

Physik IV – Atome und Moleküle; Sommer 2009  
Prof. Thomas Müller, Universität Karlsruhe  
Dr. Frank Hartmann, Universität Karlsruhe

*Aufgabenblatt 4; Übung am 02. bzw. 04. Juni (Dienstag/Donnerstag)*

1. Um ein He-Atom vollständig zu ionisieren wird eine Energie von 79eV benötigt. Berechnen Sie die Energie, die jeweils zum Ablösen des ersten und des zweiten Elektrons erforderlich ist.
2. Materiewellen  
Die Moleküle eines Gases haben bei  $T=320\text{K}$  eine mittlere quadratische Geschwindigkeit von  $\langle v^2 \rangle = (499\text{m/s})^2$ . Wie groß ist die De Broglie Wellenlänge dieser Moleküle? Um welches Gas handelt es sich?  
Hinweis für die mittlere kinetische Energie von Gasmolekülen gilt:  
 $\langle E \rangle = 3/2kT, k = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ .
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  $\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{a^{3/2}}$  für  $a > 0$
  - (b) Welcher Ort des Teilchens ist der wahrscheinlichste, und wo liegt der Mittelwert des Teilchenorts?
5. 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!

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

*Übungsleiter: Frank Hartmann, Forschungszentrum Karlsruhe,  
Tel.: +41 (76) 487 4362; Email: Frank.Hartmann@cern.ch*

[www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom09](http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom09)