

Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler an der Universität Tübingen

25.02.2019

[IS] Ionisierende Strahlung

Thomas Biergans und Florian Hetzel

Versuchsbetreuer: Isabell Alsheimer

Gruppe: 21

1.Abgabe: 03.03.19

Einleitung

Beim Praktikumsversuch „Ionisierende Strahlung“ sollten wir unser Wissen zum Thema Atomkerne und Strahlung erweitern. Ionisierende Strahlung kann man unterscheiden in α -Strahlung, β -Strahlung und γ -Strahlung. Sie unterscheiden sich grundlegend. Zum Beispiel handelt es sich bei α -Strahlung und β -Strahlung um Teilchenstrahlung, wohingegen γ -Strahlung keine Teilchenstrahlung ist und kein Kernzerfall auftritt.

Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung:

Versuchsaufbau und -durchführung wurden gemäß der Anleitung ausgeführt.

Kalibrierung:

Zunächst wurde die Triggerschwelle des Geiger-Müller-Zählrohr auf eine Zählrate von etwa 1,5/s eingestellt werden. Dazu wurde 30mm dickes Blei eine Minute lang bestrahlt und die Ereignisse gezählt.

Aluminium:

Zehn verschiedene Aluminiumabschirmungen werden je 60s bestrahlt. Das Geiger-Müller-Zählrohr misst die auftretenden Ereignisse.

Blei:

Zehn verschiedene Bleiabschirmungen werden je 120s bestrahlt. Das Geiger-Müller-Zählrohr misst die auftretenden Ereignisse.

Auswertung

02.03.19

1. Bestimmung der Eindringtiefe von β -Strahlung und Abschwächung von γ -Strahlung
Aluminium:

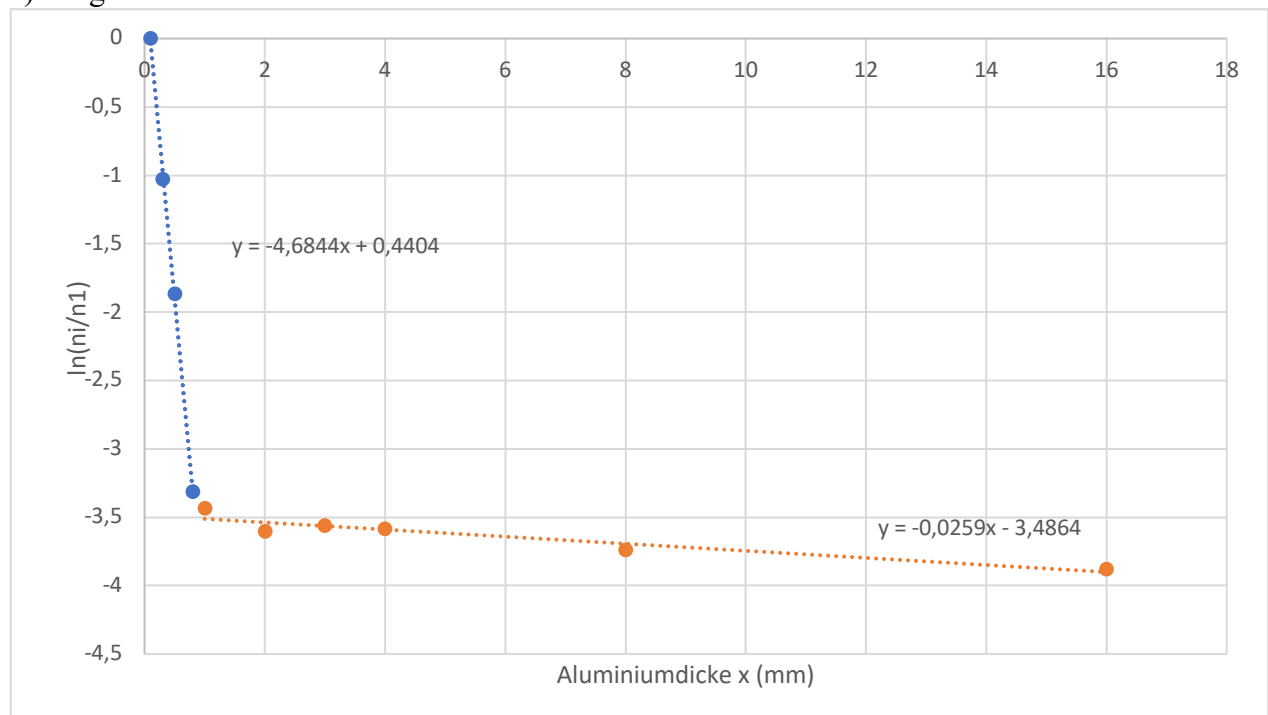
a) Messwerte und Zählrate:

$$n_{\text{mess}} = N/t; n_{\text{korr}} = n_{\text{mess}} / (t - n_{\text{mess}} \cdot \tau_0)$$

$$\tau_0 = 230 \mu\text{s}$$

Element	x (mm)	t (s)	N mess.	n mess. (s ⁻¹)	n korr. (s ⁻¹)
Al	0,1	60,09	19290	321,01847	346,61017
Al	0,3	60,15	7263	120,74813	124,19735
Al	0,5	60,06	3185	53,0303	53,6851
Al	0,8	60,18	759	12,61216	12,64886
Al	1	60,12	669	11,12774	11,1563
Al	2	60,11	567	9,43271	9,45322
Al	3	60,08	591	9,83688	9,85919
Al	4	60,08	576	9,58722	9,6084
Al	8	60,03	494	8,22922	8,24482
Al	16	60,15	431	7,16542	7,17725

b) Diagramm:



Der Knick im Werteverlauf entsteht dadurch, dass ab einer Aluminiumdicke von 1 mm kaum noch β -Strahlung durch das Aluminium dringt und hauptsächlich γ -Strahlung gemessen wird.

c) Eindringtiefe geladener Teilchenstrahlung:

Die Schichtdicke $d_{\beta, \max}$ in der 98% der Elektronen ihre Energie verloren haben wird mithilfe der steilen Gerade berechnet. Man verwendet die steile Gerade, weil diese am besten den β -Zerfall beschreibt. Der Schnittpunkt mit $\ln(\frac{1}{50})$ ergibt die Schichtdicke in der 98% der β -Strahlung absorbiert wurde.

$$-4,6844x + 0,4404 = \ln\left(\frac{1}{50}\right)$$

$$x = 0,93$$

$$d_{\beta, \max} = 0,93 \text{ mm}$$

d) Massenschwächungskoeffizient:

Mit der Steigung der flachen Geraden $m = -0,0259 = -\mu$, ergibt sich $\mu = 0,259 \frac{1}{\text{cm}}$.

Der Massenschwächungskoeffizient beträgt:

$$\frac{\mu}{\rho_{Al}} = 0,096 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Mit $\rho_{Al} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

2. Vergleich der Nachweiswahrscheinlichkeit des Zählrohrs:

Die tatsächlich gemessenen Zählrate lässt sich mit der Annahme, dass das Ansprechverhalten für geladene Teilchen $\approx 100\%$ ist, wie folgt berechnen: $W = \frac{n_{\gamma,max}}{n_{\beta,max}}$

Mithilfe des y-Achsenabschnitts der flachen Gerade ($y_0 = -3,4864$) lässt sich die maximale Zählrate $n_{\gamma,max}$ für γ -Photonen berechnen:

$$y_0 = \ln \left(\frac{n_{\gamma,max}}{n_1} \right)$$

$$n_{\gamma,max} = e^{y_0} * n_1 = 10,61 \frac{1}{s}$$

Analog mit der oben getroffenen Annahme:

