

## Klausur Herbst 1999

### Aufgabe 1 (3 Punkte)

Welche Größe hat das Potential der Raumladung

$\rho_v = Q \left( \delta\{\vec{r} - \frac{d}{2}\vec{e}_x\} - \delta\{\vec{r} + \frac{d}{2}\vec{e}_x\} \right) \delta\{y\}\delta\{z\}$  im freien Raum mit der relativen Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon$  ?

### Aufgabe 2 (5 Punkte)

Welche Raumladungsverteilung wird durch die Stromdichte  $\vec{j} = j_0\vec{e}_x \sin\{\omega t - \frac{r}{r_0}\}$  ( $r$  in Kugelkoordinaten) erzeugt? Gesucht ist nur die Verteilung freier Raumladungen.

### Aufgabe 3 (5 Punkte)

Wie groß ist das Vektorpotential der elliptischen Stromschleife bei  $\vec{r} = a \cos\{\varphi\}\vec{e}_x + b \sin\{\varphi\}\vec{e}_y$ . Die Stromstärke im Faden ist  $I$ . Es genügt den Integralausdruck anzugeben, wenn alle Größen richtig substituiert wurden.

### Aufgabe 4 (5 Punkte)

In Kugelkoordinaten lautet die Darstellung der magnetischen Induktion  $\vec{B} = B_0\vec{e}_\phi$ . Wie groß ist der Teil des felderzeugenden Stromes, der durch die rechteckige Fläche mit Ausdehnung  $a$  bzw.  $b$  in  $x$ - bzw.  $y$ -Richtung, Mittelpunkt bei  $(x, y, z) = (a, b, 0)$ , fließt? Die Angabe des vollständig substituierten Integralausdrucks in kartesischen Koordinaten genügt.

### Aufgabe 5 (8 Punkte)

Wie groß ist die elektrische Energiedichte, die zu dem Potential  $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_0} \exp\{-\frac{r}{r_0}\}$  (Kugelkoordinaten) gehört?

**Aufgabe 6** (6 Punkte)

Welche Polarisation  $\vec{P}$  stellt sich in einem Raum mit der relativen Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  ein, durch den eine Linienladung  $\rho_l$  entlang der  $x$ - Achse läuft?

**Aufgabe 7** (5 Punkte)

Zwei in  $x$ - und  $z$ - Richtung unendlich ausgedehnte Platten sind ideal leitfähig und befinden sich bei  $y = \pm b$ . Zwischen den geerdeten Platten befindet sich in der Ebene  $z = c$  eine Elektrode mit dem Potential  $V\{z = c\} = V_c = V_0 \cos\left\{\frac{\pi}{2b}y\right\}$ . Welches Potential stellt sich zwischen den Platten im Bereich  $z \geq c$  ein?

**Aufgabe 8** (4 Punkte)

Wie lautet die zeitabhängige Greensche Funktion einer Kugel vom Radius  $R$  im freien Raum?

**Aufgabe 9** (6 Punkte)

Wie groß ist das magnetische Dipolmoment einer kreisförmigen Leiterschleife vom Radius  $a$ , wenn die Stromdichte sinusförmig mit  $\vec{j} = I_0 \delta\{z\} \delta\{\rho - a\} \sin\{2\phi\} \vec{e}_\phi$  (Zylinderkoordinaten) schwankt?

**Aufgabe 10** (3 Punkte)

Welche freie Stromdichte erzeugt das Magnetfeld  $\vec{H} = H_0 \vec{e}_\theta \sin\{\theta\}$  (Kugelkoordinaten)?

**Aufgabe 11** (15 Punkte)

In einem leitfähigen Dielektrikum mit  $\sigma_1$  und  $\epsilon_1$  herrscht die Stromdichte  $\vec{j} = j_1 \vec{e}_x \cos\{\omega t\}$ . Das Dielektrikum grenzt an ein zweites Medium mit  $\sigma_2$  und  $\epsilon_2$ . Die ebene Trennfläche schneidet die  $x$ - Achse bei  $a$  und wird durch den Normalenvektor  $\sqrt{2}\vec{n} = \vec{e}_x - \vec{e}_z$  charakterisiert. Welche zeitabhängige Oberflächenladungsdichte herrscht auf der Grenzfläche? Verwenden Sie die Stetigkeitsbedingungen, die aus der Kontinuitätsgleichung und dem

differentiellen Gaußschen Gesetz für die dielektrische Verschiebung folgen. Rechnen mit komplexen Größen erleichtert die Lösung!

### Aufgabe 12 (7 Punkte)

Das elektromagnetische Feld in einem Volumenbereich mit  $\epsilon$  und  $\mu$  ist durch  $\vec{E} = E_0 \vec{e}_x \sin\{\omega t\}$  und  $\vec{H} = (H_{0y} \vec{e}_y + H_{0z} \vec{e}_z) \cos\{\omega t\} = \vec{H}_0 \cos\{\omega t\}$  gegeben. Wie groß ist die elektrische Verlustleistungsdichte  $\vec{j} \circ \vec{E}$  in dem Volumenbereich? Beachten Sie  $E_0 = Z \|\vec{H}_0\|$ .

### Aufgabe 13 (4 Punkte)

Das in Kugelkoordinaten dargestellte magnetische Vektorpotential laute  $\vec{A} = A_0 \sin\{\omega t\} \frac{r_0}{r} \vec{e}_\theta$ . Wie groß ist das skalare elektrische Potential in Lorentz- Eichung?

### Aufgabe 14 (13 Punkte)

In einem geschichteten Medium breitet sich eine ebene Welle in positive  $z$ - Richtung aus. Eine Grenzfläche zwischen zwei Schichten schneidet die  $z$ - Achse bei  $z = -c$  und ist durch den Normalenvektor  $\sqrt{3} \vec{n} = \vec{e}_x + \vec{e}_y + \vec{e}_z$  gekennzeichnet. Der elektrische Feldvektor hat die Komponenten  $\vec{E} = E_0 (\vec{e}_y - \vec{e}_x)$ . Wie groß ist der Reflexionsfaktor  $r$  der Welle, wenn die Brechzahl in den unmagnetischen homogenen Schichten  $n_1$  bzw.  $n_2$  unterhalb bzw. oberhalb  $z = -c$  ist?