„Wie Walter und Jesse mithilfe einer Zaubertafel für Kinder in eine Fabrikhalle eindrangen“

Thema *Redoxreaktionen*

2.1 Infos und Ziele

In diesem Mystery wird eine Redoxreaktion anhand der Aluminothermie dargestellt. Dabei erhalten die Schüler außerdem Informationen über den Aufbau und die Eigenschaften von Metallen und über die Redoxreihe. Möchten Sie Aluminothermie im Unterricht anschließend zeigen, dann finden Sie hier die Anleitung (Achtung! Versuch ist sehr gefährlich!).

Die Aluminothermie, die auch als Thermitverfahren bekannt ist, wurde von Hans Goldschmidt 1895 als Patent angemeldet. Hierbei wird die starke Reaktivität des Aluminiums gegenüber Sauerstoff genutzt, um Eisenoxid zu Eisen zu reduzieren. Letzteres ergibt sich aus der Redoxreihe der Metalle. Die Reaktion ist stark exotherm und es entstehen Temperaturen um 2000 °C. Das Thermitverfahren wird u. a. im Gleisbau genutzt. Die beiden Schienenenden werden mit dem entstehenden flüssigen Eisen verschweißt.
Bei der Aluminothermie läuft folgende Redoxreaktion ab:

$$Fe_2O_3 + 2\ Al \rightarrow 2\ Fe + Al_2O_3$$

Eisen(III)-oxid wird durch Aluminium zu Eisen reduziert, Aluminium wird zu Aluminiumoxid oxidiert.

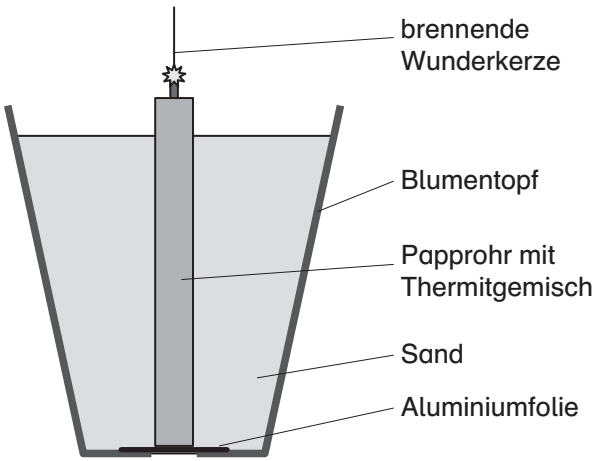
Oxidation: $Al \rightarrow Al^{3\oplus} + 3e^{\ominus}$

Reduktion: $Fe^{3\oplus} + 3e^{\ominus} \rightarrow Fe$

Redoxreaktion: $Al + Fe^{3\oplus} \rightarrow Al^{3\oplus} + Fe$

Lehrerexperiment:

Material: Blumentopf, Wunderkerzen, Eisen(III)-oxid, Aluminiumpulver, Alufolie, Sand, Kaliumpermanganat, Eisenpulver, Waage, Feuerzeug, Papier, feuerfestes Gefäß



Durchführung:

- Ein Thermitgemisch aus 20 g Eisen(III)-oxid und 7 g Aluminium wird hergestellt.
  Der Wasserablauf eines eingespannten Blumentopfs wird von innen mit Aluminiumfolie verschlossen und darauf ein Papprohr mit einem Durchmesser von 1 bis 2 cm gestellt.
- Der Blumentopf wird um das Papprohr herum mit Sand gefüllt.

VORSCHAU
netzwerk lernen
© Persen Verlag
zur Vollversion

- Das Thermitgemisch wird in die Pappröhre gegeben.
  Unter den Blumentopf wird ein feuerfestes Gefäß mit Sand gestellt.
- In das Thermitgemisch werden mindestens 5 Wunderkerzen gesteckt, die ca. 1 cm aus dem Thermitgemisch herausragen. Die mittlere Wunderkerze steht zusätzlich noch einen weiteren Zentimeter heraus, sie dient später als Zündkerze. Alle Kerzen können zudem noch an ihren Drähten verdrillt werden, damit sie möglichst eng stehen.
- Auf das Thermitgemisch gibt man nun noch eine Mischung aus 1 g Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) und 1 g Eisenpulver. Dies dient der besseren Zündung des Thermitgemischs.
  Das Thermitgemisch wird schließlich mit einer brennenden Wunderkerze gezündet.

!!!Vorsicht! Sicherheitsabstand von 5 m einhalten!!!

Beobachtung:

Aus der Öffnung des Blumentopfes tropft flüssiges Eisen.

2.2 Story[1]

Die Story für dieses Mystery ist der Fernsehserie „Breaking Bad“ entnommen, die vor allem durch ihre vielen Chemiedetails auffällt.
Walter und Jesse wollen ins Drogengeschäft einsteigen und beschließen, die Drogen einfach selbst herzustellen. Dafür benötigen sie ein paar Zutaten, für die sie in ein Chemikalienlager einbrechen wollen. Walter möchte das Fabriktor mit einer Thermit-Mischung sprengen, weil Thermit auch im Zweiten Weltkrieg in Brandbomben eingesetzt wurde. Walter geht davon aus, dass Thermit, wenn es einmal angezündet ist, so ziemlich alles zum Schmelzen bringt oder verbrennt, was ihm in den Weg kommt, somit auch das Torschloss. Leider erzeugt das Thermit beim Einbruch ein kleines Feuer und löst einen Alarm aus.
Das Aluminium für die Thermit-Mischung stammte in der Episode übrigens aus einer „Etch a Sketch“-Zaubertafel, welche mit einer Aluminium-Polystyrolmischung gefüllt war.

Zusatz: Und was hat das mit der Eisenbahn zu tun?

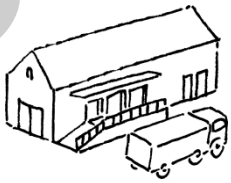
Vor allem wird Thermit zum Schweißen von Eisenbahnschienen verwendet. Dafür werden die Schienenenden gerade ausgerichtet. Zwei Halbformen werden mit einer Spannvorrichtung mittig über der Schweißlücke verspannt. Der Schweißtiegel wird über der Form in Stellung gebracht. Die Thermit-Mischung wird im Tiegel gezündet. Die entstehende Reaktion liefert flüssiges Eisen und flüssige Aluminium-Schlacke, die auf dem Thermitstahl aufschwimmt. Nach einer kurzen Wartezeit zur vollständigen Umsetzung der Reaktion wird der Tiegel abgestochen und der Thermitstahl läuft in die Formhohlräume. Die Schienenenden verschweißen auf diese Weise miteinander und werden nach dem Abkühlen geschliffen.

VORSCHAU

[1] Vogt, Hermann, Bulthammer, T. (2013): Die Chemie bei Breaking B

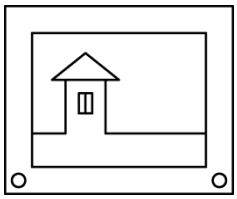
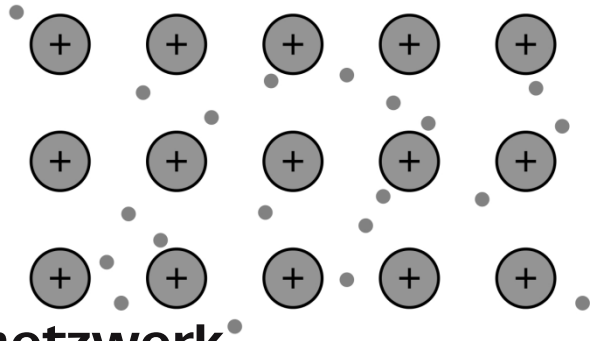
netzwerk lernen
© Persen Verlag
zur Vollversion

2.3 Mysterykärtchen

Walter und Jesse bringen die Thermit-Mischung in einem Behälter am Torschloss an und zünden sie mit einem Lötbrenner.	bis 2400 °C
Reduktion: Chemische Reaktion, bei der einem Stoff Sauerstoff entzogen wird. Sie ist die Umkehrung der Oxidation.	Walter und Jesse benötigen ein paar Zutaten, für die sie in ein Chemikalienlager einbrechen wollen. 
Tatsächlich zerstört das entstehende flüssige Eisen durch seine Hitze das Schloss und Walter und Jesse gelangen an ihre Beute.	Eisen(III)-oxid wird durch Aluminium zu Eisen reduziert, Aluminium wird zu Aluminiumoxid oxidiert.
Aufgrund der freien Elektronen leiten Metalle besonders gut Strom und Wärme.	Na Mg Al **C** Zn Fe **H** Cu Ag Hg Pt Au unedel → edel Die Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff nimmt ab.

VORSCHAU

netzwerk lernen
© Persen Verlag
zur Vollversion

Dem Aluminiumpulver fügt Walter Eisenoxid hinzu und mischt es.	**Redoxreaktion:** Chemische Reaktion, bei der Oxidation und Reduktion gleichzeitig ablaufen. Das Reduktionsmittel wird oxidiert, das Oxidationsmittel wird reduziert.
Reduktion: $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	**Redoxreihe der Metalle:** Je weiter rechts ein Metall steht, desto geringer ist seine Affinität zu Sauerstoff und sein Reduktionsvermögen.
Oxidationsmittel: Stoff, der einen anderen Stoff oxidiert und selbst reduziert wird.	Metalle lassen sich gut verformen. Dabei verrutschen ganze Schichten von Atomen.
Thermit wurde im Zweiten Weltkrieg auch in Brandbomben eingesetzt.	Das Aluminium gewinnt Walter aus einer „Etch a Sketch“-Zaubertafel. 
	

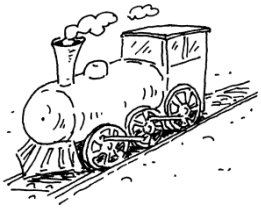
VORSCHAU

netzwerk lernen
© Persen Verlag

zur Vollversion

2.4 Zusatzkärtchen

Und was hat das mit der Eisenbahn zu tun?

Der Schweißtiegel wird über der Form in Stellung gebracht.	Die entstehende Reaktion liefert flüssiges Eisen und flüssige Aluminium-Schlacke, die auf dem Thermitstahl aufschwimmt.
Die Schienenenden verschweißen miteinander und werden nach dem Abkühlen geschliffen.	Thermit wird vor allem zum Schweißen von Eisenbahnschienen verwendet. 
Die Schienenenden werden gerade ausgerichtet.	Die Thermit-Mischung wird im Tiegel gezündet.
Nach einer Wartezeit und vollständiger Umsetzung der Reaktion wird der Tiegel abgestochen und der Thermitstahl läuft in die Formhohlräume.	Zwei Halbformen werden mit einer Spannvorrichtung mittig über der Schweißlücke verspannt.

VORSCHAU

netzwerk lernen
© Persen Verlag
zur Vollversion