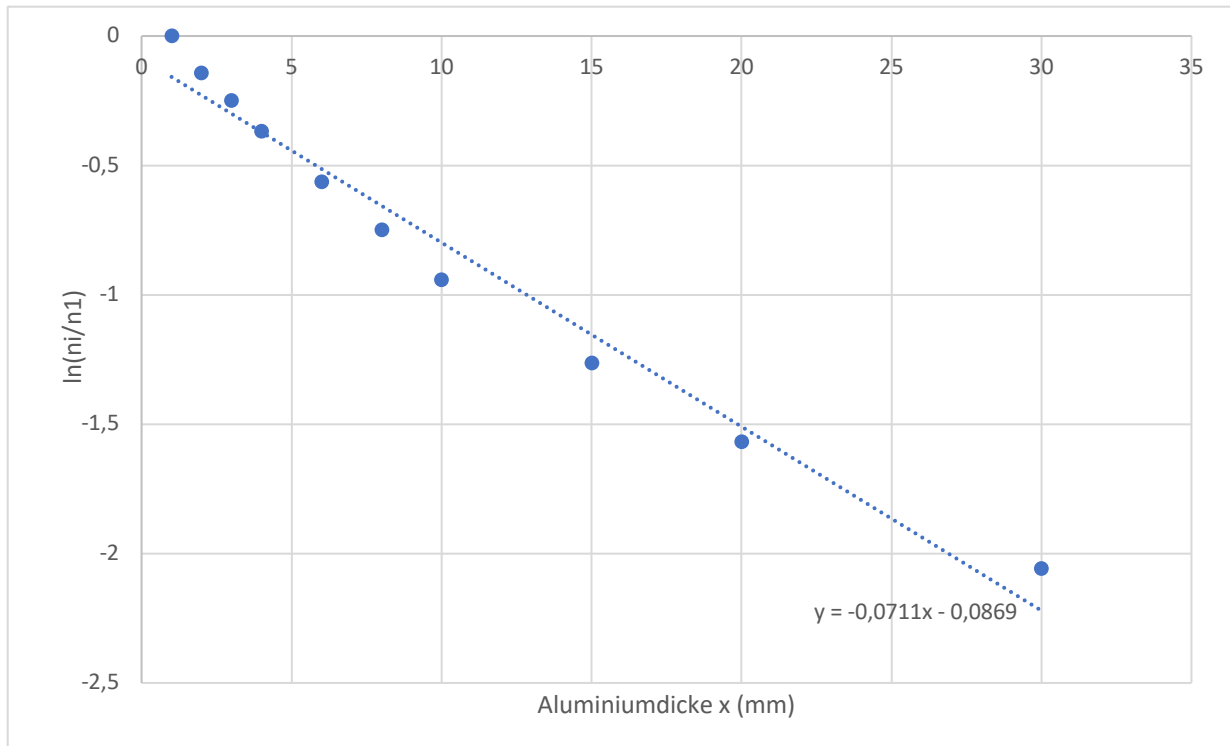
$$n_{\beta,max} = e^{y_{0,steil}} * n_1 - n_{\gamma,max} = 527,79 \frac{1}{s}$$

$$W = \frac{10,61 \frac{1}{s}}{527,79 \frac{1}{s}} = 0,0201 = 2,01\%$$

Die Wahrscheinlichkeit γ -Strahlung zu detektieren ist sehr gering. Man sollte für diese Strahlung andere Detektionsmethoden verwenden um sinnvolle Ergebnisse zu erzielen.

3. Bestimmung der Abschwächung von γ -Strahlung in Blei:

a) Diagramm:



b) Halbwertsdicke:

$$-0,0711x - 0,0869 = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$x = 8,53\text{mm} = d_{\frac{1}{2}}$$

c) Schwächungskoeffizient μ :

IS.8:

$$d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{\mu}$$

$$\mu = \frac{\ln(2)}{d_{\frac{1}{2}}} = 0,813 \frac{1}{\text{cm}}$$

Massenschwächungskoeffizient: (mit $\rho_{Pb} = 11,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

$$\frac{\mu}{\rho_{Pb}} = 0,07169 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Messwerte - Versuch Ionisierende Strahlung

Datum des Versuchstags: 25.02.13Gruppennummer: 21Teilnehmer: Florian HetzelThomas BiergangsUnterschrift Assistent/-in: J. K...Nummer Zählrohr: 4Nummer Messkammer: 4Nummer Abschirmungen: 4Triggerrate: 4

2. Aufgabe: Abschirmung von Aluminium

Element	x/mm	λ/s	N_{mess}	n_{mess}/s^{-1}	n_{geom}/s^{-1}
Al	0,1	60,08	19250		
Al	0,3	60,18	7263		
Al	0,5	60,06	3185		
Al	0,8	60,18	759		
Al	1,0	60,12	669		
Al	2,0	60,11	567		
Al	3,0	60,08	581		
Al	4,0	60,08	576		
Al	8,0	60,03	684		
Al	16,0	60,15	437		

3. Aufgabe: Abschirmung von Blei

Element	x/mm	λ/s	N_{mess}	n_{mess}/s^{-1}
Pb	1,0	120,03	1443	
Pb	2,0	13	1258	
Pb	3,0	22	1130	
Pb	4,0	09	1003	
Pb	6,0	22	825	
Pb	8,0	33	686	
Pb	10,0	33	586	
Pb	15,0	119,99	1009	
Pb	20,0	120,03	304	
Pb	30,0	107	188	

Raum für Notizen: