

Organische Chemie im Schülerexperiment



09. - 11.12.15, ALP, Dillingen

Martin Schwab, Armin-Knab-Gymnasium, Kitzingen

Wolfgang Proske, Schulchemiezentrum Zahna

Brigitte Gruber, ALP, Dillingen

Gesamtleitung: Markus Drechsel, ALP, Dillingen

Inhaltsverzeichnis

Fluorescein- Darstellung als alchemistischer Versuch	4
Carbidlampe, Böllerbüchse	6
Alkoteströhrchen - Neue Entwicklung in Frankreich	9
Säurestärke	10
Esterherstellung mit Wasserauskreisung	13
Margarineherstellung	16
Tie Dye Färben von T-Shirts	17
Blaudruck	20
Methandarstellung	22
Dichte von Methan	23
Flammpunktbestimmung	24
Bestimmung des Heizwertes von Kerzenwachs	25
Bromierung von Heptan	29
Herstellung von Ethen	32
Hydrierung von Ethen	33
Rohöldestillation	34
Thermisches Cracken von Paraffinöl	35
Weinstein-Weinsäure-Gleichgewicht	39
Cola-Untersuchung auf der Tüpfelplatte	41
Salzgurke, Essiggurke- Unterscheidung von Milch- und Essigsäure	44
Herstellungsvorschriften der notwendigen Reagenzien	45
Wohlriechende Ester	46
Halbmikrotitration	48
Keto-Enol-Gleichgewicht	54
CIS- ist nicht gleich TRANS	55
Kristalle ohne Farbe	55
Verspiegeln einer Cola-Flasche	56

Kosmetikherstellung	59
Künstliches Maiglöckchen	61
Lernzirkel Alkohole	63
– Laufzettel	64
– Station 1 a Benennung der Alkohole	65
– Station 1 b Isomierie und Wertigkeit	70
– Station 2 Löslichkeit	72
– Station 3 Viskosität	74
– Station 4a Siedetemperaturen	80
– Station 4b Apparaturen Siedetemperatur	82
– Station 5 Wie viel Alkohol ist drin	86
– Station 6 Verwendung der Alkohole	89
– Station 7 Alkoholische Gärung	91
– Quellen	93
Gaschromatographische Untersuchung von Feuerzeug-Gas	94
Methan aus Kohlendioxid und Wasserstoff	98
In eigener Sache	100

Ein alchemistischer Versuch

Mit der Herstellung von Fluorescein wird im Anfangsunterricht das Wesen der Chemie erklärt: Chemie stellt neue Stoffe mit neuen Eigenschaften her. Der Vergleich mit der Arbeitsweise der Alchemisten drängt sich auf, da der Versuch erst einmal mit dem Wissen der Schüler nicht erklärt werden kann, er aber ein beeindruckendes Ergebnis liefert.

Hintergrund

Die Synthese von Fluorescein aus farblosen Substanzen lässt Schüler die neuen Eigenschaften der Substanz leicht erkennen. Fluorescein unter UV - Licht fasziniert die Schüler. Der Gebrauchswert von Fluorescein lässt sich mit käuflicher UV-Schminke handlungsorientiert aufzeigen.

Der Versuch kann durch den Einsatz eines Lichtleiterfotometers, das auch im UV -Bereich messen kann, sehr stark ausgebaut werden, dies bietet sich vor allem bei einem projektartigen Einsatz dieses Versuches an.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Zinkchlorid verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden, es kann die Atemwege reizen. Es ist sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

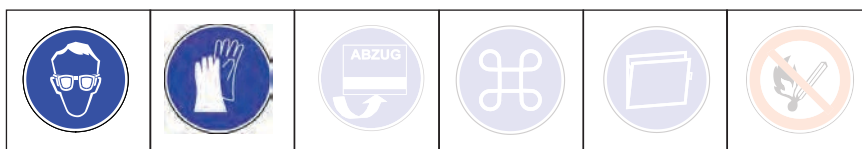
Phthalsäureandhydrid verursacht schwere Augenschäden. Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen. Kann allergische Hautreaktionen verursachen.

Resorcin verursacht schwere Augenreizung und Hautreizungen. Es ist sehr giftig für Wasserorganismen.

Natronlauge, 2 molar, verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden.

Fluorescein verursacht schwere Augenreizung.

Bei allen Stoffen BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife abwaschen; BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Bei asthmaartigen Symptomen an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.




Schutzbrille und Handschuhe tragen.


Entsorgung

Das hergestellte Natrium-Fluoreszin für weitere Versuche aufheben, sonst im Abfallbehälter für organische Stoffe entsorgen. Das Fluoreszin in stark verdünnter Lösung mit viel Wasser in den Abfluss spülen.


Ein alchemistischer Versuch

Chemikalien

Zinkchlorid, wasserfrei, H302 H314 H335 H410  P273 P280 P301+P330+P331
P305+P351+P338 P309+P310

Phthalsäureanhydrid H302 H335 H315 H318 H334 H317  P260 P262 P302+P352
P304+P340 P305+P351+P338 P313 P280

Resorcin H302 H319 H315 H400  P273 P302+P352 P305+P351+P338

Natronlauge, 2 m, 

Materialien

Reageanzglas mit Holzklammer

Bunsenbrenner

Löffelspatel

Große Glasgefäße, wie Bechergläser oder Kolben

UV-Lampe (Black-Light)

UV-Schminke, Pinsel

UV-Lichtleiterfotometer, z. B. Kompakt-UV-Spektrometer LD-Didactic 467 262

Durchführung

1. In einem Reagenzglas werden je eine Spatelspitze Phthalsäureanhydrid und Resorcin mit der doppelten Menge Zinkchlorid gemischt und über einer kleinen Bunsenbrennerflamme geschmolzen.
2. Die blutrote Schmelze wird nach dem Abkühlen mit Natronlauge gelöst.
3. Die Lösung in einem abgedunkelten Raum unter UV-Beleuchtung in ein großes Glas mit Wasser tropfen und die sich entwickelnden grünen Wolken beobachten.



