Versuch 253 - Strahlungsabsorption

PAP 2.2

Teilnehmender Student: **Harish Mahendran**

Gruppe des Teilnehmenden: **4**

Kurs: **Diensttag**

Inhaltsverzeichnis

0 Messprotokoll **1**

1 Einleitung **4**

1.1 Motivation 4

1.2 Grundlagen aus der Physik 4

2 Durchführung **6**

2.1 Versuchskizzen 6

2.2 Versuchsaufbau 6

3 Auswertung **7**

3.1 Absorption von β-Strahlen 7

3.2 Absorption von γ-Strahlung 11

3.3 Bestimmen der Aktivität von γ-Strahlung 14

3.3.1 Raumwinkelkorrektur 14

3.3.2 Absorptionskorrrektur 15

3.4 Absorption von α-Strahlung 17

4 Zusamenfassung und Diskussion **19**

4.1 Diskussion und Kritik 19

4.2 Fazit 20

0. Messprotokoll

Messprotokoll: Absorption (253)

Harish Mahendran
Jonas Schweer

Messinstrumente:
- Geiger-Müller Zählrohr
- Zählgerät
- Evakuierbarer Glaszylinder mit Zählrohr und ^{241}Am-Präparat
- β-Präparat ($^{90}Sr / ^{90}Y$)
- γ-Präparat (^{60}Co)
- Kollimatoren
- Verschiedene Absorber
- Vakuumpumpe

Nullmessung

Wir führen eine Untergrundzählratenmessung durch. Dafür lassen wir das Zählrohr bei $U = (540 \pm 5)V$ für 5 min zählen, ohne radioaktive Quellen im Raum. Wir messen:

$n_{5min} = 112$

Der Durchmesser des Zählrohres beträgt:

$d = 14mm$

Absorbtion von β-Strahlung in Aluminium

Wir spannen ^{90}Sr mit der Seriennummer CT871 in die Vorrichtung und messen die gezählten Klicks bei verschiedenen Dicken von Aluminium vor dem Präparat. (^{90}Sr: Nennaktivität: 74 kBq ; NDS = 15378 ; Abstand 6cm)

Dicke d[mm]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
Messzeit t[s]	30	30	30	30	30	30	30	30	120	120
Klicks	935	565	344	236	189	100	78	23	91	72

30	34
120	300
54	132

Tabelle 1: Gezählte Klicks pro Aluminiumdicke (β-Strahlen)

Absorbtion von γ-Strahlen in Blei

Nun nutzen wir ein ^{60}Co Präparat, welches wir vor das Zählrohr spannen. Mit diesem zählen wir die eintreffenden γ-Strahlen pro Dicke an Blei, die wir vor dem Präparat platzieren. Der Anfang des Zählrohrs hat zum Präparat den Abstand $x = 15\,cm$. Seriennummer: SN 372 ; Nennaktivität: 3,7 MBq ; Messzeit: 60s

Dicke d [mm]	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Klicks	845	579	428	377	336	206	180	162	145

45	50
135	108

Tabelle 2: Absorbtion von γ-Strahlen in Blei

Aktivitätsbestimmung des γ-Strahlers

Nun schrauben wir das Präparat in den Bleizylinder und stellen verschiedene Abstände zum Zählrohr ein. Wir messen jeweils 60s die Klicks.

Abstand x [cm]	5,0	10,0	20,0	$\pm 0{,}3\,cm$
Klicks	4056	1665	500	

Tabelle 3: Klicks pro Zählrohrabstand

Absorptions und Energiemessung von α-Strahlung

Daten: Abstand Präparat Zählrohr: 4,2 cm;

Flächendichte des Glimmerfensters: $2{,}25\ \mathrm{mg\,cm^{-2}}$

Wir schließen nun eine Vakuum-Pumpe an. Zunächst stellen wir den Druck auf 20 mbar und messen die Klicks, die von dem Alpha-Strahler ausgehend gemessen werden. Dann erhöhen wir den Druck in passenden Intervallen und messen erneut. Die Messzeit beträgt 60s

Druck p[mbar]	20	137	218	325	435	517	628	738	818
Klicks	13012	12999	12688	12167	4976	418	232	217	244

918	1014	350	378	400	420	458	479	±3 mbar
224	220	11950	10721	8848	6454	2944	1406	

Tabelle 4: Klicks pro Luftdruck: α-Strahlen

Fehler Zählung: $\Delta n = \sqrt{n}$

Fehler Abstand Zählrohr jeweils $\Delta x = 91\,\mathrm{cm}$

1. Einleitung

1.1 Motivation

Man kann radioaktive Strahlung in α- Strahlung, β-Strahlung und γ- Strahlung unterscheiden. Diese können durch verschiedene Materialien absorbiert werden . In diesem Versuch werden wir die Absorptionseigenschaften von verschiedenen Materialien und die Energien der Strahlen untersuchen.

