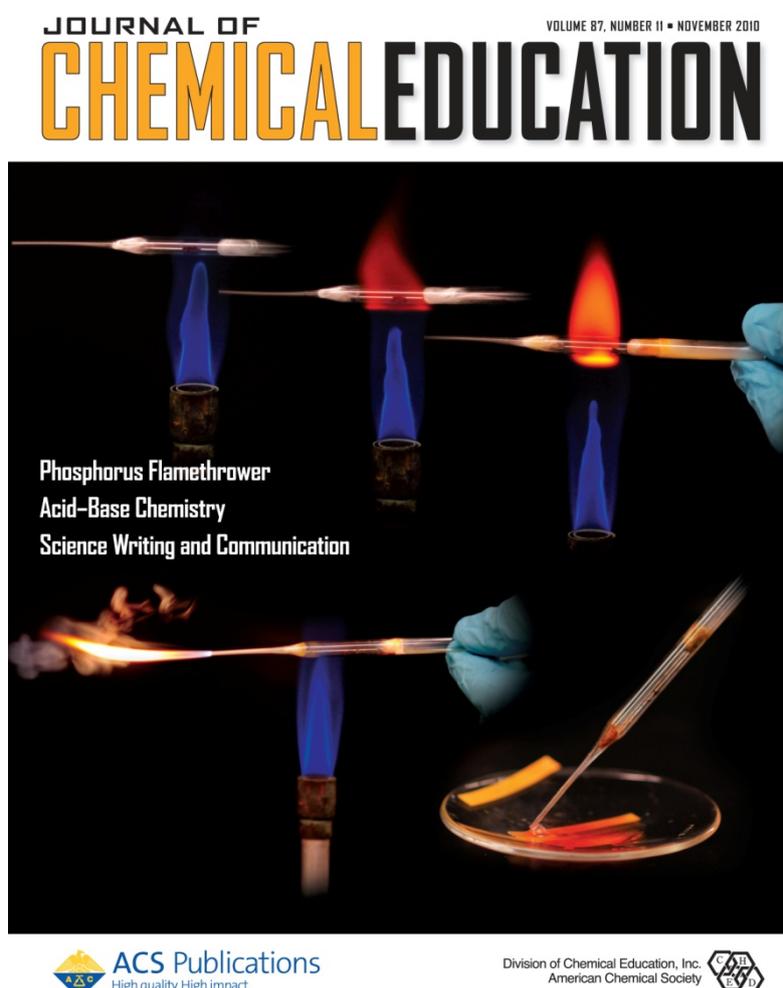


Motivierende Experimente im Rahmen der RISU



Pelham 2015



Motivierende Experimente im Rahmen der RISU



www.fachreferent-chemie.de



Unfall im Luisengymnasium, Bergedorf, 19.12.14

<http://www.bergedorfer-zeitung.de/bergedorf/artikel136588849/Flammen-im-Chemieraum-Schulschluss.html>



FREISPRUCH FÜR CHEMIELEHRER

Hilfe, die Schule brennt! Es ist der 19. Dezember 2014 – Chemieunterricht in der achten Klasse des Luisengymnasiums in Bergedorf. Lehrer Bernd L. (46) führt einen Versuch mit Zink und Natronlauge durch – eine Stunde später steht der Chemieraum in Flammen. Was war geschehen?

.....

Er habe die Zinkreste nach dem Unterricht mit Säure neutralisiert, sagt der Angeklagte, sie dann mit Wasser abgespült und in einem Kunststoffmülleimer entsorgt. Laut einer Liste der Deutschen Gesellschaft für Unfallversicherung ist das die korrekte Art und Weise der Entsorgung, stellt der Amtsrichter fest.

Die Staatsanwältin hat Zweifel, immerhin sei der Brand im Mülleimer entstanden. Allerdings: Welche Reaktion da genau abließ? Keiner der Juristen weiß es so genau. Freispruch aus Mangel an Beweisen.

Hamburger Morgenpost, 09.07.2015



Versilbern – Vergolden einer Kupfermünze



Bildquelle http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/11_98.htm

Zinkchloridlösung ist ätzend, zeigt aber keinen Siedeverzug im Gegensatz zu Natronlauge.

Zinkgranalien sind nicht selbstentzündend, im Gegensatz zu Zinkpulver.



Toxikologie kennt keinen Stillstand

Benzol puriss. (krystallisierbar) thiophenfrei.
 (K. 80–84°C.), P. U.
 (Benzen; aus Steinkohlentheer.) C₆H₆. Farbl. Fl. D.=0,883–0,885 K.=80–81°C., l. in A., Ae., Aceton und Eisessig, schm. bei 6°C. Das ungeräumte Produkt wird in der Theerfarbenindustrie, als Lösungsmittel, in der Elektrotechnik und in der Photographie sowie Gummindustrie angewandt. In der Medizin spärlich g-br. als Antisepticum und gegen Catarrhe, Husten, etc. Dosis: 2–10 Tropfen 3–mal tägl. Max.-Dosis 45 Tropfen pro dosi, 180 Tropfen pro die.

Aus: Merck's Index, 2. Auflage, Darmstadt, 1902

Aktualität als Verpflichtung



Wie bleibe ich aktuell?

Wichtige Veränderungen werden (stark zeitverzögert) per KMS bekanntgegeben.

Die Liste GUVV SR-2004 ist im Moment (noch) nicht aktuell.

Aktuelle Entwicklungen finden sich in D-GISS am schnellsten dokumentiert (jährliches Update, Aktualisierungen auf der Homepage).



Motivierende Experimente  Pelham 2015

Negativliste verbietet Stoffe

- Stoffe dürfen nicht mehr in der Schule aufbewahrt und verwendet werden
- Für Außenstehende nicht einsichtig, warum welche Stoffe auf der Negativliste stehen
- CMR-Stoffe bevorzugt auf der Abschlusliste
- Formaldehyd verboten, Chromate, Blei- und Bleisalze erlaubt

Formaldehyd-Lösung	Kaliumdichromat
Methanol, w: 27%	kristallin
Besondere Gefahren TRGS 905	Besondere Gefahren TRGS 905
Krebserzeugend (Kat. K2) Entzündend (Kat. M2) Gefahr der Schilddrüsenentzündung (Allergisierung)	Krebserzeugend (Kat. K2) Entzündend (Kat. M2) Fortpflanzungsfähigend (Kat. RF2) Fruchtbeschädigend (Kat. RE2) Gefahr der Hochkonzentration

- Aber auch besonders akut toxische Stoffe sind betroffen (Phosphor, weiß)

Verbote als Schutz von Schülern und Lehrern, keine Schikane

Motivierende Experimente  Pelham 2015

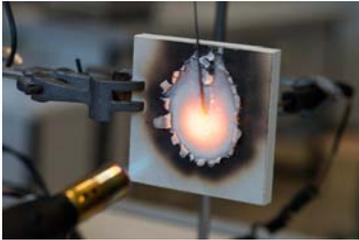
Platinnetz statt Platinasbest



Platinnetz als teurer, aber gesundheitlich unbedenklicher Ersatz von Platinasbest

Motivierende Experimente  Pelham 2015

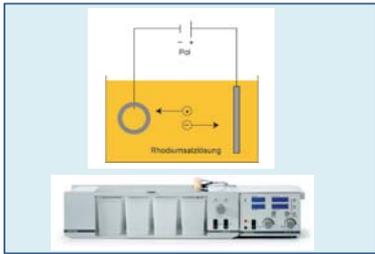
Statt Asbest: Gipsplatten als einfacher Hitzeschutz



Stoffchemie über die Hintertüre: Dihydrat wird zu Halbhydrat

Motivierende Experimente  Pelham 2015

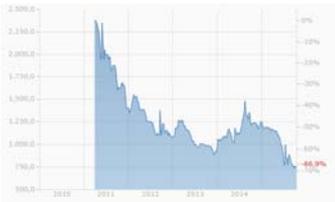
V 1: Rhodium statt Nickel: Galvanisierung ohne Gefahr



Profianwendung statt Modellversuch (www.wieland-dental.de)
Kaufliche Lösungen statt Selbstansatz

Motivierende Experimente  Pelham 2015

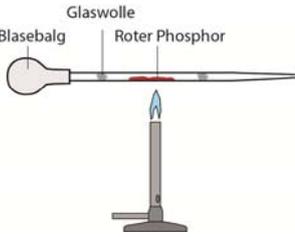
Rhodium – Objekt der Spekulation




Preisentwicklung über 5 Jahre für eine Feinunze (31,10 g) Rhodium
by Melissa Read-Devine
<http://www.periodictableprints.com>

Motivierende Experimente  Pelham 2015

Weißer Phosphor als Zwischenprodukt



Alltagschemie vermitteln: Roter Phosphor aus Reibflächen von Streichhölzern

Motivierende Experimente  Pelham 2015

Negativliste verbietet Stoffe, nicht Versuche!



