

7. Übungsblatt, Vorlesung Experimentalphysik IV
Sommersemester 2011, Prof. O. Benson
Besprechung ab Fr., 15. Juli 2011

Anmerkung: Die Aufgaben können als Beispiele für mögliche Klausuraufgaben angesehen werden. Dies bezieht sich auf den Schwierigkeitsgrad und den Charakter der Aufgaben. Dies ist jedoch keine Probeklausur hinsichtlich der Aufgabenzahl/Bearbeitungsdauer.

1 Schwarzkörperstrahlung

a) Die Temperatur einer Glühlampe steige von 2000 K auf 4000 K. Berechnen Sie, um welchen Faktor sich die gesamte Leistungsdichte ändert? Wie verschiebt sich die Wellenlänge, bei der das Maximum der emittierten Leistung liegt?

b) Welche Temperatur müsste die Glühlampe haben, damit sie bei der für das menschliche Auge empfindlichste Wellenlänge von 550 nm ihr Emissionsmaximum hat?

2 Bohrsches Atommodell

a) Nennen Sie die Grundannahmen des Bohrschen Atommodells.

b) In diesem Modell ist die Gesamtenergie des Elektrons im Wasserstoff auf der n -ten Bahn $E_n = -13,6 \text{ eV} (1/n^2)$. Zeichnen Sie ein Energiediagramm bis zum 4. Energieniveau. Geben Sie jeweils die Energien an.

c) Wieviele mögliche Energieübergänge gibt es in diesem Diagramm? Zeichnen Sie diese ein.

d) Berechnen Sie die Frequenz und die Wellenlänge des Lichtes, das beim Übergang vom zweiten zum ersten Energieniveau emittiert wird!

3 Unschärferelation & De Broglie-Wellen

Ein Neutron ist in einem Atomkern mit typischem Durchmesser 10 fm gebunden.

a) Schätzen Sie den Mindestimpuls und die kinetische Energie des Neutrons anhand der Heisenbergschen Unschärferelation ab.

b) Welche de Broglie-Wellenlänge hat ein Neutron mit dieser kinetischen Energie? Vergleichen Sie den Wert mit dem angegebenen Kerndurchmesser.

Hinweis: Neutronenmasse $m_n \approx 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

4 Potentialstufe

Ein Strahl monoenergetischer Elektronen (dargestellt durch eine ebene Welle) der kinetischen Energie $E = 2 \text{ eV}$ trifft von $-x$ kommend auf eine anziehende Potentialstufe:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x < 0 \\ -3 \text{ eV} & \text{für } x > 0 \end{cases}$$

- Wie lautet die eindimensionale zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung für dieses Potential? Zeichnen Sie ein Energieschema der Potentialstufe und der Energie der Elektronen.
- Welche Bedingungen muß eine Lösung dieser Schrödinger-Gleichung $\psi(x)$ erfüllen?
- Gibt es Bereiche, in die die Elektronen vordringen oder nicht vordringen können? Begründen Sie dies.
- Kommt es an der Potentialstufe zur teilweisen Rückreflexion der Elektronenwelle? Begründen Sie dies.
- Wo treten ähnliche Vorgänge bei klassischen, elektromagnetischen Wellen (Optik, Elektrotechnik) auf? Nennen Sie ein Beispiel.

5 Quantenzahlen

- Zeichnen sie qualitativ die Besetzung der Elektronenorbitale des Phosphor-Atoms (Ordnungszahl $Z = 14$) im Grundzustand in ein Energieschema, unter Berücksichtigung des Pauli-Prinzips und der Hundschen Regel.
- Betrachten Sie nun die Übergänge $3^2D_j \rightarrow 3^2P_j$ des Natrium-Atoms. Geben Sie die Quantenzahlen n , l und s des Anfangs- und Endzustands an. Welche Werte kann die Gesamtdrehimpuls-Quantenzahl j in den beiden Zuständen annehmen?
- Für optische Übergänge gilt die Auswahlregel $\Delta j = 0, \pm 1$. Wieviele Spektrallinien gibt es bei diesem Übergang?