1.2 Grundlagen aus der Physik

Instabile Atomkerne gehen zufällig unter Emittierung von Strahlung in stabilere Zustände über. Als Aktivitätn bezeichnet man die Rate dieser Emissionsereignisse, dabei gilt das Zerfallsgesetz:

$$n = n_0 e^{-\lambda t} \tag{1}$$

Die Zerfallskonstante λ lässt sich wie folgt mit der Halbwertzeit $T_{\frac{1}{2}}$ in Zusammenhang bringen

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{ln(2)}{\lambda} \tag{2}$$

Wir betrachten in diesem die 3 Strahlungsarten:

α-Strahlung (^{4}He-Kerne):

Dabei wird die Massenzahl um 4 reduziert und die Ordungszahl um 2. Diese Strahlungsart hat aufgrund der Quantisierung der Kern-Zustände eine Stoffcharakteristische Energie. Aufgrund der Masse der α-Strahlen wirken die Kerne auch ionisierend aufgrund der Rückstoßenergie.

β-Strahlung (e^- oder e^+):

Man unterscheidet zwischen β^+ und β^- Zerfall. Beim β^- zerfällt ein Neutron in ein Proton, dabei sendet es ein Elektron und ein Antineutrino aus. Beim β^+ zerfällt ein Proton in ein Neutron und sendet dabei Positron und ein Neutrino aus. Da hier mehrere Teilchen entstehen können, ist das Energiespektrum der e^- und e^+ kontinuierlich verteilt. Nur die maximale Energie der Strahlung ist stoffspezifisch begrenzt.

γ-Strahlung

Ein Kern in einen niedrigeren Anregungszustand zurück. Die Energiewerte dieser Photonen sind aufgrund der Kernenergiequantelung wieder stoffspezifisch.

Auf diese Weise emittierteα- und β-Teilchen werden durch Kollisionen mit Elektronen in Atomhüllen in kontinuierlichem Maße gebremst. Der Energieverlust der Stöße ist antiproportional zum Geschwindigkeitsquadrat. Die gestoßenen e^- werden durch diese Energieaufnahme in höhere Ionisationszustände versetzt. Die Reichweite der Strahlung in

Materie ist proportional zu ihrer Energie, wodurch β-Teilchen aufgrund ihrer geringeren Masse bei gleicher Energie wesentlich höhere Reichweiten haben als α-Teilchen. Dies führt bei einem Gang durch eine absorbierende Materieschicht zu teils sehr langen Weglängen für die e^-, durch die vielen Stoßereignisse werden ihre gemessenen Energien verwaschen. Die Reichweite s_1 der α-Teilchen bei einem Druck von p beträgt

$$s_1 = s_0 \frac{p}{p_0} \tag{3}$$

wobei p_0 der Normaldruck $p_0 = 1013mbar$ und s_0 der Abstand Präparat – Zählrohr ist. Nach dem Lambert-Beer-Gesetz kann die Absorption von γ-Strahlen wie folgt beschreiben

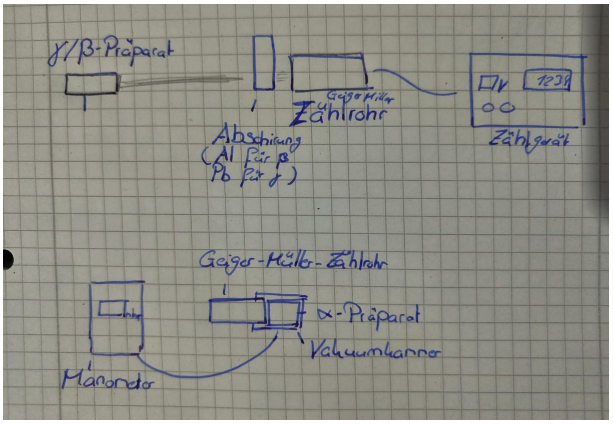
$$A_{\text{abgeschirmt}} = A_{\text{offen}} e^{-\mu x} \tag{4}$$

Wobei $A_{[\text{abgeschirmt}]}$ die Anzahl der Events mit der Absorptionsplatte ,μder Schwächungskoeffizienten und x die Dicke der Platte. Für die Gamma-Absorption gibt es drei wesentliche Absorptionsprozesse:

- Beim **Photoeffekt** gibt das Photon seine Energie an ein Elektron in einer Atomhülle ab, was dadurch ausgelöst wird. Es wird dadurch wieder Licht emittiert. Wenn die Energie des γ-Quants groß genug ist, kann ein e^- aus einer tieferen Schale ausgelöst werden. Dadurch nimmt der Absorptionskoefzient sprungartig zu.
- Bei der **Compton-Streuung** wird das γ-Quant an einem Hüllenelektron inelastisch gestreut.
- Die **Paarbildung** tritt bei höheren Energien auf. Dabei kann das Teilchen in ein Elektron-Positron-Paar zerfallen. Die beiden Teilchen erhalten neben ihrer Masse auch noch kinetische Energie, zusätzlich wird Impuls auf ein weiteres Teilchen, meist einen Kern, übertragen.

