

Übungen

1. Quantenhafte Emission und Absorption von Energie Durchstrahlt man Na-Dampf, dessen Atome sich im Grundzustand befinden, mit Glühlicht, so stellt man im Spektrum des durchgehenden Lichtes eine dunkle Linie fest. Die zugehörige Wellenlänge ergibt sich zu 591 nm.
 - a) Erklären Sie das Zustandekommen dieser dunklen Linie und zeigen Sie, dass die zugehörige Anregungsenergie 2,1 eV beträgt. Die Anregung der Na-Atome, die stets vom Grundzustand aus erfolgt, werde nun durch Beschuss mit Elektronen durchgeführt. Erreicht die maximale kinetische Energie der Elektronen 3,2 eV, so treten im zugehörigen Emissionsspektrum neben der Linie mit der Wellenlänge 591 nm erstmals weitere Linien auf.
 - b) Zeichnen Sie auf der Grundlage der bisherigen Informationen ein Energieniveauschema und berechnen Sie die größte im Emissionsspektrum zu erwartende Wellenlänge.

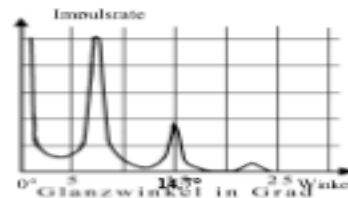
2. Röntgenstrahlung Eine Röntgenröhre wird mit der Spannung 20,0 kV betrieben. Der Röntgenstrahl trifft nach der Reflexion an einem Kristall (Netzebenenabstand 222 pm) auf einen Detektor.
 - a) Welche Glanzwinkel ϑ können bei der Wellenlänge 200 pm auftreten?
 - b) Die Messanordnung wird nun auf den Glanzwinkel $\vartheta = 26,8^\circ$ eingestellt. Welche Wellenlängen aus dem kontinuierlichem Spektrum der Röntgenstrahlung treten in der vom Detektor registrierten Strahlung auf?

3. Wellennatur der Röntgenstrahlung

Bragg gab eine einfache Möglichkeit zur Messung von Netzebenenabständen in Kristallen an.

- a) Skizzieren und beschriften Sie eine Braggsche Anordnung, mit der sich ein Diagramm wie das nebenstehende ermitteln lässt. Erläutern Sie die Versuchsdurchführung.

Benutzt man als Braggkristall NaCl, so ergibt sich bei einer Röntgenstrahlung mit $\lambda = 7,15 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ das dargestellte Diagramm.



- b) Berechnen Sie den Netzebenenabstand d von NaCl.

4. Röntgenstrahlung und Periodensystem

Mit Hilfe der Röntgenspektroskopie konnte Moseley eine einfache Methode zur Bestimmung der Kernladungszahl von Elementen einführen. Dazu untersuchte er die Frequenz f der K_α -Linie in Abhängigkeit von der Ordnungszahl Z .

- a) Erläutern Sie, wie die K_α -Linie zustande kommt.
- b) Zeichnen Sie mit Hilfe der folgenden Werte ein $Z - \sqrt{f}$ -Diagramm (Maßstab: Z -Achse: Einheit 0,5 cm; \sqrt{f} -Achse: $1 \cdot 10^8 \sqrt{\text{Hz}} \approx 0,5 \text{ cm}$; Querformat):

Z	13	20	30
$f \text{ in } 10^{16} \text{ Hz}$	35,9	89,1	207

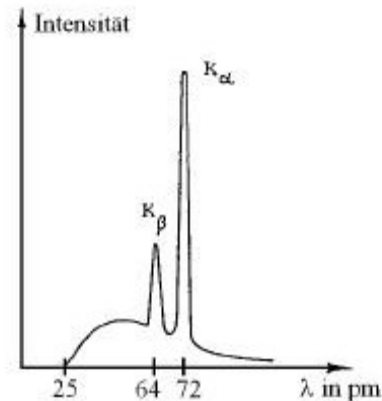
Bestimmen Sie damit die Ordnungszahl eines Elements, dessen K_α -Linie die Wellenlänge 155 pm hat.

- c) Erläutern Sie, wo der Graph in Teilaufgabe 4b nach dem Gesetz von Moseley die Z -Achse schneiden muss.

5.

5. Eine Röntgenröhre wird mit der Beschleunigungsspannung 35 kV betrieben. Geben Sie die relativistische Massenzunahme der beschleunigten Elektronen in Prozent an. Berechnen Sie die Wellenlänge der kurzwelligsten dabei auftretenden Röntgenstrahlung und erklären Sie, welche Modellvorstellung Ihrer Berechnung zugrunde liegt.

6. Die Abbildung zeigt die bei einer bestimmten Betriebsspannung gemessene spektrale Intensitätsverteilung der Strahlung einer Röntgenröhre.

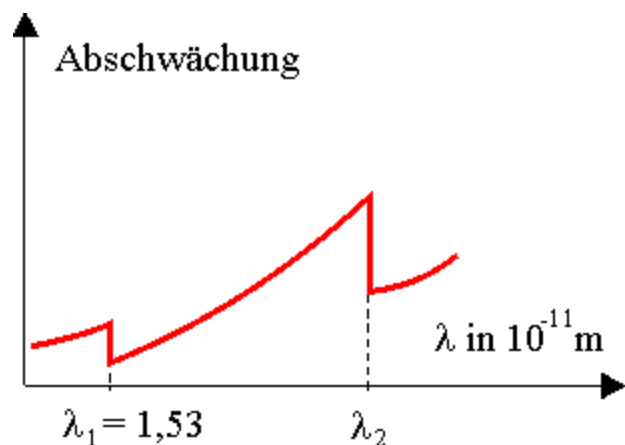


- a) Ermitteln Sie die zugehörige Betriebsspannung und stellen Sie fest, aus welchem Element die Anode der Röntgenröhre besteht.
[zur Kontrolle: Molybdän]

Diese Röntgenröhre werde nun mit einer Spannung von 18 kV betrieben.

- b) Entscheiden Sie, ob bei dieser Beschleunigungsspannung im Emissionsspektrum die K_{α} -Linie des Anodenmaterials auftritt, und geben Sie eine Begründung.
c) Berechnen Sie relativistisch die Geschwindigkeit der Elektronen beim Auftreffen auf die Anode.

7. Bestrahlt man eine Goldfolie mit Röntgenstrahlen, so erhält man für die Abschwächung der Strahlintensität eine typische Wellenlängenabhängigkeit (Röntgenabsorptionsspektrum), die in der Skizze vereinfacht dargestellt ist.



- a) Erläutern Sie, wie es bei der Wellenlänge λ_1 zu der sprunghaften Änderung im Absorptionsspektrum kommt.
b) Berechnen Sie die Wellenlänge λ_3 der K_{α} -Linie im Emissionsspektrum für Gold.
[Ergebnis: $\lambda_3 = 2,00 \cdot 10^{-11} \text{ m}$]
c) Warum tritt die K_{α} -Linie nicht im Absorptionsspektrum als Resonanzabsorptionslinie auf?
d) Berechnen Sie unter Verwendung bisheriger Ergebnisse die Wellenlänge λ_2 .

8. Erläutern Sie den Franck-Hertz-Versuch.