

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP

Messung von Kenspektren

Verfasser:

Marcel vom Scheidt

Moritz Schubotz

Betreuer:

Peter Gerlach

Abgabetermin:

0 Ausgangssituation

In diesem Versuch sollen wir mit γ -Spektroskopie von Kernen vertraut werden. Dafür verwenden wir eine NaJ-Szillationszähler, welcher im wesentlichen aus einem Natriumiodidkristall besteht. Beim eintreffen eines hochenergetischen Photons werden dort zahlreiche Lichtblitze emittiert, welche mit einem Photomultiplier nachgewiesen werden. Wir untersuchen in diesem Versuch das Pulhöenspektrum verschiedener Atomkerne mit dem Einkanaldiskriminator. Dies geschieht indem wir die Schwellspannung U variieren bei fest vorgegebener Fensterbreite.

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kerspektren

0.1 Inhalt

0	Ausgangssituation.....	2
0.1	Inhalt.....	3
1	Aufnahme von Pulshöhenspektren	4
1.1	Kurven zu Präparaten.....	4
1.1.1	Aufbau	4
1.1.2	Durchführung	4
1.1.3	Deutung.....	13
1.2	Bestimmung der Abhängigkeit der Strahlungsintensität zum Abstand vom Präparat...	15
1.2.1	Aufbau	15
1.2.2	Durchführung	15
2	Messung der Absorption von γ -Quanten in Materie.....	17
3	Letztes Kap.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang A	Bildquellen	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Aufnahme von Pulshöhenspektren

1.1 Kurven zu Präparaten

1.1.1 Aufbau

Der Versuch war schon fertig aufgebaut. Der Zähler befand sich schon im strahlengeschützten Bleimantel, der aus vielen 5cm dicken Bleiblöcken aufgebaut war. Für die Durchführung unserer Versuche sind vor allen die Parameter LOWER LEVEL und WINDOW am Versuchsgeraet von Bedeutung, da diese den Messbereich einstellen. Gemessen werden die Häufigkeit von Lichtblitzen im Bereich von der mit LOWER LEVEL eingestellten Spannung U bis die mit WINDOW eingestellten hinzuaddierten Spannung ΔU auf U .

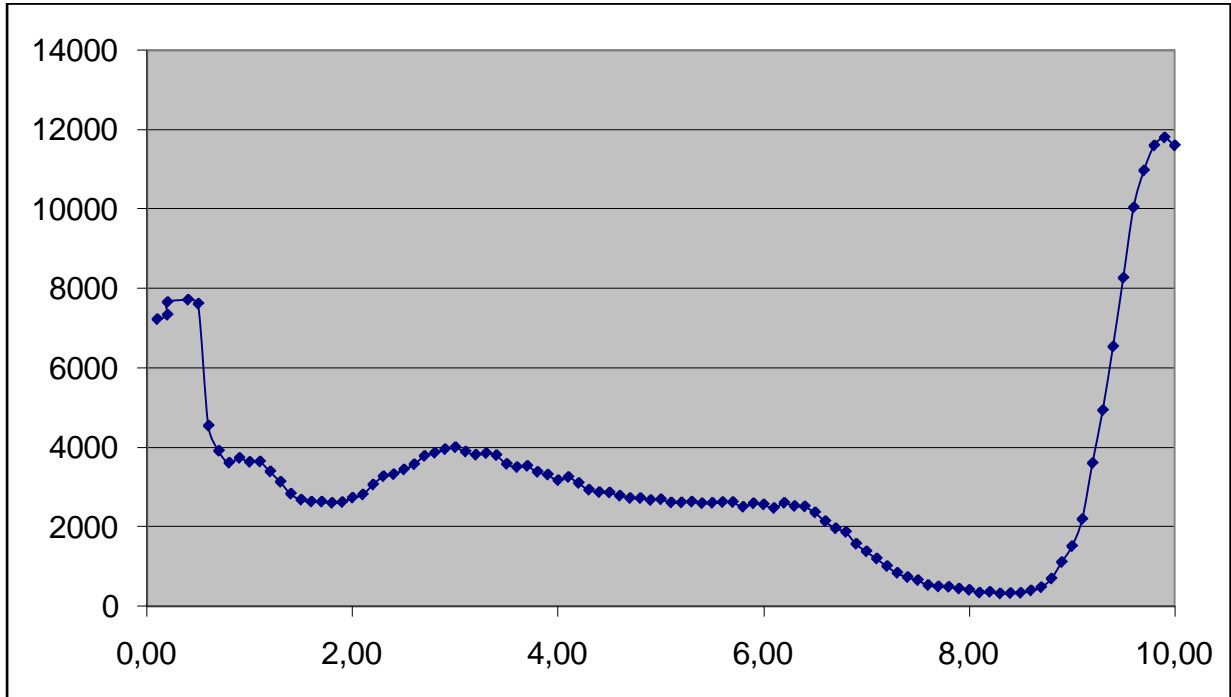
1.1.2 Durchführung

Wir stellten das zu untersuchende Präparat vor den Zähler. Und wir messen dessen Ausgangspulse bei einer Beschleunigungsspannung von 600V und mit einer Beobachtungszeit von 5 sekunden einer Fensterbreite von 0,1 V für verschiedene Lowerlevelmit dem dem Einkanaldiskriminator.

Leider stellten wir bei der ersten Messung für Cs die Verstärkungsspannung zu hoch ein, so dass wir nicht das vollständige Spektrum sehen konnten und der Bereich nach dem ersten Peak nicht mehr innerhalb unseres Messbereiches lag:

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren



mit den Messwerten:

V		
Lower Level	N	Delta N
0,00	4,10E+05	2,30E+04
0,10	7,23E+03	4,05E+02
0,20	7,34E+03	4,11E+02
0,20	7,66E+03	4,29E+02
0,40	7,72E+03	4,32E+02
0,50	7,62E+03	4,27E+02
0,60	4,55E+03	2,55E+02
0,70	3,92E+03	2,20E+02
0,80	3,62E+03	2,03E+02
0,90	3,74E+03	2,09E+02
1,00	3,64E+03	2,04E+02
1,10	3,65E+03	2,04E+02

1,20	3,40E+03	1,90E+02
1,30	3,14E+03	1,76E+02
1,40	2,84E+03	1,59E+02
1,50	2,69E+03	1,51E+02
1,60	2,64E+03	1,48E+02
1,70	2,64E+03	1,48E+02
1,80	2,61E+03	1,46E+02
1,90	2,63E+03	1,47E+02
2,00	2,74E+03	1,53E+02
2,10	2,82E+03	1,58E+02
2,20	3,07E+03	1,72E+02
2,30	3,28E+03	1,84E+02
2,40	3,33E+03	1,86E+02
2,50	3,45E+03	1,93E+02

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren

2,60	3,58E+03	2,00E+02
2,70	3,79E+03	2,12E+02
2,80	3,87E+03	2,17E+02
2,90	3,96E+03	2,22E+02
3,00	4,01E+03	2,25E+02
3,10	3,90E+03	2,18E+02
3,20	3,82E+03	2,14E+02
3,30	3,86E+03	2,16E+02
3,40	3,81E+03	2,13E+02
3,50	3,59E+03	2,01E+02
3,60	3,51E+03	1,97E+02
3,70	3,54E+03	1,98E+02
3,80	3,39E+03	1,90E+02
3,90	3,32E+03	1,86E+02
4,00	3,18E+03	1,78E+02
4,10	3,26E+03	1,83E+02
4,20	3,11E+03	1,74E+02
4,30	2,94E+03	1,65E+02
4,40	2,88E+03	1,61E+02
4,50	2,87E+03	1,61E+02
4,60	2,79E+03	1,56E+02
4,70	2,73E+03	1,53E+02
4,80	2,73E+03	1,53E+02
4,90	2,68E+03	1,50E+02
5,00	2,70E+03	1,51E+02
5,10	2,62E+03	1,47E+02
5,20	2,62E+03	1,47E+02

5,30	2,64E+03	1,48E+02
5,40	2,60E+03	1,46E+02
5,50	2,61E+03	1,46E+02
5,60	2,63E+03	1,47E+02
5,70	2,63E+03	1,47E+02
5,80	2,51E+03	1,41E+02
5,90	2,60E+03	1,46E+02
6,00	2,57E+03	1,44E+02
6,10	2,48E+03	1,39E+02
6,20	2,61E+03	1,46E+02
6,30	2,53E+03	1,42E+02
6,40	2,52E+03	1,41E+02
6,50	2,37E+03	1,33E+02
6,60	2,15E+03	1,20E+02
6,70	1,97E+03	1,10E+02
6,80	1,88E+03	1,05E+02
6,90	1,58E+03	8,85E+01
7,00	1,39E+03	7,78E+01
7,10	1,21E+03	6,78E+01
7,20	1,02E+03	5,71E+01
7,30	8,50E+02	4,76E+01
7,40	7,42E+02	4,16E+01
7,50	6,66E+02	3,73E+01
7,60	5,43E+02	3,04E+01
7,70	5,07E+02	2,84E+01
7,80	4,98E+02	2,79E+01
7,90	4,54E+02	2,54E+01

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspекtren

8,00	4,21E+02	2,36E+01
8,10	3,50E+02	1,96E+01
8,20	3,72E+02	2,08E+01
8,30	3,30E+02	1,85E+01
8,40	3,40E+02	1,90E+01
8,50	3,46E+02	1,94E+01
8,60	4,07E+02	2,28E+01
8,70	4,87E+02	2,73E+01
8,80	7,05E+02	3,95E+01
8,90	1,12E+03	6,27E+01
9,00	1,52E+03	8,51E+01

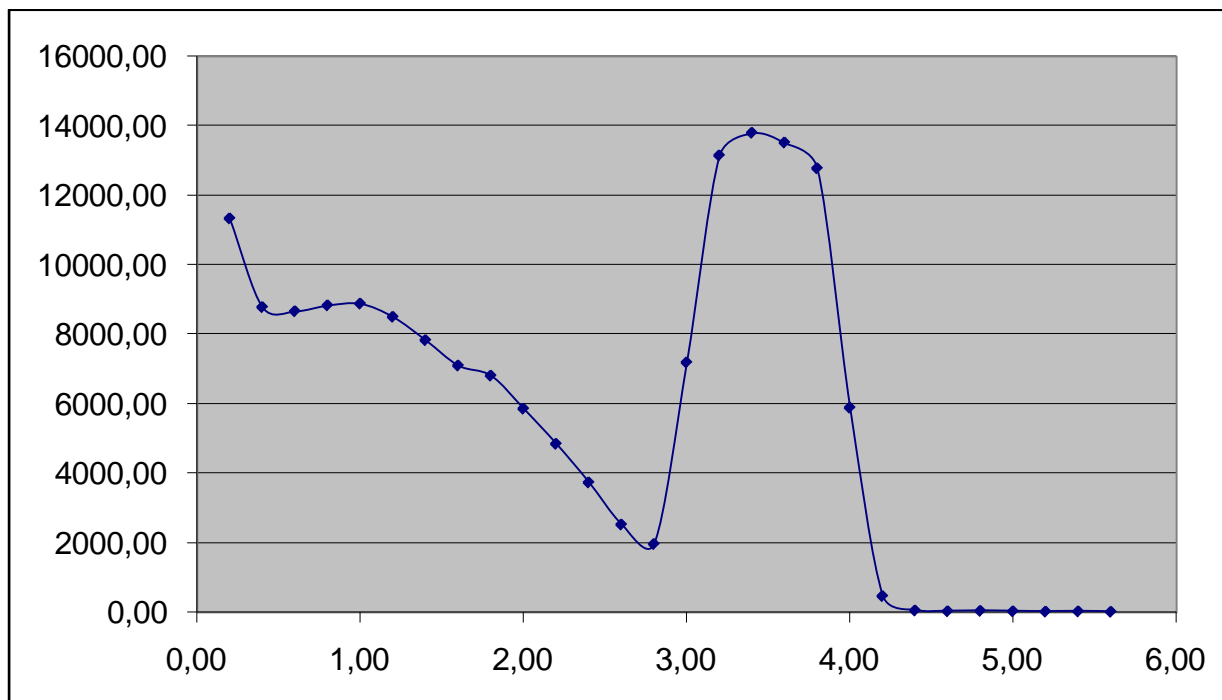
9,10	2,20E+03	1,23E+02
9,20	3,61E+03	2,02E+02
9,30	4,94E+03	2,77E+02
9,40	6,54E+03	3,66E+02
9,50	8,27E+03	4,63E+02
9,60	1,00E+04	5,62E+02
9,70	1,10E+04	6,14E+02
9,80	1,16E+04	6,50E+02
9,90	1,18E+04	6,61E+02
10,00	1,16E+04	6,50E+02