Literatur

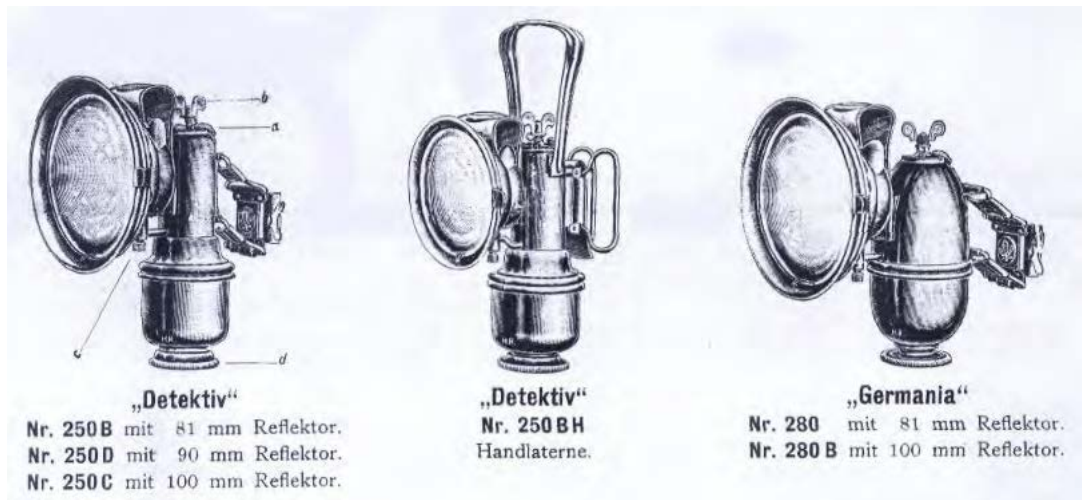
Löwe, Bernd; Riedl, Alexander; Schallies, Michael: Grundlagen der organischen Chemie, Band 2. 1. Aufl., Bamberg, C.C. Buchner, 1985.

Die Carbidlampe

Die Carbidlampe lässt sich im Modell nachbauen, besonders reizvoll ist die Demonstration einer echten Carbidlampe in Betrieb.

Hintergrund

Vor Einführung des elektrischen Lichts waren Carbidlampen eine wichtige Lichtquelle, ob am Fahrrad, im Haushalt oder im Bergwerk. Bis heute werden Carbidlampen in der Höhlenkunde verwendet (Bezugsquelle Lit. 1, es sind aber auch sehr viele historische Modelle über ebay auf dem Markt).

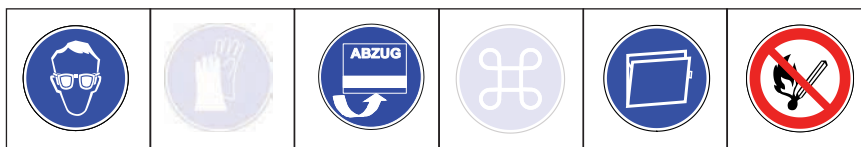


Gefahren



Signalwort: Gefahr

Calciumcarbid entwickelt mit Wasser entzündbare Gase, die sich spontan selbst entzünden können. Ethin ist ein extrem entzündbares Gas und bildet mit Luft explosionsfähige Gemische („Acetylen-Knallgas“). Calciumhydroxid verursacht Hautreizungen und schwere Augenschäden. Kann die Atemwege reizen.




Schutzbrille und Handschuhe tragen. Da das entstehende Ethin insbesondere durch Verunreinigungen giftig ist, muss unter dem Abzug gearbeitet oder gut gelüftet werden.

Entsorgung

Wenn die Reaktion abgeklungen ist, wird die Calciumhydroxidaufschlämmung neutralisiert und über den Ausguss entsorgt.

Die Carbidlampe

Chemikalien

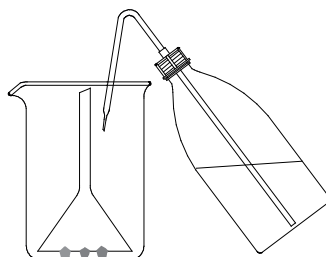
Calciumcarbid (3 - 5 mm Korngröße) , Roth H 260  P223 P231+P232 P370+P378 P422
Wasser, entionisiert

Materialien

Becherglas, 250 ml, niedrige Form
Trichter
Löffelspatel
Reagenzglas mit Seitenansatz
Gummistopfen mit Loch, dazu passend 3 ml Plastikpipette
Glasrohr, gewinkelt, 8 mm, zur Düse ausgezogen
Carbidlampe
Streichhölzer oder Gasanzünder

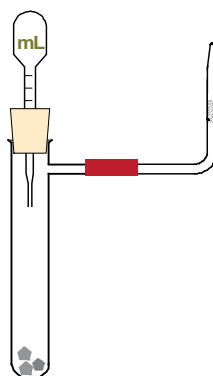
Durchführung 1: Freihandversuch

1. In das Becherglas 3 - 4 Körnchen Carbid geben, Trichter darüberstülpen, etwas Wasser daraufspritzen, Ethin am Auslass des Trichters sofort entzünden.
2. Flamme und Rußbildung (Flitterchen) beobachten.
3. Vorsicht: Flamme kann zurückschlagen, unter kleiner Explosion.



Durchführung 2: Modellversuch

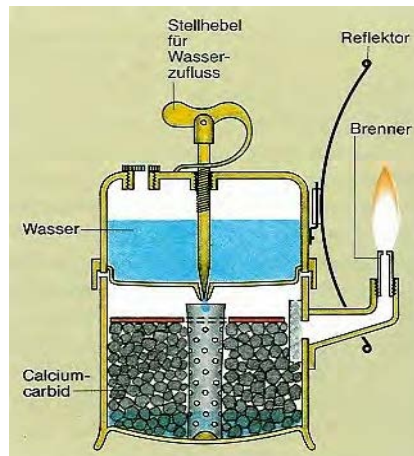
1. Versuch nach Abb. 2 aufbauen. Glasrohr mit Rückschlagsicherung aus Kupfer- oder Stahlwolle versehen.
2. Wasser aus der Pipette kontinuierlich zutropfen und Gas entzünden.



Die Carbidlampe

Durchführung 3: Betrieb der Carbidlampe

1. Carbid in den unteren Teil der Lampe füllen, Wasser in den oberen. Beide Teile miteinander gasdicht verschrauben.
2. Wasser durch Aufdrehen des Stellhebels zutropfen und Gas anzünden.



Beobachtung

Das gebildete Ethin verbrennt mit stark rußender, leuchtender Flamme. Man bemerkt einen unangenehmen, leicht knoblauchähnlichen Geruch.

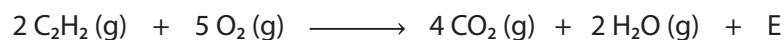
Erklärung

Calciumcarbid reagiert mit Wasser unter Bildung von Ethin und Calciumhydroxid:



Diese Reaktion ist exergonisch, so dass die Reaktion freiwillig abläuft.

Ethin verbrennt mit Sauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser, die Verbrennung ist z.T. unvollständig, dadurch leuchtet die Flamme durch glühende Rußteilchen, auch sind Rußfitterchen zu beobachten:



Früher wurde das so gewonnene Gas wegen seiner hell leuchtenden Flamme zum Betrieb von Gruben-, aber auch von Fahrradlampen benutzt, und auch heute noch wird es wegen seiner hohen Verbrennungstemperatur zum Schweißen eingesetzt.

