

## Aufgaben zur Röntgenstrahlung

Roentgen\_14\_09\_2011.doc

**1. Aufgabe:** Schätzen Sie die Anregungsenergie ab, die notwendig ist, um ein Elektron des Energieniveaus  $W_1$  des Bromatoms anzuheben. (Abschirmungszahl  $a = 1,5$ )

**2. Aufgabe:** Schätzen Sie Anregungsenergie ab, die notwendig ist, um ein Elektron des Bromatoms  $W_2$  anzuheben.

**3. Aufgabe:** a) Beim Beschuss von Kupfer mit schnellen Elektronen wurde die  $K_\beta$ -Linie beobachtet. Wie entsteht sie?

b) Schätzen Sie die Abschirmungszahl  $a$  aus der  $K_\beta$ -Linie des Kupfers ab.

c) Prüfen Sie durch Rechnung, ob eine Beschleunigungsspannung von 50 kV ausreicht, um die  $K_\beta$ -Linie von Kupfer anzuregen?

**4. Aufgabe:** Stellen Sie die Wellenlänge der  $K_\alpha$ -Linie in Abhängigkeit von der Kernladungszahl dar. Welche Wellenlänge entspricht dem Silber ( $Z = 47$ )?

b) Wird ein Elektron aus den Orbitalen mit  $n = 2$  entfernt, so entsteht durch Röntgenemission die L-Serie. Bestimmen Sie die Wellenlänge der  $L_\alpha$ -Linie des Kupfers unter Verwendung des Moseleyeschen Gesetzes. Tragen Sie den Übergang in ein Termschema ein.

c) Korrigieren Sie die oben gefundene Abschirmungszahl mit  $W_{K_\alpha} = 7,99 \cdot 10^3$  eV und  $W_{K_\beta} = 8,9 \cdot 10^3$  eV.

**5. Aufgabe:** a) Berechnen Sie die Wellenlänge der  $L_\alpha$ -Linie des Silbers.

b) Bestimmen Sie das Element, dessen  $L_\alpha$ -Linie der Wellenlänge  $\lambda = 9,32 \cdot 10^{-9}$  m hat.

**6. Aufgabe:** a) Moseley bestimmte durch systematische Messungen der Röntgenspektrallinien von ca. 40 Elementen. Stellen Sie anhand der Tabelle in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Quadratwurzeln der Frequenz der  $K_\alpha$ -Linie in Abhängigkeit von der Ordnungszahl  $Z$  der Elemente dar.

Element	Ordnungszahl	$\lambda_{K_\alpha}$ in $10^{-10}$ m
Calcium	20	3,357
Titan	22	2,766
Vanadium	23	2,521
Chrom	24	2,295
Mangan	25	2,117
Eisen	26	1,945
Kobalt	27	1,794
Nickel	28	1,664
Kupfer	29	1,548
Zink	30	1,446

b) Aus dem Graphen kann man entnehmen, dass gilt:

$\sqrt{f_{K_\alpha}} = A \cdot (Z - a)$ , wobei  $A$  eine Konstante ist. Bestimmen Sie  $A$ .

c) Zeigen Sie, dass gilt:  $A = 0,5 \cdot \sqrt{3Rc}$ , wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit und  $R = 1,097 \cdot 10^7$  1/m die Rydbergkonstante ist.

d) Moseley behauptete, dass im Periodensystem Lücken seien. Wodurch konnte er seine Behauptung begründen?

e) In der obigen Tabelle fehlt das Element  $Z = 21$ . Geben Sie mit Hilfe von b) die Wellenlänge  $K_\alpha$ -Linie dieses Elementes an.

f) Die Wellenlänge der  $K_\beta$ -Linien verschiedener Elemente wurden experimentell bestimmt.

Element	Ca	Ti	Cr	Fe	Ni	Cu
$\lambda_{K_\beta}$ in $10^{-10}$ m	3,08	2,51	2,08	1,75	1,5	1,39

Ermitteln Sie die Wellenlängen der  $K_\beta$ -Linie für Scandium und Kobalt mit Hilfe einer grafischen Darstellung.

g) Die Absorptionskante einer Silberfolie hat die Wellenlänge  $\lambda = 0,458 \cdot 10^{-10}$  m. Wie groß muss die Beschleunigungsspannung einer Röntgenröhre, deren Anode ebenfalls aus Silber ist, gewählt werden, damit die kurzwellige

Grenze des Röntgenspektrums zwischen der Absorptionskante und der  $K_{\alpha}$ -Linie liegt? Wie sieht das charakteristische Emissionsspektrum aus?