2. Durchführung

2.1 Versuchskizzen



Versuchsskizze (oben: Messung für β- und γ- Strahlen , unten: Messung für α-Strahlen

2.2 Versuchsaufbau

Die Durchführung / das Messverfahren ist im Messprotokoll zu vor finden. Für den ersten Teil des Versuches verwenden wir einen Aufbau, der aus einem Geiger-Müller-Zählrohr und einem Messgerät besteht. Mit dem Messgerät können wir die Betriebsspannung einstellen und die registrierten Ereignisse ablesen. Vor dem Zählrohr befindet sich eine Schiene, auf der die Präparatehalterung befestigt wird. Dadurch lässt sich der Abstand variieren, und es können verschiedene Strahlpräparate eingelegt werden. Zudem kann man, unterschiedliche Absorber vor den Präparaten zu platzieren: Aluminiumplatten vor den β-Strahler und Bleiplatten vor den γ-Strahler.

Die Bleiplatten werden vor dem Kollimator positioniert, um unerwünschte Effekte zu minimieren, während die Aluminiumplatten vor dem Zählrohr angebracht werden. Dies ermöglicht es, die im Aluminium gestreuten β-Strahlen ebenfalls zu registrieren.

Für die Messung der α-Strahlen wird ein anderer Versuchsaufbau verwendet. Dieser besteht aus einem evakuierten Glaszylinder, der das Zählrohr und das verwendete ^{241}Am-Präparat enthält. Der Druck im Glaszylinder kann mit einer externen Vakuumpumpe variiert und über ein Manometer abgelesen werden.

3. Auswertung

3.1 Absorption von β-Strahlen

Um die gemessen Ereignisse gegenüber der Schichtdicke plotten zu lassen, muss davor noch der Nulleffekt n_0^β abgezogen werden. Wir erhalten aus dem Messprotokoll

$$N_0^\beta = 132$$
$$\Rightarrow n_0^\beta = \frac{132}{300s} = 0,44\frac{1}{s}$$

Mit dem Fehler

$$\Delta n_0^\beta = \frac{\sqrt{N_0^\beta}}{t} = \frac{\sqrt{132}}{300s} = 0,04$$

also insgesamt

$$n_0^\beta = (0,44 \pm 0,04)\frac{1}{s}$$

Der Fehler der Differenz $n - n_0^\beta$ beträgt

$$\Delta(n - n_0^\beta) = \sqrt{n^2 + (\Delta n_0^\beta)^2} \tag{5}$$

Durch auftragen in der Halblogarithmischen Skala gegen die Schichtdicke x ergibt das folgende Diagramm:

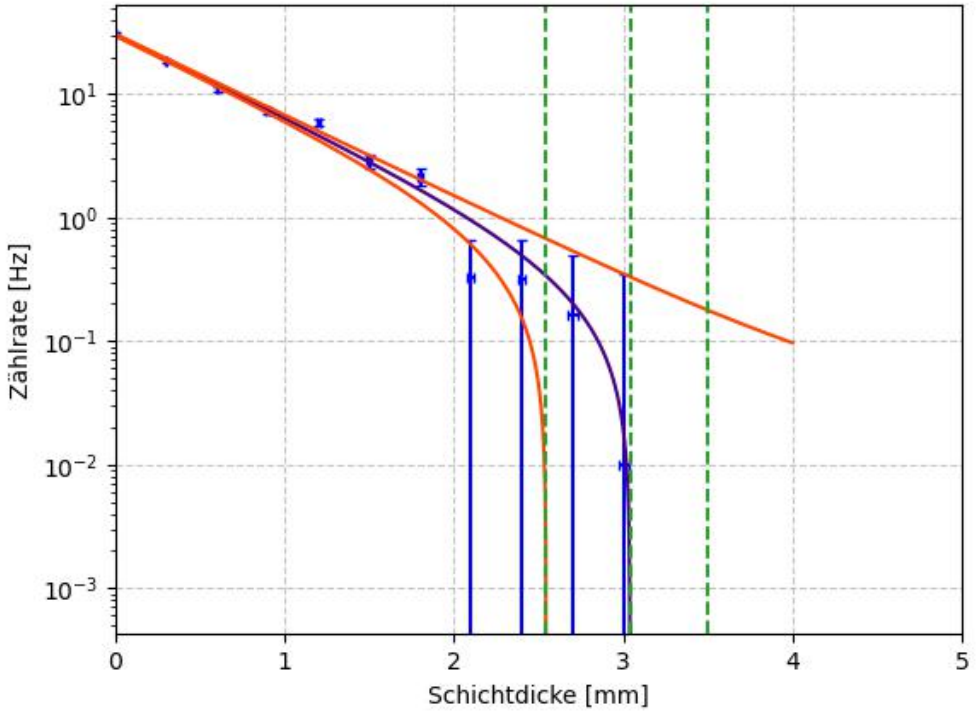


Diagramm 1: Die Aktivität gegen die Aluminiumabsorberdicke in einer logarithmischer Skala

Im Diagramm kann man sehen, dass die Stelle der fast vertikalen Steigung, inklusive der Fehlerbalken bei

$$x_{max} = (3,04 \pm 0,5)mm$$

Da Referenzkurven für die Energie der Strahlung in Abhängigkeit von der Flächendichte R^β bekannt sind, wird nun aus der Maximalreichweite x_{max} und der Dichte des Aluminiums ρ_{Al} die Flächendichte errechnet nach:

$$\begin{aligned} R^\beta = \rho_{Al} \cdot x_{max} = 2700\frac{kg}{m^3} \cdot (3,04 \pm 0,5)mm = (8,4 \pm 1,2)\frac{kg}{m^2} \\ = (0,821 \pm 0,14)\frac{g}{cm^2} \end{aligned}$$

