

Materialaufstellung und Hinweise

Allgemeine Hinweise

Das **Experimentiermaterial** sollte an festen Plätzen ausliegen. Für einen mobilen Einsatz an den Schülertischen ist die Verwendung von Materialkörbchen, in denen sich das benötigte Material befindet, empfehlenswert.

Die verwendeten Chemikalien müssen ordnungsgemäß **entsorgt** werden. Es empfiehlt sich, entsprechende Sammelbehälter passend gekennzeichnet und gut sichtbar aufzustellen sowie die Lernenden darauf hinzuweisen. Je nach länderspezifischen rechtlichen Vorlagen müssen die Gefährdungsbeurteilungen (s. Anhang) entsprechend angepasst werden.

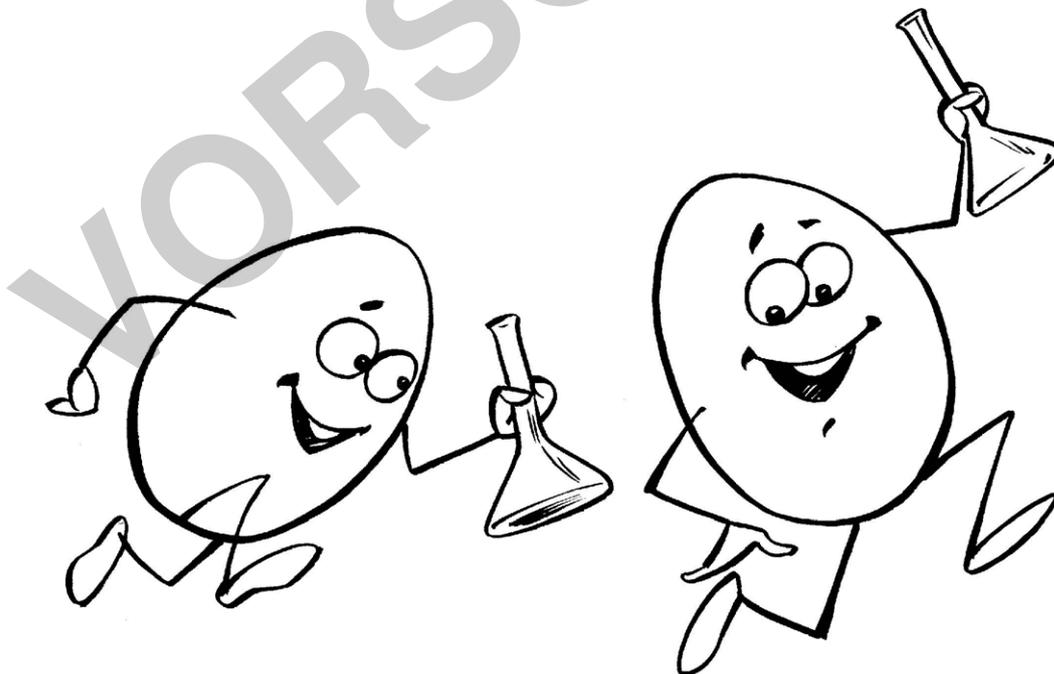
Da sich die Lernenden einen wichtigen Bereich der anorganischen Chemie eigenständig aneignen sollen, empfiehlt sich das **Führen eines Labortagebuchs**, in dem für jede Station kurze Anmerkungen zu folgenden Impulsen notiert werden:

An dieser Station habe ich gelernt, ...

Mir ist noch nicht klar, ...

Mich würde zusätzlich interessieren, ...

Das Labortagebuch bleibt in der Schule und kann von der Lehrkraft eingesehen werden. Mögliche Verständnisschwierigkeiten können so zeitnah ausgeräumt und weitere Lerninteressen berücksichtigt werden.



Wie schwer sind Atome? – Die Atommasse (1)

INFORMATIONSEITE

Alle Atome eines bestimmten Elements besitzen die gleiche Anzahl von Protonen und Elektronen. Alle Goldatome haben zum Beispiel 79 Protonen im Kern und 79 Elektronen in der Hülle.
 5 Hebt man einen Goldbarren hoch, so stellt man fest, dass er sehr schwer ist. Ein einzelnes Goldatom wiegt dagegen nur 0,000 000 000 000 000 000 000 327 g. Eine solche Angabe ist unübersichtlich und für den alltäglichen Gebrauch
 10 ungeeignet. Man gibt ja auch nicht das Gewicht eines LKWs in Milligramm oder die Masse einer Erbse in Tonnen an.

Für die Masse von Atomen hat man deshalb eine
 15 besondere Einheit eingeführt, die *atomic mass unit*, kurz u.

$$1 \text{ u} = 1,660\,531 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

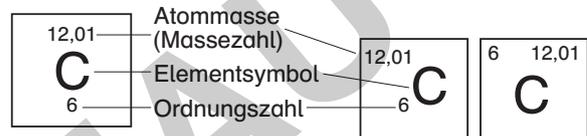
$$= 602\,200\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ u}$$

20 Alle Massenangaben im Periodensystem der Elemente sind als Vielfaches der Atommasse-einheit 1 u angegeben. Häufig steht aber nur der Zahlenwert ohne Angabe der Maßeinheit u da.

25 Die Einheit der Atommasse hat man als den

zwölften Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms ($\frac{1}{12}$ der Masse von Kohlenstoff) festgelegt. Wasserstoff hat ziemlich genau die Masse von einem u. Das schwerste bislang bekannte Element Oganesson (Ordnungszahl 118) hat die
 30 Masse von 294 u.

Im Periodensystem der Elemente stehen die Atommassen direkt über dem Elementsymbol oder links oben neben dem Symbol.



Mithilfe der Atommassen kann man auch die
 Massen von Verbindungen ermitteln. Verbindungen bestehen aus zwei oder mehr Atomen. Möchte man die Masse eines bestimmten Stoffes
 40 wissen, so muss man die Massen aller Atome zusammenzählen, die miteinander verbunden sind. Ein Wassermolekül hat beispielsweise eine Masse von 18 u.

$$\text{Wasser (H}_2\text{O): H} = 1 \text{ u; O} = 16 \text{ u}$$

$$\text{Rechnung: } 2 \cdot \text{H} + 1 \cdot \text{O} = 2 \cdot 1 \text{ u} + 16 \text{ u} = 18 \text{ u}$$

Aufgabe 1

Ergänze die Tabelle mithilfe eines Periodensystems.

Element	Symbol	Ordnungszahl	Atommasse in u	Atommasse in u (gerundet)
Wasserstoff				
	Mg			
			20,18	
		20		
Kohlenstoff				
			4,00	

Wie schwer sind Atome? – Atome „wiegen“

INFORMATIONSEITE

Kann man Atome wiegen?

Die Massen von Atomen sind so gering, dass wir sie mit herkömmlichen Waagen nicht bestimmen können. Deshalb verwendet man als Messgerät das **Massenspektrometer**.

Funktionsweise eines Massenspektrometers

In einem Massenspektrometer wird die Stoffprobe zuerst in den gasförmigen Zustand überführt. Dann wird sie mit Elektronen beschossen. Dabei entstehen elektrisch geladenen Teilchen, sogenannte Ionen. Diese Ionen werden in einem elektrischen Feld beschleunigt und durch eine Blende zu einem Ionenstrahl gebündelt. Die-

ser Strahl aus geladenen Teilchen wird durch ein magnetisches Feld geschickt. Dort erfolgt die Auftrennung aller Ionen nach unterschiedlichen Massen. Ionen, die pro Ladung mehr Masse besitzen, werden nicht so weit abgelenkt wie Ionen mit geringerer Masse. In einem Detektor werden die so aufgetrennten Bestandteile der Stoffprobe als elektrische Impulse registriert. Diese Impulse werden noch einmal verstärkt, damit die Daten elektronisch weiterverarbeitet werden können. Die Ergebnisse werden in einem so genannten Massenspektrogramm grafisch dargestellt.

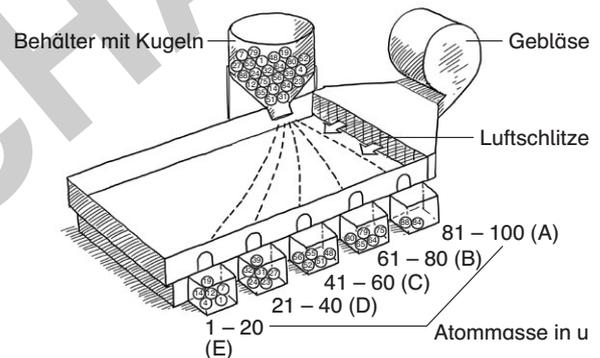
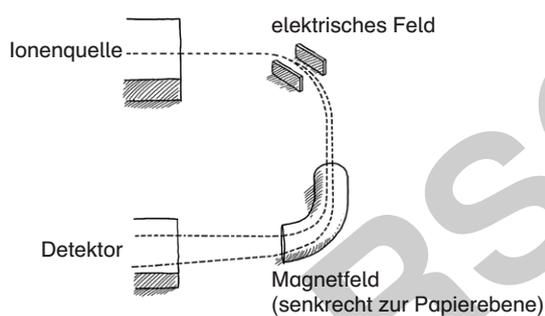


