

Anleitung K5: Röntgenfluoreszenz

Messung mit dem Ge Detektor

Vorbereitung:

a) Gammaspektroskopie

Wechselwirkungen von γ -Quanten mit Materie:

Hier nur Atomarer Photo-Effekt und Comptoneffekt (Ansatz zur Berechnung).

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

Beschreiben Sie den Einfluss der Comptonstreuung auf das Energiespektrum beim Nachweis monoenergetischer γ -Strahlung im Ge-Detektor. Wie entsteht das Kontinuum?

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

Was versteht man unter der Energieauflösung des Detektors. Warum ist sie hier so gut?

Literatur:

- Knoll Radiation Detection and Measurement
Zerfallsschemata der Präparate (Knoll S. 17)
(Kap. 2. III Interaction of γ -rays A Interaction Mechanisms S. 62-67
10. I, II, S. 306-313
- Gute Einführung
https://www.hsg-kl.de/faecher/ph/Radioaktivitaet_strahlenschutz2007.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
<http://www.opengeiger.de/GammaSpectEinstieg.pdf>
- Umsetzungen für Schüler
https://web-docs.gsi.de/~wolle/Schuelerlabor/ANLEITUNG/Anleitung_5.pdf (Schülerlabor)
und
<http://www.grossberger.net/atomphysik/Gamma/gamma1.html>
- (gute Erklärung Rückstreuspitze)
<http://www.grossberger.net/atomphysik/Gamma/gamma2.htm>

b) Röntgenlinien

- Wie sieht das Spektrum der Strahlung einer Röntgenröhre aus? Die kennen die Schüler Wie entsteht dabei die charakteristische Röntgenstrahlung K_α und K_β (einfaches Schalenmodell).
- Wie bestimmt man mit Hilfe des Moseley-Gesetzes die Kernladungszahl eines Elements?
- Bei der **Röntgenfluoreszenz** wird die Vakanz in der K-Schale nicht durch Elektronenstoß, wie bei der Röhre sondern durch den **atomaren Fotoeffekt** erzeugt.

Welche Forderung muss hierbei an die Energie des Quants gestellt werden?

Zwei Bedingungen!

(Achten Sie auch auf die Formel für den Wirkungsquerschnitt des Fotoeffekts).

Wodurch spalten die K_α und K_β Übergänge auf? Schalenmodell mit Aufspaltung!

Wie lauten die Auswahlregeln für mögliche Röntgenübergänge?

Literatur:

- Knoll Radiation Detection and Measurement
Kap. 1,IV Sources of electromagnetic Radiation S. 16-25
- Bergmann-Schäfer Bd 4 Aufbau der Materie Kap. 9.2 Die charakteristische Röntgenstrahlung
S. 152-159
- Mayer-Kuckuck Atomphysik Kap. 5.1 Spin-Bahn-Kopplung S. 96-100 8.3 Röntgenspektren
S. 175-180
- Aufgearbeitet für die Schule:
<http://www.grossberger.net/atomphysik/Moseley/moseley1.htm>
<http://www.grossberger.net/atomphysik/Moseley/moseley2.html>

Experiment:

- Stellen Sie die Verstärkung so ein, dass Sie einen Energiebereich von 150 keV aufnehmen können und machen Sie eine Energieeichung mit ^{57}Co (122 und 136 keV) und ^{241}Am (59,5 keV)
- Messen Sie die Röntgenlinien von Blei und Gold. Dazu müssen Sie die ^{57}Co Quelle benutzen. Warum? Stellen Sie zunächst die Probe zwischen Quelle und Detektor. (Sie können auch probieren, ob eine andere Anordnung günstiger ist) Welche Aufspaltungen können Sie erkennen? Bestimmen Sie Energien und Intensitäten.
- Bestrahlen Sie geeignete unbekannte Materialien. Bestimmen Sie die K_α und K_β -Linien und eventuell sichtbare Aufspaltungen anhand der relativen Intensitäten. Bestimmen Sie Z mit der beigefügten Tabelle.
- Welches kleinste Z können Sie mit dieser Apparatur bestimmen? Woran liegt das? Tabelle austeilen

Vortrag:

Röntgenröhre: Bremsstrahlung und charakteristische Strahlung

Wie entsteht letztere? Einfaches Schalenmodell,

Vakanz in der K-Schale durch Elektronenstoß

K_{α} und K_{β} -Strahlung

Moseley-Gesetz für K_{α}

Röntgenfluoreszenz: Erzeugung der charakteristischen Röntgen-Strahlung durch Fotoeffekt in der K-Schale

Welche Energie muss das Präparat haben, damit dies wirkungsvoll ist?

(Wirkungsquerschnitt für Fotoeffekt beachten!)

Experimentaufbau erklären

Bestrahlung von Blei mit ^{57}Co

Aufspaltung im Schalenmodell, Nomenklatur, Auswahlregeln

Röntgenlisten austeilen, unbekanntes Material bestimmen

Lit-Stelle:

	K_{α_2} und K_{α_1}	K_{β_1} und K_{β_2}
Ta (Z= 73)	56,3 57,5	65,2 67