

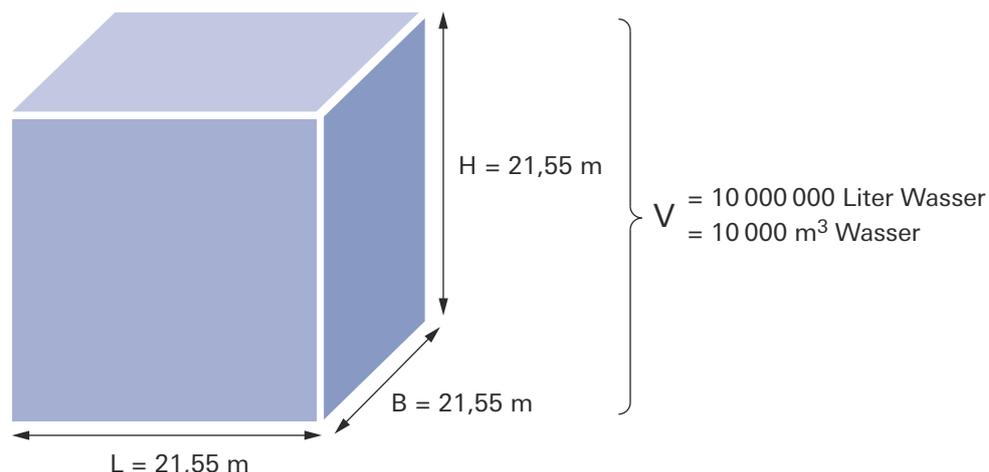
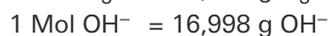
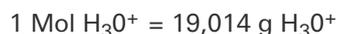
Chemie

Vorkurs Höhere Fachschulen für Gesundheitsberufe

Rudolf Glättli

Zur Illustration eine Skizze. Der folgende Würfel enthält 10 000 000 Liter Wasser. Welche Kantenlänge muss ein Würfel aufweisen (Angaben in Meter), der diese Menge Wasser fassen kann?

Abb. Wie kommt es zum pH-Wert?



In diesen 10 Millionen Liter = 10 000 000 Liter = 10^7 Liter Wasser befinden sich 1 Mol H_3O^+ -Ionen und ebenso 1 Mol OH^- -Ionen.

In Gramm ausgedrückt sind dies rund 19 g H_3O^+ -Ionen bzw. 17 g OH^- -Ionen, gleichmässig verteilt in 10 000 000 Liter Wasser.

Wie viele Mol H_3O^+ -Ionen sind in 1 Liter Wasser enthalten?

10^7 Liter Wasser enthalten 1 Mol H_3O^+ -Ionen

Zweisatzrechnung:

1 Liter Wasser enthalten 0,000 000 1 Mol H_3O^+ -Ionen = 10^{-7} Mol H_3O^+ -Ionen

Der Logarithmus von 10^{-7} ist -7 .

pH-Wert von Wasser

Diesen Wert multiplizieren wir mit -1 und erhalten so den **pH-Wert von Wasser, pH 7**. Wasser hat den pH-Wert 7, weil in 1 Liter Wasser 10^{-7} Mol H_3O^+ -Ionen = 0,000 000 1 Mol H_3O^+ -Ionen enthalten sind.

Gibt man zu Wasser eine Säure, nimmt die Konzentration an H_3O^+ -Ionen zu. Gibt man zu Wasser eine Base, nimmt die Konzentration an H_3O^+ -Ionen ab.

Die pH-Skala umfasst die pH-Werte von 1 bis 14:

- ▶ saure wässrige Lösungen weisen einen pH-Wert zwischen pH 1 und 7 auf,
- ▶ alkalische wässrige Lösungen einen pH-Wert zwischen 7 und 14.
- ▶ pH 7: Die wässrige Lösung ist neutral, d. h. darin befinden sich gleich viele H_3O^+ -Ionen wie OH^- -Ionen, nämlich 10^{-7} Mol/Liter.

9 Chemisches Rechnen / Stöchiometrie

9.1 Das Mol

Wir kennen aus unserer Alltagssprache die Begriffe «Paar», «Dutzend», evtl. «Gros»:

- 1 Paar = 2 Stück
- 1 Dutzend = 12 Stück
- 1 Gros = 12 Dutzend = 144 Stück

In der Chemie ist der Begriff «Mol» im Zusammenhang mit quantitativen Betrachtungen wesentlich:

$$1 \text{ Mol} = 6 \cdot 10^{23} \text{ Teilchen}$$

Beispiele

- ▶ 1 Mol Fe-Atome = $6 \cdot 10^{23}$ Fe-Atome
- ▶ 1 Mol Cu-Atome = $6 \cdot 10^{23}$ Cu-Atome
- ▶ 1 Mol H₂O-Moleküle = $6 \cdot 10^{23}$ H₂O-Moleküle
- ▶ 1 Mol O₂-Moleküle = $6 \cdot 10^{23}$ O₂-Moleküle
- ▶ 1 Mol NaCl-Salzteilchen = $6 \cdot 10^{23}$ NaCl-Salzteilchen
- ▶ 1 Mol Ca²⁺-Ionen = $6 \cdot 10^{23}$ Ca²⁺-Ionen
- ▶ 0,1 Mol Fe-Atome = $\frac{1}{10}$ Mol Fe-Atome = $6 \cdot 10^{22}$ Fe-Atome
- ▶ 0,01 Mol Fe-Atome = $\frac{1}{100}$ Mol Fe-Atome = $6 \cdot 10^{21}$ Fe-Atome

9.2 Die Molmasse

Beispiele

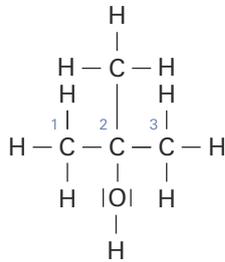
- ▶ Die Masse von **1 Fe-Atom** beträgt 55,85 u. Die Masse von **1 Mol Fe-Atomen** beträgt 55,85 g.
Anders ausgedrückt: Ein Stück Eisen mit einer Masse von 55,85 g besteht aus $6 \cdot 10^{23}$ Fe-Atomen.
- ▶ Die Masse von **1 H₂O-Molekül** beträgt 18,006 u ($2 \cdot 1,008 \text{ u} + 15,99 \text{ u}$). Die Masse von **1 Mol H₂O-Molekülen** beträgt 18,006 g ($2 \cdot 1,008 \text{ g} + 15,99 \text{ g}$).
Anders ausgedrückt: 18,006 g Wasser enthalten $6 \cdot 10^{23}$ H₂O-Moleküle.
- ▶ Die Masse von **1 NaCl-Salzteilchen** beträgt 58,44 u ($22,99 \text{ u} + 35,45 \text{ u}$). Die Masse von **1 Mol NaCl-Salzteilchen** beträgt 58,44 g ($22,99 \text{ g} + 35,45 \text{ g}$).
Anders ausgedrückt: 58,44 g NaCl (Kochsalz) enthalten $6 \cdot 10^{23}$ NaCl-Salzteilchen.

Beispiel

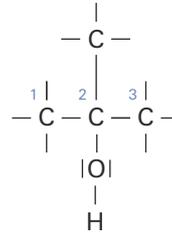
Tertiärer Alkohol: 2-Methylpropan-2-ol C_4H_9OH

Das C-Atom, das mit der OH-Gruppe verbunden ist, ist mit drei weiteren C-Atomen verbunden.

Strukturformel mit H-Atomen:



Strukturformel ohne H-Atome:



13.6.4 Eigenschaften von Alkoholen

Alkohole mit 1–3 C-Atomen sind bei Raumtemperatur farblose Flüssigkeiten, zwischen 4 und 11 C-Atomen werden sie zunehmend dickflüssiger, ab 12 C-Atomen sind Alkohole fest.

Die OH-Gruppe ist polar (siehe Elektronegativität Kap. 7), dadurch erhält das Sauerstoffatom eine leicht negative Ladung, der Wasserstoff eine leicht positive Ladung. Ethanolmoleküle bilden untereinander Wasserstoffbrücken (H-Brücken) aus. Um die Kräfte der H-Brücken zu überwinden, sind daher höhere Temperaturen erforderlich, um Alkohole zu verflüssigen bzw. um die entsprechenden Alkohole zu verdampfen.

Methanol, Ethanol und Propanol sind in Wasser gut löslich, da sie in der Lage sind mit Wasser H-Brücken zu bilden. Höhere Alkohole lösen sich in Wasser nicht, der polare Einfluss der hydrophilen OH-Gruppe nimmt bei längerer Kettenlänge ab.

Alle Alkohole sind giftig.

Vor allem **Methanol** weist eine hohe Giftigkeit auf, die tödliche Dosis beträgt 428 mg/kg Körpergewicht. Geringere Mengen können zu Erblindung, oft auch zu Lähmungserscheinungen führen.

Ethanol kommt in alkoholischen Getränken vor. Schon in geringen Mengen konsumiert verringert er die Leistungsfähigkeit. Fortgesetzter Alkoholmissbrauch führt zu schweren körperlichen Schäden.

Ethanol gewinnt man durch alkoholische Gärung. In der Regel werden Hefepilze verwendet, die in **sauerstoffloser Umgebung (anaerob)** Traubenzucker zu Ethanol und Kohlenstoffdioxid abbauen.



Summenformelschreibweise:



Mithilfe eines Katalysators kann Ethanol technisch aus Wasser und Ethen hergestellt werden. Ethanol wird für viele weitere Zwecke gebraucht: in der Kosmetik, für pharmazeutische Präparate, als Lösungsmittel für Farbstoffe, als Treibstoff für Autos (Biotreibstoff), als Haushaltsreiniger; schliesslich in der Medizin wegen seiner keimtötenden Wirkung.

2 Der Aufbau der Atome

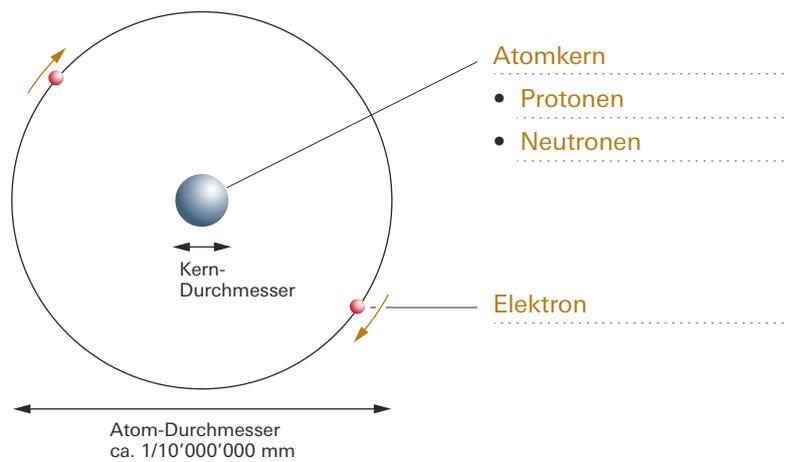
2.1 Atommodelle

In diesem Kapitel sind keine Übungen, Versuche oder Aufgaben enthalten.

2.2 Aufbau der Atome

Übung 1

Abb. Aufbau eines Atoms



Verhältnis	Atomdurchmesser	:	Kerndurchmesser
	10 000 – 100 000	:	1

2.3 Charakterisierung der atomaren Bausteine

Übung 2

Tab. Bausteine der Atome

Elementarteilchen	Abkürzung	Masse in Gramm (g)	Masse in Atommasseneinheiten (u)	Ladung	Vorkommen
Proton	p	$1,6735 \cdot 10^{-24}$	1,0073	+	Kern
Neutron	n	$1,6748 \cdot 10^{-24}$	1,0087	0	Kern
Elektron	e ⁻	$0,0009 \cdot 10^{-24}$	0,0005	-	bilden Atomhülle

Aufgaben

Aufgabe 1

Wie werden die senkrechten Reihen des Periodensystems bezeichnet?

