

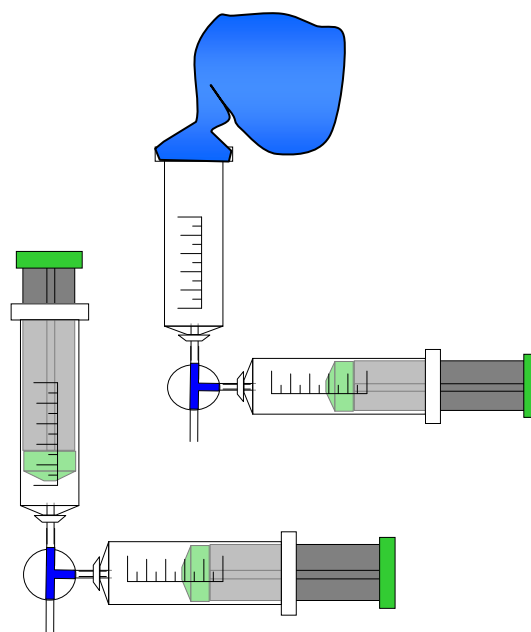
KNOBELEI - WIE VIEL GAS KOMMT AUS EINER BRAUSETABLETTE?

Kurzinfo:

Als kleine Knobelei oder aber auch in Verbindung mit der komplizierten Aufgabe, wie groß der Natriumhydrogencarbonat-Anteil in einer Brausetablette ist, ist dies ein eindrucksvoller Versuch mit ChemZ.
Das Volumen des Gases aus einer Brausetablette (bis zu 450mL) passt nicht in eine Spritze. Der Aufbau muss nach den ersten Fehlschlägen so modifiziert werden, dass man alles Gas (nach und nach) auffangen kann.



Beschreibung:



Einsatz:

Wie viel Gas kommt aus einer Brausetablette?

Teil des Lernzirkel Luft - s. auch: <http://www.lehrer-online.de/freiarbeit-luft.php>

Analytik SI: Wie viel Natriumhydrogencarbonat ist in einer Brausetablette enthalten oder in der Analytik

SI: Wie viel Natriumhydrogencarbonat und wie viel Säure sind in einer Brausetablette enthalten (s. u.)

...

Tipps:

Es gibt viele Ansätze zur Lösung des Problems, hier die gängigsten:

Mit zwei Spritzen arbeiten, diese über einen Dreiwegehahn verbinden. Wenn eine Spritze mit Gas gefüllt ist, vom System abkoppeln, Gas entfernen, wieder aufsetzen und weitermessen.

Mit zwei Spritzen arbeiten, aber den Stempel einer Spritze entfernen und dafür einen Luftballon überstülpen. In der einen Spritze das Gas entwickeln, im Luftballon auffangen und sukzessive über einen Dreiwegehahn kontrolliert entfernen und messen.

Hahnenbank verwenden – so hat man mehr Reservevolumen

Die Ergebnis der Messung hängt nicht nur von der Art der Tablette ab, sondern auch von der Menge an Lösemittel, da Kohlenstoffdioxid mit 880ml/L bei Standardbedingungen ein sehr gut wasserlösliches Gas ist. Auch das lässt sich hier zeigen!

TITRATION LEICHT GEMACHT

MASSENANTEILE EINER BRAUSETABLETTE

Kurzinfo:

Passend zur Knochelei in der SI hier eine Aufgabe aus der SI

„Wie viel Gramm Natriumhydrogencarbonat sind in einer Brausetablette?“

... und komplizierter für einen Kurs in der Oberstufe (Abschluss Analytik)

„Bestimmen Sie die Masse an Natriumhydrogencarbonat und Weinsäure (Zitronensäure) in einer Brausetablette!“



Beschreibung:

Brausetabletten oder „Ahoj-Brause“ enthalten neben anderen Stoffen hauptsächlich Natriumhydrogencarbonat und Zitronen- bzw. Weinsäure (im Überschuss).

In einer experimentell anspruchsvollen Aufgabe sollen Schüler herauszufinden, wie groß der Massenanteil an Natriumhydrogencarbonat ist. Im Leistungskurs habe ich zusätzlich noch den Massenanteil an Zitronen- bzw. Weinsäure bestimmen lassen.

Zunächst kann in einem Vorversuch bewiesen werden, dass bei der Reaktion Kohlenstoffdioxid entsteht. Den ganzen Versuch können die Schüler eigenständig planen und mit ChemZ durchführen.

Gemeinsam stellt man die Reaktionsgleichung auf, wobei darauf hingearbeitet wird, dass aus einem Mol Natriumhydrogencarbonat ein Mol Kohlenstoffdioxid entsteht und das man dafür lediglich $\frac{1}{3}$ Mol Zitronen- bzw. $\frac{1}{2}$ Mol Weinsäure benötigt. Zudem wird geklärt, dass die Säure im Überschuss vorhanden ist.

Nun sind folgende Experimente völlig eigenständig von den Schülern zu planen und auszuwerten:

- 1.) Wie viel Gas entsteht aus einer Brausetablette – welche Stoffmenge CO_2 entspricht diesem Volumen (all. Gasgleichung!)?
- 2.) Wie viel Überschuss an Säure ist vorhanden? Hinweis: schwache Säure, Zitronensäure zwar dreiprotonig aber mit nur einem Äquivalenzpunkt. Dieser liegt im Alkalischen, geeigneter Indikator ist z. B. Phenolphthalein. Dieser passt auch zur Eigenfarbe der Tablette.
- 3.) Wie viel Natriumhydrogencarbonat und Zitronen- bzw. Weinsäure sind nun insgesamt ermittelt worden?

Tipps zu Aufgabe 1

Das Ermitteln des Volumens ist durchaus anspruchsvoll, da aus einer Brausetablette bis zu 450mL Gas sprudelt – ja nach zugegebener Menge Wasser. Die Schüler werden den Versuch erfahrungsgemäß mehrfach durchführen müssen und dabei auch optimieren (s. o.).

Um den Messfehler (Kohlenstoffdioxid löst sich mäßig in saurer Lösung) zu verringern, kann man mit abgekochten Wasser arbeiten und dieses vor der Titration erneut kurz erwärmen. Dafür darf auch die Spritze in ein Wasserbad gestellt und auf ca. 60°C erwärmt werden. Alternativ verwendet man eine gesättigte Lösung (20mL Wasser und 20mL CO_2 in eine Spritze geben, verschließen, schütteln, Restgas verwerfen).

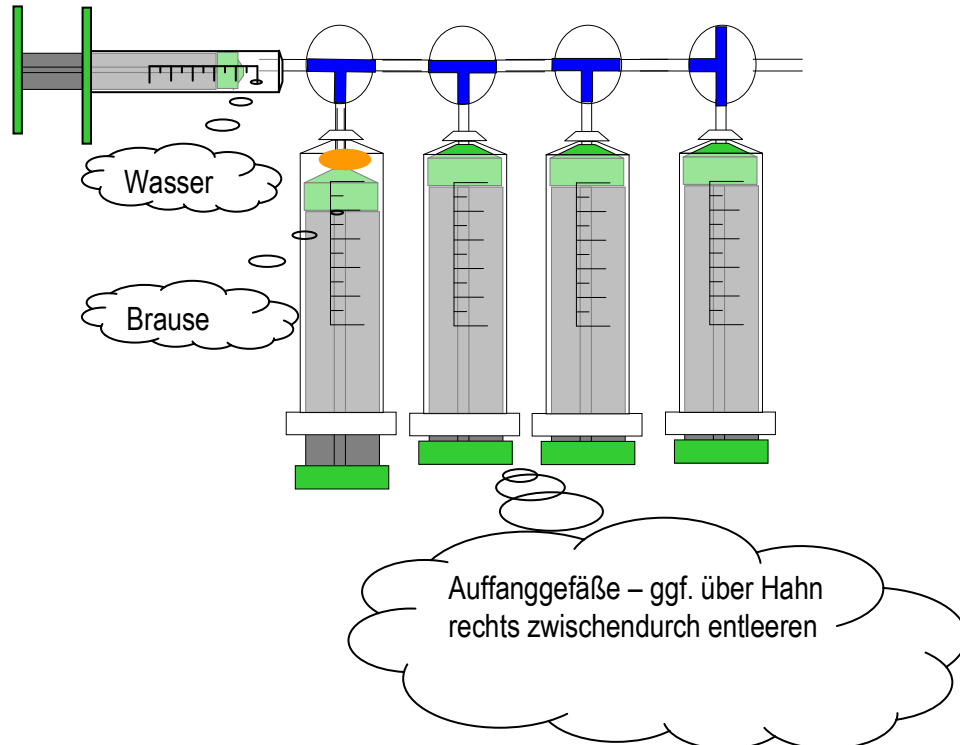
Der Fehler ist aber gering und kann vernachlässigt werden.

