



Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Aufgabe 1: Die Schrödinger-Gleichung Die SGL liefert das bislang erfolgreichste Atommodell der modernen Physik. Nach Transformation auf sphärische Polarkoordinaten erhält man als winkel- und zeitunabhängige SGL

$$\psi''(r) = -\frac{2}{r}\psi'(r) - \frac{8\pi^2 m_e}{h^2}(E - E_{pot})\psi(r) \quad \text{mit } \psi''(r), \psi'(r): \text{ 1. bzw. 2. Ableitung von } \psi \text{ nach } r$$

- 1.1. Erläutern Sie in Grundzügen, wie sich diese Differentialgleichung lösen lässt und welche Ergebnisse die Lösung liefert.
- 1.2.
 - a) Welche physikalische Bedeutung haben Atomorbitale und wie bestimmt man ihre Geometrie?
 - b) Skizzieren Sie die möglichen Orbitale für die Hauptquantenzahlen $n=1$ und $n=2$.
 - c) Erklären Sie das Zustandekommen von p-Orbitalen.
- 1.3. Welche weiteren Quantenzahlen gibt es neben der Hauptquantenzahl n ? Welche Bedeutung haben sie? Welche Werte können sie annehmen?
- 1.4. Berechnen Sie E_1 bis E_4 der e^- im H-Atom und daraus die Wellenlängen aller Photonen, die bei Übergängen zwischen diesen Energieniveaus emittiert werden können. Welche Wellenlängen liegen im sichtbaren Bereich? (Tipp: Die SGL liefert die gleichen Energiewerte wie das Bohrsche Atommodell.)
- 1.5. Geben Sie die vollständigen Elektronenkonfigurationen von Kalium und Scandium an. Welche wichtige Erkenntnis über die Energien von Orbitalen lässt sich aus dem Vergleich dieser Konfigurationen gewinnen?

Aufgabe 2: Das Bohrsche Atommodell

- 2.1. Geben Sie den Inhalt der Bohrschen Postulate wieder.
- 2.2. Ein Wasserstoffatom befindet sich im Grundzustand. Der Durchmesser des H-Atoms beträgt $x = 1,06 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Die Unschärfe bei der Ortsbestimmung soll $1/10$ des Atomdurchmessers betragen.
 - a) Berechnen Sie die Unschärfe des Impulses Δp mit Hilfe der Heisenbergschen Unschärferelation.
 - b) Berechnen Sie mit Hilfe der Impulsunschärfe die Unschärfe der Geschwindigkeit Δv .
 - c) Nach Bohr ergibt sich für die Bahngeschwindigkeiten der e^- des Wasserstoffs die Gleichung $v_n = \frac{e^2}{e \epsilon_0 h} \frac{1}{n}$. Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit für den Grundzustand.
 - d) Vergleichen Sie den Wert für die Geschwindigkeit in c) mit der in b) berechneten Unschärfe Δv . Welchen Schluss ziehen Sie aus diesem Vergleich?

**Konstanten
und Einheiten**

entnehmen Sie bitte der Formelsammlung