

11. Übungsblatt
Theoretische Physik 2: SS2016
Dozent: Prof. M. Vanderhaeghen
Hauptassistent: Leonardo de la Cruz

4.07.2016
Bis 11.07.2016

Aufgabe 1 (30 Punkte): Das Magnetfeld von Punktladungen

Benutze den Ausdruck des Lienard-Wiechert Potentials aus der Vorlesung und berechne daraus das Magnetfeld \mathbf{B} . Zeige, dass \mathbf{B} für eine bewegte Punktladung durch $\mathbf{B} = \hat{\mathbf{r}} \times \mathbf{E}$.

Aufgabe 2 (40 Punkte): Die Synchrotronstrahlung

Ein geladenes Teilchen bewege sich auf einer Kreisbahn. Wähle das Koordinatensystem so, dass momentan $\mathbf{v}' \parallel \mathbf{e}_x$ und $\mathbf{a}' \parallel \mathbf{e}_z$.

(a)(15 Punkte)

Berechne die Winkelverteilung der Energieabstrahlung $\frac{dP}{d\Omega}$.

(b)(15 Punkte)

Nach Integration über den Raumwinkel erhält man eine Gesamtstrahlungsleistung von

$$P = \frac{1}{6\pi} \frac{e^2 a'^2}{c^3} \gamma^4. \quad (1)$$

Drücke die Leistung für Teilchen mit hoher Energie ($E \gg mc^2$) durch die Energie E , die Masse m und den Radius der Kreisbahn aus. Wie groß ist der Energieverlust pro Umlauf (wenn $v \sim c$ gilt)?

(c)(10 Punkte)

Im Proton-Proton Collider LHC, dessen Radius 4.3 km beträgt, werden die Protonen auf eine Energie von $7 \text{ TeV} = 7 \cdot 10^{12} \text{ eV}$ gebracht ($1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$). Wie groß ist der Energieverlust pro Umlauf? Welchen Wert würde man für Elektronen erhalten? (*Hinweis:* Benutze bei der Rechnung eine Protonenmasse von $m_p = 938 \text{ MeV}/c^2$, eine Elektronenmasse von $m_e = 511 \text{ keV}/c^2$, und transformiere zunächst die in der Formel auftretende elektrische Ladung in das SI-System)

Aufgabe 3 (30 points): Bremsstrahlung

Bei Bremsstrahlung wird ein geladenes Teilchen in Bewegungsrichtung abgebremst. Berechne die Winkelverteilung der Energieabstrahlung $\frac{dP}{d\Omega}$ und den Winkel der Maximalen Energieabstrahlung θ_{\max} . Welchen Wert erhält man für θ_{\max} in den Grenzfällen nicht relativistischer und hoch-relativistischer Teilchen?