

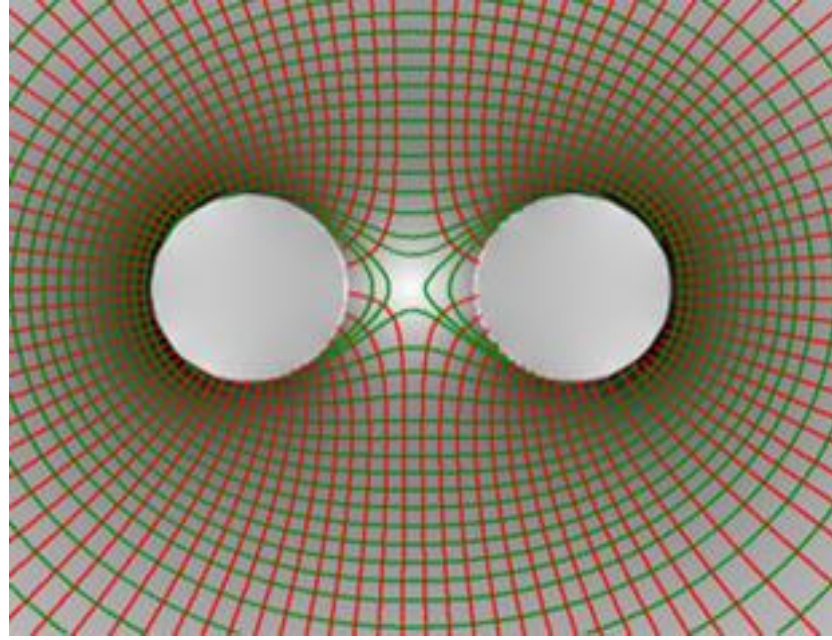
Du sollst Dir keine Bilder machen von Dingen, die im Himmel, auf der Erde, im Wasser oder unter der Erde sind.

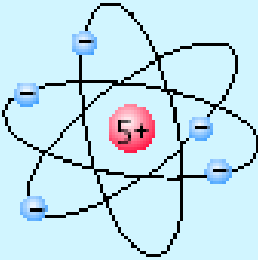
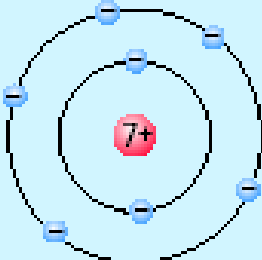
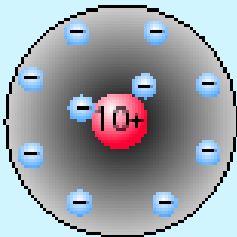
Exodus 20.4 (3. Gebot)









rutherford'sches Atommodell	bohr'sches Atommodell	quantenmechanisches Atommodell
		
<p>Elektronen kreisen auf elliptischen Bahnen um den Atomkern (Planetenmodell).</p>	<p>Es existieren stabile Bahnen, auf denen sich Elektronen strahlungsfrei befinden.</p>	<p>Die Elektronen halten sich mit bestimmter Wahrscheinlichkeit in einem Raumbereich auf.</p>
<p>Es beschreibt richtig die Masse- und Ladungsverhältnisse im Atom.</p>	<p>Es ermöglicht die Abschätzung des Atomradius und die Berechnung des Wasserstoffspektrums und führt Erkenntnisse der Quantenphysik in die Atomphysik ein.</p>	<p>Es ermöglicht die Beschreibung des Atoms in Übereinstimmung mit den Erkenntnissen der Quantentheorie.</p>
<p>Es kann die Stabilität von Atomen und die Entstehung von Spektrallinien nicht erklären.</p>	<p>Es geht im Widerspruch zur Quantenphysik von Bahnen aus und führt nur bei Wasserstoff zu richtigen Ergebnissen.</p>	<p>Es ist ein mathematisches Modell und nur sehr bedingt anschaulich zu deuten.</p>

Bilder sollen folgende Eigenschaften veranschaulichen:

- Platzbedarf
- Drehimpuls
- Magnetismus

Man soll sehen können,

- warum ein Atom in bestimmten Zuständen nicht strahlt,
- warum es in anderen Zuständen strahlt,
- ob die Strahlung stark oder schwach ist,
- ob die Strahlung linear oder zirkularpolarisiert ist.

