Experimentalphysik III Prof. M. Bargheer	Übungen: Wouter Koopman, Marc Herzog, Matthias Rössle	**WS 2016/17** Zum 3.1.17

Aufgabenblatt 9

I) Gelerntes wiedergeben

Wie kann man **experimentell** die folgenden Aussagen belegen kann:

a) Die Energie von „Licht" = "Elektromagnetischen Wellen" ist quantisiert.
b) Photonen haben einen Impuls, einen Eigendrehimpuls und eine Masse.
c) Elektronen sind Wellen.
d) Elektronen nehmen in Atomen scharfe Energieniveaus ein. (Mindestens 2 Experimente)
e) In Festkörpern liegen Atome oft in regelmäßigen Abständen als „Gitter" vor.
f) Geben Sie eine sinnvolle Reihenfolge von Experimenten an, um die folgenden Naturkonstanten zu bestimmen: Boltzmannkonstante, Plancksches Wirkungsquantum, Elektronenmasse, Elementarladung, Influenzkonstante und Vakuum-Lichtgeschwindigkeit (siehe 2. Semester oder Demtröder).
g) Wie hängen sie mit der Rydbergkonstante und der Compton-Wellenlänge zusammen?

II) Einfache Aufgaben

***II.18) Photoemission an dünnen Silberfilmen und das Teilchen im Potentialkasten**

a) Beschreiben Sie qualitativ, wie man durch Photoemission von Elektronen an einem sehr dünnen Silberfilm (d = 3 nm) sehen kann, dass das Elektron in einem eindimensionalen Potentialkasten sitzt (und zwar senkrecht zur Oberfläche des Films).
b) Berechnen Sie mit der Unschärferelation, wie groß der Impuls der Elektronen mindestens sein muss, wenn sie in 3 nm eingesperrt sind. Wie groß ist die entsprechende kinetische Energie?
c) Lösen Sie die zeitunabhängige Schrödingergleichung für einen Potentialkasten mit unendlich hohen Wänden indem sie den in der Vorlesung vorgeschlagenen Ansatz $\Psi(x) = A \sin(kz) + B \cos(kz)$ wählen, und A und B aus der Randbedingung bestimmen, dass bei $\Psi(0) = \Psi(a)=0$ ist. Welche erlaubten Energien E_n erhält man?

III) Vertiefende Aufgaben

III. 14) Die stationäre Schrödingergleichung lautet: $-\dfrac{\hbar^2}{2m}\dfrac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} + U\Psi = E\Psi$. Für den harmonischen Oszillator ist das Potential U = ½ D x^2. Für die Schwingungsfrequenz ω des harmonischen Oszillators mit Masse m gilt: D = ω^2m. Lösen Sie diese Differentialgleichung mit dem Ansatz $\Psi(x) = \psi_0 e^{-\left(x^2/\sigma^2\right)}$.

a) Bestimmen Sie $\dfrac{\partial}{\partial x}\Psi(x)$ und $\dfrac{\partial^2}{\partial x^2}\Psi(x)$. Beachten Sie Ketten und Produktregel!
b) Setzen Sie das Ergebnis in die Schrödingergleichung ein und formen Sie das Ergebnis in eine Gleichung dieser Form um: (….)x = (……). Begründen Sie, ***warum*** Sie daraus ZWEI Bedingungen erhalten, nämlich $D = \dfrac{4\hbar^2}{m\sigma^4}$ und $E = \dfrac{\hbar^2}{m\sigma^2}$.
c) Zeigen Sie, dass die Energie dieses Zustandes $\frac{1}{2}\hbar\omega$ ist.
d) Welche Energie hat laut Planck ein Schwingungsquant des harmonischen Oszillators?
e) Skizzieren Sie die Wellenfunktion für eine beliebige Federkonstante D_0 und im gleichen Diagramm für $D_1 = 2 D_0$

*III.15) Leiten Sie aus der zeitabhängigen Schrödingergleichung für freie Teilchen $\dfrac{\hbar^2}{2m}\dfrac{\partial^2\Psi}{\partial z^2} = \dfrac{\hbar}{i}\dfrac{\partial\Psi}{\partial t}$ die zeitunabhängige Schrödingergleichung her, indem Sie $\Psi(z,t) = \psi_0 e^{i(kz-\omega t)}$ ansetzen und Orts- und Zeitabhängigkeit separieren.
Was folgt für die Energie der Teilchen?

FROHES FEST und einen
GUTEN RUTSCH!!