TITRATION LEICHT GEMACHT

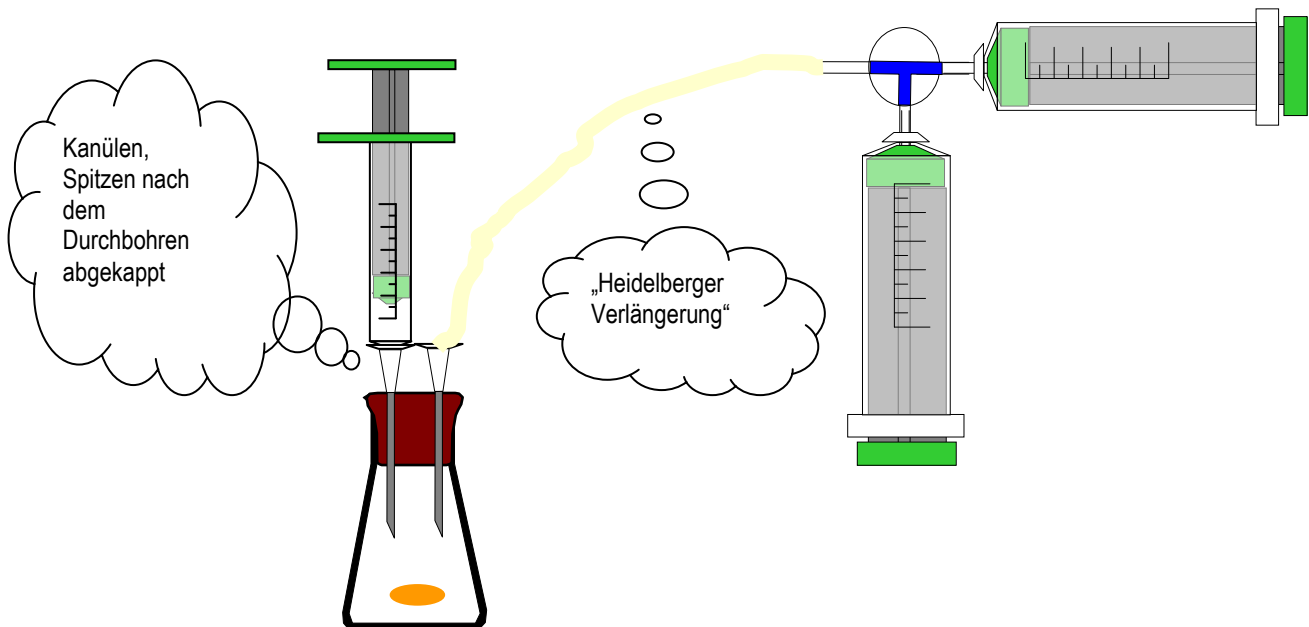
MASSENANTEILE EINER BRAUSETABLETTE

Hier noch zwei weitere denkbare Versuchsaufbauten ...

- ... mit einer Hahnenbank - gestartet wird durch das Hineinziehen des Wassers in die Spritze mit der Brause



- ... in einem Gefäß, dass man dann direkt erwärmen und zum Titrieren verwenden kann



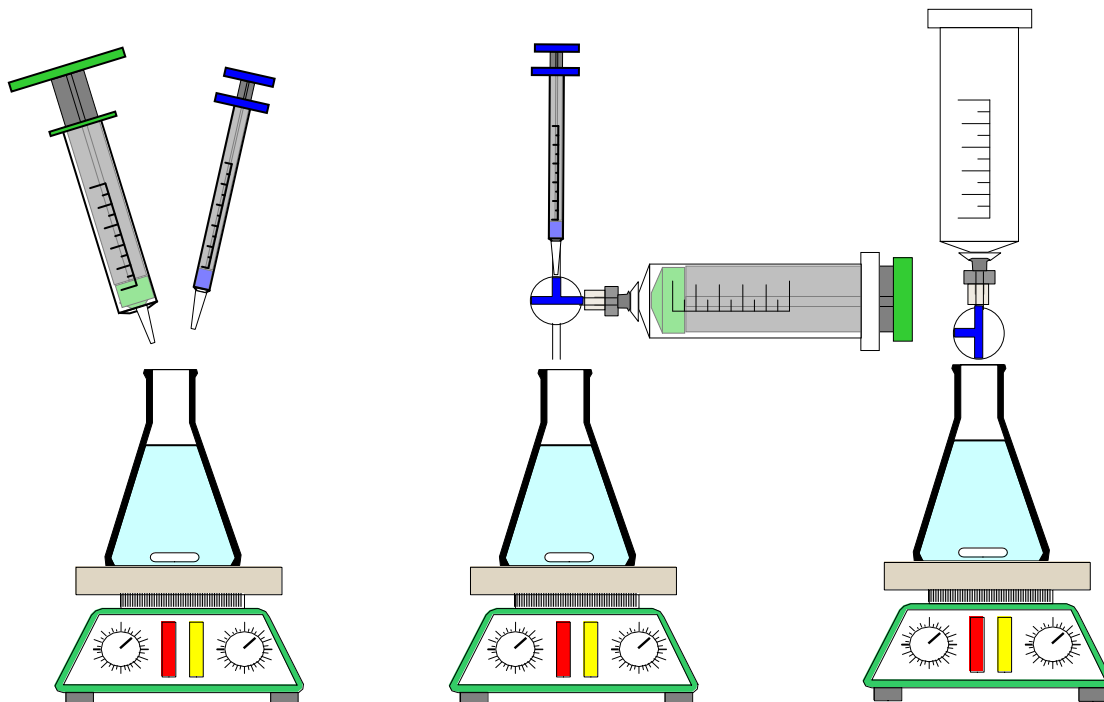
Tipps zu Aufgabe 2 : Vor dem Titrieren kann die Lösung kurz erwärmt werden, um das noch vorhandene Kohlenstoffdioxid auszutreiben. Da es sich bei Weinsäure oder Zitronensäure jeweils um mehrprotonige schwache Säuren mit zusammenfallenden Äquivalenzpunkten handelt, ist die Auswahl des geeigneten Indikators und die Auswertung der Messdaten durchaus eines Leistungskurses würdig.

TITRATION LEICHT GEMACHT

AUCH BEI SÄURE-BASE-TITRATIONEN SIND SPRITZEN IDEAL

Kurzinfo:

Mit ChemZ wird Titrieren ganz einfach. Die Spritzen sind ideale Messgeräte – man braucht nur sehr wenig Maßlösung und kann schnell einfache Titrations durchführen. Will man sehr genau arbeiten, kann man auf 1mL Spritzen ausweichen. Die Maßlösung kann man in einer beschrifteten 50mL bereitlegen und über einen Dreiwegehahn abfüllen. Luftblasen in den Spritzen entfernt man ungefährlich, in dem sie zurück in die Spritze mit der Maßlösung drückt.



Beschreibung: mehrere Varianten (A-C) haben sich als praktikabel herausgestellt

A) Anstelle einer Bürette verwendet man eine 1mL (sehr genau) bis 10mL Spritze zum Eintropfen der Maßlösung in die Probe. Die Spritze wird in einem Becherglas gefüllt.

Tipp: beim ersten Aufziehen der Spritze hat man eine Luftblase vorne im Kolben.

Zum Entfernen setzt man einen Dreiwegehahn und eine zweite Spritze auf, um niemandem durch versehentlich herausgedrückte Säure / Lauge zu gefährden, hält die Spritze anders herum und drückt die Luft heraus.

B) In eine große Spritze (30 oder 50mL) wird die Maßlösung eingefüllt und von dort aus über einen Dreiwegehahn blasenfrei in eine 1mL-Spritze umgefüllt

Durch Drehen des Hahnes kann dann der 1mL in die Probenlösung gegeben werden.

Vorteil: Kombination von Messgenauigkeit und blasenfreiem, einfachem Umfüllen

C) Der Klassiker: Stempel entfernen und Hahn anschrauben – fertig ist die Bürette. Will man die Auslaufgeschwindigkeit verringern, setzt man unten eine abgeknappte Kanüle an.

Tipp: Die Beschreibung einer Gleichlaufbürette, mit der man pH-metrische Titrations mit Messwerterfassungs-Systemen durchführen kann, findet man unter <http://kappenberg.com/experiments/quantan/pdf-s/c01bs.pdf>

Kurzinfo:

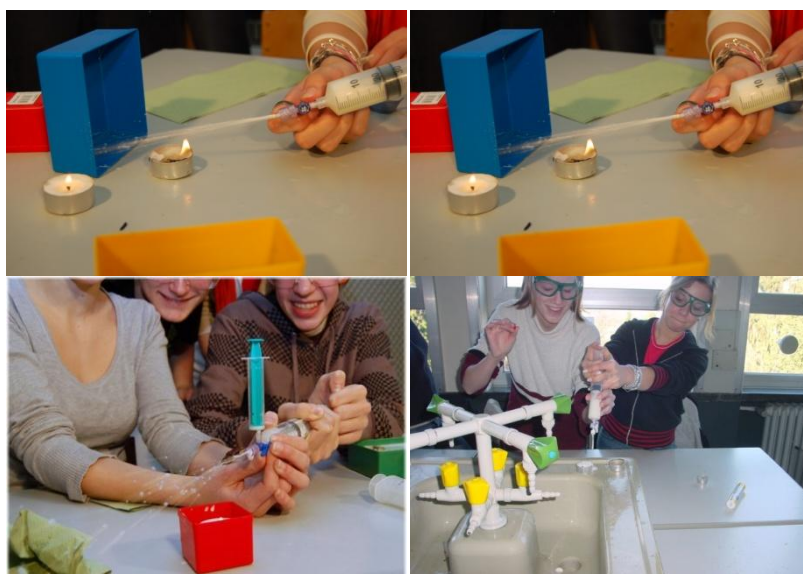
Der Bau eines Feuerlöschers – der Klassiker unter meinen Egg-Race Aufgaben. Die ausführlichen Beschreibungen finden Sie unter

- www.lncu.de
- GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Bau eines Schaumlöschers, in NiU Chemie 14 2003 Nr. 75
- <http://www.lehrer-online.de/feuerloescher.php>

Die Schüler sollen eigenständig einen Feuerlöscher aus einer Brausetablette, Wasser, Spülmittel und dem Spritzenmaterialien bauen. Ziel ist eine Konstruktion, die viel Druck aufbaut und mit der man eine Kerze löschen kann



Beschreibung:



Einsatzmöglichkeiten

Luft und Verbrennung in der Grundschule
Brände und Brandbekämpfung in der SI

Tipps: kleine Auswahl bisheriger Lösungen:

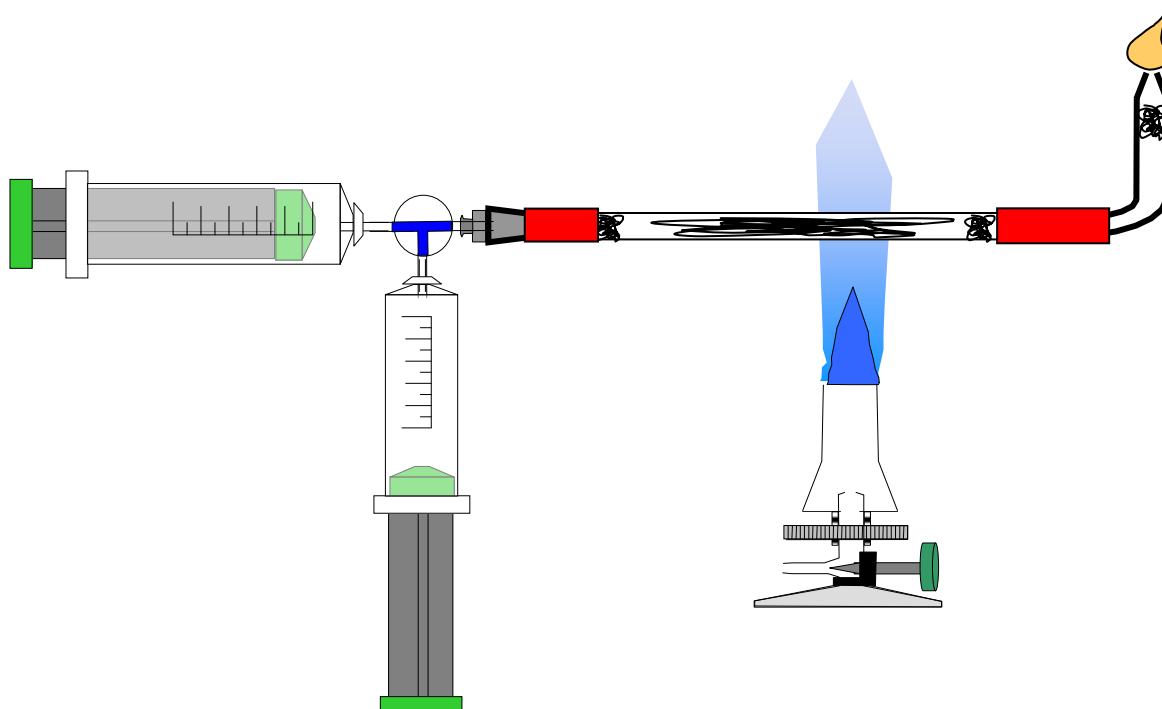
Alles in eine Spritze – verschließen – Druck aufbauen – löschen.
Mehrere Spritzen mit allen Substanzen über Hähne verbinden und zusammenbringen
Reagenzglas mit seitlichem Ansatz als Löscher nutzen. Wasser über durchbohrten Stopfen von oben zu
Tablette fügen, umdrehen, Öffnungen zuhalten, Druckaufbauen und aus der seitlichen Öffnung löschen
Dito, aber mit Luftballon als Reservevolumen ...

Kurzinfo:

Die Reduktion von Kupferoxid mit Wasserstoff ist insofern nicht ungefährlich, da man sicherstellen muss, dass die Apparatur luftfrei ist, damit kein Knallgasgemisch entsteht. Verwendet man ein sehr dünnes Quarzrohr (ca. 200mmx10mm), so hat dies ein derart geringes Innenvolumen, dass wenig Wasserstoff zu Beginn ausreichen, die Apparatur zu spülen!



Beschreibung:



Einsatzmöglichkeiten:

Wasserstoff als Reduktionsmittel
Reduktion von Metalloxiden

Tipps:

Mit Hilfe kurzer Schlauchstücke werden auf der einen Seite die ausgezogene Spitze und auf der anderen Seite ein konischer Adapter an das mit Kupferoxid gefüllte Quarzrohr gasdicht angeschlossen. Als Rückschlagsicherung wird in die Spitze und am Ende des Quarzrohres Eisenwolle eingebracht. Am besten verwendet man insgesamt ca. 120mL Wasserstoff, also zwei Spritzen. Die Apparatur wird mit Wasserstoff gespült und dann mit einem Brenner in der Mitte unter dem Quarzrohr erhitzt. Dabei drückt man fortwährend wenig Wasserstoff hinein. Unverbrauchten Wasserstoff kann man an der Spitze abfackeln. Sobald sich in der Mitte gut sichtbares, rotes Kupfer bildet, unterbricht man die Wärmezufuhr und kühlt die Apparatur im verbliebenen Wasserstoffstrom ab.

Links und Literatur

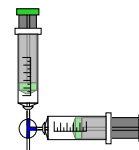
Der Versuch ist schon von Herrn P. Menzel beschrieben worden – s. dazu auch http://www.der-hedinger.de/ItemDetail_NAV.aspx?ItemID=LMP%201

AUCH NICHT OHNE - DER SPRINGBRUNNENVERSUCH

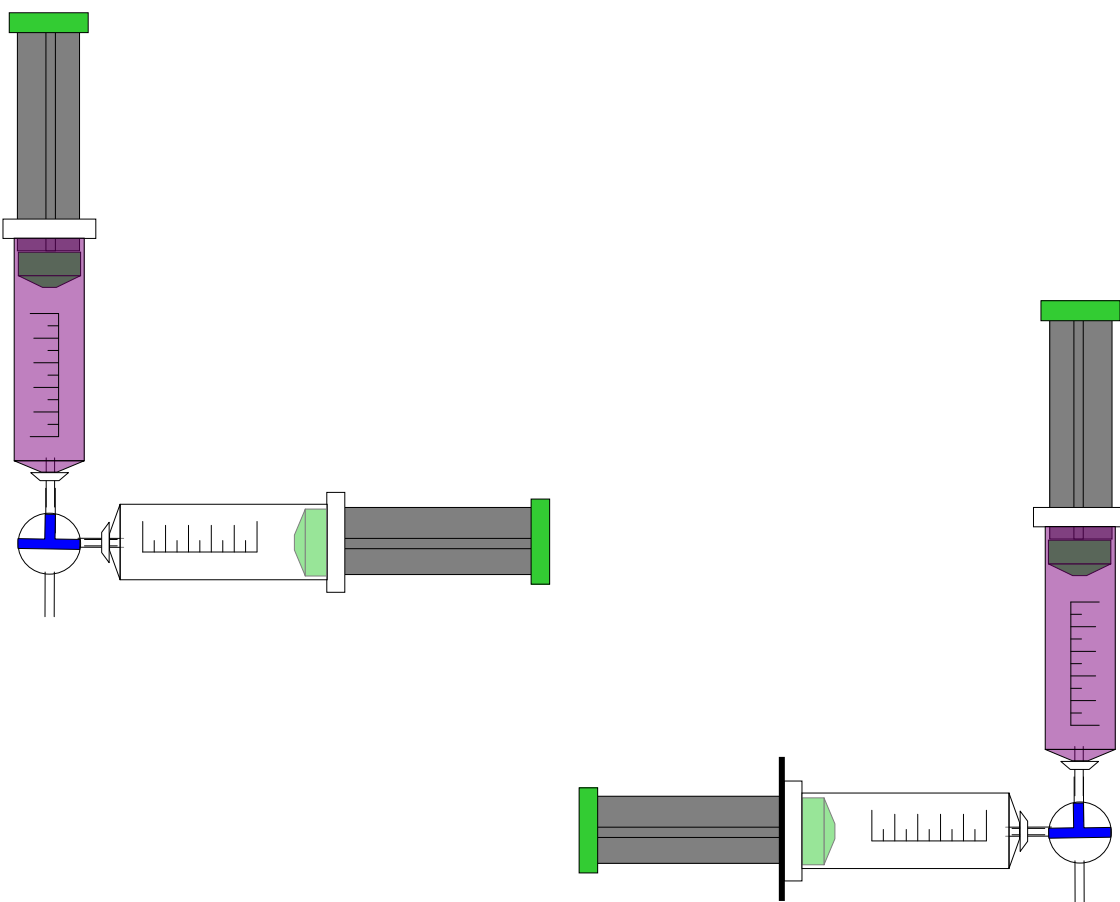
Kurzinfo:

Die Löslichkeit von z. B. Chlorwasserstoff HCl in Wasser lässt sich nicht nur eindrucksvoll demonstrieren. Zugleich kann man an diesem Demoversuch auch die Entstehung von sauren Lösungen erklären.

Diesen Versuch kann man ebenso auch mit NH_3 durchführen.



Beschreibung:



Eine Spritze wird mit Lackmuslösung gefüllt, eine andere mit frisch entwickeltem Chlorwasserstoffgas.

In Variante A) wird wenig Flüssigkeit in die Spritze mit dem Gas gespritzt. Augenblicklich schlägt der Stempel bis vorne an, da sich nahezu das gesamte Gas in der Lackmuslösung löst – zudem verfärbt diese sich rot.

In Variante B) ist der Stempel der Spritze mit dem Gas durch einen Nagel arretiert und kann nicht hineingezogen werden. Führt man den Versuch nun durch, wird in kürzester Zeit die gesamte Lösung in die Spritze mit dem Gas gezogen („Springbrunnen“). Auch hierbei verfärbt sich die Lackmuslösung rot.

Einsatzmöglichkeiten:

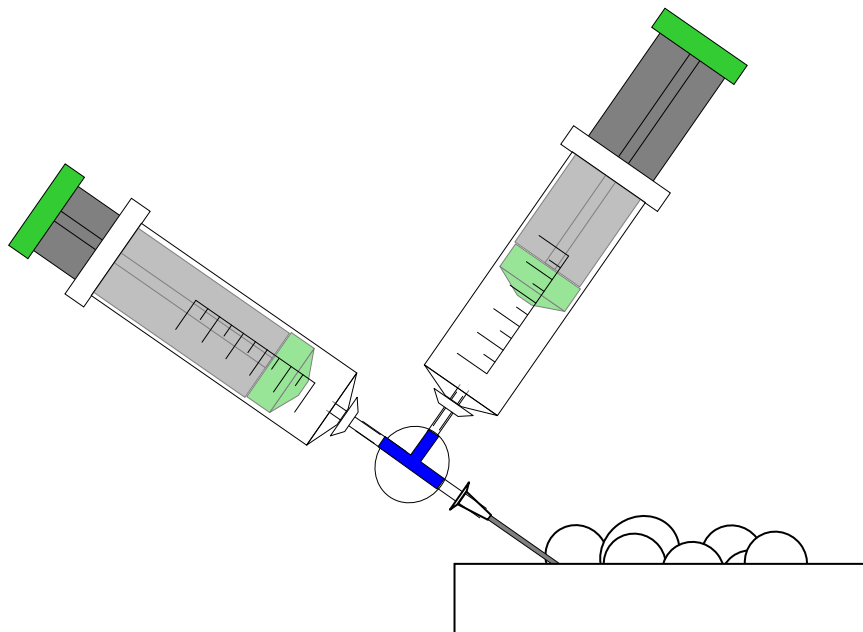
Säuren sind wässrige Lösungen, z.B. HCl in Wasser
...Laugen dito , z.B. NH_3 in Wasser

Links und Literatur

Zur Entwicklung gefährlicher Gase s. Viktor Obendrauf, "Experimente mit Gasen im Minimaßstab", ChiuZ, 30. Jahrg. 1996 Nr.3 S.118

Kurzinfo:

Nicht überall sind die ganz großen Knalleffekte erlaubt oder erwünscht –es geht aber auch klein, schnell, einfach und trotzdem eindrucksvoll. Der Versuch klappt mit äußerst wenig Aufwand. Die entsprechenden Mengen an Gasen kann man schon einige Zeit vorher in die Spritzen füllen – ansonsten aber auch direkt vor dem Versuch, da es mit ChemZ sehr schnell geht.



Beschreibung:

In je einer Spritze werden 20mL Wasserstoff und 10mL Sauerstoff eingefüllt und über einen Dreiwegehahn in einer Spritze gemischt.

Das Knallgasgemisch wird in eine Petrischale mit Seifenlauge gebracht und die Seifenblasen werden mit einem Glimmspann zur Explosion gebracht.

Einsatzmöglichkeiten

Verbrennung von Wasserstoff im Vergleich zur Verbrennung eines Knallgasgemisches
Stoffe brennen besser wenn ... (Zerteilungsgrad)
Explosive Gemische und ihre Gefahren

Tipps:

Es empfiehlt sich das Tragen von Gehörschutz!

Als Vorversuch kann man nur Wasserstoff einspritzen und abbrennen – umso eindrucksvoller ist das Knallgasgemisch.

Kurzinfo:

Der Begriff der Säurestärke kann einfach veranschaulicht werden:

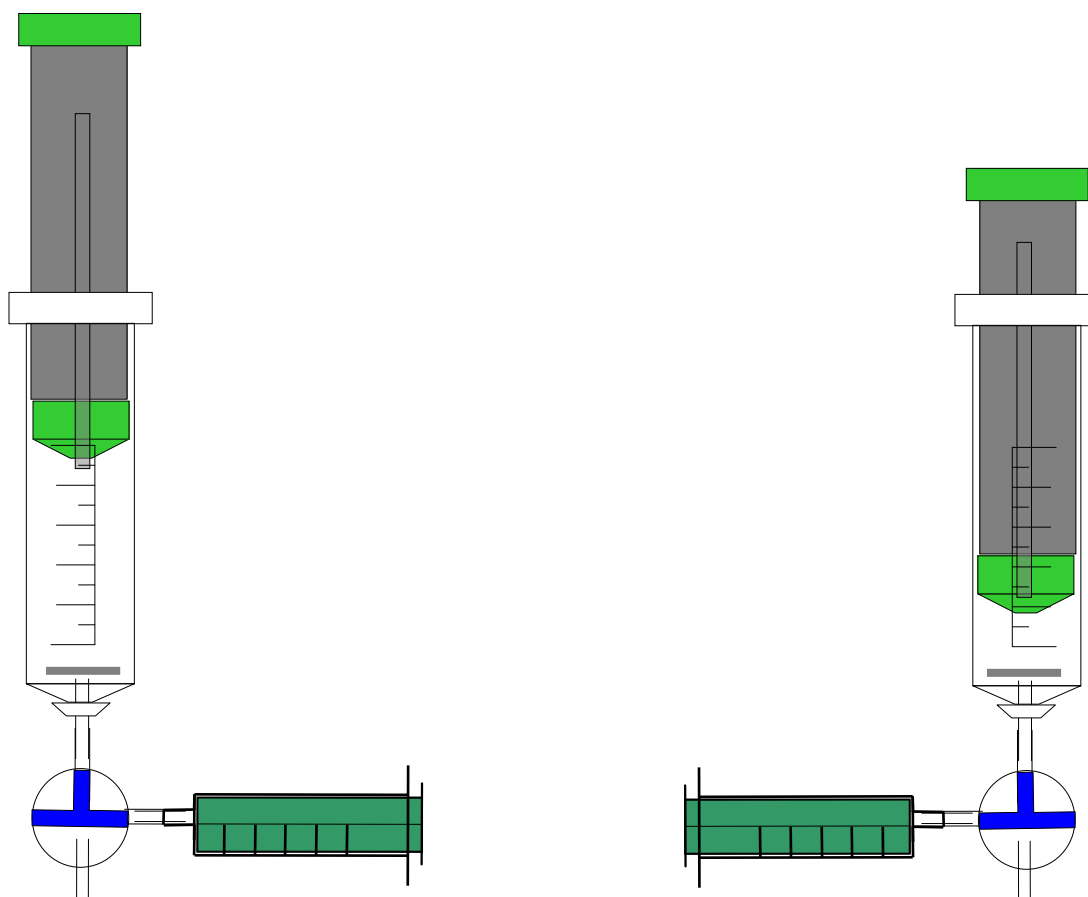
Eine Spritze wird mit einem 2cm langen Stück Magnesium befüllt und über einen Dreiwegehahn mit einer weiteren Spritze mit 15mL Salzsäure [1mol/L] verbunden.

Eine weitere Apparatur wird genauso aufgebaut, allerdings mit Essigsäure [1mol/L].

Bringt man die Säuren zum Magnesium, so setzt in beiden Spritzen eine Gasentwicklung ein.

Allerdings liegt die schwächere Essigsäure trotz gleicher Konzentration im Vergleich zur Salzsäure weniger dissoziiert vor und somit entsteht hier in gleicher Zeit auch viel weniger Wasserstoff!

Beschreibung:



Links wurden zu ca. 2cm Magnesium 15mL Salzsäure [1mol/L] gegeben, rechts verwendete man 15mL Essigsäure [1mol/L]

Einsatzmöglichkeiten:

Einführung und Verdeutlichung der Säurestärke

ELEKTROLYSE - EIN WASSERZERSETZER

Kurzinfo:

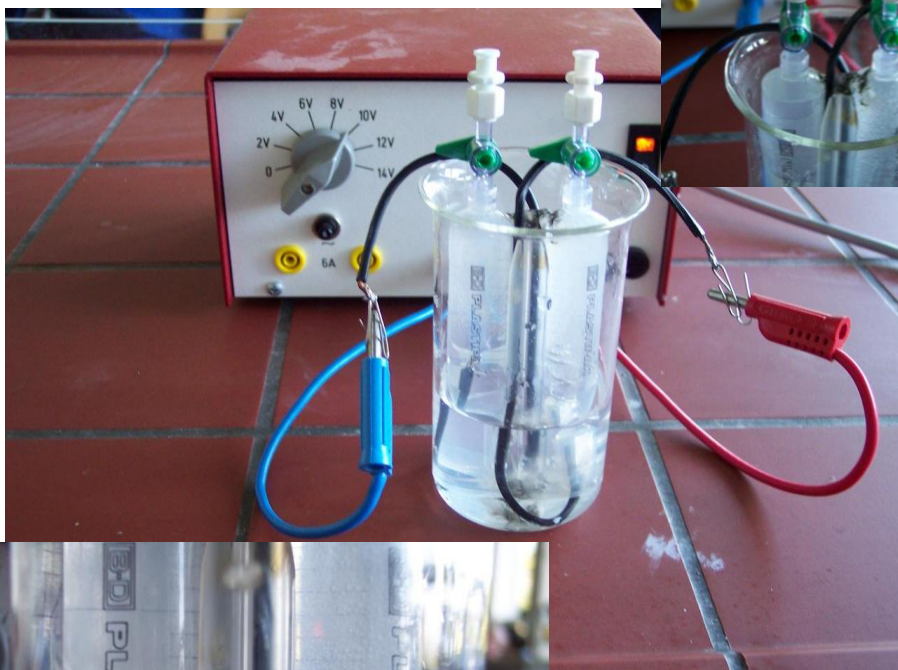
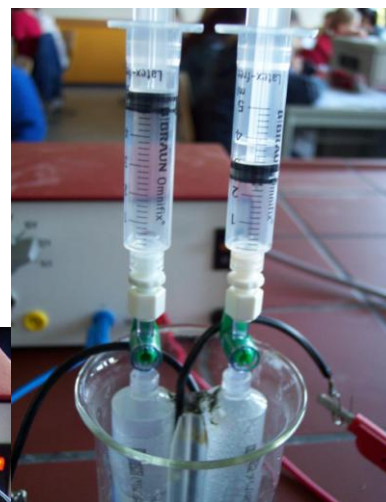
Hier eine einfache Variante des Wasserzersetzers. In zwei umgekehrten Spritzen ohne Stempel führt man abgestumpfte Edelstahlkanülen als Elektroden ein und elektrolysiert mit verd. Schwefelsäure angesäuertes Wasser. Die Lösung zieht man dazu mit Hilfe einer dritten Spritze in die Schenkel und verschließt diese oben mit einem Hahn. Das entstehende Gas kann man dann wiederum nach oben abziehen und weiter untersuchen.