Bilder des Atoms sind wie die Bilder von elektrischen Feldern.

Zwei Fassungen der QPh:

Matrizen

Differenzialoperatoren

Heisenbergsche
Matrizen-Mechanik

Schrödingersche
Wellen-Mechanik

Bilder sollen folgende Eigenschaften veranschaulichen:

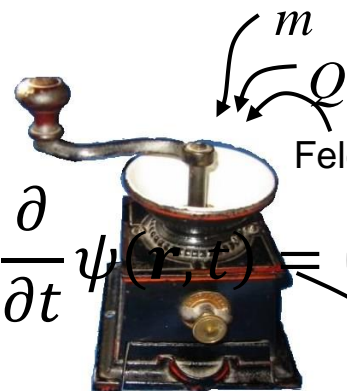
- Platzbedarf
- Drehimpuls
- Magnetismus

Man soll sehen können,

- warum ein Atom in bestimmten Zuständen nicht strahlt,
- warum es in anderen Zuständen strahlt,
- ob die Strahlung stark oder schwach ist,
- ob die Strahlung linear oder zirkularpolarisiert ist.

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\mathbf{r}, t) = \hat{H} \psi(\mathbf{r}, t)$$

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\mathbf{r}, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + V(\mathbf{r}) \right) \psi(\mathbf{r}, t)$$



m

q

Feld des Protons

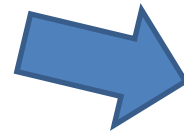
$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\mathbf{r}, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + V(\mathbf{r}) \right) \psi(\mathbf{r}, t)$$

$\psi(\mathbf{r}, t)$

Gleichung in Form einer Kontinuitätsgleichung

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\mathbf{r}, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + V(\mathbf{r}) \right) \psi(\mathbf{r}, t)$$

$$\rho = \psi^* \psi$$



$$\mathbf{j} = \frac{\hbar}{2mi} (\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j} = 0$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j} = 0$$

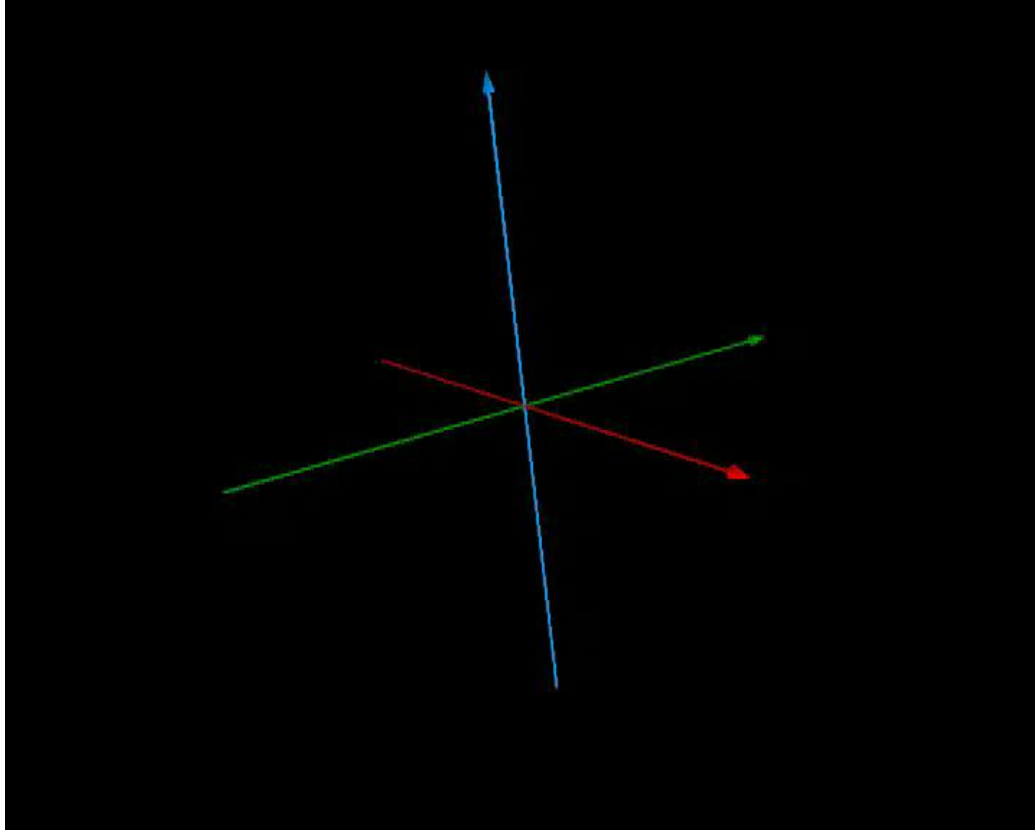
$$\frac{\partial \rho_e}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j}_e = 0 \quad \text{Kontinuitätsgleichung der Ladung}$$

