****

**Arbeitsauftrag Gruppe 1**

PA oder GA

**Zeit: 30 Minuten**

Sie haben die Aufgabe, für sich und Ihre Mitschüler eine Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte des Films zum Schalenmodell (Bohr´schen Atommodell) zu erstellen. Ihre Erarbeitung wird kopiert und so allen Mitschülern als Ersatz eines Tafelaufschriebs zur Verfügung gestellt. Werden von mehreren Gruppen Tafelaufschriebe erstellt, werden alle kopiert.

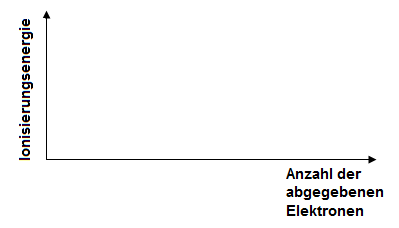
Ein wichtiger Punkt vorweg:

Wie aus dem Film hervorgeht, erfolgte die Entwicklung des Schalenmodells auf für die Naturwissenschaften klassischem Wege (V-B-E):

Bohr hat Versuche (V) durchgeführt, diese beobachtet (B) und anschließend eine Erklärung (E) auf Teilchenebene gesucht. Seine Versuchsergebnisse konnten nicht durch das Atommodell von Rutherford erklärt werden, was Bohr zur Entwicklung einer neuen Vorstellung vom Aufbau der Atomhülle veranlasste.

Berücksichtigen Sie bei der Erstellung des Tafelaufschriebs folgende Aspekte:

* Stellen Sie die Entwicklung des Schalenmodells mittels V-B-E dar. Zeigen Sie – analog zum Film – exemplarisch die Versuche am Magnesium-Teilchen
* Binden Sie folgendes Diagramm – angewandt auf das Magnesium-Teilchen – in Ihre Beobachtung ein:



* Stellen Sie sicher, dass sich die in der „Ich-kann-Liste“ aufgeführten Inhalte in Ihrem Tafelaufschrieb wiederfinden.

**Arbeitsauftrag Gruppe 2**

PA oder GA

**Zeit: 30 Minuten**

* Informieren Sie sich durch die nachfolgende Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte des Films zum Schalenmodell über den Aufbau der Atomhülle nach den Vorstellungen von Bohr.
* Klären Sie Fragen innerhalb der Gruppe oder mit Mitschülern, die sich auch zur Gruppe 2 zusammengeschlossen haben, bis Sie die Aussagen der „Ich-kann-Liste“ positiv beantworten können.

**Das Schalenmodell (Bohr´sches Atommodell)**

Das Bohr´sche Atommodell ist eine Weiterentwicklung des Atommodells von Rutherford. Die Elektronen kreisen nicht – wie dort dargestellt – „irgendwie“ um den Kern, sondern in einer bestimmten Ordnung, nämlich in getrennten, übereinander liegenden Bahnen, auch Schalen genannt.

Die Anzahl der Schalen ist unterschiedlich – abhängig vom jeweiligen Element. Es gibt maximal sieben Schalen – sie werden von innen nach außen mit den Buchstaben K bis Q bezeichnet.

Warum eigentlich Schalen? Die **Schalen** sind Sinnbild für die **unterschiedlichen Energieniveaus** der Elektronen in der Atomhülle (s. Abb.1). Von innen nach außen nimmt die Energie der Elektronen in den jeweiligen Schalen zu.



Abb.1

Mit dem Schalenmodell kann man bestimmte Eigenschaften von Atomen erklären. Bohr führte Experimente zur Ionisierung von Teilchen durch. Unter Ionisierung versteht man die Entfernung eines Elektrons aus der Atomhülle. Aus einem Atom entsteht ein positiv geladenes **Ion**, also ein elektrisch geladenes Teilchen, bei dem die Anzahl der Protonen im Kern nicht mit der Anzahl der Elektronen in der Atomhülle übereinstimmt.

