

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

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

Präsenzübung 8

Aufgabe 1: 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 ${}^4\text{He}$ -Kernen gleicher Geschwindigkeit?
2. Erfahren minimal ionisierende Myonen in Eisen oder in Blei einen höheren Energieverlust durch Stoßionisation?
3. In welchem Fall können Sie den Energieverlust eines Teilchens mit kinetischer Energie E_{kin} beim Durchgang durch die endliche Materialdicke Δx gut durch $\frac{dE}{dx}(E_{kin}) \cdot \Delta x$ nähern?
4. 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?
5. Nach welcher Strecke haben Elektronen mit Energien deutlich oberhalb der kritischen Energie beim Durchqueren von Blei nur noch die Hälfte ihrer ursprünglichen Energie?
6. Wie groß wäre in etwa die Strahlungslänge von Blei für Myonen verglichen mit der für Elektronen?

Aufgabe 2: Entdeckung des geladenen Pions (Reichweitenmessung)

In der Abbildung sehen Sie eine Kernspuremulsionsaufnahme. Geladene Teilchen, die die Kernspuremulsion durchdringen, schwärzen die Photoplatte, die Silberhalogenide enthält. Je größer der Energieverlust pro Wegstrecke, desto größer die Dichte der Schwärzung. Die vorliegende Aufnahme wird wie folgt interpretiert:

Ein positiv geladenes Pion, das in Reaktionen der kosmischen Höhenstrahlung mit der Erdatmosphäre entsteht, wird im oberen Teil der Kernspuremulsion bis zum Stillstand abgebremst. Nach einer bestimmten Zeit zerfällt es in ein positiv geladenes Myon und ein Myonneutrino. Nur das Myon erzeugt durch den Ionisationsverlust eine sichtbare Spur. Das Myon wird nach $600 \mu\text{m}$ in der Kernspuremulsion gestoppt und zerfällt dann in ein Positron, ein Elektron-neutrino und ein Antimyon-neutrino.

1. Woran erkennt man, dass die Teilchenflugrichtungen so sind, wie beschrieben, und nicht etwa umgekehrt sind?
2. Setzen Sie die Masse des Myons als bekannt voraus (Siehe Particle Data Booklet). Nehmen Sie an, dass die Kernspuremulsion eine Massendichte von etwa $4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ besitzt und dass die Reichweite geladener Teilchen in der Kernspuremulsion in etwa der Reichweite in Eisen entspricht.

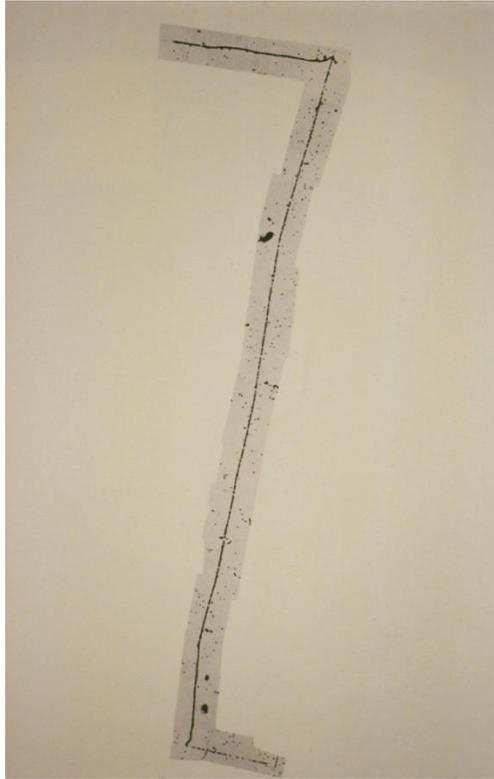


Abbildung 1: Entdeckung des Pions

Bestimmen Sie mit diesen Angaben, mit Hilfe der Vorlesung und mit der gemessenen Reichweite des Myons die Masse des geladenen Pions.

Aufgabe 3: Teilchendetektor

Skizzieren Sie einen typischen Teilchendetektor für ein Experiment mit "Collider"-Kinematik. Welche Typen von Subdetektoren spielen typischerweise eine Rolle und wie identifizieren Sie damit verschiedene geladene und neutrale Teilchen?