

h ist auch in der Heisenbergschen Unschärferelation zentral. Sie legt fest, dass es eine Grenze für die Genauigkeit gibt, mit der Paare von komplementären Größen, wie Position und Impuls, gleichzeitig bestimmt werden können:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

Wellen-Teilchen-Dualität und De-Broglie-Wellen

Wellen-Teilchen-Dualität: Nach der De-Broglie-Hypothese hat jede Materie sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften. Die Wellenlänge λ eines Teilchens hängt vom Impuls p ab und wird durch die Formel:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

beschrieben, wobei $p = mv$ (Impuls = Masse \times Geschwindigkeit) gilt.

Experimentelle Bestätigung: Die Elektronenbeugungsexperimente zeigen, dass Elektronen, obwohl sie als Teilchen angesehen werden, Interferenz- und Beugungsmuster erzeugen können, was ihre Welleneigenschaften bestätigt.

Photonen und ihre Eigenschaften

Energie und Masse eines Photons: Ein Photon hat keine Ruhemasse ($m_0 = 0$), aber seine Energie ist durch

$$E = h\nu$$

bestimmt. Die dynamische Masse eines Photons kann aus der Gleichung

$$E = mc^2$$

abgeleitet werden.