Bild 1: Schematischer Aufbau eines Massenspektrometers

Bild 2: Modellversuch zum Massenspektrometer

Das Prinzip der Massenauftrennung im Massenspektrometer

Die Funktionsweise eines Massenspektrometers kannst du dir mithilfe dieses Modells so vorstellen (Bild 2): Die Kugeln im Behälter stellen eine Stoffprobe dar, die unterschiedliche Atomsorten mit unterschiedlichen Massen enthält. Die Zahlen stehen für die Atommasse in der Einheit u. Sobald die Kugeln von dem Luftstrom des Gebläses erfasst werden, können sie unterschiedlich weit mitgetragen werden. Die schwersten Kugeln rollen gleich in das vordere Gefäß. Die leichten Kugeln werden weit nach hinten getragen. Das Gebläse ist das Modell für das Magnetfeld, welches die Atome, je nach Masse, unterschiedlich weit ablenkt.

Aufgabe

In dem Behälter oben befinden sich 24 Kugeln, die die Atome von 24 verschiedenen Elementen darstellen sollen. Die Zahlen geben die Atommassen in u an. Schau dir Bild 2 genau an und gib mithilfe eines Periodensystems an, welche Elemente sich in den Behältern befinden.

Behälter A: _____

Behälter D: _____

Behälter B: _____

Behälter E: _____

Behälter C: _____

Atombau – Die kleinsten Teilchen unter der Lupe

Elementarteilchen – Die Bausteine der Atome

INFORMATIONSEITE

Der Begriff „Atom“ kommt aus dem Griechischen: *atomos*. Er bedeutet „unteilbar“. Doch auch ein Atom ist aus kleineren Bausteinen aufgebaut. Diese Bausteine werden als **Elementarteilchen** bezeichnet. Heute wissen wir, dass selbst diese Elementarteilchen aus noch kleineren Bausteinen, den Quarks, bestehen.

Im Atomkern befinden sich die positiv geladenen Protonen (Symbol: p^+) und die ungeladenen Neutronen (Symbol: n). Protonen und Neutronen wiegen jeweils ungefähr 1 u. Beide Teilchenarten besitzen zusammen über 99,9% der Atommasse. Die Elektronen in der Hülle sind negativ geladen (Symbol: e^-). Die Masse eines einzelnen Elektrons beträgt nur $\frac{1}{2000}$ der Masse eines Protons oder Neutrons, also 0,0005 u. Die im Periodensystem der Elemente angegebene Atommasse ist daher die Summe aus der Anzahl der Protonen und Neutronen. Die verschwindend geringe

Masse der Elektronen kann also vernachlässigt werden. Da jedes Atom genau so viele Protonen im Kern wie Elektronen in der Hülle hat, sind Atome nach außen elektrisch neutral.

Protonen und Neutronen werden auch als Nukleonen bezeichnet, weil sie zusammen den Atomkern (lat. *nucleus* = Kern) aufbauen. Für den Zusammenhalt der Kernbausteine sorgt die Kernkraft. Elektrisch gleichartig geladene Teilchen stoßen sich gegenseitig ab. Zwischen den Nukleonen wirkt jedoch die Kernkraft, die größer ist als die elektrische Abstoßungskraft zwischen den positiv geladenen Protonen.

In sehr schweren Atomkernen gelingt es allerdings nicht dauerhaft, die Nukleonen zusammenzuhalten. Solche instabilen Atomkerne zerfallen mit einer bestimmten Rate. Elemente, die ein solches Verhalten zeigen, bezeichnet man als radioaktiv.

Atombau – Die kleinsten Teilchen unter der Lupe

Aufgabe

Fülle die Tabelle mithilfe des Textes aus.

