

Versuch13: Hochauflösende γ -Spektrometrie mit einem Germanium-Detektor: Auswertung der Energiespektren bekannter Nuklide

Vorbereitung

- γ -Spektrometrie
- Halbleiter Detektoren
- Vielkanalanalysatoren
- Wechselwirkung von γ -Strahlung mit Materie
- Co – 60, Cs – 137, Ra – 226 Zerfallsreihe

Aufgabenstellung

Aufgabe 1: Aufnahme von Impulshöhenspektren und Energiekalibrierung -Demonstration

Das Impulshöhenspektrum des Mischpräparats (Co-60, Cs-137 und Am-241) wird mit dem hochauflösenden Germanium γ -Spektrometer aufgenommen.

Die wichtigsten Gerätedaten sind:

Hochspannung: (3000 V)

Vielkanalanalysator: 8000 Kanäle

Verstärkungsfaktor: (Gain) 50

Messzeit jeweils einige Minuten nach Absprache – die Spektren müssen klar erkennbar sein.

- a) Aufnahme des Impulshöhenspektrums
- b) Energiekalibrierung mit Co-60, Cs-137 und Am-241
Durchführung einer Energiekalibrierung mit den γ -Energien (Photopeaks) von Co-60, Cs-137 und Am-241 mit den Gerätefunktionen, Export und Abspeicherung des Spektrums zur späteren Auswertung.

Aufgabe 2: Aufnahme des Energiespektrums Ra-226

Das Energiespektrum der Ra-226 Probe wird mit dem hochauflösenden Germanium γ -Spektrometer aufgenommen. Messzeit: ca. 20 Minuten nach Absprache, danach Export und Abspeicherung des Spektrums zur späteren Auswertung.

Aufgabe 3: Plotten und Analyse der Energiespektren

a) Co – 60 Energiespektrum

Das Energiespektrum von Co-60 soll analysiert werden. Das Hauptaugenmerk ist hierbei auf die, neben den charakteristischen Photopeaks bei 1,172 MeV und 1,33 MeV, sehr viel schwächer auftretenden Linien und Merkmale (z. B. Compton – Kanten) zu richten.

b) Cs – 137 Energiespektrum

Das Energiespektrum von Cs-137 soll analysiert werden. Das Hauptaugenmerk ist hierbei auf die, neben dem charakteristischen Photopeak bei 0,662 MeV, sehr viel schwächer auftretenden Linien und Merkmale (z. B. Compton – Kante) zu richten.

c) Am – 241 Energiespektrum

Das Energiespektrum von Am-241 soll analysiert werden. Das Hauptaugenmerk ist hierbei auf den charakteristischen Photopeak bei 60 keV zu richten.

d) Ra – 226 Energiespektrum

Das Energiespektrum von Ra-226, aufgenommen mit dem Germanium Spektrometer, soll analysiert werden. Das Hauptaugenmerk ist hierbei auf die Zuordnung der charakteristischen Photopeaks zu richten. Sie sollten mindestens 20 Peaks den Nukliden zuordnen.

Ziehen Sie bei der Zuordnung auch die Tochternuklide von Ra-226 und Rn-222 in Betracht. Beachten Sie hierbei maximal mögliche Aktivitäten unter Berücksichtigung der Zerfallsgesetze und Mutter-Tochter-Beziehungen und der Tatsache, dass Rn-222 flüchtig ist und deshalb nur zu einem geringen Anteil im Präparat zurückgehalten wird.

Diskutieren Sie auch bitte alle eventuell sehr viel schwächer oder gar nicht auftretende Linien und Merkmale (z. B. Compton-Kante, Rückstreupeaks, Escapepeaks etc.).

Geräte und Unterlagen

Reinstgermanium Halbleiterdetektor;

- Empfindlichkeit ca. 20 % (bezogen auf einen zylinderförmigen NaI-Detektor mit 3“ Durchmesser und 3“ Höhe)
- Energieauflösung <0,1 %
- Durchmesser 5 cm

Ladungsempfindlicher Vorverstärker DSG 91460

Hochspannung (3000 V) DSG 203 AHV mit LN2 Anzeige und Abschaltung

Vielkanalanalysator: Canberra/Mirion Multiport II MCA, 8000 Kanäle

Linearverstärker DSG Typ 300

Datenaufnahme und –speicherung: PC 486 DX, 8Mb RAM, 100 MHz

Datenauswertung: Canberra Genie 2k

Empfohlene Literatur

Zur Auswertung:

Radionuklid Tabellen: W. Seelmann-Eggbert und G. Pfennig
(Ausleihe im Praktikum auf Anfrage)

Catalog of gamma rays from Radioactive Decay; Part I and II:
U. Reus und W. Wetsmeier (zur Ansicht im Praktikum)

Zur Vorbereitung:

- /1/ W. Stolz: Radioaktivität - Grundlagen, Messungen, Anwendungen; Teubner Verlag 1990
- /2/ K. Debertin und R. G. Helmer: Gamma- and X-ray spectrometry with semiconductor detectors; North Holland Elsevier, Amsterdam 1988
- /3/ G. F. Knoll: radiation detection and measurement; Wiley & sons, New York, 1989

Radioaktive Präparate:

Marinelli-Eichpräparat (1l)

Eichpräparat in Marinelli Geometrie (1l) Nuklide sind in Feststoff eingeschlossen (PVC) und gleichmäßig im Volumen verteilt

Nuklide: ursprünglich Multinuklide, Identifizierbar

Co-60, Cs-137, Am-241

Aktivitäten : siehe Datenblatt

Keine Abschirmung

Ra-226

Aktivität: 2 μ Ci

Als Sulfat in eine Metallfolie eingebettet. Die Folie ist an der Stirnseite eines Stativstabes aufgekittet und wird durch eine durchbohrte mit dem Stativstab verkittete Messingkappe gehalten.

Abschirmung: Massiver Bleizylinder mit einem Durchmesser von 60 mm und einer Höhe von 67 mm.

Die Ausgabe des Präparates erfolgt vor allen Laborversuchen an die Studenten. Die Rückgabe ist nur an den aufsichtführenden Dozenten oder seinen Beauftragten möglich.