

# Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,  
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

## Hausaufgabenblatt 9

Abgabe: 18.12.2017 bis 13:15 vor Raum NEW 15 1'413/414

### 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? (1 Punkt)
2. Welchen kinetischen Energien entsprechen diese Impulse, wenn es sich bei dem Teilchen um ein Proton bzw. um ein Positron handelt? (1 Punkt)
3. Zeigen Sie, dass ein Proton mit einer solchen kinetischen Anfangsenergie die Bleiplatte nicht durchdringen könnte. (1 Punkt)
4. Welchen Energieverlust würde ein Positron für den betrachteten Fall erfahren, wenn es nur aufgrund von Stoßionisation Energie in der Bleiplatte verliert? (1 Punkt)
5. Welchen Energieverlust würde ein Positron für den betrachteten Fall erfahren, wenn man Bremsstrahlungsverluste berücksichtigt. (1 Punkt)
6. Wenn Sie beide Mechanismen des Energieverlusts berücksichtigen, wie vergleicht sich der gemessene Energieverlust mit der Hypothese, dass es sich um ein Positron gehandelt hat, inklusive Berücksichtigung der Meßunsicherheiten? (1 Punkt)

Die für die Aufgabe notwendigen Informationen entnehmen Sie entweder den Grafiken aus der Vorlesung oder dem Particle Data Booklet, wie in der Präsenzübung bereits diskutiert.

Bitte wenden!

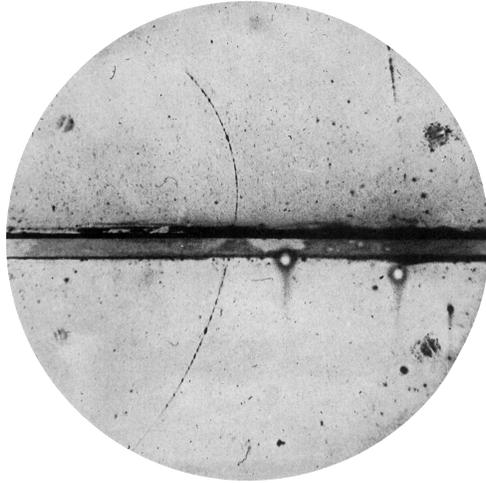


Abbildung 1: Entdeckung des Positrons

## Aufgabe 2: Cherenkov-Winkel

- 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 Schwellen-Cherenkov-Zähler sollen geladene Kaonen und Pionen unterschieden 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 gerade noch nicht der Fall ist? (1 Punkt)
- Eine andere Möglichkeit zur Teilchenidentifikation in einem Cherenkov-Detektor besteht in der Messung des Cherenkov-Winkels bei bekanntem Impuls des Teilchens. Berechnen Sie den Cherenkov-Winkel für Kaonen und Pionen für  $|\vec{p}| = 0,8 \text{ GeV}$ , wenn der Brechungsindex des Materials  $n = 1,47$  ist. (1 Punkt)
- Sie messen für ein geladenes Teilchen den Cherenkov-Winkel und den spezifischen Energieverlust in einem Medium. Können Sie aus den beiden Meßgrößen das Teilchen identifizieren? (1 Punkt)
- Wieviele Cherenkovphotonen werden pro cm in einem Material mit Brechungsindex  $n = 1,47$  im Bereich 400 nm bis 700 nm emittiert, wenn ein Teilchen in sehr guter Näherung mit Lichtgeschwindigkeit das Material durchquert? (1 Punkt)

## Aufgabe 3: Überlebenslänge von Teilchen

- Wir betrachten geladene Pionen und Kaonen, die im Laborsystem einen Impuls von  $|\vec{p}| = 0,8 \text{ GeV}/c$  besitzen. Berechnen Sie aus der mittleren Lebensdauer dieser Teilchen, die im Ruhesystem der Teilchen gemessen wird, bei diesem Impuls die mittlere Fluglänge im Laborsystem. (1 Punkt)
- Wie groß ist der Anteil von Pionen bzw. Kaonen mit  $0,8 \text{ GeV}/c$  Impuls, die nach 1 m Flugstrecke noch nicht zerfallen sind? (1 Punkt)