Übungen zur Modernen Physik (Atome, Kerne Teilchen) – SS2007

Blatt 8

34. Aufgabe: Bohr'sches-Atommodell

Außer Elektronen können auch μ -Mesonen ($m_\mu = 206 m_e$, $q = -e$) im Coulombfeld von Atomkernen umlaufen.

- Wie groß sind die Bahnradien r_n , die Umlauffrequenzen ω_n und die Energien E_n eines solchen Mesons im Vergleich zu denen eines Elektrons im gleichen Kraftfeld?
- Berechnen Sie das Termschema für den experimentell beobachteten Fall eines μ -Mesons im Feld eines Bleikerns ($Z = 82$). Wo liegt die kurzwelligste Linie der Balmer-Serie?
- Führen Sie dieselbe Rechnung wie in Aufgabe a) für das Positronium durch, bestehend aus einem Elektron und einem Positron.
- Wie müssen die Bohr'schen-Gleichungen für die Bahnradien, die Umlauffrequenzen und die Energien modifiziert werden, wenn sich der Kern-Elektron-Komplex in einem Medium mit relativer dielektrischer Konstanten ϵ bewegt? Berechnen Sie die damit die Bindungsenergie und den Bahnradius des Grundzustandes für Mott-Exzitonen in dem Halbleiter GaAs ($\epsilon = 13,1$), wobei Sie die Kernmasse durch die effektive Löchermasse $m_p^* = 0,45 m_e$ und die Elektronenmasse durch die effektive Elektronenmasse $m_n^* = 0,07 m_e$ ersetzen. Hinweis: Die Ionisierungsenergie des Exzitons fällt mit der Unterkante des Leitungsbandes des Halbleiters zusammen.

35. Aufgabe: Rydberg-Atome

Berechnen Sie den Bahnradius r_n sowie die Geschwindigkeit und die Energie des Elektrons eines H-Atoms für den Zustand $n = 50$. Vergleichen Sie die Werte mit dem mittleren Abstand und der thermischen Energie der Atome eines Edelgases bei Zimmertemperatur und einem Druck $P = 1 \text{ mbar}$, in dem sich das auf $n = 50$ angeregte H-Atom befinden möge. Wie viele Fremdatome befinden sich im "Inneren" des angeregten Atoms, d.h. im Inneren einer Kugel vom Radius r_{50} ?

36. Aufgabe: Strahlungsübergänge

Diskutieren Sie die Energie- und Impulserhaltung bei Strahlungsübergängen. Leiten Sie die Photonenenergie für einen Emissions- und Absorptionsprozess ab.

Bitte wenden!

37. Aufgabe: Klassischer Oszillator

Eine Gasquelle emittiert Licht der Wellenlänge 500 nm, jedes Molekül verhält sich wie ein Oszillator mit der Ladung e und der Amplitude 10^{-10} m.

- a) Berechnen Sie die mittlere Energieabstrahlung pro Molekül.
- b) Wie viele Moleküle emittieren gleichzeitig, wenn die gesamte von der Quelle abgestrahlte Leistung 1 Watt beträgt?