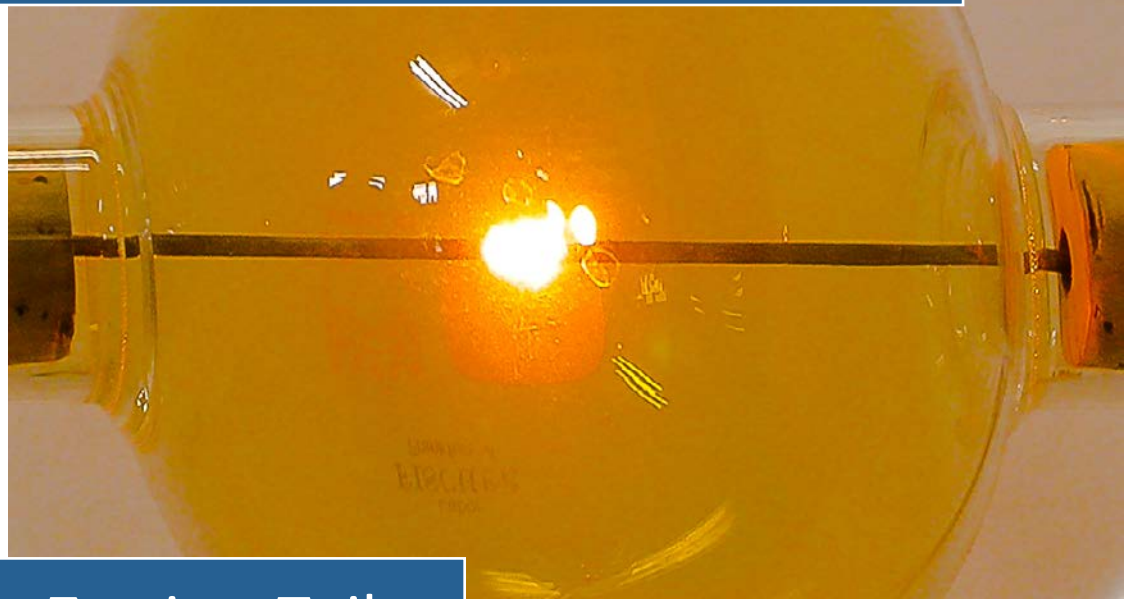


Didaktik der Chemie 2



Zweiter Teil

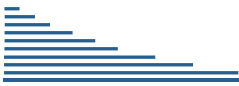


Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Sicherheitsweise	3
Gesetzmäßigkeiten der Chemie – Thermodynamik, Kinetik, Elektrochemie.....	4
Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration	4
Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur.....	4
Modellexperiment zur Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit durch einen Katalysator („positive Katalyse“)	5
Reaktion von Metallen mit Säuren; Feststellen der Temperaturveränderung.....	5
Elektrolyse von Kupferchlorid	6
Wasserelektrolyse	7
Zink-Luft-Element.....	8
Elektrochemie - "Der Fruchtemotor"	9
Messwerterfassung mit Cobra 4	10
Schmelz- und Kristallisationswärme von Natriumthiosulfat	10
Modellexperiment zum Treibhauseffekt.....	11
Reaktion von Kohlendioxid mit Calciumhydroxidlösung.....	12
Chemische Reaktion – Chemisches Gleichgewicht	13
Modellexperiment zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts (Heberexperiment) .	13
Untersuchungen zur Hydrolyse von Ethylacetat	15
Umkehrbare Reaktion - Bildung und Zerfall von Kohlensäure	16
Wissenswertes zu Kolbenproben	16
Druckabhängigkeit des chemischen Gleichgewichts	17
Alkane, Alkene, Alkine, Alkanole	18
Substitution von Wasserstoff durch Brom an Heptan.....	18
Darstellen von Ethen	19
Darstellen von Ethin	20
Wassernachweis im Ethanol	21
Unterscheiden von Methanol und Ethanol.....	21
Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole.....	22
Alkanole, Alkanale, Alkansäuren	23
Reaktion von Glycerin mit Kaliumpermanganat	23
Reduzierende Wirkung von Ethanol und Glycerin	23
Alkoholatbildung.....	24
Eigenschaften von Eisessig.....	25
Vergleich der Oxidierbarkeit von Essigsäure und Ameisensäure.....	26



Alkansäuren und ihre Reaktionen.....	27
Reaktion von Ameisensäure mit Metallen.....	27
Entfernen von Rostflecken	27
Aromatische und ringförmige Verbindungen	29
Phenol wirkt als Säure.....	29
Darstellung von Phenolphthalein	30
Darstellung von Fluorescein	31
Quellenverzeichnis	32



Allgemeine Sicherheitsweise

Die Versuche aus diesem Skript sollten nur von geschultem Personal durchgeführt werden. Der ordnungsgemäße Umgang mit Geräten und Chemikalien ist immer zu beachten. Die in dem Skript angegebenen Gefahrstoffklassen der Chemikalien sind dem MERCK-Chemikalienkatalog und der Gefahrstoffliste der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV-SR 2004) entnommen. Die Gefahrstoffklassen der Lösungen sind nicht immer genau definiert. Im Zweifelsfall ist die Gefahrstoffklasse des gelösten Stoffes angegeben.

Das Tragen von Schutzkleidung (Schutzbrille und Schutzkittel) ist beim Experimentieren grundsätzlich erforderlich. Bei einigen Versuchsvorschriften wird auf zusätzliche Gefahren hingewiesen.

Gesetzmäßigkeiten der Chemie – Thermodynamik, Kinetik, Elektrochemie

Einige methodische und fachliche Bemerkungen:

Diese Versuche lassen sich mittels Overheadprojektion besonders gut demonstrieren.

Vergessen Sie nicht, zunächst eine Schutzfolie auf dem Projektor zu fixieren!

Nicht alle Glasgefäße sind zur Overheadprojektion geeignet. Bevorzugen Sie Glasgefäße mit total planem Boden (Petrischalen, Glasküvetten usw.), um störende Schatten auf dem Projektionsbild zu vermeiden.

Und: Nicht alle Experimente sind gleichermaßen gut zur Overheadprojektion geeignet!

Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration

Geräte: 3 Petrischalen-Hälften, Folienschreiber, Overheadprojektor, Schleifpapier, Schere, evtl. Stoppuhr

Chemikalien: Magnesiumband [F], Schwefelsäure unterschiedlicher Konzentration: 0,5 M, 1 M, 1,5 M [C]

Durchführung:

- Die Petrischalenhälften beschriften, auf den Projektor stellen und Schwefelsäure entsprechender Konzentration (0,5 M bzw. 1 M bzw. 1,5 M) einfüllen.
- Das Magnesiumband blank schmirgeln und in gleich große Stücke schneiden (etwa 2 x 2 mm).
- Gleichzeitig jeweils einen Magnesiumspan in die Säuren einbringen.
- Die Zeit bis zur vollständigen Auflösung des Magnesiums in den einzelnen Petrischalen ermitteln. Evtl. Stoppuhr benutzen. Erklären.

Entsorgung:

Schwefelsäurereste im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (1)

Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur

Geräte: 2 Petrischalen-Hälften, Folienschreiber, Overheadprojektor, Reagenzglas (16 mm), Reagenzglashalter, Thermometer, Brenner, Schere, Schleifpapier, evtl. Stoppuhr

Chemikalien: Magnesiumband [F], 1 M Schwefelsäure [C]

Durchführung:

- Die Petrischalenhälften beschriften und auf den Projektor stellen.
- In eine Petrischalenhälfte Schwefelsäure von Zimmertemperatur einfüllen.
- Eine Portion Schwefelsäure um 10-20 Grad erwärmen, Temperatur dokumentieren und in die andere Petrischalenhälfte einfüllen.
- Weiter verfahren, wie in Variante "Konzentrationsabhängigkeit" beschrieben.

Entsorgung:

Schwefelsäurereste im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (1)

Modellexperiment zur Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit durch einen Katalysator („positive Katalyse“)

Geräte: Porzellanschale, Tiegelzange

Chemikalien: Würfelzucker, Zigarrenasche (ersatzweise Zigarettenasche)

Durchführung:

- 1 Stück Würfelzucker in die Porzellanschale geben.
- Versuchen, den Würfelzucker zu entzünden.
- Den Zuckerwürfel erkalten lassen und anschließend intensiv mit Zigarrenasche einreiben.
- Erneut versuchen, den Zucker zu entzünden. Beobachten, beschreiben und modellhaft erklären.

Entsorgung:

Zuckerkohle in einem Gefäß sammeln und nach dem Abkühlen verwerfen.

Quelle: (1)

Reaktion von Metallen mit Säuren; Feststellen der Temperaturveränderung

Geräte: 3 Reagenzgläser (16 mm) im Reagenzglasständer, Thermometer, 3 Objektträger, 3 Pipetten, Brenner, evtl. Lupe

Chemikalien: verd. Salzsäure [C], verd. Schwefelsäure [C], verd. Essigsäure [C], Magnesiumspäne [F]

Durchführung:

- Je ein Reagenzglas mit Salzsäure, Schwefelsäure bzw. Essigsäure etwa 2 cm hoch füllen.
- Die Temperatur der Säuren ermitteln und dokumentieren.
- In jedes der Reagenzgläser 3 - 4 Magnesiumspäne geben. Die Temperaturänderung ermitteln und dokumentieren.
- Von den jeweiligen Salzlösungen eine Probe auf einem Objektträger eindampfen. Betrachten. Erklären.

