

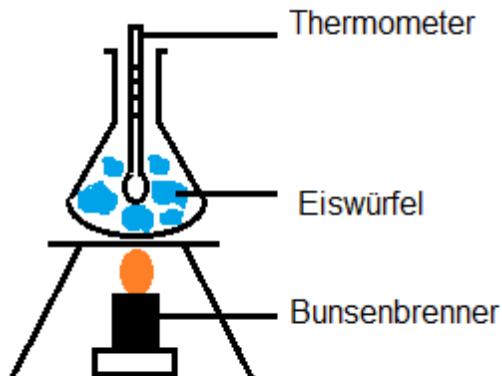
# 1. Stoffeigenschaften

## 2. Schmelz- und Siedepunkte

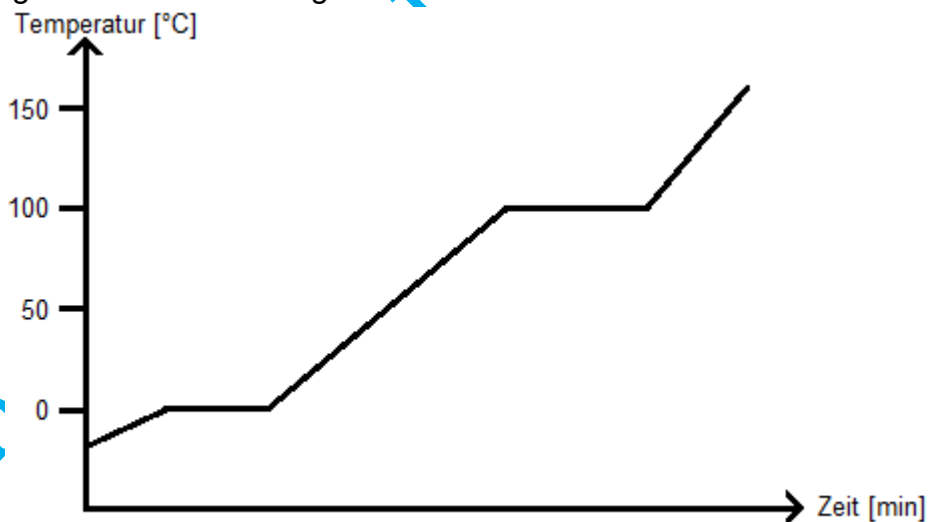
Benenne mit Hilfe des Internets oder deines Grundwissens den Schmelz- und den Siedepunkt von Wasser!

Benenne nunmehr ebenfalls durch Zuhilfenahme des Internets oder deines Grundwissens die Aggregatzustände, die jeder Stoff annehmen kann!

Folgender Versuchsaufbau ist gegeben:



Folgendes Diagramm wird aus den gewonnenen Daten erstellt:



Bestimme nunmehr grafisch den Schmelz- und den Siedepunkt auf dem oberen Diagramm!

Trage nunmehr in das obere Diagramm folgende Erläuterungen ein:

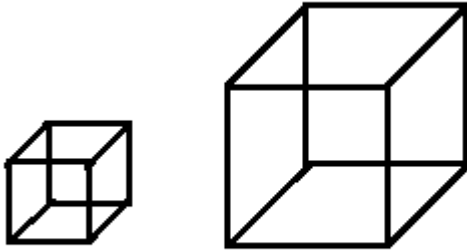
flüssig	fest	flüssig-gasförmig	fest-flüssig	gasförmig	fest-gasförmig
---------	------	-------------------	--------------	-----------	----------------

## 3. Dichte und Härte

Die Metalle Gold (Schwermetall) und Aluminium (Leichtmetall) unterscheiden sich wesentlich in den oberen zwei Stoffeigenschaften. Gold benutzt der Juwelier zum Herstellen von Schmuckgegenständen und Aluminium ist ein ganz wichtiger Werkstoff für die Automobil- und besonders für die Flugzeugindustrie.

Ordne zuerst den beiden Metallen eine relative Härte zu und begründe die jeweiligen Zuordnungen!

Die beiden unteren Würfel haben die gleiche Masse  $m$ :



Welcher der beiden Würfel steht für Gold bzw. für Aluminium und welches Metall hat damit die höhere Dichte (Dichte ist der Quotient aus Masse / Volumen)?

#### 4. Löslichkeiten

Die Löslichkeit von Sauerstoffgas in Wasser ist eine extrem wichtige Größe für das Leben in Wasser (Fische, Krebse, Tintenfische etc.). Folgende Tabelle ist gegeben:

Löslichkeit von Sauerstoffgas in Wasser [ml/l Wasser]	50	40	33	27	24	22
Temperatur Wasser [°C]	0	10	20	30	40	50

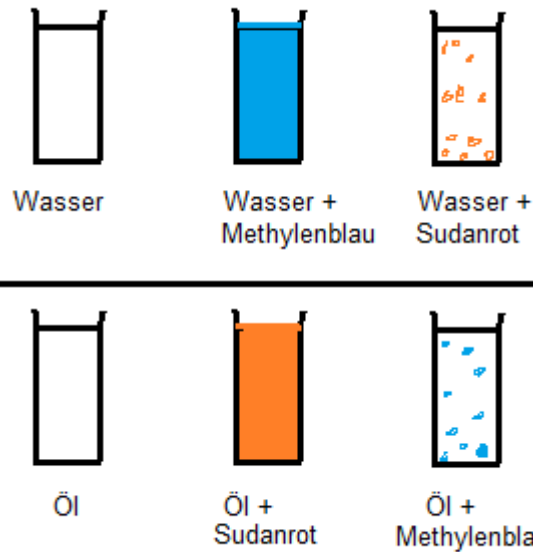
Zeichne zuerst ein grobes Diagramm aus den oberen Daten!

Erstelle als nächstes einen Merksatz der einen Zusammenhang zwischen den beiden oberen Größen herstellt beginnend mit „**Je ..... desto**“!

Erläutere als nächstes, welche Wassertemperatur die Forelle (Räuber) bzw. der Spiegelkarpfen (Friedfisch) vorzieht unter Beachtung der oberen Tabelle und ihrer jeweiligen Lebensweise!

#### 5. Hydrophil und Lipophil (Wasser- und Fettlöslichkeit)

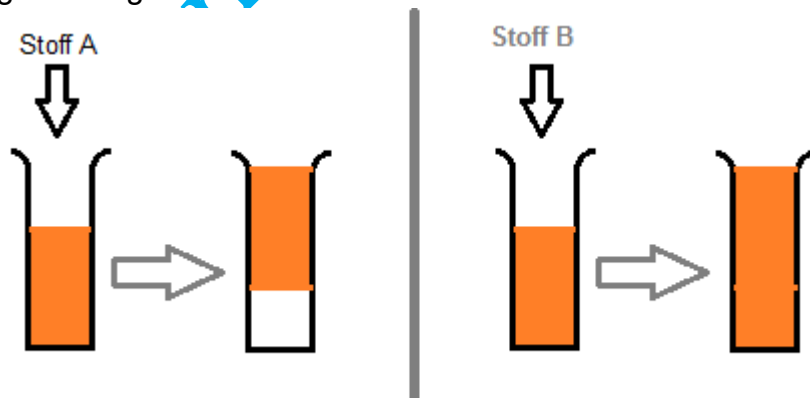
Mittels der beiden Farbstoff Sudan III und Methylenblau kann man die Löslichkeit in Wasser bzw. in Öl sehr gut nachweisen. Folgender Versuchsaufbau ist gegeben:



Bestimme nunmehr welcher der beiden Farbstoffe in welchem Lösungsmittel jeweils löslich ist und ordne dann diesen Farbstoffen die Begriffe hydrophil/hydrophob und lipophil/lipophob zu!

Zeichne als nächstes das Versuchsergebnis, wenn eine Wasser/Methylenblaulösung und eine Sudanrot/Öllösung vermischt werden! Welches Lösungsmittel (Öl oder Wasser) für diese beiden Farbstoffe hat die höhere Dichte?

Die Stoffe A bzw. B werden nunmehr zu einer Sudanrotlösung (Sudan III/Öl) gegeben, wobei folgende Ergebnisse erhalten werden:



Zeichne als nächstes die Versuchsergebnisse analog zur oberen Abbildung für eine Methylenblaulösung (Methylenblau/Wasser) nach Zugabe der Stoffe A und B! Welcher dieser beiden zugegebenen Stoffe A bzw. B ist nunmehr hydrophil/hydrophob bzw. lipophil/lipophob?

Bezeichne abschließend alle Zeichnungen mit den Begriffen homogenes bzw. heterogenes Stoffgemisch (homos = gleich und heteros = ungleich)!

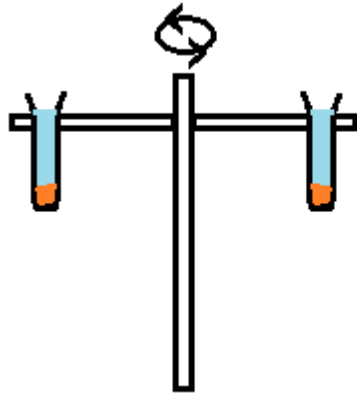
## 2. Stofftrennung

### 1. Filtration und gleichartige Trennungsmethoden

Ein Gemisch aus Wasser und Sand (Art des Stoffgemisches?) soll mittels Filtration getrennt werden.

Zeichne und den dazu notwendigen Versuchsaufbau!

