

Aufgabenblatt J2 Physik 2Stünder, KW13

Die Heisenberg'sche Unschärferelation und ihre Konsequenzen

1) Informationsfilm zur Heisenberg'schen Unschärferelation

Bitte anschauen (11:09 Minuten)

https://www.youtube.com/watch?v=h_oykGyBPvw

[An einer Stelle im Film hat sich leider eine unschöne Ungenauigkeit eingeschlichen (Bei Minute 3:34 „*denn die Genauigkeit, mit der man einen Ort bestimmen kann, hängt irgendwie mit der Wellenlänge des Lichtes zusammen*“). Der Begriff „**irgendwie**“ geht im physikalischen Kontext gar nicht - deshalb hier in Kürze:

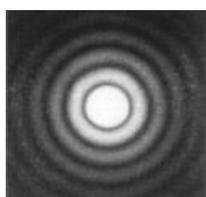


Abb. 1: Beugungsbild am Teilchen/an einer Lochblende

Hier wird angespielt auf das Auflösungsvermögen von Mikroskopen. Generell gilt: Bei JEDER Abbildung mit Licht tritt ebenso Beugung auf, so wie wir das am Spalt/aus der Wellenwanne kennen, weil das reflektierte Licht interferiert. Durch diese Beugungserscheinungen lassen sich Bildpunkte, die in der Größenordnung der Minima-Maxima-Abstände liegen, nicht mehr voneinander trennen. Dadurch wird auch die Ortsauflösung begrenzt.

Während du den Film schaust, erläutere kurz in Stichworten die folgenden Begriffe und Zusammenhänge der Heisenberg'schen Unschärferelation, hier in mathematischer Form:

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

a) Ortsunschärfe gekoppelt mit Impulsunschärfe

b) Wellenpaket und Lokalisierung

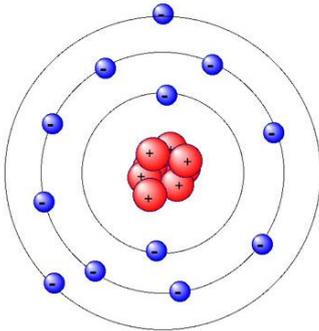
c) Unschärfe bei Makroskopischen und mikroskopischen Objekten

d) Warum ist das Bohr'sche Atommodell falsch?

2) Informationstext auf Leifi-Physik:

Bitte lesen (die eingestreuten Mathematik-Anteile benötigen wir nicht, bitte auf den Fließtext beschränken)

<https://www.leifiphysik.de/quantenphysik/quantenobjekt-elektron/grundwissen/unschaerferelation>



a) Atome haben wir uns im Unterricht immer so vorgestellt: Elektronen befinden sich auf festgelegten Bahnen in definiertem Abstand zum Atomkern. Tatsächlich sollte diese Modellvorstellung deutlich näher an der Realität liegen:

<http://www.falstad.com/qmatom/>

(spiele ein wenig mit den Zahlen ,n' und ,l'; du siehst hier Elektronen-Aufenthaltsorte, die sich durch den Abstand vom Atomkern unterscheiden, ähnlich den Bohr'schen Bahnen.)

Erläutere den Unterschied zwischen den beiden Atommodellen.

b) Teil des Baden-Württemberger Physik-Abiturs 2012, der Laplace-Dämon



„[...] der Geist, [...] der für einen Augenblick alle Kräfte sowie die Lage und die Geschwindigkeit aller Teilchen, aus denen die Natur besteht, erfassen könnte und der genügend groß wäre, alle diese Daten einer Rechnung zugrunde zu legen, könnte die Bewegung der größten Körper des Weltalls und die der kleinsten Atome vorhersagen.

Für ihn würde nichts unbestimmt sein und die Zukunft und die Vergangenheit würden offen vor ihm liegen [...]"

(Pierre Simon de Laplace, französischer Mathematiker; nach „Essai philosophique sur les probabilités“ 1814)

- Nehmen Sie unter Verwendung der Heisenberg'schen Unbestimmtheitsrelation Stellung zum Text von Laplace.
- Erläutern Sie ein Modell, bei dem die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation von Bedeutung ist.