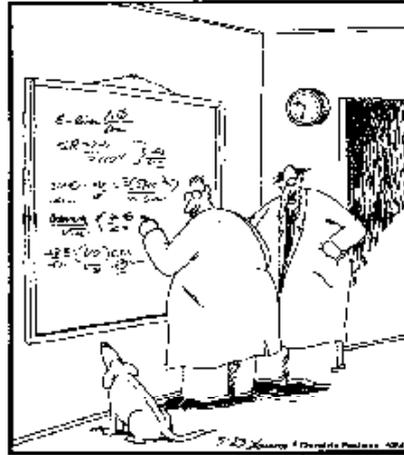


- 3.1 Schrödingergleichung
- 3.2 Operatoren
- 3.3 Messprozess
- 3.4 Heisenbergsche Unschärferelation
- 3.5 Tunneleffekt
- 3.6 Gebundene Zustände
- 3.7 Quantenmechanischer Oszillator
- 3.8 Quantenmechanischer Rotator
- 3.9 Verschränkte Zustände



"Ohh...Look at that, Schuster...Dogs are so cute when they try to comprehend quantum mechanics."

Analoge Beschreibung von elektromagnetischen und Materiewellen:

- Energie:  $E = h\nu = \hbar\omega$
- Impuls:  $\vec{p} = \hbar\vec{k}$
- **Wellenfunktion** für freies Teilchen mit Energie E und Impuls p:

$$\Psi(\vec{r}, t) = \Psi_0 \cdot e^{i(\omega t - \vec{k}\vec{r})} = \Psi_0 \cdot e^{\frac{i}{\hbar} \cdot (Et - \vec{p}\vec{r})}$$

$$\Psi(x, t) = \Psi_0 \cdot e^{i(\omega t - kx)} = \Psi_0 \cdot e^{\frac{i}{\hbar} \cdot (Et - px)}$$

Allgemein gilt:

Die Wellenfunktion enthält die vollständige Information über den physikalischen Zustand eines quantenmechanischen Systems.

### 3-1 / 3 Die Schrödingergleichung

Berechnung der Wellenfunktion → Schrödingergleichung:

- **Zeitunabhängige Schrödingergleichung** für zeitunabhängige Potentiale  $V \rightarrow$  stationäre Zustände:

$$1D: -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi(x)}{\partial x^2} + V(x) \cdot \Psi(x) = E \Psi(x)$$

$$3D: -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi(\vec{r}) + V(\vec{r}) \cdot \Psi(\vec{r}) = E \Psi(\vec{r})$$

- mit: - Energieeigenwerten  $E$  und Wellenfunktionen  $\Psi(x), \Psi(\vec{r})$   
- Gesamtwellenfunktion:  $\Psi(\vec{r}, t) = \Psi(\vec{r}) \cdot e^{-i\omega t}$

- **Zeitabhängige Schrödingergleichung:**

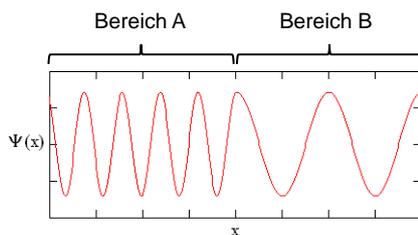
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi(\vec{r}, t) + V(\vec{r}, t) \cdot \Psi(\vec{r}, t) = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\vec{r}, t)$$

- bzw. mit Hamiltonoperator  $H = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + V$

$$H \Psi(\vec{r}, t) = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\vec{r}, t) \quad \text{bzw.} \quad H \Psi(\vec{r}) = E \Psi(\vec{r})$$

### 3-1 / 4 CT Wellenfunktion

Die Wellenfunktion  $\Psi(x)$  habe die folgende Form:



Dann ist die kinetische Energie des zugehörigen Teilchens größer in:

1. Bereich A
2. Bereich B

### 3-1 / 5 Wahrscheinlichkeitsdeutung

Bornsche Interpretation der Wellenfunktion:

Die Wahrscheinlichkeit  $W(x,t)dx$ , dass sich ein Teilchen zur Zeit  $t$  im Ortsintervall  $x \dots x + dx$  befindet entspricht dem Absolutquadrat der das Teilchen beschreibenden Wellenfunktion („Wahrscheinlichkeitsdichte“):

$$W(x,t)dx = |\Psi(x,t)|^2 dx \qquad W(\vec{r},t)d\vec{r} = |\Psi(\vec{r},t)|^2 d\vec{r}$$

Normierungsbedingung:

$$\int_{x=-\infty}^{x=\infty} |\Psi(x,t)|^2 dx = 1 \qquad \int_V |\Psi(\vec{r},t)|^2 d\vec{r} = 1$$

### 3-1 / 6 CT Aufenthaltswahrscheinlichkeit

Ein Elektron wird durch die gezeigte Wellenfunktion beschrieben. Bei welchem  $x$  ist die Wahrscheinlichkeit das Elektron in einer Messung zu beobachten am höchsten?

1.  $x = -3$
2.  $x = 0$
3.  $x = +3$
4.  $x = \pm 3$

