

# Anleitung K7: Abschwächung von Gammastrahlen

Vortrag K7a: Abhängigkeit von der Absorberdicke und Material

Vortrag K7b: Energieabhängigkeit

Versuch: beide

Messung mit dem NaJ Detektor

## Vorbereitung:

s. auch Anleitung K4

Wechselwirkungen von  $\gamma$ -Quanten mit Materie:

Atomarer Photo-Effekt, Comptoneffekt (Ansatz zur Berechnung) und Paarbildung.

Wirkungsquerschnitte dieser Prozesse (Energie- und Z-Abhängigkeit).

Warum kann beim Photoeffekt im Gegensatz zum Comptoneffekt die komplette Energie übertragen werden?

Beschreiben Sie den Einfluss der Comptonstreuung auf das Energiespektrum beim Nachweis monoenergetischer  $\gamma$ -Strahlung im NaJ-Detektor. Wie entsteht das Kontinuum?

Wieso bricht das Kontinuum bei einer bestimmten Energie ab (Comptonkante)?

Wie entsteht der Rückstreupic? Bei welcher Energie liegt er?

Was unterscheidet die Totalabsorptionslinie von der Photolinie?

Wie funktioniert der NaJ-Detektor? z.B. Metzler Physik S. 485 oder

<http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~simonis/praktikum/p2/p2-versuchsanleitungen/Gammaspektroskopie-Hilfe.pdf>

Was versteht man unter der Energieauflösung des Detektors. Warum ist sie hier nicht so gut wie beim Ge-Detektor?

Was versteht man unter dem Ansprechvermögen/Nachweiseffizienz eines Detektors?

Literatur:

- Knoll Radiation Detection and Measurement  
Zerfallsschemata der Präparate (Knoll S. 17)  
(Kap. 2. III Interaction of  $\gamma$ -rays A Interaction Mechanisms S. 62-67  
10. I, II, III S. 306-326  
12. IV A1 und D 433-438 und 451-453)
- Gute Einführung  
<http://www.kernenergie.de/kernenergie-wAssets/docs/service/013radioaktivitaet-u-strahlenschutz2012.pdf>  
<http://expweb.phys.ethz.ch/10/06/06/bes.pdf>
- Richtige Erklärung Comptoneffekt bei  
<http://qudev.phys.ethz.ch/content/science/BuchPhysikIV/PhysikIVch4.html>
- Gute Erklärung Photoeffekt und NaJ-Detektor  
<http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~simonis/praktikum/p2/p2-versuchsanleitungen/Gammaspektroskopie-Hilfe.pdf>

- Gute Einführung, auch Detektoren  
[https://www.ikp.uni-koeln.de/students/praktB-IKP/files/Anleitung\\_K2\\_Nov14.pdf](https://www.ikp.uni-koeln.de/students/praktB-IKP/files/Anleitung_K2_Nov14.pdf)  
<http://www.opengeiger.de/GammaSpectEinstieg.pdf>
- Umsetzungen für Schüler [https://web-docs.gsi.de/~wolle/Schuelerlabor/ANLEITUNG/Anleitung\\_5.pdf](https://web-docs.gsi.de/~wolle/Schuelerlabor/ANLEITUNG/Anleitung_5.pdf) (Schülerlabor) und  
<http://www.grossberger.net/atomphysik/Gamma/gamma1.html>
- (gute Erklärung Rückstreupeak)  
<http://www.grossberger.net/atomphysik/Gamma/gamma2.htm>  
<https://www.ortec-online.com/-/media/ametekortec/third%20edition%20experiments/3-gamma-ray-spectroscopy-using-nai-tl.pdf> und  
[http://astro1.panet.utoledo.edu/~relling2/teach/4780/Ortec\\_AN34\\_exp03\\_GammaRay\\_spectroscopy\\_NaI\(Tl\).pdf](http://astro1.panet.utoledo.edu/~relling2/teach/4780/Ortec_AN34_exp03_GammaRay_spectroscopy_NaI(Tl).pdf) (das gleiche wie bei ortec-online)

Informieren Sie sich über das Absorptionsgesetz  $I = I_0 e^{-\mu d}$

Wie kommt es zustande?

Erklären Sie die Zusammensetzung des **linearen Schwächungskoeffizienten**  $\mu$  aus den verschiedenen Wirkungsquerschnitten  $\sigma_{\text{Photo}}$ ,  $\sigma_{\text{Compton}}$ .

Nach jeder Wechselwirkung im Absorber hat das  $\gamma$ -Quant nicht mehr die Energie  $E_\gamma$ .

Im NaJ-Detektor finden die gleichen Arten von Wechselwirkungen statt wie im Absorber.

Erklären Sie, wieso es sinnvoll ist, den Schwächungskoeffizienten zu messen mit Hilfe der von der Absorberdicke abhängigen Intensitätsänderung der Totalabsorptionslinie. (Skizze der Vorgänge im Absorber und Detektor).

### Experiment:

Präparat  $^{137}\text{Cs}$ , Pb- und Al-Absorber

Messen Sie in Abhängigkeit von der Absorberdicke die Intensitäten

- a) des gesamten Spektrums (nur bei Blei)
- b) der Totalabsorptionslinie (bei Blei und Aluminium)

Präparat  $^{60}\text{Co}$ , Pb-Absorber

- c) Messen Sie in Abhängigkeit von der Absorberdicke die Intensitäten der Totalabsorptionslinien bei Blei

Präparat  $^{22}\text{Na}$ , Pb- und Al-Absorber

- d) Messen Sie in Abhängigkeit von der Absorberdicke die Intensitäten der Totalabsorptionslinien bei Blei und Aluminium

Geeignete Auftragung der Messwerte zur Bestimmung von  $\mu$ .

Erklärung der Abweichung der beiden Kurvenverläufe a und b bei Blei, welcher ist falsch, welcher richtig, warum?

Bestimmung der Schwächungskoeffizienten, Vergleich mit der Literatur.  
Wodurch ist die Abh. von der Gammaenergie und dem Absorbermaterial bedingt?

### **Vortrag K7a: Abhängigkeit von Absorberdicke und Material**

Absorptionsgesetz herleiten.

Der lineare Schwächungskoeffizient setzt sich zusammen aus den Wirkungsquerschnitten von Photo- und Compton-Effekt.

Erläutern Sie wiederholend das Cs-Spektrum ohne Absorber (K2/K6).

Absorberplatten Blei einbauen und Integration über das ganze Spektrum (3 Werte)

Auswertung.

Vergleich mit der Literatur. Warum ergibt sich ein falscher Wert?

Analyse der Falschmessung:

Unterscheidung der Comptoneffekte im Absorber und Detektor.

Neue Messung (nur Totalabsorptionslinie) an Blei und Aluminium.

Auswertung, Vergleich mit der Literatur.

### **Vortrag K7b: Energieabhängigkeit**

$^{22}\text{Na}$ : mit und ohne Blei - zeigen Sie, dass es eine Energieabhängigkeit gibt.

Erklärung - Energieabhängigkeit der verschiedenen Effekten

$^{60}\text{Co}$ : Messung (nur Totalabsorptionslinie) an Blei.

Auswertung, Vergleich mit der ersten Vortrag. Vergleich mit Literatur.

evtl. historische Betrachtung: Gute und schlechte Geometrie