Entsorgung:

Acetathaltige Lösung im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln. Die übrigen Lösungen im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (1)

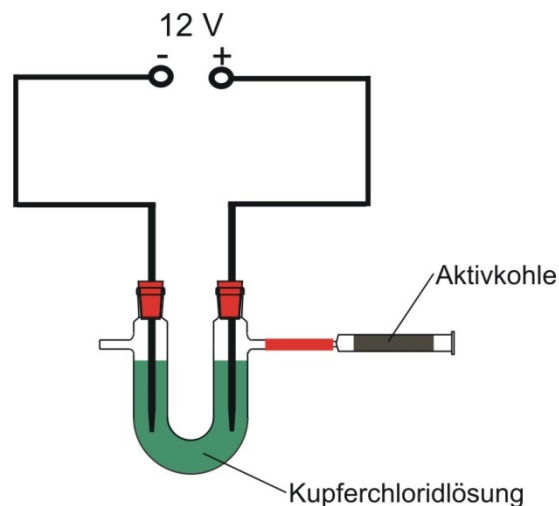
Elektrolyse von Kupferchlorid

Geräte: U-Rohr mit seitlichen Ansätzen und zwei passenden Lochstopfen, Trichter, 2 Graphitelektroden, Schlauchverbindungsstücke, Aktivkohlerohr (oder Luftballon), Stromleitungen, Krokodilklemmen, Labornetzgerät

Chemikalien: 0,5 M Kupferchloridlösung [T]

Durchführung:

- Das U-Rohr etwa zu einem Drittel mit Kupferchloridlösung füllen (die Lösung darf nach dem Einsetzen der Elektroden nicht überlaufen!).
- Graphitelektroden in Lochstopfen montieren und gasdicht in das U-Rohr einsetzen.
- Stromkreis aufbauen.
- Den seitlichen Ansatz des U-Rohres auf der Seite des Plus-Poles mit einem Aktivkohlerohr oder Luftballon verschließen.
- Eine Spannung von etwa 12 Volt anlegen und solange elektrolysieren, bis Beobachtungen an beiden Elektroden gemacht werden können. Beschreiben und erklären.



Hinweis:

Für den Einsatz im Chemieunterricht ist auch die Elektrolyse von Iodiden empfehlenswert, die in gleicher Weise durchführbar ist. Da das Iod in Schlieren von der Elektrode herunterrinnt, kann dabei auf die Aktivkohle-Adsorptionseinrichtung verzichtet werden.

Entsorgung:

Die Apparatur im Abzug öffnen, um kein giftiges Chlorgas in den Raum entweichen zu lassen. Lösung im Behälter für Schwermetallsalzlösungen sammeln. Elektroden mit Schleifpapier reinigen.

Quelle: (2)

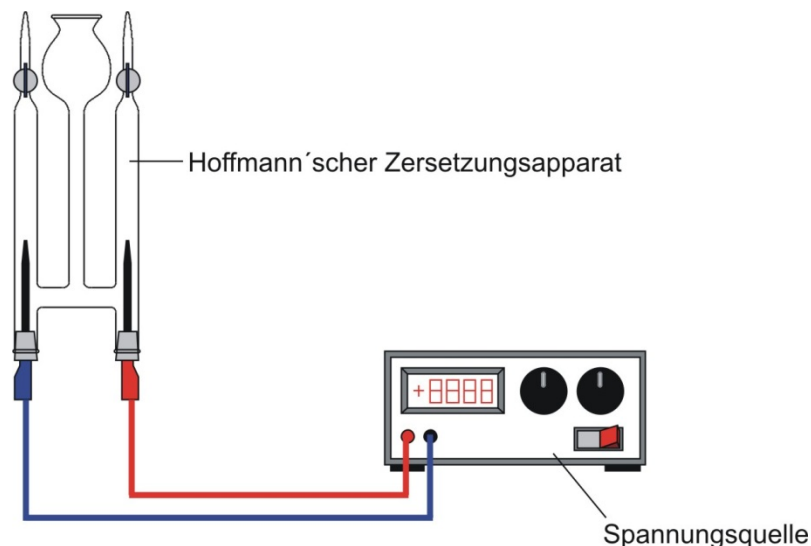
Wasserelektrolyse

Geräte: Wasserzersetzungsapparat nach HOFFMANN (oder Küvette K 4 nach KUHNERT/LEGALL/KOMETZ), Stromkabel, Spannungsquelle, evtl. Krokodilklemmen, 2 Reagenzgläser (16 mm), Holzspan, Zündflamme

Chemikalien: 0,5M Schwefelsäure [C]

Durchführung:

- Schwefelsäure in den Wasserzersetzungsapparat geben.
- Etwa 1 min mit einer Spannung von 6 Volt elektrolysieren, damit sich eine gasgesättigte Lösung in den beiden Schenkeln bildet.
- Gasportionen vollständig ablassen.
- Erneut elektrolysieren, bis sich etwa 5 ml Sauerstoff gebildet hat.
- Gasportionen in den beiden Schenkeln vergleichend betrachten.
- Gasportionen aus den beiden Schenkeln in Reagenzgläser abfüllen und mit der entsprechenden Demonstrationsmethode (Knallgasprobe, Glimmspanprobe) demonstrieren.



Hinweis:

In reinem Wasser liegen nur sehr wenige Ionen vor. Eine Elektrolyse von reinem Wasser wäre daher sehr langwierig. Aus diesem Grund elektrolysiert man hier eine verdünnte Schwefelsäure, um die Leitungseigenschaften und damit auch die Reaktionsgeschwindigkeit zu erhöhen.

Um in den beiden Schenkeln des Wasserzersetzungsapparates ein Volumenverhältnis der beiden Gase von 2 : 1 zu bekommen, müssen die entstandenen Gase zu Beginn mehrmals abgelassen werden. Sauerstoff löst sich in größeren Mengen in Wasser, als Wasserstoff. Die Flüssigkeit in den Schenkeln muss sich zunächst erst mit Gas sättigen.

Entsorgung:

Schwefelsäure für spätere Versuche aufbewahren.

Quelle: (2)

Zink-Luft-Element

Geräte: Kohleelektrode (hydrophobiert), Zinkelektrode, Abstandshalter für Elektroden, Becherglas (100 ml), Stromkabel, Krokodilklemmen, Spannungsmessgerät (2V), evtl. 1 Kleinmotor

Vorbereitende Arbeiten:

Kohleelektrode hydrophobieren:

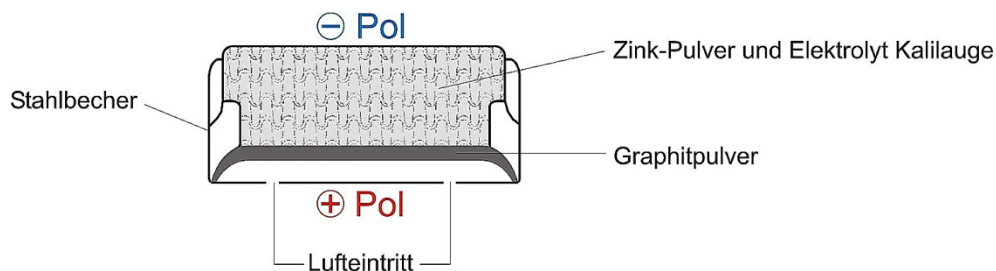
Dazu in einem Reagenzglas 10 Teile Toluol mit 1 Teil Paraffinöl mischen, die Kohleelektrode eintauchen und trocknen lassen. Den Vorgang 2-3 Mal wiederholen. (Die hydrophobierte Elektrode lässt sich mehrmals benutzen.)

Chemikalien: Kaliumhydroxidlösung (5M) [C]

Durchführung:

- Das Becherglas mit etwa 40 ml Kaliumhydroxidlösung (5M) füllen.
- Die Elektroden mit dem Messgerät verbinden und in die Kalilauge eintauchen.
- Spannung messen und dokumentieren.
- Messgerät gegen Kleinmotor austauschen.

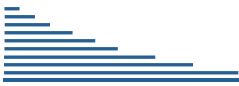
Beispiel für eine Zink-Luft-Batterie (Knopfzelle):



Entsorgung:

Kalilauge für spätere Versuche aufbewahren. Elektroden mit viel Wasser spülen und abtrocknen.

Quelle: (3) (4)



Elektrochemie - "Der Fruchtemotor"

Geräte: Kupferblech, Zinkblech, 2 Krokodilklemmen, Stromkabel, Spannungsmessgerät (Multimeter), Messer, evtl. Kleinmotor

Chemikalien: saftige Früchte: Apfel, Zitrone, Zwiebel, Kartoffel usw.

Durchführung:

- Ein Kupferblech und ein Zinkblech in einem Abstand von 1 cm nebeneinander in die zu testende Frucht stecken.
- Die beiden Elektroden an ein Spannungsmessgerät anschließen. Die anliegende Spannung messen und dokumentieren.

- Bei ausreichend großer Spannung kann das Spannungsmessgerät durch einen Kleinmotor ausgetauscht werden.
Um eine ausreichend große Spannung zu erreichen, lassen sich auch mehrere Elektroden hintereinander in Reihe schalten.

Entsorgung:

Reste verwerfen.

Messwerterfassung mit Cobra 4

Schmelz- und Kristallisationswärme von Natriumthiosulfat

Geräte: 2 Reagenzgläser (16 x 125 mm), 2 Bechergläser (400 ml), Stativmaterial, Dreifuß mit Keramikdrahtnetz, Gasbrenner, Pinzette, Spatellöffel, Korkunterlagen, 2 Temperatur-Einsteckfühler, Cobra 4 Mobile Link, Cobra 4 Sensor Unit Chemistry oder Cobra 4 Sensor Unit 2x Temperatur

Chemikalien: Natriumthiosulfat, Wasser

Cobra 4:

- Sensor Unit Chemistry (oder Sensor Unit 2x Temperatur) mit dem Mobile Link verbinden.
- Mobile Link anschalten.
- Im Menü Datenlogger folgende Einstellungen festlegen:
Messreihe: Messung alle 02 s
Einzelreihe: deaktivieren (preset)
X-Achse: X-Datensatz = Zeit (preset)

Durchführung:

- Ein Reagenzglas etwa 4 cm hoch mit Natriumthiosulfat und das zweite Reagenzglas etwa 4 cm hoch mit Wasser füllen (die Füllhöhe sollte in beiden Reagenzgläsern gleich hoch sein).
- Die beiden Reagenzgläser auf gleicher Höhe an einem Stativ fixieren.
- Die Temperaturfühler so fixieren, dass sie in das Natriumthiosulfat bzw. in das Wasser eintauchen.
- Sensor Unit mit Mobile Link verbinden.
- Die Temperaturfühler an die Sensor Unit anschließen. (T1: Natriumthiosulfat; T2: Wasser)
- In einem Becherglas etwa 300 ml Wasser zum Sieden erhitzen.
- In dem anderen Becherglas 300 ml Wasser mit Raumtemperatur bereitstellen.
- Mobile Link anschalten und die Messung starten.
- Beide Reagenzgläser in das heiße Wasser eintauchen und beobachten.
- Wenn sich die Temperaturen (T1 und T2) annähern (etwa bei 80 - 85 °C), das Becherglas mit dem heißen Wasser entfernen und durch das Becherglas mit dem kalten Wasser ersetzen.
- Bei einer Temperatur (T1: Natriumthiosulfat) von etwa 30 °C, in das Reagenzglas einen Impfkristall geben.
- Die Messung stoppen, wenn sich die Temperaturen der Raumtemperatur nähern.

