

B Chemische Stoffgruppen

B5 Bedeutsame Redoxreaktionen und die Atombindung

I Information

Wir haben in der letzten Stunde kennengelernt, dass Redox-Reaktionen nur zwischen den Partnern (Metallen und Nichtmetallelementen) geschehen, bei denen ein Elektronenaustausch stattfinden. Treibende Kraft für diese Reaktionen ist die Einhaltung der Oktettregel beider Elemente. Es gibt jedoch auch Redox-Reaktionen zwischen Verbindungen untereinander. Redox-Reaktionen kann man häufig bei der Herstellung von Reinmetallen aus Metalloxiden, -carbonaten oder -sulfiden antreffen. Eine sehr bedeutsame Redox-Reaktion ist die aluminothermische Herstellung von Roheisen. Hier wird Eisenoxid mit Aluminium im Hochofen unter großer Hitze zur Reaktion gebracht. Man erhält dabei Roheisen und Aluminiumoxid. Hierbei nutzt man das Prinzip, dass unedlere Metalle wie etwa Natrium, Magnesium, Aluminium oder Zink Verbindungen edlerer Metalle wie z.B. Kupfer, Silber oder Gold reduzieren können.

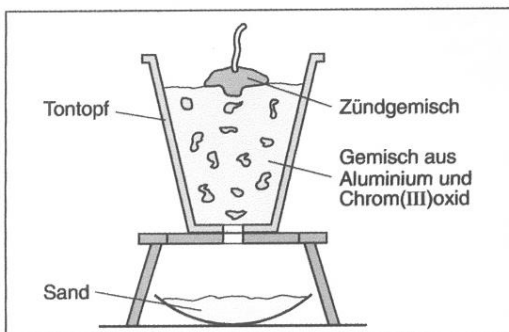
II Lehrerdemonstration

15g Eisenoxid (FeO) und 5g Aluminiumpulver werden vorsichtig vermischt. Das Gemisch gibt man in einen Blumentopf, in welchem eine Papierrolle steht. Der Rand wird mit Sand gefüllt. Auf das Gemisch gibt man etwas Magnesiumpulver und zündet alles mit einem Magnesiumband oder einer geeigneten Wunderkerze.

III Aufgaben

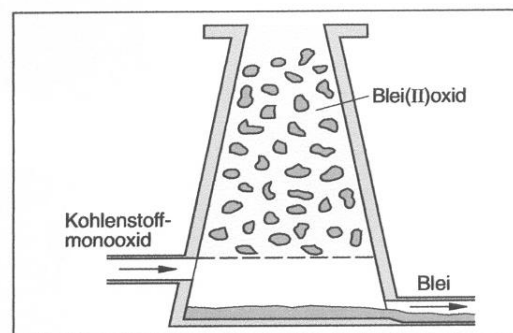
1. Erstelle ein Versuchsprotokoll zu obiger Demonstration.
2. Gewinnung von Metallen. Stelle die jeweilige Reaktionsgleichung auf:

Chrom wird aus Chrom(III)-oxid mit 99%iger Reinheit durch die Reaktion mit Aluminium gewonnen (Aluminothermie). Bei diesem Verfahren fällt künstlicher Korund (geschmolzenes Aluminiumoxid) an, das als hervorragendes Schleifmittel zur Wirtschaftlichkeit des Verfahrens beiträgt.



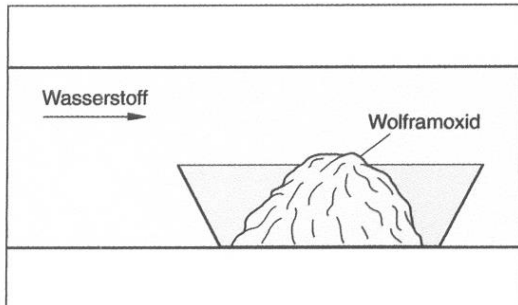
Reaktionsgleichung:

Blei wird in Schachtöfen bei Temperaturen bis 1200 °C aus Blei(II)-oxid hergestellt. Dabei leitet man Kohlenstoffmonooxid, das bei der Verbrennung von Koks entsteht, über das Oxid.



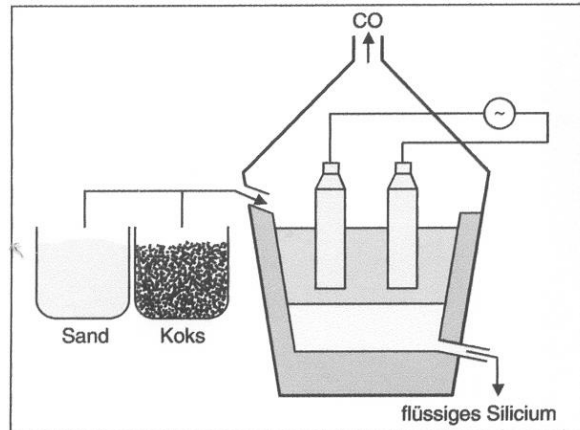
Reaktionsgleichung:

Wasserstoff dient zur Gewinnung von **Wolfram**, einem Metall, das wegen seiner Temperaturbeständigkeit in Glühlampen und Elektronenröhren verwendet wird. Wolfram(VI)-oxid wird dabei in Nickelschiffchen mit Wasserstoff bei etwa 1100 °C zur Reaktion gebracht.



Reaktionsgleichung:

Zur Gewinnung von **Silicium**, einem für die Stahlveredlung und die Mikroelektronik wichtigen Halbleitendmetall, wird Quarz (Siliciumdioxid) in elektrischen Öfen bei 2000 °C mit Koks zur Reaktion gebracht. Neben Silicium entsteht dabei Kohlenstoffmonoxid. Die Reaktion ist endotherm.

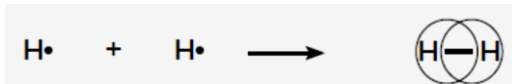


Reaktionsgleichung:

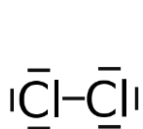
IV Information

Auch bei Verbindungen zwischen Nichtmetallen wollen die beteiligten Atome die Edelgaskonfiguration in der Atomhülle (= 2 bzw. 8 Elektronen in der äußersten Schale) erreichen. Durch Abgabe bzw. Aufnahme von Elektronen ist dies jedoch nicht zu erreichen:

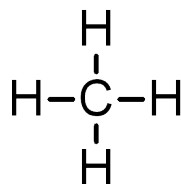
Beispiel: Wasserstoffatome reagieren miteinander. Dabei teilen sich die beiden Wasserstoffatome die beiden Elektronen:



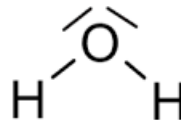
Die Elektronen bilden eine gemeinsame Elektronenwolke um beide Wasserstoffatomkerne. Zwischen den Atomen besteht also eine Bindung. Die beiden Elektronen, die diese Bindung bewirken, bezeichnet man als bindendes Elektronenpaar. Vereinfacht wird es durch einen Strich zwischen den Elementensymbolen angegeben. Es symbolisiert eine Einfachbindung zwischen Atomen.



Chlor Cl_2



Methan CH_4



Wasser H_2O

Zwei (bzw. drei) Elektronenpaare zwischen den Symbolen bedeuten eine Doppelbindung (bzw. Dreifachbindung). Diese Elektronenschreibweise, auch Valenzstrichformel genannt, wurde von Gilbert Lewis entwickelt. Sie berücksichtigt bindende und freie bzw. nicht bindende Elektronenpaare. Die Gesamtzahl der Elektronen der bindenden und freien Elektronenpaare um einen Atomrumpf beträgt acht (Oktettregel somit erfüllt). (Ausnahmen H_2 und He; Li^+ , Be^{2+} , B^{3+} , C^{4+} , ...)

Regeln zum Aufstellen von LEWIS-Formeln

I. Man bildet die Summe der Valenzelektronen aller beteiligten Atome. Bei Ionen werden zusätzlich die negativen Ladungszahlen addiert bzw. positiven Ladungszahlen subtrahiert.

II. Die Elementsymbole werden so angeordnet, dass alle Atome, die direkt miteinander verknüpft sind, durch eine Einfachbindung – ein Elektronenpaar – miteinander verbunden werden.

III. In Molekülen können den Atomen der zweiten Periode nach der Oktettregel maximal vier bindende oder freie Elektronenpaare zugeordnet werden. Die noch verbleibenden Elektronen werden daher möglichst so verteilt, dass die Oktettregel erfüllt ist. Falls dies allein mit Einfachbindungen und freien Elektronenpaaren nicht möglich ist, werden Zweifach- und Dreifachbindungen gebildet.

IV. Bei Elementen mit weniger als vier Valenzelektronen wird in der Regel kein Oktett gebildet. Auch bei einer ungeraden Anzahl an Valenzelektronen ist die Erfüllung der Oktettregel nicht möglich.

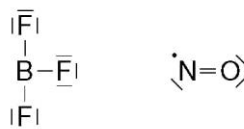
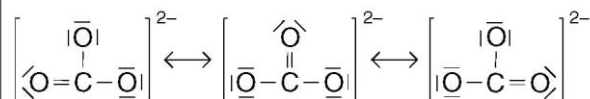
Teilchen	Methan	Ammoniak	Carbonat-Ion
Zahl der Valenzelektronen	$4 + 4 \cdot 1 = 8$	$5 + 3 \cdot 1 = 8$	$4 + 3 \cdot 6 + 2 = 24$
Mindestzahl der bindenden Elektronen	8	6	6
Anordnung der Atome	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{C}-\text{O} \end{array} \right]^{2-}$

Im **Methan-Molekül** wird die Oktettregel durch vier Einfachbindungen erfüllt.

Im **Ammoniak-Molekül** werden zwei Elektronen nicht für Einfachbindungen verwendet. Doppelbindungen sind nicht möglich.

Das Stickstoff-Atom erreicht sein Elektronen-Oktett dadurch, dass zwei Elektronen als nicht-bindendes, freies Elektronenpaar vorliegen.

Im **Carbonat-Ion** erreicht man das Elektronen-Oktett für das Kohlenstoff-Atom durch eine Doppelbindung zu einem der Sauerstoff-Atome. An jedem Sauerstoff-Atom sind zusätzlich noch freie Elektronenpaare vorhanden.




V Experiment

Eine Spatelspitze Zinkpulver in ein Reagenzglas und spanne dieses dann leicht schräg in ein Stativ. Gib nun einige Tropfen Salzsäure (ätzend!) auf das Pulver. Falls keine Reaktion zu beobachten ist, muss das Reagenzglas leicht erhitzt werden. Fange das entstehende Gas mit einem zweiten Reagenzglas auf und führe die Knallgasprobe durch.

VI Aufgaben

1. Erstelle ein Versuchsprotokoll zum Schülerexperiment.
2. Vervollständige die Tabelle sinnvoll.

Name Molekülformel	Einzelne Atome	LEWIS-Formel	Atom	Elektronenpaare pro Atom		
				freie	bindende	Summe
Fluorwasserstoff HF			H	0	1	1
			F	3	1	4
Methan CH ₄	H · · $\ddot{\text{F}}$		C			
			H			
Sauerstoff O ₂			O			
Schwefelwasserstoff H ₂ S			S			
			H			
Phosphortrichlorid PCl ₃			P			
			Cl			
Schwefelkohlenstoff CS ₂			C			
			S			
Brom Br ₂			Br			
Trifluormethan HCF ₃			H			
			C			
			F			