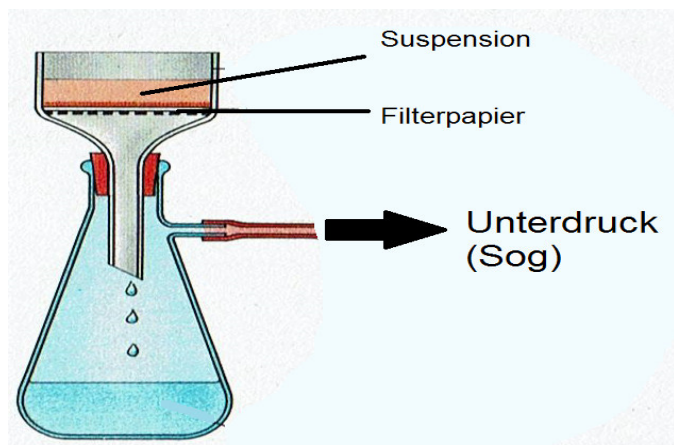
Die gleichen Stoffgemische lassen sich auch mittels Zentrifugation trennen. Das Prinzip einer Zentrifuge zeigt folgende, stark vereinfachte Zeichnung:



Zeichne nunmehr die Zentrifuge in Aktion und zeichne bzw. benenne die Kräfte, welche auf die beiden Zentrifugengläser einwirken!

Erkläre als nächstes, welche Bedingungen vorherrschen müssen, damit man die Zentrifuge und nicht mehr die Filtration benutzen kann!

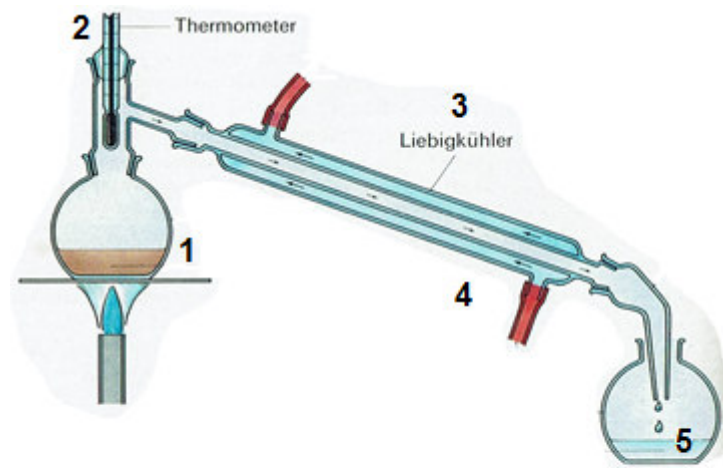
Auch die Filtration kann man durch entsprechende Anpassungen effektiver gestalten. Folgender Versuchsaufbau soll das darstellen:



Benenne die Vorteile gegenüber der konventionellen Filtration!

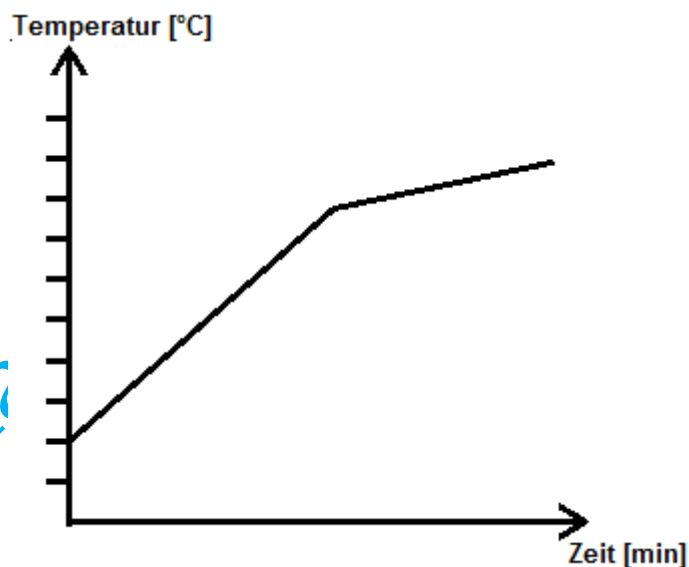
### 2. Destillation

Eine auch aus alltäglicher Sicht wichtige Trennungsmethode ist die Destillation (siehe auch alkoholische Destillation). Der Versuchsaufbau sieht dermaßen aus:



1. Welche Art von Stoff oder Stoffgemisch liegt hier vor?
2. Was wird mit dem Thermometer gemessen?
3. Womit wird der Liebigkühler beschickt!
4. Erkläre die Richtung der Kühlflüssigkeit!
5. Was hat man dann als Ergebnis vorliegen?

Betrachtet man das Siedediagramm eines Alkohol-Wasser-Gemisches, so sieht dies folgendermaßen aus:



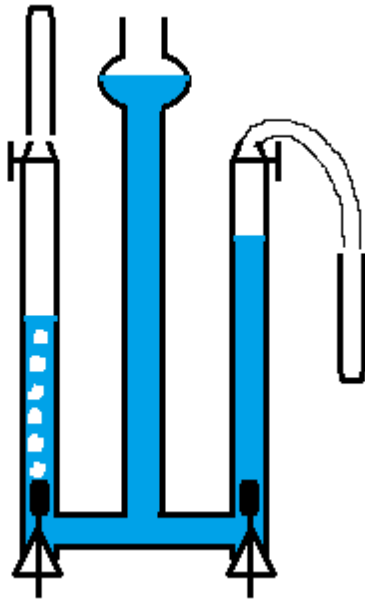
Benenne zuerst den Unterschied zum Siedediagramm, das bei der vorherigen Arbeitseinheit (Stoffeigenschaften) gezeigt wurde!

**Die Siedepunkte der Reinstoffe Wasser und Alkohol betragen jeweils 100°C und 78°C!**

Erkläre mit diesem Wissen den Verlauf der Siedetemperatur bei der Destillation von einem Alkohol-Wasser-Gemisch!

### 3. Elektrolyse

Der Versuchsaufbau einer Elektrolysezelle sieht dermaßen aus:



Bei dieser Elektrolyse entstehen aus dem Reinstoff Wasser die beiden **Elemente** **Wasserstoff** und **Sauerstoff**. Die jeweiligen Dichten dieser Gase sind 0,09 g/L bzw. 1,42g/L. Bestimme und begründe nunmehr, welches der beiden Gase in welchem Schenkel des Hoffmannschen Wasserzersetzer entsteht!

Bestimme und begründe als nächstes die Dichte von Luft!

Zeichne nunmehr in den rechten Schenkel die Gasblasenbildung ein und begründe dies anhand der Zeichnung!

Schätze anhand der oberen Abbildung etwa die jeweiligen Gasvolumina in den beiden Schenkeln ab!

Formuliere abschließend die Wortgleichung für die Elektrolyse von Wasser!

### 4. Zusammenfassung der Trennungsmethoden

Ein Gemisch aus Wasser, Kochsalz und Sand soll - vom bisher erworbenen Wissen - so weit wie möglich aufgetrennt werden.

Erstelle ein Schema aller möglichen Trennungsmethoden bis zu den Dir bekannten Elementen, wobei Du die Trennungsmethoden angeben sollst und die Bezeichnungen der jeweiligen Stoffgemisch, Reinstoff und Elemente (homogen, heterogen, Reinstoff, Elemente).

### 3. Die chemische Reaktion

#### 1. Analyse

Bei der Analyse oder Zersetzung wird eine chemische Verbindung wie z.B. Wasser (siehe vorherige Einheit) in seine Elemente mittels elektrischen Strom zersetzt.

Formuliere die chemische Wortgleichung!

Formuliere die chemische Wortgleichung für die Analyse von Hydrogenchlorid!

Formuliere die chemische Wortgleichung für einer Analyse, wenn dabei die Elemente Fluor und Wasserstoff gebildet werden!

#### 2. Synthese

Die Synthese ist genau das Gegenteil der Analyse, hier verbinden sich zwei Elemente zu einer chemischen Verbindung!

Formuliere die chemische Wortgleichung für die Synthese von Brom mit Wasserstoff!

Formuliere die chemische Wortgleichung für die Synthese von Eisen mit Sauerstoff!

Formuliere die chemische Wortgleichung für die Synthese von Kohlenstoffdioxid aus den Elementen!

Formuliere die die Synthesegleichung für die Herstellung von Magnesiumoxid!

#### 3. Einfache Umsetzung

In diesem Fall reagiert eine chemische Verbindung mit einem Element zu einem neuen Element und einer neuen chemischen Verbindung.

Bei einer einfachen Umsetzung reagiert Wasserdampf mit Magnesium zu Magnesiumoxid und einem Element. Formuliere die chemische Wortgleichung für diese Umsetzung!

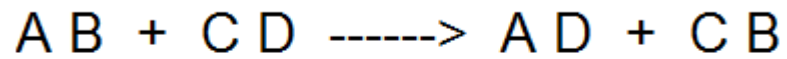
Formuliere nunmehr die Teilgleichungen dieser einfachen Umsetzung, wobei Du wissen musst, dass die Verbindung Wasser zuerst einer Analyse unterworfen wird, damit der Sauerstoff des Wassers in einer zweiten Teilgleichung, nämlich einer Synthese mit dem Magnesium weiterreagieren kann!

Bei einer einfachen Umsetzung reagiert Kohlenstoffdioxid mit einem Element zu einem neuen Element und Magnesiumoxid.

Formuliere zuerst die Gesamtgleichung für diese einfache Umsetzung und anschließend die Teilgleichungen!

#### 4. Doppelte Umsetzung

Bei diesem Typ von chemischer Reaktion setzen sich zwei Verbindungen zu zwei neuen Verbindungen um. Die allgemeine chemische Wortgleichung für eine doppelte Umsetzung lautet:



Formuliere - mit diesem Wissen im Hinterkopf - die chemische Wortgleichung für die doppelte Umsetzung von Hydrogenchlorid mit Magnesiumoxid!  
Formuliere auch hiervon die einzelnen Teilgleichungen!

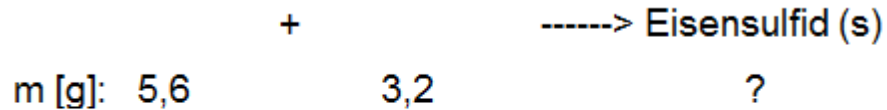
*Sigena-Gymnasium Nürnberg*



## 4. Quantitative Betrachtung bei chemischen Reaktionen

### 1. Gesetz von der Erhaltung der Masse

Formuliere zuerst die chemische Wortgleichung für die Synthese von Eisensulfid!



