

# Klassische Theoretische Physik III (Theorie C)

Institut für Theoretische Teilchenphysik

Prof. Dr. M. Steinhauser, Dr. T. Kasprzik, Dr. L. Mihaila  
<http://www.ttp.kit.edu/~kasprzik/theoc/>

WS 13/14  
Übungsblatt 12  
Besprechung: 05.02.2014

1. Die zweite Übungsklausur wird am 3.2.2014 in den HS Fasanengarten und Neue Chemie von 17:30 bis 19:30 Uhr geschrieben. Es sind *keine* Hilfsmittel zugelassen. Die Nachnamen A-O schreiben im HS Fasanengarten, die Nachnamen P-Z im HS Neue Chemie.

2. Die Anmeldung zu den Vorleistungen in QISPOS muss bis zum 1.2.2014 erfolgen. Sie können sich über das Studierendenportal anmelden.

---

## Aufgabe 1: Geladenes Teilchen auf Kreisbahn

Ein Teilchen mit der elektrischen Ladung  $q$  bewegt sich mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  auf einem Kreis mit dem Radius  $R$  ( $\omega R \ll c$ ). Die resultierende Ladungsdichte ist gegeben durch

$$\varrho(\vec{r}, t) = q\delta(x - R\cos(\omega t))\delta(y - R\sin(\omega t))\delta(z).$$

- (a) Berechnen Sie das Dipolmoment  $\vec{p}(t)$  dieser Ladungsverteilung.
- (b) Berechnen Sie die zeitlich-gemittelte Strahlungsleistung  $dP/d\Omega$  und  $P$ .
- (c) Betrachten Sie nun den Fall, dass  $N$  ( $N > 1$ ) auf der Kreisbahn äquidistant verteilte Ladungen  $q$  umlaufen. Zeigen Sie, dass diese Konfiguration kein Dipolmoment besitzt. Verwenden Sie dazu die Ergebnisse von Aufgabenteil (a) und das Superpositionsprinzip.

---

## Aufgabe 2: Lineare Antenne

Eine lineare Antenne in  $z$ -Richtung (der Länge  $d \ll \lambda = c/\omega$ ) trägt einen mit  $\omega$  oszillierenden Strom

$$I(z, t) = I_0 \left(1 - \frac{2|z|}{d}\right) \exp(-i\omega t).$$

Die Stromdichte ist gegeben durch

$$\vec{j}(\vec{r}, t) = I(z, t)\delta(x)\delta(y)\vec{e}_z.$$

- (a) Bestimmen Sie die elektromagnetischen Felder  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  in der Nah- und Fernzone in der Dipol-Näherung.
- (b) Berechnen Sie den über eine Periode  $T = 2\pi/\omega$  gemittelten Poynting-Vektor in der Nahzone.
- (c) Bestimmen Sie die Winkelverteilung und den Gesamtbetrag der zeitlich-gemittelten abgestrahlten Leistung  $dP/d\Omega$  und  $P$  in der Fernzone.

---

Bitte wenden!

### Aufgabe 3: Antenne mit Wechselspannung

In einem Draht der Länge  $2a$  wird durch eine Wechselspannung die oszillierende Ladungsverteilung

$$\varrho(\vec{r}, t) = \varrho(\vec{r}) \exp(-i\omega t), \quad \text{mit} \quad \varrho(\vec{r}) = \frac{q}{2a} \delta(x) \delta(y) \cos(\pi z/a) \theta(a - |z|)$$

erzeugt. Es gilt  $a \ll c/\omega$ .

- (a) Berechnen Sie die Dipol- und Quadrupolmomente der Ladungsverteilung.
  - (b) Bestimmen Sie die elektromagnetischen Felder  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  in der Fernzone in der Quadrupol-Näherung.
  - (c) Berechnen Sie die zeitlich-gemittelte abgestrahlte Leistung  $dP/d\Omega$  und  $P$  in der Fernzone.
-