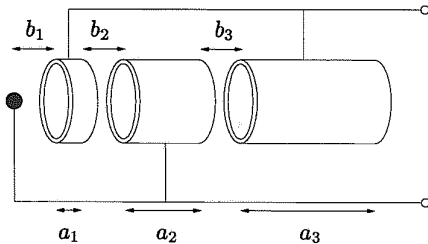


Übungsblatt 3

3.1 Drift tube linac (Wideröe 1928)

Ein Linearbeschleuniger nach Wideröe soll benutzt werden, um Protonen auf 1 MeV zu beschleunigen. Dazu wird eine Wechselspannung mit $U_{\max} = 50$ kV und einer Frequenz $\nu = 1,3$ MHz an eine Reihe von Driftröhren angelegt. Die Länge der Driftröhren ist so bemessen, dass Protonen in den Zwischenräumen b_i jeweils ein beschleunigendes Feld erfahren. Der Phasenvorschub, während sich die Protonen im feldfreien Raum der Driftröhren befinden, ist genau 180° .



- Wie viele Driftröhren werden benötigt?
- Bestimmen Sie die Länge der Driftröhren (Formel). Geben Sie a_{10} explizit an. *Hinweis: Die Länge der Beschleunigungsstrecken b_i kann vernachlässigt werden.*
- Was ändert sich an dem Ergebnis von b) wenn Elektronen statt Protonen beschleunigt werden sollen?

3.2 Collider

Ein Beschleuniger produziere zwei gegenläufige, kontinuierliche Protonenstrahlen, die frontal aufeinander treffen. Jeder der Strahlen habe 30 GeV Protonenenergie.

- Wie groß ist die Kollisionsenergie im Center of Mass System (CMS)?
- Was wäre die benötigte Strahlenergie in einem Fixed Target Experiment (Protonenstrahl auf Wasserstoff-Target), um die gleiche CMS Energie zu erzeugen?
- Die Kollisionsrate im Collider betrage 10^4 s $^{-1}$. Schätzen Sie die Restgasdichte des Vakuums der Strahlröhre ab, wenn die Rate der Strahl-Gas Wechselwirkungen auf 5 Metern Strahlröhre gleich groß ist wie die Kollisionsrate. Der Umfang des Beschleunigers sei 1000 m, $\sigma_{pp} = 30$ mb, $\sigma_{pGas} = 100$ mb, Strahlquerschnitt der Strahlen: 1 mm 2 .

3.3 Synchrotronverlust

Am HERA-Beschleuniger wurden Elektronen mit der Energie von 27,5 GeV mit Protonen einer Energie von 920 GeV zur Kollision gebracht. Der Umfang betrug 6,3 km, der Krümmungsradius 588 m. Wieviel Energie verlieren die Elektronen pro Umlauf durch Synchrotronstrahlung? Wieviel die Protonen? Der Elektronenstrahl hatte eine Intensität von 30 mA. Wie groß war die Gesamtverlustleistung durch Synchrotronstrahlung?

3.4 Bethe-Bloch-Formel

Kosmische Myonen durchqueren in rechtem Winkel eine 7 mm dicke Glasscheibe. Das Glas hat eine Dichte von $\rho = 2,20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, $\langle \frac{Z}{A} \rangle = 0.50$, mittlere Anregungsenergie $I = 139 \text{ eV}$. Berechnen Sie für 1 GeV (kinetische Energie) und für 100 GeV Myonen:

- a) die mittlere Ionisationsenergieverlustrate in Einheiten von $\text{MeV g}^{-1} \text{ cm}^2$ für Glas und den totalen Verlust im Glas in MeV mittels der Bethe-Bloch-Formel aus der Vorlesung.
- b) Was ist die zu erwartende Energiestreuung $\sigma_{\Delta E}$ von Myonen gleicher Anfangsenergie nach dem Durchgang?
- c) Ein relativistisches Proton verliere 1,5 MeV in einem 1 cm dicken Szintillator ($\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$). In einem Szintillator regen energiereiche geladene Teilchen elektronische Zustände im Ionengitter an, die daraufhin Energie als Licht abgeben. Was ist in diesem Fall der dominierende Mechanismus für den Energieverlust, Ionisation oder Photonenerzeugung? Begründung?