

# Versuch 1: Röntgenstrahlung

Team 4-11: Jascha Fricker, Benedict Brouwer

7. März 2023

## **Inhaltsverzeichnis**

# 1 Einleitung

Röntgenstrahlen werden in vielen verschiedenen Bereichen benutzt. So z. B. als bildgebendes Verfahren in der Medizin oder in der zerstörungsfreien Prüfung von Werkstücken. In diesem Versuch werden die grundlegenden Eigenschaften von Röntgenstrahlen, sowie die Emissions und Absorptionsfähigkeit von Materialien untersucht.

## 2 Theorie

### 2.1 Röntgenstrahlung

Die Energie eines Photons kann durch die Wellenlänge mithilfe des plankschen Wirkungsquantums berechnet werden.

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (1)$$

In einer Röntgenröhre werden Röntgenstrahlen durch die Bremsstrahlung von durch ein elektrisches Feld beschleunigten Elektronen erzeugt. Die minimale Wellenlänge

$$\lambda_{min} = \frac{h \cdot c}{E_{max}} = \frac{h \cdot c}{e \cdot U} \quad (2)$$

ist durch die Beschleunigungsspannung  $U$  bestimmt.

### 2.2 Beugung an Kristallgittern

Die Beugung an Kristallgittern wird durch die Bragg-Gleichung beschrieben.

$$\frac{2 \cdot d \cdot \sin \theta}{\lambda} = n \quad (3)$$

Hierbei ist  $d$  die Gitterkonstante,  $\theta$  der Beugungswinkel und  $\lambda$  die Wellenlänge des in diesem Winkel reflektierten Röntgenstrahls. Mit diesem Effekt kann das Röntgenspektrum bestimmt werden.

### 2.3 Röntgenspektrum

Das Röntgenspektrum wird durch die Beschleunigungsspannung und das Material der Röntgenröhre mit den charakteristischen Energieniveaus bestimmt. In diesem Versuch können die untersten zwei Energieniveaus, die  $K_\alpha$  und  $K_\beta$  Linien, erkannt werden.

## 2.4 (

Absorptionsfähigkeit)

Die Transmission eines Materials

$$T(\lambda) = \frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)} \quad (4)$$

wird als Quotient aus der Intensität des durch das Material durchgelassenen Röntgenstrahls und der Intensität des ungestörten Röntgenstrahls bestimmt. Die Absorptionsfähigkeit eines Materials

$$A(\lambda) = 1 - T(\lambda) = \frac{I_0(\lambda) - I(\lambda)}{I_0(\lambda)} \quad (5)$$

ist die Intensität, die nicht transmittiert wird.

## 2.5 Totzeit

Das Geiger-Müller Zählrohr kann direkt nach einem Event für eine bestimmte Zeit nicht mehr zählen. Diese Zeit wird als Totzeit bezeichnet. Die Totzeit ist abhängig von der Spannung, die auf das Zählrohr angewendet wird. Es gilt

$$R_z = R \cdot e^{-R \cdot t} \stackrel{!}{=} r \cdot I \cdot e^{-r \cdot \tau \cdot I}. \quad (6)$$

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Winkelunsicherheit

Durch die Verschiebung der Messreihen untereinander kann die Genauigkeit der Winkel bestimmt werden. Der Unterschied der gemessenen Winkel wird als Unsicherheit der Winkelmessung benutzt. Aus der Verschiebung der zwei Messreihen im Graph von etwa  $0,1^\circ$  kann eine Unsicherheit von etwa  $0,1^\circ$  geschätzt werden. So ergibt sich eine gesamte Winkelunsicherheit von  $0,15^\circ$ .

## 3.2 Röntgenspektrum

Mithilfe der Drehkristallmethode konnte das Röntgenspektrum ?? gemessen werden. Aus diesem wurden die Maxima der  $K_\alpha$  und  $K_\beta$  Linien ersten, zweiten und dritten Grades bestimmt. Die gemessenen Werte sind in der Tabelle ?? aufgeführt. Aus diesen konnten die endgültigen Ergebnisse für Wellenlänge und Energie der  $K_\alpha$  und  $K_\beta$  Linien berechnet werden. Die Ergebnisse sind in der Tabelle ?? aufgeführt.

