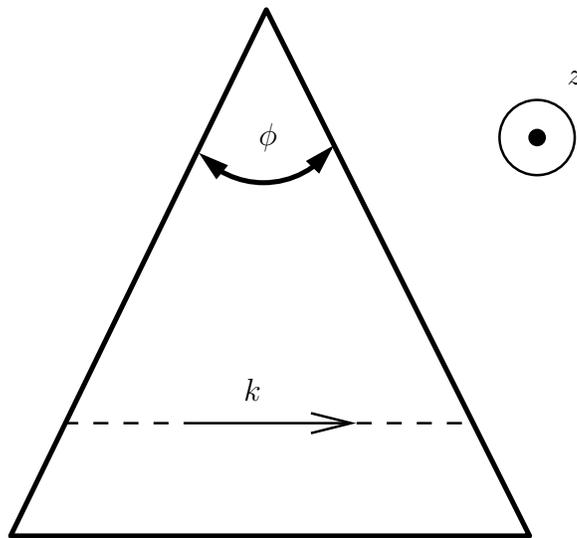


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Prismenquerschnitts.

## Aufgabe 6 (7 Punkte)

In einer dielektrischen Kugel vom Radius  $R$  herrscht das elektrische Feld

$$\vec{E} = r/3G_r\vec{e}_r + 1/r \sin\{\theta\} G_\theta\vec{e}_\theta . \quad (1)$$

Wie groß ist innerhalb der Kugel die Raumladungsdichte und wie stark ist die Kugel insgesamt geladen?

### Aufgabe 7 (4 Punkte)

In einem schlecht isolierenden Dielektrikum wird die Ladungsdichte  $\varrho = \varrho_0 \cdot \sin\{ax\} \cdot \cos\{\omega t\}$  gemessen. Welche Stromdichte fließt durch das Medium?

### Aufgabe 8 (3 Punkte)

Im freien Raum fließen die Linienströme  $\vec{j}_1 = j_1 \cdot \delta\{x\}\delta\{y\}\vec{e}_z$  und  $\vec{j}_2 = j_2 \cdot \delta\{z\}\delta\{p - \alpha\} \cdot \vec{e}_\phi$ . Wie groß ist die Kraftwirkung der Ströme aufeinander?

**Aufgabe 9** ( 3 Punkte)

Eine elliptische Leiterschleife mit infinitesimal kleinem Spalt und unbegrenzter Leitfähigkeit wird axial vom Magnetfeld  $B = B_0 \cdot \cos\{\omega t\}$  durchsetzt. Die beiden Halbachsen der Ellipse sind  $a$  und  $b$ . Welche Spannung kann man am Spalt messen?

**Aufgabe 10** ( 4 Punkte)

Das skalare elektrische Potenzial zum elektrischen Feld  $\vec{E} = E_0 \cdot \vec{e}_x \exp\{ax + by - \omega t\}$  lautet  $\phi_{\text{el}} = \phi_0 \exp\{ax + by - \omega t\}$ . Welche Größe hat das zugehörige magnetische Feld  $\vec{H}$ ?

### Aufgabe 11 (3 Punkte)

Im Bereich  $x \leq a$  herrscht das magnetische Feld

$$\vec{H} = H_0 \cos\left\{\pi\frac{x}{a}\right\} \cdot \cos\left\{\pi\frac{y}{b}\right\} \cdot \exp\{i(\omega t - \beta z)\} \vec{e}_z$$

Der angrenzende Bereich  $x > a$  ist feldfrei. Wie groß ist die Stromdichte in der Grenzfläche?

## Aufgabe 12 ( 4 Punkte)

Wie muss das skalare elektrische Potential gewählt werden, damit die Wellengleichungen für  $\vec{A}$  und  $\phi_{\text{el}}$  mit  $\vec{A} = A_0 \cdot \exp\{i(\omega t - ax - \beta z)\} \vec{e}_z$  entkoppelt sind?

**Aufgabe 13** ( 6 Punkte)

In der Beschreibung einer Grenzfläche wird folgende falsche Angabe gemacht:  
„Das magnetische Feld der einfallenden Welle wird durch

$$H = H_0(\cos\{ay - \omega t\} \cdot \cos\{bz\} + \sin\{ay - \omega t\} \cdot \sin\{bz\})$$

beschrieben. Das Feld weist senkrecht auf die Grenzfläche zum angrenzenden Medium bei  $z = 0$ .“

Erweitern Sie die Angabe des Feldes  $\vec{H}$  so, dass eine korrekte Darstellung entsteht ( $\vec{H} = 0$  wird nicht anerkannt).

**Aufgabe 14** ( 3 Punkte)

Wie ist die Welle

$$\vec{E} = E_0 \begin{pmatrix} \sin\{\omega t - \beta z\} \\ \cos\{\omega t - \beta z\} \\ 0 \end{pmatrix}$$

polarisiert?

**Aufgabe 15** ( 6 Punkte)

Bestimmen Sie den TE und TM Anteil von  $\vec{H} = H_0 \cdot \vec{e}_y \cdot \exp\{i(\omega t - ax + \beta z)\}$  bezüglich der Grenzfläche mit  $\vec{n} = 0.6 \vec{e}_x + 0.8 \vec{e}_y$

**Aufgabe 16** ( 8 Punkte)

An der Grenzfläche  $y = 0$  lautet das Feld der einfallenden Welle ( $y > 0$ )

$$E_{\text{in}} = E_0 \cdot \exp\{i(\omega t - 2k_0x + k_0y)\} \cdot \vec{e}_z.$$

Die transmittierte Welle wird durch

$$E_{\text{tr}} = A E_0 \exp\{k_0y + i(\omega t - 2k_0x)\} \vec{e}_z \quad ; \quad A \in \mathbb{C}$$

beschrieben. Wie groß ist  $A$ , wenn beide Medien unmagnetisch sind?

### **Aufgabe 17** ( 8 Punkte)

Bei  $y = a$  stoßen zwei magnetische Medien aneinander. Sie werden durch die Materialgrößen  $\mu_1$  und  $\mu_2 = 8\mu_1$  für  $y < a$  bzw.  $y \geq a$  beschrieben. In beiden Fällen ist  $\varepsilon = 1$ . Im Bereich  $y > a$  fällt eine Welle unter den Winkel von  $45^\circ$  auf die Grenzfläche. Wie lautet der Wellenzahlvektor der transmittierten Welle?

### **Aufgabe 18** ( 3 Punkte)

Die planare Oberfläche einer ideal leitfähigen Platte bei  $z = 0$  ist mit der Ladungsdichte  $\varrho = \varrho_0 \sin\{\pi x/a\} \cos\{\pi y/b\}$  geladen. Welche Größe hat das elektrische Feld an der Grenzfläche im ansonsten freien Raum?

## **Aufgabe 19** ( 4 Punkte)

Eine ideal leitfähige, unendlich lange, infinitesimal dünne, gerade Leiterbahn der Breite  $d$  wird homogen vom Strom  $J$  durchflossen. Wie groß ist die magnetische Induktion im Raum? Geben Sie den vollständigen Ausdruck (Differentialgleichung/Integral) an, der zur Lösung führt. Dabei müssen alle Größen korrekt eingesetzt und aufgelöst werden. Der Ausdruck selbst soll nicht gelöst werden.