

Physik IV – Atome und Moleküle

Sommer 2005, Prof. Wim de Boer, Universität Karlsruhe

Aufgabenblatt 4; Übung am 10.Mai (Dienstag)

1. Heisenberg'sche Unschärferelation

Die mittlere Bindungsenergie eines Nukleon im Atomkern beträgt ca. 8MeV. Die empirisch ermittelte Abhängigkeit des Kernradius von der Massenzahl A ist: $r_K = 1.3 \times 10^{-15} A^{1/3} [m]$. Zeigen sie anhand der Unschärferelation, dass ein Elektron nicht (strenggenommen nur mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit) im Atomkern existieren kann. (Neben anderen Gründen hat dies zur Abkehr vom Elektron-Proton Kernmodell geführt.) Tip: Diskutieren sie über die benötigte Energie des Elektron in Abhängigkeit von A!

2. Materiewellen

Die Moleküle eines Gases haben bei $T=320K$ eine mittlere quadratische Geschwindigkeit von $\langle v^2 \rangle = (499m/s)^2$. Wie groß ist die De Broglie Wellenlänge dieser Moleküle? Um welches Gas handelt es sich?

Hinweis für die mittlere kinetische Energie von Gasmolekülen gilt:

$$\langle E \rangle = 3/2kT, k = 1.38 \times 10^{-23} J/K.$$

3. Welle-Teilchen-Dualismus

- (a) Ein Körper der Masse 4g bewege sich mit der Geschwindigkeit 100m/s. Wie klein müsste die Öffnung einer Blende sein, damit ein solcher Körper an dieser einen Beugungseffekt zeigt? Zeigen sie, dass kein normaler Körper dieser Masse durch eine solche Öffnung passt!
- (b) Ein Neutron besitze die kinetische Energie 100MeV. Welche Größe hat ein Objekt, an dem man die Beugung dieses Neutrons beobachten kann, wenn man es als Target verwendet. Gibt es ein solches Objekt?
- (c) Wie groß ist die De Broglie Wellenlänge eines Elektrons, das aus dem Ruhezustand eine Spannung von 200V durchläuft? Welche gebräuchlichen Targets kann man verwenden, um die Welleneigenschaften dieses Elektrons zu demonstrieren?

4. $\phi = Nxe^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$ sei die Wellenfunktion eines Teilchens

- (a) Normieren sie diese Wellenfunktion mit Hilfe von

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{a^{3/2}} \text{ für } a > 0$$

- (b) Welcher Ort des Teilchens ist der wahrscheinlichste, und wo liegt der Mittelwert des Teilchenorts?

5. Das "Bohr'sche" Atommodell

Nennen sie die Bohr'schen Postulate und ihre Konsequenzen! Wie lautet die Sommerfeld'sche Erweiterung? Was sind Rhydbergatome?

Matrix(1/2/3/4a/4b/5)

*Übungsleiter: Frank Hartmann, Forschungszentrum Karlsruhe,
Tel.: 07247 82 4173; Email: Frank.Hartmann@CERN.CH
www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom.html*