Name: Marius Pfeiffer Matrikel-Nr.: 4188573
E-Mail: marius.pfeiffer@stud.uni-heidelberg.de

Betreut durch: Valentin Krems 17.02.2025

Versuch 256: Röntgenfluoreszens

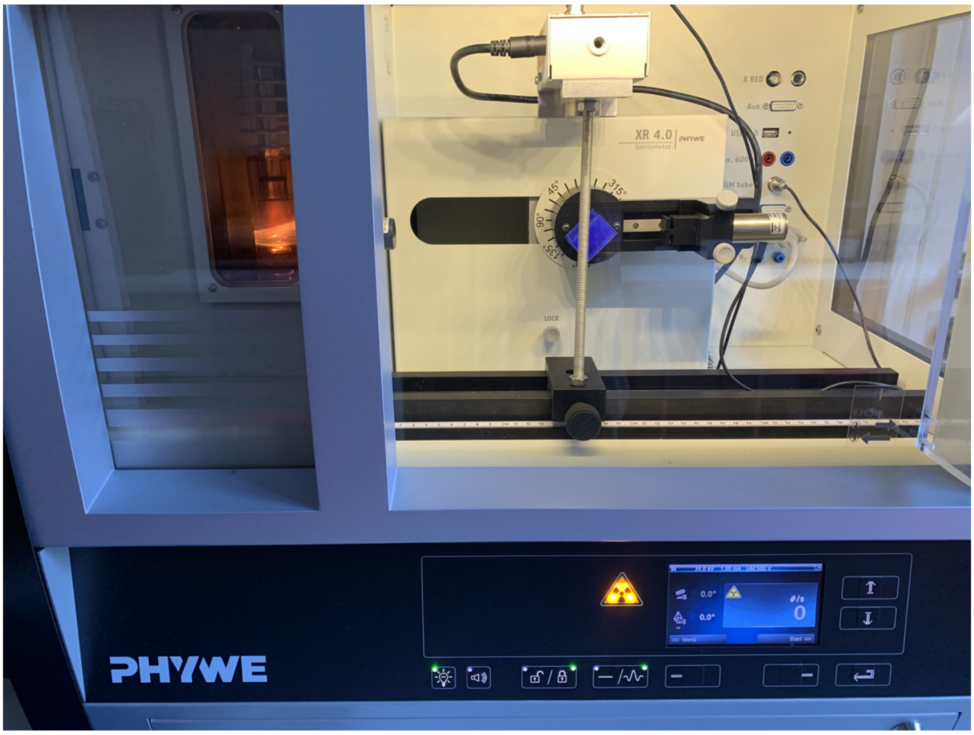

Abbildung 1: Versuchsaufbau

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Nachdem wir in Versuch 255 das Röntgenspektrum genauer untersucht hatten, setzen wir uns in Versuch 256 mit der sogenannten Röntgenfluoreszens auseinander. Röntgenfluoreszens beschreibt die Abstrahlung einer sekundären Röntgenstrahlung, bei der Interaktion von Röntgenstrahlung mit Materie.

1.1 Physikalische Grundlagen

Trifft Röntgenstrahlung auf Atome von Materie, kann diese Elektronen aus den inneren Schalen der Atome herauslösen. Rücken daraufhin Elektronen von den äußeren Schalen in die dadurch entstandenen Fehlstellen nach, so wird die dabei frei werdende Energie in Form einer sekundären Röntgenstrahlung abgestrahlt. Für die frei werdende Energie bei einem Elektronenübergang von der Schale n_2 zur Schale n_1 gilt, angenähert aus dem Bohr'schen Atommodell,

$$\Delta E = E_2 - E_1 = chR_\infty \left(\frac{(Z-\sigma_{n1})^2}{n_1^2} - \frac{(Z-\sigma_{n2})^2}{n_2^2} \right). \tag{1}$$

In diese Rechnung gehen neben der Lichtgeschwindigkeit h, dem Planck'schen Wirkungsquantum h und der Rydberg-Konstante R_∞ auch die Kernladungszahl Z und die Abschirmkonstanten σ_i ein, welche beide Materialabhängig sind. Daher ist die Röntgenfluoreszens charakteristisch für die bestrahlte Probe. Mit einer mittleren Abschirmkonstante σ_{12}, welche die σ_i ersetzt und der Rydberg-Energie $E_R = chR_\infty$ ($\approx$ 13.6eV) können wir die obige Gleichung umschreiben zu

$$\Delta E = E_2 - E_1 = E_R(Z-\sigma_{12})^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right). \tag{2}$$

Betrachten wir speziell die K_α-Strahlung der Übergänge $n_2 = 2 \to n_1 = 1$, können wir die Abschirmkonstante für nicht zu schwere Kerne mit einer Ladungszahl bis etwa $Z \approx 30$ mit $\sigma_{12} \approx 1$ annähern. Damit können wir die Gleichung weiter vereinfachen zu

$$\sqrt{\frac{E}{E_R}} = (Z-1)\sqrt{\frac{3}{4}}. \tag{3}$$

1.2 Versuchsdurchführung

2 Messprotokoll

Messprotokoll 256 Marius Pfeiffer 17.02.2025
Robert Grosch

Reihenfolge Spektren

#	Element	Farbe	K_α μ	K_α σ	K_β μ	K_β σ
1	Molybdän	schwarz	17.46	0.18	19.57	0.17
2	Eisen	rot	6.38	0.17	7.03	0.42
3	Nickel	blau	7.46	0.18	8.26	0.21
4	Zink	lila	8.64	0.18	9.59	0.16
5	Zirconium	cyan	15.78	0.18	17.67	0.19
6	Titan	ultramarin	4.44	0.19	4.44	0.19
7	Kupfer	pink	8.04	0.17	8.91	0.14
8	Silber	rostbraun	21.89	0.21	24.59	0.18

Kalibrierung
Fe : $\mu = 111$, $\sigma = 3$, 6.40 keV
Mo : $\mu = 279$, $\sigma = 3$, 17.48 keV

Legierung
Probe 1, schwarz Fe, Cr
Probe 2, schwarz Cu, Zn
Probe 3, rot Cu, Zn
Probe 4, blau Fe, Ni
Probe 5, lila Cu, Ga, Ge

V. K.

3 Auswertung

4 Zusammenfassung und Diskussion

$$x = 3\frac{1}{|\,\mathrm{cm}|} \tag{4}$$

$$x = 3\ \mathrm{cm} \tag{5}$$

$$H = \frac{\vec{p}^2}{2m} + \frac{m}{2}\omega^2\vec{q} \tag{6}$$

$$\vec{p}^2 = \delta_{ij}p_ip_j \tag{7}$$

$$\vec{q}^2 = \delta_{kl}q_kq_l \tag{8}$$

$$\{L_i, H\} = \left\{\varepsilon_{abc}q_bp_c, \frac{\delta_{ij}p_ip_j}{2m} + \frac{m}{2}\omega^2\delta_{kl}q_kq_l\right\} \tag{9}$$

$$= \varepsilon_{abc}\left\{q_bp_c, \frac{\delta_{ij}p_ip_j}{2m} + \frac{m}{2}\omega^2\delta_{kl}q_kq_l\right\} \tag{10}$$

$$= \varepsilon_{abc}\left(\frac{1}{2m}\{q_bp_c, \delta_{ij}p_ip_j\} + \frac{m}{2}\omega^2\{q_bp_c, \delta_{kl}q_kq_l\}\right) \tag{11}$$

$$\tag{12}$$