Ausnahme: Dichromatvulkan ist verboten, echte Vulkane sind aber noch erlaubt

Motivierende Experimente  Pelham 2015

Schwimmen gegen den Strom



Blei, Quecksilber und Co: Erlaubt – aber bessere Alternativen vorhanden

Motivierende Experimente  Pelham 2015

V 2: Messwerterfassung anstelle von Hg -Thermometern

Substanz	fest	flüssig	gasförmig
Kohlendioxid	-273°C bis -78,5°C		
Helium		-269°C bis -183°C	
Sauerstoff		-218°C bis -183°C	
Stickstoff		-210°C bis -196°C	
Wasser		0°C bis 100°C	

Vorteil: Großer Temperaturbereich von – 200 bis 1200 °C (NiCr-Ni-Element)

Motivierende Experimente  Pelham 2015

V 3: Dichte – wieder ein Thema für die Chemie



Zwei mal 25 kg

1 Würfel (1 cm)
Gold wiegt 19,3 g
19 Würfel aus Wasser wiegen 19 g

Motivierende Experimente  Pelham 2015

V 4: Synthese und Analyse von Silbersulfid

Analyse von Silbersulfid



Silbersulfid Erhitzen in der Mikrowelle Silber



Einsatz der Mikrowelle zur Erzeugung von hohen Temperaturen

Motivierende Experimente  Pelham 2015

V 5: Braucht man noch flüssiges Brom?



Erleichterung: Lösung kaufen nicht selber ansetzen!

Motivierende Experimente  Pelham 2015

Die Brombox



Kleine Mengen sicher im Klassenzimmer händeln.

Motivierende Experimente  Pelham 2015

Verdünnung senkt das Risiko

Substanz	Verwendung	Einstufung	Konzentrationsgrenzen
Borax	Vernetzer bei Schleimherstellung Schneitsalz Boraxperle	T, roter Punkt	R 60/61: > 4,5 %
Borsäure	Unterscheidung: Methanol/Ethanol über den Ester	T, roter Punkt	R 60/61: > 5,5 %
Bariumchlorid	Nachweisreagenz für Sulfationen	T, gelber Punkt	T: w > 25%
Natriumnitrit	Azofarbstoffherstellung	T, gelber Punkt	Xn R 22: 1% < w < 5%
Phenolphthalein	Säure/Base-Indikator	T, roter Punkt	T, R 45: w ≥ 1%

Angaben aus D-GISS, Version 14/15

Manche Substanzen können weiter im Schülerübungsversuch eingesetzt werden

Motivierende Experimente  Pelham 2015

Schülerübung: Natrium nicht möglich



Reaktion von Natrium mit Chlor ist auch wegen Chlor problematisch

Motivierende Experimente  Pelham 2015

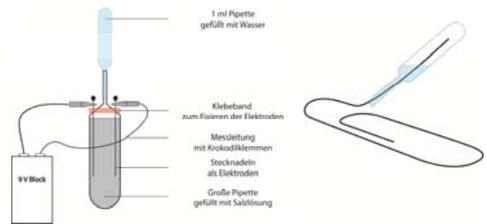
Die neue Versuchskultur hat viele Väter



Einsatz von Medizintechnik, Petrischalen und Tüpfeltechnik.

Motivierende Experimente  Pelham 2015

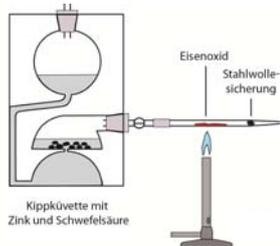
V 6: Knallgasrakete – Microscale



Zündung mit Handteslaspule – Schülermotivator

Motivierende Experimente  Pelham 2015

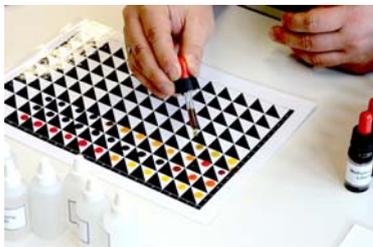
Reduktion mit Wasserstoff



Bezugsquelle: Hedinger (Neuaufgabe der alten DDR-Küvetten)



Tüpfelanalytik



Noch keine Anbieter im Lehrmittelbereich



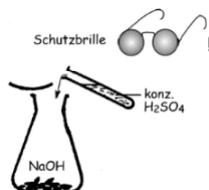
V 7: Knallgasrakete outdoor



Auf sichere Abschussrampe achten!



V 8: Neutralisation nach Haupt



Quelle: http://www.chemieexperimente.de/exp-08_13.html



Unfälle und ihre Folgen



Zusammenstellung von
Klaus Ruppertsberg
<http://ipn.ruppertsberg.de>
ruppertsberg@ipn.uni-kiel.de



Appell:

- Keine unnötigen Einschränkungen
- Verantwortungsvolles Handeln der Lehrer
- Vom Lehrer nichts unmögliches verlangen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Martin Schwab

www.fachreferent-chemie.de

bcschwab@web.de

„Vergolden“ einer Kupfermünze

Zunächst wird auf Kupfer eine silberfarbene Schicht abgeschieden („Versilbern“), was bereits eine Zink-Kupferlegierung darstellt. Durch Erhitzen wandelt sich die silber- in eine goldfarbene Legierung (Messing) um („Vergolden“).

Hintergrund

Der Versuch ist ein Klassiker der Experimentalchemie und wird häufig im Anfangsunterricht verwendet, wo man für die Zinkabscheidung die Erklärung offen lässt. Bekannt ist der Versuch mit konz. Natronlauge, die mit Zinkpulver erhitzt werden muss. Es besteht die Gefahr von Siedeverzügen, was schwere Verätzungen durch die heiße Natronlauge zur Folge haben kann. Hier wird eine Variante vorgestellt, wo die Gefahr von Siedeverzügen deutlich geringer ist.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Schutzbrille tragen. Zinkchlorid und seine Lösungen sind stark ätzend, und kann die Haut und Augen schädigen. Zink und seine Salze sind sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Chemikalien

Zinkchlorid-Lsg., konz. H 302, H 314, H 335, H 410
Zink, Granalien H 410

Materialien

Becherglas, 100 ml, hohe Form
Scheuermittel zum Säubern der Münzen
Kupfermünze, z.B. 5 Cent
Bunsenbrenner
Dreifuß und Drahtnetz
Tiegelzange

„Versilbern“

Ein Becherglas wird zur Hälfte mit konz. Zinkchloridlsg. gefüllt, der Boden wird etwa 1 cm hoch mit Zinkgranalien bedeckt.

Es wird zum Sieden erhitzt.

Die gereinigte Kupfermünze wird für einige Minuten in die Lösung gelegt.

Wenn die Münze versilbert ist, wird sie herausgenommen und mit Wasser abgespült und abgetrocknet.

„Vergolden“ einer Kupfermünze

„Vergolden“

Die versilberte Münze wird vorsichtig in der entleuchteten Bunsenbrennerflamme erhitzt.

Beobachtung:

Zuerst wird die Kupfermünze mit einer silberglänzenden Schicht (Zink-Kupferlegierung) überzogen, in der Flamme wird die Münze goldfarben (Zink-Kupfer-Hochtemperaturlegierung: Messing).

Erklärung (nach Lit. 1)

Zunächst ist es unverständlich, warum sich das unedlere Zink auf dem edleren Kupfer niederschlägt. Die Reaktion



findet nicht statt! Die Lösung müsste sich sonst mit der Zeit blau färben, auch ist für diese Reaktion das Potential negativ.

Die treibende Kraft für diese Reaktion ist die Bildung einer Legierung, zuerst das silberfarbene γ -Messing (mit einem Zink-Gehalt größer als 45%). Diese Reaktion kann man folgendermaßen formulieren



Das Zink der Zinkelektrode löst sich auf und gibt die Elektronen an die Zinkionen aus der Lösung ab. Diese scheiden sich auf der Kupferoberfläche nieder. Wird dieser Versuch in zwei Halbzellen aufgebaut, kann man ein Potential von 0,7 V messen, das zusammenbricht, wenn sich die Münze mit γ -Messing überzogen hat.

Wird die „silberne“ Münze nun in die Flamme gehalten, so bildet sich das bekannte, goldfarbene α -Messing. Durch die hohe Temperatur der Flamme diffundieren die Zinkatome schneller zwischen die Kupferatome. Die Zinkatome verteilen sich somit stärker. α -Messing hat einen Zinkgehalt von kleiner 35%.

Aus diesem Grund bleibt die „versilberte“ Münze nicht dauerhaft silbern. Nach mehreren Tagen ist das Zink auch bei Raumtemperatur weiter zwischen die Kupferatome diffundiert.

Die Erklärung ist so kompliziert, dass man mit gutem Grund die Erklärung den Schülern im Anfangsunterricht verschweigt und zurecht als Alchemie verkauft.

Entsorgung

Die Zinkchloridlösung darf auf keinen Fall in das Abwasser entsorgt werden. Sie kann aufgehoben und wiederverwendet werden. Ebenso können die Zinkgranalien mit Wasser abgespült, getrocknet und wiederverwendet werden.

