



Übungen zur Vorlesung Physikalische Chemie II

Übungsleiter: Tanja Asthalter · Zimmer 9-356 · Tel. 4464 · e-mail t.asthalter@ipc.uni-stuttgart.de

Übungsblatt 22

16. 12. 2004

Aufgabe 22.1

Die Wellenlänge der Natrium-D-Linie betrage 589 nm. Um wieviel ändern sich Impuls und Geschwindigkeit eines Natriumatoms bei der Emission eines Photons?

Aufgabe 22.2

In einer Röntgenapparatur werden Elektronen mit 55 kV beschleunigt.

- Mit wieviel km/h treffen sie auf die Kathode?
- Die Kathode bestehe aus Molybdän, das durch den Elektronenbeschuß charakteristische Fluoreszenzstrahlung mit der Wellenlänge 0,71 Å emittiert. Welche Wellenlänge hat die Strahlung, wenn sie danach unter einem Streuwinkel $\varphi = 45^\circ$ an einem ruhenden Elektron (z.B. der Kathode) gestreut wird?
- Bei welchem Streuwinkel φ ist die Verschiebung der Wellenlänge am größten?

Für die inelastische Streuung eines Photons an einem ruhenden Elektron (Compton-Effekt) gelte die Beziehung

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{2h}{m_e c_0} \sin^2 \frac{\varphi}{2} = \frac{h}{m_e c_0} (1 - \cos \varphi) = \lambda_c (1 - \cos \varphi).$$

λ_c nennt man auch die *Compton-Wellenlänge*. c_0 ist die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ($299792458 \text{ m s}^{-1}$), m_e die Elektronenmasse ($9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$).

Aufgabe 22.3

Das Elektron eines Wasserstoffatoms ist nach dem Bohrschen Atommodell auf einer Kreisbahn mit einem Durchmesser von etwas 1 Å „eingesperrt“. Wie groß sind seine Impuls- und Geschwindigkeitsunschärfe? Vergleichen Sie diesen Wert mit demjenigen, den Sie für die Geschwindigkeit des Elektrons erhalten, wenn Sie nach dem Virialsatz ansetzen:

$$T = \frac{m_e v^2}{2} = -\frac{1}{2} V = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

Dabei ist T die kinetische und V die potentielle Energie; ϵ_0 die Influenzkonstante des Vakuums ($8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$) und e die Elektronenladung ($1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).

Aufgabe 22.4

Welche Bedingungen muß eine Wellenfunktion für stationäre Zustände erfüllen? Prüfen Sie mit diesen Kriterien, ob folgende Funktionen als Wellenfunktionen geeignet sind:

- $\cos(x)$; $-\pi/2 \leq x \leq \pi/2$
- x^2 ; $-\infty \leq x \leq \infty$
- e^{-ar} ; $0 \leq r \leq \infty$
- $\psi(x) = 0$ für $|x| > 1$, $\psi(x) = 1$ für $|x| \leq 1$

Die Übungen sind im PDF-Format erhältlich unter <http://www.ipc.uni-stuttgart.de/~tanja/pcuebungen.html>.