

SS 17 14. Übungszettel zu Kern- und Teilchenphysik

für Lehramtsstudierende

Mi 28.6.2017

54) Die fundamentale Bestimmung der „Parität des Pion“

Dieses Thema wurde in der Vorlesung besprochen (Stunden 21-23, Folien 31,32).
Arbeiten Sie Logik der Bestimmung der Parität der geladenen Pionen durch
– anhand der Vorlesungsunterlagen (oder der Literatur: Demtröder4, Kap. 7.2.3)
und dieser Grafik:

Reaktion: $\pi^- + d \rightarrow n + n$

J^P	0^-	1^+	$\frac{1}{2}^+$	$\frac{1}{2}^+$
L	0		0,1,2	
		↓		↑
J_{ges}	1	⇒		1

Zusatzinformation: http://physik.uibk.ac.at/physik4/Paritaet_des_Pion_FAQ.html

55) 2-Körperzerfall $\Delta^+ \rightarrow n + \pi^+$

Das Δ^+ Baryon (uud-Quarkzustand, Masse = 1232 MeV) zerfällt in ein Proton und ein Pion.
Zeichnen Sie das Feynman-Diagramm (in niedrigster Ordnung) und berechnen Sie im
Schwerpunktsystem die Energien und Impulsbeträge der Zerfallsprodukte.

Die Massen sind: $m_\Delta = 1232 \text{ MeV}/c^2$, $m_n = 939.6 \text{ MeV}/c^2$, $m_{\pi^\pm} = 139.6 \text{ MeV}/c^2$

Bemerkung: dies ist die relativistische Version von Aufgabe 19c).

Verwenden Sie zur Lösung wieder Energie- und Impulserhaltung, aber eben die
relativistischen Formeln für Energie und Impuls eines Teilchens.

Idealerweise rechnen Sie zuerst allgemein den Prozess $0 \rightarrow 1 + 2$, mit den Massen m_0, m_1, m_2 ,
den relativistischen Gesamtenergien E_0, E_1, E_2 sowie den Impulsbeträgen p_0, p_1, p_2 .

Falls dies nicht gelingt, Formeln im Internet nachsehen.

56) Schwellenenergie (GZK-Limit)

Ein hochenergetisches Proton der kosmischen Strahlung kollidiert mit einem Photon der
kosmischen Hintergrundstrahlung ($T = 2.7 \text{ K}$), das eine mittlere Energie von $E_\gamma = k_B T$ besitzt.
Zeigen Sie, dass $E_\gamma = 2.3 \cdot 10^{-10} \text{ MeV}$.

Berechnen Sie nun die **Energie E_p** , die das Proton haben muss, um ein Δ^+ erzeugen zu können,
also $p + \gamma \rightarrow \Delta^+$. Verwenden Sie dabei das Konzept der invarianten Masse (vgl. Aufgabe 38),
d.h. berechnen Sie allgemein die Masse des Systems links im LAB-Systems, und des Systems
rechts (hier nur ein einziges Teilchen) in welchem System Sie gerade wollen.

Da das Proton hochenergetisch ist, können Sie Energie und Impuls gleichsetzen.

Die Massen sind: $m_p = 938.3 \text{ MeV}/c^2$, $m_\Delta = 1232 \text{ MeV}/c^2$.

→

57) Hausübung: Projekt Z-Pfad – Hauptaufgabe (3. Teil)

Anleitung auf der home page bzw. unter diesem Link: <http://physik.uibk.ac.at/z-path/kut.html>

Die Aufgabe besteht darin, *Ihre* 50 Ereignisse in eine der unten angegebenen 3 Kategorien einzuteilen und mittels Einfüllen in die Tabelle (wie letzte Stunde vorgezeigt; siehe auch unten) die **invariante Masse der Zerfallsprodukte** zu berechnen.

Dieser Masse entspricht dann die **Masse des Mutterteilens**.

In exakt dieser Weise haben Sie schon bei den Aufgaben 39 und 42 (Klausuraufgabe) die Masse des ϕ -Teilchens bestimmt. Hier sollen Sie zum Unterschied die Massen des Z-Bosons sowie des Higgs-Bosons bestimmen.

Folgende Signal-Zerfälle sollen identifiziert werden:

- $Z \rightarrow e^+ + e^-$
- $Z \rightarrow \mu^+ + \mu^-$
- $H \rightarrow \gamma + \gamma$

Idealerweise können Sie für jedes der 50 Ereignisse sagen, welchen dieser 3 Zerfälle es enthält. Manchmal können Sie keinen Zerfall identifizieren, manchmal vielleicht auch gleich zwei davon (Sie können aber nur Photonen oder geladene Leptonen einfüllen).

Üblicherweise gibt es in den Daten sehr viele **Untergrundereignisse**, die wurden hier aber schon rausgefiltert.

	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]
	4,7	-	4,2	-0,976	-0,484	4,030
	7,5	+	7,4	-0,844	0,216	

4. wenn 2 (oder 4) Teilchen eingefügt werden, wird in dieser Tabelle hier die invariante Masse angezeigt

3. Teilchen (hier Myon) einfügen

2. Zeile wird markiert

1. auf die Spur klicken

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]
Tracks 1	+	1,76	1,76
Tracks 2	-	4,35	4,31
Tracks 3	+	7,05	1,25
Tracks 4	+	6,18	1,31
Tracks 5	-	4,67	4,17
Tracks 7	+	1,77	1,36
Tracks 8	-	7,12	1,19
Tracks 12	-	5,26	2,29
Tracks 14	-	1,18	1,17
Tracks 15	+	1,25	1,20
Tracks 17	+	7,54	7,37
Tracks 20	+	4,90	3,74
Tracks 21	-	2,18	1,21
Tracks 22	-	4,80	3,87
Tracks 25	-	2,10	2,09
Tracks 26	-	4,46	4,42
Tracks 30	+	1,68	1,68
Tracks 31	+	2,95	2,66
Tracks 32	+	2,95	3,36
Tracks 33	+	1,71	1,71
Tracks 39	+	1,68	1,67
Tracks 40	+	1,11	1,11

Screen-shot der HYPATIA software