

1. Wasserstoffspektrum

Für die Hauptquantenzahl $n = 3$ und $m = 4$ erscheint im Wasserstoffspektrum eine Linie mit der Wellenlänge $\lambda = 1874 \text{ nm}$. Bei welchen Wellenlängen müssen dementsprechend weitere Spektrallinien auftreten?

Für die entsprechende Wellenlänge eines Übergangs ergibt sich durch Umstellen und Einsetzen folgende Formel (Kapiteln 9.2.4, 9.3.4):

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \text{ und } \nu = cR_y \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{1}{R_y \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)}$$

Daraus lässt sich die Rydbergkonstante bestimmen

$$R_y = \frac{1}{1874 \text{ nm} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right)} = 1.0977 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{m}}$$

Elektronenübergänge finden so lange statt, bis der Grundzustand erreicht ist. Im Folgenden sind alle möglichen weiteren Übergänge und die dementsprechend auftretenden Spektrallinien zusammengefasst:

$$3 \rightarrow 2, \lambda = 9,1 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \frac{3^2 2^2}{3^2 - 2^2} = 655 \text{ nm}$$

$$3 \rightarrow 1, \lambda = 9,1 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \frac{3^2 1^2}{3^2 - 1^2} = 102 \text{ nm}$$

$$2 \rightarrow 1, \lambda = 9,1 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \frac{2^2 1^2}{2^2 - 1^2} = 121 \text{ nm}$$

2. Wasserstoffatom

Wie schnell bewegt sich ein Elektron in Wasserstoff-Atom? Die Gesamtenergie eines Elektrons auf der ersten Bahn beträgt $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Im quantenmechanischen Modell ergibt sich ein Problem bei der Bestimmung der Geschwindigkeit des Elektrons. Laut der Heisenberg'schen Unschärferelation lässt sie sich nicht exakt messen.

Das geht nur, wenn man das einfachere Bohr'sche Atommodell zugrunde legt. Nach Bohr kreist ein Elektron um den als punktförmig angenommenen Kern. Die Energie des Elektrons ist die Summe aus kinetischer und potenzieller (Coulomb) Energie:

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

Zur Aufrechterhaltung eines stabilen Zustandes muss die elektrostatische Anziehung zwischen den beiden Teilchen durch die auf das Elektron wirkende Zentrifugalkraft kompensiert werden, d.h. beide Kräfte müssen gleich groß sein:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \Rightarrow \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = mv^2$$

Daraus folgt

$$E = E_{kin} + E_{pot} = \frac{mv^2}{2} - mv^2 = -\frac{mv^2}{2} = -13,6 \text{ eV} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} \approx 2,2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Danach kreist das ein Elektron des Wasserstoff-Atoms mit einer Geschwindigkeit von 2200 Kilometern pro Sekunde um den Kern. Das entspricht etwa einem Hundertstel der Lichtgeschwindigkeit (300 000 Kilometer pro Sekunde). In einem Teilchenbeschleuniger können Elektronen sogar rund 99,9 Prozent der Lichtgeschwindigkeit erreichen.

3. Periodensystem

- (a) Erklären Sie, warum im Periodensystem der Elemente keine Isotope aufgeführt sind?
 (b) Ergänzen Sie folgende Tabelle für Atome oder atomare Ionen:

Symbol	Z	A	Protonen	Neutronen	Elektronen
Cs	55	133	.....	.....	.....
Bi	.....	209	.....	.....	.....
.....	56	138	.....	.....	.....
Sn	.....	.....	.....	70	50
Kr	.....	84	.....	48	.....
.....	8	.....	.....	8	10
.....	7	.....	.....	7	10

- (a) Isotope unterscheiden sich in der Anzahl der Neutronen im Kern. Die Anzahl der Protonen und Elektronen ist gleich. Deshalb besitzen alle Isotope die gleichen chemischen Eigenschaften und man braucht sie im Periodensystem nicht zu unterscheiden.
 (b)

Symbol	Z	A	Protonen	Neutronen	Elektronen
Cs	55	133	55	78	55
Bi	83	209	83	126	83
Ba	56	138	56	82	56
Sn	50	119	50	69	50
Kr	36	84	36	48	36
O²⁻	8	16	8	8	10
N³⁻	7	14	7	7	10

4. Chemische Bindung

- (a) Welche Aussage trifft **nicht** zu?
 Wasserstoffbrückenbindungen
 A treten z.B. zwischen Wassermolekülen auf.
 B beeinflussen die Höhe des Siedepunktes einer Substanz.

- C spielen bei der Ausbildung der DNA-Doppelhelix eine Rolle.
 - D treten auf zwischen NH oder OH als Donor und kovalent gebundenem N oder O als Akzeptor.
 - E spielen bei der Zusammenlagerung von Fettsäureketten in Membranen eine Rolle.
- (b) Was haben kovalente Bindung und Ionenbindung gemeinsam?
- Beide Bindungen
- A sind für Salze typisch.
 - B entstehen auf der Basis gemeinsamer Elektronenpaare.
 - C entstehen durch elektrostatische Wechselwirkungen.
 - D sind stärker als Wasserstoffbrückenbindungen.
 - E sind gerichtet.

(a) E ist falsch: Fettsäureketten sind unpolare Verbindungen, die weder Wasserstoffbrückendonoren noch -akzeptoren haben.

(b) A ist falsch: Salze sind durch Ionenbindungen charakterisiert.

B ist falsch: Verbindungen mit kovalenten Bindungen sind durch ein gemeinsames Elektronenpaar charakterisiert, ionische Bindungen nicht.

C ist falsch: Ionen ziehen sich durch elektrostatische Wechselwirkungen an und bilden ein Ionengitter.

E ist falsch: Nur die kovalente Bindung ist mit ihrem gemeinsamen Elektronenpaar gerichtet. Ionenbindungen sind nicht gerichtet.