Der charakteristische „Carbidgeruch“ wird allerdings nicht vom Ethin verursacht, sondern stammt von Phosphin, das aus dem als Verunreinigung enthaltenen Calciumphosphid bei dessen Reaktion mit Wasser entsteht. Reines Calciumcarbid bildet farblose, durchsichtige Kristalle.

Das jedoch meist im Handel erhältliche technische Produkt besteht aus grauschwarzen oder braunen Brocken, deren Farbe auf Verunreinigungen durch Kohlenstoff oder Eisenoxid zurückzuführen ist. Daneben kann es noch geringe Mengen an Calciumoxid, dem bereitserwähnten Calciumphosphid, Calciumsulfid, Calciumnitrid und Siliziumcarbid enthalten (übernommen aus Lit.2).

Literatur

- (1) <http://www.speleo-concepts.com>
- (2) <http://www.job-stiftung.de/pdf/versuche/Karbidlampe.pdf>

Umstrittenes Gesetz

Frankreichs Regierung kippt Alkoholtest-Pflicht

Erst Mitte vergangenen Jahres hat Frankreichs Regierung sie eingeführt: Die Pflicht für Autofahrer, einen Alkoholtester mitzuführen. Doch jetzt ist sie endgültig vom Tisch. Die Zahl der Verkehrstoten soll bis 2020 auch ohne das neue Gesetz halbiert werden.

Wegen Lieferschwierigkeiten und vor allem Ungenauigkeiten der Geräte hagelte es von Anfang an Kritik am neuen Gesetz. Deswegen hat die neue französische Regierung nicht einmal ein Jahr nach der Einführung die neue Vorschrift, dass grundsätzlich alle Autofahrer einen Alkoholtest im Auto bei sich führen müssen, wieder gekippt. Frankreichs Innenminister Manuel Valls versicherte am Freitag in der Zeitung "**Le Parisien**", für ihn gebe es "keine verpflichtenden Alkoholtests und erst recht keine Sanktionen" für Fahrer, die kein Pusteröhrchen in ihrem Auto haben.

Die Vorschrift stammte noch aus der Schaffensperiode der im vergangenen Mai abgewählten konservativen Regierung unter Nicolas Sarkozy. Ursprünglich sollten Autofahrer, die keines der umstrittenen Geräte mit sich führen, bereits ab dem 1. November mit einem Bußgeld von elf Euro bestraft werden - auch Touristen. Diese Frist hatte Valls mehrfach mit Hinweis unter anderem auf "Lieferschwierigkeiten" verschoben. Zuletzt setzte er das Gesetz Ende Januar auf unbestimmte Zeit außer Kraft.

Die Alkoholtests waren vor allem wegen Fragen zu ihrer Zuverlässigkeit und wegen des Preises zunehmend in die Kritik geraten. Alkoholkonsum ist in Frankreich für rund ein Drittel der Toten auf den Straßen verantwortlich. Nach Angaben der französischen Verkehrswacht liegt die Zahl der tödlichen Verkehrsunfälle bei jährlich rund 4000. Innenminister Valls hat sich zum Ziel gesetzt, diese Zahl bis zum Jahre 2020 zu halbieren.

rom/AFP

URL:

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/alkohol-am-steuer-roehrchenpflicht-in-frankreich-ist-gekippt-a-883683.html>

Mehr auf SPIEGEL ONLINE:

Vorschrift in Frankreich: Nichts als Ärger mit den Alkoholtests (09.08.2012)

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/alkoholtests-in-frankreich-nichts-als-aerger-mit-der-vorschrift-a-849094.html>

Alcolocks: Sperrriegel für Trinker (15.03.2011)

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/alcolocks-sperrriegel-fuer-trinker-a-751121.html>

Mehr im Internet

"Le Parisien"

<http://www.leparisien.fr>

SPIEGEL ONLINE ist nicht verantwortlich für die Inhalte externer Internetseiten.

© SPIEGEL ONLINE 2013

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH

Starke und schwache Säuren

Mit Hilfe der Leitfähigkeitsmessung wird zwischen starken (Salzsäure) und schwachen Säuren (Essigsäure) unterschieden. Dazu werden gleichmolare Lösungen verwendet und die Messwerte als Balkendiagramm dargestellt.

Hintergrund

Durch das Vorliegen von Oxonium- und Säureanionen sind saure Lösungen leitfähig. Bei Lösungen gleicher molarer Konzentration von einprotonigen Säuren ist die Leitfähigkeit ein Maß dafür, wie stark die Säuremoleküle dissoziiert sind. Dadurch lässt sich der Begriff *starke* und *schwache Säure* ableiten.

Gefahren



Schutzbrille tragen. Essigsäure, 100%, ist entzündlich und verursacht schwere Verätzungen. Dämpfe nicht einatmen, bei Berührung mit den Augen sofort mit viel Wasser spülen und den Arzt aufsuchen.

Materialien

Computer mit CASSY Lab
 Pocket CASSY oder Sensor CASSY
 Leitfähigkeitsadapter S
 Leitfähigkeitselektrode
 3 Bechergläser, 50 ml

Chemikalien

Essigsäure, 100%, H 226, H 314
 0,1 mol/l Essigsäure
 0,1 mol/ Salzsäure

Hinweis: Der Versuch kann mit anderen Messwerverfassungssystemen oder Leitfähigkeitsmessgeräten durchgeführt werden.

