8.07.2004
H. Kolanoski
M. Kopytin

Übung 12

zur Vorlesung im SS04
Detektoren in der Elementarteilchenphysik

Aufgabe 12.1: Elektromagnetisches Kalorimeter (20 P)
Eine Spezialität des HERA-B-Experimentes am 920 GeV-Protonen-Ring in Hamburg ist der Nachweis von Reaktionen mit J/ψ-Mesonen im Endzustand. Das J/ψ-Meson hat eine besonders klare Signatur, wenn es in zwei Leptonen,

$$J/\psi \rightarrow e^+e^- \quad \text{oder} \quad J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-,$$

zerfällt. Der mittlere Impuls der Leptonen beträgt 34 GeV, kann aber auch Werte bis zu 200 GeV erreichen. Das ist die höchste Elektronenenergie, die im elektromagnetischen Kalorimeter des Experimentes nachgewiesen werden muß. Die niedrigsten Energien rühren von minimalionisierenden Teilchen her.

Das HERA-B-Kalorimeter ist vom Schaschlik-Typ (siehe Abbildung). Die folgende Tabelle stellt Eigenschaften der Kalorimeterzellen zusammen.

Absorber	Pb
Zellgröße	5.6 cm×5.6 cm
Absorber : Szintillator (Vol.)	3 : 6
Dicke der Pb-Platten	3 mm
Dicke der Szi-Platten	6 mm

a) Berechnen Sie die Strahlungslänge X_0 einer derartigen Anordnung von Blei- und Szintillatorplatten.

b) Etwa $20\,X_0$ sind notwendig, um die gesamte Energie des Schauers nachzuweisen. Aus wievielen Platten sollte eine Kalorimeterzelle bestehen?

c) Welche Energie verliert ein Myon mit einem Impuls von 34 GeV beim Durchqueren einer Zelle? Um welchen Winkel wird es aufgrund der Vielfachstreung abgelenkt? Welche Ortsungenauigkeit ergibt sich am Ort einer Spurkammer, die sich 2 m hinter dem Kalorimeter befindet?

d) In welcher Tiefe liegt das Schauermaximum für ein Elektron mit einem Impuls von 34 GeV? Erstreckt sich der Schauer auch in benachbarte Zellen, wenn das Elektron genau senkrecht auf die Mitte einer Kalorimeterzelle auftrifft?

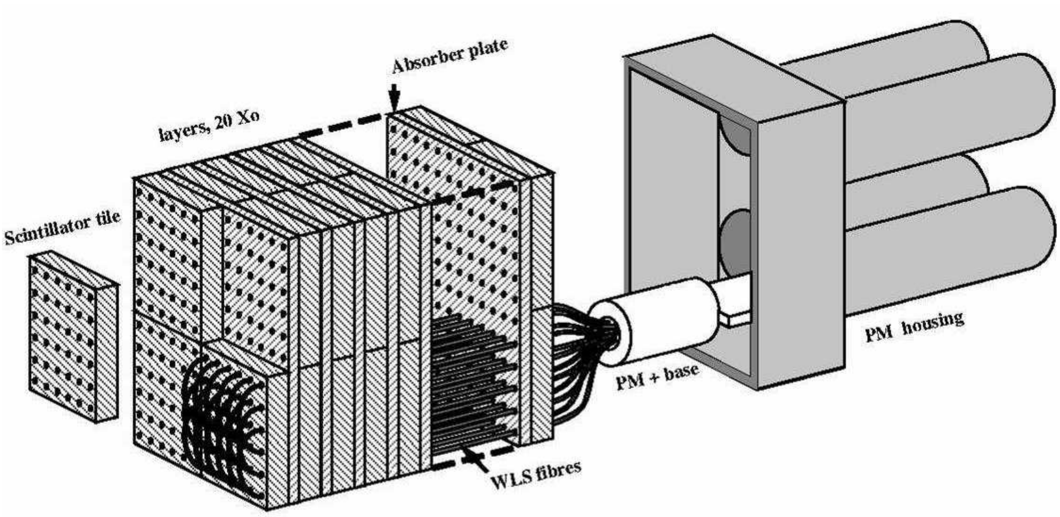

Abbildung 1: Aufbau eines Schaschlik-Kalorimeters: Ein Sandwich aus abwechselnd Blei- und Szintillatorplatten wird durch Wellenlängenschieber-Fasern ausgelesen. Die Fasern verlaufen hier in der Richtung der Schauerentwicklung von vorn nach hinten, wo das Licht auf einen Photomultiplier geleitet wird.

Hinweis: Nehmen Sie an, daß das Szintillatormaterial in allen physikalischen Eigenschaften (Dichte, Strahlungslänge) zu Wasser äquivalent ist.

Abgabe: Donnerstag 15.07.2004, in der Vorlesung