
Arbeitsblatt V/2: Version für die Lehrkraft

Vergleich zweier Atommodelle

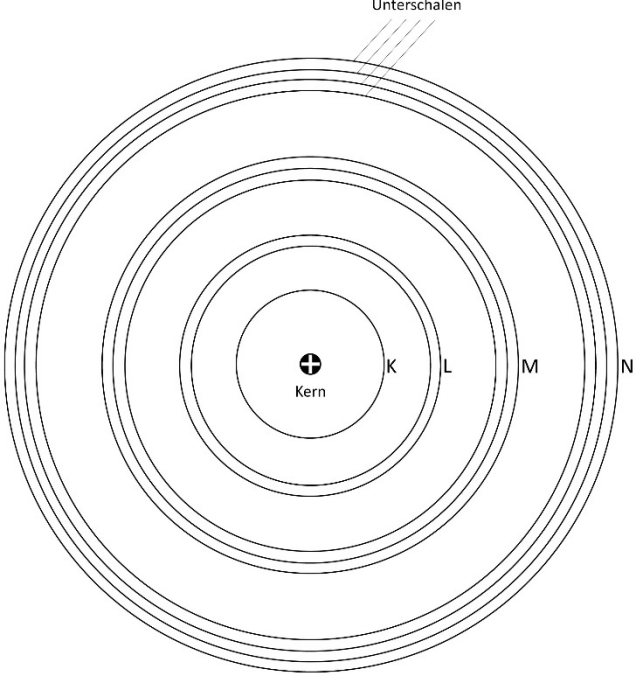
Anmerkung für die Lehrkraft: Das vorliegende Arbeitsblatt beruht auf der Lernmethode „Holistische Konfrontation mentaler Modelle“ (Holistic Mental Modell Confrontation), die sich als besonders lernwirksam erwiesen hat¹. Das Erlernen eines neuen wissenschaftlichen Modells geht dann sehr effizient vor sich, wenn die Lernenden das korrekte wissenschaftliche Modell mit einem sogenannten „Laienmodell“ vergleichen. In unserem Fall wird das korrekte wissenschaftliche Modell für die Elektronenhülle der Atome (Orbitalmodell) nicht mit einem „Laienmodell“, sondern mit dem älteren Schalenmodell von Bohr verglichen.

Die Schülerinnen und Schüler werden mit gezielten Fragen angeleitet, beide Modelle zu vergleichen, um das Gelernte zu vertiefen. Insbesondere soll diese Konfrontation beider Modelle es ihnen ermöglichen, die Qualitäten und auch den hohen erkenntnistheoretischen Wert des Orbitalmodells zu erarbeiten und sich zu eigen zu machen.

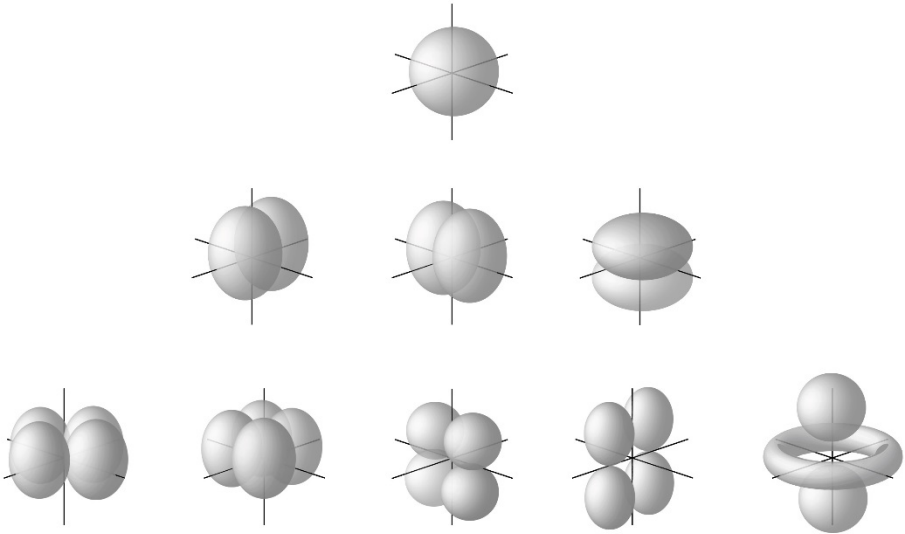
¹ S. Gadgil, T.J. Nokes-Malach and M.T.H. Chi, *Effectiveness of holistic mental model confrontation in driving conceptual change*, Learning and Instruction 22 (2012) 47-61

Auftrag 1: Auf den folgenden zwei Seiten finden Sie eine kurze Beschreibung der beiden von uns diskutierten Atommodelle mit ihren wichtigsten Merkmalen. Studieren Sie zuerst die beiden Modelle sorgfältig.

1. Bohr'sches Schalenmodell

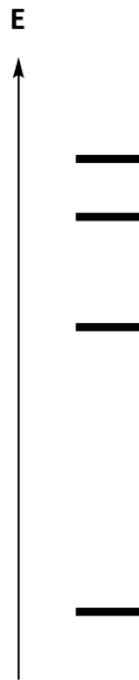

Merkmale
1. Postulat von Bohr: Elektronen in Atomen können sich nur auf bestimmten Bahnen um den Atomkern bewegen.
Die Bahnen der Elektronen weisen genau definierte Radien auf.
2. Postulat von Bohr: Elektronen in Atomen können ihren Zustand nur so ändern, dass sie von einer Bahn zu einer anderen wechseln.

2. Orbitalmodell

	
Merkmale	
Der Wellencharakter der Elektronen steht in diesem Atommodell im Vordergrund. Elektronen werden demnach durch eine Wellengleichung beschrieben (Schrödingergleichung).	
Die negativ geladenen Elektronen in einem Atom sind durch die Anziehung zum positiv geladenen Kern im Atom eingesperrt. Eingesperrte Wellen können nur ganz bestimmte Schwingungszustände einnehmen.	
Elektronen in Atomen können ihren Zustand ändern, indem sie von einem Schwingungszustand in einen anderen wechseln.	
Der Ort und die Geschwindigkeit eines Elektrons sind im Orbitalmodell nicht bestimmt. Aus der Schrödingergleichung kann jedoch die Wahrscheinlichkeit berechnet werden, mit der sich ein Elektron an einem bestimmten Ort aufhält (Aufenthaltswahrscheinlichkeit).	
Teile des Raumes, in denen sich ein Elektron mit hoher Wahrscheinlichkeit aufhält, werden als Orbitale bezeichnet.	

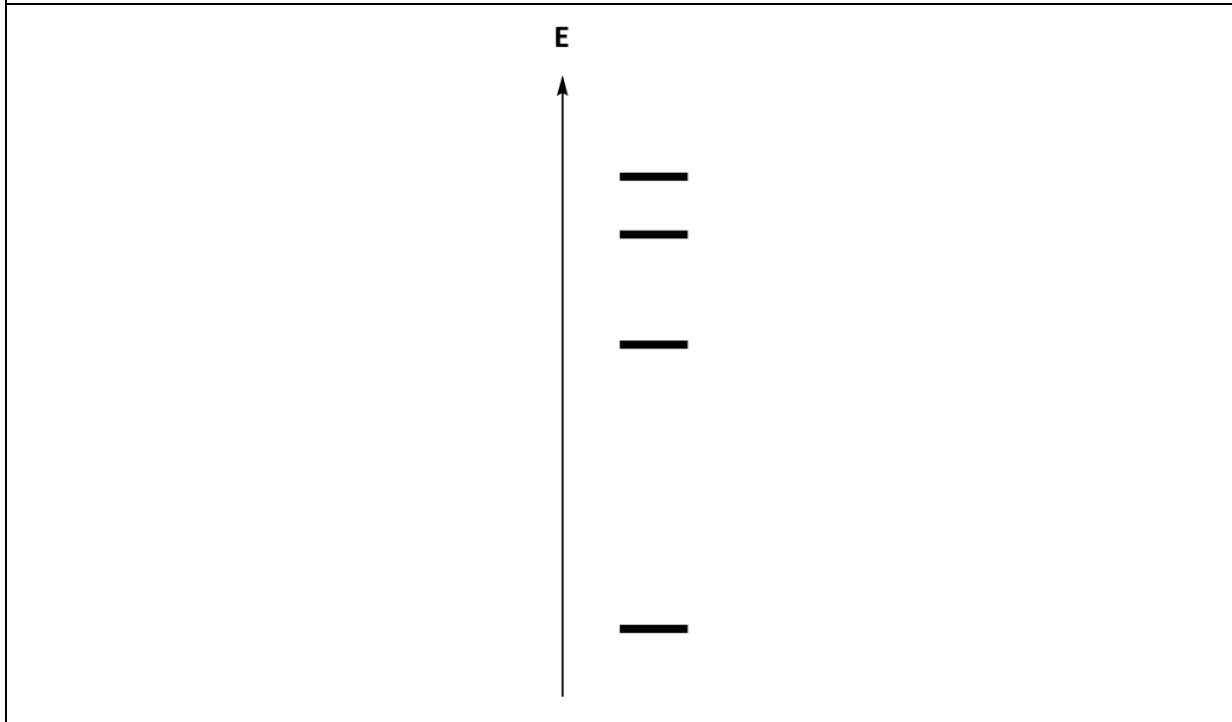
Auftrag 2: Nun sollten Sie die beiden Atommodelle anhand der unten aufgeführten Fragen vergleichen. Achten Sie bitte hierbei auf klare und exakte Formulierung.

Frage 1: Wird das sprunghafte (diskrete) Verhalten der Elektronen in Atomen (Schalenstruktur der Elektronenhülle) durch das jeweilige Atommodell **korrekt beschrieben**? Begründen Sie Ihre Aussage.



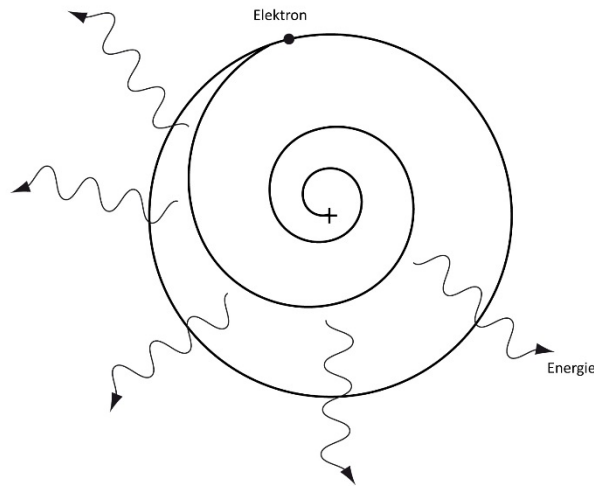
Schalenmodell	Orbitalmodell
<p>Ja, die Elektronen können sich nur auf bestimmten Bahnen bewegen und ihren Zustand somit nur sprunghaft ändern. Bei Zufuhr von Energie (Wärmeenergie, UV-Strahlung, etc.) wechseln die Elektronen auf eine höhere Bahn.</p>	<p>Ja, die Elektronen werden als dreidimensionale stehende Wellen beschrieben, die nur bestimmte Schwingungszustände einnehmen und ihren Zustand somit nur sprunghaft ändern können. Bei Zufuhr von Energie (Wärmeenergie, UV-Strahlung, etc.) wechseln die Elektronen zu einem energiereicheren Schwingungszustand über.</p>

Frage 2: Wird das sprunghafte Verhalten der Elektronen in Atomen (Schalenstruktur der Elektronenhülle) durch das jeweilige Atommodell **ursächlich** erklärt? Begründen Sie Ihre Aussage.



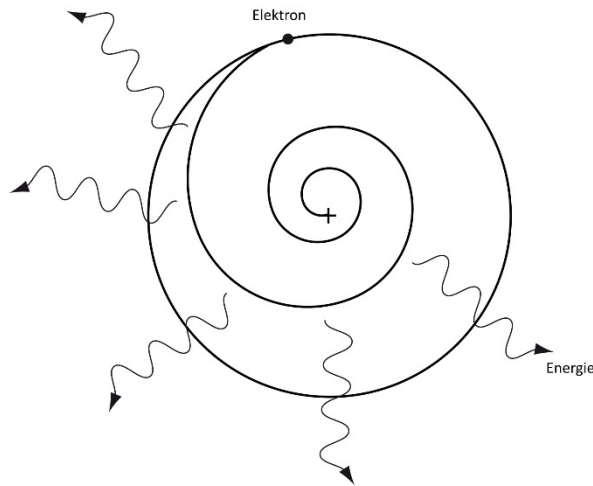
Schalenmodell	Orbitalmodell
<p>Nein, im Bohr'schen Schalenmodell wird keine Ursache für das sprunghafte Verhalten der Elektronen in Atomen angegeben. Dieses Verhalten wird lediglich postuliert, um die Experimente zu Ionisierungsenergien und Flammenfarben erklären zu können.</p>	<p>Ja, das sprunghafte Verhalten der Elektronen folgt direkt aus dem Wellencharakter der Elektronen. Eingesperrte Wellen können nur bestimmte Schwingungszustände einnehmen. Für die Erklärung des sprunghaften Verhaltens der Elektronen in Atomen sind im Orbitalmodell keine zusätzlichen Postulate oder Annahmen notwendig.</p>

Frage 3: Wird die Tatsache, dass das negativ geladene Elektron **nicht** in den positiv geladenen Kern einstürzt, durch das jeweilige Atommodell **korrekt beschrieben**? Begründen Sie Ihre Aussage.



Schalenmodell	Orbitalmodell
<p>Ja, entsprechend dem ersten Postulat von Bohr können sich die Elektronen nur auf bestimmten Bahnen mit genau vorgegebenen Radien bewegen.</p>	<p>Ja, die stehenden Wellen können nur bestimmte Schwingungszustände einnehmen, von denen kein einziger im Atomkern liegt.</p>

Frage 4: Wird die Tatsache, dass das negativ geladene Elektron **nicht** in den positiv geladenen Kern einstürzt, durch das jeweilige Atommodell **ursächlich erklärt**? Begründen Sie Ihre Aussage.

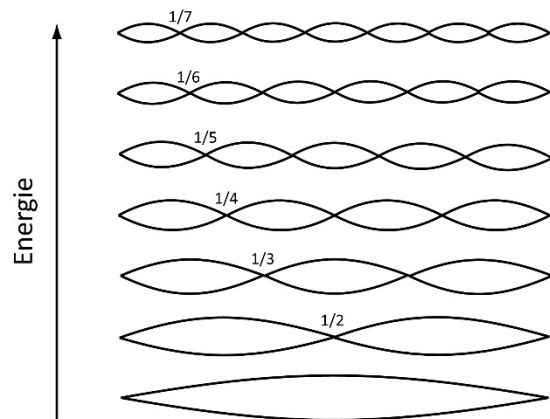


Schalenmodell

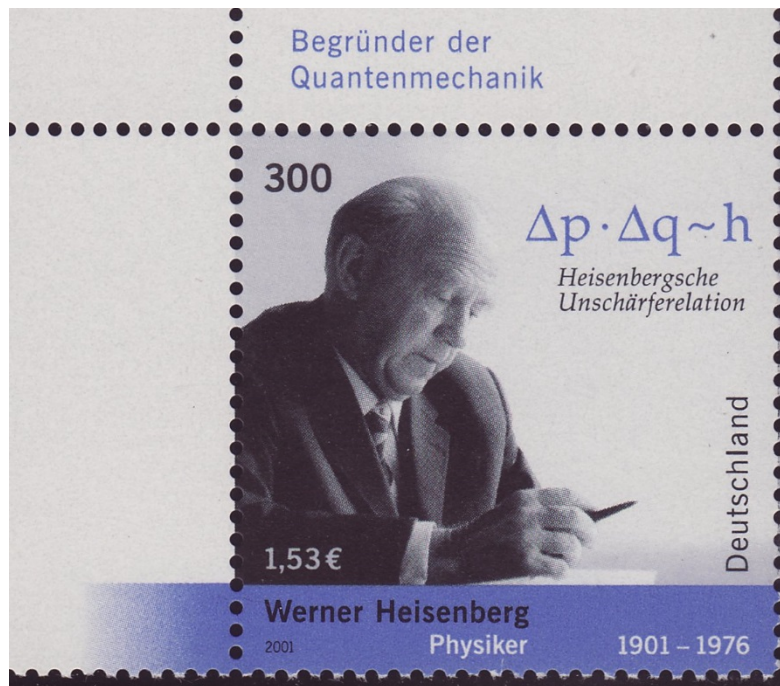
Nein, auch hier wird diese Tatsache nicht ursächlich erklärt, sondern lediglich postuliert.

Orbitalmodell

Ja, eine stehende Welle kann nicht in den Kern einstürzen. Der tiefste mögliche Energiezustand des Elektrons als Welle ist nämlich die Grundschiwingung, und ein in den Kern eingestürztes Elektron müsste eine noch viel tiefere Energie als die der Grundschiwingung aufweisen.



Frage 5: Steht das jeweilige Atommodell im Einklang mit der Heisenberg'schen Unschärfebeziehung? Begründen Sie Ihre Aussage.



Schalenmodell	Orbitalmodell
<p>Nein, das Schalenmodell steht im direkten Widerspruch zur Unschärfebeziehung. Würde sich das Elektron auf einer definierten Umlaufbahn um den Kern bewegen, so könnte man seine Geschwindigkeit bestimmen und damit auch den Ort ausrechnen.</p>	<p>Ja, aus der Schrödingergleichung kann lediglich die Aufenthaltswahrscheinlichkeit, nicht aber der genaue Ort und die genaue Geschwindigkeit berechnet werden.</p>