Allgemeine Hinweise: Die mit ☗ gekennzeichneten Aufgaben bzw. Teilaufgaben sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und in den dafür vorgesehenen Kästen im 5. Stock, Geb. 46 abzugeben.

Aufgabe 41. *Abstrahlcharakteristik*
Gegeben sei eine Punkladung q der Masse m, die sich entlang der z-Achse bewegen kann. Sie wird durch eine Kraft $\vec{F} = -kz\vec{e}_z$ an den Ursprung gebunden. Zu einem Zeitpunkt $t = 0$ werde sie um den Betrag z_0 ausgelenkt. Aufgrund der Abstrahlung elektromagnetischer Energie ist die Bewegung des Elektrons eine gedämpfte Schwingung. Da die Abstrahlung gering ist kann diese Schwingung durch den Ansatz

$$z(t) = z_0 \cos(\omega t) \exp(-\gamma t) \tag{1}$$

beschrieben werden, wobei ω die Resonanzfrequenz der ungestörten Schwingung ist und $\gamma \ll \omega$.

☗ **(a)** Berechnen Sie die in den Raumwinkel dΩ abgestrahlte Leistung (in Dipolnäherung).

(b) Bestimmen Sie γ indem Sie den über eine Schwingungsperiode gemittelten Energieverlust pro Zeit des Oszillators mit der mittleren abgestrahlten Leistung vergleichen.

Hinweis: Drücken Sie die Energie E der schwingenden Ladung sowie deren zeitliche Änderung $\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$ durch $z(t)$ und seine Zeitableitungen aus und verwenden Sie obigen Ansatz (1).

Aufgabe 43.
Gegeben sei eine harmonisch oszillierende axialsymmetrische Ladungsverteilung mit

$$\rho(\vec{r}) = \begin{cases} \rho_0 & r \leq R(\vartheta) \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \tag{2}$$

mit

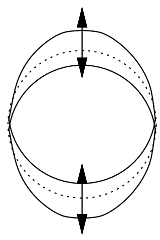
$$R(\vartheta) = R_0\Big[1 + \beta\cos(\omega t)P_1(\cos\vartheta)\Big] \tag{3}$$

wobei r der Abstand vom Ursprung, ϑ der Winkel zur z-Achse und $\beta \ll 1$ sei.

☗ **(a)** Berechnen Sie das Dipolmoment der Ladungsverteilung bzgl. des Ursprunges.

☗ **(b)** Geben Sie die Winkelverteilung der im zeitlichen Mittel abgestrahlten Leistung in Dipolnäherung und in niedrigster Ordnung von β an. Wie groß ist die abgestrahlte Gesamtleistung im zeitlichen Mittel?

(c) Welche Frequenzen enthält die Dipolstrahlung, wenn alle Ordnungen von β berücksichtigt werden?



Aufgabe 44.
Elektrisches und magnetisches Feld einer ruhenden Punktladung sind gegeben durch

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^3}, \qquad \vec{B} = 0. \tag{4}$$

Berechnen Sie aus diesen Ausdrücken das Feld einer mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v}$ bewegten Ladung.