

Chemieversuche auf DVD

- Allgemeine und Anorganische Chemie -

von Christian Firneis

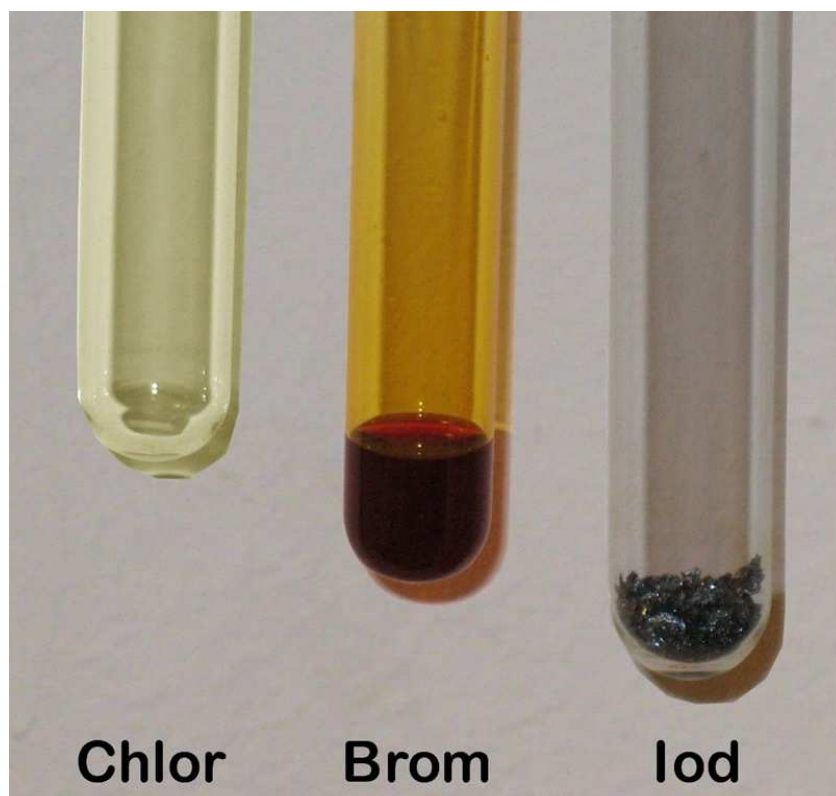
© 2008 - 2009

LEHR-

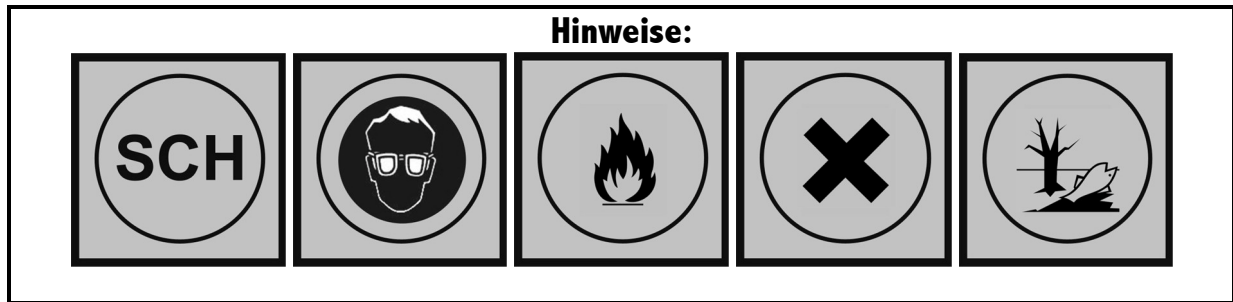
Programm
gemäß §14
JuSchuG

Demo Handbuch zur DVD-ROM



genaue Beschreibungen der 96 Schulversuche
(zu Demozwecken nur 5 Versuche)



Versuch 1: Knallgasprobe positiv und negativ



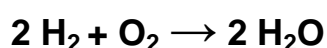
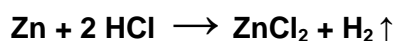
Hinweise: Beim Arbeiten mit Wasserstoff ist Vorsicht geboten. Alle Feuerquellen, (Zigarette, Feuerzeug, Streichhölzer etc.) sind vom Wasserstoff fernzuhalten. Beim Arbeiten mit großen Mengen muss für eine gute Raumlüftung gesorgt werden.

Chemikalie	Gefahren	R-Sätze	S -Sätze
Salzsäure 15 %		R: 37	S: 26-45
Zinkgranulat		R: 50/53	S: 43-46

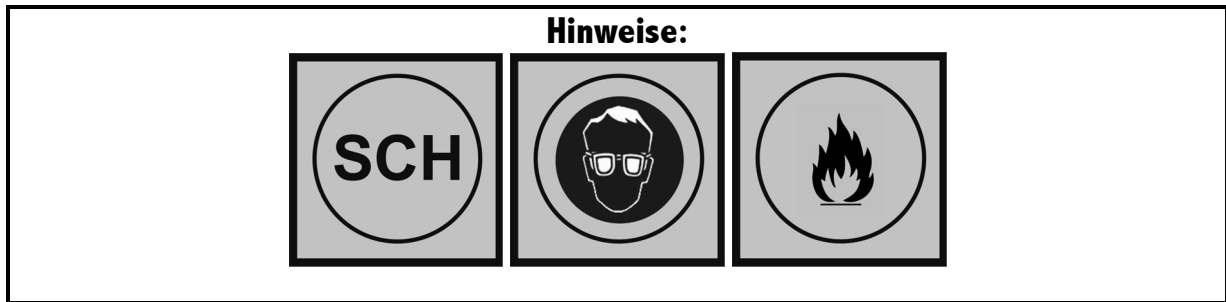
Materialien: 1 Reagenzglas, 1 durchbohrten Stopfen, Pipettenröhrchen, Stativ, 1 kleineres Reagenzglas, Bunsenbrenner.

Durchführung: Zuerst füllt man ein Reagenzglas mit Zinkspänen. Dann wird etwas Salzsäure darüber gegossen, sodass das Reagenzglas ca. zu 1/3 mit der Säure befüllt ist. Im Anschluss daran wird dann der durchbohrte Stopfen, mit dem Pipettenröhrchen (die Verjüngung ist oben) auf das Reagenzglas gesetzt. Das erste Mal lässt man das Reagenzglas nur zu 2/3 mit Wasserstoff füllen. Dann wird das Reagenzglas mit dem Daumen verschlossen, und wird erst kurz vor der Brennerflamme wieder geöffnet. Man hört ein lautes „Bellen“. Ein Beweis, dass es sich nicht um reinen Wasserstoff handelt. Also ein Luft / Wasserstoffgemisch ist. Beim zweiten Mal, füllt man das Reagenzglas ganz mit Wasserstoff (kann je nach dem etwas länger dauern) und verfährt wieder wie zuvor beschrieben. Nun hört man einen tiefen, lauten Knall. Ein Beweis für reinen, sauerstofffreien Wasserstoff. Nun kann man den austretenden Wasserstoff am Pipettenröhrchen entzünden. Der Wasserstoff verbrennt mit einer kleinen, heißen Flamme, die mit dem bloßen Auge kaum sichtbar ist.


Ergebnis: Bei dem lauten Zischen, Pfeifen oder Bellen wird Knallgas positiv nachgewiesen. Wenn auch bei mehreren Versuchen nur Knallgas nachgewiesen wird, darf man den Wasserstoff keinesfalls entzünden. Hört man einen lauten Knall, so war die Probe negativ. Das heißt es war kein Knallgas, sondern nur reiner Wasserstoff. In dem Fall darf man den Wasserstoff entzünden. Das Reaktionsprodukt der Reaktion von Wasserstoff mit der Luft (bzw. dem Luftsauerstoff) ist Wasser.



Versuch 20: Calciumcarbid reagiert mit Wasser



Hinweise: Technisches Calciumcarbid enthält einen Anteil von Phosphorwasserstoffverbindungen. Diese reagieren in dieser Reaktion neben dem geruchslosen Acetylen zum äußerst giftigen Phosphan und zu Phosphorwasserstoff. Schon 5 ml des Gases genügen um einen 100 m² Raum einem unangenehmen Geruch zu verleihen. Für den Versuch also nur Calciumcarbid zur Analyse verwenden.

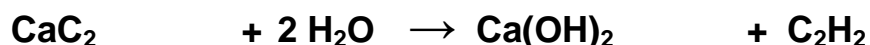
Chemikalie	Gefahren	R-Sätze	S -Sätze
Calciumcarbid		R: 15-34	S: 8-24/25-43

Materialien: Pinzette, Petrischale, Wasser

Durchführung: Man füllt eine Petrischale mit einigen Körnern Calciumcarbid. Dann gibt man ca. 20 ml destilliertes Wasser hinzu. Alternativ kann man auch noch das entstehende Ethin entzünden, wobei davon abgeraten wird, weil die Knallgasgemische des Ethins wesentlich gefährlicher sind, als die des Wasserstoffs. Nachdem die Reaktion beendet ist, wird die Calciumhydroxid-Lösung mit Salzsäure neutralisiert. Das entstandene Calciumchlorid kann ohne weiteres in den Ausguss gelangen.

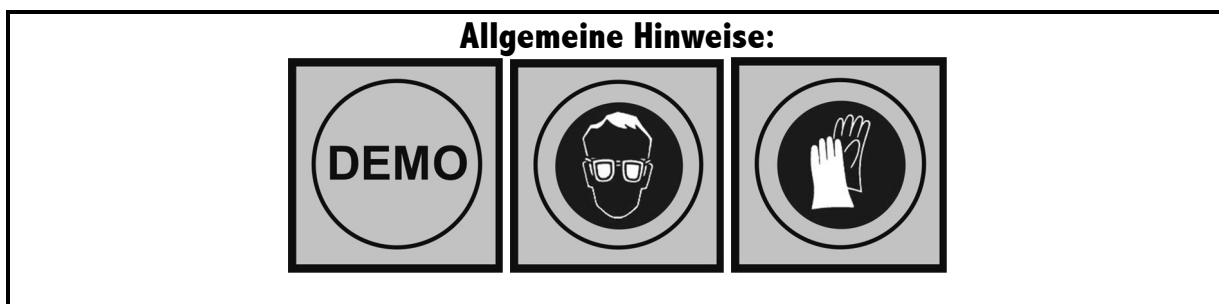
Ergebnis: Das Calciumcarbid reagiert mit Wasser unter Bildung von Acetylen und Calciumhydroxid. Die Reaktion verläuft heftiger, als die mit Calcium. Man beobachtet diese Reaktionen jedoch nicht bei allen Carbiden. Einige reagieren mit Wasser auf ganz andere Weise. Bei der Reaktion von Aluminiumcarbid entsteht z.B. Methan als Gas.

Calciumcarbid wird industriell in großen Mengen durch die Reaktion von gebranntem Kalk mit Kohlenstoff hergestellt. Die dafür benötigte Energie beträgt 465,2 Kilojoule. Die dabei entstehenden Produkte sind Calciumcarbid und Kohlenmonoxid.