Hierbei muss man anmerken, dass die Fensterdicke der Präperatskapsel nicht beachtet wurde. Diese ist gegeben als $R^\beta_{ES} = 0,13\frac{g}{cm^2}$ (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024) . Dadurch erhalten wir

$$R\beta_{ges} = R^\beta_{ES} + R^\beta = (0,97 \pm 0,12)\frac{g}{cm^2}$$

Um die Energie der β-Strahlen zu bestimmen, lesen wir diesen aus dem Referenzdiagramm ab:

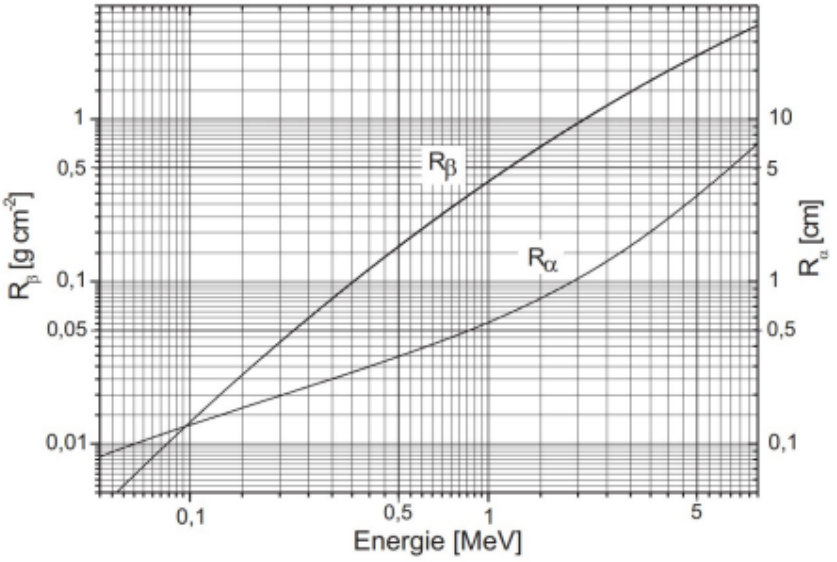


Diagramm 2: Reichweite von β-Strahlung in Aluminium und α-Strahlung in Luft (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024)

Daraus erhalten wir folgende maximale Energien

$$E_{max} = (2,10 \pm 0,20) MeV$$

Vergleichen wir diesen mit dem Literaturwert der im folgendem Diagramm gegeben ist

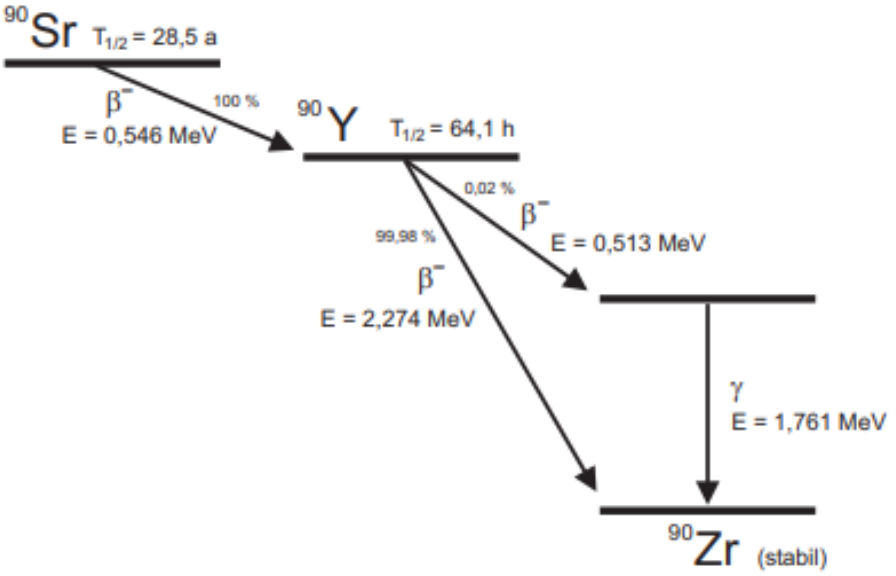


Diagramm 3: Zerfallsschema von ^{9}0r / ^{9}0Y (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024)

also eine maximale Energie von $E^{-}_{max} = 2,274 MeV$, wir erhalten also folgende σ-Abweichung mit folgender Formel, wobei x und y die zu vergleichenden Werte und Δx bzw. Δy deren Fehler sind.

$$\begin{aligned} &\frac{|x-y|}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}} \\ =&0,87 \end{aligned} \tag{6}$$

3.2 Absorption von γ-Strahlung

Hier wird die Differenz zwischen der Zählrate und dem im 1. Teil des Messprotokolls gemessenen Nulleffekts n_0 gegen die Dicke x der Bleiabschirmung aufgetragen. Dies erfolgt völlig analog zum vorhergehenden Teil der Auswertung. Man erhält also:

