

BLOCKPRAKTIKUM PHYSIK

REICHWEITE IONISIERENDER STRAHLUNG IN MATERIE

26.02.2018

Betreuer: Marc Breisch

Gruppe: 1

Michelle Schweizer, Stefanie Kunkel

1. Zielsetzung der Versuche

In der Natur kommt Strahlung in vielen verschiedenen Formen vor. Wir sind ihr täglich ausgesetzt und haben sie uns zu Nutzen gemacht. In der heutigen Einheit betrachten wir die unterschiedlichen Strahlungs-Typen und welchen Einfluss Materie hat, durch die die Strahlung geleitet wird.

2. Auswertung

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

1.1 Messergebnisse aus Versuchsdurchführung und Berechnung von n_{mess} und n_{kor}

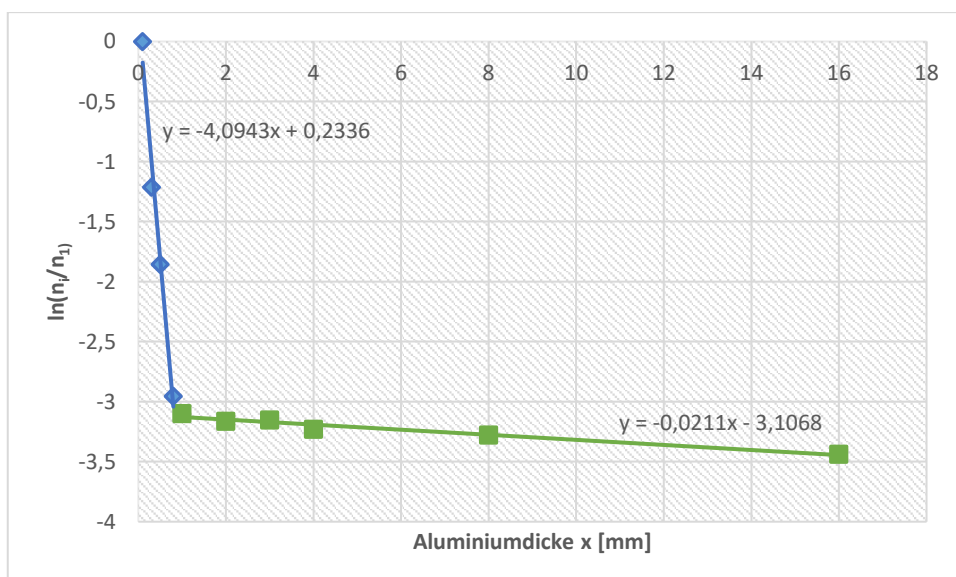
Element	x [mm]	t [s]	N_{mess}	n_{mess} [1/s]	n_{kor} [1/s]
Aluminium	0,1	59,95	12058	201,13	210,89
	0,3	60,03	3705	61,72	62,61
	0,5	60,09	1963	32,67	32,91
	0,8	60	658	10,97	10,99
	1	59,81	567	9,48	9,50
	2	59,96	534	8,91	8,92
	3	60	540	9,00	9,02
	4	59,9	499	8,33	8,35
	8	59,94	476	7,94	7,96
	16	60,04	406	6,76	6,77

Berechnung von n_{mess} und n_{kor} :

$$n_{\text{mess}} = \frac{N}{t}$$

$$n_{\text{kor}} = \frac{n_{\text{mess}}}{1 - n_{\text{mess}} * \tau_0}; \text{ mit } \tau_0 = 230 \mu\text{s}$$

1.2 Diagramm von $\ln(n_i/n_1)$ auf die Dicke x



Der Knick bei einer Dicke von etwa $x=1\text{mm}$ entsteht dadurch, dass ab dieser Dicke des Aluminiums kaum noch β -Strahlung durchgelassen wird. Alle weitere gemessene Strahlung ist γ -Strahlung, die als elektromagnetische Strahlung deutlich weniger absorbiert wird, als die Elektronenstrahlung des β -Zerfalls.