Literatur

- (1) Szczepankiewicz, Joseph F. et. al.: The „Golden Penny“ Demonstration: An Explanation of the Old Experiment and the Rational Design of the New and Simpler Demonstration. J. Chem. Educ., 1995, 72 (5), p 386
- (2) Haupt, P.: Praktikum Experimentelle Schulchemie Sek.I. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Didaktisches Zentrum, 2001.

WILAPLAT Vorbehandlungsbäder

elektrolytische Entfettung spezial

Art.-Nr. 3040400302

Art.-Nr. 3040400303 (Ansatzsalz)

Beschreibung

WILAPLAT elektrolytische Entfettung spezial ist ein stark alkalisches, cyanidhaltiges Entfettungsmittel zur kathodischen Reinigung von sämtlichen Edel- und Nichtedelmetalllegierungen. Das Bad entfernt auch hartnäckige Oxide und Rückstände von Polierpasten.

Verarbeitung

Die zu behandelnden Teile werden zunächst im Ultraschallbad gereinigt, gespült und dann an der Kathodenstange der Galvanoanlage kontaktiert. Nach Ablauf der Expositionszeit werden die Teile entnommen und mit Wasser gut abgespült. Eine Verschleppung der Entfettungslösung in andere Bäder ist unbedingt zu vermeiden.

Betriebsdaten

Temperatur	15 - 30°C
Spannung	6 - 8 Volt
Stromdichte	5 - 15 A/dm ²
Expositionszeit	30 - 180 Sekunden (Buntmetalle max. 60 s)
Anoden	Edelstahl
Wannenmaterial	Edelstahl, Kunststoff (PA, PE, PTFE, ABS)

Lieferformen

Ansatzsalz oder gebrauchsfertige Lösung

Regenerierung

nicht empfehlenswert

Achtung!

Chemikalien und Materialien für die Galvanotechnik sind teilweise ätzend oder giftig. Beim Gebrauch, bei der Lagerung, beim Transport und der Entsorgung sind deshalb die einschlägigen Vorschriften zu beachten.

Weitere Angaben finden Sie in den EWG - Sicherheitsdatenblättern.

WILAPLAT Platinmetallbäder

Blancadur Ti Rhodiumbad

Art.-Nr. 3110200102

Art.-Nr. 3110200101 mit 20 g Rh / l, Ansatzkonzentrat

Beschreibung

Blancadur Ti Rhodiumbad dient der dekorativen Oberflächenbeschichtung. Es erzeugt einen brillanten, hochweißen, äußerst abriebbeständigen Niederschlag. Blancadur Ti Rhodiumbad eignet sich besonders für die Oberflächenveredelung von Waren aus Palladium-, Mangan- und Nickelweißgold sowie der Beschichtung von Teilen aus Silber oder Silberlegierungen (als Korrosionsschutz), aber auch für Teile aus Buntmetalllegierungen, sofern diese mit einer Palladiumschicht anstatt der üblichen Unternickelung versehen wurden (z. B. Brillengestelle, Modeschmuck).

Verarbeitung

Blancadur Ti Rhodiumbad wird in einer herkömmlichen Galvanoanlage wie z. B. dem WILAPLAT-System eingesetzt. Der freie Säuregehalt beträgt bei einem neuen Bad 20 g/l.

Betriebsdaten

Rhodiumgehalt	2,0 g/l
Temperatur	20 - 35°C (optimal 25 – 30 °C)
Expositionszeit	2 Minuten (1 - 10 Minuten)
Spannung	2,3 Volt (2,1 – 2,5 Volt)
Stromdichte	0,75 A/dm ² (0,5 - 1,0 A/dm ²)
Abscheidung	6 mg/Amin
pH-Wert	< 1
Bewegung	Elektrolyt- oder Warenbewegung
Anoden	Titan, platiniiert
Wannenmaterial	Glas, säurebest. Kunststoff (PP, PVC, u.a.)

Niederschlagsdaten

Dichte	11,2 g/cm ²
Härte	ca. 800 HV
Schichtstärke	Bis 1,0µm

Lieferformen

Gebrauchsfertig oder Ansatzkonzentrat mit 20 g Rh/l

Regenerierung

Nach längerer Anwendungsdauer ist eine Reinigung des Bades über Aktivkohle empfehlenswert. Anschließend muss das Bad mit Glanzzusatz (Art. Nr. 3110400102) ergänzt werden.

Die Regenerierung erfolgt auf Basis einer Badanalyse zur Ermittlung des Rhodium- und Säuregehaltes. Die Regenerierung wird mit dem Blancadur Rhodium-Regenerierkonzentrat (Art. Nr. 311020104 mit 20 g Rh/l) ausgeführt.

Achtung!

Chemikalien und Materialien für die Galvanotechnik sind teilweise ätzend oder giftig. Beim Gebrauch, bei der Lagerung, beim Transport und der Entsorgung sind deshalb die einschlägigen Vorschriften zu beachten.

Weitere Angaben finden Sie in den EWG - Sicherheitsdatenblättern.

Phosphor-Flammenwerfer

Eine geringe Menge roter Phosphor wird in einer Pipette erhitzt. Der entstehende weiße Phosphor wird sofort zu Phosphorpentoxid umgesetzt, indem Luft darüber geblasen wird. Dabei entsteht an der Pipettenspitze eine Stichflamme. Phosphorpentoxid reagiert mit Wasser unter Bildung einer sauren Lösung.

Hintergrund

Weißer Phosphor darf an Schulen nicht mehr aufbewahrt werden. Durch diesen Versuch ist weißer Phosphor mit seinen faszinierenden Eigenschaften für die Schulchemie nicht verloren. Weißer Phosphor wird erzeugt und gleich wieder vernichtet. Damit ist der Gefahrstoffverordnung genüge getan.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Schutzbrille tragen. Roter Phosphor ist ein entzündbarer Feststoff, der für Wasserorganismen schädlich ist, mit langfristiger Wirkung. Aceton ist leicht entzündbar, es verursacht schwere Augenreizung und kann Schläfrigkeit und Benommenheit auslösen.

Chemikalien

Roter Phosphor H 228, H 412

Aceton H 225, H 319, H 336

Materialien

Pasteurpipette aus Glas
 Gummigebläse oder großes Gummihütchen
 Glaswolle
 Mikrospatel, Spatel und Pinzette
 Uhrglas, Becherglas
 Universalindikatorpapier
 Reibfläche einer Streichholzschachtel
 Trockenschrank
 Bunsenbrenner

Gewinnung von rotem Phosphor

Roter Phosphor kann aus der Reibfläche von Streichholzschachteln gewonnen werden. Eine Reibfläche reicht für einen Versuch. Neben Phosphor ist auch noch Glasmehl in der Reibfläche vorhanden.

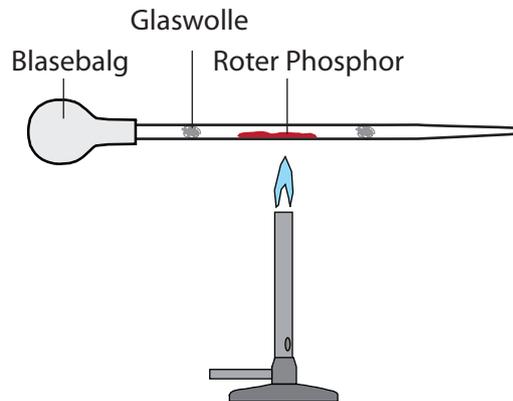
Die ausgeschnittene Reibfläche wird mit Aceton überschichtet. Dadurch wird das Bindemittel herausgelöst. Nach 5 - 10 min wird die rötliche Masse vom Papier mit einem Spatel abgekratzt, das Aceton lässt man im Trockenschrank verdunsten (etwa 30 min).

Phosphor-Flammenwerfer

Versuchsdurchführung

Die getrocknete Masse aus einer Reibfläche oder eine kleine Menge roter Phosphor wird zwischen zwei Glaswollpfropfen in die Pipette eingebracht.

Die Pipette wird mit dem Blasebalg verbunden und vorsichtig erhitzt.



Wenn die Umwandlung zu weißem Phosphor abgeschlossen ist (Farbe!), wird mit dem Blasebalg Luft durch die Pipette geblasen (die Pipette auf keine Person richten, Stichflamme!)

Danach Indikatorlösung (Indikatorpapierstreifen in wenig Wasser einlegen) aufsaugen und wieder ausdrücken.

Beobachtung

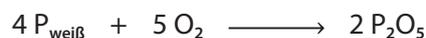
Roter Phosphor wandelt sich in eine weiße Masse um. Bläst man Luft darüber, entsteht eine Stichflamme und weißer Rauch (Phosphorpentoxid). Mit Wasser entsteht eine saure Lösung.

Erklärung

Beim Erhitzen wandelt sich Phosphor in seine weiße Modifikation um:



Weißer Phosphor reagiert mit dem Sauerstoff der Luft in einer stark exothermen Reaktion:



Phosphorpentoxid reagiert mit Wasser unter Bildung einer sauren Lösung (Phosphorsäure):



Entsorgung

Die Pipette wird im Abfallbehälter für Feststoffabfall entsorgt.

Literatur

Golden, L. Melissa, et. al.: Phosphorus Flamethrower: A Demonstration Using Red and White Allotropes of Phosphorus. J. Chem. Educ., 2010, 87 (11), pp 1154–1158

Sieden unter Druck

Mit einer einfachen Versuchsanordnung lässt sich zeigen, dass der Siedepunkt von Wasser vom Druck abhängig ist.

Hintergrund:

Ohne großen Aufwand lässt sich mit einem dickwandigem Reagenzglas, das über eine Silikondichtung mit Schottverschraubung abgedichtet ist, ein so hoher Druck aufbauen, dass der Siedepunkt von Wasser deutlich über 100°C liegt. Der hohe Druck lässt sich sehr eindrucksvoll demonstrieren, indem der Temperaturfühler herausgezogen wird. Sofort entsteht eine Wasserfontäne.

Zur Messung der Temperatur wird ein Messwerterfassungssystem verwendet.

Gefahren



Signalwort: Gefahr



Schutzbrille tragen. Gefahr geht vom überhitzten Wasser aus. Beim Herausziehen des Temperaturfühlers entsprechend aufpassen.

Chemikalien

- Wasser

Materialien

- Computer mit CASSY Lab 2
- CASSY-Interface, z.B. Pocket CASSY
- NiCr-Ni-Adapter S
- Temperaturfühler NiCr-Ni, 3 mm Typ K (Kat.-Nr. 666 1263)
- HMT-Reaktionsgefäß GL18, L=100mm (Bestell-Nr. 2001)
- GL18 Schraubkappe mit Loch (Bestell-Nr. 3001)
- Dichtung GL18, Loch GL16x2; d=2mm; Silikonelastomer; für Thermoelemente (Bestell-Nr. 3107)
- Stativmaterial (Stativ, 2 Muffen, 2 Klemmen)
- Bunsenbrenner oder HMT-C-Röhrenofen (Bestell-Nr. 101)

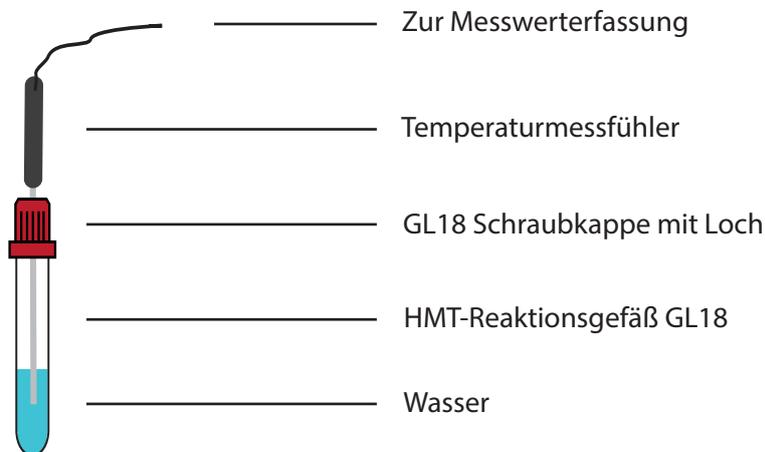


Entsorgung

Es fällt kein Abfall an.

Sieden unter Druck

Versuchsskizze



Einstellungen CASSY Lab 2

Temperatur	Bereich:	-20 °C .. 200 °C
Messbedingungen	Aufnahme:	automatisch
	Messzeit	kein Eintrag (Messzeit unbestimmt)
	Intervall	1 s
Kurve	Stil:	Linien

Versuchsdurchführung

1. Der Versuch wird wie in der Versuchsskizze aufgebaut, Reagenzglas und Temperaturfühler mit einer Klemme fixiert.
2. Die Messwerterfassung wird gestartet und das Wasser im Reagenzglas langsam erhitzt.
3. Wenn die Temperatur nicht mehr steigt bzw. die Apparatur undicht wird, vorsichtig den Temperaturfühler herausziehen.

Ergebnis:

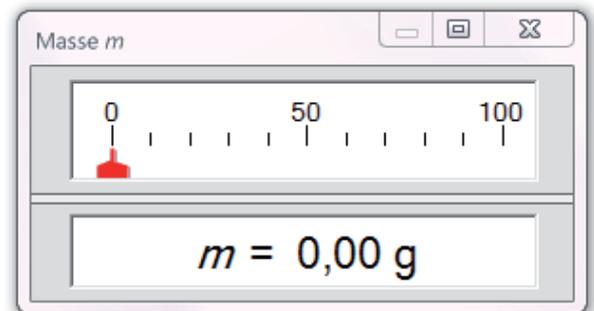
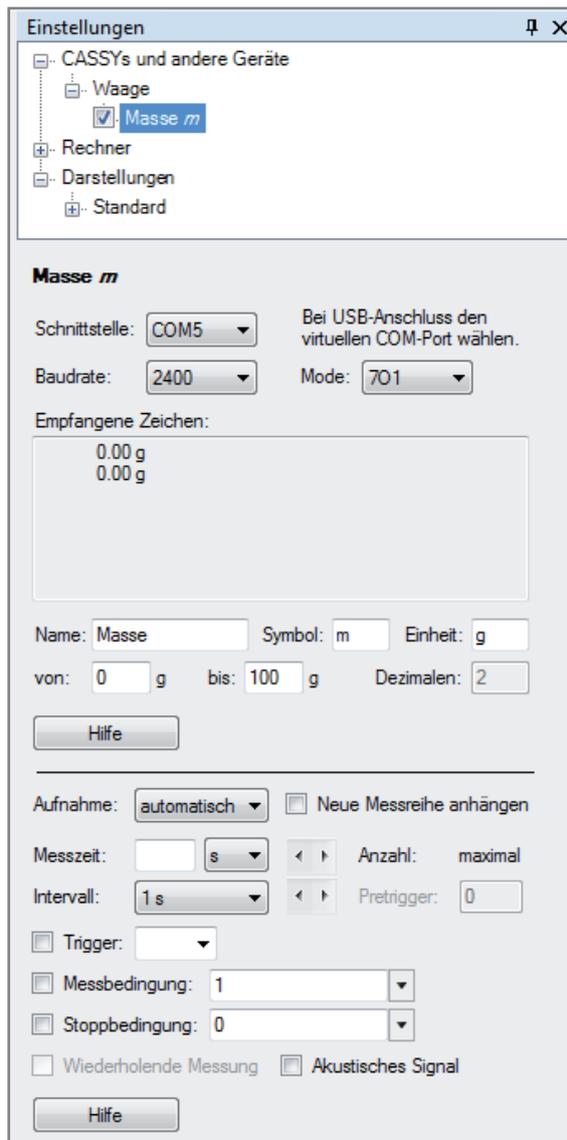
Die Temperatur steigt weit über 100°C, Werte bis 170°C sind erreichbar. Wenn der Temperaturfühler herausgezogen wird, entsteht sofort eine Fontäne aus heißem Wasserdampf.

Bezugsquelle

HMTC Halbmikrotechnik Chemie GmbH, Eickenbecker Str. 7c, D-48 317 Drensteinfurt

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

Waage anpassen



Stimmt die Baudrate (2400) und Mode (701 oder 7E1) mit der Waageneinstellung überein, werden unter *Empfangene Zeichen* die Zahlen übermittelt, die auf dem Display der Waage angezeigt werden.

Je nach Genauigkeit der Waage wird bei den Dezimalen 2 (0,01 g) oder 1 (0,1 g) automatisch angegeben. Die Dezimalen können an dieser Stelle nicht geändert werden. Eine Verringerung der Genauigkeit ist über den Rechner möglich.

Der Name und das Symbol für die CASSY-Lab 2 -Anzeige kann beliebig verändert werden, um z. B. mehrere Waagen unterscheiden zu können.

In der Menüleiste kann jetzt das Symbol m für Masse angeklickt werden. Das Anzeigefenster für die Masse kann jetzt aufgerufen werden.

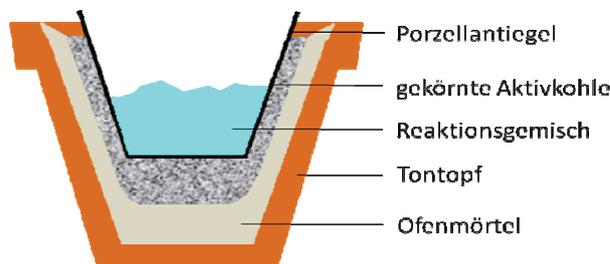
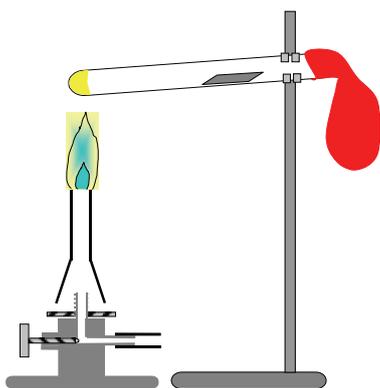
Die Waage kann jetzt wie jede anderes Messgerät verwendet werden.

Literatur

LD-Didactic: CASSY Lab 2 Handbuch, S. 71, <http://www.ld-didactic.de/software/524221de.pdf>

Bildung und Zersetzung von Silbersulfid							Arbeitstechniken
Klasse	5	8	9	10	11	12	
NTG		X					
SG, ...			X				
Schülerübung geeignet <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein							
<p>AST-Element in der Mikrowelle</p>				<p>Chemikalien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frisch hergestelltes Silbersulfid (aus Silberblech) • Vorversuch: <ul style="list-style-type: none"> - Schwefelpulver - Feinsilberblech (möglichst 999er Silber, ca. 8x13x0,2 mm), Bezugsquelle: z.B. Mauer, Lehr- und Forschungsmittel 40x40x0,2 mm, für 9,79 € o. MwSt. oder Silberrest vom Goldschmied • Hauptversuch: <ul style="list-style-type: none"> - Silbersulfid aus dem Vorversuch <p>Geräte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorversuch: Stativ, Muffe und Klemme, Bunsenbrenner, schwer schmelzbares Reagenzglas, Luftballon • AST-Element: Die Herstellung eines AST-Elementes wird auf den Seiten "Herstellung eines AST-Elementes" in Kapitel 2 genau erklärt. Ebenso die Ermittlung der "hot spots" der Mikrowelle. • Tiegelzange • Spatel • Hitzebeständige Kachel • Haushaltsmikrowelle 800 W ohne Drehteller! • Gasbetonstein ca. 6 cm x 6 cm x 3 cm 			
<p>Porzellantiegel mit dem Reaktionsprodukt der Zersetzung von Silbersulfid</p>							

Sicherheitshinweise: Bei der Synthese wegen des entstehenden giftigen Schwefeldioxids unbedingt einen Luftballon über das Reagenzglas stülpen bzw. im Abzug arbeiten!



V

Versuch 1: Bildung von Silbersulfid

- Der Schwefel (1 g) wird ca. 1 cm hoch in das Reagenzglas eingefüllt.
- Das Reagenzglas wird leicht abfallend eingespannt.
- In das vordere Drittel wird das Silberblech gelegt.
- Das Reagenzglas wird mit dem Luftballon verschlossen.
- Der Schwefel wird kräftig erhitzt, so dass Schwefeldämpfe aufsteigen.
- Diese werden immer wieder mit der Brennerflamme bis zum Silberblech getrieben.
- Das Silberblech wird erhitzt, allerdings sollte darauf geachtet werden, das Silbersulfid

nicht zu stark zu erhitzen, da sich sonst an der Oberfläche Silber abscheidet, was den optischen Eindruck stört und das quantitative Versuchsergebnis stört.



Links: Silbersulfidkristalle in starker Vergrößerung (Ag_2S)

Rechts: Silbersulfid in Porzellantiegel vor der Behandlung mit der Mikrowelle

- Anschließend wird mit der Pinzette das Silbersulfid heraus genommen.
- Erst nach etwa 2 Minuten hat das Silber vollständig reagiert, die grauen Silbersulfidnadeln sind deutlich zu erkennen. Nach dem Abkühlen kann eine Massenzunahme festgestellt werden. Die Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit fällt (im Idealfall) negativ aus. Das Produkt ist brüchig.

Versuch 2: Zersetzung von Silbersulfid

- In den Porzellantiegel eines gebrauchsfertigen AST-Elementes wird das Silbersulfid gegeben.
- Anschließend wird das Silbersulfid im Porzellantiegel (mit AST-Element) in der Haushalts-Mikrowelle bei 700-800 W auf dem Gasbetonstein im Hot spot zwei Minuten erhitzt.

B

Nach ca. 30 Sekunden beginnt der Tiegelinhalt aufzuglühen. Nach der Entnahme des AST-Elementes sind rotglühendes, geschmolzenes Silber und zeitweise Schwefelränder an der Tiegelwand zu sehen. Das Silber kühlt rasch ab und gewinnt den metallischen Glanz (ggfs. Polieren) bzw. seine Leitfähigkeit und Duktilität zurück.



Prüfen der elektrischen Leitfähigkeit des Reaktionsproduktes

E

Synthese: Silber + Schwefel → Silber(I)-sulfid
 $2 \text{Ag} (\text{s}) + \text{S} (\text{s}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} (\text{s})$
(duktil, leitfähig) *(brüchig, nicht leitfähig)*

Analyse: Silber(I)-sulfid → Silber + Schwefel
 $\text{Ag}_2\text{S} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Ag} (\text{s}) + \text{S} (\text{g})$
(brüchig, nicht leitfähig) *(duktil, leitfähig)*

Tipps und Tricks	Falls keine Mikrowelle vorhanden ist, der Versuch aber durchgeführt werden soll, kann der Tiegel auch längere Zeit im Tondreieck über einem Bunsenbrenner erhitzt werden. Das Experiment liefert auch sehr gut Ergebnisse bei der quantitativen Durchführung. Massenzunahme bei der Bildung von Silbersulfid und Massenabnahme bei der Zersetzung sind gleich. Aus dem Massenverhältnis $m(\text{Ag}) : m(\text{S}) = 6,5 : 1$ lässt sich die Verhältnisformel Ag_2S ableiten. Alternative: Zersetzung von Kupferiodid (http://netexperimente.de/chemie/64.html [26. August 2013])
Entsorgung	Silber ist wieder verwendbar.
Literatur	Großmann, Irina, Schwab, Martin: Silber - Silbersulfid und zurück – In Naturwissenschaft im Unterricht – Chemie in der Schule (2008) Nr. 104, S.50-53 Lühken, Arnim; Bader, Hans-Joachim: Hochtemperaturchemie im Haushaltsmikrowellenofen – In Chemkon 8. Jg. (2001) Nr. 1, S. 7f

Bromierung von Heptan

Die Bromierung von Heptan lässt sich mit Regenbogen (RGB)-LEDs in Abhängigkeit von der Lichtqualität zeigen. Nur blaues oder violettes Licht ermöglicht die Reaktion.

Der Versuch wird im Halbmikromaßstab ausgeführt.

Hintergrund

Bromwasser wird aus einer käuflichen Bromid/Bromat-Lösung durch Ansäuern mit Kaliumhydrogensulfat hergestellt. Die Ausgangslösung ist nicht als Gefahrstoff eingestuft. Durch einen Aktivkohlestopfen bleibt die Geruchsbelästigung gering. Der Versuch ist daher ein Versuch, der sehr Verantwortungsvoll mit Brom umgeht, da elementares Brom nicht gelagert werden muss.

Regenbogen-LEDs sind seit kurzem billig erhältlich. Die Einbeziehung der Lichtqualität gibt für die mechanistische Betrachtung der Bromierung einen schönen Impuls (zuerst werden die Brommoleküle gespalten).

Gefahren



Signalwort: Gefahr

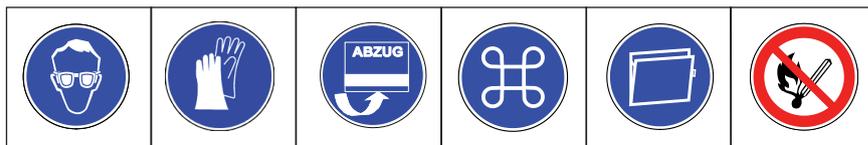
Kaliumhydrogensulfat verursacht schwere Verätzungen der Haut, Augenschäden und kann die Atemwege reizen. Kaliumbromat wird in einer wässrigen Lösung von 0,1 % verwendet, daher entfällt die Einstufung als Gefahrstoff.

Das entstehende Bromwasser (Konz. von 1 - 5%) verursacht Hautreizungen, schwere Augenreizung und kann Krebs verursachen. Es ist für Schülerübungen ab der 5. Klasse zugelassen.

Vor Gebrauch von Bromwasser besondere Anweisungen einholen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. BEI EXPOSITION oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.

Flüssigkeit und Dampf von Heptan sind leicht entzündbar. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Verursacht Hautreizungen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Beim Arbeiten Hitze, Funken, offene Flamme und heißen Oberflächen von Heptan fernhalten. BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. KEIN Erbrechen herbeiführen. BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.



Schutzbrille und Einweghandschuhe tragen. Im geschlossenen System (Schnappdeckelgläschen) bzw. mit Aktivkohlestopfen arbeiten. Gut lüften. Alternativ im Abzug arbeiten. Die Belichtung des Brom/Heptangemenges kann im geschlossenen Schnappdeckelgläschen auf dem Labortisch erfolgen.

Bromierung von Heptan

Chemikalien

Bromid/Bromat-Lösung, (Lieferant Windaus), ohne Einstufung

Heptan H225 H304 H315 H336 H410  P210 P273 P301+P310 P331 P302+P352 P403+P235

Kaliumhydrogensulfat H225 H304  H315 H336 H410

Materialien

Regenbogen (RGB) - LED-Strahler mit passender Lichtleiste (Sockel und Trafo)

Schnappdeckelgläschen, 3 Stück

Erlenmeyerkolben, 50 ml, mit passendem Gummistopfen

Aktivkohlestopfen zum Verschluss des Erlenmeyerkolbens

Scheidetrichter, 50 ml

Universalindikatorpapier

Versuchsdurchführung

1. Im Erlenmeyerkolben wird 25 ml der Bromid-Bromatlösung mit einem Spatel Kaliumhydrogensulfat versetzt. Man lässt 5 Minuten einwirken.
2. Das Bromwasser wird im Scheidetrichter mit etwa 20 ml Heptan ausgeschüttelt, die dann entfärbte Wasserphase abgelassen.
3. Die nun braune Heptanphase wird auf drei Schnappdeckelgläschen verteilt (mit Schnappdeckel verschließen) und auf einen roten, gelben und blauen LED-Strahler gestellt.
4. Man wartet ab, bis eine Entfärbung in einem der Gefäße eintritt, dort wird der Deckel geöffnet und die Gasphase mit einem feuchten Universalindikatorpapier getestet.

Versuchsaufbau



Bromierung von Heptan

Beobachtung

Das Brom-Heptan-Gemenge wird nur auf dem blauen LED-Strahler komplett entfärbt. Beim Öffnen des Schnappdeckelgläschens sieht man einen dichten Nebel, das Universalindikatorpapier wird rot gefärbt.

Erklärung

Das blaue Licht ist am energiereichsten. Damit eine Bromierung von Alkanen nach dem Mechanismus der Radikalischen Substitution ablaufen kann, muss zuerst das Brommolekül homolytisch gespalten werden. Dies erfolgt nur durch die energiereichen blauen Lichtquanten.

Die Bromierung wird über das Entfärben der Bromlösung belegt, nicht über das bromierte Produkt nachgewiesen. Als Bromierungsprodukt entsteht ein undefinierbares Gemenge aus ein- und mehrfachsubstituierten Heptanderivaten.

Bei der Substitution wird ein Wasserstoffatom durch ein Bromatom ersetzt. Der Wasserstoff wird als Bromwasserstoff freigesetzt, dieser wird über das Indikatorpapier nachgewiesen.

Entsorgung

Die bromierte Heptanlösung wird im Organischen Lösungsmittelabfall entsorgt.

Bezugsquellen

Regenbogen-LED-Strahler: E27 5W RGB LED 16 Farben IR-Fernbedienung, diverse Anbieter im Internet

Lichtleiste Megaman: z.B. <http://stores.ebay.de/gluehbirne-de-shop>

Notwendig sind ein Anfangsbauteil (Trafo), E 27 Baustein (3 x) und ein Endbauteil.

Bromid-Bromat-Lösung: www.winlab.de

Literatur

Der Versuch wurde von Martin Ratermann, Liebfrauenschule Vechta, auf der MNU-Regionaltagung in Bremerhaven 2014 in seinem Vortrag *Von rosa Lachsen und bunten CDs – Projektideen für Chemieunterricht, AG und Seminarfach* vorgeführt.

Knallgasrakete - Microscalevariante

Wasser wird in einer größeren Plastikpipette elektrolysiert, das entstehende Knallgas wird im Kopf einer kleineren Pipette aufgefangen. Zum Zünden wird der Pipettenkopf auf eine aufgebogene Büroklammer gesteckt und mit einem Funkenüberschlag gezündet.

Hintergrund

Dieser Versuch greift die Knallgasrakete auf, und macht Sie als Schülerübung zugänglich. Die gefahrlose, aber effektive Zündung durch eine Handteslaspule macht dieses Experiment äußerst attraktiv.

Gefahren



Signalwort: - - -

Bei dem Versuch entstehen Wasserstoff und Sauerstoff in so kleinen Mengen, dass keine Gefahr davon ausgeht.



Schutzbrille tragen. Die Mengenangaben einhalten. Die Handteslaspule nicht auf Menschen richten. Vorsicht Hochspannung. Nicht mit der Rakete auf Menschen zielen.

Die Handteslaspule ist nicht für den Dauerbetrieb gedacht. Nach 10 Minuten in Betrieb muss die Spule 10 Minuten ausgeschaltet bleiben.

Chemikalien

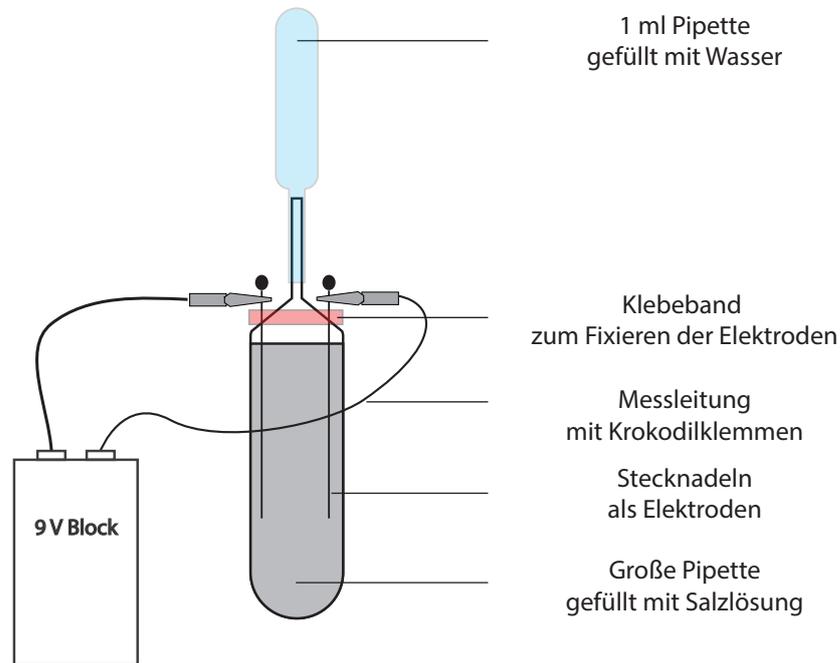
- Natriumsulfat- Lsg, gesättigt, nach GHS kein Gefahrenstoff

Materialien

- Pipette, groß, Bezugsquelle Roth 303.1
- Pipette, 1 ml
- Schere
- Große Stecknadeln als Elektroden
- Gewebeklebeband von Tesa zum Fixieren der Elektroden
- 9 V-Block als Stromversorgung mit Messleitungen, klein, 2 Stück
- Große Büroklammer als Abschussrampe
- Handteslaspule (Bezugsquelle Lit. 1), 220 V Netzspannung (möglichst keine Spule mit 120 V)
- 250 ml Becherglas als Ständer
- Erlenmeyerkolben zum Herstellen der Lösung

Knallgasrakete - Microscalevariante

Versuchsaufbau 1 - Elektrolyse



Durchführung 1- Elektrolyse (nach Lit. 2)

Der Versuchsaufbau wird jedesmal neu zusammgebaut und kann nach dem Versuch entsorgt werden.

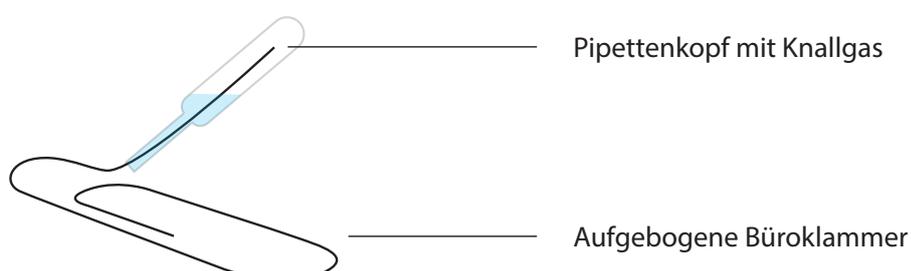
Zusammenbau der Apparatur

1. Pipetten wie auf der Abbildung mit der Schere kürzen.
2. Große Pipette mit gesättigter Natriumsulfat- Lsg. füllen.
3. Elektroden durchstechen, mit Klebeband fixieren, darauf achten, dass Krokodilklemmen noch angebracht werden können.
4. Kleinen Pipettenkopf mit Wasser füllen, über die große Pipette stülpen.
5. Die Anordnung in ein Becherglas stellen.

Elektrolyse

1. Die Pole der 9 V Batterie mit den Elektroden verbinden.
2. Wenn es schneller gehen soll, kann man zwei Batterien in Reihe schalten.
3. Solange elektrolysieren, bis das Wasser im Kopf der Pipette noch 5 mm hoch steht.

Versuchsaufbau 2 - Abschuss der Rakete



Knallgasrakete - Microscalevariante

Durchführung 2 - Abschuss der Knallgasrakete (nach Lit. 2)

1. Vorsichtig den kleinen Pipettenkopf von der großen Pipette nehmen, Öffnung nach unten halten.
2. Vorsichtig auf die aufgebogene Büroklammer stecken.
3. Die Büroklammer so ausrichten, dass sich niemand in der Schussbahn befindet.
4. Mit der Handteslaspule auf den gasgefüllten Teil der Pipette zielen, Funkenüberschlag auslösen.
5. Die Rakete muss sofort zünden.

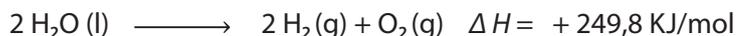
Beobachtung

Durch die Elektrolyse entstehen Gase an beiden Elektroden, die nach oben in den kleinen Pipettenkopf steigen, und dort das Wasser verdrängen. Dadurch tropft Wasser aus der oberen Pipette.

Es gibt einen Funken von der Handteslaspule bis zum Metalldraht der Büroklammer durch die Pipettenwand hindurch. Die Rakete zündet mit dumpfen Knall. Die Rakete fliegt je nach Steigung der Startrampe steil nach oben bis an die Decke oder im flachen Bogen viele Meter weit.

Erklärung

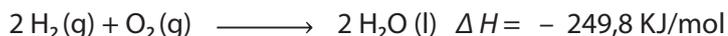
Wasser wird durch elektrischen Strom in einer stark endothermen Reaktion in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt:



Um die Leitfähigkeit zu erhöhen, wird eine Natriumsulfatlösung elektrolysiert.

Die Gase steigen nach oben und verdrängen das Wasser aus dem aufgesteckten Pipettenkopf. Daher tropft das Wasser aus der Pipette heraus.

Wasserstoff und Sauerstoff liegen in der Pipette nebeneinander vor, ohne miteinander zu reagieren, sie sind metastabil. Im stöchiometrischen Verhältnis 2 : 1 bezeichnet man die Mischung als Knallgas. Erst durch einen Zündfunken reagiert die Mischung unter Explosion in einer exothermen Reaktion zu Wasser.



Da das entstehende Wasser durch die starke Wärmeentwicklung sich stark ausdehnt, wird das restliche Wasser aus dem Pipettenkopf gepresst. Nach dem physikalischen Grundsatz *Actio = Reactio* erfährt der Pipettenkopf eine Gegenkraft, die ihn in die Gegenrichtung des ausströmenden Wassers wegschießt.

Ohne flüssiges Restwasser im Kopf kommt es nur zu einem Knall, ohne dass der Pipettenkopf weggeschossen wird.

Der Knall ist durch die Pipette und das Restwasser schallgedämmt, und damit viel leiser als im Vergleich zu Knallgas im Seifenschaum.

Entsorgung

Die Salzlösung kann im Abfluss, die Pipette im Restmüll entsorgt werden. Die Stahlnadeln können wiederverwendet werden, ebenso kann man die Batterie mehrmals nutzen.

Knallgasrakete - Microscalevariante

Hinweise zur Handteslaspule BD-10AS von ETP

Die Spule kann direkt in der USA bestellt werden.

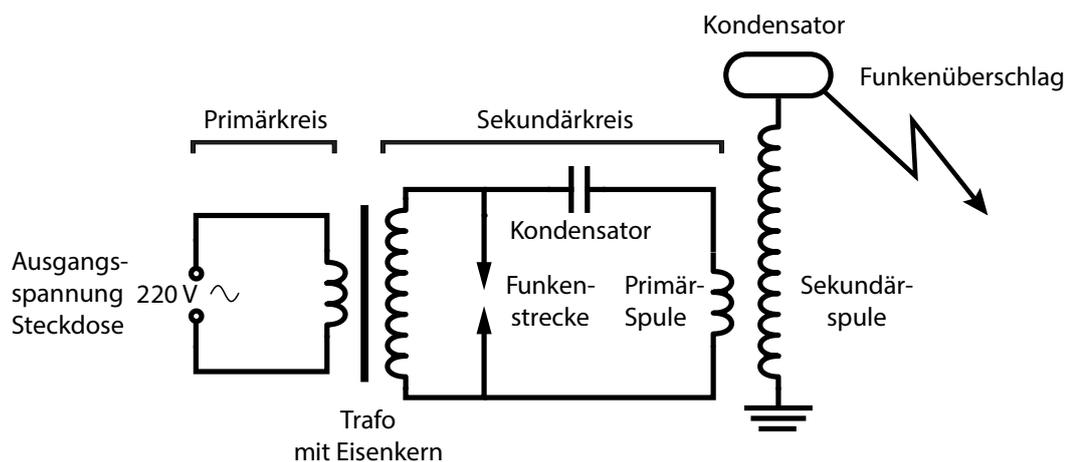


Technische Daten

Die Teslaspule arbeitet mit 220 V bzw. 120 V und 50 Hz bzw. 60 Hz. Sie transformiert die Spannung aus der Steckdose auf etwa 20 000 bis 45 000 V. Die Frequenz beträgt dann etwa 500 kHz, die Strömstärke des Funkenüberschlags liegt etwa bei 1 mA.

Funktionsweise der Spule (nach Lit. 3)

Den Aufbau einer Teslaspule zeigt das folgende Schaubild (verändert nach Lit. 4)



Im Trafo wird die Netzspannung auf 1,2 kV hochtransformiert und der Kondensator im Sekundärkreis aufgeladen. Ist dieser genügend aufgeladen, springt ein Funke in der Funkenstrecke über. Diese ist wie ein Schalter, der den Strom an- und ausschaltet. Ist der „Schalter“ geschlossen, fließt Strom durch die Primärspule.

Dadurch entsteht ein Magnetfeld, welches wieder zusammenbricht, wenn der Kondensator entladen ist und kein Funkenüberschlag mehr stattfindet. Danach lädt sich der Kondensator wieder auf und der Zyklus aus Bildung und Zusammenbruch des Magnetfelds findet immer wieder und wieder statt.

Jedesmal, wenn sich ein Magnetfeld ausbildet, wird dadurch in der Sekundärspule eine hochfrequente Spannung induziert (500 kHz). Die Spannung liegt aufgrund der hohen Windungszahl der Sekundärspule zwischen 20 000 bis 50 000 V (vereinfacht dargestellt).

Wiederum wird ein Kondensator aufgeladen, der sich bei entsprechender Aufladung in die Umgebung als sichtbarer Funkenüberschlag entlädt.

Literatur

- (1) <http://www.electrotechnicproducts.com/bd-10as-high-frequency-generator/>
- (2) Flinn Scientific: Simple Elektrolysis (auf Youtube abrufbar, Film ab 10:00 min Knallgasrakete)
- (3) <http://mindtrekkers.mtu.edu/docs/Lessons%202012/Mini%20Tesla%20Coil.pdf>
- (4) http://de.wikipedia.org/wiki/Tesla-Transformator#mediaviewer/File:Tesla_coil_3.svg

Knallgas-Rakete - Outdoorversion

Eine PET-Flasche wird mit einem Knallgasgemisch gefüllt, In der Flasche befindet sich noch eine Restmenge an Wasser. Das Knallgasgemisch wird mit einem Brückenzünder ferngezündet. Die Flasche fliegt etwa 30 m hoch.

Hintergrund

Die Funktionsweise der Raketen beruht auf Rückstoß, in diesem Versuch wird der Rückstoß durch eine chemische Reaktion erzeugt. Aus der Physik ist ein ähnlicher Versuch bekannt, hier wird mit einer Luftpumpe die Luft komprimiert und durch plötzliche Entspannung der Rückstoß erzeugt.

Gefahren



Schutzbrille tragen. Wasserstoff ist hochentzündlich, an gut belüfteten Orten arbeiten. Offenes Feuer vermeiden. Sauerstoff ist brandfördernd. Die PET - Flasche nur senkrecht in den Himmel schließen, sonst besteht Verletzungsgefahr, da die Rakete mit enormen Druck abhebt. Brückenzünder erst verkabeln, wenn die Flasche, senkrecht nach oben, in der Abschusrampe steht. Nur im Freien zünden.

Materialien

- PET-Flasche, 1 Liter
- Passender Gummistopfen, durchbohrt
- Abschusrampe mit Flaschenhalterung
- Brückenzünder
- Netzgerät
- Krokodilklemmen, 2 Stück
- Verbindungskabel

Chemikalien

- Wasserstoff aus der Stahlflasche, F+
- Sauerstoff aus der Stahlflasche, O
- Wasser

Vorbereitende Arbeiten

Die Abschusrampe kann aus einzelnen Stativteilen, wie Stangen, Muffen und Klemmen zusammengebaut oder als dauerhafte Konstruktion von einem Schweißer angefertigt werden.

Ein Gummistopfen muss so durchbohrt werden, dass möglichst wenig Wasser herausfließt, aber die Drähte des Brückenzünders durchpassen.

Knallgas-Rakete - Outdoorversion

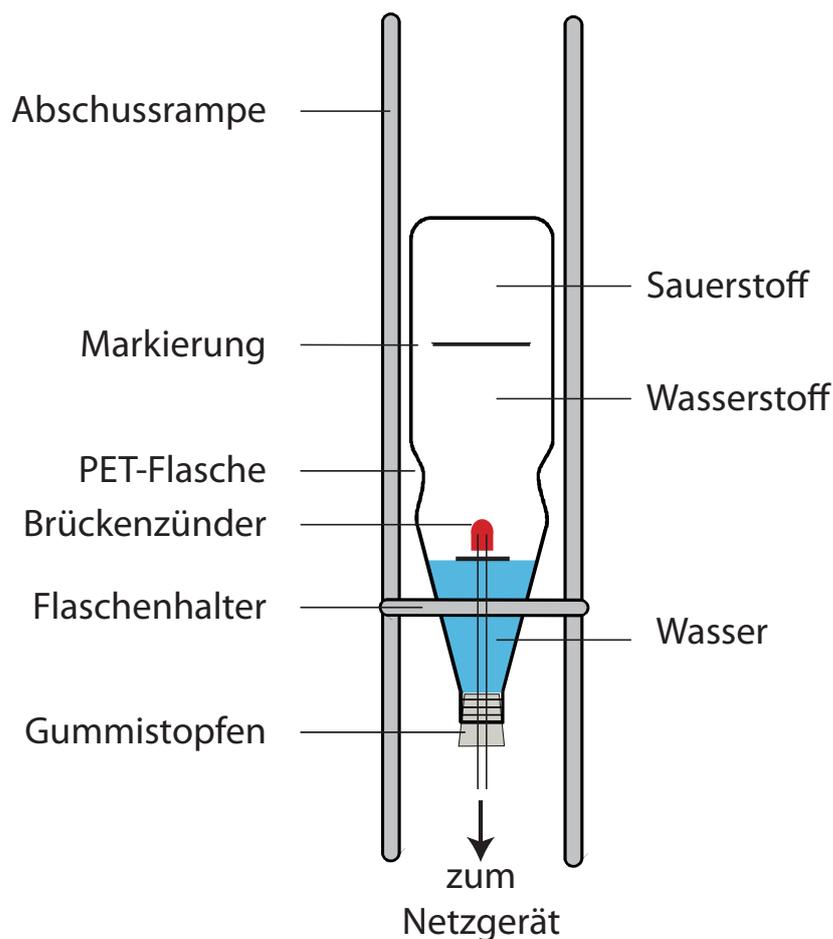
Damit die Flasche immer wieder exakt befüllt werden kann, wird zunächst die Flasche mit zwei Markierungen versehen, indem man zunächst 266 ml, und dann noch einmal 534 ml Wasser einfüllt. Die Markierungen werden mit einem wasserfesten Stift angebracht. Die Flasche enthält dann später etwa 800 ml Knallgas und 200 ml Wasser.

Versuchsdurchführung

Der Brückenzünder wird durch die Bohrung im Stopfen geführt und das Loch mit Knete abgedichtet.

Die Flasche wird in einem Waschbecken mit Wasser gefüllt und bis zur ersten Markierung mit Sauerstoff befüllt. Danach füllt man bis zur zweiten Markierung mit Wasserstoff. Unter Wasser wird der Stopfen mit dem Zünder in die Flaschenöffnung nicht zu fest hineingesteckt.

Die Rakete wird im Freien in die Abschussrampe eingesetzt und der Brückenzünder mit dem Netzgerät verbunden. Die Rakete ist jetzt startklar.



Das Zünden der Rakete darf erst erfolgen, wenn alle Schüler einen angemessenen Sicherheitsabstand eingenommen haben. Nur im Freien zünden.

Knallgas-Rakete - Outdoorversion

Brückenzünder

Ein Brückenzünder ist wie ein Streichholzkopf mit zwei Anschlussdrähten. Im Kopf des Brückenzünders ist ein Glühdraht eingebettet, der beim Anlegen einer geringen Spannung das Gasgemisch mit einem kleinen Blitz und Knall zur Reaktion bringt.



Die Drahtenden müssen abisoliert werden um den Brückenzünder mit Krokodilklemmen an den Messleitungen zu befestigen. Es kann Gleich- oder Wechselspannung verwendet werden, 3 bis 5 Volt reichen aus.

Brückenzünder können bei www.pyroflash.de bezogen werden. Ein Zünder kostet etwa 1 Euro.

Auswertung

Knallgas ist ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff im stöchiometrischen Verhältnis von zwei zu eins Volumenteilen. Wasserstoff und Sauerstoff reagieren nach Aktivierung durch den Brückenzünder in einer stark exothermen Reaktion unter Bildung von Wasser. Die Flasche ist nach der Reaktion deutlich warm.



Durch die große Wärmefreisetzung kommt es zu einer starken Expansion des entstehenden Wasserdampfes. Dabei wird der Stopfen und das Wasser aus der Flasche getrieben, die Flasche steigt steil in den Himmel auf.

Einsatz im Unterricht

Die Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff kann auf unterschiedliche Weise durchgeführt werden. Die Reaktionsenergie kann in Form von Wärme, elektrischer Energie oder Druck (mechanische Energie) freigesetzt werden. Die mechanische Energie, in Form von Rückstoß, ermöglicht es, eine Rakete in den Himmel zu schießen. Kontrolliert wird diese Reaktion im Space-Shuttle genutzt, dort wird ein Tank mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff verwendet, möglicherweise wird der Wasserstoffverbrennungsmotor der Antrieb der Zukunft, auch für Autos.

Literatur

Jongwook Park, Byunghoon Chung, and Jongseok Park: Demonstration of an Outdoor Hydrogen/Oxygen Explosion: Launching a Water Rocket Ignited by an Electric Bulb. *The Chemical Educator*, Volume 8 Issue 5 (2003) pp 307-308.

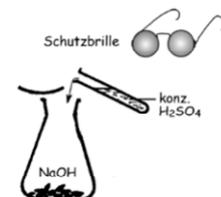
Neutralisation nach Haupt

1. Versuchsbeschreibung

Gib in einen großen Kolben (500 mL, Weithals oder Erlenmeyer) 1-2 Löffel festes Natriumhydroxid.

- Lege ein Uhrglas obenauf.
- Fülle ein Reagenzglas etwa 3/4 voll mit konzentrierter Schwefelsäure.
- Kontrolliere ob alle Anwesenden Schutzbrillen tragen!! Selbst Gummihandschuhe anziehen.
- Gib in einem Guss die Schwefelsäure in den Kolben.
- Vorsicht, der Kolben wird dabei kochend heiß! Beobachtung?
- Erst nach dem Abkühlen entsorgen.

Versuchsabbildung



2. Entsorgung

Hausmüll

3. Substitution

Durch die Neutralisation tritt nach Außen nur Wasserdampf aus.

Durch den entsprechend groß dimensionierten Weithalskolben und der geringen Stoffmenge kommt es zu keinem Spritzen.

Versuchskategorie

Säure-Base

4. Schüler-Lehrerversuch

Lehrerversuch möglich

5. Gefahrenabschätzung

Gefahren	ja	nein	Sonstige Gefahren und Hinweise
durch Einatmen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Heißes Gefäß Gefäß kann springen, wenn es vorher Schäden hat.
durch Hautkontakt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Brandgefahr	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gefahr durch Verfahren <input type="text"/>

6. Schutzmaßnahmen

TRGS 500							weitere Maßnahmen
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schutzscheibe verwenden. Auch den Schülern Schutzbrillen aufziehen. Nach der Reaktion Reaktionsprodukte mit Wasser verdünnen und in den Abguss spülen.

7. Einstufung der verwendeten Stoffe (Edukte, Produkte und sonstige Stoffe)

Bezeichnung	Piktogramme	H-/EUH-Sätze	P-Sätze	Flammpunkt / Sdt Entsorgung
vereinfachte Kennzeichnung für Laboratorien (DGUV)		Freisetzung	Gefahrenklassen	
1 Natriumhydroxid wasserfrei		H314 H290 GEFAHR	P280 P301 + P330 + P331 P305 + P351 + P338	1390 Gefäß Nr.8: Säuren und Laugen
	<input checked="" type="checkbox"/> Bei Augenkontakt <input type="checkbox"/> Bei Einatmen <input checked="" type="checkbox"/> Bei Hautkontakt <input type="checkbox"/> Bei Verschlucken	Feststoff bei 200 °C	Phys.-chem. Mittel Akut. Gesund. Mittel	Chron. Gesund. Vernachlässigbar Umwelt Vernachlässigbar
2 Schwefelsäure Schwefelsäure 95 - 98%		H314 H290 GEFAHR	P280 P301 + P330 + P331 P309 + P311 P305 + P351 + P338	330 Gefäß Nr.8: Säuren und Laugen
	<input checked="" type="checkbox"/> Bei Augenkontakt <input type="checkbox"/> Bei Einatmen <input checked="" type="checkbox"/> Bei Hautkontakt <input type="checkbox"/> Bei Verschlucken	Hoch bei 200 °C	Phys.-chem. Mittel Akut. Gesund. Mittel	Chron. Gesund. Vernachlässigbar Umwelt Vernachlässigbar