	Proton	Neutron	Elektron
Masse			
Ladung			
Platz im Atom			
Symbol			

Isotope – Gleich und doch verschieden

INFORMATIONSEITE

Du hast dich sicher schon gefragt, warum die Massezahlen der meisten Atome nicht ganzzahlig sind. Lithium hat z.B. eine Masse von 6,94 u. Seine Ordnungszahl ist 3. Lithium besitzt also 3 Protonen im Kern, die jeweils eine Masse von 1 u haben, das macht zusammen 3 u. Die Masse der 3 Elektronen ist verschwindend gering. Sie wiegen zusammen $\frac{3}{2000}$ u. Nach dieser Berechnung müssten sich im Kern eines Lithium-Atoms demnach $6,94 - 3 = 3,94$ Neutronen befinden. Da es nur ganze Neutronen gibt, muss es also einen anderen Grund

für die nicht ganzzahligen Atommassen geben. Diesen Widerspruch kann man mit dem Begriff **Isotope** erklären. Isotope sind Atome eines Elements, die die gleiche Anzahl an Protonen im Kern haben, aber eine unterschiedliche Anzahl an Neutronen. Sie haben also die gleiche Ordnungszahl, aber unterschiedliche Massezahlen. Die meisten Elemente sind also Isotopengemische. Nur 19 Elemente bestehen aus nur einer einzigen Atomart. Dazu gehören beispielsweise Fluor, Natrium und Aluminium.

Beispiel:

$\begin{matrix} 6,9 \\ 6,3 \end{matrix} \text{Li}$
 Massezahl (gerundet) = Anzahl der Protonen + Anzahl der Neutronen
 Ordnungszahl = Kernladungszahl = Anzahl der Protonen im Kern
 Anzahl der Neutronen = Massezahl (gerundet) – Ordnungszahl

Bei Lithium bedeutet das, dass in einer bestimmten Menge des Elements Lithium 92,5% aller Atome vier Neutronen besitzen. 7,5% der Atome haben nur drei Neutronen im Kern. Im Periodensystem kann daher nur die durchschnittliche Atommasse angegeben werden.

$\begin{matrix} 7 \\ 6,3 \end{matrix} \text{Li}$

 92,5% der Atome haben die Masse 7 u:
 Anzahl der Neutronen = $7 - 3 = 4$

$\begin{matrix} 6 \\ 3 \end{matrix} \text{Li}$

 7,5% der Atome haben die Masse 6 u:
 Anzahl der Neutronen = $6 - 3 = 3$

Daraus ergibt sich die durchschnittliche Atommasse von: $\frac{92,5 \cdot 7 \text{ u} + 7,5 \cdot 6 \text{ u}}{100} = 6,925 \text{ u}$.

Aufgabe 1

In der Tabelle siehst du drei mögliche Isotope von Wasserstoff. Zeichne jeweils die Atomkerne.

$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \text{H}$	$\begin{matrix} 2 \\ 1 \end{matrix} \text{H}$	$\begin{matrix} 3 \\ 1 \end{matrix} \text{H}$
Wasserstoff	Deuterium (D)	Tritium (T)

Aufgabe 2

Berechne auf einem Zusatzblatt die durchschnittliche Atommasse der folgenden Isotopengemische:

- a) 81,2% von $\begin{matrix} 11 \\ 5 \end{matrix} \text{B}$
 18,8% von $\begin{matrix} 10 \\ 5 \end{matrix} \text{B}$
- b) 79% von $\begin{matrix} 24 \\ 12 \end{matrix} \text{Mg}$
 10% von $\begin{matrix} 25 \\ 12 \end{matrix} \text{Mg}$
 11% von $\begin{matrix} 26 \\ 12 \end{matrix} \text{Mg}$



Lernzielkontrolle: Atombau – Die kleinsten Teilchen unter der Lupe (1)

Name: _____

1. Im Periodensystem der Elemente findet man verschiedene Zahlenangaben für ein Element. Gib an, wo man üblicherweise die Angabe der Atommasse ablesen kann. (1 Punkt)

2. Gib an, was der Buchstabe u hinter der Atommasse bedeutet. (1 Punkt)

3. Beschreibe, wie man den Atomradius eines Goldatoms bestimmen kann. (2 Punkte)

4. Du sollst für den Chemieunterricht ein Referat über die Größenverhältnisse innerhalb eines Atoms vorbereiten. Um deinen Vortrag anschaulich zu gestalten möchtest du eine Murmel (ca. 1 cm) als Modell für den Atomkern verwenden. Berechne und begründe, wie groß die Atomhülle im Vergleich zur Murmel wäre. (2 Punkte)

5. Ergänze die Lücken: Protonen, Neutronen und Elektronen sind _____. (2 Punkte)

Der Atomkern besteht aus _____ und _____.

Die Massezahl gibt die Zahl der _____ im Kern an.

6. Gib die Massen und Ladungen der drei Elementarteilchen an. (3 Punkte)

7. Leite aus dem Symbol ${}_{47}^{108}\text{Ag}$ ab, aus wie vielen Protonen und Neutronen der Kern eines Silberatoms besteht. (2 Punkte)

