Technische Universität München **Theoretische Physik T39**
Physik Department **Prof. Norbert Kaiser**

Zwischenklausur zur Theoretischen Physik 2: Elektrodynamik

am 17.12.2013

Name: ____________________________________

Matrikelnummer: ______________________________

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	$\sum$
Punktezahl:	10	15	10	15	50
Davon erreicht:					

- Bitte schreiben Sie leserlich Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer** auf diese Seite sowie auf **jeden** beschriebenen Papierbogen.
- Verwenden Sie bitte **pro Aufgabe eine neue Seite**.
- Geben Sie immer den Lösungsweg an!
- Lesen Sie sich die Aufgabenstellungen zunächst aufmerksam durch!
- Diese Klausur besteht aus **4 Aufgaben**. Insgesamt können **50 Punkte** erreicht werden. Die Bearbeitungszeit ist **90 Minuten.**
- Geben Sie auch dieses **Angabenblatt** ab!

Aufgabe 1 .... *10 Punkte*

In der xy-Ebene liegt um den Ursprung zentriert eine kreisförmige Leiterschleife mit dem Radius k. Durch diese fließt im Gegenuhrzeigersinn der konstante Strom I.

(a) *(4 Punkte)* Berechnen Sie (*ohne* Verwendung von Symmetrieargumenten) das Magnetfeld $\vec{B}(\vec{r})$ auf der z-Achse, d.h. für die Punkte $\vec{r} = (0, 0, z)$.

(b) *(4 Punkte)* Bestimmen Sie das magnetische Dipolmoment $\vec{m}$ und das zugehörige Dipolfeld auf der z-Achse. Verifizieren Sie für große Entfernungen auf der z-Achse die Übereinstimmung mit dem Ergebnis aus (a).

(c) *(2 Punkte)* Welchen Wert hat das Magnetfeld $\vec{B}(\vec{r})$ an den Punkten $\vec{r} = (x, y, 0)$ in der xy-Ebene mit sehr großem Abstand vom Ursprung?

Aufgabe 2 .... *15 Punkte*

Innerhalb einer im Ursprung zentrierten Kugel vom Radius R fällt die Ladungsdichte vom Mittelpunkt bis zum Kugelrand hin linear auf den Wert Null ab. Die Gesamtladung in der Kugel beträgt Q.

(a) *(4 Punkte)* Geben Sie die radialsymmetrische Ladungsdichte $\rho(r)$, ausgedrückt durch Q und R, an.

(b) *(6 Punkte)* Berechnen Sie für das radialsymmetrische elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r}) = E(r)\,\vec{e}_r$ die abstandsabhängige Feldstärke $E(r)$.

(c) *(5 Punkte)* Welche Arbeit W musste aufgewendet werden, um die Kugel mit der vorgegebenen Ladungsverteilung aufzuladen?
Hinweis: Substituieren Sie $r = sR$ im auftretenden Integral.

Aufgabe 3 .... *10 Punkte*

Ein elektrischer Dipol $\vec{p} = (0, 0, p)$ befindet sich am Punkt $\vec{a} = (0, 0, a)$ (mit $a > 0$) über einer in der xy-Ebene liegenden, geerdeten (unendlich ausgedehnten) Metallplatte.

(a) *(5 Punkte)* Bestimmen Sie unter Verwendung der Methode der Spiegelladungen das Potential $\Phi(\vec{r})$ im oberen Halbraum $z > 0$ zur Randbedingung, dass es auf der Metallplatte $z = 0$ verschwindet. Überprüfen Sie diese Randbedingung explizit.

(b) *(5 Punkte)* Berechnen Sie die auf der Metallplatte influenzierte Flächenladungsdichte $\sigma(x, y)$.

Aufgabe 4 .... *15 Punkte*

In einem rechteckigen Plattenkondensator (Plattenabstand a und Fläche $b{\cdot}c$) ist um eine Strecke x (mit $0 < x < b$) ein Dielektrikum der relativen Dielektrizitätskonstante $\epsilon > 1$ eingeschoben (siehe Abbildung). Der restliche Raum zwischen den Platten ist leer. Die Ladungen auf der unteren und oberen Platte sind Q und $-Q$. Alle Felder zwischen den Platten können als (stückweise) homogen angenommen werden.

(a) *(3 Punkte)* Welche Beziehung gilt zwischen den elektrischen Felder E_1 und E_2? Welche Beziehung gilt zwischen den dielektrischen Verschiebungen D_1 und D_2?

(b) *(2 Punkte)* Welcher Zusammenhang besteht zwischen D_1, D_2 und den Flächenladungsdichten σ_1, σ_2 auf der unteren Platte?

(c) *(4 Punkte)* Bestimmen Sie in Abhängigkeit von Q und x das elektrische Feld und die dielektrische Verschiebung im gesamten Raum zwischen den Platten.

(d) *(4 Punkte)* Berechnen Sie in Abhängigkeit von Q und x die elektrostatische Feldenergie $W(x)$ der Anordnung.

(e) *(2 Punkte)* Mit welcher Kraft F wird das Dielektrikum in den Kondensator hineingezogen?