

1. Spektroskopie am Wasserstoffatom: Ein hochpräzises **Gitterspektroskop** kann die Linie des **162.** und des **163.** Überganges der **Balmer-Serie** gerade noch auflösen.

- a) Wie groß ist das **Auflösungsvermögen** $\Delta\lambda/\lambda$ des Spektroskops? (Lösung: $\Delta\lambda/\lambda = 1,87 \cdot 10^{-6}$)
- b) Wie groß sind Wellenlänge und Frequenz der beiden Übergänge?
($\lambda_{162} = 730,2490$ nm, $\lambda_{163} = 730,2476$ nm)
- c) Wie groß ist Energiedifferenz der Übergänge und welcher Temperatur entspricht das?
(Lösung: $T = 36,8$ mK)

2. Erwartungswerte der Eigenfunktionen des Wasserstoffatoms: Man bestimme die Erwartungswerte $\langle r \rangle$ der **Abstände** eines **Elektrons** vom **Kern** eines **Wasserstoffatoms** für

- a) den σ_{1s} - Zustand, (Lösung: $\langle r \rangle = (3/2)a_0$)
- b) den σ_{2s} - Zustand, (Lösung: $\langle r \rangle = 6a_0$)
- c) den σ_{2p} - Zustand, (Lösung: $\langle r \rangle = 5a_0$)
- d) den π_{2p} - Zustand (Lösung: $\langle r \rangle = 5a_0$)

und setze diese in Relation zum **ersten Bohrschen Radius** a_0 .

3. Ein klassisches Heliumatom: Zwei Elektronen mögen auf **einer** Kreisbahn mit dem Radius r einen Heliumkern ($Z = 2$) umkreisen.

- a) Bestimmen Sie jene Anordnung der beiden Elektronen, **bei der die Potentielle Energie des Gesamtsystems minimal wird** (die Kernmasse kann als unendlich gross angenommen werden).
- b) Bestimmen Sie die **kinetische Energie der beiden Elektronen**, wenn für diese Bahn die Bohr'sche Quantisierungsbedingung für den Gesamtdrehimpuls der beiden Elektronen $L = n \cdot \hbar$, $n = 1$ gilt. Ermitteln Sie dann, mit der in (a) ermittelten **potentiellen Energie**, die **Gesamtenergie** des Systems.
- c) Wie gross muss der der Bahnradius r in diesem klassischen Modell gewählt werden, damit die **experimentell ermittelte Bindungsenergie der Elektronen** im He-Atom, **-79 eV**, erreicht wird. Ist das Ergebnis realistisch? (Lösung: $r_0 = 59$ pm)

4. Struktur der Atome: Betrachten sie ein Li Atom, insbesondere seine beiden stabilen **Isotope Li-6** und **Li-7**. **Li-6** hat den **Kernspin** $I = 1$, **Li-7** hat den Kernspin $I = 3/2$.

- a) Beschreiben sie die folgenden Atom-Zustände unter Berücksichtigung aller Quantenzahlen, inklusive des Elektronspin und des Kernspin und zeichnen sie ein **Diagramm** der Zustände.
- den **Grundzustand** $2S$ ($^2S_{1/2}$)
 - die **ersten angeregten 2P Zustände** ($^2P_{1/2}$, $^2P_{3/2}$)
- b) Geben Sie zu diesen Zuständen die folgenden Werte an:
- den **Bahndrehimpuls** L
 - den **Gesamtdrehimpuls der Elektronen** J
 - den **Gesamtdrehimpuls des Atoms** F
 - die **Entartung** (Zeemanzustände, m_F - Zustände).

Begründen sie die **Werte von L, J, und F**.