

Atombau

Schon von den alten Griechen (Demokrit) wurde postuliert, dass es kleinste unteilbare Teilchen geben musste. Erst die Physiker und Chemiker der Neuzeit gingen wissenschaftlich der Frage nach, wie diese Atome im Inneren aufgebaut sein könnten.

Erst Anfang des letzten Jahrhunderts, also erst vor einhundert Jahren, stellte sich heraus, dass es einen Atomkern mit Neutronen (n), Protonen (p) und Elektronen (e⁻) gibt, die sich um diesen Kern bewegen. Es kostete die Physiker und Chemiker eine Menge Kopfzerbrechen und bedurfte vieler intelligenter Experimente, bis man den Aufbau von Kern und Elektronenhülle verstanden hatte. Dabei stellte sich unter anderem heraus, dass die Elektronen alle außerhalb des Atomkerns liegen und nahezu den gesamten Raum des Atoms benötigen. Der Atomkern selbst nimmt nur weniger als ein Tausendstel des Raumes eines Atoms ein.

In dieser Lerneinheit geht es darum, zu lernen, wie sich die Kernbestandteile, Neutronen und Protonen sowie die Elektronenschale bei den unterschiedlichen Atomsorten (Elementen) auf die Atome verteilen und welche chemischen Eigenschaften, wie z.B. die Bindungsfähigkeit, sich davon ableiten. Anhand der Atommodelle von Toytonics wird in dieser Lerneinheit der Aufbau der ersten und zweiten Elektronenhülle erarbeitet.

Übungen mit den Modellen

Erklärung 1): Ermittlung der Anzahl der Protonen und Elektronen in einem Atom

Die Anzahl von Protonen (p), Neutronen (n) und Elektronen (e⁻) können von zwei Kennzahlen eines jeden Elementes abgeleitet werden. Die Ordnungszahl (steht vor dem Atomsymbol links unten) gibt an, wie viele Protonen ein Atom eines Elementes hat. Da sich die Ladungen ausgleichen, muss für jedes positiv geladene Proton im Kern auch genau ein negativ geladenes Elektron in der Elektronenhülle vorhanden sein. So kann man aus der Zahl der Protonen auch direkt schließen, wie viele Elektronen im Atom vorhanden sind.

Ordnungszahl (kleinere Zahl unten vor dem Symbol) = Zahl der Protonen (p) = Zahl der Elektronen (e⁻)

Erklärung 2): Ermittlung der Zahl der Neutronen im Atomkern

Die Masse eines Atoms besteht fast ausschließlich aus der Masse des Atomkerns, also der Masse der Neutronen und Protonen. Die Elektronen tragen nur zu weniger als einem Tausendstel zu der Gesamtmasse bei und können daher nahezu vernachlässigt werden. Neutronen und Protonen haben fast eine annähernd identische Masse von einem „u“, was einem Gewicht von ungefähr $1,66 \times 10^{-27}$ kg entspricht. Mit jedem weiteren zusätzlichem Neutron oder Proton wächst die Masse eines Atoms ungefähr um 1 u. Das ist der Grund, warum die gerundete Zahl der Atommasse der Gesamtzahl von allen Neutronen und Protonen eines Atoms entspricht. Deshalb ist es möglich, die Zahl der Neutronen auszurechnen, indem man die Zahl der Protonen von der gerundeten Zahl der Atommasse abzieht. Denke daran, dass die Ordnungszahl gleich der Anzahl der Protonen ist. Daraus folgt, dass man einfach rechnen kann:

Massenzahl - Ordnungszahl = Zahl der Neutronen (n)

Für das unten angegebene Beispiel des Stickstoffes (N) bedeutet dies:

Ordnungszahl von Stickstoff ist 7, was 7 Protonen und 7 Elektronen entspricht. Die gerundete Zahl der Atommasse ist 14, daraus folgt für Stickstoff:

14 - 7 Protonen = 7 Neutronen

Vorgehensweise bei der Elektronenverteilung am Beispiel des Stickstoffs (N)

Schritt 1: Verteilung der ersten beiden von insgesamt sieben Elektronen beim Stickstoff-Atom

Die erste kugelförmig geformte Elektronenschale mit Platz für nur zwei Elektronen, die schon als e⁻ eingezeichnet sind.