Dies wird am Beispiel eines Magnesium-Teilchens deutlich (s. Abb. 2):

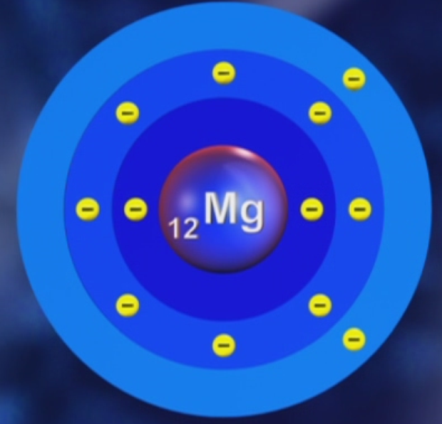
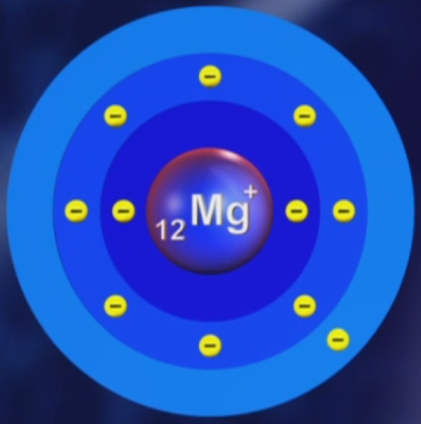


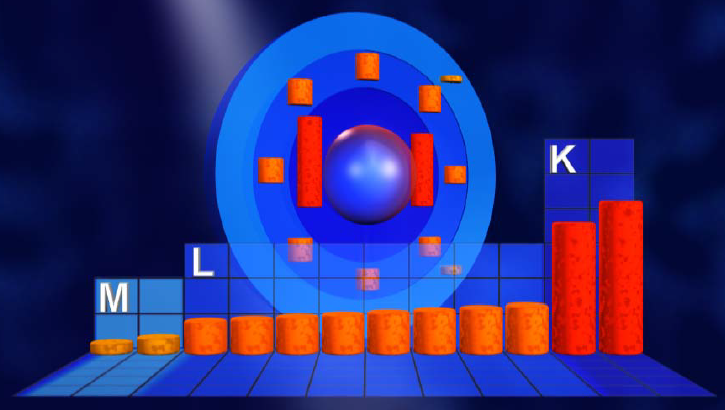
Abb.2

Magnesium-Ion

Magnesium-Atom

Hierfür ist Energie – die sogenannte **Ionisierungsenergie** notwendig. Diese ist beim Herauslösen des ersten Elektrons aus dem Atomverband relativ klein, weil das eine Elektron in der Außenschale (hier der M-Schale) vom Kern nicht sehr stark festgehalten wird. Wenn das zweite Elektron aus der Außenschale herausgelöst wird, ist bereits etwas mehr Energie nötig. Dies liegt daran, dass die 12 Protonen im Kern des Mg-Ions nunmehr ihre Anziehungskraft auf 11 statt auf ursprünglich 12 Elektronen auswirken können. Die Elektronen werden also stärker angezogen.

Man stellt fest, dass für das Herauslösen des ersten Elektrons aus der nächsten Schale wesentlich mehr Energie notwendig ist, die Höhe der Ionisierungsenergie macht also einen Sprung. Der Grund liegt darin, dass die acht Elektronen der L-Schale deutlich dichter am Kern liegen als die Elektronen der M-Schale. Sie werden deshalb mit höherer Kraft von den Protonen festgehalten. Die Entfernung des zweiten Elektrons aus der L-Schale benötigt wieder etwas mehr Energie als die Entfernung des ersten Elektrons aus der L-Schale. Diese Beobachtung führt sich fort, bis alle Elektronen dieser Schale herausgelöst sind.



Die beiden Elektronen der K-Schale werden noch ungleich stärker vom Kern festgehalten. Es braucht eine sehr hohe Ionisierungsenergie, um ein Elektron aus der K-Schale herauszulösen. Abb. 3 zeigt die beschriebene Zunahme der Ionisierungsenergie.

Abb.3

Die Ionisierungsenergie, die nötig ist, um Elektronen aus der Hülle eines Kerns zu entfernen, macht also deutliche Sprünge. Das führte zu Bohrs Bild von den Elektronenschalen.

**Arbeitsauftrag Gruppe 3**

„Runder Tisch“ mit Lehrkraft und S

**Zeit: 30 Minuten**

Nachfolgend finden Sie eine Zusammenfassung der Inhalte zum Schalenmodell über den Aufbau der Atomhülle nach den Vorstellungen von Bohr. Diese werden wir nun gemeinsam schrittweise durcharbeiten.

Ziel ist es, dass Sie am Ende die Aussagen der „Ich-kann-Liste“ positiv beantworten können. Zögern Sie daher nicht, Fragen zu stellen, falls Ihnen etwas unklar ist.

