

Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2011-1

Aufgabe 1:	Aufgabe 2:	Aufgabe 3:	Σ
Aufgabe 4:	Aufgabe 5:	Aufgabe 6:	Σ
Aufgabe 7:	Aufgabe 8:	Aufgabe 9:	Σ
Aufgabe 10:	Aufgabe 11:	Aufgabe 12:	Σ
Aufgabe 13:	Aufgabe 14:	Aufgabe 15:	Σ
Aufgabe 16:	Aufgabe 17:	Aufgabe 18:	Σ
Aufgabe 19:			Σ

Gesamtpunktzahl:

Ergebnis:

Bemerkungen:

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Gegeben sind die folgenden elektrischen und magnetischen Feldkomponenten:

1. $\vec{E}_1(\vec{r}) = E_0 \cos\{kz - \omega t\} \vec{e}_x$

2. $\vec{E}_2(\vec{r}) = -iE_0 \cdot \exp\{-i(kz - \omega t)\} \vec{e}_y$

3. $\vec{E}_3(\vec{r}) = E_0(1 + 2 \cdot \cos\{kz - \omega t\}) \vec{e}_x$

4. $\vec{H}_a(\vec{r}) = i \frac{D_0}{\omega Z^2 \varepsilon^2 \varepsilon_0^2} \cdot \exp\{-i(kz - \omega t)\} \vec{e}_x$

5. $\vec{B}_b(\vec{r}) = -\frac{E_0}{2\omega} (\exp\{-i(\omega t - kz)\} - \exp\{i(\omega t - kz)\}) \vec{e}_y$

6. $\vec{B}_c(\vec{r}) = \frac{E_0 k}{\omega} 2 \cos\{\omega t - kz\} \vec{e}_y$

Der Wellenwiderstand Z ist folgendermaßen definiert:

$$Z = \sqrt{\frac{\mu\mu_0}{\varepsilon\varepsilon_0}}$$

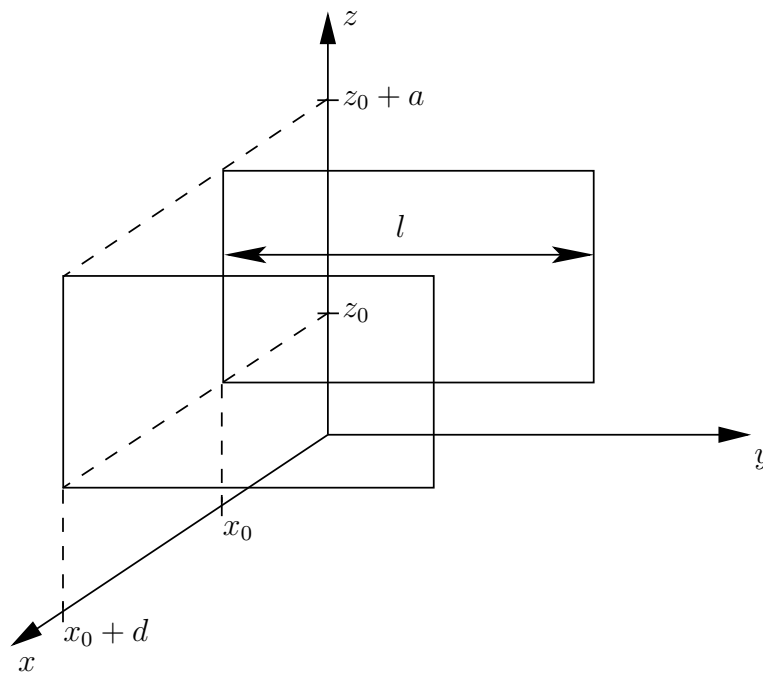
Entscheiden Sie, welche elektrischen und magnetischen Feldkomponenten zusammengehören. Einfaches Zuordnen wird nicht als Lösung akzeptiert, eine ausreichende Begründung bzw. Rechnung ist verlangt!

Aufgabe 2 (4 Punkte)

Zwei Elektroden befinden sich entsprechend der Skizze im Abstand d voneinander. Der Zwischenraum ist mit einem Dielektrikum gefüllt, wobei

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \frac{z - z_0 + a}{a}$$

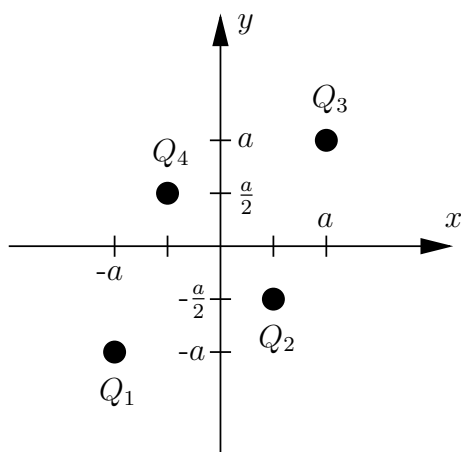
gilt. Die Spannung zwischen den Elektroden ist U . Randeffekte sind nicht zu berücksichtigen.