Gruppen

Aufgabe 2

Weshalb lassen sich Elemente in Gruppen zusammenfassen?

- ▶ Elemente derselben Gruppe weisen sehr ähnliche stoffliche Eigenschaften auf.
- ▶ Der Aufbau der Elektronenhülle weist eine Gemeinsamkeit auf: Auf der äussersten Schale ist bei allen Elementen innerhalb einer Gruppe die Anzahl der Elektronen dieselbe.

Aufgabe 3

Wie viele Hauptgruppen gibt es?

Acht

Aufgabe 4

Wie viele Nichtmetallatome sind bekannt?

17

Aufgabe 5

Woraus besteht ein Atom?

Kern: Proton(en), Neutron(en).

Ausnahme: Wasserstoff besitzt keine Neutronen. Es gibt auch Wasserstoff mit Neutronen, dieser kommt jedoch äusserst selten vor → siehe Isotope.

Atomhülle: Elektron(en).

Aufgabe 6

Was passiert, wenn zwei mit einem Seidentuch geriebene Plexiglas-Stäbe einander genähert werden? Antwort begründen.

Die beiden Stäbe stossen sich gegenseitig ab. Grund: Durch das Reiben mit dem Seidentuch sind den Atomen auf der Staboberfläche vereinzelt Elektronen (negativ geladen) entrissen worden, diese Elektronen gingen auf das Seidentuch über. Die Stäbe weisen daher nun einen Überschuss an positiven Ladungen (Protonen) auf.

Gleichnamig geladene Körper stossen sich gegenseitig ab.

Aufgabe 7

Ein Plexiglas-Stab wird mit einem Seidentuch gerieben. Wir nähern uns mit dem Seidentuch dem Plexiglas-Stab. Schildern Sie, was passiert. Antwort begründen.

Der nun positiv geladene Plexiglas-Stab wird angezogen. Das Seidentuch weist durch das Reiben mit dem Plexiglas-Stab einen Überschuss an negativen Ladungen auf. Entgegengesetzt geladene Körper ziehen sich an.

Aufgabe 8

Zählen Sie stichwortartig alles auf, was Sie über die Protonen, Neutronen und Elektronen wissen.

Protonen: positive Ladung, Masse rund 1 u (u = Atommasseneinheit), Kernbestandteil.

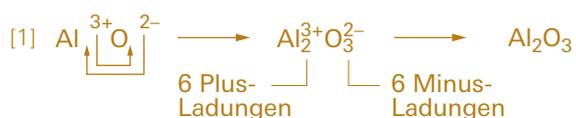
Neutronen: keine Ladung, Masse rund 1 u, Kernbestandteil.

Elektronen: negativ geladen, Masse rund 2000 × kleiner gegenüber den Neutronen bzw. Protonen, bilden Atomhülle, unterschiedliche Abstände zum Kern. Die grossen Abstände der Elektronen zu den Kernen haben zur Folge, dass Körper voluminös sind.