**Das Schalenmodell (Bohr´sches Atommodell)**

Das Bohr´sche Atommodell ist eine Weiterentwicklung des Atommodells von Rutherford. Die Elektronen kreisen nicht – wie dort dargestellt – „irgendwie“ um den Kern, sondern in einer bestimmten Ordnung, nämlich in getrennten, übereinander liegenden Bahnen, auch Schalen genannt.

Die Anzahl der Schalen ist unterschiedlich – abhängig vom jeweiligen Element. Es gibt maximal sieben Schalen – sie werden von innen nach außen mit den Buchstaben K bis Q bezeichnet.

Warum eigentlich Schalen? Die **Schalen** sind Sinnbild für die **unterschiedlichen Energieniveaus** der Elektronen in der Atomhülle (s. Abb.1). Von innen nach außen nimmt die Energie der Elektronen in den jeweiligen Schalen zu.



Abb.1

Mit dem Schalenmodell kann man bestimmte Eigenschaften von Atomen erklären. Bohr führte Experimente zur Ionisierung von Teilchen durch. Unter Ionisierung versteht man die Entfernung eines Elektrons aus der Atomhülle. Aus einem Atom entsteht ein positiv geladenes **Ion**, also ein elektrisch geladenes Teilchen, bei dem die Anzahl der Protonen im Kern nicht mit der Anzahl der Elektronen in der Atomhülle übereinstimmt.

Dies wird am Beispiel eines Magnesium-Teilchens deutlich (s. Abb. 2):

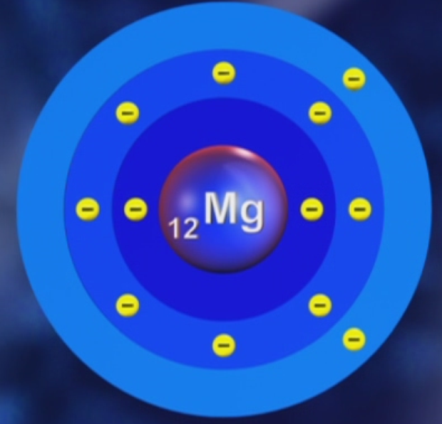
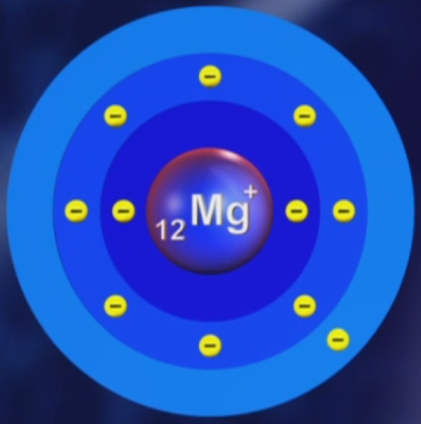


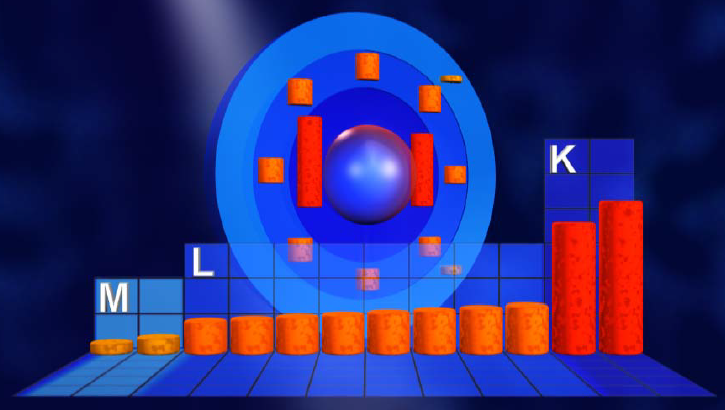
Abb.2

Magnesium-Ion

Magnesium-Atom

Hierfür ist Energie – die sogenannte **Ionisierungsenergie** notwendig. Diese ist beim Herauslösen des ersten Elektrons aus dem Atomverband relativ klein, weil das eine Elektron in der Außenschale (hier der M-Schale) vom Kern nicht sehr stark festgehalten wird. Wenn das zweite Elektron aus der Außenschale herausgelöst wird, ist bereits etwas mehr Energie nötig. Dies liegt daran, dass die 12 Protonen im Kern des Mg-Ions nunmehr ihre Anziehungskraft auf 11 statt auf ursprünglich 12 Elektronen auswirken können. Die Elektronen werden also stärker angezogen.

