

V701

Reichweite von Alpha-Strahlung

Marc Schröder

marc.schroeder@udo.edu

Svenja Dreyer

svenja.dreyer@udo.edu

Durchführung: 04.04.2023

Abgabe: DATUM

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung	3
2 Theorie	3
3 Durchführung	3
3.1 Bestimmung der Reichweite von alpha-Strahlung	4
3.2 Statistik des radioaktiven Zerfalls	4
4 Auswertung	5
5 Diskussion	5
6 Anhang	5
Literatur	9

1 Zielsetzung

In diesem Versuch wird die Reichweite und der Energieverlust von α -Strahlung bestimmt. Zudem wird die Statistik des Radioaktiven Zerfalls untersucht.

2 Theorie

Bei α -Strahlung handelt es sich um einen Helium Kern, der durch radioaktiven Zerfall entsteht. Durch Messung der Reichweite der Strahlung, kann deren Energie bestimmt werden. Die α -Strahlung verliert an Energie durch Ionisierungsprozessen, Anregung und Dissoziation von Molekülen. Zudem kann es zum Energieverlust kommen, wenn die Strahlung durch Materie läuft und die Teilchen mit der Materie elastisch zusammenstoßen. Ein Teil der Energie wird abgegeben. Dabei ist der Energieverlust abhängig von der Energie der α -Strahlung, sowie die Dichte der Materie. Der Energieverlust $-\frac{dE_\alpha}{dx}$ kann bei großen Energien mithilfe der Bethe-Bloch-Gleichung

$$-\frac{dE_\alpha}{dx} = \frac{z^2 e^4}{4\pi\epsilon_0 m_e} \frac{nZ}{v^2} \ln\left(\frac{2m_e v^2}{I}\right) \quad (1)$$

berechnet werden. Z beschreibt dabei die Ordnungszahl, n die Teilchendichte, z die Ladung, I die Ionisierungsenergie des Targetgases und v die Geschwindigkeit der α -Strahlung. Die Bethe-Bloch-Gleichung kann jedoch dann nicht mehr verwendet werden, wenn es zu Ladungsaustauschprozesse kommt. Diese treten dann auf, wenn sehr kleine Energien vorliegen und treten öfters auf, wenn die Energien noch geringer werden. Über die Formel

$$R = \int_0^{E_\alpha} \frac{dE_\alpha}{-dE_\alpha/dx} \quad (2)$$

kann die Reichweite der Strahlung berechnet werden. Als Reichweite wird die Strecke bis zur vollständigen Abbremsung des Teilchens gemessen. Der Energieverlust wird nun über eine empirisch gewonnenen Kurve über die mittlere Reichweite R_m berechnet. Da die α -Teilchen unterschiedliche Anfangsenergien haben und unterschiedlich oft mit Luftmolekülen auf der Strecke zusammenstoßen wird die mittlere Reichweite ermittelt. Diese Reichweite wird von der Hälfte der Teilchen erreicht. Bei konstanter Temperatur und konstantem Volumen ist die Reichweite der Teilchen in Gasen proportional zum Druck. Bei einer Absorptionsmessung gilt dann der Zusammenhang

$$x = x_0 \frac{p}{p_0}. \quad (3)$$

Dabei ist x_0 der feste Abstand zwischen α -Strahler und Detektor und p_0 der Normaldruck.
[1]

3 Durchführung

Der Versuch wird wie in der Abbildung 1 aufgebaut. Bei dem Präparat handelt es sich

