

Messdaten und Hinweise zum Versuch *Roentgenemission und -absorption*

Der Versuch wurde entsprechend der Anleitung mit einem LiF-Kristall durchgeführt.

1. Überprüfung der Bragg-Bedingung

Die Lage des Bragg-Peaks wurde überprüft indem der Kristall auf einen Winkel von $\theta = 14^\circ$ gestellt wurde. Das Geiger-Müller-Zählrohr wurde in Schritten von $\Delta\theta_{GM} = 0.1^\circ$ in einem Winkelbereich von $26^\circ \leq \theta_{GM} \leq 30^\circ$ variiert. Die Integrationszeit betrug $t = 5s$. Die Messdaten stehen für das Einlesen in weitere Programme in der Datei **Bragg.dat** zur Verfügung. Plotten Sie die Daten. Bestimmen Sie das Maximum der Kurve und vergleichen Sie es mit der theoretischen Lage des Maximums. Wie würden sich die nachfolgenden Spektren verändern, wenn die gemessene Position des Maximums mehr als 3° von der theoretischen Lage abweichen würde? Nehmen Sie für die Begründung Gl (6) zu Hilfe.

$\theta[^\circ]$	N[Imp]	$\theta[^\circ]$	N[Imp]	$\theta[^\circ]$	N[Imp]	$\theta[^\circ]$	N[Imp]
26.0	56.0	27.0	105.0	28.0	212.0	29.0	138.0
26.1	58.0	27.1	119.0	28.1	215.0	29.1	125.0
26.2	54.0	27.2	125.0	28.2	218.0	29.2	111.0
26.3	62.0	27.3	141.0	28.3	215.0	29.3	107.0
26.4	58.0	27.4	154.0	28.4	208.0	29.4	95.0
26.5	68.0	27.5	157.0	28.5	189.0	29.5	77.0
26.6	72.0	27.6	166.0	28.6	189.0	29.6	73.0
26.7	83.0	27.7	180.0	28.7	176.0	29.7	58.0
26.8	89.0	27.8	188.0	28.8	164.0	29.8	56.0
26.9	95.0	27.9	211.0	28.9	149.0	29.9	53.0
						30.0	53.0

2. Analyse eines Emissionsspektrums der Kupfer-Röntgenröhre

Das Emissionsspektrum der Kupfer-Röntgenröhre kennen Sie bereits vom Versuch 'Compton-Effekt'. Das Emissionsspektrum wurde mit einer Integrationszeit von $\Delta t = 10s$ in Schritten von $\Delta\theta = 0.1^\circ$ aufgenommen, weshalb kein zusätzliches Detailspektrum der Kupfer K_α und der Kupfer K_β Linien aufgenommen wurde. Die Messdaten stehen für das Einlesen in weitere Programme in der Datei **EmissionCu.dat** zur Verfügung. Plotten Sie das Spektrum und beschriften Sie den Bremsberg und die charakteristischen Linien. Die minimale Wellenlänge bzw. die maximale Energie des Bremsberges können Sie aus den gemessenen Daten nicht entnehmen. Begründen Sie warum dies nicht möglich ist. Bestimmen Sie die Halbwertsbreite (**F**ull **W**idth at **H**alf **M**aximum)¹ für die Kupfer K_α und die Kupfer K_β Linie. Vergessen Sie nicht die Halbwertsbreite in das Emissionsspektrum zu zeichnen. Berechnen Sie aus den Energien und den Halbwertsbreiten das Auflösungsvermögen $A = \frac{E_K}{\Delta E_{FWHM}}$ beider Linien. Berechnen Sie anschließend aus der Absorptionsenergie E_{abs} und den Energien der $E(K_\alpha)$ und $E(K_\beta)$ Linien die Abschirmkonstanten σ_1 , σ_2 und σ_3 . Die Absorptionsenergien finden Sie unter anderem auf der Seite des **N**ational **I**nstitut of **S**tandards and **T**echnology: **X-Ray Transition Energies Database** (<https://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayTrans/Html/search.html>) Die

¹Die FWHM gibt die Breite der charakteristischen Linien bei der Hälfte der Peakintensität an. Der Bremsberg ist im Spektrum analog zu einem Untergrund abzuziehen bevor die maximale Intensität bestimmt wird.

Berechnung der Abschirmzahlen erfolgt mit Hilfe von Gl.(8) -Gl.(10).

2. Analyse der Absorptionsspektren

Zwischen LiF-Kristall und Geiger-Müller-Zählrohr wurden verschiedene Absorber gesetzt und die Absorptionsspektren mit einer Integrationszeit von $t = 20s$ gemessen. Die Messdaten stehen für das Einlesen in weitere Programme in den Dateien `Zink.dat`, `Gallium.dat`, `Brom.dat`, `Rubidium.dat`, `Strontium.dat` und `Zirkonium.dat` zur Verfügung. Bestimmen Sie aus der Lage der Absorptionskante die Absorptionsenergie $E_{K,abs}$. Nehmen Sie hierzu die 'Mitte der Kante'. Bestimmen Sie das Intensitätsmaximum I_K^{max} und das Intensitätsminimum I_K^{min} der K-Kante. In der Mitte der Kante, also bei einer Intensität $I_K = I_K^{min} + \frac{I_K^{max} - I_K^{min}}{2}$ lesen Sie den zugehörigen Winkel θ ab und berechnen mit Hilfe der Bragg-Bedingung die Absorptionsenergie der K-Kante. Aus der bestimmten Absorptionsenergie $E_{K,abs}$ können Sie mit Gl (5) die Abschirmkonstante berechnen. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit Literaturwerten (z.B. NIST). Bestimmen sie so die Absorptionsenergien und Abschirmkonstanten von allen gemessenen Materialien.

Das Moseley'sche Gesetz besagt, dass die Energie der K_α -Strahlung eines Röntgenspektrums proportional zu z^2 ist. Mit $n=1$ folgt damit

$$E_K = R h (z - \sigma)^2 \quad (1)$$

Durch Umstellen der Gleichung erhält man eine Geradengleichung aus der die Rydbergfrequenz R berechnet werden kann. Die Rydbergenergie ist dann einfach $R_{ifly} = h \cdot R$. Vergessen Sie nicht den Vergleich mit dem Literaturwert.