$$\frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j}_m = 0 \quad \text{Kontinuitätsgleichung der Masse}$$

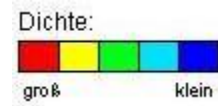
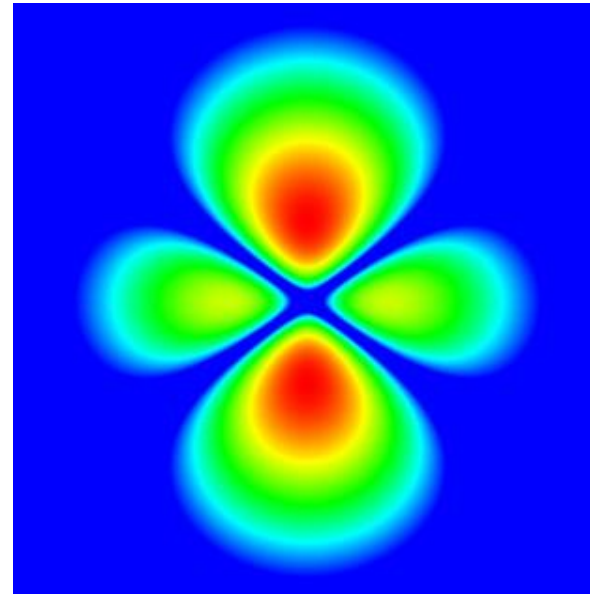
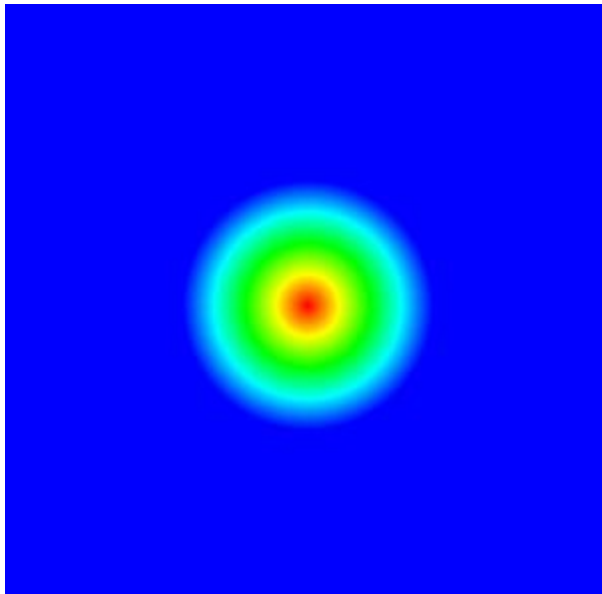
Nimmt die elektrische Ladung (Masse) in einem Raumbereich ab bzw. zu, so muss ein entsprechender Strom heraus bzw. hineinfließen.

