

## Atom- und Kernphysik

Kernphysik

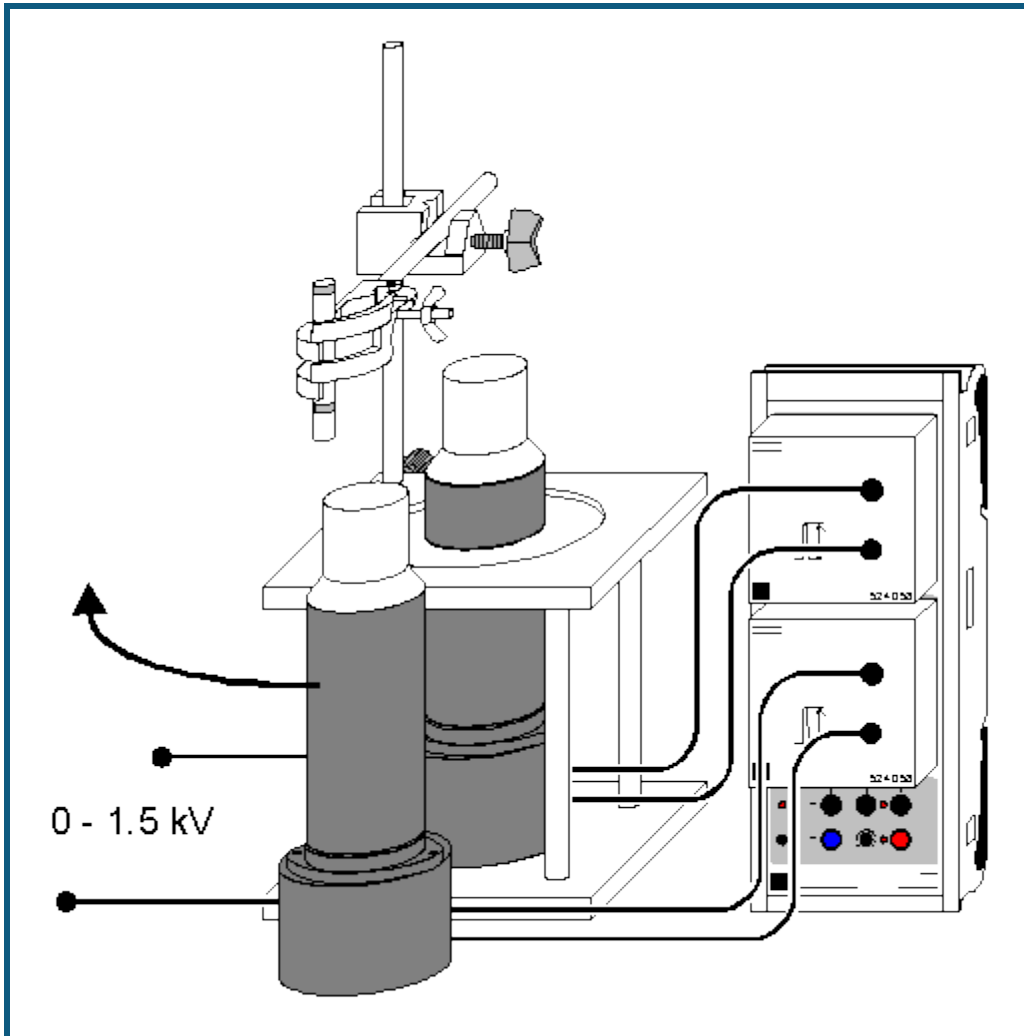
*$\gamma$ -Spektroskopie*

Koinzidenz und  $\gamma$ - $\gamma$ -  
Winkelkorrelation beim  
Zerfall von Positronen

### Beschreibung aus CASSY Lab 2

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

## Koinzidenz und $\gamma$ - $\gamma$ -Winkelkorrelation beim Zerfall von Positronen



### Sicherheitshinweis

Beim Umgang mit radioaktiven Präparaten sind neben der Strahlenschutzverordnung auch länderspezifische Auflagen und Vorgaben der Schulbehörden zu beachten, in der Bundesrepublik Deutschland also mindestens die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht. Die in diesem Versuch eingesetzten Präparate sind bauartzugelassen nach StrlSchV (2001) oder Freigrenzenpräparate. Somit ist ein genehmigungsfreier Umgang möglich.

Da die verwendeten Präparate ionisierende Strahlung erzeugen, müssen beim Umgang folgende Sicherheitsregeln befolgt werden:

- Präparate vor dem Zugriff **Unbefugter** schützen.
- Vor Benutzung Präparate auf **Unversehrtheit** überprüfen.
- Zur **Abschirmung** Präparate im Schutzbehälter aufbewahren.
- Zur Gewährleistung einer **möglichst kurzen Expositionszeit** und einer **möglichst geringen Aktivität** Präparate nur zur Durchführung des Experiments aus dem Schutzbehälter nehmen.
- Zur Sicherstellung eines **möglichst großen Abstandes** Präparate nur am oberen Ende des Metallhalters anfassen.

### Versuchsbeschreibung

Die räumliche Koinzidenz der beiden  $\gamma$ -Quanten einer Elektron-Positron Paarvernichtung wird demonstriert. Die Impulserhaltung erfordert eine Emission der beiden Quanten unter  $180^\circ$ , die anschaulich gezeigt wird. Die selektive Messung eines Koinzidenz-Spektrums bringt eine Unterdrückung nicht korrelierter Linien.