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren

Nach erneuter Justierung (Abschwächung) der Verstärkungsspannung erhielt die erwarteten

Messwerte:



Lower Level	N	Delta N
0,00	342234	
0,20	1,13E+04	6,34E+02
0,40	8,78E+03	4,92E+02
0,60	8,66E+03	4,85E+02
0,80	8,83E+03	4,94E+02
1,00	8,88E+03	4,97E+02
1,20	8,50E+03	4,76E+02
1,40	7,83E+03	4,38E+02
1,60	7,10E+03	3,98E+02
1,80	6,81E+03	3,81E+02
2,00	5,86E+03	3,28E+02
2,20	4,85E+03	2,72E+02

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren

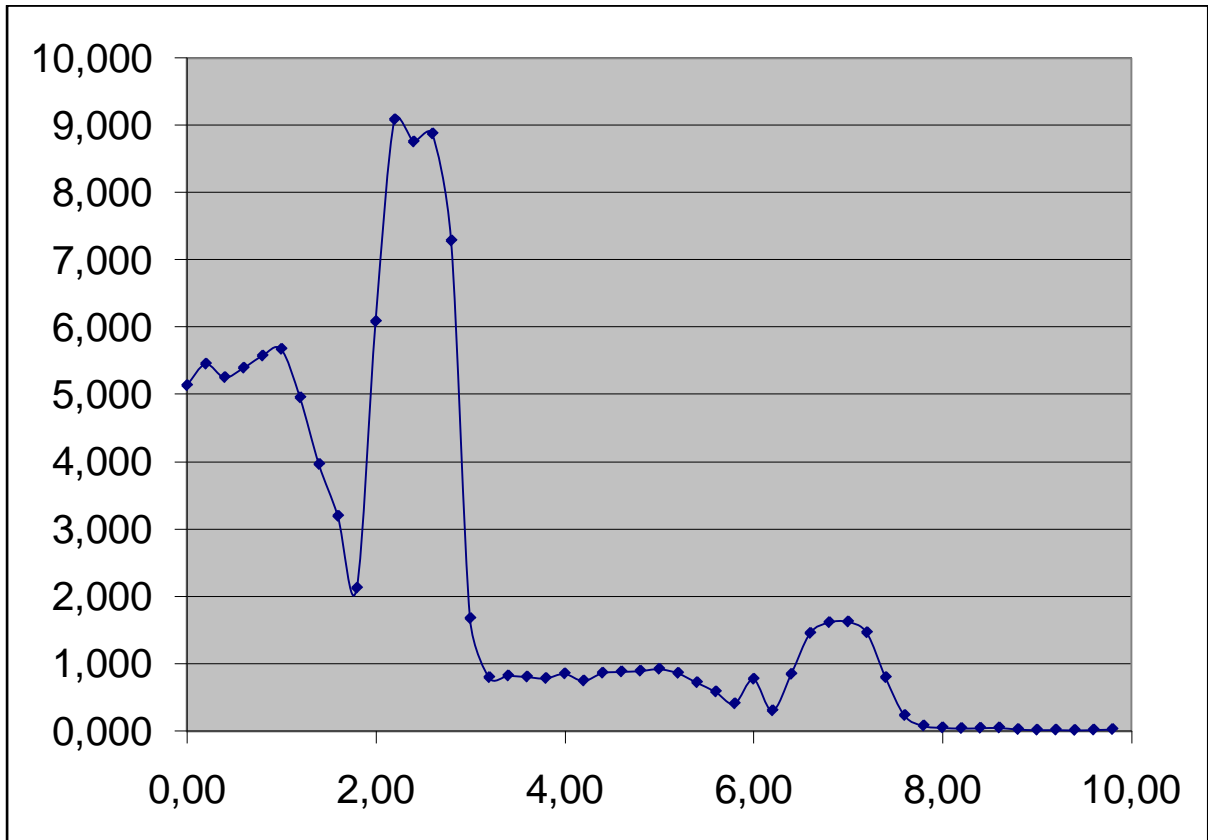
2,40	3,74E+03	2,09E+02
2,60	2,53E+03	1,42E+02
2,80	1,97E+03	1,10E+02
3,00	7,19E+03	4,03E+02
3,20	1,31E+04	7,36E+02
3,40	1,38E+04	7,72E+02
3,60	1,35E+04	7,57E+02
3,80	1,28E+04	7,15E+02
4,00	5,89E+03	3,30E+02
4,20	4,74E+02	2,65E+01
4,40	5,90E+01	3,30E+01
4,60	3,70E+01	2,07E+01
4,80	4,80E+01	2,69E+01
5,00	3,50E+01	1,96E+01
5,20	2,60E+01	1,46E+01
5,40	3,30E+01	1,85E+01
5,60	2,10E+01	1,18E+01

Wir haben die Messung nach dem Wert 5,6 abgebrochen, da die Werte sich sehr nahe bei Null befanden, und dort aufgrund der Umgebungsstrahlung Messungen schwer möglich sind.

Die Aufnahme der Kurve für Natrium ergab folgendes Diagramm:

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren



in V in 1000 in 1000

Lower Level	N	Delta N
0,00	2017	108,918
0,20	5,140	0,278
0,40	5,460	0,295
0,60	5,260	0,284
0,80	5,400	0,292
1,00	5,580	0,301
1,20	5,680	0,307
1,40	4,960	0,268
1,60	3,970	0,214
1,80	3,200	0,173
2,00	2,130	0,115

2,20	6,090	0,329
2,40	9,090	0,491
2,60	8,760	0,473
2,80	8,880	0,480
3,00	7,290	0,394
3,20	1,680	0,091
3,40	0,803	0,043
3,60	0,828	0,045
3,80	0,812	0,044
4,00	0,790	0,043
4,20	0,859	0,046
4,40	0,753	0,041
4,60	0,869	0,047

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kerspektren

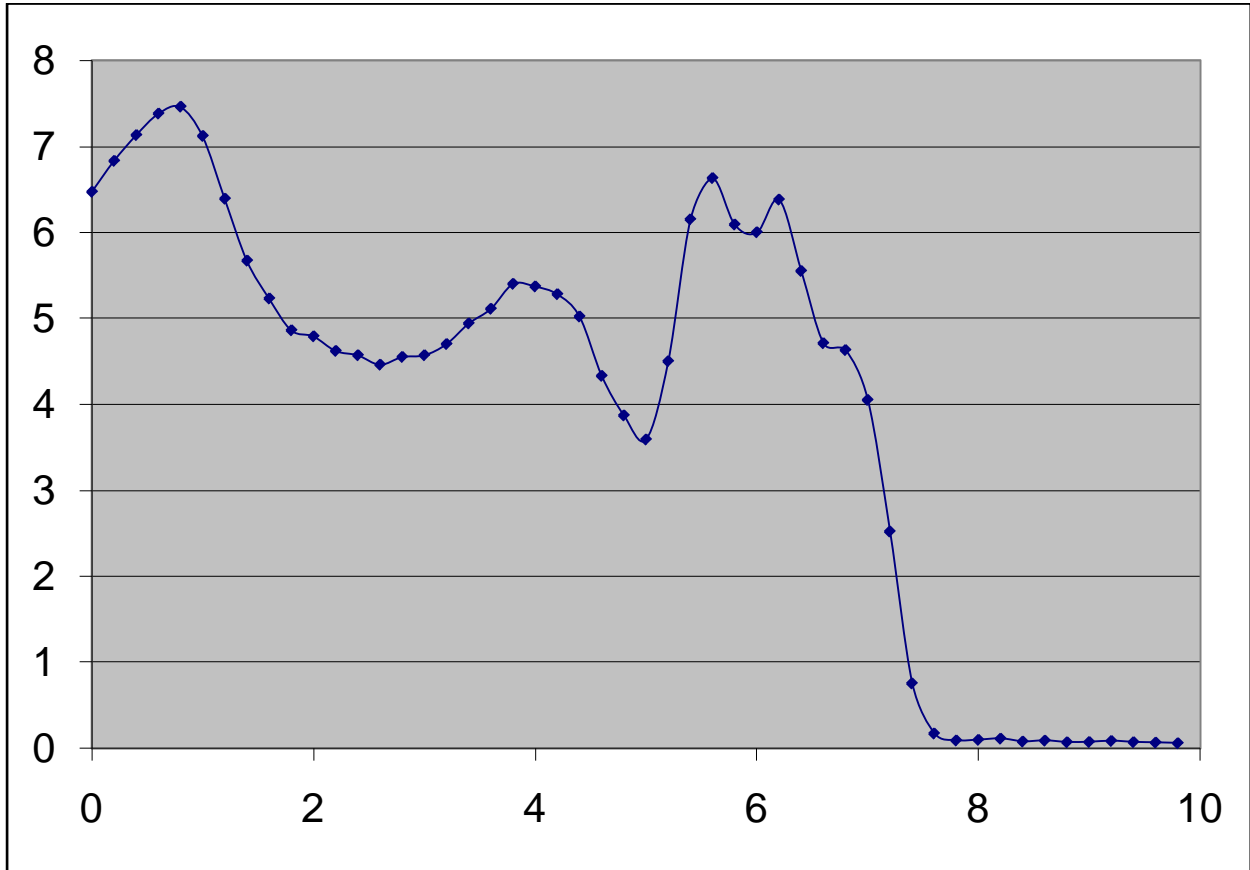
4,80	0,888	0,048
5,00	0,899	0,049
5,20	0,928	0,050
5,40	0,867	0,047
5,60	0,728	0,039
5,80	0,591	0,032
6,00	0,414	0,022
6,20	0,779	0,042
6,40	0,310	0,017
6,60	0,852	0,046
6,80	1,460	0,079
7,00	1,620	0,087
7,20	1,630	0,088
7,40	1,470	0,079

7,60	0,803	0,043
7,80	0,240	0,130
8,00	0,085	0,046
8,20	0,057	0,031
8,40	0,047	0,025
8,60	0,051	0,028
8,80	0,056	0,030
9,00	0,032	0,017
9,20	0,023	0,012
9,40	0,024	0,013
9,60	0,019	0,010
9,80	0,024	0,013
10,00	0,032	0,017

In folgenden untersuchen wir Kobalt:

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren



in V	in 1000	in 1000
Lower Level	N	Delta N
0,00	2017	85,3191
0,20	6,470	0,274
0,40	6,830	0,289
0,60	7,130	0,302
0,80	7,380	0,312
1,00	7,460	0,316
1,20	7,120	0,301
1,40	6,390	0,270
1,60	5,670	0,240
1,80	5,230	0,221
2,00	4,860	0,206

2,20	4,790	0,203
2,40	4,620	0,195
2,60	4,570	0,193
2,80	4,460	0,189
3,00	4,550	0,192
3,20	4,570	0,193
3,40	4,700	0,199
3,60	4,940	0,209
3,80	5,110	0,216
4,00	5,400	0,228
4,20	5,370	0,227
4,40	5,280	0,223
4,60	5,020	0,212

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren

4,80	4,330	0,183
5,00	3,870	0,164
5,20	3,590	0,152
5,40	4,500	0,190
5,60	6,150	0,260
5,80	6,630	0,280
6,00	6,090	0,258
6,20	6,000	0,254
6,40	6,380	0,270
6,60	5,550	0,235
6,80	4,710	0,199
7,00	4,630	0,196
7,20	4,050	0,171
7,40	2,520	0,107

7,60	0,754	0,032
7,80	0,171	0,007
8,00	0,090	0,038
8,20	0,097	0,041
8,40	0,111	0,047
8,60	0,077	0,033
8,80	0,088	0,037
9,00	0,069	0,029
9,20	0,072	0,030
9,40	0,084	0,036
9,60	0,070	0,030
9,80	0,065	0,027
10,00	0,058	0,025

Wir stellen fest, dass das gesamte Spektrum nach links verschoben ist. Dabei ist unser erster Peak nicht im Versuchsheft dargestellt und scheint aus Messfehlern entstanden zu sein.

1.1.3 Deutung

Cs:

Der charakteristische Cäsiumpeak liegt bei uns bei 3,5 Volt dieses entspricht wahrscheinlich der Energie von 662keV.

Na:

Die Literaturwerten von den Natriumpeaks sind 511keV, 1275keV und 1800keV. Dieses kann man in etwas zu den 3 „Maxima“ im Diagramm zuordnen (1,2V; 2,4V; 7,4V;)

Co:

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kerspektren

Hier sind die 2 Maxima der Literatur (1170keV und 1330keV) nur schwer zu erkennen. Wir nehmen die, wie in dem Versuchsheft besser zu erkennen, letzten Beiden mit (5,8 und 6,4 V)

Leider ist die Qualität unserer Kurven nicht so gut, wie die in dem Versuchsheft. Ohne Literaturwerte wäre es nicht möglich zu identifizieren was welche Maxima sind. Eventuell hängt dies auch mit dem Alter der Präparate zusammen welche zum Teil nur wenige Jahre beträgt.

Außerdem wurden die Messungen nicht im Vakuum durchgeführt, wodurch weitere Störungen impliziert werden. Außerdem ist das generelle Problem des Kompteneffektes nicht zu vernachlässigen.

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kentspektren

1.2 Bestimmung der Abhängigkeit der Strahlungsintensität zum Abstand vom Präparat.

1.2.1 Aufbau

Der Aufbau ist genau wie im vorherigen Versuchteil jedoch wird hier Abstand zwischen Präparat und Zähler variiert und mit Hilfe eines Lineals gemessen.

Die anderen Einstellungen wurden nicht variiert.

1.2.2 Durchführung

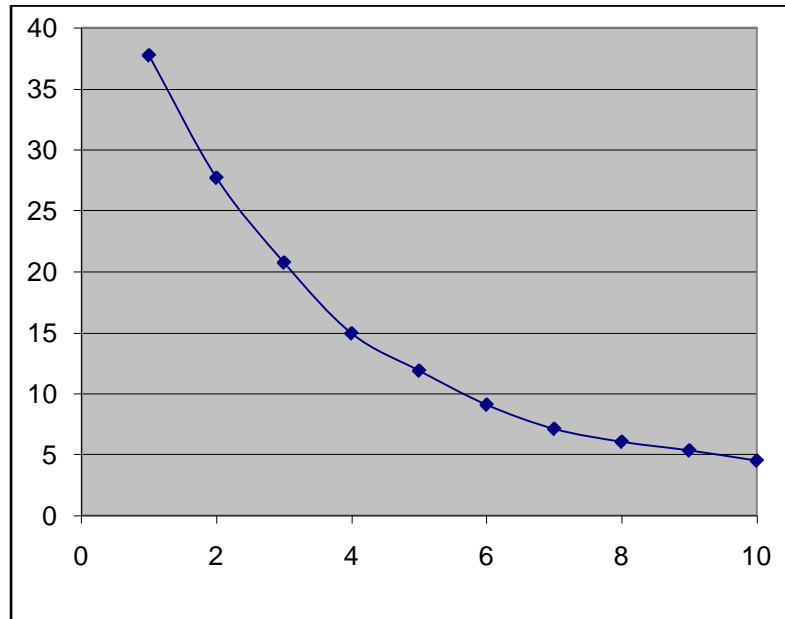
	Wert	Einheit
Präparat	Cs	
Lower level	3,4	V
Window	0,1	V
Zeit	5	sec

cm	in 1000
Abstand	N
1	37,783
2	27,724
3	20,760
4	14,950
5	11,890
6	9,090
7	7,110
8	6,050
9	5,340

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren

10	4,500
----	-------



x-Achse: Abstand in cm / y Achse k-Counts

Offensichtlich nimmt die Strahlungsintensität mit $1/r^2$ ab. Wir führten die Messung im Hauptmaximum von Cäsium (bei 3,4 Volt) durch. Wie verifizierten, dass die Form der Verlauf der Kurve gleich blieb indem wir noch 2 Probemessung um das Peak durchführten:

Bei einem Abstand von 10 cm und einer Lower Level Spannung von 3 Vol bekamen wir 2 740 Ereignisse und bei 3,8 Volt 3 990 Ereignisse.

2 Messung der Absorption von γ -Quanten in Materie

In diesem Versuch geht es darum zu messen wie gut γ - Strahlung durch Metalle abgeschirmt werden kann. Wir verwenden als Repräsentanten Aluminium, Kupfer, Eisen und Blei.

In diesem Versuch benutzen wir 2 Präparate für die die Energien bei 0,5-0,6 bzw 1,2-1,4 MeV liegen sollten. In unserem Fall waren dies Cs und Na.

Um Nebeneffekte durch den Kompteneffekt zu vermeiden führten wir die Messung knapp oberhalb des charakteristischen Peaks des Präparats ohne die Windowbreite, die schon recht genau war, zu verändern.

Es folgt die Tabelle für Natrium mit Energien zwischen 0,5-0,6MeV

Abstand 5 Lower level 2,7

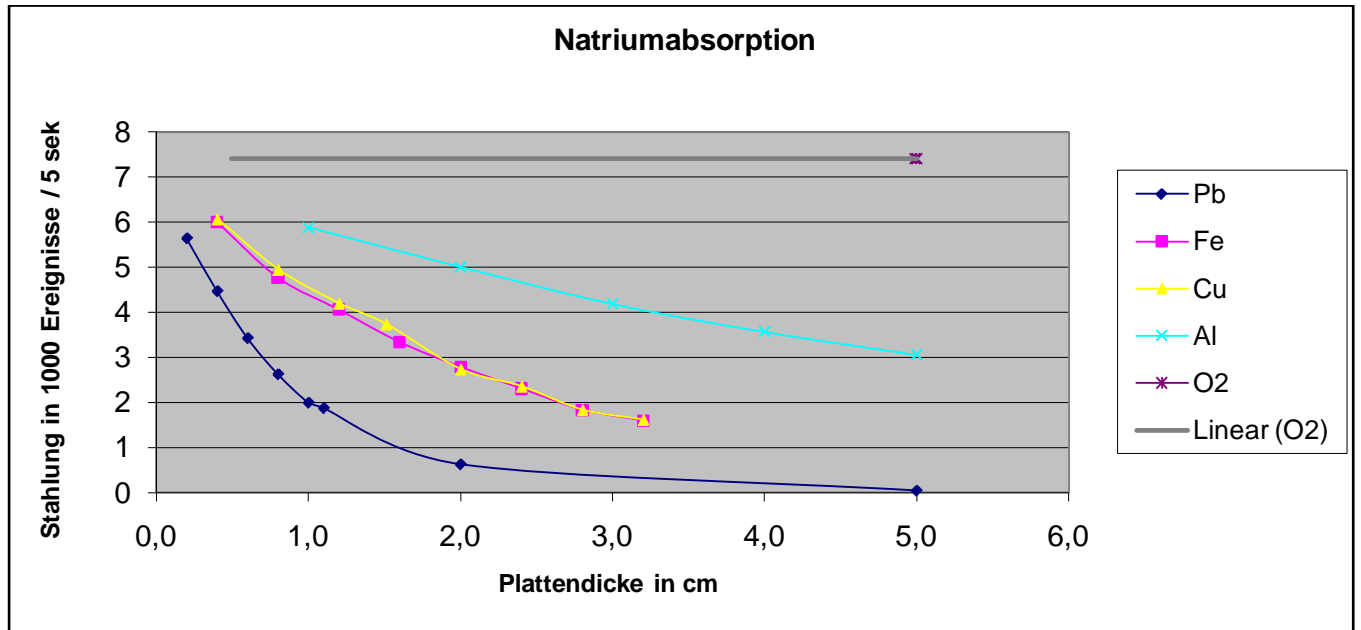
cm 1000			cm 1000			cm 1000			cm 1000			cm 1000		
Material	Dicke	N	Material	Dicke	N	Material	Dicke	N	Material	Dicke	N	Material	Dicke	N
Al	1	5,88	Cu	0,4	6,07	Pb	0,2	5,63	Fe	0,4	5,99	O ₂	5	7,4
Al	2	5,00	Cu	0,8	4,95	Pb	0,4	4,46	Fe	0,8	4,76		4,99	7,4
Al	3	4,18	Cu	1,2	4,2	Pb	0,6	3,42	Fe	1,2	4,05			
Al	4	3,56	Cu	1,5	3,74	Pb	0,8	2,62	Fe	1,6	3,33			
Al	5	3,05	Cu	2,0	2,74	Pb	1,0	1,99	Fe	2,0	2,78			
			Cu	2,4	2,36	Pb	1,1	1,87	Fe	2,4	2,3			
			Cu	2,8	1,84	Pb	2,0	0,63	Fe	2,8	1,83			
			Cu	3,2	1,62	Pb	5,0	0,04	Fe	3,2	1,59			

In der letzten Spalte ist nur eine Referenzmessung zum Vergleich mit dem Wert ohne

Abschirmung aufgetragen.

