



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

FORTGESCHRITTENEN PRAKTIKUM

Lebensdauer von Myonen der Höhenstrahlung

Verfasser:

Henrik JÜRGENS

Frederik STROTHMANN

Tutoren:

Max MUSTERMANN

Max MUSTERMANN

Abstract:

Ziel dieses Versuches ist es die Myonen-Lebensdauer
mit einem statistischen Fehler von unter 5 %
und möglichst geringem systematischen Fehler zu bestimmen

Dies	ist	ein
Platz-	halter	für
die	bewertungs	Tabelle

21. August 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Theorie	2
2.1	Standartmodell	2
2.2	Zerfallskanäle von μ , π und K	3
3	Versuchsteil...	4
3.1	Verwendete Materialien	4
3.2	Versuchsaufbau	4
3.3	Versuchsdurchführung	4
3.4	Verwendete Formeln	4
3.5	Messergebnisse	4
3.6	Auswertung	4
3.7	Diskussion	4
4	Fazit	4

1 Einleitung

In diesem Versuch soll die mittlere Lebensdauer von Myonen der Höhenstrahlung mithilfe von Plastik-Szintillationszählern und Photovervielfachern kurzer Anstiegszeit bestimmt werden. Es werden also relativistische Myonen, welche aus Spallationsprozessen von kosmischer Strahlung mit Teilchen in der oberen Atmosphäre stammen, detektiert. Die relativ lange Lebensdauer des Myons deutet dabei auf einen schwachen Zerfall hin. Ziel des Versuches ist es einen möglichst geringen statistischer Fehler und einen kleinen systematischen Fehler zu erreichen. Mit den Szintillationszählern ist es möglich Zerfallszeiten bis zu 10 ns zu bestimmen. Dabei ist die Eichung des Aufbaus eine entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche Messung.

2 Theorie

Die wichtigsten theoretischen Grundlagen für diesen Versuch werden im folgenden zusammengefasst.

2.1 Standardmodell

Das Standardmodell der Teilchenphysik drei der vier Grundlegenden Wechselwirkungen (WW), die schwache WW, die elektromagnetische WW und die Starke WW. Die Kräfte wechselwirken über Vektorbosonen, welche einen ganzzahligen Spin haben. In Tabelle 1 ist eine Übersicht der drei Kräfte zu sehen.

Tabelle 1: In der Tabelle sind die Grundlegenden WW (außer der Gravitation) und ihre Eigenschaften aufgetragen (entnommen [2] Seite 274)

Wechselwirkung	koppelt an	Austauschteilchen	$\frac{m_0}{GeV}$	J^P
stark	Farbe	8 Gluonen (g)	0	1^-
elektromagnetisch	elektrische Ladung	Photon (γ)	0	1^-
schwach	schwache Ladung	W^\pm, Z^0	$\approx 10^2$	1

Neben den Bosonen gibt es noch zwei weitere fundamentale Teilchenarten, die Quarks und die Leptonen, welche die Grundbausteine der Materie darstellen. Beide gehören zu den Fermionen, haben also einen halbzahligen Spin. Leptonen und Quarks werden mit aufsteigender Masse in drei Generationen aufgeteilt. In Tabelle 2 sind Quarks und Leptonen mit ihren Eigenschaften dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der Grundlegenden Eigenschaften von Quarks und Leptonen

Fermionen	Familie			elektrische Ladung	Farbe	schwacher Isospin		Spin
	1	2	3			rechtsh.	linksh.	
Leptonen	ν_e	ν_μ	ν_τ	0	—	1/2	—	1/2
	e	μ	τ	-1			0	
Quarks	u	c	t	+2/3	r,g,b	1/2	0	1/2
	d	s	b	-1/3			0	

2.2 Zerfallskanäle von μ , π und K

Im Folgenden sind die Zerfallskanäle von μ , π und K bzw. in diesem Fall die wahrscheinlichsten Zerfallsprodukte dargestellt.(vgl. [1] Seite 406 ff.)

Particle	J^P	$\frac{m_0}{\text{MeV}}$	$\frac{\tau}{\text{s}}$	Decay	Fraction
μ^\pm	$\frac{1}{2}$	105.6595(± 2)	$2.1971(\pm 1) \times 10^{-6}$	$e\nu\bar{\nu}$	100 %
π^\pm	0^-	139.567(± 1)	$2.603(\pm 2) \times 10^{-8}$	$\mu\nu$	$\simeq 100$ %
π^0	0^-	134.963(± 4)	$0.83(\pm 6) \times 10^{-16}$	$\gamma\gamma$	98.8 %
				$\gamma e^+ e^-$	1.17 %
K^\pm	0^-	493.67(± 2)	$1.237(\pm 3) \times 10^{-8}$	$\mu^\pm \nu$	63.5 %
				$\pi^\pm \pi^0$	21.2 %
				$\pi^\pm \pi^+ \pi^-$	5.6 %
				$\pi^\pm \pi^0 \pi^0$	1.7 %
				$\mu^\pm \pi^0 \nu$	3.2 %
				$e^\pm \pi^0 \nu$	4.8 %
K^0, \bar{K}^0	0^-	497.7(± 1)	$K_S : 0.892(\pm 2) \times 10^{-10} \quad K_L : 5.18(\pm 4) \times 10^{-8}$		
K_S				$\pi^+ \pi^-$	68.6 %
				$\pi^0 \pi^0$	31.3 %
K_L				$\pi^0 \pi^0 \pi^0$	21.5 %
				$\pi^+ \pi^- \pi^0$	12.6 %
				$\pi \mu \nu$	26.8 %
				$\pi e \nu$	38.8 %

τ entspricht dabei der mittleren Lebensdauer. Pionen sind aus einem u-d Paar aufgebaut und Kaonen aus einem u-s oder d-s Paar. Die Teilchen mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich in der Kombination von Quark und Antiquark, auf die hier nicht genauer eingegangen werden soll.

3 Versuchsteil...

3.1 Verwendete Materialien

3.2 Versuchsaufbau

3.3 Versuchsdurchführung

3.4 Verwendete Formeln

3.5 Messergebnisse

3.6 Auswertung

3.7 Diskussion

4 Fazit

Literatur

[1] Donald H. Perkins. *Introduction to High Energy Physics*.

[2] Scholz Zetsche Povh, Rith. *Teilchen und Kerne*.