Die zweite Elektronenschale mit vier birnenförmigen Plätzen für je zwei Elektronen. Beim Stickstoff-Atom müssen fünf weitere Elektronen auf dieser Schale verteilt werden.

Anzahl von Protonen (p) und Neutronen (n). Beim Stickstoff-Atom:
7 Protonen (7 p) und 7 Neutronen (7 n)

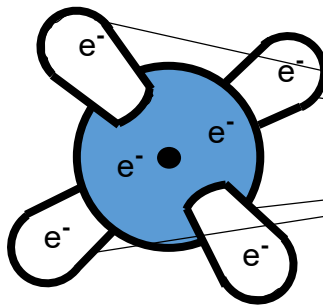
Zahl der Protonen = Gesamtzahl der Elektronen (e⁻) = 7 e⁻

Erklärung 3): Besetzung der ersten Elektronenschale

Die ersten beiden Elektronen werden nacheinander in die erste Schale eingezeichnet, die als innerer Kreis um den Atomkern gezeichnet ist und den Platz für genau zwei Elektronen darstellt. Mit der Besetzung von

zwei Elektronen ist diese erste Schale voll. Alle weiteren Elektronen müssen dann auf die Plätze der darauffolgenden Schalen verteilt werden.

Schritt 2: Verteilung der folgenden vier Elektronen beim Stickstoff-Atom



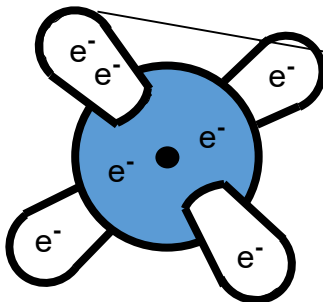
Zweite Schale mit vier Plätzen für maximal je zwei Elektronen, auf die beim Stickstoff-Atom die ersten vier zunächst einzeln auf die vier Plätze verteilt werden und dann noch ein weiteres Elektron platziert werden muss.

e^- gesamt	$7 e^-$
1. Schale	$2 e^-$
2. Schale	$4 e^-$ (noch unvollständig, da das 7. Elektron noch nicht platziert worden ist.)

Erklärung 4): Verteilung der Elektronen in der zweiten Elektronen-Schale

Dann beginnt man, das dritte bis sechste Elektron auf die zweite Schale zu verteilen. Dabei ist zu beachten, dass die zweite Schale vier „Unter-Kompartimente“ hat, in denen sich die Elektronen befinden können. Man muss im Besonderen berücksichtigen, dass sich das dritte bis sechste Elektron eines jeden Atoms zunächst einmal nur einzeln auf diese Positionen verteilt. Und erst dann werden die vier Plätze nacheinander mit jeweils einem weiteren Elektron aufgefüllt. Auf die vier Plätze der zweiten Schale können nicht mehr als jeweils zwei Elektronen pro Platz, also insgesamt acht Elektronen, verteilt werden.

Schritt 3: Verteilung des letzten (7.) Elektrons beim Stickstoff-Atom



Zweite Schale mit vier Plätzen für je zwei Elektronen, auf die beim Stickstoff-Atom die ersten vier zunächst einzeln auf die vier Plätze verteilt wurden und ein letztes Elektron zu einem einzelnen noch dazu platziert wurde, was dann ein freies Elektronenpaar bildet

e^- gesamt	$7 e^-$
1. Schale	$2 e^-$
2. Schale	$5 e^-$ (vollständig)

Erklärung 5): Doppelverteilung der Elektronen (Paarung) auf die vier Positionen der zweiten Schale, Elektronenstrichformel

Erst wenn die vier Positionen der zweiten Schale einfach besetzt sind, wird mit dem nächsten Elektron die erste der vier Positionen doppelt besetzt und so weiter. Bei dem Beispiel des Stickstoff-Atoms gelangt man also nur zu einem doppelt besetzten und drei einfach besetzten Plätzen auf der zweiten Schale.

Elektronenstrichformel von Stickstoff:



Bei der Elektronenstrichformel stellt die eine Linie ein freies Elektronenpaar und die Punkte drei einzelne Elektronen dar.