Entsorgung:

Natriumthiosulfat in Wasser lösen und im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (5) (6)

Modellexperiment zum Treibhauseffekt

Geräte: 2 Bechergläser (400 ml hohe Form), 2 Messingscheiben (60 mm Durchmesser), Korkunterlagen oder Hebebühne, Lampe mit 100 Watt Birne, 2 Temperatureinstechfühler, Stativmaterial, Cobra 4 Mobile Link, Cobra 4 Sensor Unit 2x Temperature (oder Sensor Unit Chemistry)

Cobra 4:

- Sensor Unit Chemistry (oder Sensor Unit 2x Temperatur) mit dem Mobile Link verbinden.
- Mobile Link anschalten.
- Im Menü Datenlogger folgende Einstellungen festlegen:
 Messreihe: Messung alle 500 ms
 Einzelreihe: deaktivieren (preset)
 X-Achse: X-Datensatz = Zeit (preset)

Chemikalien: Kohlenstoffdioxid

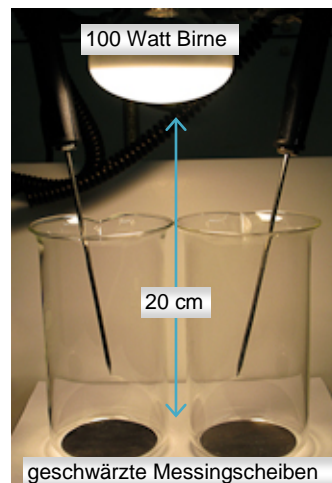
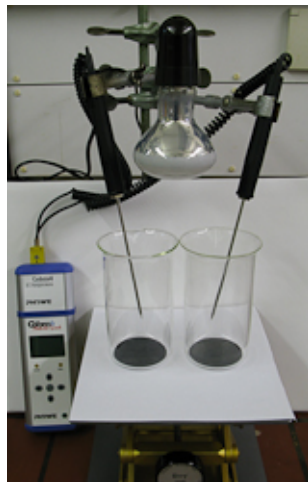
Evtl. für Vorbereitung: Kaliumperoxodisulfat [O, Xn],
 Natriumhydroxidlösung (10 %) [C]

Vorbereitung zu dem Experiment:

Für das Experiment werden zwei geschwärzte Messingscheiben benötigt. Die Messingscheiben sollten einen Durchmesser von 60 mm und eine Dicke von 1 bis 2 mm haben. Zum Schwärzen legt man die Scheiben zwei Stunden in 250 ml einer 10 %igen Natriumhydroxidlösung, die etwa 2,5 g Kaliumperoxodisulfat ($K_2S_2O_8$) enthält.

Durchführung:

- In die beiden Bechergläser jeweils eine geschwärzte Messingscheibe auf den Boden legen.
- An einem Stativ die Temperatureinstechfühler und die Lampe gemäß der Abbildung fixieren.
- Die Bechergläser mit Hilfe der Korkunterlagen unter die Lampe stellen. Der Abstand der Lampe zum Boden der Bechergläser sollte 20 cm sein. Die Spitzen der Temperatureinstechfühler sollten einen Abstand von etwa 4 cm zum Becherglasboden haben.



- Mobile Link und Sensor Unit 2x Temperature verbinden und die Temperatureinstechfühler an den Sensor Unit anschließen.
- Eins der Bechergläser mit Kohlendioxid füllen.
- Messung starten.



- Lampe einschalten.
- Die Messung stoppen, wenn die Temperatur nicht mehr merklich ansteigt (etwa nach 4 Minuten) oder die Temperaturdifferenz zwischen beiden Messpunkten wieder kleiner wird.

Entsorgung: Entfällt.

Quelle: (7)

Reaktion von Kohlendioxid mit Calciumhydroxidlösung

Geräte: Becherglas (250 ml, hohe Form), Gaseinleitungsrohr, Stativmaterial, Cobra 4 Mobile Link, Sensor Unit Conductivity

Chemikalien: Calciumhydroxidlösung (ges.) [Xi], Kohlendioxid

Cobra 4:

- Sensor Unit Conductivity mit dem Mobile Link verbinden.
- Mobile Link anschalten.
- Im Menü Datenlogger folgende Einstellungen festlegen:
Messreihe: Messung alle 02 s
Einzelreihe: deaktivieren (preset)
X-Achse: X-Datensatz = Zeit (preset)

Durchführung:

- Etwa 100 ml Calciumhydroxidlösung in das Becherglas geben.
- Das Gaseinleitungsrohr an den Druckminderer anschließen.
- Mobile Link für die Messung konfigurieren.
- Gaseinleitungsrohr und Leitfähigkeitsprüfer so fixieren, dass sie in die Lösung eintauchen.
- Messung starten.
- Einleitung von Kohlendioxid starten. (Den Gasstrom so einregulieren, dass die aus dem Gaseinleitungsrohr entweichenden Gasblasen gerade noch sichtbar, aber nicht mehr zählbar sind.)
- Beobachten.
- Wenn wieder eine klare Lösung entstanden ist und die Leitfähigkeit konstant bleibt, die Messung stoppen.
- Gaseinleitungsrohr aus der Lösung entfernen und die Gaszufuhr abstellen.

Entsorgung:

Lösung im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (8)

Chemische Reaktion – Chemisches Gleichgewicht

Modellexperiment zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts (Heberexperiment)

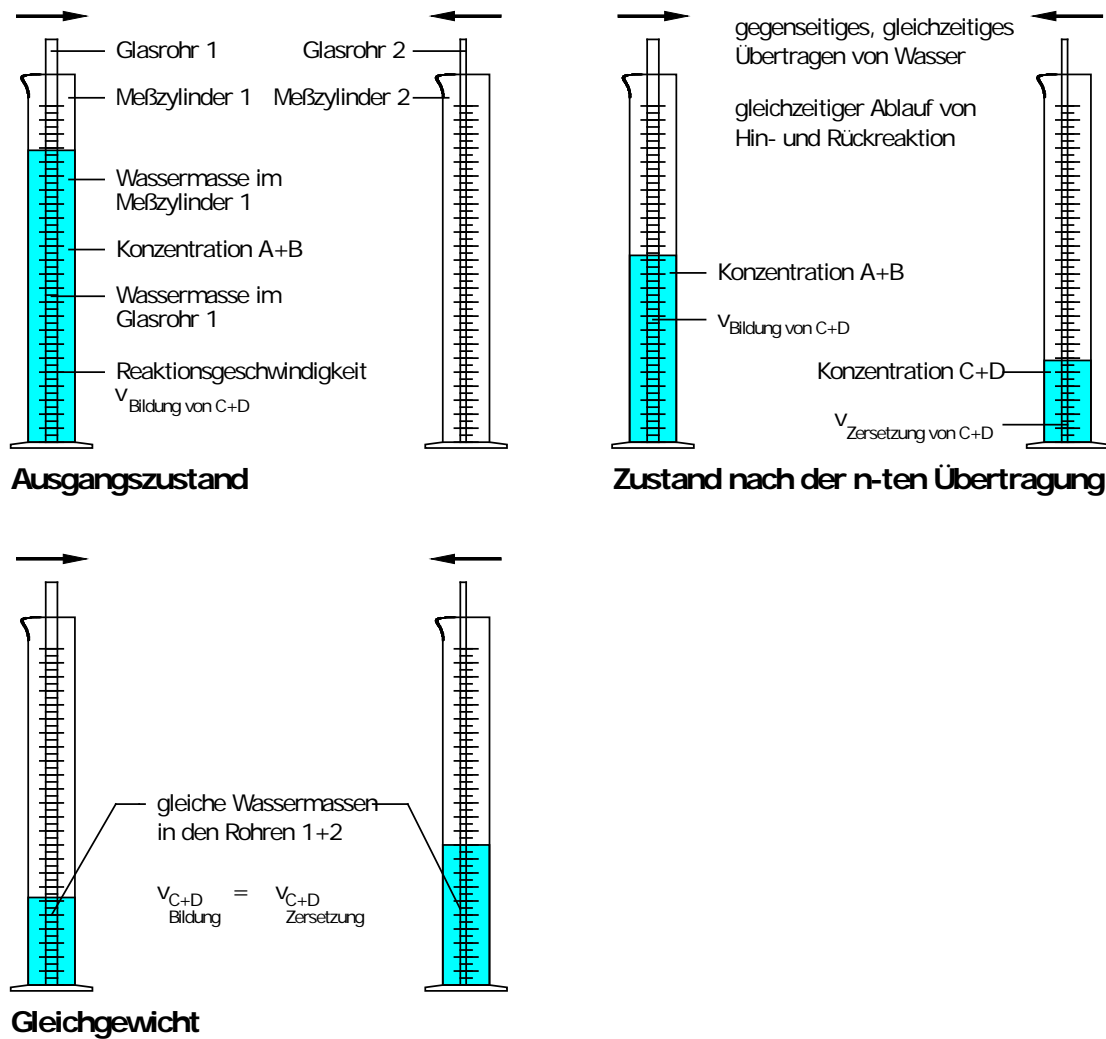
Geräte: 3 Glasrohre (etwa $l_1 = 300$ mm, $2 \times d = 8$ mm, $1 \times d_2 = 5$ mm), 2 Messzylinder (100 ml)