Man stellt fest, dass für das Herauslösen des ersten Elektrons aus der nächsten Schale wesentlich mehr Energie notwendig ist, die Höhe der Ionisierungsenergie macht also einen Sprung. Der Grund liegt darin, dass die acht Elektronen der L-Schale deutlich dichter am Kern liegen als die Elektronen der M-Schale. Sie werden deshalb mit höherer Kraft von den Protonen festgehalten. Die Entfernung des zweiten Elektrons aus der L-Schale benötigt wieder etwas mehr Energie als die Entfernung des ersten Elektrons aus der L-Schale. Diese Beobachtung führt sich fort, bis alle Elektronen dieser Schale herausgelöst sind.



Die beiden Elektronen der K-Schale werden noch ungleich stärker vom Kern festgehalten. Es braucht eine sehr hohe Ionisierungsenergie, um ein Elektron aus der K-Schale herauszulösen. Abb. 3 zeigt die beschriebene Zunahme der Ionisierungsenergie.

Abb.3

Die Ionisierungsenergie, die nötig ist, um Elektronen aus der Hülle eines Kerns zu entfernen, macht also deutliche Sprünge. Das führte zu Bohrs Bild von den Elektronenschalen.

**Erwartungshorizont zum Arbeitsauftrag Gruppe 1**

Durch Entfernen von einem oder mehreren Elektronen aus der Hülle eines Atoms entsteht ein geladenes Teilchen – ein Ion. Dieses ist in diesem Fall positiv geladen.

**Das Schalenmodell**

= Energie, die aufgewendet werden

muss, um ein Elektron aus der

Atomhülle zu entfernen



Bohr misst die Ionisierungsenergien eines Magnesium-Teilchens



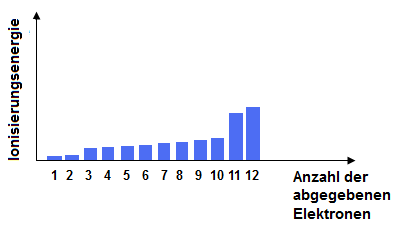
* Die Ionisierungsenergien zur Entfernung der Elektronen steigen vom ersten bis zum 12.

Elektron an.

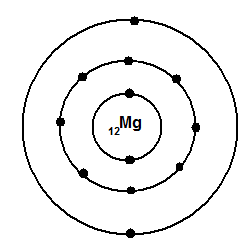
* Der Anstieg ist nicht durchgängig kontinuierlich, sondern zeigt zwei Sprünge
* Die Ionisierungsenerge zur Entfernung des Elektrons Nr. 1 ist relativ klein, die des

Elektrons Nr. 2 etwas größer

* Zur Entfernung des Elektrons Nr. 3 ist eine deutlich höhere Ionisierungsenergie nötig – die Ionisierungsenergie macht einen deutlichen Sprung
* Bei der Entfernung der nächsten sieben Elektronen (Nr. 4 bis 10) steigen die Ionisierungsenergien lediglich um jeweils einen geringen Betrag an
* Wie bei Elektron Nr. 3 kommt es bei Elektron Nr. 11 zu einem weiteren deutlichen Sprung der Ionisierungsenergie
* Elektron Nr. 12 zeigt die größte Ionisierungsenergie





Die Elektronen kreisen nicht „irgendwie“ (wie im Atommodell von Rutherford) , sondern in Schalen um den Atomkern. Schalen entsprechen Energieniveaus 🡪 Energie der Elektronen nimmt von innen nach außen zu.

Zwei Elektronen auf der äußersten Schale 🡪werden vom Kern am wenigsten angezogen 🡪vergleichsweise geringe Ionisierungsenergie nötig.

Ionisierungsenergien nehmen mit jedem entfernten Elektron zu, da die Anziehungskraft des Kerns sich auf immer weniger Elektronen auswirken kann.

Acht Elektronen auf der zweiten Schale 🡪sind näher am Kern 🡪werden stärker angezogen 🡪 Sprung der Ionisierungsenergie vom zweiten zum dritten Elektron, das entfernt wird.

Zwei Elektronen auf der innersten Schale 🡪sind sehr nah am Kern 🡪werden besonders starkt angezogen 🡪 Sprung der Ionisierungsenergie vom 10. Zum 11. Elektron, das entfernt wird.