Tabelle 1: Ergebnisse Emissionsspektrum

	$K_{\alpha}$	$K_{\beta}$
Wellenlänge $\lambda$ in nm	70.51(57)	62.75(57)
Energie $E$ in keV	17.58(15)	19.76(18)
Literaturwert Energie [?] in keV	17,47934	19,6083

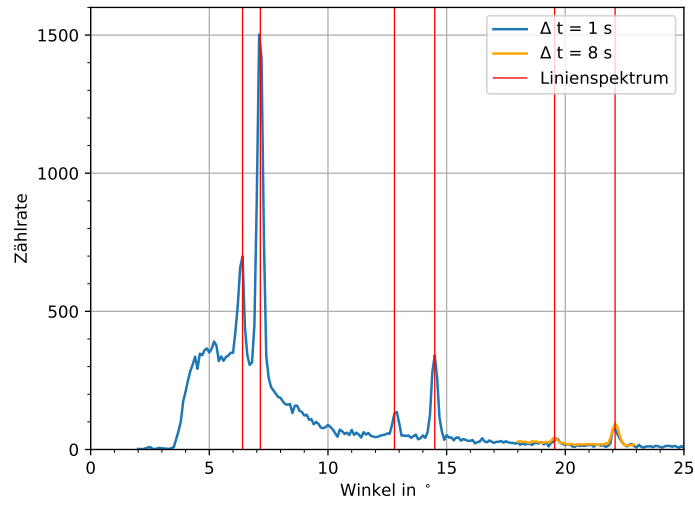


Abbildung 1: Röntgenspektrum

	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
Winkel $K_\alpha$ in Grad	7.15(15)	14.50(15)	22.10(15)
Winkel $K_\beta$ in Grad	6.40(15)	12.80(15)	19.55(15)
Wellenlänge $K_\alpha$ in nm	70.2(15)	70.61(72)	70.73(46)
Wellenlänge $K_\beta$ in nm	62.9(15)	62.48(72)	62.91(47)
Energie $K_\alpha$ in keV	17.66(37)	17.56(18)	17.53(12)
Energie $K_\beta$ in keV	19.72(47)	19.84(23)	19.71(15)

Tabelle 2: Messwerte Emissionsspektrum

### 3.3 Absorbtionsfähigkeit

Aus dem Emissionsspektrum ohne Zirkonium-Folie und aus dem mit Zirkoniumfolie kann die Wellenlängenabhängige Transmission in ?? geplottet werden. In diesem Plot erkennt man Absorbtionskante und deren Eigenschaften

$$\text{Wellenlänge } \lambda = \quad (7)$$

$$\text{Energie } E = . \quad (8)$$

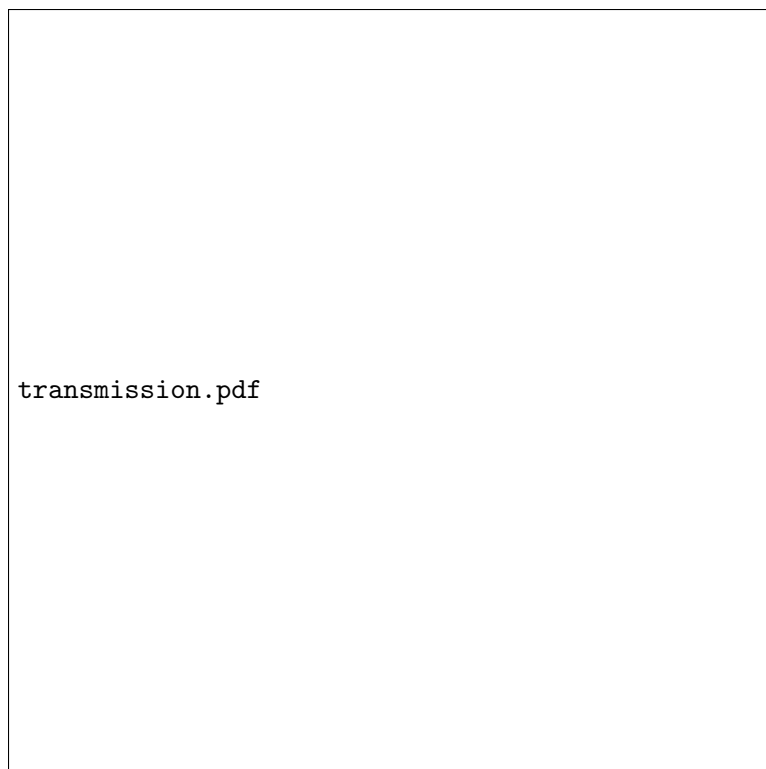


Abbildung 2: Transmission

## 4 Diskussion