

0.1 121. Hausaufgabe

0.1.1 Exzerpt von B. S. 408: BOHRsche Postulate

1. **Quantenbedingung:** Der Bahndrehimpuls ist gequantelt.
Da der Drehimpuls in der Schule nicht behandelt wird, können wir zur Quantenbedingung nicht mehr sagen.
2. **Frequenzbedingung:** Ein Bahnübergang erfolgt durch Absorption oder Emission eines Photons mit passender Energie $E_m - E_n$.

Anschaulich kreisen im BOHRschen Atommodell die Elektronen auf bestimmten, kreisförmigen Bahnen um die Atomkerne. Obwohl sie dabei eigentlich ständig beschleunigen (da sich der Geschwindigkeitsvektor ändert), verlieren sie keine Energie durch Strahlung.

Die Elektronen fallen deswegen nicht in den Atomkern, da die elektrische Anziehungskraft als Zentripetalkraft genutzt wird.

0.1.2 Exzerpt von B. S. 408f.: Energie

Die Gesamtenergie eines Elektrons auf der n -ten Bahn ist

$$E_n = E_{\text{pot},n} + E_{\text{kin},n};$$

Potenzielle Energie

Zur Herleitung der potenziellen Energie $E_{\text{pot},n}$ nutzen wir das COULOMBpotenzial. Die eine Ladung wird vom Elektron ($-e$), die andere vom Kern getragen. Für das Wasserstoffatom gilt:

$$E_{\text{pot},n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(-e) \cdot e}{r_n} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_n};$$

Dabei bezeichnet r_n den Abstand des Elektrons vom Kern.

Kinetische Energie

Die kinetische Energie kann über die Beziehung $F_{\text{Zentripetal}} = F_{\text{Elektr.}}$ herleiten:

$$\frac{m_e v_n^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2};$$

Ausnutzung von $r_n m_e v_n = \frac{nh}{2\pi}$ liefert:

$$v_n = \frac{1}{2\epsilon_0 h} \frac{e^2}{n};$$

Mit bekanntem v_n ist auch der Bahnradius bestimmbar:

$$r_n = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m_e} \frac{n^2}{e^2};$$

Außerdem können wir die kinetische Energie ausrechnen:

$$E_{\text{kin},n} = \frac{1}{2} m_e \frac{1}{4\epsilon_0^2 h^2} \frac{e^4}{n^2};$$

Gesamtenergie

Damit ist Gesamtenergie $E_n = E_{\text{pot},n} + E_{\text{kin},n}$:

$$E_n = -\frac{1}{8} \frac{m_e e^4}{\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} = E_1/n^2;$$

0.1.3 Fragen

- Erfolgt im BOHRschen Atommodell der Bahnübergang stetig oder sprunghaft?
- Hat die Negativität der Gesamtenergie eine physikalische Bedeutung? (Da durch Messungen ja eh nur Energiedifferenzen zugänglich sind, vermute ich das Gegenteil.)

(Benötigte Zeit: 44 min)