Max Planck
(1858-1947)

Schwarzkörper-Strahlung

↳ Planck-Konstante $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ Js

$$\hbar = h/2\pi$$

Albert Einstein
(1879-1955)

Untersuchung des Photoeffekts:

Lichtteilchen Photon $E_p = h \cdot \nu$

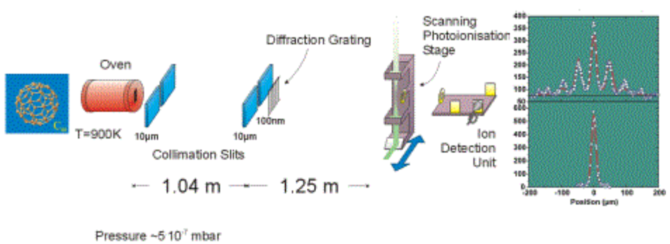
$$p_p = h \cdot \tilde{\nu} = \frac{h}{\lambda}$$

Louis de Broglie
(1892-1987)

Teilchen als Welle

$$m \cdot v = p = h \cdot \tilde{\nu}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = E = h \cdot \nu$$



Arndt et al. Nature 401, 680 (1999)

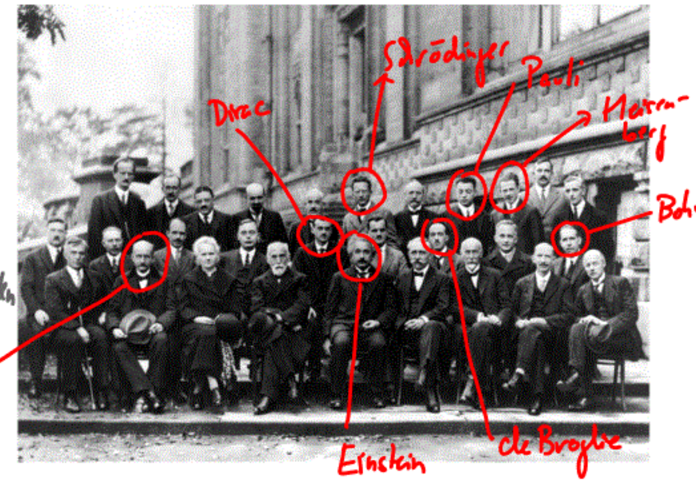
Werner Heisenberg
(1901-1976)

Heisenberg'sche Unschärfebeziehung:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$$

Geburt einer neuen Theorie zur Beschreibung von nano-Objekten

5. Solvay Kongress 1927



Erwin Schrödinger
(1887-1961)

Schrödinger Gleichung:

$$\boxed{\hat{\mathcal{H}} \Psi = E \cdot \Psi}$$

Ψ: Eigenfunktionen zum $\mathcal{H}$-Operator

E: Eigenenergien des Systems

$$\hat{\mathcal{H}} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{r})$$

$$\left(\Delta = \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$$

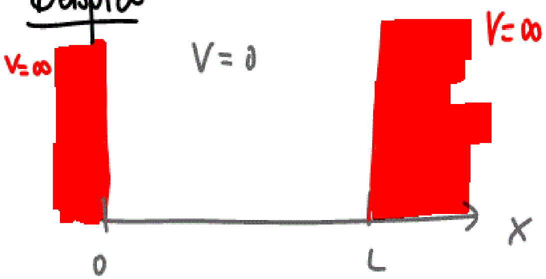
Zeitabhängige Schrödinger-Gleichung

Die Wellenfunktion $\Psi(\vec{r},t)$ hat folgende Eigenschaften

- Ψ ist stetig und stetig differenzierbar
- Ψ ist integrabel
- $\Psi^*(\vec{r},t)\,\Psi(\vec{r},t)$ ist die Wahrscheinlichkeit das qm-Objekt zur Zeit t am Orte $\vec{r} = (x,y,z)$ zu finden

Born'sche Wahrscheinlichkeitsinterpretation

Beispiel: Teilchen im 1D-Kasten



Ausserhalb Kasten

$x \le 0$ oder $x \ge L$

$\Psi(x) = 0$

Ansatz für $\Psi(x)$: $\Psi(x) = A\cdot\sin kx + B\cos kx$

Stetigkeit bei $x=0$ und $x=L$ →

$\Psi(0) = 0 \quad\rightarrow\quad B = 0$

$\Psi(L) = 0 \quad\rightarrow\quad kL = n\cdot\pi \qquad (n = 1,2,\ldots\infty)$

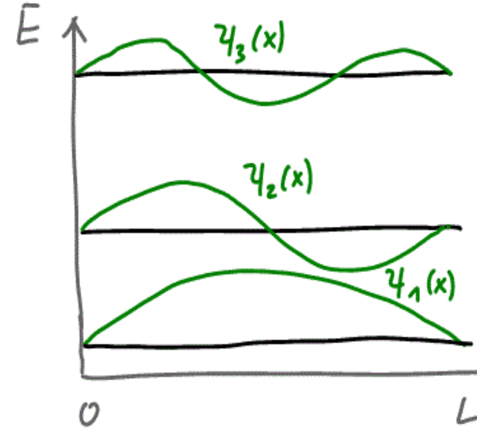
$\int_0^L A^2\cdot\sin^2(kx)\,dx = 1 \quad\rightarrow\quad A = \sqrt{\frac{2}{L}}$

↳ $\boxed{\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}}\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi}{L}\cdot x\right)}$ Eigenfunktionen

Einsetzen in SG:

$-\frac{\hbar^2}{2m}\cancel{\sqrt{\frac{2}{L}}}\cdot\frac{n^2\pi^2}{L^2}\left(-\cancel{\sin\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right)}\right) = E_n\cdot\cancel{\sqrt{\frac{2}{L}}\sin\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right)}$

↳ $\boxed{E_n = n^2\frac{\hbar^2\pi^2}{2mL^2} = n^2\frac{h^2}{8mL^2}}$ Eigenenergien des qm Objekts im Potentialkasten



$c = \frac{h^2}{8mL^2}$

qm-Teilchen kann <u>nur</u> diese E-Werte annehmen