Beschreibung: s. Bilder

Einsatzmöglichkeiten:

Wasser – Element oder Verbindung?
Analyse und Synthese einer Verbindung
Endotherme und exotherme Reaktionen



Tipps:

Als Kathode kann man einfach abisolierten Kupferdraht verwenden. An der Anode verwenden wir eine lange, gewinkelte Stahlkanüle ohne Spitze.

Literatur

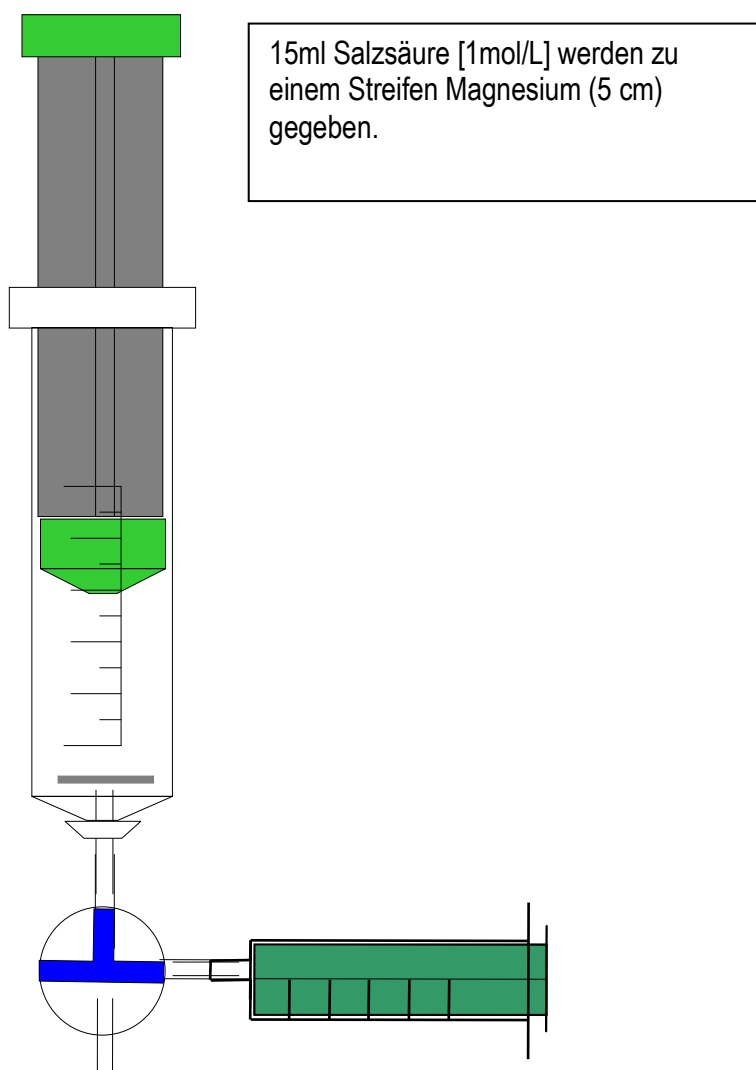
G. VON BORSTEL UND A. BÖHM, Ein preiswerter Hofmannscher Zersetzungsapparat, MnU 59/6 S. 362ff..

Kurzinfo:

Die Gasentwicklung bei der Reaktion von Magnesium mit Säure kann man auch zur Messung der Reaktionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Konzentrationen der beteiligten Stoffe nutzen. Ebenso kann man verdeutlichen, wie die Reaktionsgeschwindigkeit mit der Reaktionszeit abnimmt. Das entstehende Gas fängt man in einer Spritze auf und bestimmt so das Volumen.



Beschreibung:



Tipp:

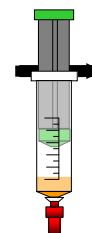
Da die Spritzen nicht so leichtgängig sind, dass das Gasvolumen kontinuierlich zunimmt, kann man für jede Volumenmessung die Reaktion kurz zu unterbrechen, indem man die Flüssigkeit wieder zurück in die andere Spritze drückt. Dann wird das entstandene Volumen abgelesen und die Reaktion weitergeführt.

Kurzinfo:

Über die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid, allen Schülern vom Mineralwasser her bekannt, lässt sich nach der Reaktionsgeschwindigkeit das Prinzip von Le Chatelier einführen. Dazu werden der Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration mit Hilfe von Indikatoren und Volumenmessungen ermittelt.

Weitere Informationen und Downloadmöglichkeiten unter:

- <http://www.lncu.de/>
- <http://www.lehrer-online.de/url/le-chatelier>



Beschreibung:

V1: Bestimmung der Löslichkeit von Kohlestoffdioxid in Wasser (abgekocht, ca. 20°C)

s. Löslichkeit von Sauerstoff (s. unten Active O₂).

V2: Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit von Kohlestoffdioxid

Wie V1 – mit verschieden warmem Wasser – kein Wasser der Temperatur >50°C verwenden - Verbrühungsgefahr. Idealerweise überzieht man die Spritze mit einer Isolierung für Kupferleitungen. Alternativ kann eine Spritze halb mit Sprudelwasser (übersättigte Kohlestoffdioxidlösung) gefüllt werden. Dann verschließt man sie und stellt sie nacheinander in Gefäße mit Wasser unterschiedlicher Temperatur. Es ist drauf zu achten, dass das Gas nicht mit im Wasserbad steht, da es sich bei Erwärmung ausdehnt.

V3: Einfluss des Drucks auf die Löslichkeit von Kohlestoffdioxid



In eine Spritze mit durchbohrtem Stempel füllt man 20 mL mit Indikator versetztes Wasser – aus einer weiteren Spritze lässt man durch die Lösung CO₂ sprudeln, bis die Farbe des Indikators umschlägt.

Die Hälfte der Lösung gibt man in eine andere Spritze und bewahrt diese zum Farbvergleich auf. Die Spritze mit dem durchbohrten Stempel wird verschlossen und durch kräftiges Ziehen am Stempel ein Unterdruck erzeugt. Der Stempel kann durch das Loch mit einem

Nagel fixiert werden. Man sieht ein deutliches Ausgasen und zugleich einen Farbumschlag des Indikators.

Interessanterweise übertragen Schüler die Ergebnisse des Versuch später in andere Zusammenhänge. So ließ sich mehrfach beobachten, dass Schüler Gasentwicklungsreaktionen in Spritzen durch das Ziehen am Stempel und die daraus resultierende Druckverminderung eigenständig durchführten und erklären konnten.

V4: Einfluss des pH-Wertes des Lösemittels auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid

Wie V1, nur wird anstelle von Wasser 1 molare Salzsäure oder Natronlauge verwendet.

Einsatzmöglichkeiten:

Einführung des Prinzips von Le Chatelier
Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid
Vorversuche zum Kalkkreislauf

Kurzinfo:

Das bekannte Getränk Active O₂ wird daraufhin untersucht, wie viel Sauerstoff tatsächlich darin gelöst sind. Ausgehend vom Werbespot, den man im Internet erhält, kann man eine Reihe einfacher Experimente durchführen, die allesamt zu dem Ergebnis kommen, das der Genuss sicherlich nicht schadet – aber eben auch „sportlich“ keine Leistungssteigerung bringen kann.

Die Beschreibung der gesamten Stunde und aller Materialien finden Sie unter:

- www.lncu.de
- <http://www.lehrer-online.de/le-chatelier.php>



Beschreibung:

Wie viel mL eines Gases lösen sich in einem Liter Wasser?

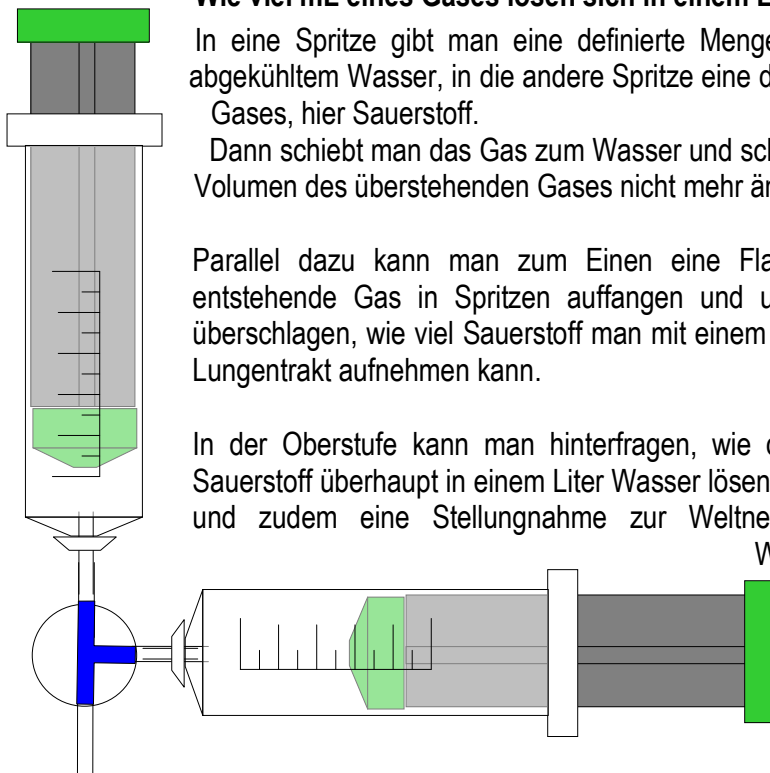
In eine Spritze gibt man eine definierte Menge von zuvor abgekochtem und wieder abgekühltem Wasser, in die andere Spritze eine definierte Menge des zu untersuchenden Gases, hier Sauerstoff.

Dann schiebt man das Gas zum Wasser und schüttelt die Spritzen solange, bis sich das Volumen des überstehenden Gases nicht mehr ändert.

Parallel dazu kann man zum Einen eine Flasche Active O₂ auskochen und das entstehende Gas in Spritzen auffangen und untersuchen. Zum Anderen kann man überschlagen, wie viel Sauerstoff man mit einem Atemzug über den dafür vorgesehenen Lungentrakt aufnehmen kann.

In der Oberstufe kann man hinterfragen, wie der Hersteller die angegebene Menge Sauerstoff überhaupt in einem Liter Wasser lösen kann, was damit beim Konsum passiert und zudem eine Stellungnahme zur Weltneuheit des Sauerstoffspenders – ein

Wassersprudler auf Sauerstoffbasis mit angeblich wahnsinnig positiven Auswirkungen auf Körper und Geist - einfordern



Einsatzmöglichkeiten:

Vergleich der Löslichkeit von Gasen

Kiemenatmung – wie viel Sauerstoff geht eigentlich in Wasser?

Active O₂ – Powerstoff mit Sauerstoff – Hinterfragen von Werbeaussagen

Le Chatelier einmal anders

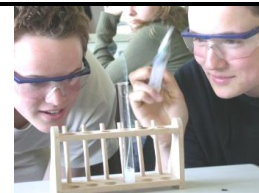
Anwendungsbeispiel des Prinzips von Le Chatelier

Tipp:

Mit dem Versuch erhält man annähernd Literaturwerte. Sauerstoff ist extrem schlecht wasserlöslich (ca. 40mL/L bei Normalbedingungen), Kohlenstoffdioxid hingegen sehr gut (ca. 880mL/L)

Kurzinfo:

Der Kalkkreislauf (Lösen und Ausfallen) lässt sich im Experiment selbst entdecken. Die komplette Stundenbeschreibungen mit allen Folien etc. finden Sie unter www.lncu.de
Hier der Versuch dazu.



Beschreibung:

Mögliche Geräte:

2 Luer-Lock-Spritzen 30mL, Verbindungsstück oder Dreiwegehahn, Stopfen, flexibler Schlauch mit passendem Anschluss, Reagenzglas, Reagenzglasständer, Brenner

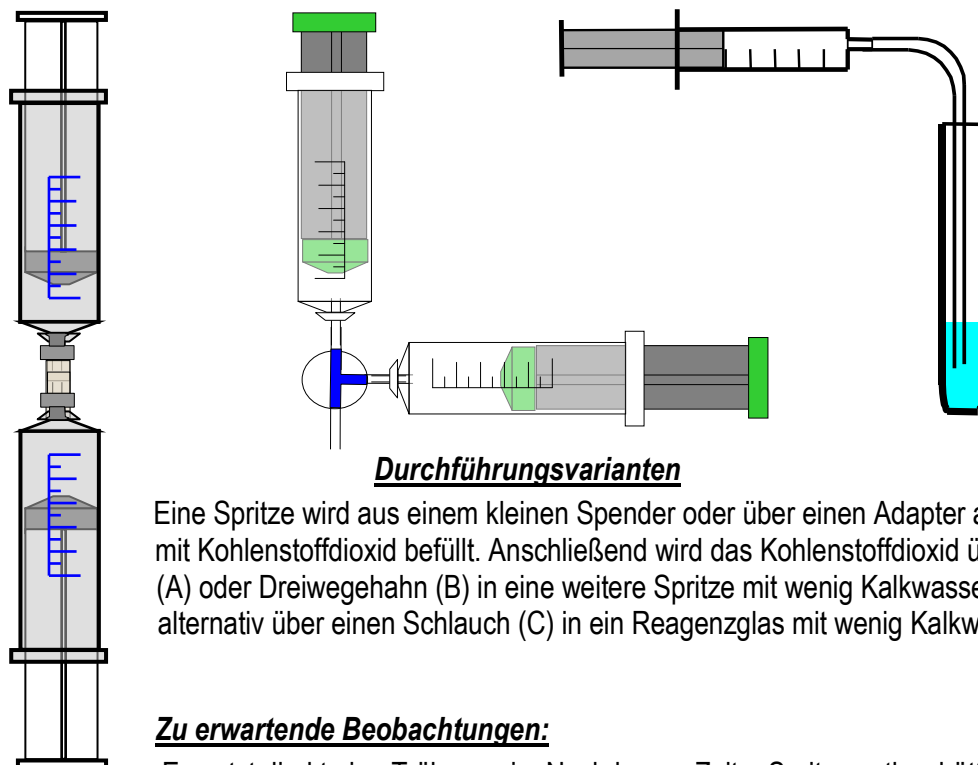
Chemikalien:

Kohlenstoffdioxid

Calciumhydroxidlösung (Kalkwasser)

- reizend x_i ,
- R 38 (Reizt die Haut), S 22 (Staub nicht einatmen) – 28 (Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser)

Möglicher Aufbau:



Durchführungsvarianten

Eine Spritze wird aus einem kleinen Spender oder über einen Adapter aus der Gasflasche mit Kohlenstoffdioxid befüllt. Anschließend wird das Kohlenstoffdioxid über einen Verbinder (A) oder Dreiwegehahn (B) in eine weitere Spritze mit wenig Kalkwasser gesprudelt oder alternativ über einen Schlauch (C) in ein Reagenzglas mit wenig Kalkwasser

Zu erwartende Beobachtungen:

Es setzt direkt eine Trübung ein. Nach kurzer Zeit – Spritze evtl. schütteln – verwindet die Trübung.

Entsorgung/weiterer Versuch:

Die entstandene Calciumhydroxidlösung wird nicht verworfen, sondern in einem anschließenden Versuch in ein Reagenzglas gefüllt und kurz im Brenner erhitzt. Kohlenstoffdioxid gast aus und Kalk setzt sich ab.

MAGNESIUM UND WASSER

REDOXREAKTIONEN (SI ODER SII), PASSIVIERUNG LOKALELEMENT

Ausführliche Hintergrundbeschreibung:



Selbst erhitzende Mahlzeiten wie „Heatermeals“ enthalten einen Erhitzerbeutel, in dem eine Magnesium-Eisen Legierung vorgelegt ist. Bei Zugabe von Salzwasser entsteht so ein Lokalelement.

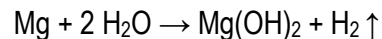
Eine detailliertere Beschreibung findet man unter United States Patent 5,611,329, welches online einzusehen ist.

In einer exothermen Reaktion bildet sich neben Magnesiumhydroxid auch Wasserstoff.

Die freiwerdende Reaktionswärme wird zum Erwärmen des extraververpackten Essens genutzt.

Ein Lehrer-Demoersuch kann den Schülern die Wirkungsweise des Beutels vorführen.

In einem anschließenden Schülerexperiment innerhalb einer Lernaufgabe (Arbeitsblätter dazu s. weiter unten) mit Kleinstmengen können die entstehenden Produkte nachgewiesen sowie dem Zusatz von Eisen zur Bildung eines Lokalelements auf den Grund gegangen werden



V1: Demonstration der Funktionsweise eines Erhitzerbeutels (mit Magnesium)

Geräte:

Becherglas, hohe Form mindestens 400 mL, Thermometer, Schere

Chemikalien:

Erhitzerbeutel eines Heaterpacks, gesättigte Kochsalzlösung

Durchführung:

Aus dem Beutel werden alle zunächst alle vier mit dem Gemisch gefüllten Kammern vorsichtig herausgelöst, ohne an der Klebestelle den Beutel zu zerreißen. Eine Kammer wird abgeschnitten und wieder in den Beutel gegeben, die restlichen Kammern werden für die folgenden Schülerexperimente bei Seite gelegt.

In den Beutel gibt man nun ca. 50mL gesättigte Kochsalzlösung (liegt in der Regel dem Essen bei). Für die Demonstration sollte man auf die Zugabe des Essens verzichten

Zu erwartende Beobachtungen:

Bereits nach ca. 30 Sekunden beginnt die mit der Hitzeentwicklung zunehmend heftiger werdende Reaktionen und schon nach ca. 1 Minute sieht man einen Dampf aufsteigen. Eine Temperaturmessung ist oben am Beutel möglich.

Entsorgung:

Der noch heiße Beutel sollte im Becherglas zum Abreagieren an einen gut belüfteten Ort (am besten Abzug) gestellt werden. Nach dem Abreagieren (zur Prüfung mit weiterem Salzwasser überschichten) ist eine Entsorgung über den Hausmüll möglich.

MAGNESIUM UND WASSER

REDOXREAKTIONEN (SI ODER SII), PASSIVIERUNG LOKALELEMENT

V2: Demonstration der Funktionsweise eines Erhitzerbeutels (mit Magnesium)

Geräte:

Becherglas, Schere, 2 Kunststoffspitzen Luer-Lock (30mL / 50mL) oder Reagenzglas mit seitlichem Ansatz und eine Spritze (10mL), passender flexibler Schlauch (Magensonde), Dreiwegehahn, pneumatische Wanne, leere Teebeutel, Reagenzglas, Zündquelle (Teelicht)

Chemikalien:

Erhitzerbeutel eines Heaterpacks, gesättigte Kochsalzlösung, ggf. Phenolphthalein-Lösung (<1%), Magnesiumpulver

Durchführung:

Eine Spatelspitze des Erhitzergemisches wird in einen leeren Teebeutel (verhindert die Verstopfung der Spritzenöffnung und erleichtert die spätere Entsorgung) gegeben

- ▶ Variante 1: Der Beutel wird in eine 50mL Spritze gegeben. Der Stempel wird eingesetzt und alle Restluft herausgedrückt. Aus einem Becherglas werden 30mL Kochsalzlösung (ggf. Phenolphthalein-Lösung zugeben) angesaugt. Die Spritze wird mit der Öffnung nach unten über das Becherglas gehalten. Das sich entwickelnde Gas drückt nach und nach das Salzwasser heraus.



- ▶ Variante 2: Über einen Dreiwegehahn werden aus einer zweiten Spitze 10mL Kochsalzlösung angesaugt. Der Hahn kann kurz verschlossen werden. Ist genügend Gas gesammelt, wird der Hahn geöffnet und das Gas abgeleitet.
- ▶ Variante 3: Das Gemisch wird in ein Reagenzglas mit seitlichem Ansatz gegeben. Die Zugabe der Kochsalzlösung erfolgt über einen durchbohrten Stopfen, die Ableitung des Gase über einen Schlauch (Magensonde).

Das entstehende Gas (Wasserstoff) wird jeweils über einen Schlauch pneumatisch in ein Reagenzglas umgefüllt und mit der Knallgasprobe getestet.

Achtung: Die Reaktion verläuft stark exotherm und zunehmend schneller. Keine Knallgasprobe direkt an der Apparatur durchführen!

Um auf das Lokalelement hinzuarbeiten, sollte der Versuch zusätzlich mit reinem Magnesiumpulver und Salzwasser unter Zugabe von Phenolphthalein-Lösung (<1%) durchgeführt werden. Hier beobachtet man nur eine schwache bis mäßige Reaktionen (s. auch V3)



Zu erwartende Beobachtungen:

Nach wenigen Sekunden beginnt unter Hitzeentwicklung eine Gasentwicklung. Bei Zugabe von Phenolphthalein-Lösung färbt sich die Lösung pink. Probe auf Wasserstoff kann lautlos (ohne Restsauerstoff) oder mit Pfeifen (Restsauerstoff) erfolgen.

Entsorgung: s. V1

V3: Demonstration der Funktionsweise in Projektionsversuchen

In Projektionsversuchen lässt zeigen, dass eine heftige Reaktion mit der Substanz aus dem Heatermeal

MAGNESIUM UND WASSER

REDOXREAKTIONEN (SI ODER SII), PASSIVIERUNG LOKALELEMENT

stattfindet (Lokalelement), aber nur eine mäßige Reaktion mit reinem Magnesium (Passivierung). Außerdem bildet Eisen in Salzwasser schnell Eisen-Ionen, die sich nachweisen lassen. Bei der Reaktion im Heatermeal lassen sich aber keine Eisen-Ionen nachweisen (Korrosionsschutz durch Opferanode).

Geräte:

viergeteilte Petrischale (alternativ 2 zweigeteilte Petrischalen), Spatel

Chemikalien:

Erhitzerbeutel eines Heaterpacks, gesättigte NaCl-Lösung, Phenolphthalein-Lösung (<1%), $K_3[Fe(CN)_6]$

Durchführung:

In eine viergeteilte Petrischale wird in alle vier Kammern eine gesättigte Kochsalzlösung gegeben,

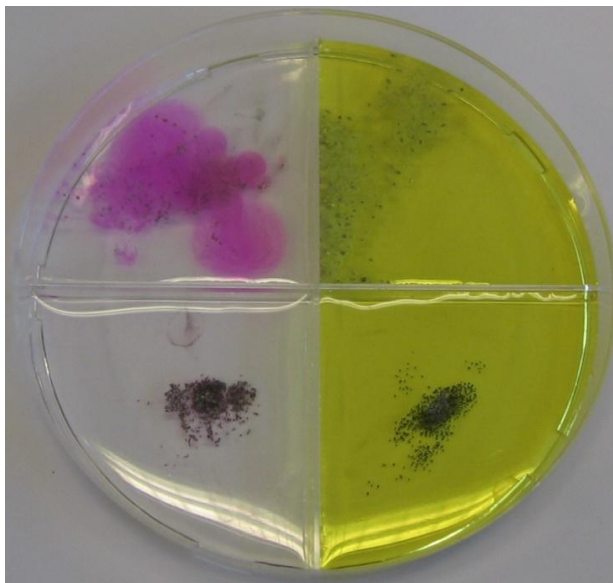
- die in Kammer Nr. 1 und Nr. 2 zusätzlich mit einem Tropfen Phenolphthalein-Lösung und
- die in Kammer Nr. 3 und Nr. 4 zusätzlich mit einer Spatelspitze rotem Blutlaugensalz versetzt ist.

Zu den Lösungen gibt man in jeweils eine Kammer nun je eine Spatelspitze

1. Pulver aus Heatermeal (ca. 95% Mg und 5% Fe)
2. Magnesiumpulver
3. Pulver aus Heatermeal (ca. 95% Mg und 5% Fe)
4. Eisenpulver

Man beobachtet für ca. 15 Minuten

Beobachtungen und Deutungen



Direkt nach Zugabe der Feststoffe

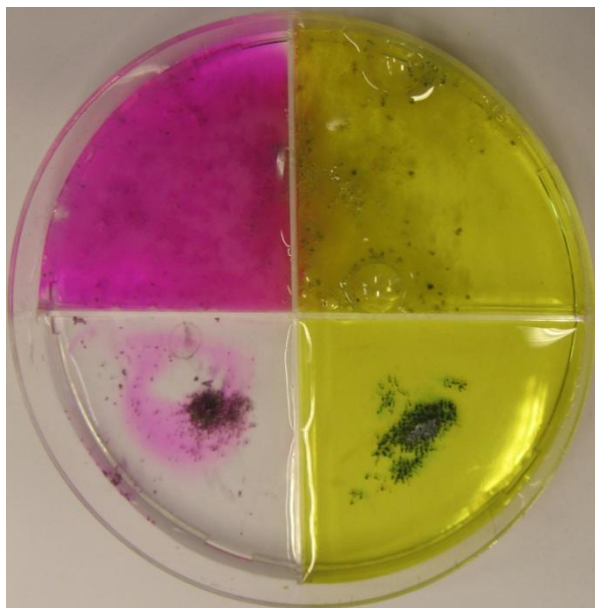
Direkt nach der Zugabe erkennt man in Kammer Nr. 1 und Nr. 3 eine heftige Gasentwicklung (in V1 als Wasserstoff identifiziert). Das Gemisch aus dem Heatermeal reagiert also auch mit kaltem Salzwasser heftig.

Die Pinkfärbung in Nr. 1 lässt darauf schließen, dass bei der Reaktion eine Lauge entsteht, die ausbleibende Blaufärbung hingegen deutet darauf, dass keine Eisen-Ionen entstehen. Auch in Kammer Nr. 2 in eine sehr geringe Pinkfärbung und eine sehr schwache Gasentwicklung zu erkennen. Magnesium reagiert also auch mit kaltem Salzwasser zu eine Lauge, jedoch nur in geringem Maße (Passivierung).

Die heftige Reaktion in (1) bzw. (3) ist also auf die Bildung des Lokalelements zurückzuführen.

MAGNESIUM UND WASSER

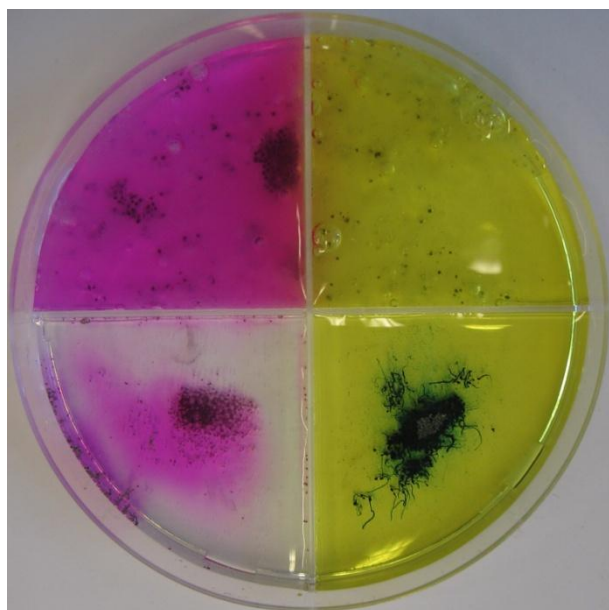
REDOXREAKTIONEN (SI ODER SII), PASSIVIERUNG LOKALELEMENT



nach ca. 1 Minute ...

bestätigen sich die ersten Beobachtungen. Zudem erkennt man in Kammer Nr. 4 den Beginn einer Blaufärbung, die darauf schließen lässt, dass hier Eisen-Ionen entstehen.

In Kammer Nr. 3 ist weiterhin keine Blaufärbung zu erkennen.



nach ca. 15 Minuten ...

ist eine Vertiefung der Blaufärbung deutlich wahrnehmbar. Die Gasentwicklung lässt nach, aber immer noch erkennt man in Kammer Nr. 3 keine Blaufärbung.

An diesem Beispiel lassen sich sowohl die Begriffe Lokalelement als auch Opferanode erläutern.

Entsorgung:

Nach dem Abreagieren Inhalt Flüssigkeit der die Kammern absaugen und in den Säure/Base Behälter geben, feste Rest über den Hausmüll entsorgen.

Mehr Informationen und Gefährdungsbeurteilungen:

www.lebensnaherchemieunterricht.de

Tipp: Die Schülerarbeitsblätter finden Sie auf den nächsten beiden Seiten

MAGNESIUM UND WASSER

REDOXREAKTIONEN (SI ODER SII), PASSIVIERUNG LOKALELEMENT

Vorgaben



Sie arbeiten im Team der Redaktion der Fernsehsendung „**Wissen macht AH!**“ als wissenschaftliche Assistenten. Die Redaktion erhält häufig Zuschaueranfragen, denen Sie in der Sendung auf den Grund geht. Eine Zuschaueranfrage lautet:

„Im Internet stieß ich auf selbsterhitzende Mahlzeiten (Heatermeals). Das Essen wird zum Erhitzen in einen Extra-Beutel gepackt, die Magnesium enthalten. Kippt man Salzwasser in diesen Beutel, bläht er sich nach kurzer Zeit auf, es dampft und das Essen kann darin erhitzt werden.“

Angeblich entstehen bei der Reaktion ein gefährliches Gas und eine „Lauge“. Könnt ihr mir sagen, ob das stimmt? Ich habe auch versucht, die Beutel nachzubauen, in dem ich Salzwasser auf Magnesium gekippt

habe. Das funktioniert nicht so richtig. Was habe ich falsch gemacht?

Beim Redaktionstreffen nimmt man sich der Frage an. Als wissenschaftliche Mitarbeiter müssen Sie die Hintergründe recherchieren und den Moderatoren der Sendung ein Skript liefern. Erste Hinweise finden Sie unter dem United States Patent 5,611,329 (mit Kommata zwischen den Zahlen), welches online einzusehen ist.

Arbeitsauftrag

Es ist Ihre Aufgabe, ein Manuskript für die Sendung zu erstellen, in dem Folgendes aufgearbeitet ist:

1. Ermitteln Sie experimentell, welche Produkte bei der Reaktion entstehen.
Aus Sicherheitsgründen werden wir die Experimente erst nach gemeinsam Absprache durchführen! Stellen Sie Vermutungen auf, welche chemische Reaktion die nötige Energie für das Erwärmen des Essens liefert. Die Moderatoren brauchen allerdings konkrete Reaktionsgleichungen! Sie können hier auch einen „Storyboard der Teilchen zeichnen“. **[Tipp: Bei der Reaktionsgleichung ist das „Salz“ im Salzwasser zunächst unwichtig]**
2. Prüfen Sie, ob man den „Wärmebeutel“ für das Essen einfach nachbauen kann, in dem man Magnesium und Salzwasser verwendet? Erklären Sie dem Zuschauer, worin möglicherweise die Schwierigkeiten des Nachbaus liegen (s. auch **Hinweis B**)
3. Erläutern Sie, wie der Hersteller diese Schwierigkeit löst (s. auch **Hinweis C**)
4. Zeichnen Sie ein Storyboard (Vorlage **Hinweis D**) für eine kurze Trickfilmsequenz, welches auf Teilchenebene die ablaufenden Reaktionen im Lokalelement verdeutlicht. **[Überlegen Sie erst ganz zum Schluss, warum man statt Wasser besser Salzwasser nimmt!]**
5. Stellen Sie den Moderatoren einen Vorschlag für die Sendung zusammen. Darin sollen auch Stichworte für ein Schlusswort auftauchen, in dem nicht nur die Funktion sondern allgemein die Sinnhaftigkeit des Produkts beleuchtet wird

Präsentieren Sie nach zum Abschluss mit Hilfe Ihres „Sendungsmanuskript“ in einer simulierten Redaktionssitzung Ihr Konzept dem Plenum und erklären Sie dabei, wie Sie sich eine spannende und lehrhafte Sendung zum Thema Heatermeals vorstellen.

MAGNESIUM UND WASSER

REDOXREAKTIONEN (SI ODER SII), PASSIVIERUNG LOKALELEMENT

Hinweis A: Produktbeschreibung	<p>Die Zubereitung: (laut Vertreiber, s. www.dauerbrot.de, letzter Zugriff 22.11.2010)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p>Verpackung öffnen - Inhalt entnehmen, Alu-Beutel mit der Mahlzeit ungeöffnet in den "Erhitzerbeutel"-Beutel stecken, <i>beigefügten</i> Beutel mit Flüssigkeit (Salzwasser - <i>kein</i> Trinkwasser) zugießen, "Erhitzerbeutel" soweit wie möglich einknicken und mit einem beiliegendem Klebestreifen fixieren. Jetzt entwickelt sich Hitze !! 10 - 12 Minuten warten - dann steht eine warme Mahlzeit zur Verfügung.</p> <p>Vorsicht: Die Mahlzeit vorsichtig entnehmen. "Erhitzerbeutel", eingefüllte Flüssigkeit und Mahlzeit sind heiß ! Nicht verbrennen; Flüssigkeit wegschütten; "Erhitzerbeutel" nach dem Abkühlen gefahrlos mit dem Hausmüll entsorgen; Karton recyceln.</p>
Hinweis B: Passivierung	<p>Passivierung bezeichnet das Entstehen von reaktionsträgen Oberflächen auf normalerweise reaktionsfreudigen Metallen. Dadurch kann darunterliegendes Metall nur schwer korrodieren. Passivierung tritt bei vielen unedlen wie Magnesium oder Aluminium in Erscheinung. Sie wird dadurch hervorgerufen, dass sich auf der Oberfläche der Metalle eine undurchlässige, fest haftende Schicht aus Oxiden oder Hydroxiden des jeweiligen Metalls ausbildet. Metalle mit einer solchen schützenden Passiv-Schicht verhalten sich ähnlich wie Edelmetalle, d.h. sie sind gegenüber Chemikalien, von denen sie im normalen (aktiven) Zustand angegriffen werden, beständig.</p> <p>Verändert nach http://www.chemgapedia.de/vsengine/popup/vsc/de/glossar/p/pa/passivierung.glos.html</p>
Hinweis C: Lokalelement	<p>Berühren sich zwei verschieden edle Metalle und tauchen in Wasser oder Säure ein, so korrodiert stets das weniger edle Metall sehr viel schneller als ohne einen derartigen Kontakt. Grund dafür ist die Tatsache, dass in solchen „Lokalelementen“ Oxidation und Reduktion räumlich getrennt ablaufen.</p> <p>Beispielsweise bildet Magnesium in Kontakt mit einem edleren Metall in Wasser Magnesiumkationen (Mg^{2+}). Die dabei freiwerdenden Elektronen fließen durch das edlere Metall in das Wasser ab und lassen damit an einer anderen Stelle Wasserstoff (H_2) sowie Hydroxid-Ionen (OH^-) entstehen. Damit kann sich nicht direkt ein „Schutz“ aus Magnesiumhydroxid auf dem Magnesium bilden, es findet keine Passivierung statt.</p> <p>Dies findet auch in Heatermeals Anwendung: man kann mit einem Magneten zeigen, dass im Original Produkt neben Magnesium auch Eisen enthalten ist.</p>
Hinweis D: Storyboard	<p>Ein Storyboard ist eine zeichnerische Version des Drehbuchs. Da bei der Entstehung eines Filmes Teamwork gefragt ist, werden vorab erste Gedanken als Zeichnungen und Texte auf Papier zusammengebracht.</p> <p>Der dabei entstehende Bilderfluss kann in der Folge bis zum Drehbeginn immer weiter perfektioniert werden und erleichtert so die Kommunikation zwischen alle Beteiligten.</p>

LINKS

WEITERE VERSUCHSBESCHREIBUNGEN, ANREGUNGEN ODER VIDEOS



Kurzinfo.

Hier noch eine Aufstellung vieler weiterer ausgezeichnete Versuchsbeschreibungen mit medizintechnischen Geräten im Chemieunterricht. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist nicht gewichtet!

Viktor Obendrauf

Grundsatzartikel "Experimente mit Gasen im Minimaßstab", ChiuZ, 30. Jahrg. 1996 Nr.3 S.118 ff
Von ihm sind zahlreiche online-Publikationen einzusehen, z. B.

<http://schulen.eduhi.at/Chemie/reduk.htm>

<http://schulen.eduhi.at/chemie/chlor1.htm>

Brand Chemie

<http://www.bhbrand.de/>

Hervorragendes Skript auch unter : <http://www.bhbrand.de/downloads/lowcostskript27506.pdf>

Kappenberg

<http://www.kappenberg.com/pages/mitmedizintechnik/selbstbau.htm>

<http://www.kappenberg.com/pages/mitmedizintechnik/uebersicht.htm>

Bruce Madson

http://mattson.creighton.edu/Microscale_Gas_Chemistry.html

Peter Schwarz

<http://www.microchem.de/>

Peter Menzel

<http://www.fehling-lab.de/Fehling-Lab/Team.html>

Akademie für Lehrerfortbildung und Personalplanung – Chemie? Aber sicher!

<http://alp.dillingen.de/publikationen/suche/publikation.html?Nr=475>

sowie Gregor von Borstel

www.lncu.de und z. B.

GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Bau eines Schaumlöschers, NiU Chemie 14 2003 Nr. 75
H. J. GÄRTNER UND GREGOR VON BORSTEL, Kohlenstoffdioxid und Wettbewerb, NiU Chemie 78 2003
GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Chemie mit Magensonde und Spritze, NiU Chemie 78 2003
GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, ChemZ, NiU Chemie 78 2003, NiU Chemie Heft 81, 2004
GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Chemieunterricht macht Spaß!, PdN 1/54, Januar 2005
GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Le Chatelier einmal anders, NiU Chemie 96, 2006, S. 34-37
GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Ein preiswerter Hofmannscher Zersetzungsapparat für Schülerübungen, MnU 59/6 (1.9.2006) S. 362-364.
GREGOR VON BORSTEL UND ANDREAS BÖHM, Active O₂ – Powerstoff mit Sauerstoff MnU 59/7 2006 S. 413-415.
GREGOR VON BORSTEL, Freiarbeit, in: JOACHIM KRANZ UND JENS SCHORN (HRSG.), Chemie Methodik, Handbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin 2008, S. 53-64.