

V18

Der Germanium-Detektor

Fritz Agildere
fritz.agildere@udo.edu

Amelie Strathmann
amelie.strathmann@udo.edu

Durchführung: 22. April 2024
Abgabe:

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung	2
2 Theorie	2
2.1 Die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie	2
2.1.1 Der Photoeffekt	3
2.1.2 Der Compton Effekt	4
2.1.3 Die Paarerzeugung	4
3 Aufbau	4
4 Durchführung	4
5 Auswertung	4
6 Diskussion	4
Literatur	4
Anhang	5

1 Zielsetzung

Ziel des Versuches ist es die Funktionsweise eines hochreinen Germaniumdetektors zu untersuchen. Zunächst wird die Energiekalibration und die Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit des Detektors bestimmt. Anschließend wird anhand der gesammelten Daten über die Eigenschaften des hochreinen Germaniumdetektors ein Spektrum eines unbekannten Strahlers aufgenommen und hinsichtlich dessen Energie und Aktivität ausgewertet.

2 Theorie [1]

Zum Verständnis des hochreinen Germaniumdetektors werden die theoretischen Grundlagen dessen im Folgenden erläutert.

2.1 Die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie

Bei der Gamma-Strahlungs-Detektion werden Elektronen des Detektor-Materials von den Gamma-Photonen angeregt und damit werden die Atome ionisiert. Daher bilden sich Elektronen-Loch-Paare. Die Primärelektronen ionisieren wiederum weitere Atome des Detektor-Mediums und erzeugen somit weitere Elektron Loch Paare. Die Anzahl der Elektronen-Loch Paare ist direkt proportional zur Energie des Elektrons aus der primären Wechselwirkung. Da der Absorptionskoeffizient für Gamma-Strahlung bei Gasen sehr niedrig ist, werden Gamma-Strahlen-Detektoren aus Festkörpern gebaut. Das Material des Detektors muss so gewählt werden, dass die Anzahl Elektronen-Loch-Paare gesammelt und als elektrisches Signal wiedergegeben werden kann. Zusätzlich ist der Grad der Interaktion von Gamma-Strahlung mit Materie abhängig von der Energie der Strahlung. Der Intensitätsverlust eines γ -Strahls in Materie ist abhängig von der jeweiligen Schichtdicke des Materials d , der Elektronendichte und dem Wirkungsquerschnitt σ . Dabei ist der Wirkungsquerschnitt ein Maß für die Wahrscheinlichkeit einer Teilchenreaktion. Dieser lässt sich als effektive Wirkungsfläche interpretieren. In Abbildung 1 ist der Dämpfungskoeffizient von Germanium, welcher die Reduktion der Strahlungsintensität bei bestimmter Energie verursacht durch den Absorber misst, gegen die Gamma-Strahlen Energie aufgetragen.

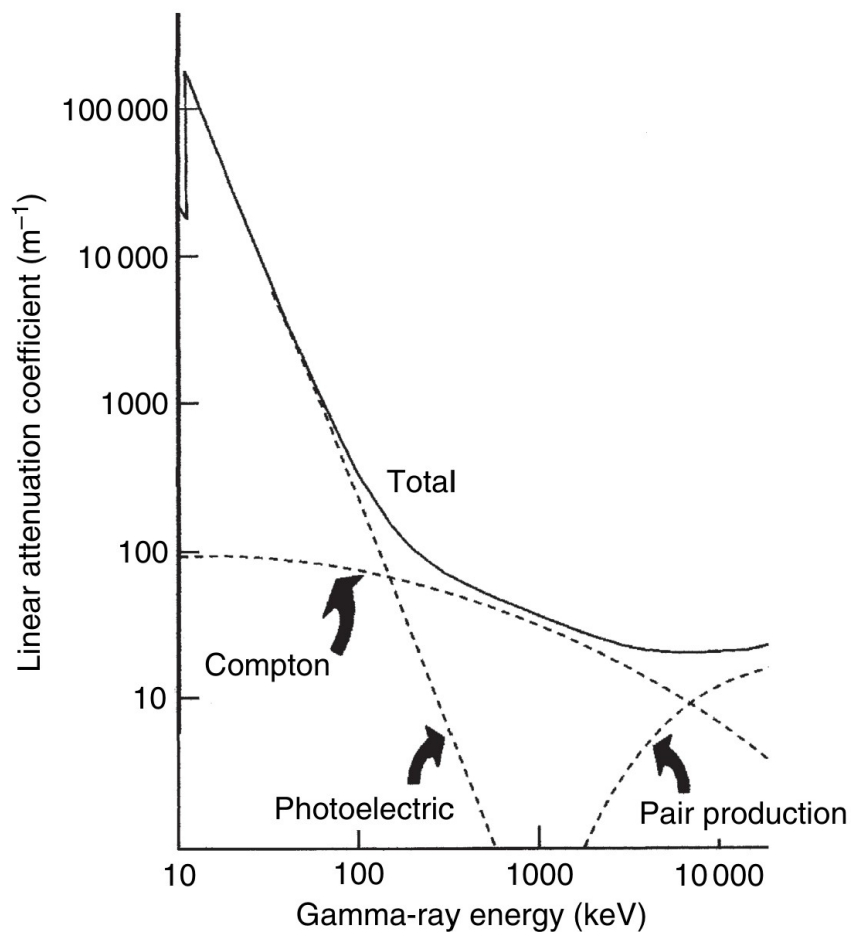


Abbildung 1: [2]

Die totale Kurve setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen: Der Photoeffekt, der Compton Effekt und die Paarerzeugung. Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten erläutert.

2.1.1 Der Photoeffekt

Der Photoeffekt beschreibt den Prozess bei dem ein ein Gamma-Quant mit einem Hüllenelektron wechselwirkt. Das Photon wird absorbiert, daher gibt es seine gesamte Energie an das Atom ab, und ein Elektron wird emittiert. Das Atom nimmt dabei den Rückstoßimpuls auf und wird ionisiert. Anhand der Abbildung 1 lässt sich ablesen dass für Energie im Bereich bis zu 100 keV Absorbtion durch den Photoeffekt dominiert. Der Wirkungsquerschnitt des Photoeffekts fällt für große Energien ab. Bei konstanter Photonen-Energie nimmt σ stark zu für wachsende Z .

2.1.2 Der Compton Effekt

2.1.3 Die Paarerzeugung

3 Aufbau

4 Durchführung

5 Auswertung

6 Diskussion

Literatur

- [1] *Anleitung zu Versuch 18, Der Germanium-Detektor*. TU Dortmund, Fakultät Physik. 2024.
- [2] G.Gilmore. *Practical Gamma-ray Spectrometry*. 2. Aufl. Wiley, 2008.

Anhang