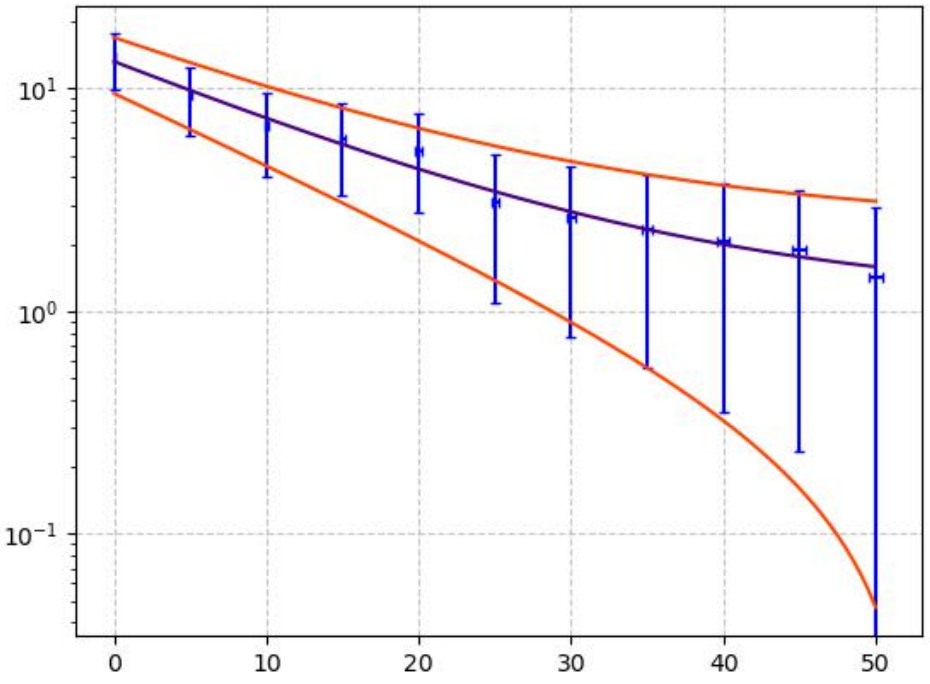


Diagramm 4: Die Aktivität gegen die Bleiabsorberdicke x mit einer logarithmischer Skala aufgetragen

Wir erhalten aus diesem Diagramm folgende Steigung

$$\mu = (66 \pm 4)\frac{1}{m}$$

der Massenschwächungskoeffizient lässdt sich durch teilen von der Dichte von Blei, die gegeben ist als $\rho_{Pb} = 11,34\frac{g}{cm^3}$ (Quelle: Wikipedia , Stand: 2024). Wir erhalten also

$$\begin{aligned}\frac{\mu}{\rho_{Pb}} &= \frac{(0,66 \pm 0,04)}{11,34\frac{g}{cm^3}} \\ &= (0,058 \pm 0,004)\frac{cm^2}{g}\end{aligned}$$

Aus der folgenden Referenzkurve kann man die Energie der γ-Quanten bestimmen

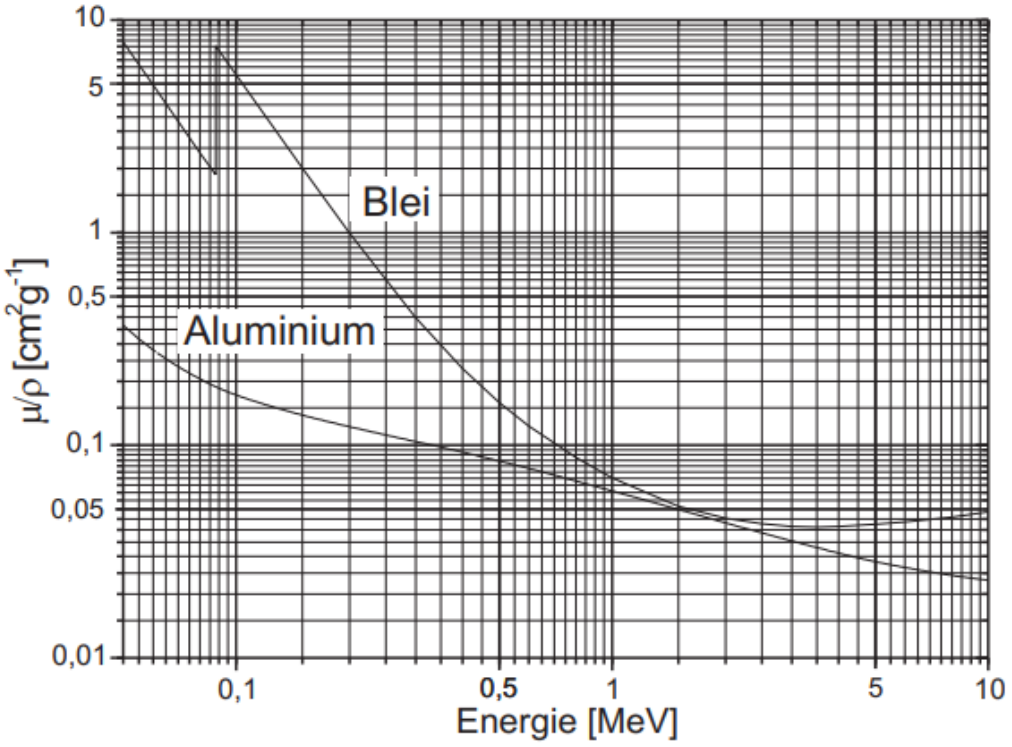


Diagramm 5: Schwächungskoeffizient von γ-Strahlung in Blei und Aluminium (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024)

daraus erhält man durch ablesen folgenden Wert

$$E = (1,40 \pm 0,10) MeV$$

Vergleichen wir diesen mit dem Literaturwert der im folgendem Diagramm gegeben ist