Berechne die Masse an Eisensulfid?

Formuliere zuerst die chemische Wortgleichung für die einfache Umsetzung von Magnesium (Metall) mit Wasser u.a. zu Magnesiumoxid!

Folgende Tabelle ist zu beachten:

Chemischer Stoff	Metall	Flüssigkeit	Feststoff	Gas
Masse [g]	2,4	1,8	4,0	

Berechne nunmehr nachvollziehbar die Masse des Gases unter Beachtung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse!

### 2. Gesetz der konstanten Proportionen

Formuliere zuerst die chemische Wortgleichung für Reaktion von **Wasserstoff** mit **Fluor**!

Berechne nunmehr die Masse von **Fluor** bei dieser Synthese, wenn folgende Tabelle gegeben ist:

Chemischer Stoff	Wasserstoff	Fluor	Produkt
Masse [g]	1		20

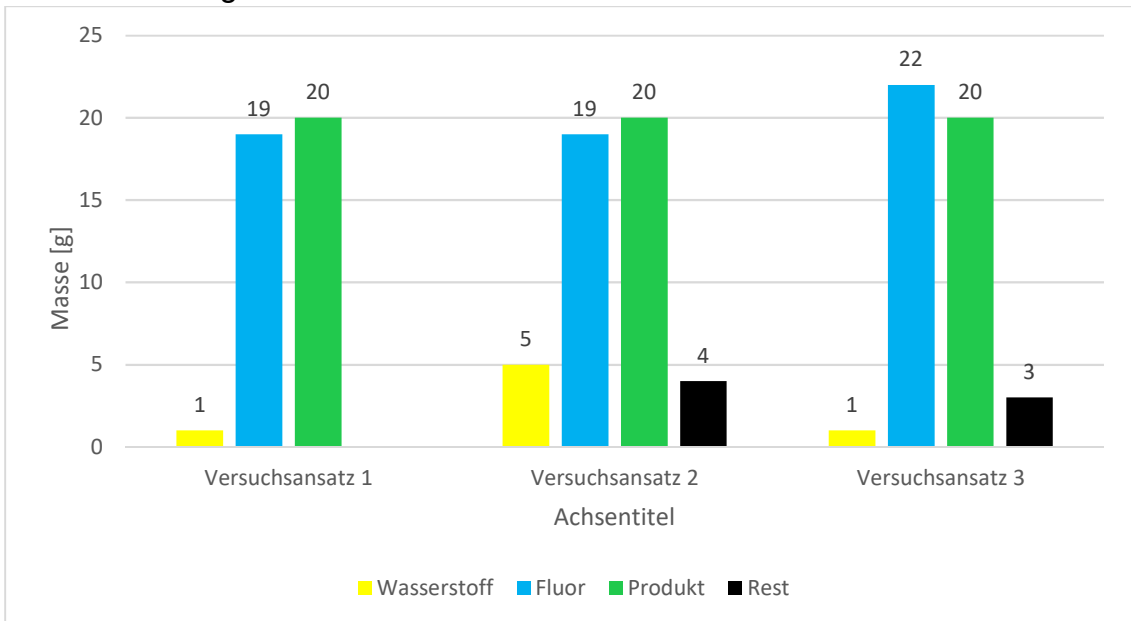
Interessanterweise reagieren immer nur bestimmte Massen von Wasserstoff mit Fluor:

m (Fluor) [g]	9,5	114	5,7	28,5
m (Wasserstoff) [g]	0,5	6	0,3	1,5

Berechne nunmehr das konstante Massenverhältnis von Fluor zu Wasserstoff in Hydrogenfluorid!

$$\frac{m \text{ (Fluor)}}{m \text{ (Wasserstoff)}} = \text{-----}$$

Verändert man aber die Massen von Wasserstoff und Fluor unter Nichtbeachtung des konstanten Massenverhältnisses, so erhält man folgende interessante Ergebnisse:



Erläutere nunmehr das obere Säulendiagramm!

Das konstante Massenverhältnis von Sauerstoff / Wasserstoff in Wasser beträgt:

$$\frac{m(\text{Sauerstoff})}{m(\text{Wasserstoff})} = \frac{8}{1}$$

Berechne nachvollziehbar die Masse an gewonnenem Wasser, wenn man 25g Wasserstoff mit 16g Sauerstoff reagieren lässt!

### 3. Gesetz der multiplen Proportionen

Bei der Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff bildet sich durch Wahl der geeigneten Versuchsbedingungen einmal Kohlenstoffdioxid bzw. Kohlenstoffmonoxid.

Berechne zuerst die jeweiligen Massenverhältnisse von Sauerstoff zu Kohlenstoff in den beiden Verbindungen, unter Beachtung der folgenden Tabellen:

#### Kohlenstoffmonoxid:

m (Sauerstoff) [g]	0,32	0,096	32
m (Kohlenstoff) [g]	0,24	0,072	24

#### Kohlenstoffdioxid:

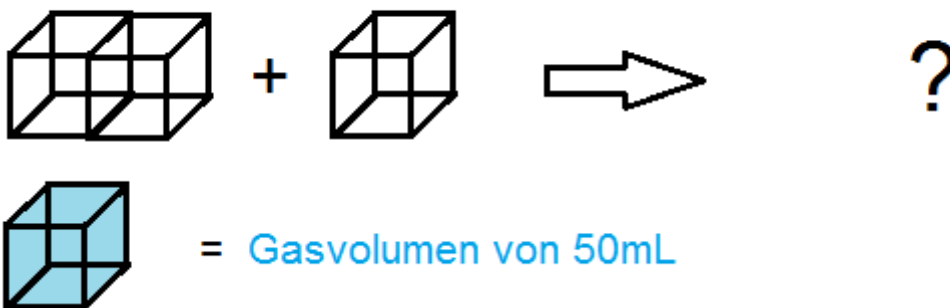
m (Sauerstoff) [g]	0,192	6,4	128
m (Kohlenstoff) [g]	0,72	2,4	48

Wie lassen sich diese interessanten Ergebnisse interpretieren besonders im Hinblick auf die Bezeichnung dieser beiden Oxide!

## 5. Die Avogadro-Hypothese und die Elementmoleküle

### 1. Die Wassersynthese (Dichteberechnungen, Element-Moleküle und chemische Formelgleichung)

Bei diesem Kapitel müssen wir Bezug auf die **Arbeitseinheiten Stoffeigenschaften und Stofftrennung** nehmen. Bei der Elektrolyse von Wasser hatten wir ein Volumenverhältnis Wasserstoff / Sauerstoff von 2/1 vorliegen. Gehen wir nunmehr auf die typische Darstellungsweise von Avogadro bei der Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser:



Um das Volumen von Wasser herauszufinden, musst Du zuerst die Gasvolumina der beiden Elemente über die Formel für die Dichte (Dichte  $\rho = m / V$ ) in die jeweiligen Massen umrechnen, wobei die Dichten von Wasserstoff bzw. Sauerstoff **0,09 g/L** bzw. **1,42g/L** betragen. Einfachhalber gehst Du gemäß dem Volumenverhältnis von 100ml Wasserstoff und 50ml Sauerstoff aus.

Berechne nunmehr die Massen von Wasserstoff und Sauerstoff!

Wie kannst Du als nächstes die Masse vom Wasser herausfinden?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Massen der Edukte und der Produkte?

Berechne jetzt das Volumen an Wasser (Dichte  $\rho$  von Wasser beträgt 0,8g/L).

Masse [g]:



Volumen [ml]:

Volumen-  
verhältnis:      2      :      1       $\rightarrow$

Gehen wir als nächstes davon aus, dass in jedem Würfel ein Atom von Wasserstoff bzw. Sauerstoff enthalten ist:



Was muss jetzt mit dem unteilbaren Sauerstoff-Atom passieren, damit die Wassermoleküle mit einem Sauerstoffanteil gebildet werden können?

Warum muss auch der Wasserstoff molekular auftreten, wenn man von der chemischen Formel von Wasser ( $H_2O$ ) ausgeht?

Nun kann man aus diesen Würfeln und den darin enthaltenen Molekülen die erste chemische Formelgleichung entwickeln. Dabei beachtet man das molekulare Auftreten der Element-Moleküle und die chemische Formel von Wasser und achtet weiterhin auf die Anzahl der Würfel oder Quadrate!

Formuliere nunmehr die chemische Formel von der Wasser-Synthese!

Neben den oben erwähnten Element-Molekülen Wasserstoff und Sauerstoff kommen auch die Elemente Stickstoff, Fluor, Chlor, Brom und Iod in der gleichen Konfiguration vor.

Formuliere jetzt die chemischen Formeln dieser Elemente, welche als zweiatomige Elementmoleküle vorkommen!

## 2. Die Ammoniaksynthese (Dichteberechnungen und chemische Formel)

Auch bei diesem Beispiel gehen wir genauso vor wie bei der oberen Wassersynthese. Wir benutzen aber diesen Ansatz um die chemische Formel von Ammoniak herauszufinden.

Stoffe	Stickstoff	Wasserstoff	Ammoniak
Dichten [g/ml]	1,25	0,09	0,76



Um die chemische Formel von Ammoniak herauszufinden musst nunmehr folgendermaßen vorgehen:

Berechne anhand der Dichten und der vorgegebenen Gasvolumina die Gesamtmasse der Edukte.

Berechne unter Beachtung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse das Gasvolumen der Produkte und bilde daraus die Volumenverhältnisse aller Reaktionsteilnehmer.

Bestimme abschließend die chemische Formel von Ammoniak und erstelle daraus die chemische Formelgleichung!

