Versuch 252 - Thermische Neutronen

PAP 2.2

Teilnehmender Student: **Harish Mahendran**

Gruppe des Teilnehmenden: **4**

Kurs: **Diensttag**

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**
1.1 Motivation 1
1.2 Grundlagen aus der Physik 1

2 Durchführung **2**
2.1 Versuchskizzen 2
2.2 Messverfahren 2

3 Auswertung **3**
3.1 Zerfall von Silber 3
3.2 Zerfall von Indium 4

4 Zusamenfassung und Diskussion **6**
4.1 Diskussion 6
4.1.1 Zerfall von Silber 6
4.2 Fazit 6

1. Einleitung

1.1 Motivation

Eine wichtige Methode zur Herstellung kurzlebiger Isotope besteht darin, weniger oder nicht radioaktive Proben mit abgebremsten Neutronen auf thermischen Geschwindigkeiten zu beschießen. Durch diesen Vorgang werden die Proben „aktiviert“, wodurch geringe Mengen an reaktivieren Elementen und Isotopen entstehen. Durch die Messung der Aktivität der Probe vor, während und nach der Aktivierung können die Halbwertszeiten der dabei entstandenen Reaktionsprodukte ermittelt werden.

1.2 Grundlagen aus der Physik

Durch hinzufügen eines Neutrons kann man stabile Isotope zu einer radioaktiven Quelle machen. Diese Neutronenzufuhr erfolgt am effektivsten bei niedrigen Neutronengeschwindigkeiten im thermischen Bereich, da der effektive Wirkungsquerschnitt der Zielkernen dadurch deutlich vergrößert werden.
Für die Neutronenquelle verwenden wir Berylliumspäne (^{9}Be) und den α-Strahler Americium-241 (^{241}Am) . Die α-Strahlen reagieren mit der Berylliumspäne zu Kohlenstoff-12 und einem Neutron. Dieser hat eine kinetsiche Energie von etwa 1-10 MeV. Diese werden dann durch ein Paraffin-Block verlangsamt, indem diese durch elastische Stöße an Wasserstoffkernen, die die selbe Masse haben, abgebremst werden.
Mit diesen Neutronen wird nun im 1. Teil Indium-115 zum Isotop Indium-116 umgesetzt. Es entstehen dabei zwei verschiedene Isomere, also zwei Atome mit verschiedenen Strukturen. Es wird entweder ^{116}In oder ^{116m}In umgesetzt. Beide strahlen β^--Strahlung ab und zerfallen Zinn-116 , haben aber verschiedene Halbwertszeiten. ^{116}In hat eine Halbwertszeit von 14s und ^{116m}In von 54 min.
Im 2. Teil wird natürliches Silber bestrahlt. Dies besteht aus 51% Silber-107 und 49% Silber-109. Daraus entstehen zwei verschiedene radioaktive Isotope: Silber-108 und Silber-110. Diese zerfallen durch β-Strahlung zu Cadmium-108 und Cadmium-110. Da die radioaktive Isotope

2. Durchführung

2.1 Versuchskizzen

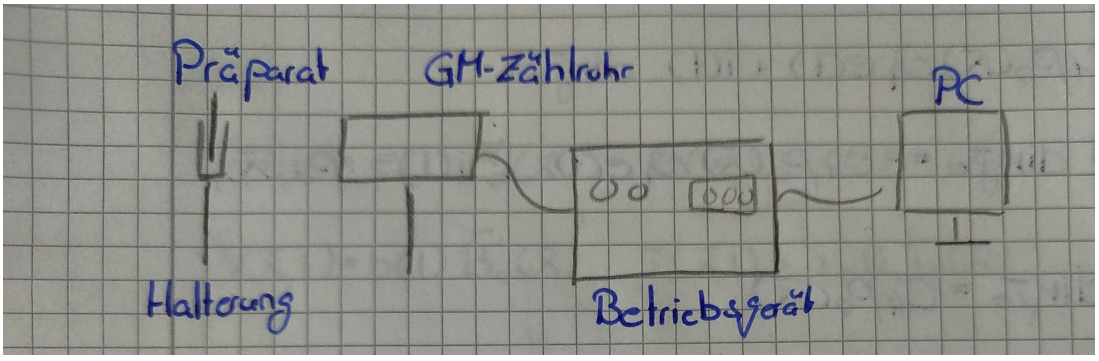


Abbildung 1: Versuchsaufbau

2.2 Messverfahren

Der Versuchsaufbau besteht aus einem Geiger-Müller-Zählrohr, welches direkt an einer Präparate-Halterung angebracht ist. In diese Halterung kann das jeweilige Plättchen der aktivierten Isotope eingespannt werden, sodass es direkt in das Zählrohr strahlt. Das Zählrohr ist mit einem Betriebsgerät verbunden, welches zur Bedienung des Geiger-Müller-Zählrohrs dient (z. B. zur Einstellung der Betriebsspannung).

Das Betriebsgerät ist wiederum mit einem externen Impulszähler verbunden, der die registrierten Zerfälle an einen nebenstehenden Computer übermittelt. Der Computer erstellt daraufhin ein Histogramm der Ergebnisse und gibt die Rohdaten aus, welche zur Bestimmung der Zerfallsfunktion dienen. Über diese Funktion wird schließlich die Zerfallskonstante berechnet.