Einstellung im Messprogramm

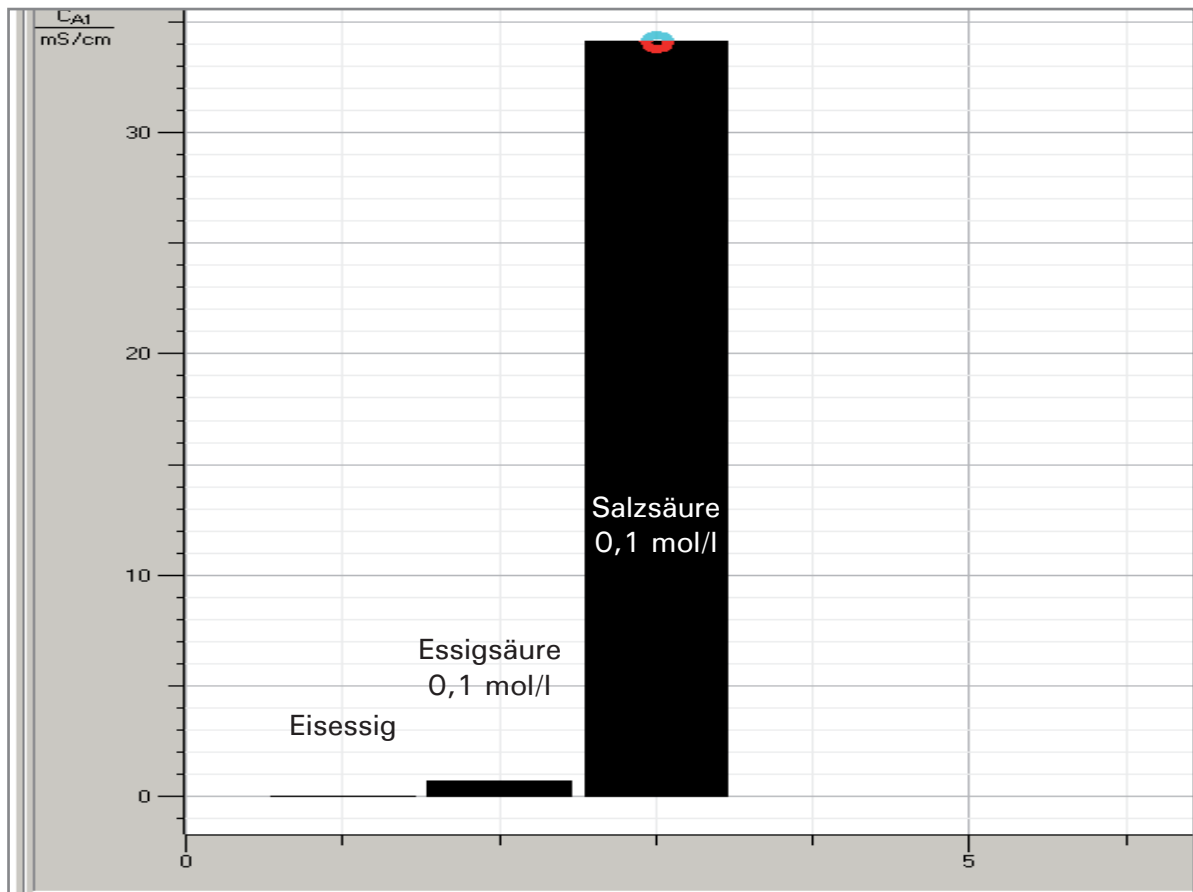
- Messbereich $0 \text{ mS/cm} \dots 100 \text{ mS/cm}$
- Manuelle Messwertaufnahme (in CASSY Lab F9 drücken)
- Darstellung der Messwerte als Balkendiagramm.

Durchführung

Die Reihenfolge der Messung ist unbedingt einzuhalten. Man beginnt mit der trockenen Elektrode im Eisesig, spült mit dest. Wasser ab und misst in verd. Essigsäure und dann in verd. Salzsäure.

Starke und schwache Säuren

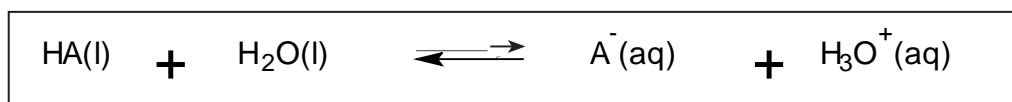
Messkurve



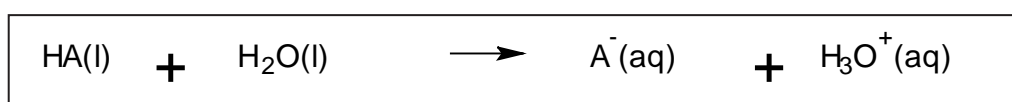
Auswertung

Eisessig (100 % Essigsäure) besitzt keine Leitfähigkeit, da nur CH_3COOH - Moleküle vorliegen.

Verd. Essigsäure besitzt eine gewisse Leitfähigkeit, da ein kleiner Teil der CH_3COOH - Moleküle dissoziiert ist:

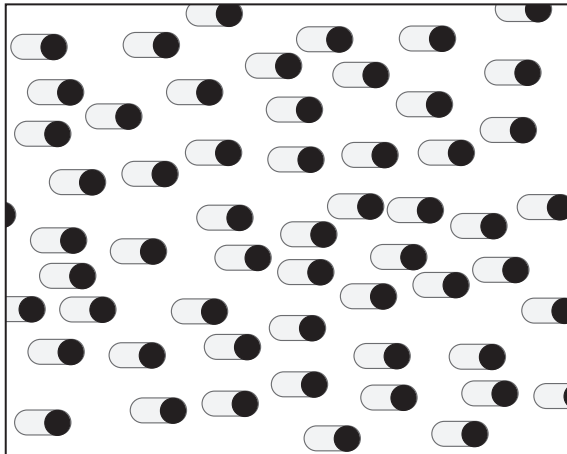


Verd. Salzsäure zeigt die größte Leitfähigkeit, da alle HCl - Moleküle dissoziiert sind:



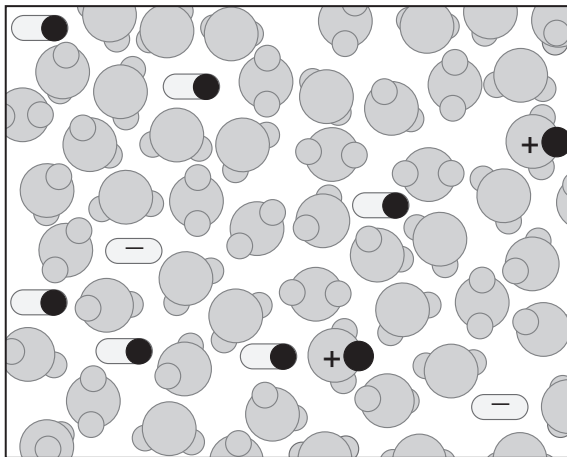
Starke Säuren sind dadurch gekennzeichnet, dass von den ursprünglichen Säuremolekülen HA viele Teilchen dissoziiert sind, schwache Säuren sind dadurch gekennzeichnet, dass wenig HA - Teilchen dissoziiert sind.

Starke und schwache Säuren



Essigsäure, 100%

Keine Ionen - keine Leitfähigkeit



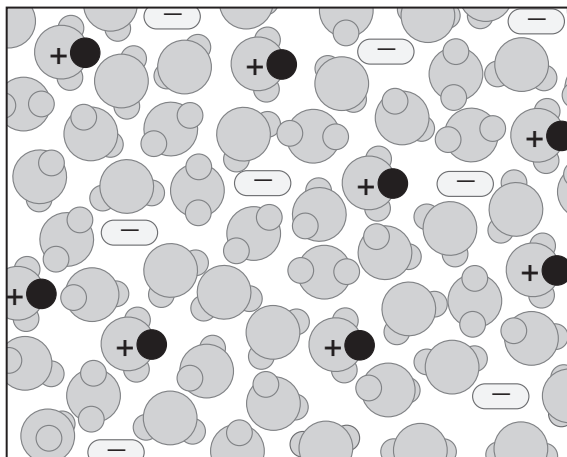
Verdünnte Essigsäure

$c_0(\text{HA}) = 8$ Teilchen/Volumeneinheit
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 2$ Teilchen/Volumeneinheit

Nur wenig Ionen - geringe Leitfähigkeit

Ein kleiner Teil der HA-Moleküle ist dissoziiert
 = schwache Säure

Gleichgewicht liegt links



Verdünnte Salzsäure

$c_0(\text{HA}) = 8$ Teilchen/Volumeneinheit
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 8$ Teilchen/volumeneinheit

Viele Ionen - große Leitfähigkeit

Alle HA-Moleküle sind dissoziiert
 = starke Säure

Gleichgewicht liegt rechts

Entsorgung

Essigsäure, 100%, für Messungen wiederverwenden. Die übrigen Lösungen können im Abwassernetz entsorgt werden.

Literatur

(1) http://www.rsc.org/images/Explaining_acid_strength_tcm18-189309.pdf

Estersynthese mit Wasserauskreisung

Essigsäure-n-butylester wird in fast 100 % -iger Ausbeute dargestellt, indem das entstehende Wasser abdestilliert wird. Dazu dient ein eigenes Glasgerät, der Wasserauskreiser.

Hintergrund

Die Estersynthese ist eine Gleichgewichtsreaktion. Das Gleichgewicht lässt sich komplett auf die Seite der Produkte verschieben, wenn eines der Produkte aus dem Gleichgewicht entfernt wird. In diesem Fall wird Wasser abdestilliert.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Essigsäure ist als Flüssigkeit und Dampf entzündbar. Verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden.

Butan-1-ol ist als Flüssigkeit und Dampf entzündbar. Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. Verursacht schwere Augenschäden. Verursacht Hautreizungen. Kann die Atemwege reizen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

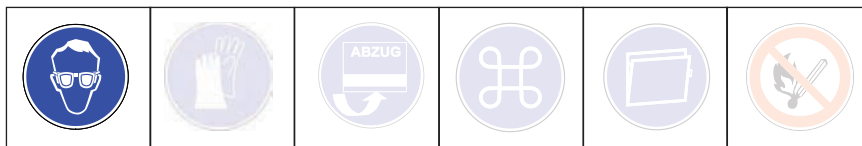
Schwefelsäure, konz., verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden.

Natriumcarbonat und Calciumchlorid reizen stark die Augen.

Essigsäure-n-butylester ist als Flüssigkeit und Dampf entzündbar. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.

Nicht mit offener Flamme arbeiten (Heizhaube verwenden).

BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.



Schutzbrille tragen.

Entsorgung

Der Ester wird im Abfallbehälter für organische Lösemittel entsorgt.

Estersynthese mit Wasserauskreisung

Chemikalien

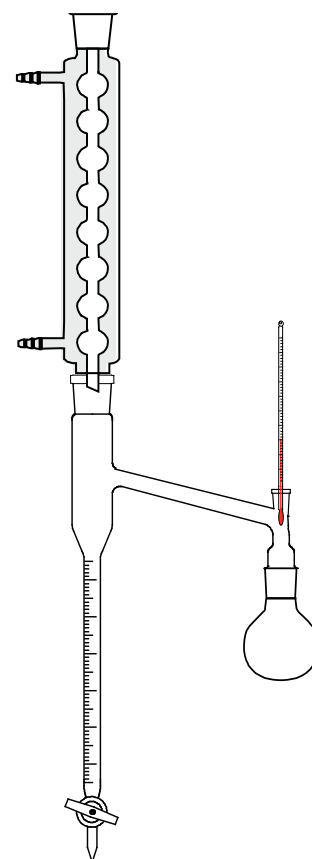
Essigsäure, 96 % H226 H314 P280 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P307 P310
 Butan-1-ol H226 H302 H318 H315 H335 H336 P280 P302+P352 P305+P351+P338 P313
 Schwefelsäure, konz. H314 H290 P280 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P309+P310
 Natriumcarbonat Decahydrat H 319 P260 P305+P351+P338
 Calciumchlorid, wasserfrei H 319 P305+P351+P338

Materialien

Rundkolben, 500 ml
 Wasserauskreiser
 Rückflusskühler, Schläuche
 Heizhaube, 500 ml
 Stativmaterial
 Thermometer oder Messwerterfassung mit Temperaturfühler

Durchführung

1. Aufbau der Versuchsanordnung nach nebenstehender Skizze.
2. 10 ml Butanol in den Bürettenteil des Wasserauskreisers geben.
1. In den Rundkolben das Reaktionsgemisch aus 75 g Essigsäure (1,25 Mol), 92,5 g Butanol (1,25 Mol) und 1 ml Schwefelsäure, konz., geben.
2. Das Reaktionsgemisch zum schwachen Sieden erhitzen, die Dampftemperatur nicht größer als 115 - 120 °C werden lassen, da sonst Ester überdestilliert.
3. Die Reaktion ist beendet, wenn kein weiteres Wasser mehr sich im Bürettenteil ansammelt.
4. Nach dem Abkühlen Estermenge im Rundkolben bestimmen.
5. Geruchsprobe.
6. Den Ester im Kolben zum Reinigen mit 10 % Sodalösung ausschütteln, um die Schwefelsäurereste zu entfernen, dann über Calciumchlorid trocknen.
7. Eventuell zum Reinigen noch einmal abdestillieren.



Beobachtung

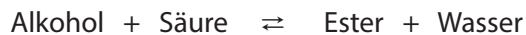
Dämpfe steigen auf, kondensieren am Rückflusskühler, Flüssigkeit tropft nach unten in den Bürettenteil des Wasserauskreislers. Dort trennt sich das Kondensat in eine schwerere Wasser- und eine leichtere organische Phase (vor allem Butanol), die wieder in den Reaktionskolben zurückfließt.

Der Ester riecht fruchtartig.

Estersynthese mit Wasserauskreisung

Erklärung

Die Esterbildung ist eine Gleichgewichtsreaktion:



Je nach beteiligten Ausgangsstoffen liegt das Gleichgewicht mehr auf der Seite der Ausgang oder Endstoffe. Will man eine möglichst hohe Esterausbeute, kann man das Gleichgewicht auf die rechte Seite verschieben, indem man den Ester oder das Wasser abdestilliert.

