

Institut f. Angewandte Physik
UE Grundlagen der Physik III WS 2015/16

5. Übung am 19. 11. 2015

19) Unschärferelationen

- a) Ein Elektron bewege sich genau in x-Richtung mit der Geschwindigkeit $v_x = 3.6 \cdot 10^6$ m/s. Wir können seine Geschwindigkeit mit einer Genauigkeit von 1% messen. Mit welcher Genauigkeit können wir gleichzeitig seine Position bestimmen?
- b) Welche Aussagen können wir über die Bewegung in y-Richtung treffen?
- c) Ein gegnerischer Spieler versucht, den Fußball an Robert Almer vorbei ins österreichische Tor zu schießen. Robert Almer erfasst die Geschwindigkeit des Balls ($m_F = 0.43$ kg) blitzschnell zu $v = 40$ m/s mit einer Genauigkeit von 1% (ob das mal gut geht!) und hechtet nach dem Ball. Wie groß ist die Ortsungenauigkeit des Balls? Besteht Gefahr für das österreichische Tor?
- d) Ein Elektron in einem angeregten Zustand des Wasserstoffatoms verbleibt dort im Mittel 10^{-8} s. Wie groß ist die minimale Energieunschärfe dieses Anregungsniveaus in eV?
- e) Ein freies Neutron ($m_n = 1.675 \cdot 10^{-27}$ kg) hat eine mittlere Lebensdauer von 900 s. Wie groß ist die daraus resultierende minimale Unschärfe seiner Masse?

(2 Pkte)

20) Wasserstoffatom und wasserstoffähnliches Stickstoff-Ion N^{6+} (von ${}^{14}_7N$)

- (a) Bestimmen Sie den kleinsten stabilen Radius des Elektrons für das Wasserstoffatom/ N^{6+} -Ion gemäß dem Bohr'schen Atommodell.
- (b) Bestimmen Sie die Bindungsenergie des Wasserstoffatoms/ N^{6+} -Ions in seinem Grundzustand.
- (c) Berechnen Sie gemäß der Bohr'schen Theorie die Gesamtenergie eines Elektrons, das sich auf der zweiten und dritten Quantenbahn eines Wasserstoffatoms/ N^{6+} -Ions befindet.
- (d) Wie groß ist die Wellenlänge eines Photons, das beim Übergang des Wasserstoffelektrons/ N^{6+} -Ions von der dritten auf die zweite Quantenbahn emittiert wird ?
- Rechnen Sie zunächst allgemein und dann erst mit Zahlenwerten.

(3 Pkte)

21) Bohr'sches Atommodell: Exotische Atome

Gebundene Zustände können auch bei einem Elektron-Positron-Paar erhalten werden (sog. Positronium). Das Positron ist das Antiteilchen des Elektrons und hat die entgegen gesetzte Ladung, aber die gleiche Masse.

- Berechnen Sie die Grundzustandsenergie E_1 (e^+, e^-), d.h. für Hauptquantenzahl $n=1$.
- Bei welchen Wellenlängen würde man die Lyman-Alpha (L_α) und die Balmer-Beta (H_β)

Emission des Positroniums erwarten?

(2 Pkte)

22) Ionisierungsenergie:

Die Ionisationsenergie ist die Arbeit, die verrichtet werden muss, um ein Elektron eines Atoms im Grundzustand zu entfernen. Für das freie Wasserstoffatom beträgt diese Energie 13.6 eV.

Das Anlegen eines elektrischen Feldes verändert die potentielle Energie (um den Kern des Wasserstoffatoms) um einen zusätzlichen Term $V_{Stark} = e \cdot E \cdot z$ und führt zu einem

Sattelpunkt des Potentials. Berechnen Sie die Änderung der Ionisationsenergie eines Wasserstoffatoms, wenn ein Feld von $E= 40$ kV/m entlang der z-Achse angelegt wird.

Nehmen Sie dabei an, dass die Grundzustandsenergie unverändert bleibt und vernachlässigen Sie Tunnelprozesse.

(2 Pkte)

23) Spektrometrie am Wasserstoffatom:

Ein hochpräzises Gitterspektrometer kann die Linien des 132. und des 133. Überganges der Balmer-Serie gerade noch auflösen.

Wie groß ist das Auflösungsvermögen $\lambda/\Delta\lambda$ des Spektrometers?

(2 Pkte)