Übung 13

Tab. Herleiten der Salzformel mit Hilfe des Periodensystems

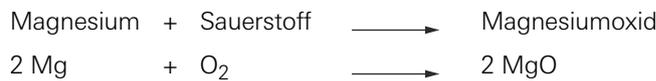
Name des Salzes	Formel des Kations (+ geladenes Ion)	Formel des Anions (- geladenes Ion)	Chemische Formel
Natriumchlorid	Na ⁺	Cl ⁻	Na ⁺ Cl ⁻ / NaCl
Kaliumfluorid	K ⁺	F ⁻	K ⁺ F ⁻ / KF
Magnesiumbromid	Mg ²⁺	Br ⁻	Mg ²⁺ Br ₂ ⁻ / MgBr ₂
Calciumfluorid	Ca ²⁺	F ⁻	Ca ²⁺ F ₂ ⁻ / CaF ₂
Aluminiumiodid	Al ³⁺	I ⁻	Al ³⁺ I ₃ ⁻ / AlI ₃
Aluminiumoxid ^[1]	Al ³⁺	O ²⁻	Al ₂ ³⁺ O ₃ ²⁻ / Al ₂ O ₃
Eisensulfid	Fe ²⁺	S ²⁻	Fe ²⁺ S ²⁻ / FeS
Silberchlorid	Ag ⁺	Cl ⁻	Ag ⁺ Cl ⁻ / AgCl
Silberoxid	Ag ⁺	O ²⁻	Ag ₂ ⁺ O ²⁻ / Ag ₂ O
Zinkbromid	Zn ²⁺	Br ⁻	Zn ²⁺ Br ₂ ⁻ / ZnBr ₂
Natriumsulfid	Na ⁺	S ²⁻	Na ₂ ⁺ S ²⁻ / Na ₂ S
Kaliumsulfid	K ⁺	S ²⁻	K ₂ ⁺ S ²⁻ / K ₂ S
Magnesiumsulfid	Mg ²⁺	S ²⁻	Mg ²⁺ S ²⁻ / MgS
Kupfer(I)chlorid	Cu ⁺	Cl ⁻	Cu ⁺ Cl ⁻ / CuCl
Kupfer(II)chlorid	Cu ²⁺	Cl ⁻	Cu ²⁺ Cl ₂ ⁻ / CuCl ₂



9.3 Quantitative Betrachtungen bei chemischen Reaktionen

Übung 24

Wir betrachten die Reaktion zwischen Magnesium und Sauerstoff. Wir wollen wissen, wie viel Gramm Sauerstoff gebraucht werden, wenn 100 g Magnesium mit Sauerstoff reagieren. Dazu müssen wir zuerst die korrekte Reaktionsgleichung aufstellen. Anschliessend führen wir die Berechnung aus.



Die Reaktionsgleichung sagt, dass 2 Teile Mg mit 1 Teil O₂ zu 2 Teilen MgO reagieren.



Dreisatz:

$$\begin{array}{l} 48,62 \text{ g Mg} \longrightarrow 31,98 \text{ g O}_2 \\ 1 \text{ g Mg} \longrightarrow ? \\ 100 \text{ g Mg} \longrightarrow ? \end{array} \quad \left| \quad \frac{31,98 \text{ g O}_2 \cdot 100 \text{ g Mg}}{48,62 \text{ g Mg}} = \mathbf{65,78 \text{ g O}_2} \right.$$

Übung 25

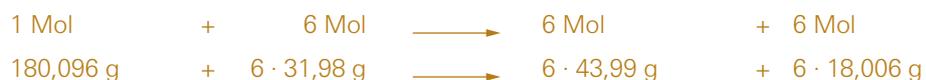
Ein erwachsener Mensch benötigt durchschnittlich während 24 Stunden rund 330 g Traubenzucker (Glucose) C₆H₁₂O₆.

Um die Energie, die in jedem Traubenzuckermolekül steckt, für den Körper verfügbar zu haben, muss der Traubenzucker mithilfe von Sauerstoff abgebaut werden. Die Endprodukte des Traubenzuckerabbaus sind Wasser und Kohlenstoffdioxid.

A] Reaktionsgleichung mit Namen und chemischen Formeln.



B] Wie viel Gramm Sauerstoff muss der Körper umsetzen, um 330 g Traubenzucker abzubauen?



Dreisatz:

$$\begin{array}{l} 180,096 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 191,88 \text{ g O}_2 \\ 1 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow ? \\ 330 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow ? \end{array} \quad \left| \quad \frac{191,88 \text{ g O}_2 \cdot 330 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180,096 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \mathbf{351,6 \text{ g O}_2} \right.$$

C] Wie viel Gramm Wasser entsteht beim Abbau von 330 g Traubenzucker?

Dreisatz:

$$\begin{array}{l} 180,096 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 108,036 \text{ g H}_2\text{O} \\ 1 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow ? \\ 330 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow ? \end{array} \quad \left| \quad \frac{108,036 \text{ g H}_2\text{O} \cdot 330 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180,096 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \mathbf{197,96 \text{ g H}_2\text{O}} \right.$$