Welche Ladung befindet sich auf der Elektrode bei $x_0 + d$?

Aufgabe 3 (4 Punkte)

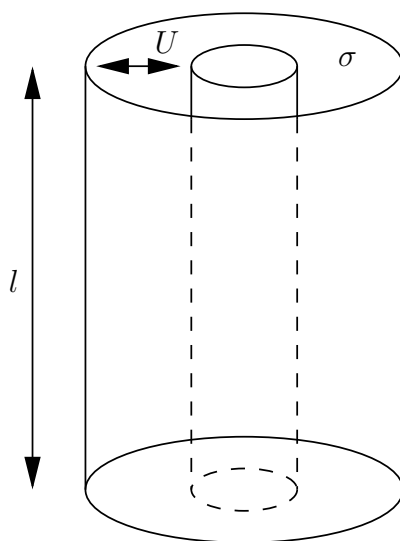
Gegeben ist eine zweidimensionale Anordnung von vier Punktladungen entsprechend der Skizze, wobei $Q_1 = Q_3 = +Q$ und $Q_2 = Q_4 = -Q$ gilt.



Welche Feldstärke herrscht in den Koordinaten $(0/0)$ und $(-a/a)$? Rechnung bzw. Begründung erforderlich!

Aufgabe 4 (9 Punkte)

Gegeben sind 2 Elektroden, die als Koaxialkabel angeordnet sind (siehe Skizze) mit den Innenradius r_i und Außenradius r_a . Das Material zwischen den Elektroden besitzt die homogene Leitfähigkeit σ . Desweiteren liegt zwischen den Elektroden die Spannung U an. Andere Spannungsabfälle sind nicht vorhanden.



Bestimmen Sie den Strom, welcher von der inneren zur äußeren Elektrode fließt.

Aufgabe 5 (6 Punkte)

Eine zirkular polarisierte Welle fällt aus dem Vakuum unter dem Winkel $\theta_i = 60^\circ$ auf die Grenzfläche zum Material mit den Eigenschaften $\varepsilon = 2$ und $\mu = 2$. Wieviel von der einfallenden Leistung wird an der Grenzfläche reflektiert?

Das Material hat nun die Eigenschaften $\varepsilon = 3$ und $\mu = 1$. Welcher Wert ergibt sich für den Reflexionsfaktor des zur Einfallsebene parallel polarisierten Anteils?

Aufgabe 6 (8 Punkte)

Ein in x und y -Richtung unendlich ausgedehnter Plattenkondensator ist mit einem Dielektrikum mit $\varepsilon = \exp\left\{-\frac{z}{d}\right\}$ gefüllt. Die Kondensatorplatte bei $z = d$ hat das Potenzial V_0 , die Platte bei $z = 0$ hat das Potenzial $V = 0$. Bestimmen Sie den Potenzialverlauf im Dielektrikum. Wie lautet das Potential, wenn das Medium zwischen den Platten zusätzlich die Leitfähigkeit σ hat?

Aufgabe 7 (6 Punkte)

Eine ebene Welle mit $\vec{k}_1 = n_1 k_0 \vec{e}_x$ im Medium mit der Brechzahl n_1 trifft auf eine ebene Grenzfläche mit der Flächennormalen $\vec{n} = (\vec{e}_x - 2\vec{e}_z)/\sqrt{5}$. Wie lautet der Wellenzahlvektor im angrenzenden Medium mit der Brechzahl $n_2 > n_1$?

Aufgabe 8 (8 Punkte)

Entlang der z -Achse sind geschlossene Kreisschleifen angeordnet. Beginnend mit einer Schleife bei $z = d/2$, in der der Strom I in $+\varphi$ -Richtung orientiert ist, wechselt die Orientierung der Stromrichtung zwischen den im Abstand d benachbarten Leiterschleifen. Jede einzelne Schleife hat den Radius R und die von der Schleife aufgespannte Fläche liegt in der xy -Ebene mit Mittelpunkt auf der z -Achse. Bestimmen Sie das Magnetfeld \vec{B} auf der z -Achse.

Aufgabe 9 (5 Punkte)

Eine Welle im Medium n_1 mit $\vec{E} = E_0 \cdot \exp\{i(\omega t + k_0 x/\sqrt{2} - k_0 z/\sqrt{2})\}(\vec{e}_x + \vec{e}_z)$ fällt auf eine Grenzfläche mit $\vec{n} = \vec{e}_x$ zum Medium $n_2 = n_1/3$. Beide Medien sind unmagnetisch. Wie sind die einfallende Welle und die an der Grenzfläche reflektierte Welle polarisiert (linear, elliptisch, zirkular)?

Aufgabe 10 (5 Punkte)

Eine nichtisoliertes Hochspannungskabel liegt in gerader Linie auf der Erdoberfläche. Bedingt durch den Ableitstrom nimmt der Strom im Kabelquerschnitt mit 100 A/m entlang des Kabels ab. Das Kabel ist ideal leitfähig und der Kabelquerschnitt ist vernachlässigbar klein. Die unendlich ausgedehnte ebene Gegenelektrode ist sehr tief im Erdreich mit $\epsilon = 10$ und $\sigma = 0.01 \text{ 1/(\Omega \cdot m)}$ vergraben. Bestimmen Sie das elektrische Feld auf der Erdoberfläche in Betrag und Richtung.

Aufgabe 11 (3 Punkte)

Außerhalb einer dielektrischen Kugel mit Radius R und relativer Dielektrizitätszahl ε herrscht die Feldstärke $\vec{E} = E_0/r^2\vec{e}_r$. Für die Beschreibung wurde der Ursprung des Koordinatensystems auf die Kugel zentriert. Welche Ladung enthält die Kugel?

Aufgabe 12 (5 Punkte)

In einem homogenen leitfähigen Medium mit σ, ε fließt in der Nähe der Grenzfläche $y = 0$ die Stromdichte $\vec{j} = (j_1\vec{e}_x + j_2\vec{e}_y) \sin\{2\pi t/T\}$. Welche Feldstärke stellt sich im angrenzenden Vakuum an der Grenzfläche ein?

Aufgabe 13 (3 Punkte)

In einem Magnetron durchlaufen Elektronen (Masse m_e , Ladung e) eine Kreisbahn vom Radius R mit der Frequenz f . Welche Richtung und Größe muss ein Magnetfeld haben, dass die Elektronen auf der Kreisbahn hält?

Aufgabe 14 (3 Punkte)

Im freien Raum herrscht das konstante Magnetfeld \vec{B} . Eine kreisförmige Leiterschleife mit infinitesimalem Spalt und Radius R wird so angeordnet, dass ihr Querschnitt senkrecht vom Feld durchsetzt wird. Der Umfang der Leiterschleife wächst in der Zeit T gleichmäßig auf das Doppelte an. Welche Spannung wird in der Leiterschleife induziert?

Aufgabe 15 (3 Punkte)

Eine Punktladung Q befindet sich im Abstand d zu einer homogenen Linienladung der Stärke ρ_L . Welche Energie muss aufgebracht werden, um den Abstand zwischen den Ladungen auf ein Zehntel zu reduzieren?

Aufgabe 16 (4 Punkte)

Im Inneren eines unendlich langen, geraden, ideal leitfähigen Metallrohres mit Querschnittabmessungen $a \times b$ herrscht das elektrische Feld $\vec{E} = E_0 \sin\{\pi x/a\} \cosh\{\pi z/a\} \vec{e}_y$. Hier wurde angenommen, dass eine Kante des Rohres auf der z -Achse liegt und dass die Seite mit Länge a parallel zur x -Achse orientiert ist. Welche Oberflächenladung wird auf den Rohrwänden induziert?

Aufgabe 17 (6 Punkte)

Auf einer ebenen nicht leitfähigen Platine fließt der Strom J in einer Leiterschleife, die die Form eines regelmäßigen Sechsecks mit Kantenlänge a hat. Wie groß ist das Magnetfeld \vec{B} im Abstand $2a$ zum Zentrum der Leiterschleife? Der Querschnitt der Leiterschleife kann infinitesimal klein angenommen werden. Hinweis: die Fläche eines gleichseitigen Dreiecks mit Kantenlänge a ist $\sqrt{3} a^2/4$.

Aufgabe 18 (2 Punkte)

Welche Polarisation weist die Welle $\vec{H} = H_0 \exp\{i(k_0 z - \omega t)\}(\vec{e}_x - i\vec{e}_y)$ auf?

Aufgabe 19 (2 Punkte)

Wie ist die Welle $\vec{H} = H_0 \exp\{i(k_0 z - \omega t)\}(\vec{e}_x - \vec{e}_y)$ bezüglich der Grenzfläche $(\vec{r} + a\vec{e}_x) \circ (\vec{e}_x + \vec{e}_y) = 0$ polarisiert?