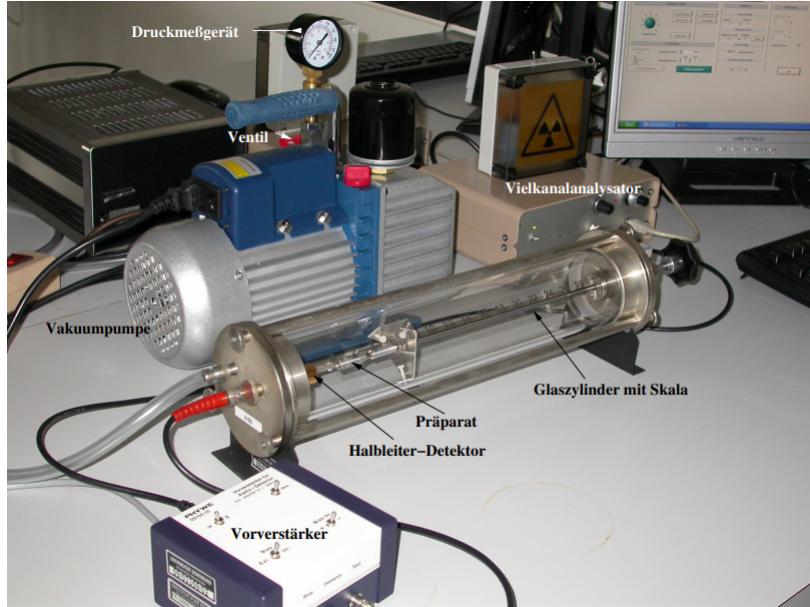


Abbildung 1: Versuchsaufbau.

um ein Am-Präparat. Der Vielkanalanalysator ist mit dem Computer verbunden. Im Programm MCA wird der Schalter auf connectet gestellt. Der Vorverstärker und der Vielkanalanalysator werden angeschaltet.

3.1 Bestimmung der Reichweite von alpha-Strahlung

Zur Messung der Reichweite und Energieverlust der α -Strahlung wird die Messzeit im Programm auf 120 s gestellt. Es wird der erste Abstand zwischen dem Halbleiter-Detektor und dem Am-Präparat über die Feststellschraube am Glaszyliner eingestellt. Das rote Ventil wird geöffnet und die Vakkumpumpe wird angestellt. Wenn das Druckmessgerät 0 mbar anzeigt, wird das Ventil wieder geschlossen und die Pume ausgestellt. Im Glaszyliner befindet sich ein Vakuum. Die erste Messung wird durchgeführt und die Gesamtzählrate und der Chanel wird Notiert. Der Druck wird nun immer in 50 mbar Schritten erhöht, indem das Belüftungsventil geöffnet wird. Dieser wird bis zu 1000 mbar erhöht oder bis die Gesamtzählrate Null ist. Die Messreihe wird mit einem zweiten Abstand wiederholt.

3.2 Statistik des radioaktiven Zerfalls

Als erstes wird der Glaszyliner wieder evakuiert. Die Messzeit wird im Programm auf 10 s eingestellt. Es werden insgesamt 100 Messungen durchgeführt bei der jedes mal die Gesamtzählrate notiert wird.

4 Auswertung

Siehe ??!

5 Diskussion

6 Anhang

$x = 3,2$		
0 mbar	550 mbar	
Ges: 54634 Chanel: 815	Ges 45683 Chanel 439	
50 mbar	600 mbar	
Ges: 54488 Chanel: 768	Ges 43407 Chanel 399	
100 mbar	650 mbar	
Ges: 53858 Chanel: 736	Ges 40083 Chanel 371	
150 mbar	700 mbar	
Ges: 52402 Chanel: 704	Ges 33582 Chanel 300	
200 mbar	750 mbar	
Ges: 52286 Chanel: 687	Ges 15318 Chanel 276 C	
250 mbar	800 mbar	
Ges: 51419 Chanel: 643	Ges 5750 Chanel 267	
300 mbar	850 mbar	
Ges: 50703 Chanel: 591	Ges 501 Chanel 267	
350 mbar	900 mbar	
Ges: 49885 Chanel: 576	Ges Chanel	
400 mbar	950 mbar	
Ges: 49203 Chanel: 560	Ges Chanel	
450 mbar	1000 mbar	
Ges: 48215 Chanel: 531	Ges Chanel	
500 mbar		
Ges: 46999 Chanel: 480		

