

GPh 3

1. Fraunhoferlinien

Josef von Fraunhofer katalogisierte 1815 mehr als 500 dunkle Linien, die im Spektrum der Sonne auftreten. Mittlerweile sind etwa 25000 solcher „Fraunhofer-Linien“ bekannt.

- 5 a) Erläutern Sie, wie diese Linien entstehen und wieso sie Auskunft über die Zusammensetzung der äußeren Schichten der Sonnenatmosphäre geben.
- 5 b) Unter anderem findet man hier auch dunkle Linien, deren Wellenlängen mit denen der Balmerreihe im Wasserstoff-Emissionsspektrum übereinstimmen. Unter welcher Voraussetzung können dunkle Balmerlinien auftreten? Begründen Sie Ihre Antwort.

2. Spektren von He und He⁺

Das Edelgas Helium wurde 1868 durch seine Fraunhofer-Linien im Sonnenspektrum entdeckt und erst 1895 in Erdgasquellen auf der Erde gefunden.

- 3 a) Zum Spektrum von atomarem Helium (He) gehört u.a. eine Linie mit der Wellenlänge 588 nm. Berechnen Sie die zugehörige Photonenenergie.

Daneben lassen sich aber auch Linien nachweisen, die von einfach ionisiertem Helium (He⁺-Ionen) stammen. He⁺ ist ein Einelektronensystem wie das H-Atom. Der Wert der Bindungsenergie des Elektrons auf der n-ten Energiestufe berechnet sich durch:

$$E_n = - \frac{Z^2 \cdot R \cdot h \cdot c}{n^2} \quad (\text{R ist die Rydbergkonstante, Z die Ordnungszahl}).$$

Gehen Sie zunächst davon aus, dass die Rydbergkonstanten des Wasserstoffatoms und des He⁺-Ions gleich groß sind.

- 4 b) Berechnen Sie die Ionisierungsenergie von He⁺, das sich im Grundzustand befindet. [zur Kontrolle: 54,4 eV]
- 6 c) Zeigen Sie, dass die 2., 4. und 6. Energiestufe des He⁺-Ions mit den ersten drei Stufen des H-Atoms übereinstimmen.
- 4 d) Die H_α-Linie hat die größte Wellenlänge in der Balmerreihe des Wasserstoffatoms. Welcher Übergang im He⁺-Ion führt zur Emission einer Strahlung mit dieser Wellenlänge? Begründen Sie Ihre Antwort.
- 4 e) Tatsächlich ist die Rydbergkonstante des He⁺-Ions geringfügig größer als die des H-Atoms. Was folgt daraus für die Wellenlänge der He⁺-Linie aus Teilaufgabe 2d im Vergleich zur H_α-Linie?

BE

3. Röntgenspektren

- 5 a) Skizzieren Sie qualitativ das typische Emissionsspektrum einer Röntgenröhre. Tragen Sie dazu die Intensität der Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge auf. Die Betriebsspannung U_B der Röhre sei so groß, dass auch die charakteristische Strahlung des Anodenmaterials auftritt.
- 6 b) Aus der Wellenlänge der kurzwelligen Grenze λ_G des kontinuierlichen Spektrums und der Beschleunigungsspannung U_B lässt sich die Planck'sche Konstante h bestimmen.
Erklären Sie zunächst, welcher Prozess zur Entstehung von Röntgenquanten mit der Wellenlänge λ_G führt. Welcher Wert für h ergibt sich aus den Messwerten $U_B = 40$ kV und $\lambda_G = 31$ pm?
- 4 c) Erklären Sie allgemein die Entstehung der K_α -Linie im Röntgenspektrum.
- 5 d) Welchen Einfluss hat eine Erhöhung der Beschleunigungsspannung U_B auf die Werte von λ_G und $\lambda_{K\alpha}$?
Begründen Sie Ihre Antwort.
- 9 e) In Teilaufgabe 3b wurde unter Verwendung von Röntgenstrahlung eine Möglichkeit zur Bestimmung der Planckschen Konstante h betrachtet. Erläutern Sie eine weitere experimentelle Methode zur Bestimmung von h unter Verwendung eines anderen Bereichs des elektromagnetischen Spektrums (Messverfahren, Auswertung, Berechnung von h).