

**Thomson:** Erstes Atommodell 1903

Elektronen bewegen sich in gleichmäßig verteilter Masse positiver Ladung

**Rutherford:** 1911 - Positive Ladung im Atomkern konzentriert

**Bohr:** 1913 - Elektronen kreisen um Kern auf diskreten Kreisbahnen (Energieniveaus)

**Quantenmechanik:** 1925 - Aufenthaltswahrscheinlichkeiten statt Elektronenbahnen

DAS BOHR'SCHE ATOMMODELL

1. Elektron kann sich nur auf Bahnen aufhalten, deren Umfang ein ganzzahliges Vielfaches der de Broglie Wellenlänge  $\lambda = \frac{h}{p}$  des Elektrons ist!
2. Die Zentripetalkraft wird durch die Coulomb-Kraft aufgebracht!

**Aufgaben:**

1. Leite aus der 1. Annahme die Bedingung

$$mvr = n \cdot \frac{h}{2\pi} \tag{1}$$

für die Quantisierung des Drehimpulses<sup>1</sup> her. *Bemerkung:* In Gleichung (1) findet man das **reduzierte plancksche Wirkungsquantum**  $\hbar = \frac{h}{2\pi} \approx 10^{-34} Js$ , auf welches hier aber aus Gründen der Lesbarkeit verzichtet wird.

2. Sei  $n \in \mathbb{N}$ . Leite aus der 2. Bedingung und Gleichung (1) die Formel

$$r_n = n^2 \cdot \frac{h^2 \epsilon_0}{e^2 m \pi} \tag{2}$$

für die erlaubten Radien  $r_n$  der Kreisbahnen des Elektrons im Wasserstoffatom her.

3. Berechne den bohrschen Atomradius  $r_1$  des Wasserstoffatoms.
4. Aus der 2. Bedingung lässt sich die kinetische Energie des Elektrons bestimmen. Zeige mit  $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ , dass die kinetische Energie des Elektrons im Abstand  $r$  zum Kern durch

$$E_{kin} = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

gegeben ist.

5. Ein Elektron, welches sich im Abstand  $r$  vom Kern befindet soll gegen die Coulomb-Kraft vollständig (bis  $\infty$ ) vom Kern entfernt werden. Dazu muss Energie aufgebracht werden (Vorzeichen!). Es gilt:

$$E_{pot} = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Was ergibt sich für die Gesamtenergie  $E_{kin} + E_{pot}$ ? Leite zusammen mit der Bedingung (2) eine Formel für die Energieniveaus  $E_n$  des Wasserstoffatoms in Abhängigkeit der **Quantenzahl**  $n$  her.

6. Sei  $k \in \mathbb{N}$  mit  $k > n$ . Welche Frequenz hat ein Energiequant, das beim Sprung vom der  $k$ -ten auf das  $n$ -te Energieniveau frei wird?
7. Berechne die Wellenlängen der Energiequanten, welche beim Übergang eines Elektron von einem höheren zum **zweitniedrigsten** Energieniveau ( $n = 2$  und  $k = 3, 4, 5 \dots$ ) emittiert werden.
8. Für die Paschen-Serie gilt  $n = 3$ . Gibt es Spektrallinien der Paschen-Serie, die im sichtbaren Bereich liegen? Was folgt entsprechend für Serien mit  $n > 3$ ?
9. In welchem Wellenlängenbereich liegt die Lyman Serie ( $n = 1$ )?

<sup>1</sup>Ist  $J = mr^2$  das Trägheitsmoment eines im Abstand  $r$  vom Drehzentrum rotierenden Massepunktes, dann ergibt sich mit  $\omega = v/r$  für den Drehimpuls  $L = J\omega = mvr$ .