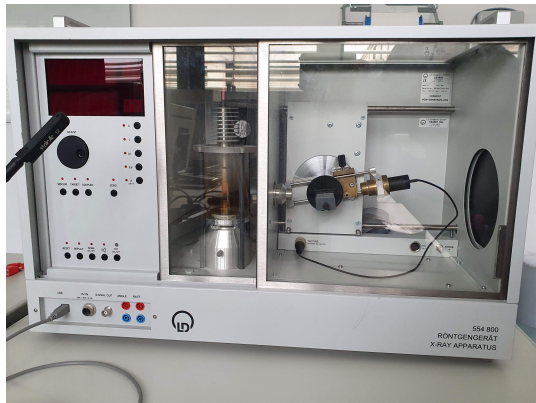


ROE – Röntgenstrahlung: Bragg-Reflexion und Röntgenfluoreszenzanalyse Auswertung

Yudong Sun
Gruppe L8

27. August 2021

Teilversuch 1: Bragg Reflexion von Röntgenstrahlung des Mo- lybdän an einem NaCl-Einkristall



(a) Röntgengerät



(b) Probetisch mit NaCl-Einkristall und detektor

Abbildung 1.1: Aufbau von Teilversuch 1

Wir berechnen zunächst aus unseren β -Winkeln die entsprechende Wellenlängen. Es gilt:

$$n\lambda = 2d \sin \beta$$
$$\Rightarrow \lambda = \frac{2d \sin \beta}{n} \quad (1.1)$$

$$\Delta\lambda = \sqrt{\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}\Delta\beta\right)^2} = \left|\frac{2d\Delta\beta}{n} \cos \beta\right| \quad (1.2)$$

wobei alle Winkel in Radian sind. Alle Rechnung erfolgen in LibreOffice Calc. Um den Mittelwert und

Fehler des Mittelwertes zu berechnen, verwenden wir die gerundeten Werten und die Funktion AVERAGE bzw. die Formel:

$$\Delta\bar{\lambda} = \frac{\sqrt{(\Delta\lambda_1)^2 + (\Delta\lambda_2)^2 + (\Delta\lambda_3)^2}}{3} \quad (1.3)$$

wobei der Zähler mithilfe der Funktion SUMSQ in LibreOffice Calc gerechnet ist.

Da $n = 3$ noch ziemlich klein ist, ist es nicht sinnvoll die Formel für die Standardabweichung zu verwenden. Die Formel für die Standardabweichung geht von einer gaußschen Verteilung aus, was wir hier nicht gewährleisten können. Wir verwenden somit direkte Fehlerfortpflanzung.

Wir erhalten somit:

n	K_α		K_β	
	$\beta/^\circ$	λ/pm	$\beta/^\circ$	λ/pm
1	$7,26 \pm 0,12$	$71,3 \pm 1,2$	$6,46 \pm 0,12$	$63,5 \pm 1,2$
2	$14,64 \pm 0,12$	$71,3 \pm 0,6$	$12,96 \pm 0,14$	$63,2 \pm 0,7$
3	$22,24 \pm 0,14$	$71,2 \pm 0,5$	$19,7 \pm 0,8$	$63,38 \pm 0,25$
	(Mittelwert)	$71,3 \pm 0,5$	(Mittelwert)	$63,4 \pm 0,5$
	(λ_{Lit})	71,08	(λ_{Lit})	63,09

Die experimentellen Werten stimmen mit der Literaturwerten überein.

Teilversuch 2: Energiespektrum einer Röntgenröhre in Abhängigkeit der Spannung

Wir haben hier für jede Linie (K_α bzw. K_β) 5 Datenpunkten für $n\lambda$. Wir berechnen daraus die Wellenlänge λ und bilden die Mittelwerte. Die Fehlerfortpflanzung erfolgt wie Gleichung (1.3) aber zusätzlich mit λ_4 und λ_5 :

$$\Delta\bar{\lambda} = \frac{\sqrt{(\Delta\lambda_1)^2 + (\Delta\lambda_2)^2 + (\Delta\lambda_3)^2 + (\Delta\lambda_4)^2 + (\Delta\lambda_5)^2}}{5} \quad (2.1)$$

Wir runden dabei alle Werten gemäß der allbekannten Rundungsregeln. Bei der $U = 20 \text{ kV}$ Messung haben wir keine Peaks erhalten.

