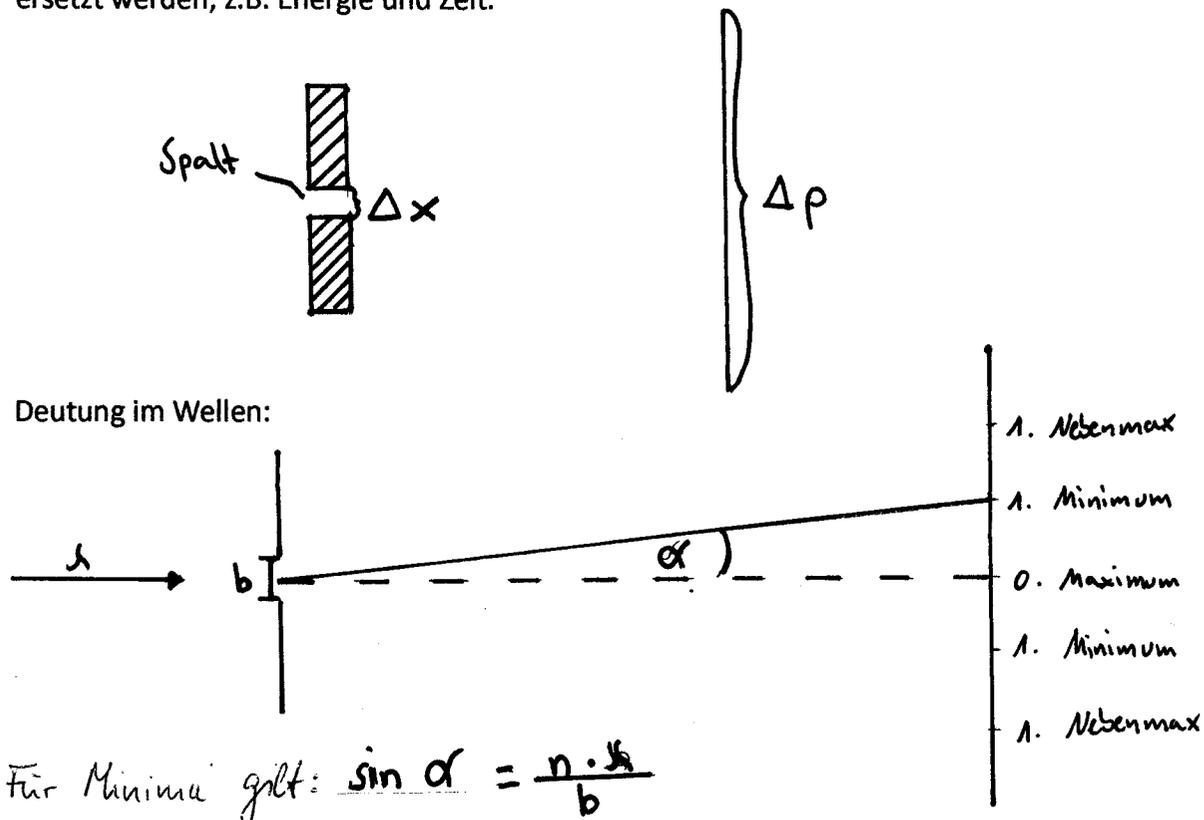


Werner Karl Heisenberg lebte von 1901 – 1976 und war einer der bedeutendsten Physiker des 20. Jahrhunderts und auch Nobelpreisträger. Im Jahre 1927 formulierte Heisenberg die nach ihm benannte Heisenberg'sche Unschärferelation.