Trägt man dieses in ein Diagramm ein so erhält man folgendes Bild:

Versuch KP - Messung von Kenspektren



Man kann dadurch die Zusammenhänge der einzelnen Abschirmungen gut erkennen. Man sieht, dass sich Eisen und Kupfer nahe zu identisch verhalten. Aluminium eignet sich kaum zur Abschirmung. Bei 5cm dicke wird grade mal die Hälfte der Strahlung absorbiert. Am besten schirmt Blei ab. Man sieht dass schon nach einem cm nur noch ein drittel der Strahlung durchgelassen wird. Bei 5 cm (diese ist auch die Dicke der verwendeten Abschirmung) wird nahe zu keiner Strahlung mehr durchgelassen.

Für Cäsium führten wir folgend eMessung durch:

Abstand 5 Lower level 2,7

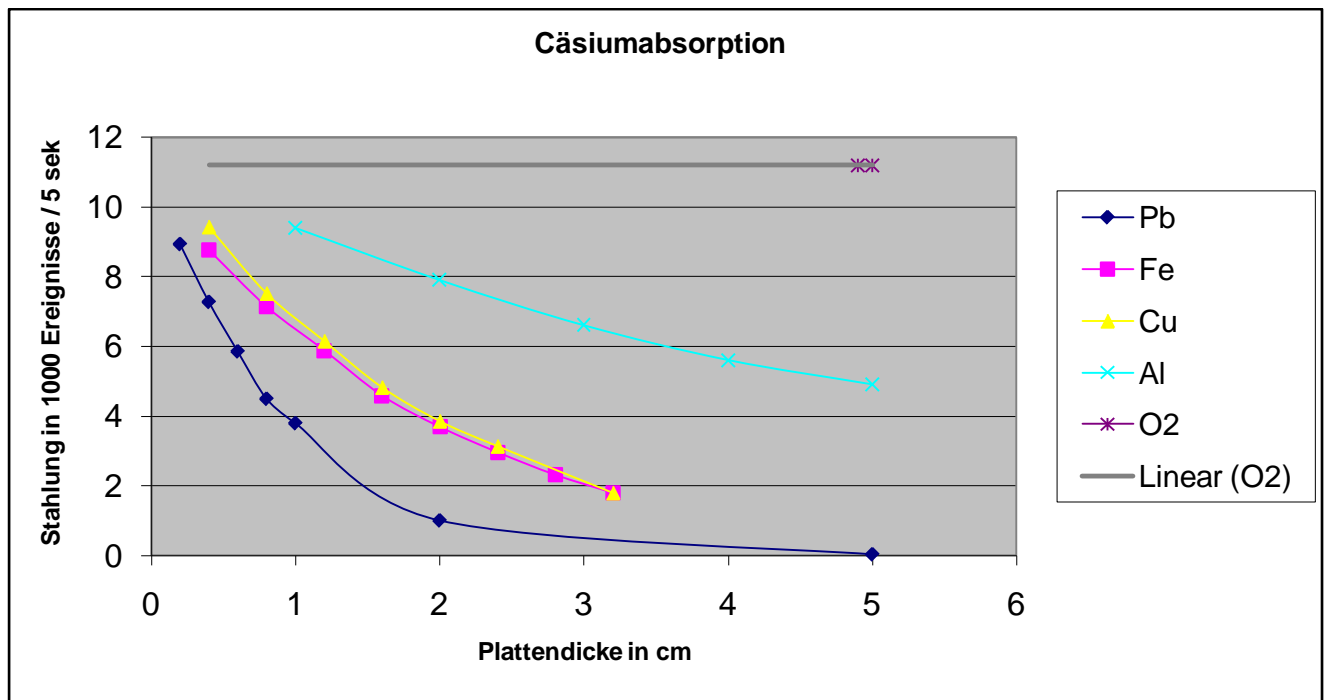
cm 1000			cm 1000			cm 1000			cm 1000			cm 1000		
Material	Dicke	N	Material	Dicke	N	Material	Dicke	N	Material	Dicke	N	Material	Dicke	N
Al	1	9,4	Cu	0,4	9,44	Pb	0,2	8,94	Fe	0,4	8,78	O ₂	5	11,2
Al	2	7,9	Cu	0,8	7,53	Pb	0,4	7,28	Fe	0,8	7,15		4,9	11,2
Al	3	6,6	Cu	1,2	6,16	Pb	0,6	5,86	Fe	1,2	5,89			
Al	4	5,6	Cu	1,6	4,83	Pb	0,8	4,5	Fe	1,6	4,59			

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kenspektren

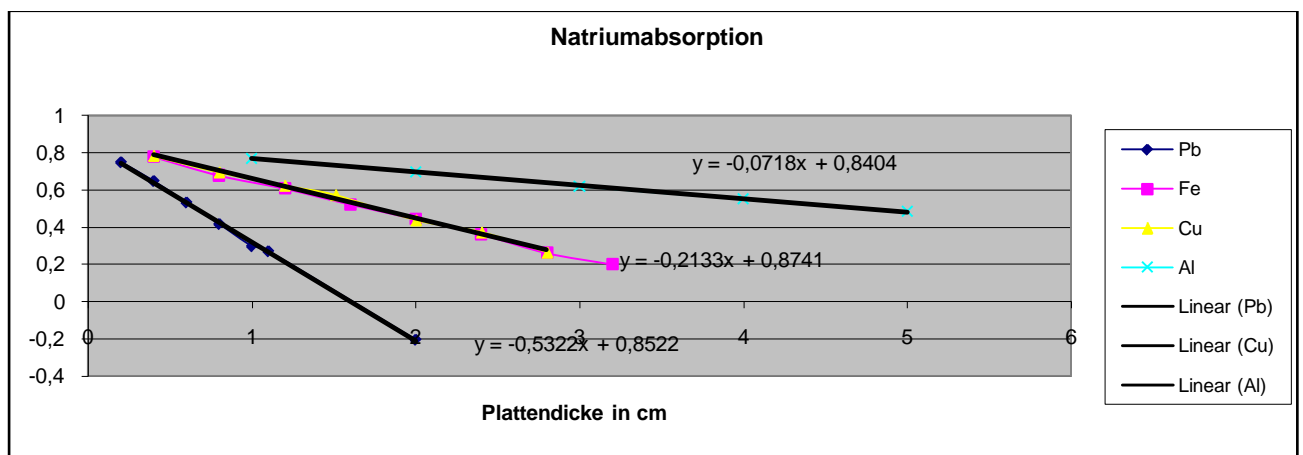
Al	5	4,9	Cu	2	3,86	Pb	1	3,8	Fe	2	3,69
			Cu	2,4	3,14	Pb	2	1,01	Fe	2,4	2,96
			Cu	3,2	1,8	Pb	5	0,04	Fe	2,8	2,31
						Pb			Fe	3,2	1,79

