Theoretische Physik I: Übungen	**Blatt Nr. 14**	21.1.2014

[Besprechung 29.1 - 31.1 in den Übungen]

[Ü: Mi 14-16 (D01-249); Do 16-18 (D01-249), Fr 8-10 (S2-143), 10-12 (D01-249), 12-14 (F1-125, V3-204)]

Aufgabe 50: Multipolentwicklung einer bewegten Punktladung

Eine Punktladung q bewege sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω auf einer Kreisbahn mit Radius R. Die Ladungsdichte in Zylinderkoordinaten lautet $\rho(\vec{r},t) = \frac{q}{R}\delta(r-R)\delta(\varphi-\omega t)\delta(z)$. [Hinweis: ersetzen Sie das Zeitargument $(t - \frac{|\ldots|}{c}) \;\rightarrow\; (t)$ in den retardierten Potentialen.]

(a) Berechnen Sie das elektrische Dipolmoment $\vec{p}$ und den Quadrupoltensor Q_{ij} der Punktladung.

(b) Geben Sie die Multipolentwicklung des Potentials $\phi(\vec{r},t)$ bis zum Quadrupoltensor an.

(c) Wie lautet die Stromdichte $\vec{j}(\vec{r},t)$?

(d) Berechnen Sie die Multipolentwicklung des Vektorpotentials $\vec{A}(\vec{r},t)$ bis zum (magn.) Dipolmoment.

Aufgabe 51: Helmholtz-Spule

Zwei parallele kreisförmige Leiterschleifen (für eine Leiterschleife siehe Skript S.102) werden beide vom Strom I in gleicher Richtung durchflossen. Die Kreise liegen parallel zur x-y-Ebene, sie haben beide den Radius R und ihre Mittelpunkte liegen bei $(x,y,z) = (0,0,d)$ und $(0,0,-d)$. Welche Beziehung muss zwischen dem Radius R und dem Abstand $D = 2d$ der Kreise gelten, damit das Magnetfeld in der Nähe des Koordinatenursprungs möglichst wenig variiert?

Aufgabe 52: Liénard-Wiechert Potentiale

Bestimmen Sie die zu den Liénard-Wiechert Potentialen einer gleichförmig bewegten Punktladung (Ladung q auf Bahn $\vec{r}_0(t) = \vec{e}_1 vt$, siehe Skript S.112) gehörigen Felder $\vec{E}$ und $\vec{B}$.

Aufgabe 53: Feldenergie

Berechnen Sie die Energiedichte U, die Energiestromdichte $\vec{S}$, die Impulsdichte sowie den Maxwellschen Spannungstensor T_{jk} für ebene elektromagnetische Wellen $\vec{E}(\vec{r},t) = \vec{E}_0 \exp(i\vec{k}\vec{r} - i\omega t)$, $\vec{B}(\vec{r},t) = \vec{B}_0 \exp(i\vec{k}\vec{r} - i\omega t)$.