1.3 Bestimmung von $d_{\beta, \max}$

Bei Schichtdicke $d_{\beta, \max}$ haben 98% der Elektronen der β -Strahlung ihre Energie verloren. Diese Stelle kann mithilfe der blauen (steilen) Gerade im obigen Diagramm näherungsweise berechnet werden. Deshalb die blaue, weil diese sich hauptsächlich auf den β -Zerfall bezieht. Der Schnittpunkt dieser Geraden mit $\ln(1/50)$ gibt die Schichtdicke an, in der 98% der Elektronen absorbiert werden.

Damit ergibt sich $d_{\beta, \max} = 1,013\text{mm}$

1.4 Massenschwächungskoeffizient

Für die Steigung der flachen (grünen) Gerade gilt

$$m = -\mu$$

$$\mu = -m = 0,0211 \frac{1}{\text{mm}}$$

Mit $\rho_{\text{Al}} = 2,7\text{g/cm}^3$ ergibt sich für den Massenschwächungskoeffizient:

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{0,0211 \frac{1}{\text{cm}}}{2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 0,0781 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

2. Vergleich der Nachweiswahrscheinlichkeit des Zählrohrs

Die gemessene Zählrate lässt sich mit der Annahme, dass das Ansprechverhalten für geladene Teilchen $\approx 100\%$ ist, wie folgt berechnen

$$x = \frac{n_{\gamma, \max}}{n_{\beta, \max}}$$

Als angenäherte Gleichung der γ -Strahlung erhalten wir aus dem Diagramm $f_{(x)} = -0,0211x - 3,1068$.
Die maximale Zählrate ist bei $x=0$

$$f_{(0)} = \ln\left(\frac{n_{\gamma, \max}}{n_1}\right) = -3,1068$$

$$\ln(n_{\gamma, \max}) - \ln(n_1) = -3,1068$$

Mit $n_1 = 210,89$:

$$\ln(n_{\gamma, \max}) = -3,1068 + \ln(210,89)$$

$$\ln(n_{\gamma, \max}) = 2,2445$$

$$n_{\gamma, \max} = e^{2,2445} = 9,44 \frac{1}{\text{s}}$$

Als angenäherte Gleichung der β - und γ -Strahlung erhalten wir aus dem Diagramm $f(x) = -4,0943x + 0,2336$

