

# Atom- und Kernphysik

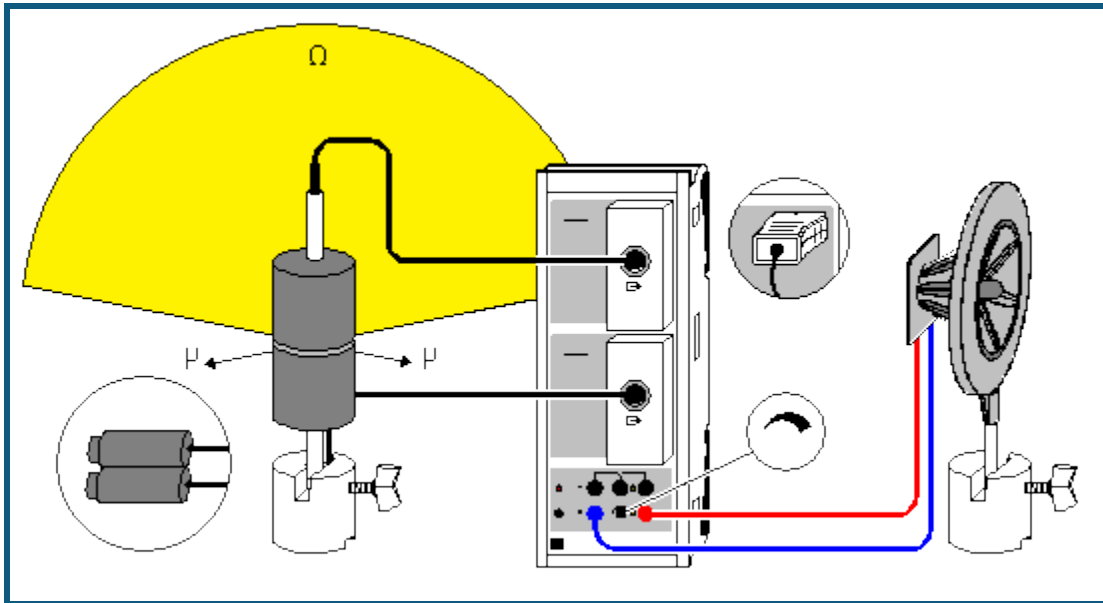
Quantenphysik  
*Teilchen*

## Nachweis von Myonen

### Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und  
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe  
verwenden.

## Nachweis von Myonen



### Versuchsbeschreibung

Primäre kosmische Strahlung ist eine hochenergetische Partikelstrahlung (überwiegend Protonen), die beim Auftreffen auf die Erdatmosphäre mit dieser wechselwirkt. Dabei entsteht sekundäre Strahlung, die auf der Erdoberfläche nachweisbar ist (überwiegend Myonen).

Myonen ( $\mu^-$ ) und Antimyonen ( $\mu^+$ ) sind geladene Teilchen aus der Familie der Leptonen. Sie sind etwa 200 mal schwerer als Elektronen und haben eine mittlere Lebensdauer von nur etwa  $2 \mu\text{s}$ . Die schnellen Myonen (nahezu Lichtgeschwindigkeit) schaffen es durch die relativistische Zeitdilatation trotzdem bis auf die Erdoberfläche. Der Myonenfluss beträgt dort noch etwa  $1 \text{ Myon pro cm}^2 \text{ pro Minute}$ .

Myonen können sehr zuverlässig von einem Zählrohr registriert werden (Ansprechwahrscheinlichkeit nahezu 100 %). Um Myonen von anderen Zählrohreignissen (z. B.  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung) zu unterscheiden, wird auch ihre sehr gute Materialdurchdringung ausgenutzt. Wenn zwei Zählrohre quasi-gleichzeitig ansprechen, dann ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein Myon von oben durch beide Zählrohre geflogen. Von unten kommen keine Myonen, weil sie von der dazwischen liegenden Erdkugel absorbiert werden. Die Skizze zeigt den Raumwinkel  $\Omega$ , aus dem ein Myon  $\mu$  kommen muss, damit es beide Zählrohre erreicht. Wenn beide Zählrohre einen größeren Abstand voneinander haben, dann wird dieser Raumwinkel kleiner.

Es lässt sich ebenfalls die Zenitwinkelabhängigkeit von Myonen zeigen, die dadurch entsteht, dass ein Myon von oben weniger Atmosphäre durchdringen muss und deswegen seltener absorbiert wurde bzw. auf seinem zeitlich kürzeren Weg seltener zerfallen ist. Deswegen ist der Myonenfluss von oben am größten.

In diesem Versuch bleibt die Erfassung von Myonenschauern (unterschiedliche Myonen erreichen quasi-gleichzeitig unterschiedliche Zählrohre) unberücksichtigt.

### Benötigte Geräte

1	<a href="#">Sensor-CASSY</a>	524 010 oder 524 013
1	<a href="#">CASSY Lab 2</a>	524 220
2	<a href="#">GM-Boxen</a> mit	524 033
2	Großflächen-Zählrohren und	559 012
1	Sockel oder	300 11
2	Fensterzählrohren	559 01
	oder	
2	<a href="#">GM-Zählrohre S</a>	524 0331
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

### Optionale akustische Ausgabe

1	Hochtonlautsprecher	587 07
---	---------------------	--------

1	Sockel	300 11
1	Paar Kabel, 50 cm, rot und blau	501 45

### Versuchsaufbau (siehe Skizze)



Die GM-Zählrohre über zwei GM-Boxen an das Sensor-CASSY anschließen.

Bei Verwendung der Großflächenzählrohre diese gegeneinander (face-to-face) positionieren.

Bei Verwendung der kleinen Zählrohre diese nebeneinander (side-by-side) positionieren.

### Versuchsdurchführung

■ Einstellungen laden

- Eventuell Messzeit und Messintervall in den [Messparametern](#) (Fenster → Messparameter anzeigen) anpassen. Das Messintervall legt in diesem Versuch die Totzeit fest.
- Messreihe mit  starten. Nach Ablauf der vorgegebenen Messzeit oder mit  stoppt die Messung wieder.
- Wenn gewünscht, Zählrohre auf einen anderen Zenitwinkel ausrichten und Messung wiederholen. Für genauere Zenitwinkel sollten die beiden Zählrohre einen größeren Abstand haben.

### Auswertung

Praktisch jedes Myon, das beide Zählrohre durchdringt, wird registriert.

Die effektive Fläche des Großflächenzählrohres (559 012) beträgt etwa  $15 \text{ cm}^2$ . Wenn beide Zählrohre dicht aneinander liegen, wird fast der gesamte Raumwinkel erfasst (siehe Skizze). Dadurch ist mit zwei Großflächenzählrohren in Koinzidenz eine Myonenzählrate von etwa 12 Myonen pro Minute möglich.

Je weiter die Zählrohre voneinander entfernt sind, umso kleiner wird der Raumwinkel, aus dem die Myonen erfasst werden und umso geringer fällt die Zählrate aus.

Die Myonenzählrate verringert sich auch, wenn beide Zählrohre bei gleichem Raumwinkel nicht nach oben zeigen. Sind die Zählrohre übereinander positioniert, fehlt der Halbkugel der Bereich über dem Horizont, aus dem nur wenig Myonen stammen. Sind die Zählrohre nebeneinander positioniert, fehlt der Halbkugel der Bereich über ihnen, aus dem die meisten Myonen stammen.

Die gemessenen Zählraten werden auch in einer **Häufigkeitsverteilung** dargestellt.

### Hinweise

Die effektive Fläche des kleinen Zählrohrs (559 01) beträgt nur etwa  $5 \text{ cm}^2$  (seitlich). Auch wenn die beiden Zählrohre dicht übereinander liegen, ist der erfasste Raumwinkel  $\Omega$  deutlich kleiner als bei den beide Großflächen-Zählrohren, weil deren Abstand größer ist. Beide Effekte reduzieren die gemessene Myonenzählrate auf etwa 1 Myon pro Minute.

Das Zeitfenster für Koinzidenzen ist fest vorgegeben und beträgt  $10 \mu\text{s}$ .