Universität des Saarlandes
Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Physik und Mechatronik

Fachrichtung 7.1–Theoretische Physik
Dr. Harald O. Jeschke
Gebäude E 2 6, Zi. 4.21
Tel. (0681) 302 57409

Saarbrücken, 22.7.2008

Klausur zur Theoretischen Physik II, SS 2008

(Zugelassene Hilfsmittel: Ein einseitig handbeschriebenes DIN A4-Blatt)

Name: ______________________ Vorname: ______________________

Geburtsdatum: ______________________ Geburtsort: ______________________

Matrikelnummer: ______________________ Studiengang: ______________________

	1	2	3	4	5	6	Σ
bearbeitet							
Punkte							

Bitte jede Aufgabe auf einem neuen Blatt beginnen.

Aufgabe 1 (10 Punkte)
(Fragen) (je 1 Punkt)

a) Wie lauten die Maxwellschen Gleichungen in Materie?

b) Was versteht man unter *dielektrischer Polarisation*? (Erklärung+Gleichung)

c) Was versteht man unter dem *magnetischen Fluss*? (Erklärung +Definitionsgleichung)

d) Was ist eine *Dirichletsche Randbedingung*?

e) Begründen Sie kurz, warum das Coulomb-Gesetz nur für ruhende oder sich langsam bewegende Ladungen gilt.

f) Warum müssen monochromatische ebene elektromagnetische Wellen im Vakuum immer transversal sein?

g) Was sind die *Kirchhoffschen Regeln?*

h) Wie lauten die allgemeinen Stetigkeitsbedingungen für das makroskopische magnetische Feld beim Übergang über Grenzflächen zwischen zwei Medien mit unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften? (2 Gleichungen)

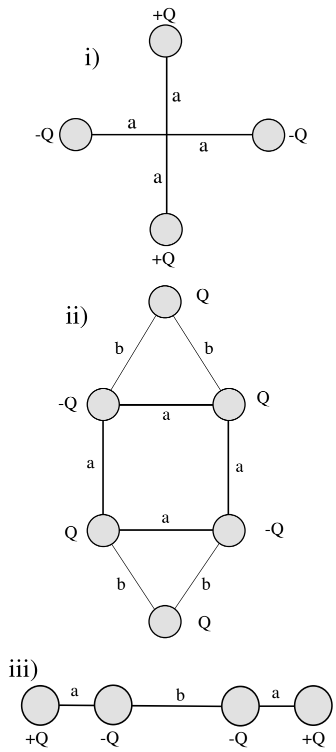
i) Was ist ein *raumartiger Abstand*?

j) Wie ist das *Viererpotential* definiert?

Aufgabe 2 (10 Punkte)
(Multipolmomente)

a) Geben Sie für die nebenstehenden Ladungsanordnungen i) bis iii) mit einer kurzen Begründung die Abstandsabhängigkeit des elektrostatischen Potentials für große Entfernungen an.

b) Gegeben sei ein homogen geladenes Ellipsoid mit den Halbachsen a, b, c. Bestimmen Sie bezüglich eines kartesischen Koordinatensystems, dessen Achsen in Richtung der Halbachsen des Ellipsoids zeigen und dessen Ursprung im Ladungsschwerpunkt des Körpers liegt, das elektrische Dipolmoment und den elektrischen Quadrupoltensor. Sind diese Größen von der Wahl des Koordinatensystems abhängig? Begründen Sie Ihre Antwort.



Aufgabe 3 (10 Punkte)
(Spiegelladungen)
Gegeben sei eine Punktladung q im Abstand d von einem Dielektrikum mit Dielektrizitätskonstante $\epsilon > 1$, das den Halbraum $z > 0$ ausfüllt.

a) Welche Randbedingungen müssen das elektrische Feld und das Potential an der Grenzfläche erfüllen?

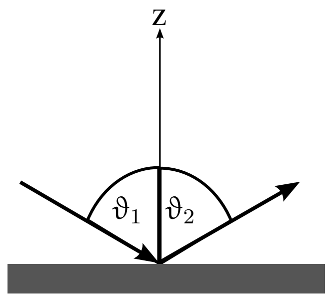
b) Benutzen Sie die Methode der Spiegelladungen, um das elektrische Feld im ganzen Raum zu bestimmen. Wie groß muss man die Spiegelladungen wählen und wo muss man sie platzieren? Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse für den Fall $\epsilon = 1$.

c) Welche Kraft übt das Dielektrikum auf die Ladung aus? Ist diese anziehend oder abstoßend? Überprüfen Sie auch hier wieder Ihr Ergebnis für den Fall $\epsilon = 1$

Hinweis zu b): Betrachten Sie die beiden Halbräume $z < 0, z > 0$ zunächst getrennt und nutzen Sie dann die Stetigkeitsbedingungen aus.

Aufgabe 4 (10 Punkte)
(Reflektierte Welle)
Eine linear polarisierte elektromagnetische Welle breitet sich im Vakuum aus und trifft dann unter dem Winkel ϑ_1 auf einen perfekten Leiter und wird dort reflektiert. Das elektrische Feld der einfallenden Welle sei gegeben durch

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \mathrm{Re}(e^{i(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)})$$



a) Berechnen Sie Ausbreitungsrichtung, Amplitude und Phase der reflektierten Welle.

b) Für den Fall, dass die Welle senkrecht auf den Leiter einfällt, berechnen Sie den zeitlichen Mittelwert der Komponente T_{zz} des Maxwellschen Spannungstensors der Welle auf der Leiteroberfläche. Welche physikalische Bedeutung hat diese?

Aufgabe 5 (10 Punkte)
(Elektrisches Feld eines Zylinders)
Gegeben sei ein homogen geladener, unendlich langer Zylinder vom Radius R. Bestimmen Sie das elektrostatische Potential und das elektrische Feld des Zylinders im Innen- und Außenraum.

Aufgabe 6 (10 Punkte)
(Wellenpaket)
Die magnetische Induktion im Vakuum sei zur Zeit $t = 0$ gegeben durch

$$\vec{B}(\vec{r}, t = 0) = B_0 \vec{e}_z \Theta(x)\Theta(a - x) \qquad \text{mit } \Theta(x) = \begin{cases} 0, x < 0 \\ 1, x \geqslant 0 \end{cases}$$

Dabei sei $a > 0$ eine reelle Konstante. Zu diesem Zeitpunkt sei kein elektrisches Feld vorhanden.

a) Skizzieren Sie das $\vec{B}$-Feld zur Zeit $t = 0$.

b) Berechnen Sie die zeitliche Entwicklung $\vec{B}(\vec{r}, t)$ des Magnetfeldes, indem Sie die Fourierdarstellung

$$\vec{B}(\vec{r}, t) = \frac{1}{2} \frac{1}{(2\pi)^{3/2}} \int d^3k \left[\vec{B}(\vec{k}) e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} + \vec{B}^*(\vec{k}) e^{-i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} \right]$$

verwenden.

c) Skizzieren Sie $\vec{B}(\vec{r}, t_{1,2})$ für $t_1 = \frac{a}{c}$ und $t_2 = \frac{2a}{c}$.

Viel Erfolg!