U/kV	n	K_α		K_β	
		$n\lambda/\text{pm}$	λ/pm	$n\lambda/\text{pm}$	λ/pm
35,0	1	$71,3 \pm 1,2$	$71,3 \pm 1,2$	$63,4 \pm 1,2$	$63,4 \pm 1,2$
	2	$142,6 \pm 1,2$	$71,3 \pm 0,6$	$126,6 \pm 1,0$	$63,3 \pm 0,5$
	3	$213,5 \pm 1,2$	$71,2 \pm 0,4$	$190,2 \pm 0,8$	$63,40 \pm 0,27$
25,0	1	$71,1 \pm 1,1$	$71,1 \pm 1,1$	$63,4 \pm 1,0$	$63,4 \pm 1,0$
	2	$142,4 \pm 1,1$	$71,2 \pm 0,6$	$126,6 \pm 1,0$	$63,3 \pm 0,5$
		(Mittelwert)	$71,2 \pm 0,4$	(Mittelwert)	$63,4 \pm 0,4$
		(TV1)	$71,3 \pm 0,5$	(TV1)	$63,4 \pm 0,5$
		(λ_{Lit})	71,08	(λ_{Lit})	63,09

Die Werten vom Teilversuch 2 stimmen also mit der Werten von Teilversuch 1 und mit der Literaturwerten überein.

Man sieht im Spektrum drei deutliche Effekte:

1. Je höher die Spannung, desto größer die Anzahl der Ereignissen (vertikale Achse)

Wir erhalten den Strom während des Versuchs immer konstant. Das heißt, dass die Anzahl der Elektronen je Zeiteinheit, die vom Kathode zu Anode kommt, bleibt immer gleich. Wenn die Beschleunigungsspannung aber größer ist, haben die Elektronen im Mittel mehr Energie. Das führt dazu, dass es für jede Energie mehr Elektronen gibt. Daraus ergibt sich dann insgesamt mehr Röntgenstrahlung aus der Röhre, was wir hier als eine größere Anzahl an Ereignisse messen können.

2. Je höher die Spannung, desto kleiner der Grenzwellenlänge λ_{\min} . Die kontinuierliche Bremsstrahlung verschiebt sich auch nach links.

Die Grenzwellenlänge ergibt sich, wenn die gesamte kinetische Energie von einem beschleunigten Elektron in einem Röntgenphoton umgewandelt ist. Das ist eine Folge der Energieerhaltung. Da Energie eines Photons inversproportional zu Wellenlänge ist, bedeutet eine größere Energie eine kleinere Wellenlänge.

Mit größerer Spannungen, sind die Elektronen in einem stärkeren E-Feld beschleunigt. Sie haben somit mehr kinetische Energie, was in Röntgenstrahlung umgewandelt werden kann. Deswegen beobachten wir insgesamt eine links Verschiebung (kleinere Wellenlänge \Leftarrow größere Energie).

3. Bei $U = 20 \text{ kV}$ ist keine Peaks zu sehen.

Das liegt vermutlich daran, dass es einfach zu wenig Elektronen gibt, um Elektronen aus innere Schalen rauszustoßen. Die Elektronen sind vor dem Treffen eines Elektron im Atom schon durch die Bremsstrahlung gebremst und somit haben nicht genug Energie, um Löcher in inneren Schalen zu erzeugen. Somit ergibt sich auch kaum charakteristische Linien.

Die Theorie weißt ich leider nicht genau. Ich werde mich freuen

Teilversuch 3: Bestimmung der m -Quantenzahl