*Sigena-Gymnasium Nürnberg*

## 6. Aufbau des Periodensystems der Elemente

### 1. Aufbau nach Atommasse oder Protonenzahl

Jedes Element im PSE wird durch ein Kästchen, Quadrat oder Würfel dargestellt, wobei in diesem Kästchen u.a. das jeweilige Elementsymbol enthalten ist. Der Aufbau sieht dann dermaßen aus:

Atommasse oder auch  
Nucleonenzahl, bestehend aus  
Protonen (positiv geladene  
Atombausteine) und Neutronen  
(ungeladene Atombausteine)

Protonenzahl oder auch  
Ordnungszahl, entspricht auch  
der Elektronenzahl (negativ  
geladene Atombausteine)

18

8



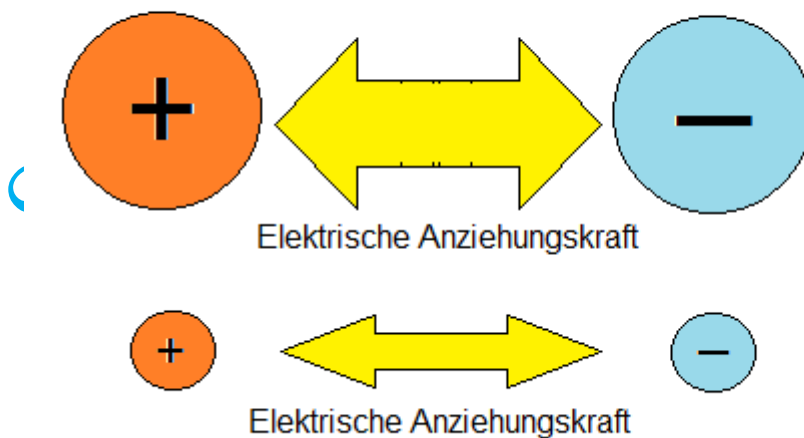
Nürnberg

Diskutiere nunmehr unter Beachtung der oberen Informationen, ob die Elemente des PSE nach zunehmender Atommasse oder zunehmender Protonenzahl angeordnet sind.

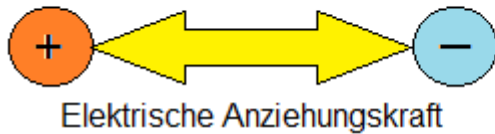
### 2. Untergliederung des PSE nach Schalen (Perioden)

Zwischen den Protonen im Atomkern und den Elektronen auf der Atomhülle treten sogenannte elektrostatische Anziehungskräfte auf, welche durch das Coulombsche Gesetz genauer definiert werden. Folgende Hintergrundinformationen sind dazu notwendig:

#### 1. Größe bezüglich der Beeinflussung der elektrischen Anziehungskraft



## 2. Größe bezüglich der Beeinflussung der elektrischen Anziehungskraft

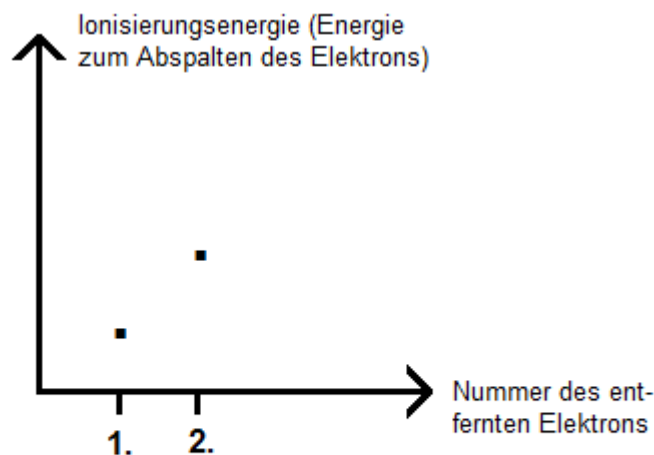


Welche zwei Größen beeinflussen damit die elektrostatische Anziehung zwischen zwei unterschiedlich geladenen Teilchen, also Elektronen und Protonen?

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

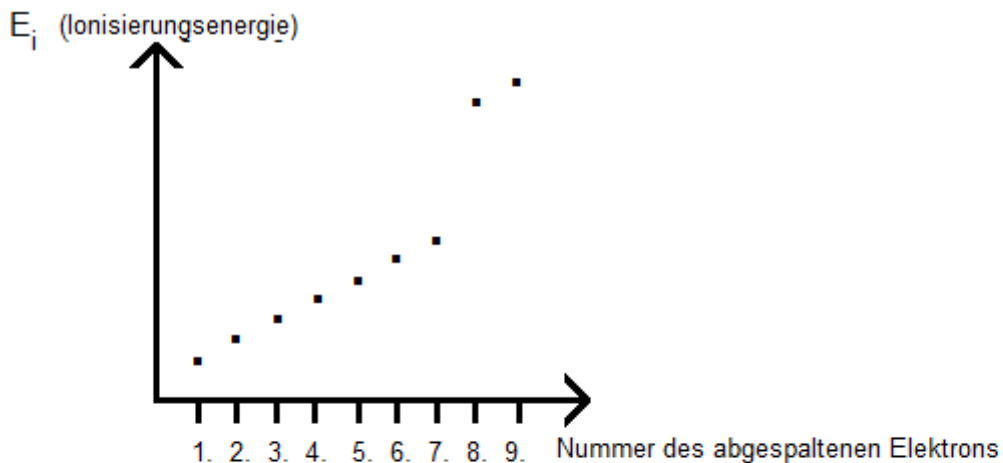
F = Coulombsche Anziehungskraft zwischen zwei unterschiedlich geladenen Teilchen  
Q = Größe der Ladung (einfach/zweifach/dreifach negativ oder positiv geladen)  
d = Abstand zwischen den zwei unterschiedlich geladenen Teilchen

Mit diesem Wissen sollst Du nunmehr das untere Diagramm zuerst mit eigenen Worten beschreiben und anschließend erklären!



**Verlauf der Ionisierungsenergie  $E_i$  für die Abspaltung aller Elektronen beim Helium-Atom**

Nach der Interpretation des Verlaufs der Ionisierungsenergien beim Helium-Atom kommen wir nun zum Fluor-Atom:



### Verlauf der Ionisierungsenergie $E_i$ beim Fluor-Atom

Welche Größe des Coulombschen Gesetzes kommt bei diesem Diagramm zum Tragen?

### 3. Hauptgruppen

Beginnen wir bei diesem Abschnitt mit dem Aufstellen von Elektronenkonfigurationen, wobei man darunter die jeweilige Anzahl von Elektronen pro Schale versteht.

Erkläre zuerst, warum die ersten Elektronen immer zuerst auf die kernnächsten Schalen kommen müssen (siehe Coulombsches Gesetz)!

Bei diesem Auffüllen muss man aber auch darauf Rücksicht nehmen, dass jede Schale nicht unendlich viele Elektronen aufnehmen kann. Folgende Formel hilft uns dabei weiter:

$$\text{Maximale Elektronenzahl pro Schale} = 2n^2$$

$n$  = Nummer der Schale oder Periode

Kommen wir nun den Elektronenkonfigurationen der Elemente 1 und 2 bzw. Wasserstoff und Helium:

Element	K-Schale	L-Schale	M-Schale
Wasserstoff	$1e^-$		
Helium	$2e^-$		

Setze nunmehr diese Tabelle bis zum Element Nr. 17 fort!

Umrahme nunmehr mit roter Farbe die Elemente Nr. 1, Nr. 3 und Nr. 11 und versuche herauszufinden was diese 3 Elemente gemeinsam haben!

Somit hast Du herausgefunden, dass die Elektronen auf der jeweils äußersten Schale bei allen Elementen eine sehr wichtige Rolle spielen. Folglich nennt der Chemiker diese Elektronen auch **Valenzelektronen**.



Wie kannst Du anhand des PSE die Anzahl der Valenzelektronen bei einem beliebigen Element sofort herausfinden?

4. Unterteilung des gekürzten PSE in Metalle und Nichtmetalle

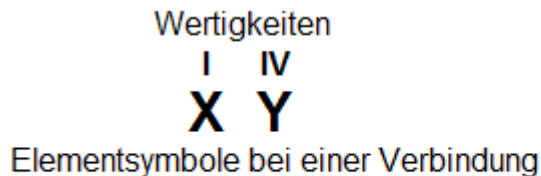
Aus unserem alltäglichen Leben können wir gewisse Elemente sofort als Metalle bzw. als Nichtmetalle einordnen. Bestimme und begründe kurz zu welcher der beiden oberen Gruppen das Aluminium (Alufolie in der Küche oder zum Einpacken von Lebensmitteln) bzw. der Sauerstoff deiner Meinung nach gerechnet wird! Wo findest Du im PSE eher Metalle oder Nichtmetalle?

*Sigona-Gymnasium Nürnberg*

## 7. Auf dem Weg zur chemischen Formel (Wertigkeiten)

### 1. Die Wertigkeiten von Elementen

Die Wertigkeiten sind für Verbindungen aus verschiedenen Elementen extrem wichtig. Diese Wertigkeiten sind kleine Zahlen (arabisch oder römisch), die der Chemiker bei einer chemischen Formel für das betreffende Elementsymbol folgendermaßen schreibt:



Welche Zahl erhalten dann die Wertigkeiten von Elementen!

### 2. Einfache Wertigkeiten und die Edelgaskonfiguration

Betrachten wir zuerst zwei Elemente im PSE, die in der gleichen Hauptgruppe liegen, nämlich die Elemente Nr. 11 und Nr. 17.

Formuliere als nächstes die Elektronenkonfiguration vom Element Nr. 11!

Element	K-Schale	L-Schale	M-Schale
Natrium			

Aus unserem oberen Wissen ist uns hoffentlich noch geläufig, dass jede Periode im PSE immer mit einem Edelgas endet.

Formuliere die Elektronenkonfiguration von den Edelgasen Neon und Argon!

Element	K-Schale	L-Schale	M-Schale
Neon			
Argon			

Definiere nunmehr das Besondere dieser Edelgase!

Diese Tatsache ist der Auslöser für die Reaktion von Elementen miteinander.

Denn die Elemente wollen in chemischen Verbindungen ebenfalls „Edel“ werden.

Welche Edelgaskonfiguration versucht nunmehr das Element Nr. 11 zu erreichen?

Formuliere die Elektronenkonfiguration des Natriums, damit es die Edelgaskonfiguration erreicht!

Element	K-Schale	L-Schale	M-Schale
Neon			
Natrium-Kation			

Ermittle nunmehr analog die Edelgaskonfiguration für das Chlor-Atom!

Element	K-Schale	L-Schale	M-Schale
Argon			
Chlor-Anion			

Die Wertigkeiten sind nichts anderes als die Elektronenzahl die entweder aufgenommen oder abgegeben wurde, um das nächste Edelgas zu erreichen.

### 3. Wertigkeiten auf die einfachste Art und Weise

Betrachten wir als nächstes nochmal die Stellung der oberen Elemente im PSE. Welchen zwei Großgruppen wird einmal das Natrium bzw. das Chlor zugeordnet? Welches Edelgas versucht das Natrium im Gegensatz zum Chlor zu erreichen? Wie erhält man dann die Wertigkeit bei einem Metall bzw. bei einem Nichtmetall!

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Hauptgruppe
----	-----	------	-----	----	-----	------	-------	-------------

**Metall**  
Wertigkeit  
= Hauptgruppe

**Nichtmetall**  
Wertigkeit = Edelgashauptgruppe (VIII.) -  
Hauptgruppe (Nichtmetall)

Bestimme nunmehr die Wertigkeiten von Wasserstoff, Beryllium, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor, Neon, Natrium, Silicium, Schwefel, Chlor und von Calcium!

### 4. Elemente mit mehreren Wertigkeiten

Da die Wertigkeiten dazu dienen die chemische Formel einer Verbindung herauszufinden, muss man immer die Stellung der beiden Elemente der Verbindung im PSE beachten. Ein sehr schönes Beispiel dazu ist einmal die Verbindung von Stickstoff mit Sauerstoff bzw. mit Wasserstoff.

Bestimme die relative Stellung des Stickstoffs in einer Verbindung mit Wasserstoff bzw. mit Sauerstoff!

Bei der Bestimmung der Wertigkeiten in einer Verbindung verhält es sich nun wie beim Kartenspiel oder Mühle oder Dame. Einer gewinnt und der andere verliert.

Bei der Verbindung zwischen Stickstoff und Wasserstoff ist die jeweilige Wertigkeit der beiden Elemente eigentlich klar.

Dagegen bei Stickstoff und Sauerstoff hat man Probleme, da beide Elemente als Nichtmetalle ganz weit rechts im PSE stehen. Alle wollen zum Neon. Bei dieser Problematik muss man die relative Stellung beider Elemente beachten. Das Element, das weiter rechts ist geht zum nächsthöheren Edelgas und jetzt kommt auch das obere Prinzip zum Tragen, dass **„Einer gewinnt und der andere verliert“**.

Bestimme mit diesem Hintergrundwissen die Wertigkeiten des Stickstoff-Atoms!

Das Gleiche gilt für die Wertigkeit des Schwefels, wenn es einmal mit Aluminium bzw. mit Fluor reagiert.

Bestimme auch hier die beiden Wertigkeiten von Schwefel!

Die Tatsache, dass Schwefel diese besonders hohe Wertigkeit einnimmt beobachtet man auch bei der Verbindung Schwefeltrioxid.

Formuliere zuerst die chemische Formel von Schwefeltrioxid und ermittle daraus die Wertigkeiten der beiden Elemente!

#### 5. Elemente mit besonderen Wertigkeiten

Unabhängig von dem oben Gesagten gibt es Elemente, die immer nur eine oder bestimmte Wertigkeiten annehmen:

- Fluor und Wasserstoff hat in allen Verbindungen immer die jeweilige Wertigkeit!
- Sauerstoff hat fast immer die Wertigkeit II, also niemals VI. und in ganz speziellen Fällen (siehe 9. Jahrgangsstufe) manchmal die Wertigkeit I.

Sigena-Gymnasium Nürnberg

## 8. Die chemische Formel (binäre Verbindungen)

**Zum besseren Verständnis von diesem Kapitel muss die Arbeitseinheit „Auf dem Weg zur chemischen Formel (Wertigkeiten)“ durchgenommen worden sein!**

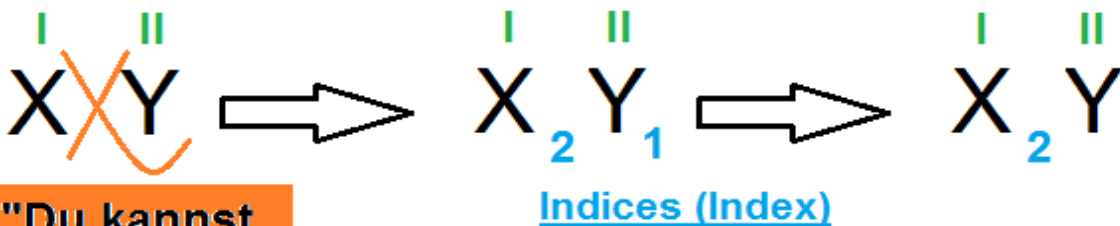
1. Zuerst betrachtest Du die Stellung der beiden Elemente im PSE. Normalerweise wird immer zuerst das Element angeschrieben, das weiter links im PSE steht. **Ausnahmen dazu sind die Wasserstoff-Verbindungen der IV. und V. Hauptgruppe!**
2. Sind beide Elemente sogenannte Nichtmetalle, so wird immer das Element zuerst angeschrieben, welches den „schwächeren“ Nichtmetallcharakter hat, also weiter links im PSE steht.
3. Stehen beide Elemente in der gleichen Hauptgruppe, dann wird immer das Element zuerst angeschrieben, welches - relativ gesehen - weiter unten steht. Siehe auch Schwefeltrioxid!

Schreibe nunmehr die Elementsymbolfolge von folgenden Verbindungen gemäß der oberen Merksätze an:

Sauerstoff-Natrium-Verbindung, Schwefel-Magnesium-Verbindung, Wasserstoff-Kohlenstoff-Verbindung, Sauerstoff-Kohlenstoff-Verbindung, Wasserstoff-Stickstoff-Verbindung, Sauerstoff-Stickstoff-Verbindung, Sauerstoff-Schwefel-Verbindung, Schwefel-Wasserstoff-Verbindung, Fluor-Sauerstoff-Verbindung

4. Daraufhin schreibst Du - gemäß der vorherigen Arbeitseinheit - die jeweiligen Wertigkeiten über das Elementsymbol:

Wertigkeiten



**"Du kannst mich mal kreuzweise"**

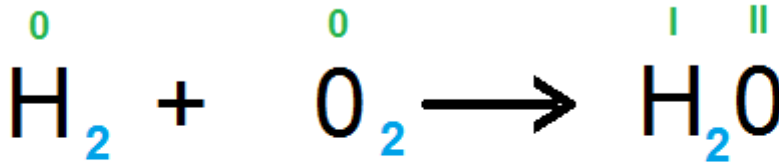
Wichtig ist, dass der Index 1 gekürzt wird, da ja das Elementsymbol bereits für ein Atom steht!

Ergänze als nächstes bei den oberen Verbindungen Sauerstoff-Natrium-Verbindung, Schwefel-Magnesium-Verbindung, Wasserstoff-Kohlenstoff-Verbindung, Sauerstoff-Kohlenstoff-Verbindung, Wasserstoff-Stickstoff-Verbindung, Sauerstoff-Stickstoff-Verbindung, Sauerstoff-Schwefel-Verbindung, Schwefel-Wasserstoff-Verbindung, Fluor-Sauerstoff-Verbindung die jeweiligen Wertigkeiten und dann daraus die Indices mit den fertigen chemischen Formeln!

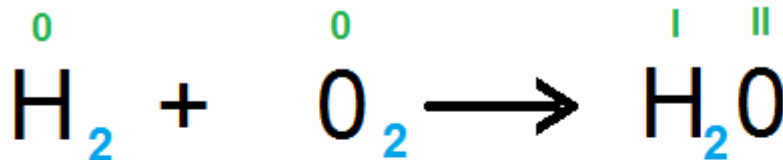
## 9. Die chemische Formelgleichung I

Zum besseren Verständnis von diesem Kapitel müssen die Arbeitseinheiten „Auf dem Weg zur chemischen Formel (Wertigkeiten)“ und „Die chemische Formel (binäre Verbindungen“ behandelt worden sein!

1. Gemäß den oben behandelten Wortgleichungen (siehe Arbeitseinheit „Die chemische Reaktion“) schreibst Du zuerst die chemischen Formeln der Edukte und dann diejenigen der Produkte an. Dabei musst Du folgende Punkte beachten:
- Alle chemischen Formeln müssen mittels der oben behandelten Wertigkeiten erarbeitet worden sein.
  - Gewisse Elemente kommen immer als zweiatomige Elementmoleküle vor. Siehe dazu die Arbeitseinheit „Avogadro-Hypothese und Elementmoleküle“.



- Als nächstes zählt man von jedem Element die Anzahl der Atome auf der Edukt- und der Produktseite zusammen:



Anzahl H:

.....

.....

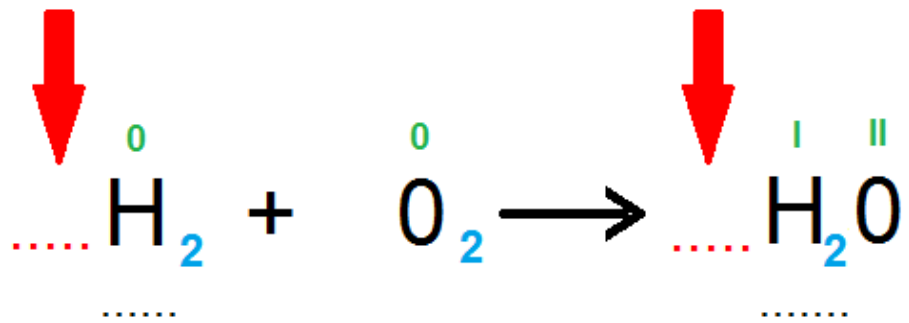
Anzahl O:

.....

