

# Experimentalphysik Vb (Teilchen- und Astrophysik)

## Übung (2. Teil der Probeklausur)

### Frage 1 *Verständnisfragen*

- a. Wodurch wird die maximal erreichbare Schwerpunktsenergie limitiert
  - a) beim LEP?
  - b) beim LHC?
- b. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile von Fixed Target Experimenten im Vergleich zu Colliding Beams.
- c. Erläutern Sie, warum ein Strahl von Kohlenstoff-Ionen für die Bestrahlungstherapie von Tumorpatienten besonders geeignet ist.
- d. Was versteht man unter der Strahlungslänge eines Materials?
- e. Welcher Prozess des Energieverlusts von Photonen dominiert bei einer Photonenenergie von
  - a) 1 keV
  - b) 1 MeV
  - c) 1 GeVtypischerweise?
- f. Welche Effekte bestimmen die relative Impulsauflösung  $\sigma_p/p$  eines Magnetspektrometers und wie lässt sich diese als Funktion von  $p$  parameterisieren?
- g. Wie lässt sich die relative Energieauflösung  $\sigma_E/E$  eines elektromagnetischen Kalorimeters als Funktion von  $E$  parameterisieren?
- h. Beschreiben Sie, wie man die Lebensdauer eines extrem kurzlebigen Teilchens ( $\tau \sim 1 \cdot 10^{-24}$  s) experimentell bestimmen kann.
- i. Erläutern Sie, warum Prof. Faissner et al. für ihre Entdeckung des neutralen schwachen Stroms einen (Anti)-Myonenneutrinostrahl verwenden mussten und nicht etwa einen (Anti)-Elektronenneutrinostrahl verwenden konnten.
- j. Warum zerfallen Pionen bevorzugt in Myonen, obwohl der Zerfall in ein Elektron den viel größeren Phasenraum hat?
- k. Sie empfangen eine mittels elektromagnetischer Wellen übertragene Nachricht einer außerirdischen Zivilisation. Welche Frage könnten Sie Ihrem Gesprächspartner stellen um herauszufinden, ob er in einer Galaxie aus Materie oder aus Antimaterie wohnt?

1. Welche Aussagen folgen aus dem *CPT*-Theorem für
  - Masse,
  - Lebensdauer,
  - Ladung und
  - magnetisches Moment
 eines Antiteilchens im Vergleich zu dem zugehörigen Teilchen?

## Frage 2 *Teilchenproduktion*

Ein Target aus flüssigem Wasserstoff wird mit einem Protonenstrahl mit  $|\vec{p}| = 12 \text{ GeV}$  beschossen. Die Impulse der Reaktionsprodukte werden in einer Spurkammer in einem Magnetfeld vermessen. In einem bestimmten Ereignis werden sechs geladene Spuren gesehen. Zwei von ihnen entspringen am Wechselwirkungsververtex und gehören zu positiv geladenen Teilchen. Die anderen Spuren kommen von zwei Paaren entgegengesetzt geladener Teilchen. Jedes der Paare entspringt im Abstand einiger Zentimeter vom Wechselwirkungspunkt.

- a. Skizzieren Sie die beobachteten Spuren.
- b. Welche Mesonen und Baryonen kommen dafür infrage, die beiden Teilchenpaare in ihrem Zerfall erzeugt zu haben?
- c. Die gemessenen Impulse der beiden Zerfallspaare betragen
  - $|\vec{p}_{1+}| = 0,68 \text{ GeV}$ ,  $|\vec{p}_{1-}| = 0,27 \text{ GeV}$ ,  $\angle(\vec{p}_{1+}, \vec{p}_{1-}) = 11^\circ$ ,
  - $|\vec{p}_{2+}| = 0,25 \text{ GeV}$ ,  $|\vec{p}_{2-}| = 2,16 \text{ GeV}$ ,  $\angle(\vec{p}_{2+}, \vec{p}_{2-}) = 16^\circ$ .

Die relativen Fehler dieser Messungen betragen etwa 5 %. Welche Ihrer Hypothesen aus Aufgabe b sind kinematisch mit diesen Werten verträglich?

- d. Welche Reaktion wurde höchstwahrscheinlich beobachtet? Beachten Sie die Erhaltungssätze.