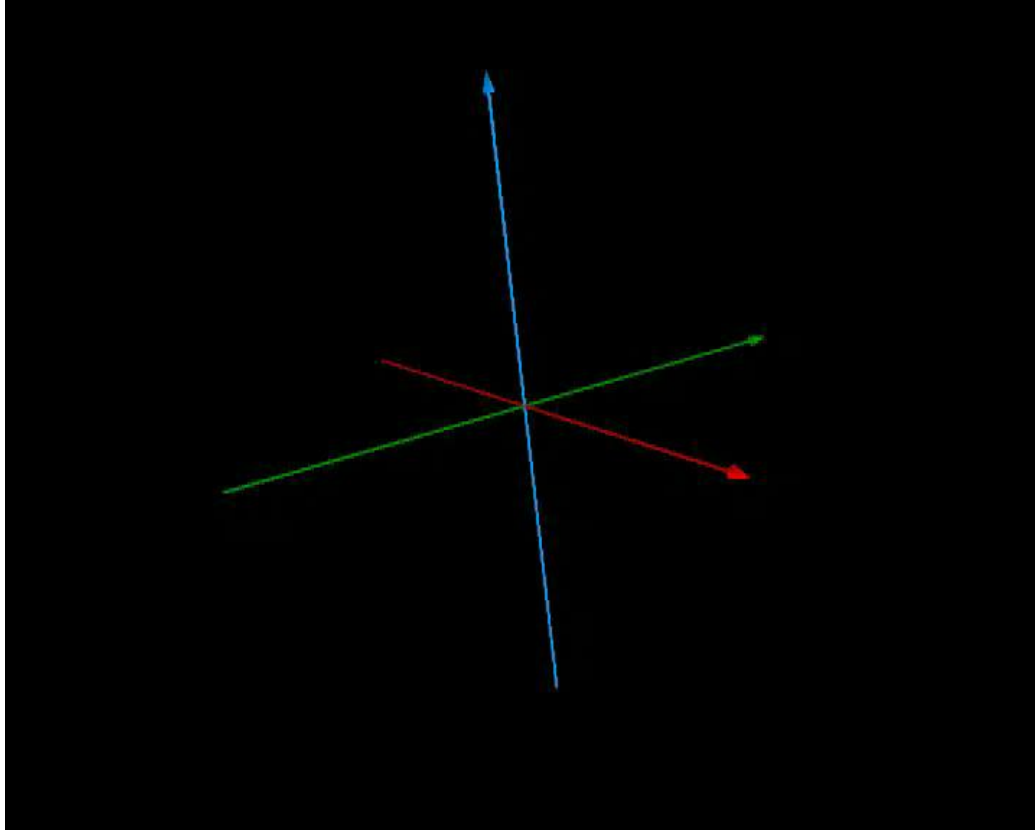
Interpretation bedeutet, dass man sich vorstellen darf:

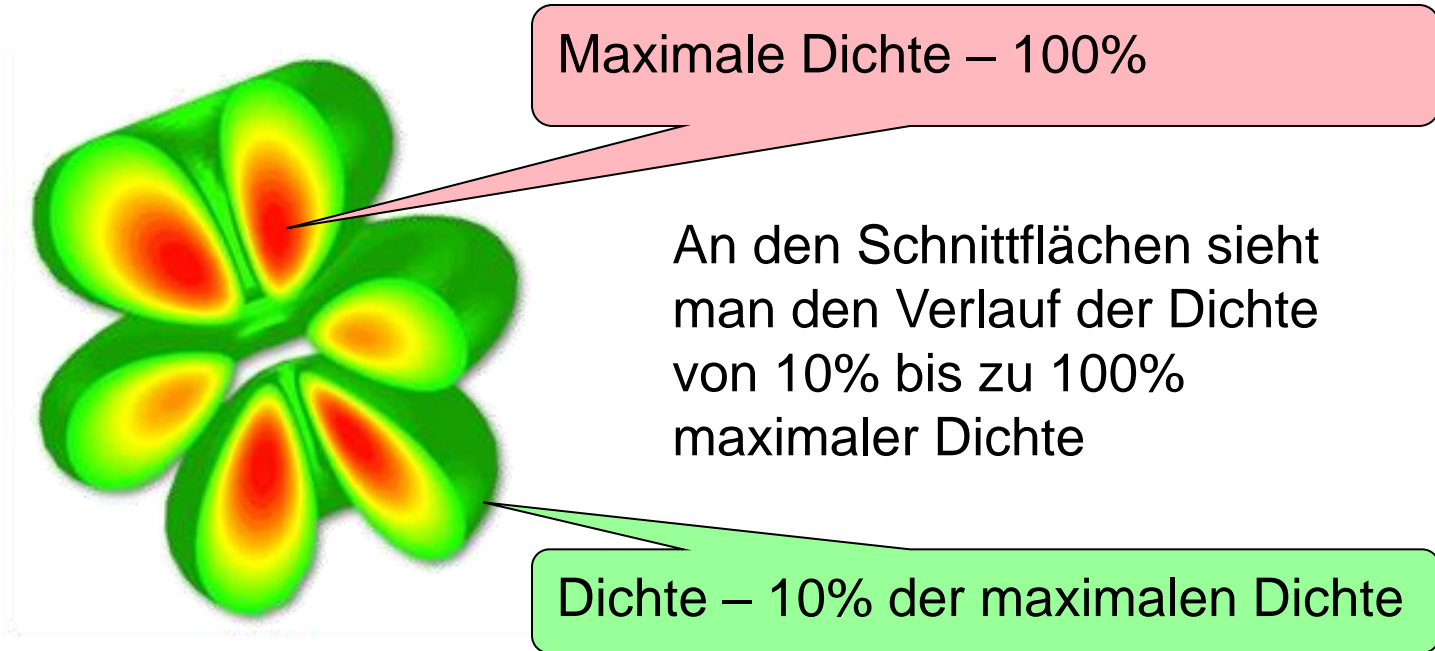
Die Hülle eines Atoms besteht aus einem kontinuierlichen, in der Nähe des Kerns verteilten Stoff, der im Allgemeinen auch strömt. Wir nennen diesen Stoff **Elektronium**.

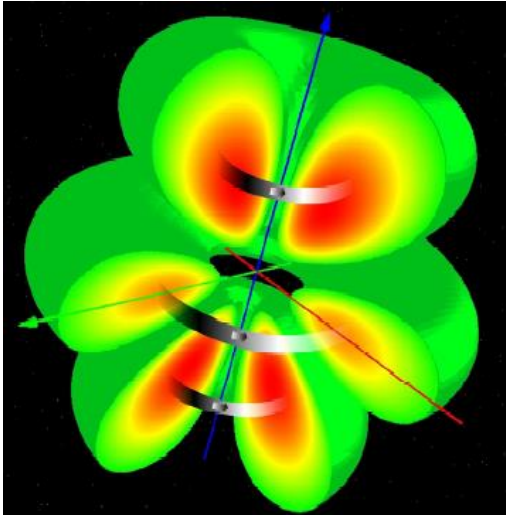


Dichte-Bilder









Verteilung des
Elektroniums

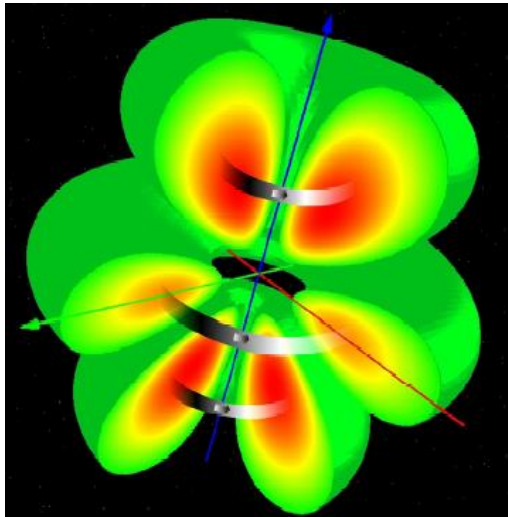
$$\rho = \psi^* \psi$$

Drehimpuls

Magnetisches
Moment

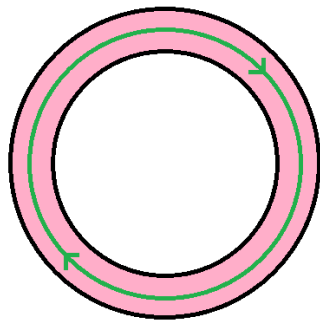
$$\mathbf{j} = \frac{\hbar}{2mi} (\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*)$$

Strömen des
Elektroniums

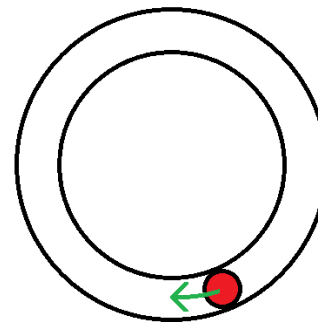


$$\rho = \psi^* \psi$$

$$\mathbf{j} = \frac{\hbar}{2mi} (\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*)$$



$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$$



$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \neq 0$$



Wo ist die Brezel im
Teig?

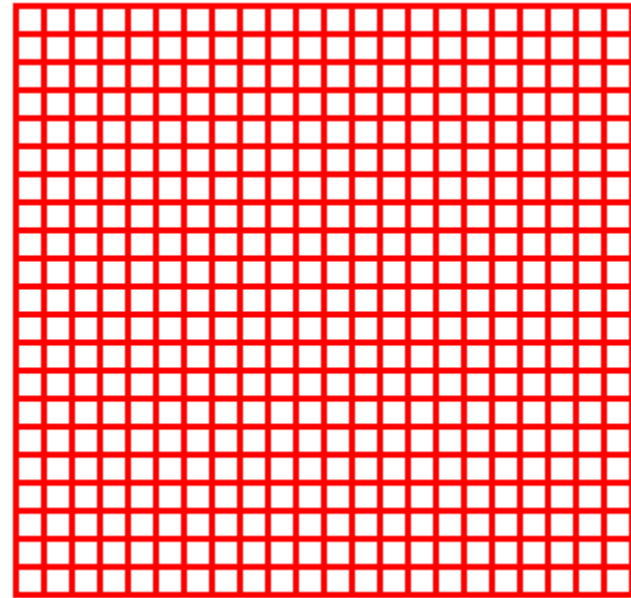
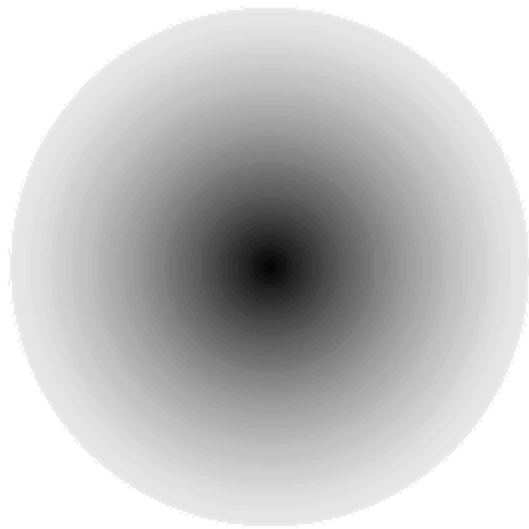


