Übungen zu Theoretische Physik I	**Blatt 11**	9.1.2009

[**Die Donnerstagsgruppe am 8.1.2009 findet ausnahmsweise im T2-213 statt.**]

Aufgabe 1: Eine Kugel (Radius R, Mittelpunkt bei $\vec{x} = 0$) mit homogener Oberflächenladungsdichte σ dreht sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega} = \omega \vec{e}_3$ um die x^3-Achse. Es soll das $\vec{B}$-Feld innerhalb und ausserhalb der Kugelschale bestimmt werden.

(a) Wie lauten Ladungs- und Stromdichte ρ und $\vec{J}$?

(b) Ein geeigneter Ansatz ist ($r = |\vec{x}|$)

$$\vec{B} = f(r) x^3 \vec{x} - g(r) \vec{e}_3 \, .$$

Wie weit legen die Maxwell-Gleichungen im stromfreien Aussen- und Innenraum die Funktionen f und g fest? Es bleiben zwei Konstanten übrig, welche ist innen, und welche ist aussen Null?

(c) Bestimmen Sie die beiden noch unbekannten Konstanten. Betrachten Sie dazu die Maxwell-Gleichungen auf der Kugelschale, d.h. auch bei $r = R$.

Aufgabe 2: In der Vorlesung wurde der Ausdruck

$$\vec{A}(\vec{x}) = \frac{1}{c} \int_V \mathrm{d}^3 \vec{x}' \, \frac{\vec{J}(\vec{x}')}{|\vec{x} - \vec{x}'|}$$

für das Vektorpotential eines gegebenen Stromkreises gefunden. Verifizieren Sie, dass dieser Ausdruck die Coulomb-Eichbedingung erfüllt.

Aufgabe 3:

(a) In der Vorlesung wurde die magnetische Induktion eines Ringstroms (Mittelpunkt bei $\vec{x} = 0$, aufgespannte Fläche in der (x^1, x^2)-Ebene, mit Strom I und Radius R) entlang der x^3-Achse berechnet. Bestimmen Sie das magnetische Dipolmoment des gegebenen Ringstroms, und verifizieren Sie, dass die Multipolentwicklung denselben Wert für die magnetische Induktion liefert als die direkte Berechnung.

(b) Eine gerade Spule mit kreisförmigem Querschnitt vom Radius R habe die Länge L und trage N Windungen, die von dem Strom I durchflossen werden. Berechnen Sie die magnetische Induktion auf der Zylinderachse. Um welchen Faktor ist das Feld an den Spulenenden gegenüber dem in der Mitte abgefallen? Hinweis: Sie können das Resultat aus (a) benutzen.