Bei gleicher Rechnung wie oben ergibt sich

$$n_{\beta+\gamma, \max} = 266,38 \frac{1}{s}$$

$$n_{\beta, \max} = n_{\beta+\gamma, \max} - n_{\gamma, \max}$$

$$n_{\beta, \max} = 266,38 \frac{1}{s} - 9,44 \frac{1}{s} = 256,94 \frac{1}{s}$$

Die Nachweislichkeit der γ -Quanten beträgt

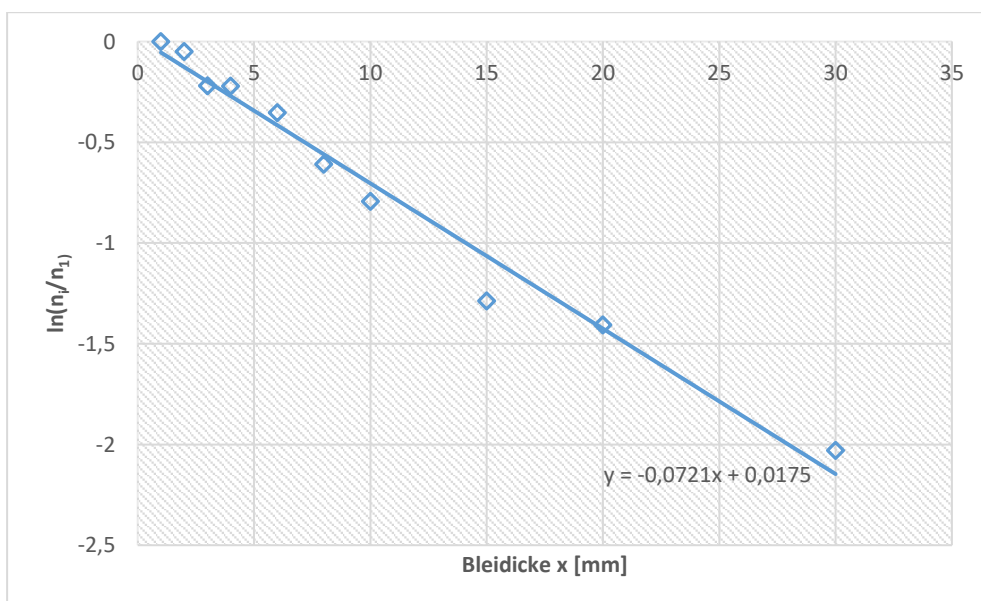
$$x = \frac{n_{\gamma, \max}}{n_{\beta, \max}} * 100\% = \frac{9,44 \frac{1}{s}}{256,94 \frac{1}{s}} * 100\% = 3,67\%$$

Die Nachweislichkeit der γ -Quanten ist mit der von uns verwendeten Methode sehr niedrig. Nur knapp 4% können gemessen werden. Es ist deutlich, dass eine andere Detektionsmethode verwendet werden sollte, um eine qualitative Aussage über γ -Strahlung treffen zu können.

3. Bestimmung der Abschwächung von γ -Strahlung bei Blei

3.1 Messwerte aus Versuchsdurchführung und Diagramm

Element	x [mm]	t [s]	N _{mess}	n _{mess} [1/s]
Blei	1	120	989	8,24
	2	119,88	940	7,84
	3	120,03	795	6,62
	4	119,88	792	6,61
	6	120,03	695	5,79
	8	119,97	538	4,48
	10	120,06	448	3,73
	15	119,96	273	2,28
	20	119,91	242	2,02
	30	120	130	1,08



3.2 Bestimmung der Halbwertsdicke $d_{1/2}$

Die Halbwertsdicke $d_{1/2}$ ist die Dicke der Abschirmung, bis zu deren Überschreitung die Hälfte der gesamten Strahlung absorbiert wurde und diese folglich nicht mehr überschreitet. Sie ergibt sich aus dem Schnittpunkt der beiden Geraden $y_1 = -0,0721y + 0,0175$ und $y_2 = \ln(1/2)$

$$d_{\left(\frac{1}{2}\right)} = 9,86 \text{ mm}$$

3.3 Bestimmung des Schwächungskoeffizienten μ und des Massenschwächungskoeffizienten μ/ρ

Für die Steigung der Gerade gilt

$$m = -\mu$$

$$\mu = -m = 0,0721 \frac{1}{\text{mm}}$$

Mit $\rho_{\text{Al}} = 11,34 \text{ g/cm}^3$ ergibt sich für den Massenschwächungskoeffizienten:

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{0,0721 \frac{1}{\text{cm}}}{11,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 0,00636 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

3. Anhang

Element	x [mm]	t [s]	N _{mess}	n _{mess} / s	n _{korr}
Aluminium					
	0,1	59:94	12058		
	0,3	1:00:03	3705		
	0,5	1:00:09	1963		
	0,8	1:00:00	658		
	1	0:59:81	567		
	2	0:59:46 0:59:11	4584 437		
	3	1:00:00	540		
	4	0:59:40	499		
	8	0:59:94	476		
	16	1:00:04	406		
V = 500 V					
Pb					
	1	2:00:00	989		
"	2	1:59:88	940		
"	3	2:00:03	745		
"	4	1:59:88	792		
"	6	2:00:03	695		
"	8	1:59:97	538		
	10	2:00:06	448		
	15	1:59:96	273		
	20	1:59:91	242		
	25	2:00:00	130		
	30				