Calciumcarbid + Wasser → Calciumhydroxid + Acetylen

Versuche mit flüssigem Stickstoff



Allgemeine Hinweise: Flüssiger Stickstoff hat eine Temperatur von $-196,5^{\circ}\text{C}$. Eine Berührung mit der Haut ist unbedingt zu vermeiden. Kälteisolierte Schutzhandschuhe sind zu tragen. Bei der Lagerung ist für eine gute Lüftung zu sorgen, da das Dewargefäß jederzeit implodieren könnte, und Unmengen an gasförmigem Stickstoff frei würden. Des Weiteren sollte man flüssigen Stickstoff nicht länger als eine Woche lagern, da sonst Luft kondensiert und damit auch Sauerstoff in den Dewar kommt. Da flüssiger Sauerstoff einen höheren Siedepunkt hat als flüssigen Stickstoff, reichert er sich in der Flüssigphase an, da zuerst der Stickstoff verdampft, weil er flüchtiger ist.

Sicherheitsdatenblatt: http://www.carbo.de/text/SD-N2_tiegekuehllt_verfluessigt.pdf

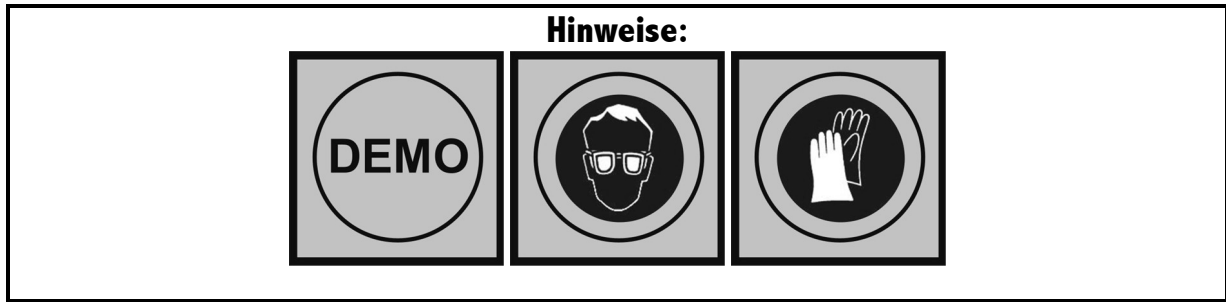
Über die Herstellung von Trockeneis: Flüssiger Stickstoff wird nach dem Lindeverfahren hergestellt. Dabei macht man sich den Joule-Thomson-Effekt zunutze. Ideale Gase kühlen sich bei schnellem Druckabfall ab. Reale Gase wie Wasserstoff und Helium verhalten sich genau andersherum, sie erwärmen sich bei schnellem Expandieren. So wird nun Luft auf etwa 200 bar komprimiert und danach wieder expandiert. Die kalte Luft kühlt nun wieder die warme komprimierte Luft. So entsteht ein Kreislauf. Nach einer vielfachen Wiederholung dieses Schritts erhält man flüssige Luft. (ungefähr: 78 % Stickstoff, 21 % Sauerstoff und 1 % Edelgase. Da nun flüssiger Sauerstoff einen höheren Siedepunkt als flüssiger Stickstoff hat, kann man die beiden Gase durch fraktionierte Destillation trennen.

Bezugsquellen: Flüssiger Stickstoff kann bei der Linde AG bezogen werden. Es empfiehlt sich gleich 25 l zu beziehen, da zwischen 10 l und 25 l meist kaum ein preislicher Unterschied besteht. Eine weitere Bezugsquelle ist Air Liquide. Die Preise sind jedoch bis auf teilweise kleine Unterschiede identisch. Das Beziehen von flüssiger Luft wird nicht empfohlen, da sich wie oben schon erwähnt die Flüssigphase leicht mit Sauerstoff anreichert.

Ziel der Demonstrationen: Viele Stoffe verändern bei tiefen Temperaturen ihre Eigenschaften. Was vorher noch sehr elastisch war, ist jetzt zerbrechlich wie Glas. Auch Töne verändern sich. Hält man z.B. eine Bleiglocke in flüssigen Stickstoff, so klingt sie beim Anschlagen mit einem hellen Ton. Bei Raumtemperatur kann man mit einer Bleiglocke keine Töne erzeugen. Auch eine Stimmgabel klingt nach einem Bad in flüssigem Stickstoff deutlich höher. Hauptaspekte der Demonstration sind aber:

- Herstellung von flüssiger Luft (Lindeverfahren)
- Veränderung der Physikalischen Eigenschaften nach einem Bad in flüssigem Stickstoff
- Schrumpfen von Ballons mit Luft und Kohlendioxid
- Das Leidenfrostphänomen
- Herstellung von flüssigem Sauerstoff

Versuche 47-49: verschiedene Gegenstände in LN₂



Hinweise: Flüssiger Stickstoff hat eine Temperatur von -196°C . Ein Kontakt mit der Haut sollte vermieden werden. Es sind Kryohandschuhe zu tragen. Bei Lagerung von größeren Mengen ($>10\text{ l}$) muss für eine ständige und gute Belüftung gesorgt werden, da sonst akute Erstickungsgefahr durch plötzliche Verdampfung (z.B. durch Defekt des Dewar) besteht.

Chemikalie	Gefahren	R-Sätze	S -Sätze
Flüssiger Stickstoff			S: 9-23

Materialien: Kälteisolierte Schutzhandschuhe, Dewargefäß (1000 ml), Tiegelzange, Rose, Vollgummiball, Banane, Holzstück, Nagel

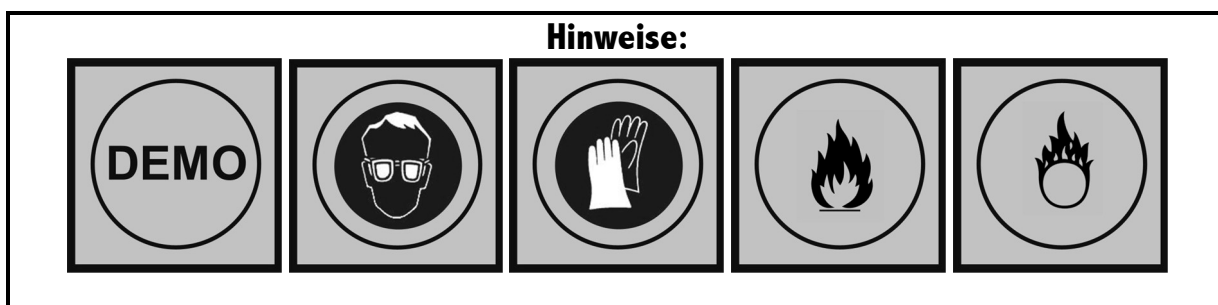
Versuch 47: Man füllt den Dewar zu $\frac{3}{4}$ mit flüssigem Stickstoff. Dann taucht man eine Rose in den flüssigen Stickstoff. Nach einer Minute, bzw. nach kompletter Abkühlung der Rose (wenn der Stickstoff nicht mehr siedet) nimmt man die Rose heraus und schlägt sie auf die Tischplatte.

Versuch 48: Man demonstriert zuerst die Elastizität eines Vollgummiballs, indem man ihn auf die Tischplatte fallen lässt. Danach nimmt man ihn mit der Tiegelzange auf und taucht ihn in den flüssigen Stickstoff. Nachdem der Stickstoff nicht mehr siedet nimmt man den Ball wieder heraus, und lässt ihn nun mehrmals auf die Tischplatte fallen.

Versuch 49: Man füllt den Dewar zu $\frac{1}{2}$ mit flüssigem Stickstoff. Dann taucht man eine Banane für 2 Minuten ein. Dabei beobachtet man ein starkes Sieden, da die Banane ein großes Volumen einnimmt, das sehr heiß ist, im Vergleich zum Stickstoff. Nach den 2 Minuten nimmt man die Banane wieder heraus. Nun ist sie so hart, das man damit einen großen Nagel in ein Holzstück schlagen kann.


Ergebnis: Bei solch tiefen Temperaturen verändern Stoffe ihre Physikalischen Eigenschaften. Die Rose ist so empfindlich wie dünnes Glas. Das liegt daran, das die Wassermoleküle in der Rose gefroren sind. Man spricht hierbei auch vom Schockgefrieren. Der Vollgummiball, der vorher noch so elastisch war, hat nach dem Bad in flüssigem Stickstoff seine Elastizität komplett verloren. Die Banane ist so hart, das man mit ihr einen Nagel in Holz schlagen kann. Auch andere Stoffe verändern bei tiefen Temperaturen ihre Eigenschaften. Schwefel wird z.B. entfärbt, Quecksilberoxid hellt sich deutlich auf. Eine Stimmgabel klingt nach der Kühlung deutlich höher.

Versuche 53-54: Reaktionen mit flüssigem Sauerstoff



Hinweise: Flüssiger Stickstoff hat eine Temperatur von -196°C . Ein Kontakt mit der Haut sollte vermieden werden. Es sind Kryohandschuhe zu tragen. Bei Lagerung von größeren Mengen ($>10\text{ l}$) muss für eine ständige und gute Belüftung gesorgt werden, da sonst akute Erstickungsgefahr durch plötzliche Verdampfung (z.B. durch Defekt des Dewar) besteht.

Versuche mit flüssigem Sauerstoff werden aufgrund des Gefahrenpotentials nicht mehr empfohlen! Flüssiger Sauerstoff kann schon mit dem Staub in der Luft explosiv reagieren. Besonders Organische Stoffe wie Öl oder Fett sind höchst brisant.

Chemikalie	Gefahren	R-Sätze	S -Sätze
Flüssiger Stickstoff			S: 9-23
Sauerstoffflasche		R: 8	S: 1/2-17

Materialien: Kälteisolierte Schutzhandschuhe, Dewargefäß (1000 ml), hitzebeständiges Reagenzglas (evtl. Schott Duran Supremax®), Ableitungsschlauch, Stativ, Zigarette, Watte, Tiegelzange.

Herstellung: Man baut eine Kühlfalle, indem man ein hitzebeständiges Reagenzglas in ein Stativ einspannt, und in den Stickstoff absenkt. Wenn dieser aufhört zu siedeln leitet man Sauerstoff aus der Stahlflasche in das Reagenzglas ein. Dabei muss der Druck am Druckminderer stark gemindert werden. Etwa $10\text{ l} / \text{min}$. Nach ca. 20 l gasförmig eingeleitetem Sauerstoff stehen jetzt gut 30 ml flüssiger Sauerstoff zur Verfügung. Solange das Reagenzglas in der Kühlfalle im Stickstoff bleibt kann kein Sauerstoff verdampfen.

Versuch 53: Man befestigt eine Zigarette an einem Glimmspan und taucht sie für 30 Sekunden in den flüssigen Sauerstoff. Danach muss man die Zigarette unbedingt mit der Tiegelzange aufnehmen. Nun kann die Zigarette am äußeren Ende angezündet werden. Sie verbrennt unter lebhafter Feuererscheinung.

Versuch 54: Ein kleines Stück Watte (1g) wird auseinander gezogen. Jetzt kann man das Reagenzglas mit dem flüssigen Sauerstoff aus dem flüssigen Stickstoff nehmen. Nun wird die Watte mit reichlich flüssigem Sauerstoff übergossen, und wird nach einer kleinen Wartezeit (10 Sek.) mit einem brennenden Glimmspan entzündet. Es setzt eine heftige Oxidation der Cellulose ein.

Ergebnis: Sauerstoff ist ein starkes Oxidationsmittel. Unsere Luft besteht zu etwa 21 % aus Sauerstoff. In einer 100%igen Sauerstoffatmosphäre verlaufen Reaktionen viel heftiger. Die Watte verbrennt schlagartig. Durch Nitrieren kann man den Sauerstoff direkt im Cellulosemolekül einbringen. So erhält man Schießbaumwolle. Früher wurde flüssiger Sauerstoff in Verbindung mit Kohle oft als Sprengstoff verwendet.