.....

- Durch geeignete Zahlen, sogenannte **Koeffizienten**, die vor den chemischen Formeln geschrieben werden, muss gemäß dem Gesetz von der Erhaltung der Masse Rechnung getragen werden, d.h. es muss die Anzahl der Atome für jedes Element ausgeglichen werden.

Anfügen von geeigneten Koeffizienten:



Anzahl H: .....

Anzahl O: .....

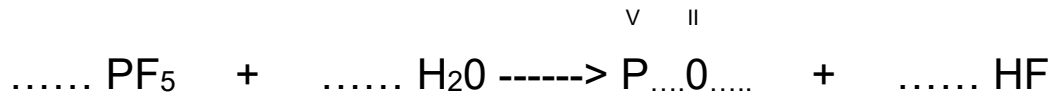
*Sigena-Gymnasium Nürnberg*

## 10. Die chemische Formelgleichung II (Übungen)

1. Formuliere die chemische Formelgleichung für die Reaktion von Barium mit Sauerstoff zu einer Barium-Sauerstoff-Verbindung!
2. Formuliere die chemische Formelgleichung für die Reaktion von Sauerstoff mit einem weiteren Stoff zu einer Sauerstoff-Kohlenstoff-Verbindung!
3. Formuliere die chemische Formelgleichung für die Synthese einer Verbindung, bestehend aus Wasserstoff und Stickstoff!
4. Stickstoff reagiert u.a. zu einer Stickstoff-Fluor-Verbindung!
5. Formuliere die chemische Formelgleichung für die einfache Umsetzung einer Chlor-Wasserstoff-Verbindung mit Aluminium zu einem Element und einer Aluminium-Chlor-Verbindung!
6. Bei einer einfachen Umsetzung reagiert Magnesium mit einer Verbindung (Schmelzpunkt  $0^{\circ}\text{C}$  und Siedepunkt  $100^{\circ}\text{C}$ ) zu Magnesiumoxid und einem Element. Formuliere die chemische Formelgleichung!
7. Eine Bor-Chlor-Verbindung reagiert mit Wasser zu einer Bor-Sauerstoff-Verbindung und einer weiteren Verbindung!
8. Eine Wasserstoff-Kohlenstoff-Verbindung reagiert bei einer Verbrennung mit einem Element zu den Oxiden der oberen Verbindung. Formuliere die chemische Formelgleichung!
9. Eine Wasserstoff-Stickstoff-Verbindung reagiert mit einem weiteren Stoff zu Wasser und einer Sauerstoff-Stickstoff-Verbindung. Formuliere die chemische Formelgleichung, wobei Du auf die wechselnden Wertigkeiten des Stickstoffs achten musst!
10. Eine Verbindung (chlorhaltig) und ein Element reagieren zu Wasser und Chlor. Formuliere die chemische Formelgleichung!
11. Eine Magnesium-Stickstoff-Verbindung reagiert in einer doppelten Umsetzung mit Wasser u.a. zu Magnesiumoxid. Formuliere die chemische Formelgleichung!
12. Eine chemische Verbindung bestehend aus 4 Kohlenstoff-Atomen und 10 Wasserstoff-Atomen wird verbrannt, wobei Wasser und eine Sauerstoff-Kohlenstoff-Verbindung entsteht. Formuliere auch hier die chemische Formelgleichung!



13. Eine Chlor-Wasserstoff-Verbindung reagiert mit einem Element zu einem Element und einer Verbindung mit der Atommasse von 18u. Formuliere die komplette chemische Formelgleichung!
14. Ergänze die Indices beim 1. Produkt der unteren Gleichung und erarbeite dann daraus die fehlenden Koeffizienten!



15. Folgende allgemeine und unvollständige chemische Formelgleichung ist gegeben:



Ermittle zuerst die fehlenden Koeffizienten und identifiziere abschließend die Elemente X und Y unter der Voraussetzung, dass beide Elemente in der 3. Periode stehen!

Sigena-Gymnasium Nürnberg

## 11. Die Atombindung I (Elektronenpaarbindung)

Für das weitere Verständnis müssen die Arbeitsblätter „Aufbau des PSE“ und die „Avogadro-Hypothese und die Elementmoleküle“ behandelt worden sein!

Bei der Entstehung einer Atombindung reagieren prinzipiell Elemente miteinander, die im PSE mittig bzw. rechts stehen.

Reagieren demnach mehr Metalle, Nichtmetalle oder Metalle mit Nichtmetalle miteinander, wenn eine Atombindung entsteht?

Formuliere die chemische Formelgleichung für das Element Nr. 9 und begründe deine Ausführungen!

Bestimme als nächstes die Anzahl der Valenzelektronen vom Element Nummer 9 und begründe deine Aussagen!

Zeichne nunmehr das Elementsymbol für dieses Element und die Valenzelektronen als Punkte um das Elementsymbol!

Zeichne rechts daneben das Spiegelbild von diesem Element!

Beide Elemente müssen nunmehr so nebeneinander stehen, dass die Seiten mit nur einem Valenzelektron gegenüberstehen. Verbinde nunmehr diese beiden einzelnen Valenzelektronen mit einem Strich!

Damit sind beide Fluor-Atome durch einen Strich miteinander verbunden und Du hast jetzt die Valenzstrichformel des zweiatomigen Fluor-Moleküls vorliegen.

In diesem Molekül gibt es jetzt zwei Arten von Elektronenpaaren, nämlich das

- Bindungselektronenpaar und
- Freies Elektronenpaar

Bestimme von der Valenzstrichformel des Fluor-Moleküls die Anzahl der Bindungselektronenpaare und der freien Elektronenpaare!

Um nun zu erklären, warum das Element Fluor überhaupt nur als zweiatomiges Elementmolekül vorkommt, sagt man, dass ein freies Elektronenpaar nur einem Element gehört, das Bindungselektronenpaar aber beiden Atomen oder Bindungspartnern zugerechnet wird.

Wie viele Elektronen besitzt unter dieser Voraussetzung jetzt jedes Fluor-Atom im zweiatomigen Fluor-Molekül und welche Stellung haben beide Atome damit erreicht?

Bestimme nunmehr analog die Valenzstrichformel des Wasserstoff-Moleküls mit der Anzahl der Bindungselektronenpaare bzw. der freien Elektronenpaare und erkläre

aus der Sichtweise der Edelgaskonfiguration, warum es kein dreiatomiges Wasserstoff-Molekül geben kann!

Formuliere als nächstes die Valenzstrichformel eines vieratomigen Chlor-Moleküls, bestimme daraus die Anzahl der freien Elektronenpaare und der Bindungselektronenpaare und diskutiere abschließend, ob Chlor unter Beachtung der Edelgaskonfiguration tatsächlich als vieratomiges Molekül vorkommt!

Welcher Zusammenhang besteht bei diesen drei Element-Molekülen zwischen der Wertigkeit und der Anzahl der Bindungselektronenpaare!

Formuliere als nächstes die Valenzstrichformel des Sauerstoffmoleküls unter Beachtung folgender Punkte:

- Chemische Formel des Sauerstoffs
- Verteilung der Valenzelektronen als Punkte um jedes Sauerstoff-Atoms
- Bestimmung der Wertigkeit des Sauerstoffs und der Anzahl der Bindungselektronenpaare
- Erreichen der Edelgaskonfiguration von jedem Sauerstoff-Atom

Unter Beachtung der unteren Abbildung und der oberen Ausführungen soll ermittelt werden, welches Element-Molekül unten abgebildet ist!



Sigena-Gym.

## 12. Die Atombindung II (Elektronenpaarbindung bei Verbindungen)

Nachdem wir die Atombindung bei den sogenannten Elementmolekülen behandelt haben, kommen wir nun zu den Valenzstrichformeln von Verbindungen.

### 1. Valenzstrichformel von Wasser

Unter Beachtung des vorherigen Arbeitsblatts (Valenzelektronen, freie Elektronenpaare, Bindungselektronenpaare, Edelgaskonfiguration, Wertigkeiten) soll die Valenzstrichformel von Wasser erarbeitet werden.

- Formuliere zuerst die chemische Formel von Wasser
- Bestimme die Anzahl von Bindungselektronenpaaren, die von jedem beteiligten Element ausgehen müssen, anhand der jeweiligen Wertigkeit
- Formuliere unter diesen Voraussetzungen die Valenzstrichformel von Wasser
- Ergänze die Anzahl der freien Elektronenpaare durch Differenzbildung mit den jeweiligen Valenzelektronen
- Prüfe abschließend, ob nunmehr jedes Element die Edelgaskonfiguration erreicht hat

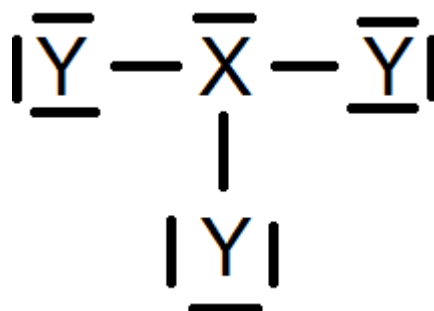
### 2. Valenzstrichformel von Kohlenstoffdioxid

- Ermittle zuerst die chemische Formel dieser Verbindung!
- Bestimme durch Einbeziehung deines bisherigen Wissens die Wertigkeiten und daraus das Grundgerüst der Valenzstrichformel nur mit den Bindungselektronenpaaren
- Ergänze die freien Elektronenpaare und prüfe die zu erreichenden Edelgaskonfigurationen

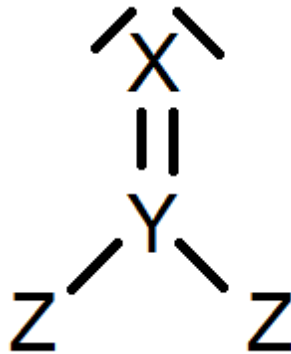
### 3. Valenzstrichformel einer Stickstoff-Wasserstoff-Verbindung

Bestimme von der chemischen Formel ausgehend, dann unter Beachtung der Wertigkeiten und schließlich nach Prüfung der Edelgaskonfigurationen die Valenzstrichformel von Ammoniak.