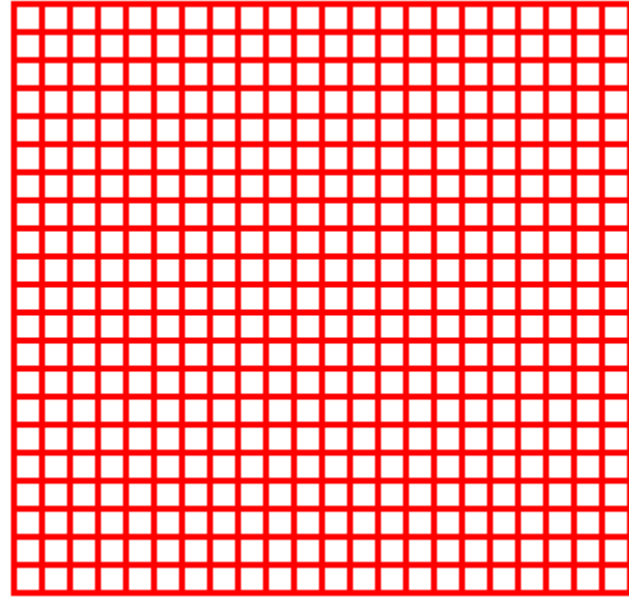
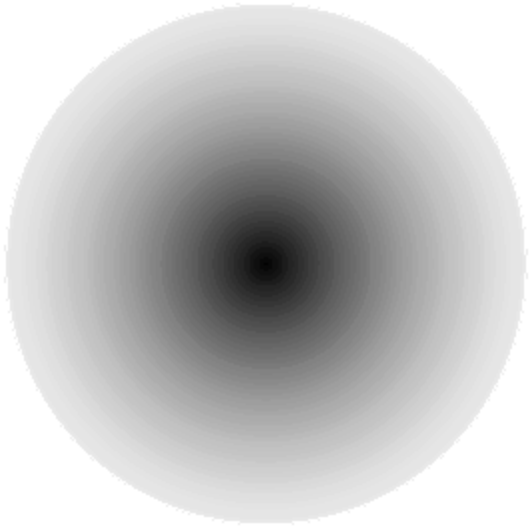
$$\varrho = \psi^* \psi$$

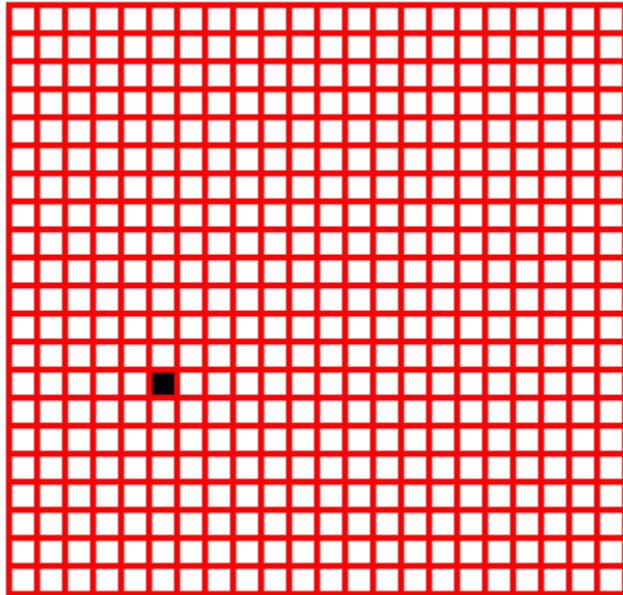
Wahrscheinlichkeitsdichte

$$\mathbf{j} = \frac{\hbar}{2mi} (\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*)$$

Wahrscheinlichkeitsdichteströmung







War das Elektron unmittelbar vor der Messung schon an diesem Ort?

Die Elementarportionen des Elektroniums: Elektronen

Bilder sollen folgende Eigenschaften veranschaulichen:

- ✓ Platzbedarf
 - ✓ Drehimpuls
 - ✓ Magnetismus
-
- Man soll sehen können,
 - warum ein Atom in bestimmten Zuständen nicht strahlt,
 - warum es in anderen Zuständen strahlt,
 - ob die Strahlung stark oder schwach ist,
 - ob die Strahlung linear oder zirkularpolarisiert ist.

Literatur Das Elektroniummodell

Bronner, P. - Hauptmann, H. – Herrmann, F.

Wie sieht ein Atom aus?; Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule; Heft 2/55; 2006

Pohlig, M. Ströme in der Atomhülle; Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule; Heft 1/61; 2012

Döring W. Atomphysik und Quantenphysik, II Die allgemeine Gesetze, Walter de Gruyter, Berlin 1976, S.20

Gosh S.K. Deb B.M.

Densities, density-functionals and electron fluids. Physics Reports 92 (1982) S. 1-44

Herrmann, F. KPK Band 3, Aulis

Schrödinger, E Über das Verhältnis der Heisenberg-Born-Jordanschen Quantenmechanik und zu der meinen. Ann. d. Phys. (4) 79,734 (1926)