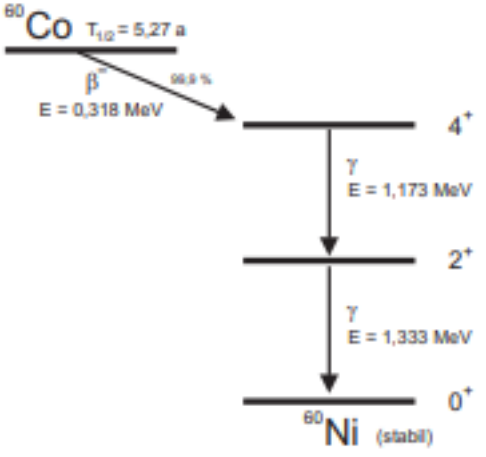


Diagramm 6: Zerfallsschema von $^{6}0$Co (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024)

also ein Wert von $E_{max} = 1,333 MeV$. Man erhält also mit der Gleichung (6) folgende σ-Abweichung

$$\Delta\sigma = 0,67$$

3.3 Bestimmen der Aktivität von γ-Strahlung

Schließlich wird die Aktivität des γ-Strahlers bestimmt. Dazu wird hier für die Zählrate beachtet, dass das Zählrohr nur einen kleinen Raumwinkel Ω um das Präparat abdeckt, und die Ansprechwahrscheinlichkeit ϵ des Zählrohres nicht optimal ist, sondern für Gammastrahlung mit geschätztem Fehler bei $(4,00 \pm 0,10)\%$ (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024) liegt. Für den Raumwinkel gilt:

$$\Omega = \frac{\pi \cdot r^2}{d^2} \tag{7}$$

Damit folgt unter Berücksichtigung der Ansprechwahrscheinlichkeit als korrigierter Wert für die AktivitätA:

$$A = \frac{4n}{\varepsilon\Omega} = \frac{4nd^2}{\varepsilon r^2} \tag{8}$$

Für die Fehlerrechnung kann man die Relativfehlerformel verwenden man erhält dadurch

$$\Delta A = A\sqrt{\left(\frac{\Delta n}{n}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta r}{r}\right)^2} \tag{8}$$

Man erhält dadurch folgende Werte für die Aktivitäten bei den verschiedenen Abständen

$$d\text{=5cm} : (344 \pm 41)kBq$$
$$d\text{=10 cm} : (566 \pm 43)kBq$$
$$d\text{=20 cm} : (680 \pm 45)kBq$$

3.3.1 Raumwinkelkorrektur

Man sieht , dass die gemessenen Werte stark von einander abweichen, das liegt daran, dass beim Bestimmen des Raumwinkels nicht beachtet worden ist, dass aufgrund der Länge l des Zählrohrs dieser nicht über dem ganzen Länge des Zählrohr konstant ist. Es müssen die in der Realität verschiedenen möglichen Durchlauftiefen berücksichtigt werden. Es werden die Raumwinkel möglichst so gewählt, dass sich der Bereich der Über- und Unterschätzung des Raumwinkels aufheben. Man nähert die nötige Entfernung von der Strahlungsquelle hier mit $(d + \frac{l}{2})$. Man erhält also

$$A\frac{4n(d + \frac{l}{2})^2}{\varepsilon r^2} = A \cdot k_1 \tag{9}$$

mit

$$k_1 = 1 + \frac{l}{d} + \frac{l^2}{4d^2} \tag{10}$$

Man sieht, dass bei sehr großen Abständen die Gleichung (8) als Näherung gerechtfertigt ist, da hier k_1 gegen 1 konvergiert. Wir erhalten also mit $l = 4cm$ (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024) folgenden Werte:

$$\begin{aligned} d\text{=5cm} &: (674 \pm 80)kBq \\ d\text{=10 cm} &: (815 \pm 62)kBq \\ d\text{=20 cm} &: (822 \pm 54)kBq \end{aligned}$$

Die Diskussion der Werte sind unter 4.1 'Bestimmung der Aktivität' zu finden

3.3.2 Absorptionskorrrektur

Man muss noch beachten, dass die Präparatskapsel ein Teil der Strahlung absorbiert. Die Dicke ist gegeben als, mit geschätztem Fehler $(1,40 \pm 0,10)mm$ (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024) . Die Dichte von Eisen ist gegeben als $\rho = 7,87\frac{g}{cm^3}$. Um den Schwächungskoeffzient zu erhalten, benötigen wir den Abschwächungskoeffizient von Blei den wir zuvor bestimmt haben.