### 4. Bestimmung der Elemente in einer Valenzstrichformel



5. Bestimmung der Elemente in einer Valenzstrichformel



Sigena-Gymnasium Nürnberg

### 13. Die Ionenbindung I (Salze)

Welche Elemente im PSE bilden bei einer Reaktion eine Atombindung?

Neben der Atom- und der Ionenbindung existiert auch die Metallbindung.

Welche Elemente des PSE müssen dann miteinander reagieren, damit eine Ionenbindung entsteht?

Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
----	----	----	----	---	---	----	----

Erkläre zuerst die obere Tabelle!

Formuliere zuerst die chemischen Formeln aller Verbindungen des Ar mit den anderen oben abgebildeten Elementen!

Auch das Element Cl reagiert mit allen anderen Verbindungen. Ordne diesen Verbindungen einen Atombindungs- bzw. einen Ionenbindungscharakter zu und begründe deine Ausführungen!

Welche Verbindung, bestehend aus den oben abgebildeten Elementen, ist das bekannteste Salz?

Bestimme als nächstes die Elektronenkonfigurationen (siehe Arbeitsblatt PSE und Wertigkeiten) der Elemente Nr. 11 und Nr. 17!

Zur Erinnerung: Unter Elektronenkonfiguration versteht der Chemiker, die tabellarische Verteilung der Elektronen auf die jeweils besetzten Schalen.

Wo befinden sich bei beiden Elementen die jeweils nächsten Edelgase?

Wie viele Elektronen müssen beide Elemente dann jeweils abgeben oder aufnehmen um dieses nächstgelegene Edelgas zu erreichen?

Womit korreliert diese Zahl der aufgenommenen oder abgegebenen Elektronen?

Bestimme nunmehr von beiden Elementen die Anzahl der Protonen (Ladung?) bzw. der Elektronen nach Abgabe bzw. Aufnahme!

Welches Element hat einen Protonenüberschuss bzw. einen Elektronenüberschuss?

Atome mit einer positiven bzw. negativen Ladung nennt man Ionen bzw. genauer haben Kationen eine positive Ladung und Anionen eine negative Ladung

Welches der beiden beteiligten Elemente wird bei der Salzbildung zu einem Kation bzw. zu einem Anion?

Ergänze abschließend folgende Tabelle:

Element-symbol	Stellung im PSE	Anzahl der Valenzelektronen	<b>E</b> lektronen <b>G</b> eber/ <b>E</b> lektronen <b>N</b> ehmer (-> Edelgas-konfiguration)	Wertigkeit	Ionen-typ

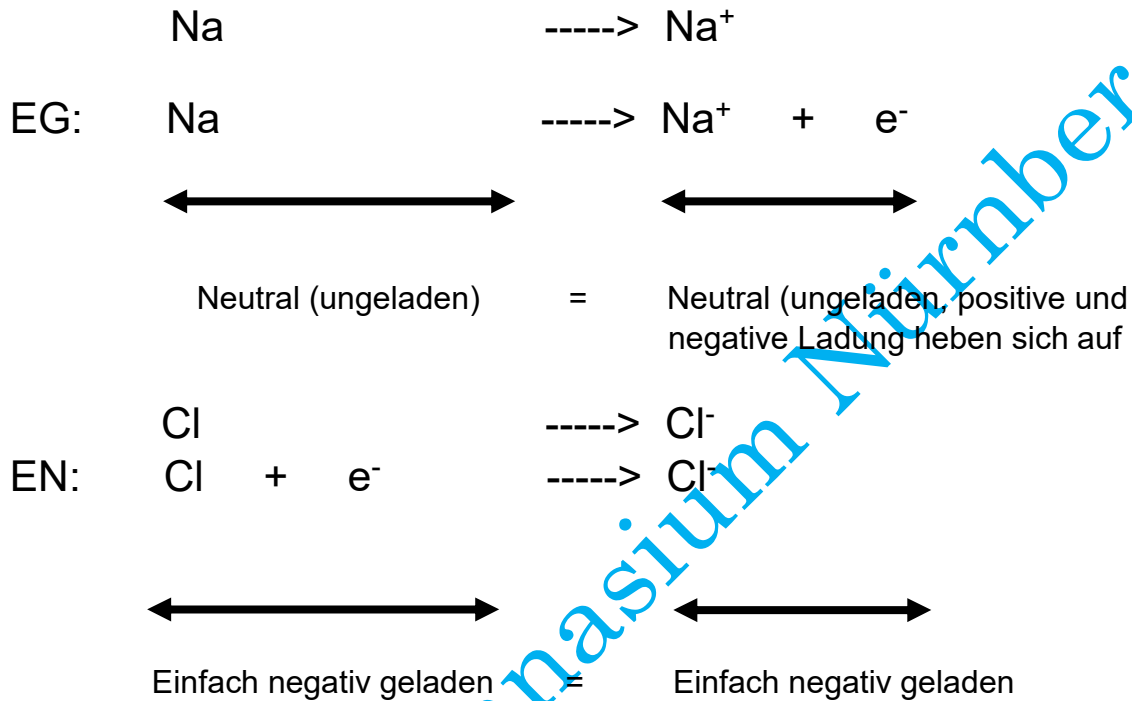
Sigena-Gymnasium Nürnberg

## 14. Die Ionenbindung II (Elektronenübergänge)

Formuliere die chemische Formelgleichung für die Reaktion von Element Nr. 11 mit Element Nr. 17!

Formuliere die Elektronenkonfigurationen für die Elemente Nr. 11 und Nr. 17 und für die daraus resultierenden Ionen!

Ordne nunmehr Elektronengeber und -nehmer zu!



Chlor kommt aber immer als zweiatomiges Element-Molekül vor:



Da die Elektronennehmerreaktion 2 Elektronen benötigt, muss die Elektronengeberreaktion auch zwei Elektronen zur Verfügung stellen, ergo muss man diese Teilreaktion verdoppeln (siehe auch obere chemische Formelgleichung!):



Fasst man nun die Elektronengeber und Elektronennehmerteilreaktion zusammen:





Da die zur Verfügung gestellten Elektronen auch verbraucht werden, kann man die Elektronen auf der linken und rechten Seite der jeweiligen Teilreaktion herauskürzen:



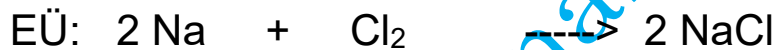
Durch eine Zusammenfassung zu einem Elektronenübergang kommt man zu:



Als nächstes lässt sich auf der Produktseite die 2 ausklammern:



Schließlich kommt man dann zu:



### 1. Aufgabe

- Formuliere zuerst die chemische Formelgleichung für die Reaktion von Element Nr. 12 mit Element Nr. 16!
- Bestimme welches der beiden Elemente als Elektronengeber bzw. als – nehmer fungiert!
- Formuliere die Elektronengeberreaktion!
- Formuliere die Elektronennehmerreaktion (beachte die Gleichheit der Ladungen auf der Edukt- und der Produktseite!)
- Die Anzahl der Elektronen muss bei beiden Teilreaktionen gleich sein!
- Der Reaktion für den Elektronenübergang muss mit der chemischen Formelgleichung übereinstimmen!

### 2. Aufgabe

- Formuliere zuerst die chemische Formelgleichung für die Reaktion von Element Nr. 20 mit Element Nr. 8!
- Bestimme welches der beiden Elemente als Elektronengeber bzw. als – nehmer fungiert!
- Formuliere die Elektronengeberreaktion!

- d) Formuliere die Elektronennehmerreaktion (beachte die Gleichheit der Ladungen auf der Edukt- und der Produktseite)!
- e) Das vorliegende Element zählt zu den zweiatomigen Elementmolekülen!
- f) Die Anzahl der Elektronen muss bei beiden Teilreaktionen gleich sein!
- g) Der Reaktion für den Elektronenübergang muss nach Ausklammern und Zusammenfassen mit der chemischen Formelgleichung übereinstimmen!

3. Aufgabe

Formuliere die chemische Formelgleichung, die Elektronengeber- und die Elektronennehmerteilreaktion bzw. den Elektronenübergang für die Reaktion von Element Nr. 7 mit Element Nr. 13!

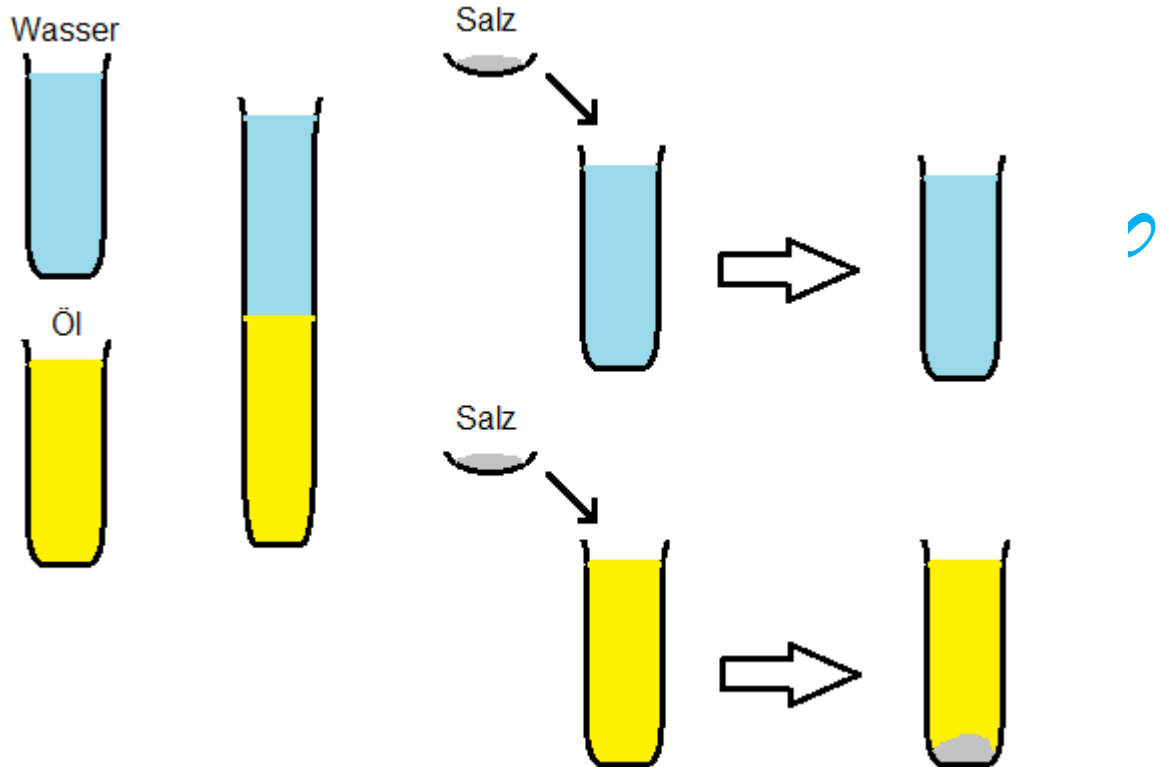
4. Aufgabe

Formuliere sämtlich mögliche Gleichungen, wenn das Element Nr. 6 mit Element Nr. 9 reagiert!

