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 38.
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 $\mathrm{d}\Omega$ 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 40.**
Ein Teilchen der Masse m wird einer konstanten Kraft $\vec{F} = F\vec{e}_x$ ausgesetzt. Zum Zeitpunkt $t = 0$ startet es mit $\dot{\vec{x}} = 0$. Berechnen Sie seine Bewegung in x-Richtung, d.h. $x = x(t)$, unter Berücksichtigung relativistischer Effekte. Skizzieren Sie $x(t)$ sowie $\dot{x}(t)$.

Aufgabe 41.
Elektrisches und magnetisches Feld einer ruhenden Punktladung sind gegeben durch

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^3}, \qquad \vec{B} = 0. \tag{2}$$

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

Aufgabe 42.
In einem ruhenden Bezugssystem Σ sei eine ebene Welle mit Wellenvektor $\vec{k}$ und Frequenz ω gegeben. Welche Frequenz ω' sieht ein Beobachter in einem zu Σ mit Geschwindigkeit $\vec{v}$ gleichförmig bewegten Bezugssystem Σ'? Wenn θ den Winkel zwischen $\vec{k}$ und $\vec{v}$ in Σ bezeichnet, wie groß is der entsprechende Winkel θ' in Σ'?