## 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="#">VKA-Boxen</a>	524 058
1	<a href="#">Na-22-Präparat</a>	559 865
1	Satz 3 <a href="#">Radioaktive Präparate</a>	559 835 oder 559 845
2	<a href="#">Szintillationszähler</a>	559 901
2	Detektor-Ausgangsstufen	559 912
2	Hochspannungsnetzgeräte 1,5 kV	521 68
2	Sockel zum Szintillationszähler	559 891
1	Stativstange, 47 cm	300 42
1	Leybold-Muffe	301 01
1	Universalklemme, 0...80 mm	666 555
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

## Versuchsaufbau (siehe Skizze)

Die Ausgangsstufen der Szintillationszähler werden mit den VKA-Boxen und den Hochspannungsnetzgeräten verbunden. Beide VKA-Boxen müssen auf demselben CASSY stecken. Das Präparat wird mittels Stativmaterial neben einem Szintillationszähler platziert, so dass der andere Detektoren darum herum bewegt werden kann, um so verschiedene Winkel Detektor 1 – Präparat – Detektor 2 einstellen zu können.

## Versuchsdurchführung

- Einstellungen laden
- Darstellung **Energiekalibrierung** wählen
- Mit beiden Detektoren das normale [Na-22](#)-Spektrum jeweils mit  aufnehmen
- In den [Einstellungen NA](#) den Detektor an Eingang A und in den [Einstellungen NB](#) den Detektor an Eingang B [kalibrieren](#)
- Darstellung **511 keV** wählen
- In den [Einstellungen NA](#) die Messung auf **Koinzidenztrigger für andere Box** einstellen und das Koinzidenzfenster auf die 511 keV Linie einstellen (mit zwei [senkrechten Linien](#) markieren)
- Den beweglichen Detektor so stellen, dass das Präparat zwischen den Detektoren steht. Koinzidenzspektrum mit  aufnehmen
- Den beweglichen Detektor so stellen, dass er senkrecht zur Verbindungslinie Präparat – anderer Detektor steht. Koinzidenzspektrum mit  aufnehmen.
- Darstellung **1275 keV** wählen
- In den [Einstellungen NA](#) das Koinzidenzfenster auf die 1275 keV Linie einstellen (altes Fenster mit → 0 ← zurücksetzen und neues Fenster mit zwei [senkrechten Linien](#) markieren)
- Koinzidenzspektrum unter 180° und unter 90° jeweils mit  aufnehmen.
- Darstellung **Cs-137 und Na-22** wählen
- In den [Einstellungen NA](#) das Koinzidenzfenster auf die 511 keV Linie einstellen (altes Fenster mit → 0 ← zurücksetzen und neues Fenster mit zwei [senkrechten Linien](#) markieren)
- [Cs-137](#)-Präparat gemeinsam mit dem [Na-22](#)-Präparat zwischen den Detektoren befestigen, den beweglichen Detektor so stellen, dass die Präparate zwischen den Detektoren stehen. Koinzidenzspektrum mit  aufnehmen
- Normales VKA-Spektrum in dieser Anordnung aufnehmen

## Auswertung

Das normale Na-22-Spektrum besteht aus einer Linie bei 1275 keV und der Paarvernichtungs-Strahlung bei 511 keV. Die beiden 511 keV Quanten sind zeitlich und räumlich (Emission unter 180°) korreliert, die 1275 keV Quanten sind zeitlich mit den 511 keV Quanten korreliert, da die Verzögerung von 3,7 ps in diesem Aufbau nicht detektiert werden kann. Räumlich ist die Emission nicht korreliert.

Im normalen VKA-Spektrum sind beide Linien sichtbar, unter 180° Koinzidenz ist die 511 keV Linie deutlich hervorgehoben, da die anderen Bestandteile des Spektrums (1275 keV Linie, Compton-Verteilung) zwar zeitlich, aber nicht räumlich korreliert sind und so gegenüber der räumlich korrelierten 511 keV Linie um den Raumwinkel des zweiten Detektors abgeschwächt werden. Die absolute Zählrate der 511 keV Linie sinkt dabei entsprechend der Nachweiswahrscheinlichkeit des zweiten Detektors.

Dreht man den Detektor nun aus der 180° Richtung heraus, so verschwindet die 511 keV Linie, während die räumlich unkorrelierten Bestandteile erhalten bleiben.

Bei Messungen in Koinzidenz zur 1275 keV Linie entfällt die räumliche Koinzidenz, die Spektren zu verschiedenen Winkeln sehen gleich aus. Da es nur ein 1275 keV  $\gamma$ -Quant pro Zerfall gibt, ist in Koinzidenz auch keine 1275 keV Linie zu beobachten.

Um die Unterdrückung zeitlich nicht korrelierter Quanten zu demonstrieren, werden zwei Präparate gleichzeitig verwendet. Das Cs-137 liefert dabei einen nicht korrelierten Untergrund, der in Koinzidenz nur aufgrund zufälliger Koinzidenzen sichtbar ist, ohne Koinzidenz-Messung aber deutlich sichtbar ist.

**Hinweis**

Das Zeitfenster für Koinzidenzen ist fest vorgegeben und beträgt 4  $\mu$ s.