$$\Delta x \cdot \Delta p > h / 4\pi$$

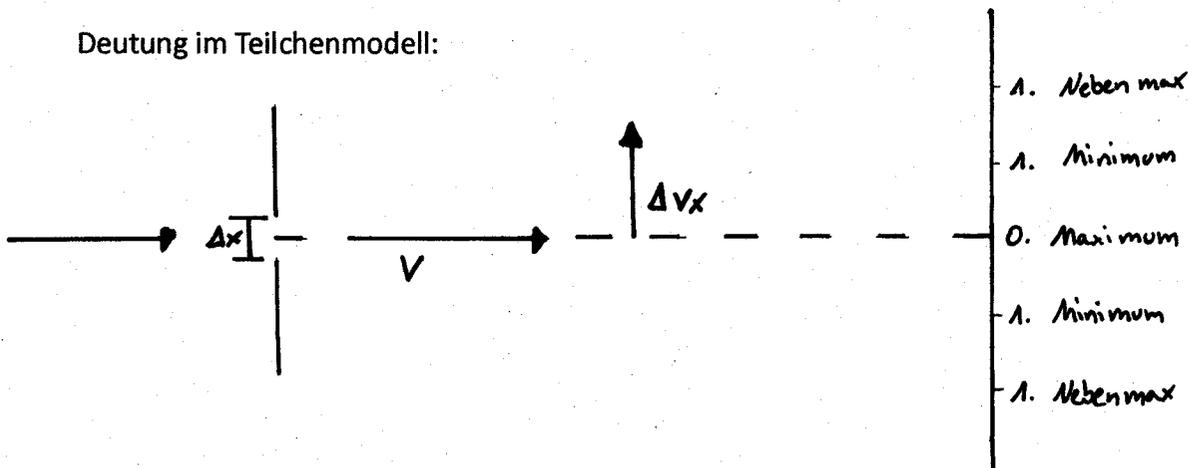
Die Unbestimmtheitsrelation (UBR) dient zur Festlegung der Grenzen experimenteller Betrachtung, d. h., dass man nur einen der beiden Faktoren genau bestimmen kann, was zur Folge hat, dass man den anderen nicht mehr genau bestimmen kann. Legt man beim Spaltversuch die Spaltbreite (Δx) genau fest, so ist der Impuls (Δp) nur noch wagen zu bestimmen. Je genauer eine Variable festgelegt wird, desto unbestimmter wird die andere.

In den meisten Fällen steht x für die Unschärfe des Ortes und p für die Ungenauigkeit des Impulses eines Quantenobjekts. Jedoch können x und p durch andere, zueinander komplementäre Variablen ersetzt werden, z.B. Energie und Zeit.



→ Je kleiner der Spalt, desto stärker ist die Beugung (Bedeutet: die Maxima sind weiter voneinander entfernt)

Deutung im Teilchenmodell:



Bei diesem Teilchenmodell wird vereinfacht dargestellt, wie sich die Quantenobjekte, nach dem passieren des Orts Δx , auf dem Weg zum Schirm aufweiten. Das bedeutet, dass die Quanten neben einer Fortbewegungsgeschwindigkeit nach dem passieren des Orts Δx auch eine Ablenkungsgeschwindigkeit in Querrichtung (oben oder unten) bekommen. Die Quanten erhalten eine Unschärfe im Querimpuls.

Hier gilt: Je ungenauer der Ort Δx , desto größer ist die Unbestimmtheit bei der Ablenkgeschwindigkeit Δv_x , oder anderes formuliert, desto größer ist die Unbestimmtheit des Querimpuls.

Nach Heisenberg gilt:

$$\Delta x \cdot \Delta p > h / 4\pi$$

 $\Delta x = \text{Ort}$ $\Delta p = \text{Impuls}$

→ uns genügt zur Abschätzung: $\Delta x \cdot \Delta p > h$

(Bei allen Rechnungen setzen wir statt $>$ ein $=$ ein, damit wir nicht durcheinander kommen)

Beispielrechnung: (aus der makroskopischen Welt)

fahrendes Auto: $v = 200 \text{ km/h} \approx 56 \text{ m/s}$

Masse: $m = 2000 \text{ kg}$

gefragt nach dem Bereich der Abweichung: Δx

Die Unbestimmtheitsrelation (Unschärferelation)

12.10.14

Formel:

$$\Delta x \cdot \Delta p = h$$

Formel nach Δx umgestellt:

$$\Delta x = h / \Delta p$$

$$| \Delta p = m \cdot \Delta v$$

$$\Delta x = h / m \cdot \Delta v$$

$$\Delta x = 6,6 \cdot 10^{-34} / (2000 \cdot 56)$$

$$\underline{\Delta x = 5,9 \cdot 10^{-39}}$$

Andere Beispielrechnung siehe Smartboard Datei vom 12.10.2014

^
aus der mikroskopischen Welt (Quantenwelt)

: Energie-Zeit-Unbestimmtheit