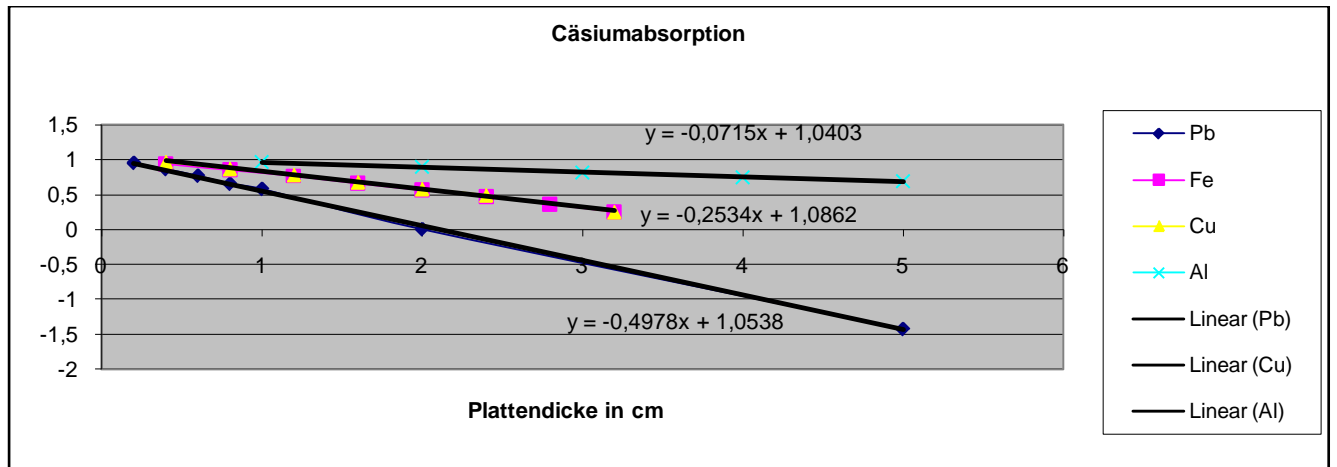
Diese forderte folgendes Diagramm:



Daraus sieht man, dass die Absorption nicht vom Präparat abhängig ist.

halblogarithmisch aufgetragen:





Aus dem linear regressierten Graden können wir die Steigungen K berechnen:

	Aluminium	Kupfer	Blei
K -Cs	$7,15 \cdot \frac{1}{m}$	$25,34 \cdot \frac{1}{m}$	$49,78 \cdot \frac{1}{m}$
r-Cs	$\frac{1}{7,15} \cdot m$	$\frac{1}{25,34} \cdot m$	$\frac{m}{49,78}$

Die Zahlen stimmen fast mit den Werten (7,18; 21,33; 53,22) für Natrium überein. Berechnet man r sieht man dass die Werte mit der Anschaulichen Bedeutung von Reichweite übereinstimmen. So haben wir für Blei etwa 2 cm Reichweite. Wobei wir gemessen haben, dass dort nur noch minimale Strahlung vorhanden ist.

Nun berechnen wir den Massenabsorptionskoeffizienten μ :

$$\mu = \frac{K}{\rho}$$

Die Dichten der Materialien liegen bei: $\rho_{Aluminium} = 2700 \frac{kg}{m^3}$, $\rho_{Kupfer} = 8950 \frac{kg}{m^3}$, $\rho_{Blei} = 11340 \frac{kg}{m^3}$:

Daraus folgen Massenabsorptionskoeffizienten:

$$\mu_{Al} = 2,648 \cdot 10^{-3} \frac{m^2}{kg}; \mu_{Cu} = 2,831 \cdot 10^{-3} \frac{m^2}{kg}; \mu_{Pb} = 4,389 \cdot 10^{-3} \frac{m^2}{kg}$$

Physikalisches Praktikum 2

Versuch KP - Messung von Kerspektren

Man sieht daraus, dass Blei nicht nur die Beste Abschirmung aufgrund der höheren Dichte hat sondern nicht Materialspezifische Eigenschaften des Bleis zur besseren Absorption beitragen.

Eine Berechnung mit den Messwerten von Natrium haben wir uns gespart, da die Abweichungen gegenüber den Cs-Werten gering sind und im Bereich der abgeschätzten Messfehler liegen.

2.1 Fazit:

Die Zusammenhänge zwischen Abstand und Materialabschirmung konnten wir relativ gut bestimmen. Offensichtlich stimmen unsere Ergebnisse mit in der Literatur zu finden Werten überein, was für eine relativ genaue Messung spricht. Allerdings war es uns nicht möglich den Wirkungsquerschnitt zu bestimmen.