Chemikalien: Wasser, Farbstoff (ersatzweise Kaliumpermanganat)

Durchführung:

- Einen Messzylinder mit 100 ml angefärbtem Wasser füllen, der andere bleibt leer.
- Der mit Wasser gefüllte Messzylinder wird mit „Ausgangsstoffe“, der leere Messzylinder mit „Reaktionsprodukte“ gekennzeichnet.
- Die Füllmengen der Messzylinder werden in einer Wertetabelle zum Zeitpunkt Null notiert.
- Dann wird ein Glasrohr ($d=8$ mm) in den Messzylinder 1 auf den Boden gestellt.
- Das zweite Glasrohr ($d=5$ mm) wird in den Messzylinder 2 gestellt.
- Sobald der Flüssigkeitspegel im Glasrohr zur Ruhe gekommen ist, werden beide Glasrohre mit dem Finger verschlossen, herausgenommen und in den anderen Messzylinder ohne Eintauchen entleert.
- Anschließend wird erneut Glasrohr 1 in Messzylinder 1 und Glasrohr 2 in Messzylinder 2 auf den Gefäßboden gestellt, wenn der Flüssigkeitspegel in dem jeweiligen Glasrohr seinen Pegelstand erreicht hat, wird mit dem Finger verschlossen.
- Nun wird der Inhalt des Glasrohres 1 in den Messzylinder 2 und der Inhalt des Glasrohres 2 in Messzylinder 1 ohne Eintauchen entleert.
- Nach jedem Hebevorgang werden die Wassermengen in beiden Messzylindern abgelesen, die Werte in einer Wertetabelle notiert und in einem Koordinatensystem abgetragen.
Auf der x-Achse wird die Anzahl der Hebevorgänge und auf der y-Achse die Wassermenge in Meßzylinder 1 beziehungsweise 2 abgetragen.
Die Hebevorgänge werden etwa 30 Mal wiederholt.

Das Experiment wird wiederholt, jedoch werden jetzt zwei Glasrohre mit gleichem Durchmesser verwendet ($d_1 = 8$ mm).



Einige methodische und fachliche Bemerkungen:

Das Experiment ist ein Modell für eine Gleichgewichtsreaktion nach der Gleichung



Die Darstellung ähnelt sehr der von M. BODENSTEIN 1897 untersuchten Einstellung und Lage des Gleichgewichts $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$, einem Spezialfall der Gleichgewichtsreaktion $A + B \rightleftharpoons C + D$.

Die Wassermenge in Messzylinder 1 entspricht der Menge der vorhandenen Ausgangsstoffe (Stoffe A+B). Die Wassermenge in Messzylinder 2 symbolisiert die Menge der vorhandenen Reaktionsprodukte (Stoffe C + D).

Zum Startzeitpunkt der Reaktion sind nur Ausgangsstoffe vorhanden, aber noch keine Reaktionsprodukte (Messzylinder 1 ist gefüllt, Messzylinder 2 ist noch leer).

Das abgeheberte Wasservolumen je Einzelvorgang entspricht der Konzentrationsänderung während einer chemischen Reaktion. Das Gleichgewicht stellt sich von beiden Seiten her ein: Während aus den Ausgangsstoffen ständig Reaktionsprodukte gebildet werden (Wasser wird von Messzylinder 1 nach Messzylinder 2 „gehebert“), zerfallen auch ständig wieder Reaktionsprodukte in die Ausgangsstoffe (Wasser wird aus Messzylinder 2 in Messzylinder 1 zurück „gehebert“).

Nach einer bestimmten Anzahl von Hebevorgängen bleibt der Wasserstand in beiden Messzylindern auf einem bestimmten Höhenverhältnis stehen, obwohl weitere

Hebervorgänge durchgeführt werden. Es liegt ein „dynamisches“ Gleichgewicht vor. Dieses dynamische Gleichgewicht ist dadurch charakterisiert, dass je Hebevorgang die gleiche Wassermenge von Messzylinder 1 zu Messzylinder 2 und umgekehrt transportiert wird. Eine höhere Reaktionsgeschwindigkeit lässt sich erreichen, wenn dickere Glasrohre verwendet werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass das Verhältnis der Rohrdurchmesser gleich bleibt.

Werden zum Hebern zwei Glasrohre mit gleichem Durchmesser verwendet, wird simuliert, dass die Geschwindigkeit der Hinreaktion genau so groß ist, wie die Geschwindigkeit der Rückreaktion. Werden zwei Glasrohre mit unterschiedlichem Durchmesser verwendet, wird simuliert, dass die eine Teilreaktion schneller (größerer Rohrdurchmesser), die andere Teilreaktion langsamer (kleinerer Rohrdurchmesser) abläuft. In beiden Fällen kann beobachtet werden dass sich nach etlichen Hebungen ein Gleichgewicht einstellt.

Besonders wichtig ist die Erkenntnis, dass sich das Gleichgewichtsverhältnis auch so einstellen kann, dass sich in beiden Messzylindern *unterschiedlich* viel Wasser befindet! Das Gleichgewicht hat sich dann eingestellt, wenn sich trotz weiterer Hebervorgänge das VERHÄLTNIS der Wassermengen nicht mehr ändert.

Entsorgung:

Reste im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (9)

Untersuchungen zur Hydrolyse von Ethylacetat

Geräte: 3 Reagenzgläser (16 mm), Pipette

Chemikalien: Ethylacetat [F, Xi], Schwefelsäure (1 M) [C],
Natriumhydroxid-Lösung (10 %ig) [C]

Durchführung:

- In die drei Reagenzgläser jeweils mit Hilfe der Pipette 2 Tropfen Ethylacetat geben. Die Tropfen auf den Reagenzglasboden setzen, nicht an der Reagenzglaswand herunterlaufen lassen.
- In das erste Reagenzglas 3 ml Wasser, in das zweite 3 ml Schwefelsäure und in das dritte 3 ml Natriumhydroxid-Lösung geben.
- Die Reagenzgläser regelmäßig mindestens 5 min. schütteln und auf Estergeruch hin prüfen.
- Reaktionsgeschwindigkeit vergleichen.

Entsorgung:

Reste im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln.

Quelle: (10)

Umkehrbare Reaktion - Bildung und Zerfall von Kohlensäure

Geräte: Reagenzglas (16 mm), Becherglas (250 ml)

Chemikalien: Universalindikator, Kohlendioxid, Eis

Durchführung:

- In dem Becherglas ein Kältebad aus Eiswasser herstellen.
- Ein Reagenzglas mit Leitungswasser füllen und einige Tropfen Universalindikator zugeben.
- Das mit Indikator versetzte Leitungswasser auf zwei Reagenzgläser verteilen und eines davon als Rückstellprobe verwenden.
- In das andere Kohlendioxid einleiten bis ein Farbumschlag des Indikators zu beobachten ist.
- Das Wasser bis zum Sieden erhitzen und erneut die Indikatorfärbung betrachten.
- Das Wasser auf Raumtemperatur abkühlen und erneut Kohlendioxid einleiten bis ein Farbumschlag des Indikators zu beobachten ist.
- Die Vorgänge mehrmals wiederholen.

Entsorgung:

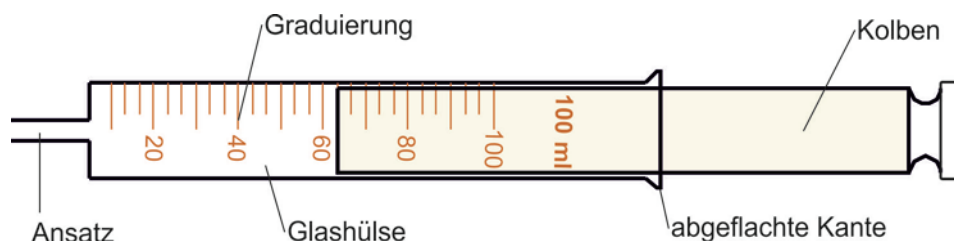
Reste verwerfen.

Quelle: (11)

Wissenswertes zu Kolbenprobern

Allgemeines:

- Der Kolbenprober ist ein Gasmessapparat für die Arbeit im Chemieunterricht. Mit ihm können Gasportionen angesaugt und bei Bedarf wieder abgegeben werden. Ein Kolbenprober besteht aus einer graduierten Glashülse mit Ansatz, in der sich ein passend geschliffener Kolben gasdicht bewegen lässt. Durch die Graduierung können quantitative Gasmessungen durchgeführt werden.
- Kolbenprober haben an der offenen Seite der Glashülse zwei abgeflachte Kanten, die ein Herunterrollen beim Ablegen auf den Tisch verhindern.
- (Ältere Kolbenprober sind mit identischen Nummern an Glashülse und Kolben gekennzeichnet, die ihre Zusammengehörigkeit kennzeichnen.)



Umgang:

- Jeder Kolbenprober ist vor der Benutzung auf Dichtigkeit zu überprüfen. Dazu den Kolben bis zur Hälfte aus der Glashülse herausziehen und anschließend den Ansatz der Glashülse mit dem Finger verschließen. Zieht man den Kolben nun etwas aus der Hülse heraus, oder drückt ihn etwas hinein, muss er bei nachlassendem Kraftaufwand wieder in

die ursprüngliche Position zurück gleiten. Der Kolben darf auf keinen Fall zurückschnellen, deshalb muss die Bewegung mit der Hand gebremst werden. Kolbenprober sind keineswegs zu hundert Prozent gasdicht, was in der Regel bei Prüfung auf Dichtigkeit schon festgestellt wird.

