Formelsammlung Nanotechnologie

Mario Felder
Michi Fallegger

3. Februar 2014

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Quantenphysik

1.1 Wellenlänge eines Teilchens

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}}$$

$h = 6.63 \cdot 10^{-34} Js$: Plancksches Wirkungsquantum

1.2 Licht als Teilchen

Photoenergie:

$$\boxed{E_{ph} = h \cdot f = \hbar \cdot \omega = \frac{h \cdot c}{\lambda}}$$

Photompuls:

$$\boxed{p_{ph} = \hbar \cdot k = \frac{h \cdot f}{c} = \frac{h}{\lambda}}$$

1.3 Unschärferelation

$$\boxed{\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar}$$

Unschärfe für Zeit und Energie:

$$\boxed{\Delta E \cdot \Delta t \geq h}$$

Unschärfe für Zeit und Frequenz:

$$\boxed{\Delta f \cdot \Delta t \geq 1 \qquad \Leftrightarrow \qquad \frac{c}{\lambda^2}\Delta\lambda \cdot \Delta t \geq 1}$$

1.4 Wellenfunktion

$$\boxed{\rho(x,t) = |\psi(x,t)|^2}$$

Schrödingergleichung:

$$\boxed{\mathrm{j}h\frac{\partial}{\partial t}\psi(x,t) = H\psi(x,t)}$$

$$H = \underbrace{-\frac{h^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2}}_{\text{kinetisch}} + \underbrace{V(x,t)}_{\text{potentiell}}$$

mit:

$$\psi(x,t) = \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{E \cdot t}{h}} \cdot \varphi(x)$$

folgt:

$$E \cdot \varphi(x) = -\frac{h^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2} + V(x) \cdot \varphi(x)$$

Wahrscheinlichkeit dass ein Teilchen an einer bestimmten Position x ist:

$$\boxed{\rho(x) = |\psi(x,t)|^2 = |\varphi(x)|^2}$$

$$\int \rho(x)\mathrm{d}x = 1$$

$\rho(x)\ \left[\frac{1}{m}\right]$
$\varphi(x)\ \left[\frac{1}{m^2}\right]$
$\psi(x)\ \left[\frac{1}{m^2}\right]$

1.5 Elektron in einem Potentialtopf

innerhalb $0 < x < L$:

$$\boxed{E \cdot \varphi(x) = -\frac{h^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2}}$$

Lösungen der DGL:

$$\boxed{\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin(k_n \cdot x)}$$

$$\boxed{k_n = n \cdot \frac{\pi}{L}}$$

$n = 1, 2, \ldots$: Quantisierungszahl

$$\boxed{E_n = \frac{h^2 k_n^2}{2m} \propto \frac{n^2}{L^2}}$$

1.5.1 Endlicher Potentialtopf

Eindringtiefe:

$$\boxed{d_n = \frac{h}{\sqrt{2m(U_0 - E_n)}}}$$

1.5.2 Tunnelbarriere

Transmissionswahrscheinlichkeit:

$$\boxed{T \approx \mathrm{e}^{-\frac{2L}{d}}}$$

$$\boxed{d = \frac{h}{\sqrt{2m(U_0 - E)}}}$$