Sigena-Gymnasium Nürnberg

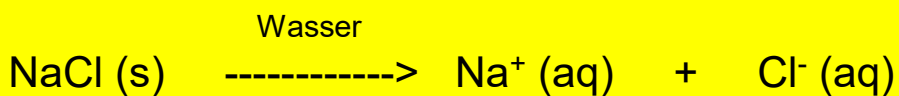
## 15. Die Ionenbindung III (Eigenschaften der Salze)

1. Folgender Versuchsaufbau ist gegeben:



Beschreibe mit eigenen Worten die Versuchsbeobachtung und erkläre anschließend dieses Phänomen mittels der chemischen Fachsprache!

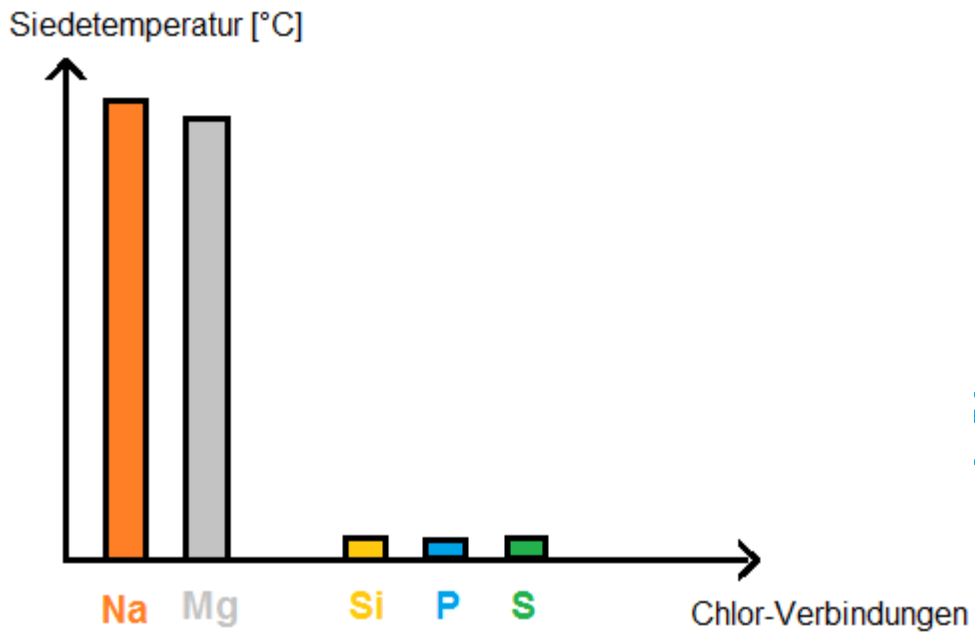
Diese physikalische Eigenschaft der Wasserlöslichkeit von Salzen drückt man folgendermaßen aus:



aq ist die Abkürzung für das lateinische Wort aqua und bedeutet aus chemischer Sicht in Wasser gelöst.

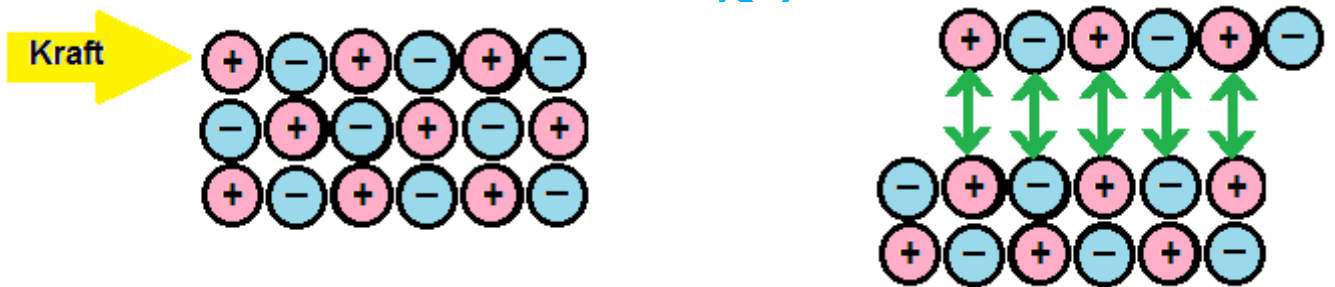
Ermittle als nächstes noch mindestens 3 chemische Formeln von salzartigen chemischen Verbindungen und formuliere analog zur Lösungsvorgang von Kochsalz oder Natriumchlorid in Wasser die entsprechenden chemischen Gleichungen für die Lösungsvorgänge in Wasser!

2. Folgendes Diagramm ist gegeben:



Welchen Bindungstyp werden diese 5 Chlor-Verbindungen zugeordnet?  
Warum sind bei Ionenverbindungen die Anziehungskräfte wesentlich stärker?

3. Folgender Versuchsaufbau ist gegeben:

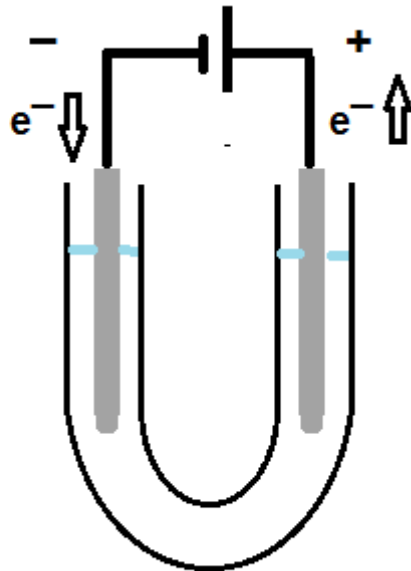


Beschreiben Sie zuerst die Versuchsbeobachtung und erklären Sie anschließend diesen Versuchsverlauf!

## 16. Die Ionenbindung IV (Elektrolysen)

Formuliere die chemische Formelgleichung für die Analyse von Kupfer(II)-chlorid (Die römische II steht für die Wertigkeit des Kupfers)!

Die Analyse von Kupfer(II)-chlorid läuft durch Zufuhr von elektrischem Strom ab, deshalb spricht man auch von Elektrolyse.



Am negativen Pol hat man einen Überschuss von negativer Ladung also werden hier die negativ geladenen Elektronen in die Lösung gepumpt und vom positiven Pol werden die Elektronen angezogen.

Formuliere zuerst die chemische Formelgleichung für den Lösungsvorgang von Kupfer(II)-chlorid in Wasser!

Überlege als nächstes welche der oben gebildeten Ionen nunmehr von negativen oder positiven Pol angezogen werden?

Damit können wir schreiben:

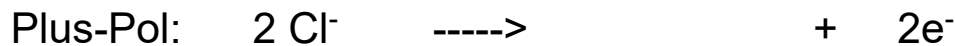
Minus-Pol:  $\text{Cu}^{2+}$

Plus-Pol:  $\text{Cl}^-$

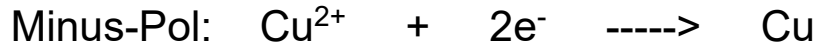
Da am Minus-Pol Elektronen in die Lösung gepumpt werden, ist es auch nur logisch, dass diese Elektronen von den Kupfer-Kationen aufgenommen werden:

Minus-Pol:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

Vollkommen analog müssen dann am Plus-Pol Elektronen von den Chlorid-Anionen abgegeben werden:



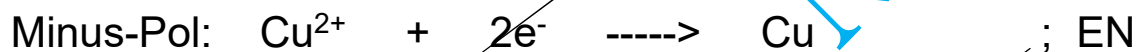
Wozu wandeln sich nun die Kationen bzw. die Anionen um, wenn die einen Elektronen aufnehmen bzw. die anderen Elektronen abgeben:



An welchen Polen laufen nun die Elektronengeber- bzw. die Elektronennehmerreaktionen ab?



Nun können wir auch hier beide Gleichungen zusammenfassen:



1. Aufgabe

- Formuliere zuerst die chemische Formelgleichung für die Elektrolyse von Natriumchlorid.
- Formuliere die chemische Formelgleichung für den Lösungsvorgang des Salzes in Wasser!
- Formuliere als nächstes die Teilreaktion für den Minus-Pol!
- Formuliere weiterhin die Teilreaktion für den Plus-Pol!
- Formuliere die Summenreaktion für den Elektronenübergang!

2. Aufgabe

Formuliere analog zur Aufgabe 1 sämtliche chemische Formelgleichungen für die Gewinnung von Aluminium und Sauerstoff aus der Elektrolyse einer Aluminium-Sauerstoff-Verbindung!

*Sigena-Gymnasium Nürnberg*

*Sigena-Gymnasium Nürnberg*