701		
0 mbar	$x = 2,3 \text{ cm}$	550 mbar
Ges 84290 Chanel 816 MeV		Ges 75554 Chanel 542
50 mbar		600 mbar
Ges 83234 Chanel 768		Ges 74284 Chanel 511
100 mbar		650 mbar
Ges 82737 Chanel 751		Ges 73075 Chanel 476
150 mbar		700 mbar
Ges 82093 Chanel 731		Ges 71075 Chanel 448
200 mbar		750 mbar
Ges 82005 Chanel 711		Ges 69127 Chanel 416
250 250 mbar		800 mbar
Ges 80538 Chanel 679		Ges 66378 Chanel 399
300 mbar		850 mbar
Ges 80144 Chanel 640		Ges 60823 Chanel 352
350 mbar		900 mbar
Ges : 79189 Chanel : 632		Ges : 49233 Chanel : 295
400 mbar		950 mbar
Ges : 78107 Chanel : 647		Ges : 41287 Chanel : 286
450 mbar		1000 mbar
Ges 77703 Chanel 608		Ges : 26338 Chanel 271
500 mbar		
Ges : 76030 Chanel 563		

1	4 5 7	4 0 7	4 0 7
2	4 5 3 5	4 0 7	4 0 7
3	4 3 2 5	4 0 7	4 0 7
4	4 3 1 5	4 0 7	4 0 7
5	4 1 2 7	4 0 7	4 0 7
6	4 3 5 2	4 0 7	4 0 7
7	4 4 5 5	4 0 7	4 0 7
8	4 4 7 1	4 0 7	4 0 7
9	4 3 5 0	4 0 7	4 0 7
10	4 0 9 0	4 0 7	4 0 7
11	4 0 5 0	4 0 7	4 0 7
12	4 0 5 5	4 0 7	4 0 7
13	4 0 6 5	4 0 7	4 0 7
14	4 0 6 2	4 0 7	4 0 7
15	4 1 5 2	4 0 7	4 0 7
16	4 1 5 9	4 0 7	4 0 7
17	4 1 5 2	4 0 7	4 0 7
18	4 1 2 7	4 0 7	4 0 7
19	4 1 2 0	4 0 7	4 0 7
20	4 1 3 6	4 0 7	4 0 7
21	4 1 3 5	4 0 7	4 0 7
22	4 1 3 4	4 0 7	4 0 7
23	4 1 3 0	4 0 7	4 0 7
24	4 1 1 1	4 0 7	4 0 7
25	4 2 8 4	4 0 7	4 0 7
26	4 1 7 4	4 0 7	4 0 7
27	4 1 6 3	4 0 7	4 0 7
28	4 1 6 2	4 0 7	4 0 7
29	4 1 6 1	4 0 7	4 0 7
30	4 3 4 2	4 0 7	4 0 7
31	4 3 3 8	4 0 7	4 0 7
32	4 3 3 5	4 0 7	4 0 7
33	4 3 3 0	4 0 7	4 0 7
34	4 1 5 1	4 0 7	4 0 7
35	4 2 5 1	4 0 7	4 0 7
36	4 3 2 3	4 0 7	4 0 7
37	4 7 3 9	4 0 7	4 0 7
38	4 2 5 6	4 0 7	4 0 7
39	4 0 1 5	4 0 7	4 0 7
40	4 2 4 6	4 0 7	4 0 7
41	4 0 1 5	4 0 7	4 0 7
42	4 2 3 8	4 0 7	4 0 7
43	4 1 1 7	4 0 7	4 0 7
44	4 4 4 8	4 0 7	4 0 7
45	4 5 4 3	4 0 7	4 0 7
46	4 8 3 2	4 0 7	4 0 7
47	4 2 3 4	4 0 7	4 0 7
48	4 2 2 3	4 0 7	4 0 7
49	3 8 5 3	4 0 7	4 0 7
50	4 8 2 9	4 0 7	4 0 7
51	5 1	4 0 7	4 0 7
52	4 0 8 7	4 0 7	4 0 7
53	4 1 8 4	4 0 7	4 0 7
54	4 0 6 0	4 0 7	4 0 7
55	4 0 2 5	4 0 7	4 0 7
56	4 0 2 6	4 0 7	4 0 7
57	4 0 2 5	4 0 7	4 0 7
58	4 4 3 3	4 0 7	4 0 7

Literatur

- [1] *V701 Reichweite von α -Strahlung.* TU Dortmund, Fakultät Physik. 2022.