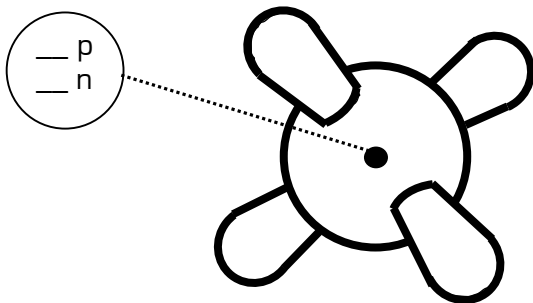
Bei der Elektronenstrichformel der Atome werden jeweils nur die äußeren Elektronen betrachtet. Die inneren beiden Elektronen der ersten Schale werden nicht gezeichnet. In der Mitte steht das Elementsymbol (hier „N“). Um dieses Atomsymbol wird dann für jede mit einem einzelnen Elektron besetzte Position *ein Punkt* und für jede doppelt besetzte Position *ein Strich* (Elektronenpaar) eingezeichnet.

Aufgabe 1:

Schau Dir das Toytomics Stickstoffatom an und überlege, warum das Modell so aufgebaut ist. Welche Teile des Atoms werden durch die blaue Kugel dargestellt? Was sind dementsprechend dann die Stecker und die grauen Hauben?

Aufgabe 2:

Berechne die wichtigen Zahlen der jeweiligen Atome und fülle dann die Elektronen in die Atomstruktur-Zeichnungen ein. Bestimme die Elektronenstrichformeln der jeweiligen Atome. Fülle dafür zunächst die Atom-Zeichnungen aus. Vergleiche Deine ermittelten Elektronenstrichformeln mit den Atommodellen, falls diese im Baukasten vorhanden sind.

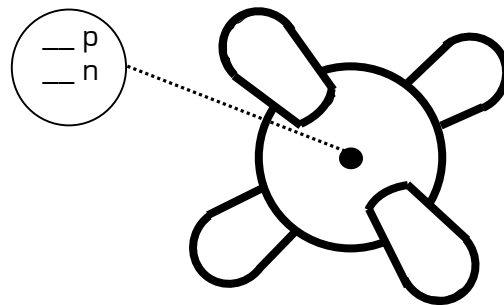


e⁻ gesamt __ e⁻

1. Schale __ e⁻

2. Schale __ e⁻

Elektronenstrichformel:

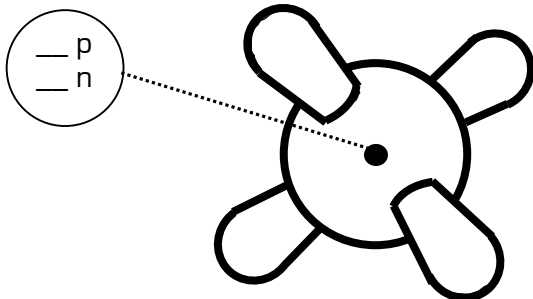


e⁻ gesamt __ e⁻

1. Schale __ e⁻

2. Schale __ e⁻

Elektronenstrichformel:

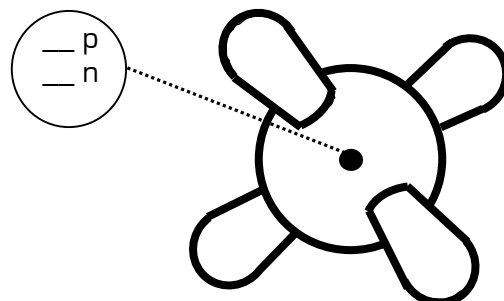


e⁻ gesamt __ e⁻

1. Schale __ e⁻

2. Schale __ e⁻

Elektronenstrichformel:

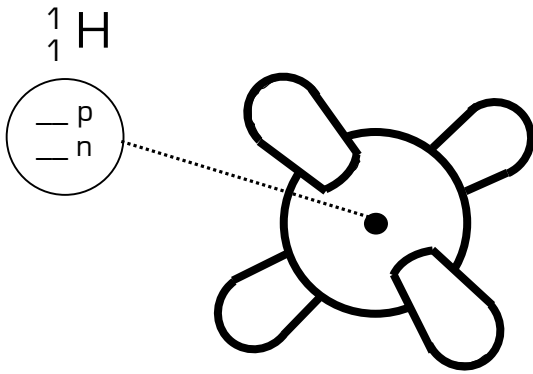


e⁻ gesamt __ e⁻

1. Schale __ e⁻

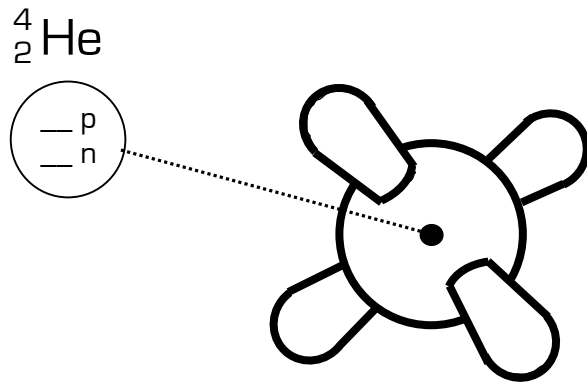
2. Schale __ e⁻

Elektronenstrichformel:



e⁻ gesamt ___ e⁻
 1. Schale ___ e⁻
 2. Schale ___ e⁻

Elektronenstrichformel:

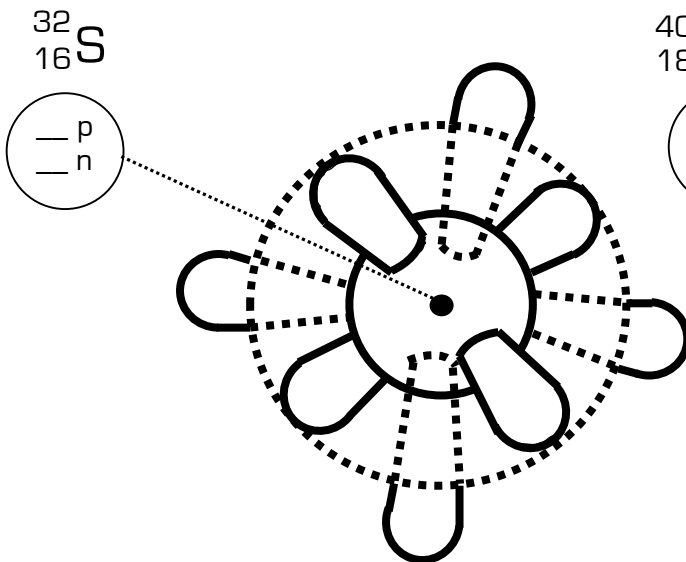


e⁻ gesamt ___ e⁻
 1. Schale ___ e⁻
 2. Schale ___ e⁻

Elektronenstrichformel:

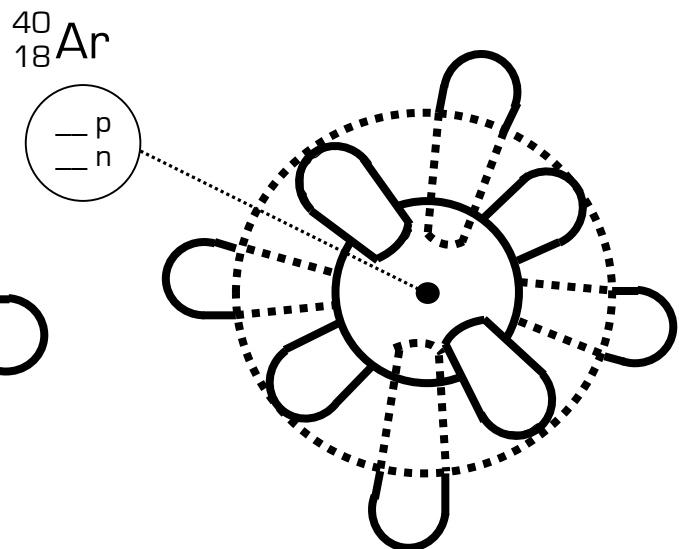
Hinweis für die Elektronenverteilung bei Atomen mit dritter Elektronenschale:

Die Besetzung der dritten Elektronenschale beginnt erst, wenn die erste und zweite Schale mit zwei bzw. acht Elektronen voll besetzt sind. Die Besetzung der vier Plätze der dritten Schale beginnt dann wieder wie die Besetzung der zweiten Schale, in der Weise, dass alle Plätze erst einfach besetzt und erst danach einer nach dem anderen doppelt besetzt werden.



e⁻ gesamt ___ e⁻
 1. Schale ___ e⁻
 2. Schale ___ e⁻
 3. Schale ___ e⁻

Elektronenstrichformel:



e⁻ gesamt ___ e⁻
 1. Schale ___ e⁻
 2. Schale ___ e⁻
 3. Schale ___ e⁻

Elektronenstrichformel: