

7. Übungsblatt – Theoretische Physik III – Elektrodynamik/Optik**Abgabe: Montag** 11.6.2007 bis 12:00 in den Briefkasten (Altbau) oder online über Moodle**Aufgabe 15 (7 Punkte): Retardierte Potenziale**Gegeben sei die infinitesimale Stromverteilung $\mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = \omega \mathbf{p}_0 \cos(\omega t) \delta(\mathbf{r})$.

- Berechnen Sie aus der Kontinuitätsgleichung zunächst die zeitliche Ableitung der Ladungsdichte $\dot{\rho}(\mathbf{r}, t)$, und dann eine mögliche Ladungsdichte. Setzen Sie die auftretende ortsabhängige Integrationskonstante so, dass $\rho(\mathbf{r}, 0) = 0$ gilt.
- Berechnen Sie das retardierte Vektorpotential $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$ der Stromdichte.
- Berechnen Sie das retardierte skalare Potential $\phi(\mathbf{r}, t)$ der Ladungsdichte.

Aufgabe 16 (7 Punkte): OszillatorgleichungEs soll eine Oszillatorgleichung für die makroskopische Dipoldichte abgeleitet werden. Das betrachtete System bestehe aus „klassischen Elektronen“ der Dichte n_0 im harmonischen Potential eines unbeweglichen Kerns. Gehen Sie dazu entsprechend schrittweise vor:

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung mit Dämpfung für die Auslenkung der Elektronen aus ihrer Ruhelage unter dem Einfluss der Lorentzkraft auf und begründen Sie diese. Nutzen Sie dabei, dass sich Elektronen nichtrelativistisch bewegen (für diesen Fall ist $|\mathbf{B}| \approx 0$).
- Überführen Sie die Bewegungsgleichung der Auslenkung in eine Bewegungsgleichung der Dipolmomente.
- Führen Sie eine räumliche Mittelung durch, um eine Bewegungsgleichung für die makroskopische Dipoldichte zu erhalten und lösen Sie diese im Frequenzraum.

Aufgabe 17 (6 Punkte): KugelwelleZeigen Sie, dass die Überlagerung ebener Wellen $\exp i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)$ mit den Fourieramplituden

$$u(\mathbf{k}, \omega) = 2\delta(\omega - \omega_0) \frac{1}{k^2 - k_0^2}$$

eine Kugelwelle ergibt ($k = |\mathbf{k}|$). Verwenden Sie zur Berechnung der auftretenden uneigentlichen Integrale den Residuensatz.