- Kolbenprober sollten immer waagrecht betrieben werden, damit durch das Gewicht des Kolbens kein zusätzlicher Über- oder Unterdruck hervorgerufen wird.
- Der Kolben ist beim Bewegen in der Glashülse immer leicht zu drehen.
- Kolbenprober dürfen an Stativen nur mit runden Stativklammern gehalten und dabei nicht fest eingespannt werden. Sie müssen lediglich vor dem Herausrutschen gesichert werden. Dadurch werden Spannungen vermieden, die die Funktionalität des Kolbenprobers einschränken könnten.
- Optimal funktioniert ein Kolbenprober mit Gasportionen, die 50 – 60 % des Kolbenprobervolumens ausmachen. Das gilt insbesondere beim Arbeiten mit Wasserstoff, da der Schliff gegenüber Wasserstoff nicht dicht genug ist.
- Kolbenprober dürfen nicht gefettet werden. Das gilt wiederum insbesondere beim Arbeiten mit Sauerstoff. Sollte die Durchführung eines Experimentes das Fetten erfordern, kann dies mit Glycerin oder Paraffinöl erfolgen. Der Kolbenprober ist anschließend gründlich zu reinigen.

Lagerung:

- Kolbenprober können ausgeblasen oder mit destilliertem Wasser gereinigt werden. Anschließend sind Glashülse und Kolben getrennt voneinander zu trocknen.
- Zum Lagern füllt man einige Kunststoffschnipsel in die Glashülse bevor der Kolben eingeführt wird. Diese verhindern ein zu hartes Aufschlagen des Kolbens auf den Boden der Glashülse.

Quelle: (12)

Druckabhängigkeit des chemischen Gleichgewichts

Geräte: Reagenzglas (30 mm) mit passendem Lochstopfen, Kolbenprober

Chemikalien: Wasser

Durchführung:

- Den Lochstopfen auf den Kolbenprober montieren.
- Das Reagenzglas zu einem Drittel mit Wasser füllen und senkrecht an einem Stativ einspannen.
- Das Wasser zum Sieden erhitzen und anschließend das Reagenzglas mit dem Kolbenprober verschließen.
- Mit dem Kolbenprober einen Unterdruck im Reagenzglas erzeugen.
- Wasser beobachten.

Entsorgung:

Reste verwerfen.

Quelle: (11)

Alkane, Alkene, Alkine, Alkanole

Substitution von Wasserstoff durch Brom an Heptan

Geräte: 1 Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (30 mm), 4 Reagenzgläser, 1 Handgebläse, 1 Lichtquelle (Fotolampe oder Diaprojektor), 1 Pipette, Hülse aus Aluminium, Schlauchstücke, Gaseinleitungsrohr, gewinkeltes Glasrohr.

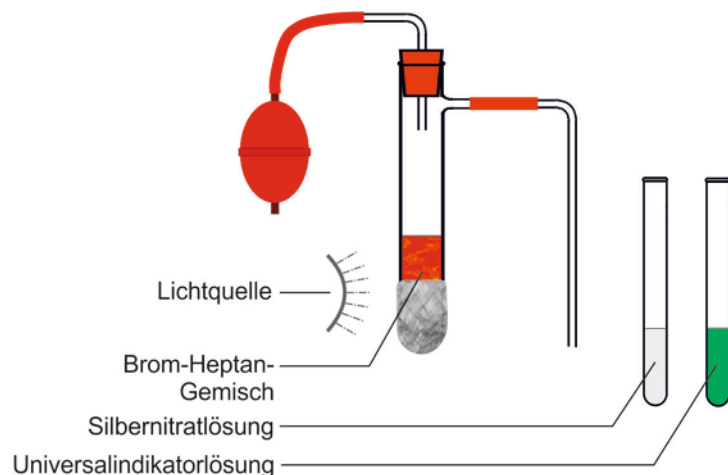
Chemikalien: Heptan [F, Xn, N], Brom [T⁺, C, N], Silbernitratlösung 0,1 M [Xi], Universalindikator, Natriumhydrogencarbonatlösung (10 %ig)

Sicherheitshinweise:

- Brom ist ein starker Reiz- und Ätzstoff für Haut Augen und Schleimhäute. Das Einatmen von Bromdämpfen führt zur Verätzungen der Atemwege. Flüssiges Brom verursacht auf der Haut schmerzhaft Nekrosen und bei längerer Einwirkung schlecht heilende Geschwüre. Es ist daher im Abzug und mit Handschuhen zu arbeiten. Bei Hautkontakt mit Brom als Sofortmaßnahme die betroffene Stelle mit fließendem Wasser spülen und mit 10 %iger Natriumhydrogencarbonatlösung abwaschen.

Durchführung:

- Das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz etwa 9 cm hoch mit Heptan füllen und fixieren.
- Einen durchbohrten Stopfen mit gewinkelt Glasrohr, an dem ein Handgebläse montiert ist, auf das Reagenzglas mit Ansatz aufsetzen. (Das Glasrohr darf nicht in die Flüssigkeit eintauchen.)
- An den seitlichen Ansatz ein Gaseinleitungsrohr montieren.
- 2 Reagenzgläser mit Nachweisreagenzien (Silbernitratlösung und Universalindikatorlösung) bereitstellen. (In zwei weiteren Reagenzgläsern die entsprechenden Rückstellproben bereithalten.)
- Das Reagenzglas mit Aluminiumfolie so ummanteln, dass nur noch die Hälfte des Füllstandes zu sehen ist.
- 4-5 Tropfen Brom zu dem Heptan geben.
- Mit einer Lichtquelle das Gemisch solange belichten, bis eine deutliche Farbänderung eingetreten ist.
- Die Aluminiumhülse entfernen. Reagenzglasinhalt betrachten.
- Das Gemisch erneut belichten, bis keine Farbänderung mehr zu beobachten ist.
- Das Gaseinleitungsrohr in das Reagenzglas mit Silbernitratlösung eintauchen und vorsichtig mit dem Handgebläse die Gasphase über dem Reaktionsgemisch durch die Silbernitratlösung leiten.
- Beobachten.
- Das Reagenzglas mit Silbernitratlösung durch das mit Universalindikatorlösung austauschen und den Rest der Gasphase durch die Indikatorlösung leiten.
- Beobachten.
- Beide Nachweisproben mit den jeweiligen Rückstellproben vergleichen.



Entsorgung:

Das Reaktionsgemisch im Behälter für halogenhaltige organische Lösungen sammeln. Die Lösung darf nicht mehr gelblich gefärbt sein, Brom muss vor der Entsorgung vollständig umgesetzt sein.

Die Silbersalzlösung im Behälter für Silbersalzlösungen sammeln. Universalindikatorlösung im Behälter für wässrige Lösungen geben.

Quelle: (1)

Darstellen von Ethen

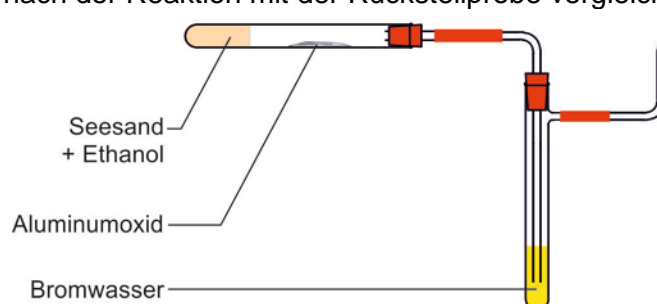
Geräte: Reagenzglas (16 mm, DURAN) mit passendem Lochstopfen, Gaseinleitungsrohr, Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (16 mm) mit passendem Lochstopfen, Flammenfalle, Schlauchrohrstücke, Spatel, 1 Pipette

Chemikalien: Sand, Ethanol [F], Aluminiumoxid, Bromwasser [T, Xi]

Durchführung:

- Das Reagenzglas etwa 3 cm hoch mit Sand füllen.
- Den Sand mittels Pipette mit Ethanol befeuchten. Dabei darauf achten, dass die Reagenzglaswände nicht mit Ethanol befeuchtet werden.
- Das Reagenzglas waagrecht einspannen und etwa in der Mitte eine 2-3 cm lange Spur aus Aluminiumoxid einbringen. Anschließend mit einem Stopfen und Gaseinleitungsrohr verschließen.
- Ein Reagenzglas mit seitlichem Ansatz etwa 3 cm hoch mit Bromwasser füllen. (Das Bromwasser sollte eine gelbe Farbe haben; Rückstellprobe bereitstellen.)
- Das Gaseinleitungsrohr in das Bromwasser eintauchen und das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz gleichzeitig mit einem Lochstopfen verschließen.
- An den seitlichen Ansatz eine Flammenfalle montieren.
- Das Aluminiumoxid stark erhitzen.
- Anschließend vorsichtig den mit Ethanol getränkten Sand erhitzen, damit das Ethanol langsam verdampft.
- Farbe des Bromwassers betrachten.
- Das entweichende Gas an der Flammenfalle entzünden.

- Sollte das Gas an der Flammenfalle nicht beständig brennen, das Gaseinleitungsrohr nach Entfärbung des Bromwassers aus der Lösung ziehen und das Gas erneut an der Flammenfalle entzünden.
- Flamme betrachten.
- Das Bromwasser nach der Reaktion mit der Rückstellprobe vergleichen. Erklären.



Entsorgung:

Reste verwerfen. Das entfärbte Bromwasser im Behälter für halogenhaltige organische Lösungen sammeln.

Quelle: (1)

Darstellen von Ethin

Geräte: Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (30 mm) und passendem Lochstopfen, Tropftrichter, Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (16 mm) und passendem Lochstopfen, Gaseinleitungsrohr, Flammenfalle, Schlauchverbindungsstücke, Löffelspatel

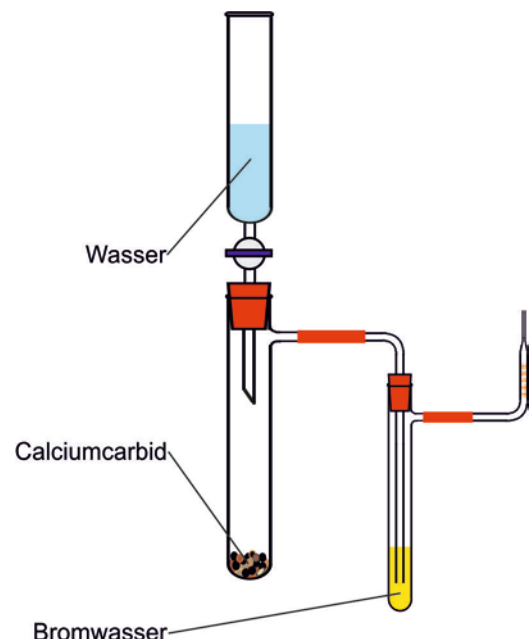
Chemikalien: Calciumcarbid [F], Bromwasser [T, Xi], Wasser

Sicherheitshinweise:

- Calciumcarbid ist herstellungsbedingt mit Calciumphosphid verunreinigt, welches bei der Hydrolyse Phosphan (Phosphorwasserstoff) freisetzt. Phosphan ist ein hochentzündliches, giftiges, nach Knoblauch riechendes Gas. Die Apparatur sollte daher im Abzug abgebaut werden.
- Ethin bildet mit Schwermetallen wie z.B. Kupfer explosives Kupferacetylid. Es darf nicht durch kupferhaltige Armaturen geleitet werden. Idealerweise sollte die verwendete Flammenfalle daher aus Eisenwolle bestehen. (In Anbetracht der geringen Menge Ethin, die in dem Experiment durch die Flammenfalle strömt, kann in diesem speziellen Fall auch Kupfer verwendet werden.)

