

Atom- und Kernphysik

Kernphysik

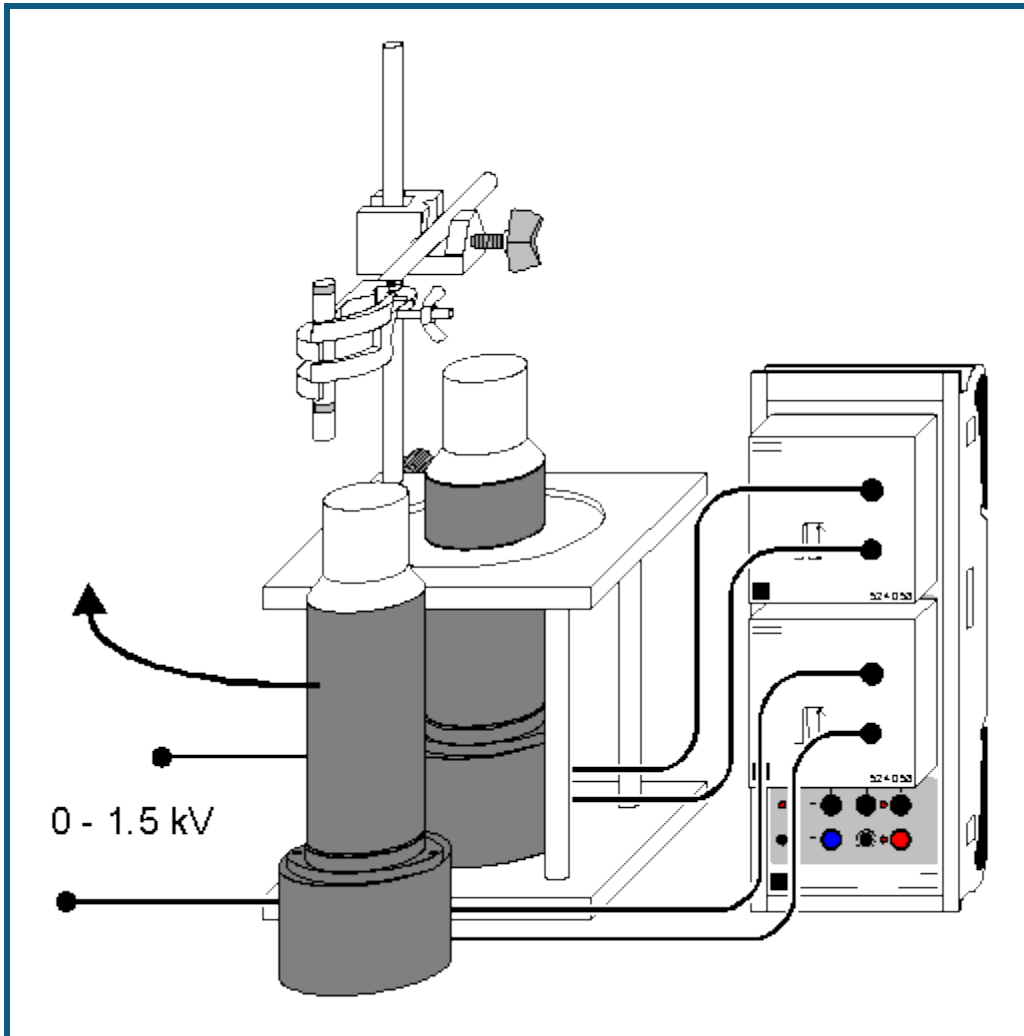
γ -Spektroskopie

Koinzidenz beim γ Zerfall
von Kobalt

Beschreibung aus CASSY Lab 2

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

Koinzidenz und Zerfallskaskade von Co-60



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 unterhalb der Freigrenze. 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 Koinzidenz der beiden kurz nacheinander emittierten γ -Quanten beim Zerfall des Co-60 wird demonstriert. Die selektive Messung eines Koinzidenz-Spektrums zeigt jeweils die andere Linie der Zerfallskaskade.

Benötigte Geräte




- | | | |
|---|------------------------------|----------------------|
| 1 | Sensor-CASSY | 524 010 oder 524 013 |
| 1 | CASSY Lab 2 | 524 220 |

2	VKA-Boxen	524 058
1	Co-60-Präparat	559 855
2	Szintillationszähler	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 [Co-60](#)-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 **Koinzidenz** wählen
- In den [Einstellungen NA](#) die Messung auf **Koinzidenztrigger für andere Box** umstellen und das Koinzidenzfenster auf die 1332 keV Linie einstellen (z. B. mit zwei [senkrechten Linien](#) markieren)
- Koinzidenzspektrum mit  aufnehmen
- In den [Einstellungen NA](#) das Koinzidenzfenster auf die 1173 keV Linie einstellen (altes Fenster mit → **0** ← zurücksetzen und neues Fenster mit zwei [senkrechten Linien](#) markieren)
- Koinzidenzspektrum mit  aufnehmen

Auswertung

Das normale Co-60-Spektrum besteht aus zwei Linien bei 1332 keV und 1175 keV. Wenn ein Co-60-Kern zerfällt, startet dies mit einem β -Zerfall. Der angeregte Zustand des Ni-60 emittiert zuerst ein γ -Quant mit 1175 keV, der folgende Zwischenzustand hat nur eine Lebensdauer von 0,7 ps, dann folgt die Emission des 1332 keV γ -Quants und der Kern ist im Grundzustand. Damit erfolgt die Emission beider im Spektrum sichtbaren γ -Linien in zeitlicher Koinzidenz.

Die Aussendung beider γ -Quanten kann mit einem NaI-Szintillationsdetektor zeitlich nicht getrennt werden, es kann aber die zeitliche Korrelation beider Teilchen eindrucksvoll demonstriert werden.

Im normalen VKA-Spektrum sind beide Linien sichtbar. Wählt man eine der beiden Linien als Koinzidenztrigger aus, dann zeigt das jeweils resultierende Spektrum nur die andere Linie, weil das erste γ -Quant im ersten Detektor angekommen ist und den Trigger ausgelöst hat. Damit ist die zeitliche Koinzidenz beider γ -Quanten gezeigt und damit auch, dass diese kausal aus dem gleichen atomaren Zerfallsprozess stammen müssen.

Bei Koinzidenztriggerung auf der 1175 keV Linie zeigt sich außerdem noch eine Linie bei 200 keV. Hier kommt ein zweiter Prozess zum Tragen, der nichts mit der Zerfallskaskade zu tun hat. Wenn ein 1332 keV γ -Quant emittiert wird und im Koinzidenztrigger-Detektor eine Compton-Rückstreuung macht, dann wird eine Energie von ca. 1130 keV auf das Elektron übertragen. Diese Energie liegt im verwendeten Triggerfenster um 1175 keV und löst damit eine Messung aus. Das rückgestreute γ -Quant kann nun im zweiten Detektor eintreffen und führt die Restenergie von ca. 200 keV mit sich. Durch räumliche Bewegung der Detektoren ändert sich die Intensität und Energie dieser Linie.

Hinweis

Das Zeitfenster für Koinzidenzen ist fest vorgegeben und beträgt 4 μ s.