

# Kern- und Teilchenphysik, Kombibachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2019/2020,  
Prof. Dr. H. Lacker

## Übung 10 (Besprechung: 09.01.2020)

### Aufgabe 1: Entdeckung des Positrons

In Nebelkammern werden Spuren geladener Teilchen sichtbar gemacht: In einem übersättigten Alkoholdampf-Luftgemisch entstehen durch Ionisation kleine Tröpfchen entlang der Teilchenbahn. Die Abbildung zeigt die Spur eines geladenen Teilchens, das eine 6 mm dicke Bleiplatte durchquert. Die Kammer befindet sich in einem Magnetfeld der Stärke 1,5 T, das in die Ebene hineinzeigt. Da die Spur unterhalb der Bleiplatte weniger gekrümmt (Krümmungsradius von  $14 \pm 1$  cm) als oberhalb (Krümmungsradius von etwa  $5,0 \pm 0,5$  cm) der Bleiplatte ist, muß ein positiv geladenes Teilchen die Bleiplatte von unten nach oben durchquert haben.

1. Welchen Impuls hat das Teilchen unterhalb bzw. oberhalb der Bleiplatte?
2. Welchen kinetischen Energien entsprechen diese Impulse, wenn es sich bei dem Teilchen um ein Proton bzw. um ein Positron handelt?
3. Zeigen Sie mit Hilfe der Reichweite geladener Teilchen, dass ein Proton mit einer solchen kinetischen Anfangsenergie die Bleiplatte nicht durchdringen könnte.
4. Wenn es sich bei dem Teilchen um ein Positron handelt, welchen Energieverlust hat es aufgrund der Messwerte erfahren?
5. Welche Erwartung hat man für den Energieverlust eines Positrons für den betrachteten Fall erfahren, wenn das Positron nur aufgrund von Stoßionisation Energie in der Bleiplatte verliert?
6. Welchen Energieverlust würde ein Positron für den betrachteten Fall nur durch Bremsstrahlungsverluste erfahren?

Die für die Aufgabe notwendigen Informationen entnehmen Sie entweder den Grafiken aus der Vorlesung oder dem Particle Data Booklet.

Bitte wenden!

## Aufgabe 2: Energieverlust geladener Teilchen

Beantworten Sie folgende Fragen mit Hilfe der Vorlesung und des Particle Data Booklets:

1. Um welchen Faktor unterscheidet sich der Energieverlust durch Stoßionisation von Protonen und  ${}^4_2\text{He}$ -Kernen gleicher Geschwindigkeit?
2. Erfahren minimal ionisierende Myonen in Eisen oder in Blei einen höheren Energieverlust pro Wegstrecke durch Stoßionisation?
3. Wie groß ist in etwa die kritische Energie für Blei, oberhalb der der Energieverlust von Elektronen/Positronen durch Bremsstrahlung größer wird als der durch Stoßionisation?
4. Wie groß wäre in etwa die Strahlungslänge von Blei für Myonen verglichen mit der für Elektronen?
5. Erfahren Elektronen in Wolfram oder in Blei einen höheren Energieverlust pro Wegstrecke durch Bremsstrahlung?

## Aufgabe 3: Cherenkov-Effekt

Durch den (Nicht-)Nachweis von Cherenkov-Photonen unterscheidet ein sogenannter Schwellen-Cherenkov-Zähler, ob ein Teilchen eine Geschwindigkeit besitzt, die größer (kleiner) ist als die Lichtgeschwindigkeit im Detektormedium.

Mit einem solchen Schwellen-Cherenkov-Zähler sollen geladene Kaonen und Pionen separiert werden. Wie muss dabei der Brechungsindex des Mediums gewählt werden, so dass für die eine Teilchensorte bei  $|\vec{p}| = 0,8 \text{ GeV}$  Cherenkovstrahlung entsteht, während dies für die andere Teilchensorte noch nicht der Fall ist?

Abgabe: 9.01.2020, bis 11:00 (New 15, Metallkasten vor Raum 1'415 oder in der Vorlesung)