Durchführung:

- In das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (30 mm) 2-3 Spatellöffel Calciumcarbid (keinen Staub!) einfüllen.
 - Auf das Reagenzglas mittels Lochstopfen den Tropftrichter montieren.
 - An den seitlichen Ansatz ein Gaseinleitungsrohr anschließen.
 - Das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (16 mm) etwa 3 cm hoch mit Bromwasser füllen. (Das Bromwasser sollte eine gelbe Farbe haben; Rückstellprobe bereitstellen.)
 - Das Gaseinleitungsrohr in das Bromwasser eintauchen und das Reagenzglas gleichzeitig mit einem Lochstopfen verschließen.
 - An den seitlichen Ansatz eine Flammenfalle montieren.
 - Den Tropftrichter bei geschlossenem Hahn mit Wasser füllen.
 - Wasser langsam auf das Calciumcarbid tropfen lassen.
 - Das entweichende Gas an der Flammenfalle entzünden.
 - Bromwasser betrachten.
- Sollte das Gas an der Flammenfalle nicht beständig brennen, das Gaseinleitungsrohr aus der Lösung ziehen und das Gas erneut an der Flammenfalle entzünden.





- Flamme betrachten.
- Das Bromwasser nach der Reaktion mit der Rückstellprobe vergleichen. Erklären.

Entsorgung:

Calciumcarbid im Abzug vollständig mit Wasser umsetzen und ausgasen lassen. Die entstandene Kalkmilch mit verd. Schwefelsäure neutralisieren. Das entstandene Calciumsulfat von der Lösung abtrennen und anschließend die Reste getrennt verwerfen. Die Reste des Bromwassers im Behälter für halogenhaltige organische Lösungen sammeln.

Quelle: (1) (13)

Wassernachweis im Ethanol

Geräte: 3 Reagenzgläser (16 mm), Spatellöffel

Chemikalien: Ethanol [F], wasserfreies Kupfersulfat [Xn, N], Wasser

Durchführung:

- In drei Reagenzgläser jeweils einen Spatellöffel wasserfreies Kupfersulfat einfüllen.
- Zu dem wasserfreien Kupfersulfat jeweils gleiche Mengen von:
 - a) Wasser
 - b) 50 %igem Ethanol
 - c) Ethanolgeben. Evtl. schütteln.
- Die Farbe des Kupfersulfates in den Flüssigkeiten vergleichend betrachten. Erklären.

Hinweis:

Für den Wassernachweis in Ethanol kann anstatt von wasserfreiem Kupfersulfat auch Kaliumpermanganat verwendet werden. Dieses löst sich in den wasserhaltigen Proben mit violetter Farbe, während es in reinem Ethanol nicht löslich ist.

Entsorgung:

Die wässrige Kupfersulfatlösung im Behälter für Schwermetallsalzlösungen sammeln. Ungelöstes Kupfersulfat von den übrigen Lösungen abtrennen, in Wasser lösen und ebenfalls in den Behälter für Schwermetallsalzlösungen geben. Ethanol und ethanolhaltige Lösungen im Behälter für organische Lösungen sammeln.

Quelle: (14)

Unterscheiden von Methanol und Ethanol

Geräte: 2 Rundkolben mit seitlichem Abgang (50 ml) und 2 passenden Stopfen, Spatel, Pipette

Chemikalien: Methanol [F, T], Ethanol [F], Borsäure [T], konz. Schwefelsäure [C], Siedesteine

Sicherheitshinweise:

- Bei dem Versuch besteht die Gefahr von Siedeverzug! Deshalb sollte die Arbeitsumgebung entsprechend angepasst werden (brennbare Materialien außer Reichweite lagern und auf einer feuerbeständigen Unterlage arbeiten). Benachbarte Personen warnen.
- Für den Fall, dass verspritzte Flüssigkeitsportionen auf der Arbeitsfläche brennen, eine Löschdecke (oder einen ausreichend großen Lappen) bereithalten.

Durchführung:

- 2 Rundkolben auf gleicher Höhe an einem Stativ montieren. Von den seitlichen Abgängen zeigt einer nach links und der andere nach rechts.
- In jeden Kolben 2 Siedesteine geben.
- In den einen Rundkolben etwa 3 ml Ethanol und in den anderen etwa 3 ml Methanol einfüllen.
- Zu den Flüssigkeiten jeweils 1 Spatelspitze Borsäure und 3-4 Tropfen konz. Schwefelsäure geben.
- Die beiden Rundkolben mit Stopfen verschließen.
- Beide Kolben gleichzeitig **vorsichtig** erhitzen, so dass in beiden Kolben die Flüssigkeiten leicht sieden.
- Die an den beiden Ansätzen entweichenden Dämpfe entzünden und die Flammen vergleichend betrachten. Erklären.

Entsorgung:

Reste im Behälter für organische Lösungen sammeln.

Quelle: (1)

Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole

Geräte: 3 Reagenzgläser (16 mm), Becherglas (600 ml), Dreifuß mit Keramikdrahtnetz, Thermometer

Chemikalien: n-Propanol [F, Xi], Isopropanol [F, Xi], tertiäres Butanol [F, Xn], Kaliumpermanganat-Lösung (0,001 M), Schwefelsäure (5 M) [C]

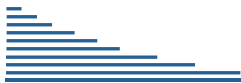
Durchführung:

- Auf einem Dreifuß ein Wasserbad von etwa 60 °C in dem Becherglas (600 ml) bereiten.
- Von den Alkoholen gibt man etwa 5 ml in je ein Reagenzglas. Beschriften!
- In einem Becherglas (100 ml) werden 10 ml Kaliumpermanganatlösung (0,001 M) mit etwa 1 ml Schwefelsäure (5 M) angesäuert.
- Zu jeder Alkoholprobe werden 3 ml der angesäuerten Kaliumpermanganatlösung gegeben.
- Die Proben anschließend möglichst gleichzeitig in das Wasserbad stellen.
- Zeitdauer der Farbänderungen vergleichend beobachten. Erklären.

Entsorgung:

Reste im Behälter für organische Lösungen sammeln.

Quelle: (14)



Alkanole, Alkanale, Alkansäuren

Reaktion von Glycerin mit Kaliumpermanganat

Geräte: Porzellanschale, Spatellöffel, Pipette

Chemikalien: Glycerin, Kaliumpermanganat [O, Xn, N], Magnesiumpulver [F]

Sicherheitshinweise:

- Kaliumpermanganat und Glycerin reagieren stark exotherm miteinander! Bei der Reaktion kann es zu starkem Funkenflug kommen, daher sollte hinter einer Schutzscheibe gearbeitet werden.

Durchführung:

- Kaliumpermanganat muss für den Versuch in Pulverform vorliegen. Sollte das vorhandene Kaliumpermanganat zu kristallin sein, muss es zunächst in einem Mörser zu einem Pulver verrieben werden.
- Von dem Kaliumpermanganatpulver werden 2 Spatellöffel in die Porzellanschale gegeben.
- Um den Effekt der Reaktion zu verstärken mischt man unter das Kaliumpermanganat noch einen Spatellöffel Magnesiumpulver.
- Das Gemisch in der Porzellanschale kegelförmig aufhäufen und in die Kegelspitze eine kleine Mulde drücken.
- In diese Mulde etwa 1 ml Glycerin tropfen (ca. 1 Pipette voll).
- Beobachten.

Entsorgung:

Reste im Behälter für Kaliumpermanganatabfälle sammeln.

Quelle: (14)

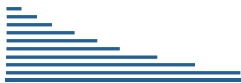
Reduzierende Wirkung von Ethanol und Glycerin

Geräte: 3 Reagenzgläser (16 mm), Pipette

Chemikalien: Glycerin, Ethanol [F], Silbernitratlösung (5 %ig) [Xi, N], verd. Ammoniaklösung

Sicherheitshinweise:

- „Gealtertes“ Tollens Reagenz ist durch die mögliche Bildung von Knallsilber (Silberfulminat) explosiv. Es darf daher nicht aufbewahrt werden. Das für den Versuch hergestellte Tollens Reagenz muss vollständig umgesetzt werden. (Silberfulminat ist das Silbersalz der Knallsäure (AgONC). Man versteht unter Silberfulminat jedoch nach Claude-Louis Graf von BERTHOLLET auch dunkle Niederschläge aus AgN_3 und $\text{Ag}_2\text{NH}(\text{?})$, die sich aus wässrigen ammoniakalischen Silbersalzlösungen nach längerem Stehen abscheiden. Diese können schon bei geringster Erschütterung des Gefäßes explodieren.)

Durchführung:

- In einem Reagenzglas aus etwa 3 ml Silbernitratlösung und verd. Ammoniaklösung Tollens Reagenz herstellen.
(Zu der Silbernitratlösung wird tropfenweise verd. Ammoniaklösung gegeben. Dabei fällt zunächst ein brauner Niederschlag aus. Es wird dann weiter tropfenweise Ammoniaklösung zugegeben, bis sich der Niederschlag gerade wieder auflöst.)
- In zwei Reagenzgläsern wässrige Lösungen (jeweils etwa 3 ml) von Ethanol (50 %ig) und Glycerin (50 %ig) herstellen.
- Das Tollens Reagenz zu gleichen Teilen auf die Lösungen verteilen.
- Die Proben in der Brennerflamme vorsichtig erwärmen.
- Beobachten und erklären.

Entsorgung:

Lösungsreste im Behälter für Silbersalzlösungen sammeln. Das Reagenzglas notfalls mit konz. Salpetersäure reinigen oder verwerfen.

Quelle: (15) (16)

Alkoholatbildung

Geräte: Reagenzglas (16 mm) mit passendem durchbohrtem Stopfen, Glasrohr (ca. 8 cm lang), 2 Reagenzgläser (10 mm), Filterpapier, Pinzette, Messer, Becherglas (250 ml, hohe Form)

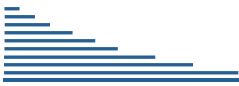
Chemikalien: Ethanol [F], Natrium [F, C]

Sicherheitshinweise:

- Natrium reagiert heftig mit Wasser, es wird daher in Paraffinöl aufbewahrt (Petroleum wird eher nicht verwendet, da es zu größerer Krustenbildung auf dem Natrium führt). Bevor Natrium eingesetzt wird, muss zunächst die Kruste mit einem Messer entfernt werden. Diese Arbeiten führt man auf einem Filterpapier durch. Die abgeschnittenen Natriumkrusten werden sofort in Ethanol entsorgt. (**Auf keinen Fall die Krusten zurück in das Vorratsgefäß geben!**)
Alle mit Natrium in Berührung gekommenen Geräte werden ebenfalls in Ethanol gestellt. Das Filterpapier auch mit Ethanol tränken oder kontrolliert abbrennen.
- Natriumbrände sind mit Sand zu löschen!

Durchführung:

- Das Glasrohr in den durchbohrten Stopfen montieren, so dass es als Gasableitungsrohr eingesetzt werden kann.
- In das Reagenzglas (16 mm) etwa 4 ml Ethanol einfüllen.
- Natrium gemäß der Sicherheitsvorschriften entrinden und ein erbsengroßes Stück vorbereiten.
- Das erbsengroße Stück Natrium zu dem Ethanol geben und das Reagenzglas mit dem durchbohrten Stopfen und dem Gasableitungsrohr verschließen.
- Über das Gasableitungsrohr ein Reagenzglas (10 mm) stülpen.
- Nach kurzer Zeit das Reagenzglas abnehmen und die Knallgasprobe durchführen, gleichzeitig das andere Reagenzglas (10 mm) über das Gasableitungsrohr stülpen.
- Diesen Vorgang mehrmals wiederholen. (Nicht vergessen, nach der Knallgasprobe sofort kräftig in das Reagenzglas zu pusten, um evtl. darin vorhandene Flammen zu löschen!)

Entsorgung:

Alle Natriumreste komplett mit Ethanol umsetzen. Die mit Natrium in Kontakt gekommenen Geräte gemäß der Sicherheitshinweise behandeln.

Nach vollständig abgelaufener Reaktion die Ethanolreste im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) entsorgen.

Quelle: (14) (17)

Eigenschaften von Eisessig

Geräte: Verbrennungslöffel, Pipette, Reagenzglas (16 mm), Thermometer, Becherglas (100 ml)

Chemikalien: konz. Essigsäure (Eisessig) [C], Eis

Durchführung:

- a)
- In den Verbrennungslöffel etwa 10 Tropfen Eisessig geben.
 - Den Verbrennungslöffel in eine Brennerflamme halten.
 - Beobachten.
- b)
- In dem Becherglas ein Kältebad aus Eiswasser bereitstellen.
 - Ein Reagenzglas (16 mm) etwa halbvoll mit Eisessig füllen und das Thermometer eintauchen.
 - Das Reagenzglas in dem Kältebad abkühlen und den Temperaturverlauf beobachten.
 - Abgekühlten Eisessig betrachten. (Sollte der Eisessig nicht erstarren, mit dem Thermometer leicht an der Reagenzglaswand kratzen.)

Entsorgung:

Reste im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln.

Quelle: (18)



Vergleich der Oxidierbarkeit von Essigsäure und Ameisensäure

Geräte: 2 Petrischalen, Overheadprojektor

Chemikalien: konz. Essigsäure [C], konz. Ameisensäure [C], Schwefelsäure (5 M) [C], Kaliumpermanganatlösung (0,01 M)

Durchführung:

- In die erste Petrischale 10 ml konz. Ameisensäure und 10 ml Schwefelsäure, in die zweite Petrischale 10 ml konz. Essigsäure und 10 ml Schwefelsäure geben.
- Die beiden Petrischalen auf den Overheadprojektor stellen.
- Zu jeder der beiden Proben gibt man jeweils 1 ml Kaliumpermanganatlösung.
- Vergleichend beobachten. Erklären.

Entsorgung:

Reste im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln.

Quelle: (10)

Alkansäuren und ihre Reaktionen

Reaktion von Ameisensäure mit Metallen

Geräte: 2 Reagenzgläser (16 mm) mit passendem durchbohrten Stopfen, Glasrohr (ca. 8 cm lang), 2 Reagenzgläser (10 mm), Spatel

Chemikalien: Ameisensäure (10 %ig) [C], Magnesium-Pulver [F]

Durchführung:

- Das Glasrohr in den durchbohrten Stopfen montieren, so dass es als Gasableitungsrohr eingesetzt werden kann.
- In ein Reagenzglas (16 mm) einen Spatel Magnesiumpulver geben und mit etwa 3 ml Ameisensäure (10 %ig) versetzen.
- Sofort den durchbohrten Stopfen mit dem Gasableitungsrohr auf das Reagenzglas montieren und über das Gasableitungsrohr ein Reagenzglas stülpen.
- Nach einer Weile mit dem aufgefangenen Gas die Knallgasprobe durchführen (Knallgasprobe mehrmals wiederholen).

Entsorgung:

Die Lösung vom Bodensatz abdekantieren und im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln. Die Metallreste mit verd. Salzsäure aus den Reagenzgläsern ausspülen und nach vollständig abgelaufener Reaktion im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (10)

Entfernen von Rostflecken

Geräte: 2 Reagenzgläser (16 mm), Glasstab, Pinzette, Becherglas (100 ml), Baumwollstoff

Chemikalien: Eisen(III)-chlorid-Lösung (5 %) [Xn], verd. Ammoniaklösung, Oxalsäure-Lösung (10 %ig) [Xn]

Durchführung:

- a)
- In einem Reagenzglas etwa 1 ml Eisen(III)-chlorid-Lösung mit etwa 1 ml Ammoniaklösung versetzen.
 - Beobachten.
 - Die Suspension in dem Reagenzglas mit etwa 3 ml Oxalsäure-Lösung versetzen.
 - Beobachten.
- b)
- In einem Reagenzglas 1 ml Eisen(III)-chlorid-Lösung mit 1 ml Ammoniaklösung versetzen.
 - Die Suspension über ein Baumwollstück gießen und den „Rost“ ein wenig einreiben.
 - Das Stoffstück unter fließendem Wasser auswaschen und betrachten.

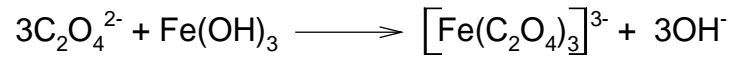


- Das immer noch verschmutzte Stoffstück in das Becherglas (100 ml) geben und mit wenig Oxalsäure-Lösung übergießen. Mit dem Glasstab umrühren, bis der Stoff sauber ist.
- Stoff erneut gründlich unter fließendem Wasser ausspülen.

Auswertung:

Durch Zugabe von Ammoniaklösung zu der Eisen(III)-chlorid-Lösung fällt unlösliches Eisen(III)-hydroxid aus, welches hier den Rost simuliert.

In Oxalsäure-Lösung löst sich der Niederschlag unter der Bildung von Trioxalatoferrat(III)-Ionen wieder auf. Es bildet sich eine gelb-grüne Lösung.



Entsorgung:

Oxalsäure-Reste im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln. Das Stoffstück kann verworfen oder für spätere Versuche aufbewahrt werden.

Quelle: (10) (19)

Aromatische und ringförmige Verbindungen

Phenol wirkt als Säure

Geräte: 2 Reagenzgläser (16 mm), Spatel, Pipette
(*Handschuhe*)

Chemikalien: Natronlauge (0,01 M), Phenol [T, C], Ethanol [F],
Phenolphthalein-Indikatorlösung [F]

Sicherheitshinweise:

- Phenol ist giftig, es kristallisiert in farblosen Nadeln, die sich an der Luft langsam rot färben.
- Phenol macht sich durch einen stechenden Geruch bemerkbar. Bei den leicht wasserlöslichen Alkalisalzen des Phenols fehlt dieser Geruch allerdings.
- Phenol wirkt ätzend. Auf der Haut ruft es weiße, später braun-schwarz gefärbte, Gewebestörungen hervor. Diese Wirkung haben auch stark verdünnte Lösungen von Phenol.
- Phenol wird insbesondere in flüssiger und gelöster Form durch die Haut aufgenommen (Resorption). Selbst die Benetzung kleiner Hautflächen (Hand oder Arm) kann zu schweren Gesundheitsschäden führen.
- Das Einatmen von Phenol-Dämpfen kann ebenfalls zu Vergiftungen führen.
- Sollte es zu Kontakt mit Phenol kommen (Augen oder Haut) ist die betreffende Stelle gründlich mit Wasser zu spülen und eine ärztliche Behandlung anzuschließen. Bei Verschlucken sollte Wasser (Verdünnungseffekt) getrunken werden. (Im Idealfall kann auch Medizinalkohle verabreicht werden).
- Kontaminierte Hautflächen können mit Wasser abgespült werden, die effektivste Säuberung erhält man allerdings mit einem Gemisch aus Polyethylenglykol 300 / Ethanol im Verhältnis 2 / 1. Wesentlich ist, dass die Haut abgespült wird. Ein Abreiben mit einem getränkten Wattebausch ist nicht zweckmäßig, da dadurch Phenol eher in die Haut einmassiert wird.
- **Beim Arbeiten mit Phenol sind Schutzhandschuhe zu tragen.**

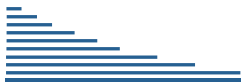
Durchführung:

- In die beiden Reagenzgläser werden jeweils etwa 3 ml Natronlauge (0,01 M) eingefüllt und mit einigen Tropfen Phenolphthalein-Lösung versetzt.
- In eines der beiden Reagenzgläser eine Spatelspitze Phenol geben.
- In das andere einige Tropfen Ethanol geben.
- Färbung der Lösungen vergleichend betrachten.

Entsorgung:

Phenollösung im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln.
Natronlauge im Behälter für wässrige Lösungen sammeln.

Quelle: (2) (20)



Darstellung von Phenolphthalein

Geräte: 3 Reagenzgläser (16 mm), Spatel, Pipette,
(*Handschuhe*)

Chemikalien: Phenol [T, C], Phthalsäureanhydrid [Xn], wasserfreies Zinkchlorid [C, N],
Salzsäure (2 M) [C], Natronlauge (10 %ig) [C], Ethanol [F]

Sicherheitshinweise:

- Hinweise zum Umgang mit Phenol siehe Experimentieranleitung „Phenol als Säure“.
- Durch Phthalsäureanhydrid besteht die Gefahr der Sensibilisierung (Allergisierung). Es wirkt gesundheitsschädlich beim Verschlucken (R 22 bzw. H 302).
- Phenolphthalein ist ab einer Konzentration ≥ 1 % krebserzeugend (R 45 bzw. H 350). Ebenfalls steht es in Verdacht, erbgutverändernde Wirkung zu haben und die Fortpflanzungsfähigkeit zu beeinträchtigen (R 62 und 68 bzw. H 341 und 361f).

Durchführung:

- In ein Reagenzglas einen Spatel Phthalsäureanhydrid, die gleiche Menge Phenol und etwa die doppelte Menge Zinkchlorid geben.
- Durch Drehen des Reagenzglases die Stoffe vermischen.
- Das Gemisch wird vorsichtig in der nicht leuchtenden Brennerflamme bis zu einer rot-braunen Schmelze erwärmt. (Nicht überhitzen! Das Reagenzglas immer wieder aus der Brennerflamme nehmen und das Gemisch etwas abkühlen lassen.)
- Nach dem Abkühlen der Schmelze werden etwa 3 ml Ethanol zugegeben und durch Schütteln etwas von dem Reaktionsprodukt darin gelöst.
- Von dieser Lösung gibt man 6 - 7 Tropfen in ein weiteres Reagenzglas und verdünnt mit etwa 3 ml Wasser.
- Zu der wässrigen Lösung einige Tropfen Natronlauge geben; die Färbung beobachten und erklären.
- Die alkalische Lösung mit verd. Salzsäure ansäuern; die Färbung beobachten und erklären.

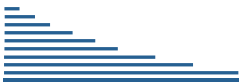
Zusatzexperiment:

- Von der ethanolischen Lösung des Produktes 6 - 7 Tropfen in ein Reagenzglas geben.
- Etwa 2 ml Natronlauge (10 %ig) zugeben und die Färbung beobachten.
- Die alkalische Lösung schütteln, bis sie nahezu farblos ist (etwa 1-2 Minuten lang).
- Erklären.
- Zu der Lösung 1 ml Salzsäure (2 M) geben und die Färbung beobachten.
- Erklären.

Entsorgung:

Lösungen im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln. Das Synthese-Reagenzglas gründlich mit Methanol ausspülen und im Behälter für kontaminierten Glasabfall sammeln.

Quelle: (3) (21)



Darstellung von Fluorescein

Geräte: Reagenzglas (16 mm), Becherglas (1000 ml), UV-Lampe, Spatel

Chemikalien: Phthalsäureanhydrid [Xn], Resorcin [Xn, N], wasserfreies Zinkchlorid (C, N), Natronlauge (10 %ig) [C]

Sicherheitshinweise:

- Der Hautkontakt mit Resorcin sollte vermieden werden, es besteht Gefahr durch Hautresorption.
- Zum Umgang mit Phthalsäureanhydrid siehe Sicherheitshinweise „Darstellung von Phenolphthalein“.

Durchführung:

- In das Reagenzglas einen Spatel Phthalsäureanhydrid und die doppelte Menge Resorcin geben.
- Dazu werden 2 Spatel wasserfreies Zinkchlorid gegeben.
- Durch Drehen des Reagenzglases die Stoffe vermischen.
- Das Gemisch über der Brennerflamme vorsichtig erwärmen, bis eine blutrote Schmelze entsteht. (Nicht überhitzen!)
- Nach Abkühlen der Schmelze etwa 3 ml Natronlauge zugeben und gut schütteln.
- Betrachten.
- Das Becherglas mit Wasser füllen und seitlich mit UV-Licht bestrahlen.
- Die Lösung aus etwa einem halben Meter Höhe in das Wasser gießen und beobachten.

Entsorgung:

Die Lösung aus dem 1000 ml Becherglas im Behälter für wässrige Lösungen sammeln. Das Synthese-Reagenzglas gründlich mit Ethanol spülen und die Lösungsreste im Behälter für organische Lösungen (mit Wasser mischbar) sammeln. Anschließend das Reagenzglas im Behälter für kontaminierten Glasabfall sammeln.

Quelle: (14) (21)

Quellenverzeichnis

1. **Obst, H., et al., et al.** Praktikum "Chemische Schulexperimente" Grundpraktikum. Halle/Köthen : Pädagogische Hochschule Halle/Köthen, September 1992. Bd. 1 und 2. Internes Arbeitsmaterial.
2. **Häusler, Karl, Rampf, Heribert und Reichelt, Roland.** *Experimente für den Chemieunterricht.* 2., korrigierte und verbesserte Auflage 1995. München, Düsseldorf, Stuttgart : Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, 1991. ISBN 978-3-486-82841-2.
3. **Bardi, K., et al., et al.** Praktikum "Chemische Schulexperimente", Aufbaupraktikum CSE 2. Halle : s.n., Februar 1992. Internes Arbeitsmaterial.
4. **Keune, Hans und Boeck, Helmut.** *Chemische Schulexperimente, Band 1 Anorganische Chemie.* s.l. : Volk und Wissen Verlag GmbH & Co, 1998. Bd. 1.
5. **Phywe Systeme GmbH & Co. KG.** Phywe Schriftenreihe. *Cobra4 - Computerunterstütztes Experimentieren: Schüler- und Demonstrationsversuche Physik, Chemie, Biologie, Alltagsphänomene.* 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Art.Nr. 01330.01.
6. **Arbeitskreis Kappenberg.** Materialien für den Chemieunterricht; Band II, Analytik Teil C. *Computer im Chemieunterricht.* 2002. 4. veränderte Auflage.
7. **Roesky, Herbert W. und Möckel, Klaus.** *Chemische Kabinettstücke.* Weinheim : VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1994. ISBN 3-527-29220-9.
8. **Boeck, Helmut.** Experimente für den computerunterstützten Chemieunterricht. *Chemie in der Schule.* 1999, Bd. 2. 46. Jahrgang.
9. **Böhland, H.** *Chemische Schulexperimente, Allgemeine, physikalische und analytische Chemie.* 3. Auflage. Berlin : Volk und Wissen Volkseigener Verlag, 1986. Bd. 5. ISBN 3-06-032144-2.
10. **Just, Manfred und Hradetzky, Albert.** *Chemische Schulexperimente, Organische Chemie.* 1. Auflage. Frankfurt/M. : Verlag Harri Deutsch - Thun - Frankfurt/M, 1978. Bd. 4, Lizenzausgabe von Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin/DDR. ISBN 3-87144357-3.
11. **Martin-Luther-Universität.** *Praktikum "Chemische Schulexperimente", Aufbaupraktikum.* Halle : s.n., 1993.
12. **Meyendorf, Gerhard.** *Chemische Schulexperimente; Geräte, Chemikalien und Arbeitstechniken.* Frankfurt/M. : Verlag Harri Deutsch - Thun - Frankfurt/M., 1983. Bd. 1, Lizenzausgabe von Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin/DDR. ISBN 3-87144-485-5.
13. **IFA - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.** GESTIS-Stoffdatenbank. *Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.* [Online] [Zitat vom: 18. 01 2012.] <http://www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank>.
14. **Häusler, K., Rampf, H. und Reichelt, R.** *Experimente für den Chemieunterricht mit einer Einführung in die Labortechnik.* München : Oldenbourg Verlag GmbH, 1991.
15. **Meyendorf, Gerhard, et al., et al.** *Chemie; Stoffe - Reaktionen - Umwelt.* 1. Auflage. Berlin : Volk und Wissen Verlag GmbH, 1993. Lehrbuch für Sekundarstufe I. ISBN 3-06-030719-9.
16. **Roempp.** *Thieme Roempp Online.* Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2010. Version 3.6.
17. **KMK.** Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht (KMK). [Online] <http://www.sinus-hessen.de/sicher/index.htm>.
18. **Keune, Hans und Just, Manfred.** *Chemische Schulexperimente, Band 2 Organische Chemie.* s.l. : Volk und Wissen, 1999.



19. **Obst, H., et al., et al.** Alltagschemie im Chemieunterricht. *Waschmittel - Körperpflege - Kosmetika*. Halle : Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1995. Bd. Teil 2. Internes Arbeitsmaterial.
20. **Gesetzliche Unfallversicherung.** *Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe, GUV 20.10.* [Hrsg.] Fockensteinstraße 1, 81539 München Bundesverband der Unfallkassen. August 1999. www.unfallkassen.de. GUV 20.10.
21. **Bezler, Hans Joachim und Hildebrandt, Volker.** *D-GISS Deutsches-Gefahrstoff-Informationssystem Schule.* [CD] Update 2010/2011, Wiesbaden : Universum Verlag GmbH, 2010.