Die beteiligten Stoffe haben folgende Siedepunkte:

Wasser	100,0 °C
Butan-1-ol	117,5 °C
Essigsäure	118,1 °C
Essigsäure-n-Butylester	127,0 °C
Schwefelsäure	338,0 °C

Wasser und Butan-1-ol bilden ein Azeotrop, das einen Siedepunkt von 92,4 °C besitzt (Lit. 2) Als Destillat geht somit zwischen 90 und 120 °C vor allem das Wasser - Butanol Azeotrop (mit kleinen Mengen Essigsäure und Schwefelsäure vermischt) über und kondensiert am Kühler. Es tropft in den Bürettenteil des Wasserauskreislers.

Dabei trennt sich das Wasser - Butanol Gemisch, Butanol schwimmt oben auf und ließt wieder zurück in den Kolben.

Dadurch wird letztendlich Wasser aus dem Reaktionskolben abdestilliert, so dass Essigsäure und Butanol fast vollständig zum Ester reagieren.

Essigsäure bildet mit Butan-1-ol kein Azeotrop.

Bezugsquelle

Der Experimentiersatz kann von Windlab www.winlab.de unter der Bestellnummer 4199 91044 bezogen werden. Die Kosten belaufen sich auf 259,00 Euro + MwSt. (Stand 2015).

Literatur

- (1) Bukatsch, F.; Glöckner, F.: Experimentelle Schulchemie, Bd. 6/1. Aulis, Köln, 1974.
- (2) https://en.wikipedia.org/wiki/Azeotrope_tables

Margarineherstellung

Margarine wird aus festem Kokosfett und einem Pflanzenöl hergestellt. Dadurch entsteht eine streichfähige Masse.

Hintergrund

Margarine ist ein industriell hergestelltes Streichfett, das billige Pflanzenöle nutzt, und so eine preisgünstige Alternative zu Butter ist.

Gefahren



Die Margarine kann und soll verkostet werden. Daher in sauberer Umgebung arbeiten, keine Laborgeräte verwenden, sondern Gerätschaften und Zutaten aus der Küche mitbringen.

Chemikalien

- Kokosfett (Palmin), 100 g
- Pflanzenöl, 125 ml
- Milch, 25 ml
- Eigelb, 1 Stück
- Kochsalz, Prise
- Eis, gestoßen (Kältebad)
- Kochsalz (Kältebad)
- Brot zum Verkosten

Materialien

- Becherglas, 1000 ml
- Plastikschüssel (für das Kältebad)
- Messzylinder, 250 ml
- Handrührer
- Gummischaber
- Herdplatte
- Messer

Durchführung

Vor der Margarinezubereitung eine Kältemischung mit zerstoßenem Eis und Kochsalz herstellen. Kokosfett und Pflanzenöl (z.B. Sonnenblumen- oder Weizenkeimöl) im Becherglas auf der Herdplatte so lange erwärmen, bis das Kokosfett geschmolzen ist. Von der Herdplatte nehmen, mit Eigelb, Milch und Salz verrühren. Mischung ins Eisbad stellen und mit dem Mixer solange rühren, bis alles fest geworden ist. Mit Brot verkosten. Die Menge reicht für etwa 25 - 30 Personen.

Erklärung:

Weder Kokosfett, das zu hart ist, noch das flüssige Pflanzenöl können für einen Brotaufstrich verwendet werden. Die Mischung gibt eine auch bei Kühlschranktemperatur streichfähige Masse. Durch die Zugabe von Milch soll die Margarine vom Geschmack an Butter erinnern, das Eigelb dient als Emulgator, um Fett und Wasser zu vermischen.

Literatur

D. Böhlmann: Wirtschaftsbiologische Aspekte im Biologieunterricht. Metzler, Stuttgart, 1985

Tie Dye Färben von T-Shirts

Beim Tie Dye Färben wird die Farbe auf das Färbegut aufgetropft und nicht das T-Shirt in die Farblösung getaucht. Dadurch entstehen bunte T-Shirts. Durch Abbinden und Falten des T-Shirts werden zusätzlich Muster wie z. B. Spiralen erzeugt.

Hintergrund

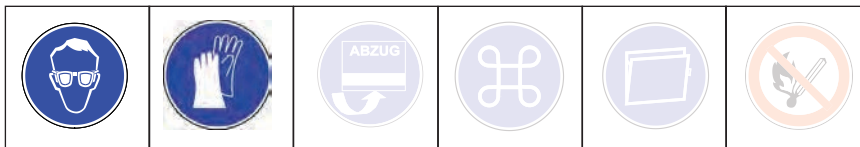
Die Technik ist so alt, wie die Hippie-Bewegung, auch durch die Entwicklung von modernen Reaktivfarbstoffen bedingt. Bei dieser Versuchsanleitung werden Procion MX - Farbstoffe verwendet.

Gefahren



Signalwort: Achtung


Soda verursacht schwere Augenreizung.



Schutzbrille, Labormantel oder alte Kleidung tragen.

Chemikalien

Procion MX - Farbstoffe

Soda (Natriumcarbonat Decahydrat 319  P260 P305+P351+P338

Materialien

T-Shirt aus Baumwolle, vorgewaschen
 Eimer, 10 l, zum Einweichen der T-Shirts
 Paketschnur zum Abbinden, Schere; alternativ Gummis
 Plane zum Unterlegen oder Abdecken
 Gitterroste, z.B. aus alten Kühlschränken vom Wertstoffhof
 evt. Wannen
 Tropffläschchen
 Plastiktüten

Entsorgung

Farblösungen sind nur begrenzt haltbar, Farben mit viel Wasser im Abfluss entsorgen.

Tie Dye Färben von T-Shirts

Durchführung (nach Lit. 1)

1. 500 g Soda in 5 Liter warmen Wasser auffüllen, dann auf 10 Liter auffüllen.
2. T-Shirts in dieser Sodalösung 15 Minuten einweichen, danach auswringen
3. T-Shirts mit der Vorderseite nach unten auf den Tisch legen und das Spiralmuster falten und mit Schnur oder Gummis fixieren.
4. Procion MX - Farben ansetzen: 6 Gramm Farbstoff in 100 ml warmen Wasser lösen, in Tropffläschchen abfüllen.
5. T-Shirts auf einen Gitterrost legen, das ganze auf eine abwischbaren Unterlage. Die Farben auftropfen.
6. Das T-Shirt in eine Plastiktüte verpacken, 24 Stunden einwirken lassen.
7. Danach Auswaschen und zum Trocknen aufhängen. Vor dem Anziehen noch einmal in der Waschmaschine, getrennt von anderen Kleidungsstücken, waschen.

Falttechnik (Lit. 2)



Weitere Falttechniken finden sich in Lit. 2 beschrieben.

Beobachtung

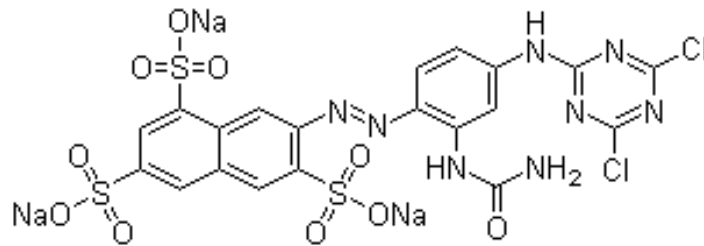
Das T-Shirt weist ein Spiralmuster auf. Die Farben sind durch weiße Abschnitte voneinander getrennt.



Tie Dye Färben von T-Shirts

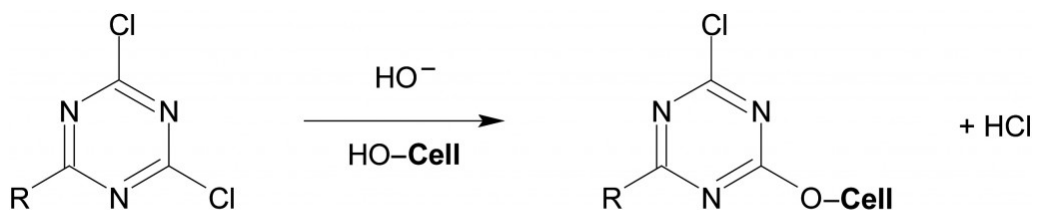
Erklärung

Die Procion MX - Farbstoffe gehören zu den Reaktivfarbstoffen. Dies erklärt sich aus dem Bau der Moleküle. Vom der Struktur gesehen sind Procion MX - Farbstoffe Azofarbstoffen, und aufgrund der Gruppe, die an die Faser bindet, Dichlortriazine. Das orange Yellow MX - 8G, das als Beispiel für einen Procion MX-Farbstoff genannt sein soll, hat folgend Formel:



Das Molekül besitzt ausgedehnte konjugierte Doppelbindungssystem, Substituenten, die die Wasserlöslichkeit bedingen ($-SO_3^-$ -Gruppe), sowie Chlorsubstituenten im Triazin-Ring, die für die Reaktion als Reaktivfarbstoff verantwortlich sind.

Die OH-Gruppen der Cellulose können mit den freien Elektronenpaaren am Sauerstoff das stark positiviert C-Atom, das an das Chlor-Atom bindet, angreifen:



HO-Cell steht für Cellulose, R ist der chromophore Rest

Chlor ist eine gute Abgangsgruppe, es bildet sich zwischen der Cellulose und dem Farbstoffmolekül eine stabile Atombindungen. Als Reaktionsprodukt entsteht noch Salzsäure.

Aufgrund der leichten Angreifbarkeit durch eine OH-Gruppe sind die wässrigen Farbstofflösungen nicht auf dauer stabil. Wasser kann genauso angreifen, dadurch verlieren die Farbstoffmoleküle nicht ihre Farbkraft, sie können aber nicht mehr ankuppeln.

Bezugsquellen

Procion MX - Farbstoffe sind leicht über Internetshops zu beziehen. Eine mögliche Bezugsquelle ist z.B.

http://www.quiltundtextilkunst.de/shop/kreativ/procion_mx.html

Literatur

- (1) Färberezept nach Anleitung des Lieferanten
- (2) <http://www.prochemical.com/directions/Folding.htm>
- (3) Shore, John: Cellulosics Dyeing. Society of Dyers and Colourists, The Alden Press, Oxford, 1995.

Blaudruck

Eine Schutzmasse, vom Blaudrucker Papp genannt, wird auf Leinen- oder Baumwollgewebe aufgedruckt. An diesen Stellen wird das Gewebe beim anschließenden Färben mit Indigo nicht angefärbt. Die Schutzmasse wird nach dem Färben herausgewaschen. Es entsteht ein weißes Muster auf blauem Grund.

Hintergrund (nach Lit. 1)

Das Verfahren (sog. Reservetechnik) ist in Europa etwa vor 300 Jahren entstanden. Im Orient und Indien kannte man aber schon seit langem ein Verfahren, bei dem Wachs als Schutzmasse aufgebracht wurde. Als Batik ist eine dieser Techniken auch heute bei uns beliebt.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Schutzbrille und Handschuhe tragen. Vorsicht beim Umgang mit Natriumhydroxid, konz. Natronlauge und konz. Schwefelsäure, verursachen starke Verätzungen der Haut und Augenschäden. Beim Verdünnen Schwefelsäure in das Wasser geben, nicht umgekehrt. Im Notfall mehrere Minuten mit einem weichen Wasserstrahl spülen (Augendusche). Natriumdithionit kann sich selbst entzünden. Papp nicht in das Abwasser geben, Kupfersalze sind sehr giftig für Mikroorganismen.

Chemikalien

Vollwaschmittel

Kaolin (Bulus), gepulvert

Gummi arabicum, Pulver

Kupfer(II)-sulfat x 5 H₂O

H 302, H 319, H 315, H 410

Indigo Küpe 60 %

Natriumhydroxid H 315, H 290

Natronlauge 33%, H 314, H 290

Natriumdithionit H 251, H 302

Schwefelsäure, konz., H 314, H 290

Materialien

Verschiedene Gefäße (Becherglas, 800 ml, Spülwanne)

Kleiderleinen oder Baumwollstoff, etwa 20 cm x 20 cm

Rechteckiger Putzeimer

Glas- oder Holzstab zum Umrühren

Waage, Messzylinder oder Messbecher

Korke unterschiedlicher Größe als Stempel

Planen und alte Zeitungen zum Abdecken des Fußbodens und der Tische

Blaudruck

Vorbehandlung der Stoffproben

Bei neuer Baumwolle muss die Appretur mit einem Tensid in sodaalkalischer Lösung (Vollwaschmittel) entfernen und so leicht benetzbar gemacht werden. Dazu werden die Stoffstücke mit heißem Wasser übergossen und mehrfach in der Waschlauge hin und her bewegt. Danach in Wasser ausspülen und zum Trocknen aufhängen.

Rezept für Pappreserve (nach Lit. 1)

280 g Kaolin
280 g Wasser
315 g Gummi arabikum Ansatz (1/2 Gummi - 1/2 Wasser)
125 g Kupfersulfat x 5 H₂O

Kaolin über Nacht mit dem Wasser quellen lassen. Gummi arabicum- Ansatz einrühren und das fein gepulverte Kupfersulfat in der Masse durch Erwärmen oder Stehen lassen lösen.

Aufdrucken der Muster

Die Korke werden in die Pappreserve getaucht und damit Muster auf den trockenen Stoff aufgebracht. Anschließend muss der Papp trocknen. Dies kann im Trockenschrank bei 50°C beschleunigt werden.

Rezept für das Färbebad (5 l)

5 l Wasser, dest.
50 ml Natronlauge 33%
30 g Natriumdithionit
16 g Indigo Küpe 60%

Natronlauge und Natriumdithionit in Wasser lösen, dann Indigo Küpe 60% zugeben. Vorsichtig herumrühren. Wenn sich alle Indigokristalle gelöst haben, ist die Küpe bereit zum Färben.

Färben

Die Stoffe so in die Färbelösung eintauchen, dass sie sich nicht gegenseitig berühren. Etwa fünf Minuten färben. In der Lösung die Stoffe ab und zu bewegen. Danach aus dem Farbbad nehmen und unter fließendem Wasser auswringen (Handschuhe). Den Stoff an der Luft oxidieren lassen (verfärbt sich blau).

Entfernung des Papps

Das gefärbte Stoffstück in verdünnter Schwefelsäure (100 ml konz. Schwefelsäure auf 5 l Wasser) bei 30°C behandeln. Danach gründlich in Wasser auswaschen, bis alle Säurereste entfernt sind und zum Trocknen aufhängen.

Entsorgung

Papp gut verschlossen aufheben (schimmelt nicht, wegen Kupfersalze), Indigo zum Färben ausnutzen, dann ins Abwasser.

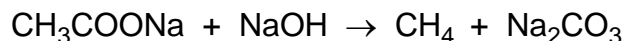
Literatur

- (1) Koch, J. H.: Mit Model, Krapp und Indigo. Vom alten Handdruck auf Kutten und Leinwand. Christian Verlag, Hamburg, 1984

Themenkreis Kohlenwasserstoffe

Versuch 11.10: Methan aus Natriumacetat

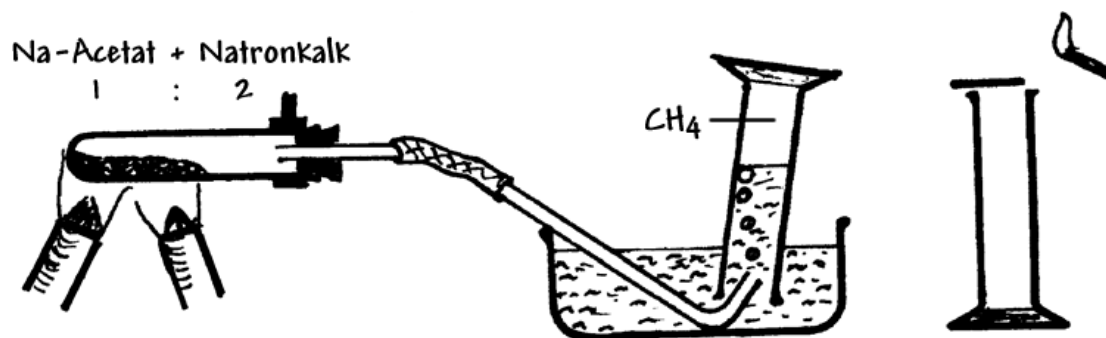
Methan lässt sich durch Erhitzen von wasserfreiem Natriumacetat CH_3COONa mit Ätznatron NaOH herstellen:



Sicherheit: Schutzbrille
Entsorgung: problemlos.

Durchführung:

- Baue die Apparatur auf. Das – schwer schmelzbare - Reagenzglas schräg einspannen und am oberen Ende halten, da es stark erhitzt werden muss.
- Verreibe in einem Mörser wasserfreies Natriumacetat mit Natronkalk (Gemisch aus NaOH und CaO) im Verhältnis 1 : 2. Ggf. nur NaOH .
- Erhitze das Gemisch in dem Reagenzglas bis zur beginnenden Rotglut am besten mit zwei Brennern.
- Fange dabei das entweichende Gas in einer pneumatischen Wanne auf. Eine kleine Gasprobe anfangs verwerfen, da diese noch Luft enthält.
- Prüfe das Methan auf Brennbarkeit.
- Vorsicht! Nach Beendigung der Gasentwicklung das System lüften, bevor der Brenner entfernt wird! Sonst kann Wasser in das heiße RG zurück steigen.



Achtung:

Reagenzglas mit seitlichem Ansatz als Sicherheitsflasche zwischen Reagenzglas und Wasserwanne dazwischen Schalten.

Experiment 6. Density of Methane: Lighter-than-Air Methane Bubbles.³

Equipment:

- large bulb polyethylene transfer pipet
- scissors
- candle in holder
- matches or lighter

Chemicals:

- CH₄(g), 60-mL
- 3% dish soap solution

Methane is 45% lighter than air, so bubbles of the gas rise. Single bubbles of suitable size are easily generated by the device shown in Figure 15.8. A large bulb polyethylene transfer pipet is connected to a methane-filled syringe with a 2-cm length of latex tubing. The bulb of the pipet is cut off with a scissors.

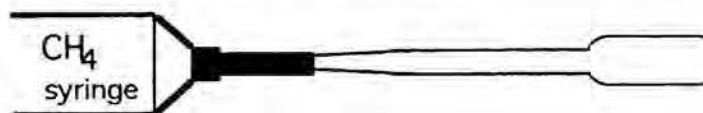


Figure 15.8. A pipet used as a bubble-maker

Making the bubbles: Dip the mouth of the pipet into a 3% dish soap solution. A film of soap will cover the opening. Start forming the bubble while directing the pipet's mouth downward (Figure 15.8, rotated right) so the bubble forms below the device. This allows extra soap solution to gather at the bottom of the bubble as it is forming. While the bubble is still small, a slight shake will dislodge the extra drop which otherwise could make the bubble heavier-than-air. Quickly fill the bubble with the 60-mL gas while tilting the device to a horizontal position (Figure 15.8). Dislodge the bubble with an abrupt downward flick of the pipet. The bubble may rise, stay suspended in air or slowly drop depending on the amount of methane compared to the mass of the soap film. Bubbles containing 60-mL methane usually rise. The bubbles can be ignited with a candle. They will produce a fireball about 20-cm in diameter and represent about 2 kJ of heat. **USE CAUTION!**

³ Based on "Spectacular Gas Density Demonstration Using Methane Bubbles", R. Snipp, B. Mattson, and W. Hardy, *Journal of Chemical Education*, 1981, 58, 354.

Versuch 14.8.: Flammpunktbestimmung

Sicherheit: Vorsicht beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten! