

Freihandexperimente

Werner Rentzsch

Die folgenden Experimente stammen aus einer privaten Experimentesammlung von Univ.Prof. Dr. Heinz Schmidkunz (Universität Dortmund).

Die Versuche wurden von mir leicht abgeändert bzw. gekürzt, teilweise im Text verändert und mit Zeichnungen versehen.

Im Rahmen der 55. Fortbildungswoche 2001 des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts wurden die Experimente von Prof. Heinz Schmidkunz und von Werner Rentzsch gezeigt.

Modellversuch zum Rostvorgang

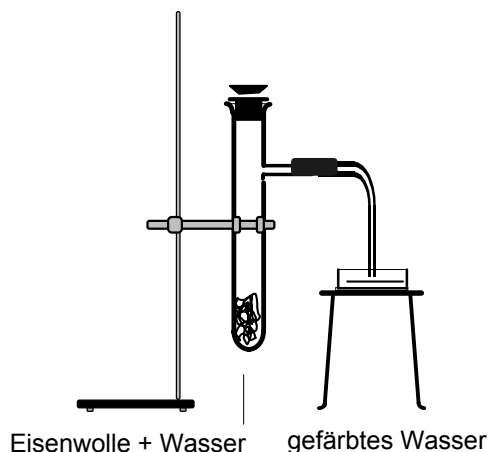
Geräte und Chemikalien: Reagenzglas mit seitlichem Ansatz, rechtwinklig gebogenes Glasrohr mit Kapillarrohr, Schlauchstück, Stopfen, Stativ und Stativmaterial, Petrischale, Becherglas, Glasstab, Lebensmittelfarbe, Kochsalz, Eisenwolle

Durchführung: Die Apparatur wird so zusammengesetzt, dass beim Oxidationsprozess des Eisen mittels des Kapillarrohres ein Unterdruck gemessen werden kann.

In das Reagenzglas füllt man etwas auseinander gezupfte Eisenwolle und einige Tropfen Salzwasser. Man verschließt luftdicht. Das Kapillarrohr ragt in das gefärbte Wasser in der Petrischale.

Beobachtung: Schon innerhalb der ersten Minute beginnt die Flüssigkeitssäule zu steigen. Lässt man die Anordnung längere Zeit stehen, kann man auch die Verfärbung (Rost) im Reagenzglas gut erkennen.

Erklärung: Beim Rosten des Eisens wird der im Reagenzglas vorhandene Sauerstoff an das Eisen gebunden und es entsteht Unterdruck.



Wärmepackung

(Canadisches Patent Nr. 274873)

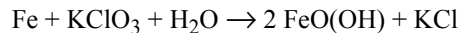
Geräte und Chemikalien: Porzellanschale (etwa 10 cm Durchmesser), Reibschale mit Pistill, Pipette, Waage, Thermometer, Eisenpulver, Kaliumchlorat (O, Xn), Kupfer(II)-chlorid (T), Wasser

Durchführung: Das Kaliumchlorat muss zuerst pulverisiert werden. Dazu müssen die Reibschale und das Pistill sauber sein. Auch das Kupferchlorid muß in feiner Form vorliegen. Dann werden in der Porzellanschale 60 g Eisenpulver mit 0,5 g Kaliumchlorat und 2 g Kupfer(II)-chlorid trocken innig vermischt.

Vorsichtig mischen; nicht zuviel Druck ausüben!

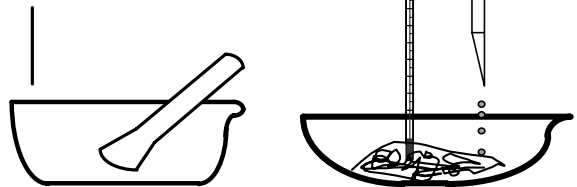
Beobachtung: Bei Zugabe von Wasser beginnt sofort eine exotherme Reaktion. Die Temperatur steigt auf über 50°C an.

Erklärung: Das Kupferchlorid wirkt als Katalysator. Bei der Reaktion wird das elementare Eisen durch Kaliumchlorat zu Eisen(III) oxidiert. Die Reaktionsenthalpie liegt bei etwa 400 kJ pro Mol Eisen. Das Kaliumchlorat wird dabei zuerst zu Kaliumhypochlorid und schließlich zu Kaliumchlorid reduziert. Summarisch lässt sich die Umsetzung wie folgt formulieren:



Diese Wärmepackung ist als schnelle Hilfe bei einem Kälteeinbruch gedacht. Die Mischung kann im trockenen Zustand beliebig aufbewahrt werden. Dann genügt etwas Wasser oder Schnee, um die Mischung zu aktivieren.

Kaliumchlorat
Eisenpulver
Kupferchlorid



"Heißes Eisen"

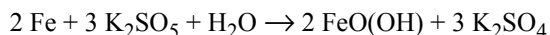
Geräte und Chemikalien: Porzellanschale (etwa 10 cm Durchmesser), Reibschale mit Pistill, Pipette, Waage, Thermometer, Eisenpulver, Kaliumperoxosulfat (O, Xn) oder Kaliumperoxidsulfat (O, Xn), Wasser

Durchführung: Das Kaliumperoxosulfat sollte zunächst in der Reibschale vorsichtig mit dem Pistill zerkleinert und pulverisiert werden. Es wird dann eine Mischung von Eisenpulver mit 5 bis 10 % Kaliumperoxosulfat hergestellt. Bewährt für einen Versuch hat sich eine Mischung von 30 g Eisenpulver und 2 g Kaliumperoxosulfat (bzw. 3 g Kaliumperoxidsulfat). Die beiden Komponenten werden trocken gut vermischt.

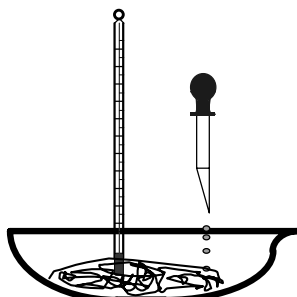
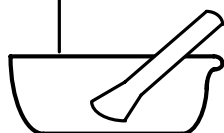
Beobachtung: Nach Zugabe von etwas Wasser aus der Pipette tritt sofort eine deutliche Reaktion ein, die Temperatur steigt auf 50 bis 80°C an. Man beginnt zweckmäßig mit ein paar Tropfen Wasser.

Erklärung: Bei der einsetzenden Reaktion wird das elementare Eisen zu Eisenoxidhydrat oxidiert. Bei dieser Reaktion erhält man eine Reaktionsenthalpie von etwa 400 kJ pro Mol Eisen.

Summarisch lässt sich die Reaktion wie folgt formulieren:



Kaliumperoxosulfat
Eisenpulver



Selbstentzündliches Eisen

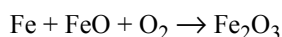
Geräte und Chemikalien: Reagenzglas mit Gummistopfen, Reagenzglashalter, feuerfeste Unterlage, Gasbrenner, Tiegelfange, Schutzbrille, Schutzhandschuhe

Durchführung: Das Reagenzglas wird zu etwa 1/5 seines Volumens mit gelbem Eisenoxalat gefüllt und so lange erhitzt, bis sich ein schwarzer Rückstand gebildet hat. Eventuell am oberen Glasrand kondensierter Wasserdampf wird mit einem weichen Filterpapier sorgfältig entfernt (oder man rutscht mit dem Reagenzglashalter weit nach unten und erhitzt auch den oberen Teil, bis das Wasser entfernt ist). Danach verschließt man das Glas fest mit dem Stopfen und bewahrt es für die Vorführung des Versuches auf.

Man verdunkelt gegebenenfalls den Raum und der Vortragende stellt sich nun auf den Demonstrationstisch, hält das Reagenzglas mit dem Stopfen nach unten und öffnet das Glas am besten über einer großen Blechplatte.

Beobachtung: Ein prächtiger rötlich leuchtender Funkenregen demonstriert den spontan ablaufenden Oxidationsprozess des Eisens.

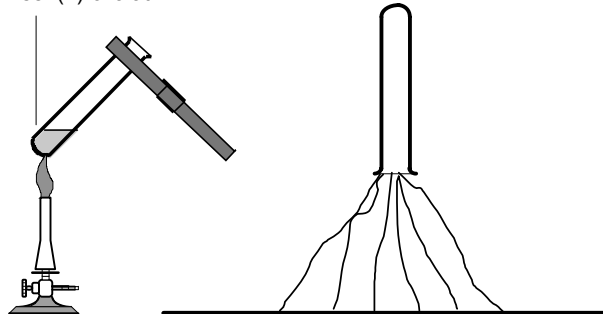
Erklärung: Beim Erhitzen des Eisenoxalates entsteht ein pyrophores Gemisch aus Eisen(II)-oxid und metallischem Eisen, das sich in stark exothermer Reaktion mit Luftsauerstoff wie folgt umsetzt:



Hinweise:

- Das gelbe Eisenoxalat muss so lange erhitzt werden, bis auch die gelbe Farbe im Inneren des Reagenzglases verschwunden ist.
- Eisenoxalat hat man üblicherweise im Schullabor nicht vorrätig und wird außerdem nicht von allen Chemikalienfirmen angeboten.
Herstellung von Eisenoxalat: 1 g Eisen(II)-sulfat wird in Wasser gelöst und mit einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure stabilisiert. 10 g Kaliumoxalat (ev. auch Kaliumtetraoxalat) werden in 30 ml Wasser gelöst. Nach

Eisen(II)-oxalat



dem Zusammengießen entsteht ein gelber Niederschlag. Man dekantiert und trocknet am Sandbad.

Unter welchen Bedingungen rostet Eisen

Geräte und Chemikalien: Reagenzglasständer, 5 Reagenzgläser, 2 Gummistopfen, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner, Becherglas, Glasstab, 5 Eisennägel, Salzsäure (c = 2 mol/L), Aceton, Natriumchlorid, dest. Wasser

Durchführung: Die fünf Eisennägel werden zuerst mit Aceton gereinigt und dann in Salzsäure gestellt, wo man sie ein paar Minuten stehen lässt. Danach werden die Nägel mit destilliertem Wasser gewaschen und mit Papiertüchern getrocknet.

Nun wird destilliertes Wasser aufgekocht und für Versuch 2 verwendet. Anschließend wird dem heißen, destillierten Wasser Natriumchlorid bis zur Sättigung für Versuch 4 und Versuch 5 zugesetzt.

Versuch 1: Ein Eisennagel wird in das Reagenzglas gelegt.

Versuch 2: Ein Eisennagel wird in das Reagenzglas gegeben und mit luftfreiem (ausgekochtem), destillierten Wasser vollständig aufgefüllt und mit einem Gummistopfen verschlossen.

Versuch 3: Auch hier wird ein Eisennagel in ein Reagenzglas gegeben. Dann füllt man durch Schütteln belüftetes Wasser bis kurz unterhalb des oberen Endes des Eisennagels ein. Das Reagenzglas bleibt offen.

Versuch 4: Ein Eisennagel wird in ein Reagenzglas gegeben. Dies wird mit einer luftfreien, gesättigten, heißen Salzlösung bis zum Rand gefüllt. Anschließend wird das Reagenzglas mit einem Gummistopfen verschlossen.

Versuch 5: Ein Eisennagel wird in ein Reagenzglas gegeben. Die gesättigte, belüftete Salzlösung wird bis kurz unterhalb des oberen Endes des Eisennagels eingefüllt.

Beobachtung:

Versuch	Beobachtung	
	Nach 4 Stunden	Nach 5 Tagen
Versuch 1: Stahlnagel im Reagenzglas an der Luft	keine Veränderung zu beobachten	keine Veränderung zu beobachten
Versuch 2: Stahlnagel in Wasser, sauerstofffrei verschlossen	keine Veränderung zu beobachten	keine Veränderung zu beobachten

Versuch	Beobachtung	
	Nach 4 Stunden	Nach 5 Tagen
Versuch 3: Stahlnagel in belüftetem Wasser	leichte Gelbfärbung des Wassers, Rostbildung oberhalb der Wasseroberfläche	Rostniederschlag am Boden, Rostbildung an der Grenzfläche Wasser/Luft
Versuch 4: Stahlnagel in gesättigter NaCl-Lösung sauerstofffrei verschlossen	keine Veränderung zu beobachten	keine Veränderung zu beobachten
Versuch 5: Stahlnagel in gesättigter NaCl-Lösung an der Luft	leichte Gelbfärbung des Wassers, Rostbildung oberhalb der Wasseroberfläche	tarker, gelbbrauner Niederschlag am Reagenzglasbodens

Erklärung: Ziel dieser Versuchsreihe ist es, die drei Komponenten (Luftsauerstoff, Feuchtigkeit/Wasser, Salz) zu erfassen,

die zur Rostbildung führen. In allen Systemen, in denen Sauerstoff nicht anwesend ist, kann keine Korrosion stattfinden. Erst wenn Sauerstoff anwesend ist, beschleunigt sich die Geschwindigkeit der Korrosion und zwar in der Reihenfolge Luft, destilliertes Wasser, Salzwasser.