$$\mu = \frac{\mu}{\rho_{Pb}}\rho = (0,46 \pm 0,03)\frac{1}{cm}$$

Mit Gleichung (4) erhalten wir

$$\begin{aligned} A' &= Ae^{-\mu x} \\ &= A \cdot k_2 \end{aligned}$$

Die Fehlerformel für k_2 lautet

$$\begin{aligned} \Delta k_2 &= \sqrt{\left(\frac{\partial k_2}{\partial x}\Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial k_2}{\partial \mu}\Delta \mu\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\mu e^{-\mu x}\Delta x\right)^2 + \left(x e^{-\mu x}\Delta \mu\right)^2} \\ &= e^{-\mu x}\sqrt{(\mu \Delta x)^2 + (x\Delta \mu)^2} \end{aligned}$$

Wir erhalten also insgesamt folgenden Korrekturfaktor

$$k_2 = (0,938 \pm 0,006)$$

Dividieren wir die gemessene Aktivität mit diesem Korrekturfaktor erhalten wir folgende Werte

$$d\text{=5cm} : (719 \pm 87) kBq$$
$$d\text{=10 cm} : (869 \pm 73) kBq$$
$$d\text{=20 cm} : (877 \pm 66) kBq$$

Die Fehler erfolgen durch quadratischen Addieren der Relativfehler.

3.4 Absorption von α-Strahlung

Die gemessen Werte sind im folgenden Diagramm eingetragen

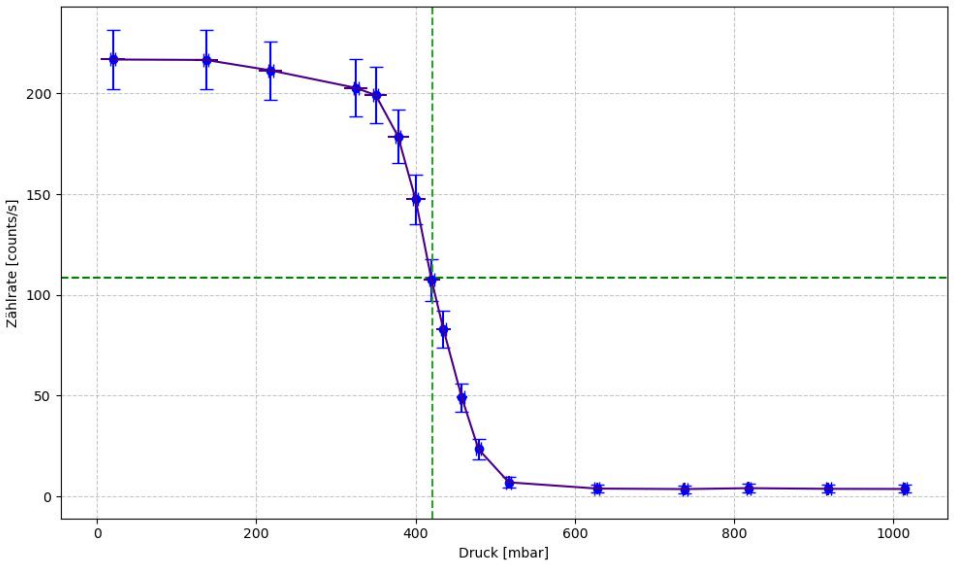


Diagramm 6: Die Aktivitäten desα-trahlers gegen verschiedene Luftdrucke

Graphisch kann man ablesen, dass sich die gemessene Aktivität bei

$$p = (421 \pm 4)mbar$$

Um die Reichweite der α-Strahlen zu berechnen verwenden wir Gleichung (3). Hierbei ist $p_0 = 1013mbar$ und $s_0 = (4,20 \pm 0,05)cm$. Wir erhalten mit folgender Fehlerformel

$$\Delta s_1 = s_1 \sqrt{(\frac{\Delta p}{p})^2 + (\frac{\Delta s_0}{s_0})^2}$$

folgenden Wert für die Reichweite

$$s_1 = (1,746 \pm 0,027)cm$$

Man muss noch zwei Korrekturen vornehmen, da das Bremsvermögen des Glimmfensters($1,43 \frac{mm}{cm^2}$) (Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024) und die Goldschutzschicht des Amariciums. Letzteres ergibt eine zusätzliche Reichweite von

$$s_3 = 0,68cm$$

(Quelle: Wagner, Jens: "Physikalisches Praktikum PAP 2.2 für Studierende der Physik",Stand: 2024) . Das Bremsvermögen des Glimmfensters entspricht dem von 1 cm

Luft unter Normalbedingungen. Wobei $\rho_{Gl} = (2,250 \pm 0,010)\frac{mg}{cm^2}$ mit geschätztem Fehler gegeben ist. Die Reichweite erhöht sich um

$$\begin{aligned} s_2 &= \frac{\rho_G l}{1,43\frac{mg}{cm^3}} \cdot 1cm \\ &= 1,5734cm \end{aligned}$$

Der Fehler lässt sich mit

$$\Delta s_2 = s_2 \Delta \frac{\Delta \rho_{Gl}}{\rho_{Gl}}$$

berechnen. Man erhält also

$$s_2 = (1,574 \pm 0,007)cm$$

Die gesamt Reichweite erhalten wir durch Addition. Der Fehler wird durch quadratische Addition bestimmt. Man erhält also insgesamt

$$s = (4,000 \pm 0,027)cm$$

Aus Diagramm 2 erhält man eine Energie von

$$E = (5,50 \pm 0,10)MeV$$

wobei der Fehler der graphischen Ungenauigkeit abgeschätzt wurde, anhand der Fehlergrenzen von s. Wenn man diesen mit dem gegebenen Literaturwert von

$$\bar{E} = 5,48MeV$$

vergleicht erhalten wir folgende σ-Abweichung

$$\Delta\sigma = 0,2$$

4. Zusamenfassung und Diskussion

4.1 Diskussion und Kritik

Absorption von β-Strahlung

Die gemessene maximale Energie aus der Flächendichte liegt innerhalb des Bereichs von 3σ. Man kann hier also systematische Fehler ausschließen. Was aber auffällig ist, dass ein Fehlerbalken in Diagramm 1 nicht gegen 0 geht. Mögliche Gründe dafür könnten sein, dass durch Addition des Fehlers der Fit nicht mehr konvergiert. Da hier die andere Kurve gegen 0 konvergiert ,konnte man hier einen Fehler angeben, weswegen es das Ergebnis nicht stark beeinflusst.

Absorption von γ-Strahlen

Auch hier liegt der Wert der maximal Energie der γ-Quanten innerhalb des 3σ-Bereichs. Man kann auch hier systematische Fehler ausschließen. Mögliche Fehler die für statistische Schwankungen sorgen können , sind dass die Blei-Platten leichte Unterschiede in ihrer Dicke haben. Um genauere Ergebnisse zu erhalten, hätte man hier die Dicke der Platten einzeln nachmessen können. Auch könnten Verunreinigungen an der Blei-Platte, die Messungen beeinflussen. Dies ist wahrscheinlich eher ein kleiner Einfluss, da die Unterschiede minimal waren. Auch hätte man um die statistische Schwankung, die beim radioaktiven Zerfall gegeben ist, zu minimieren die Messzeit erhöhen können.

Bestimmung der Aktivität der γ-Strahlen

Betrachtet man die gemessenen Aktivitäten ohne Korrekturen, fallen teils erhebliche Abweichungen auf, die oft außerhalb der angegebenen Fehlerbereiche liegen. Diese Diskrepanzen lassen sich durch störende Einflüsse erklären, wie die tatsächliche Länge des Zählrohres und die Absorption der Strahlung durch die verschiedenen Materialien zwischen Präparat und Detektor. Erst nach Durchführung der notwendigen Korrekturen können die Werte sinnvoll miteinander verglichen und gemittelt werden.
Bei der Raumwinkelkorrektur zeigt sich, wie erwartet, dass diese Korrektur besonders starken Einfluss auf Messwerte hat, die nahe am Präparat aufgenommen wurden. Mit zunehmender Entfernung des Zählrohres vom Präparat nimmt der Einfluss der Korrektur jedoch stetig ab. Man sieht hier jedoch schon, dass die Messung bei 5 *cm* nicht kompatibel mit den anderen Messwerten ist. Dies könnte mehrere Gründe haben. Ein möglicher Grund könnte sein, dass aufgrund der statistischen Natur des radioaktiven Zerfalls hier weniger Counts gemessen worden sind, als zu erwarten ist. Hier wäre auch eine längere Messung im Vorteil. Auch könnte sein, dass das Präparat nicht genau auf das Zählrohr gerichtet wurde. Dies ist aber unrealistisch, da dies dafür sorgt, dass bei größeren Abständen noch größere Unterschiede hervorbringt als bei kleinen Abständen. Es könnte auch sein, dass der Abstand zwischen Präparat und Zählrohr falsch bestimmt worden ist.

Absorption von α-Strahlung

Der aus der Analyse der Gesamtreichweite ermittelte Wert für die Energie der Alphastrahlung stimmt mit dem Literaturwert überein. Allerdings dürfte das Ablesen der Halbwertsstelle aus dem Diagramm der fehleranfälligste Schritt bei der Bestimmung sein. Um die Genauigkeit zu erhöhen, könnten im relevanten Bereich zusätzliche Messpunkte aufgenommen werden. Noch besser wäre es, eine Fitkurve zu erstellen, wenn die Funktion, die den Verlauf beschreibt, bekannt ist. Dies würde eine präzisere Bestimmung des Wertes ermöglichen.

4.2 Fazit

Insgesamt stehen die Ergebnisse im Einklang mit den theoretischen Erwartungen. Kleinere Abweichungen und Unstimmigkeiten lassen sich meist auf statistische Fehler zurückführen, die sich durch längere Messzeiten und erweiterte Messreihen voraussichtlich reduzieren lassen. Eine zusätzliche Verbesserung könnte durch die gezielte Berücksichtigung der Fehlerquellen im Messaufbau bei der Auswertung erzielt werden.