3. Auswertung

3.1 Zerfall von Silber

Zunächst werden die Silberdatensätze ausgewertet. Dazu wird die Untergrundmessung vervierfacht und zur Korrektur von der Summe aller Teilmessungen der Messreihe abgezogen. Es wird nun die Zerfallsfunktion (2) auf die Daten gefittet:

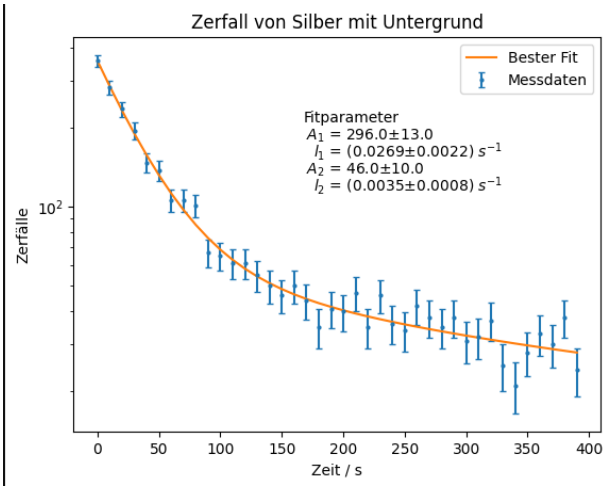


Abbildung 2: Die addierten und Untergrundkorrigierten Messwerte für Silber mit Zerfallsfitkurve

Die Fitparameter sind gegeben als

$$A_1 = 296,0 \pm 13,0$$
$$A_2 = 46,0 \pm 10,0$$
$$\lambda_1 = (0,0269 \pm 0,0022)\frac{1}{s}$$
$$\lambda_2 = (0,0035 \pm 0,0008)\frac{1}{s}$$

Die Literaturwerte sind gegeben als

$$L_1 = 24,6s$$
$$L_2 = 144,6s$$

wobei L die Lebensdauer,die Inverse Zerfallskonstante λ^{-1}, der Isotope ist. Also folgende Zerfallskonstanten

$$\lambda_1 = 0,0407\frac{1}{s}$$
$$\lambda_2 = 0,0069\frac{1}{s}$$

Wenn man diese mit den gemessenen Werten vergleicht erhält man folgende σ-Abweichungen für λ_1:

$$6,27$$

und für λ_2:

$$4,25$$

Die Güte des Fits beträgt

$$\chi^2 = 24,03$$
$$\chi^2_{red} = 0,67$$

Die Wit-Wahrscheinlichkeizt beträgt

$$93,7\%$$

3.2 Zerfall von Indium

Analog erhalten für den Indiumzerfall folgendes Diagramm.

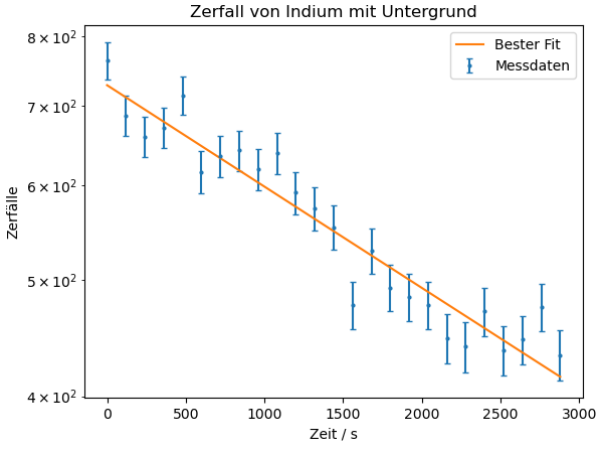


Abbildung 3: Fitkurve für Indiumzerfall mit Untergrundkorrektur

Die Fitparameter sind gegeben als

$$A = 723 \pm 14$$
$$\lambda = (1,9 \pm 0,12) \cdot 10^{-4} \frac{1}{s}$$

Der Literaturwert ist gegeben als

$$L = 3240s$$

also

$$\lambda = 3,08 \cdot 10^{-4} \frac{1}{s}$$

Die σ-Abweichung beträgt

$$9,83$$

Die Güte des Fits ist gegeben als

$$\chi^2 = 35,37$$

und

$$\chi_{red} = 1,68$$

Die Fit-Wahrscheinlichkeit beträgt

$$2,6\%$$

4. Zusamenfassung und Diskussion

4.1 Diskussion

4.1.1 Zerfall von Silber

Man kann bereits an der σ-Abweichung erkennen, dass die gemessenen Werte nicht mit der Literatur übereinstimmt.Mögliche systematische Fehler könnte sein, dass die Indium nicht lange genug in der Neutronenquelle lagen oder das Präparat nicht exakt gerade aufgestellt worden ist. Auch kann man sehen, dass die Fit-Wahrscheinlichkeit beim Indium zerfall sehr niedrig ist. Die Schwankung um den Fit ist zu Teilen relativ groß. Dies kann auch mehrere Gründe haben. Zum einen ist der Zerfallrate statistisch, sodass man erwarten würde, dass diese schwankt. Auch kann man in der Nuklidkarte sehen, dass Indium noch eine zweite Halbwertszeit von $14s$ von dem zweiten Isomer des IN 116. Dies könnte auch ein möglicher Grund für die geringe Fitwahrscheinlichkeit. Für besseres Ergebnis wäre es mögliche gewesen die Messung erneut durchzuführen, dadurch fallen die statistischen Schwankungen weniger ins Gewicht.

4.2 Fazit

Insgesamt konnte man in diesem Versuch die Zerfallsverhalten von Indium und Silber gut beobachten.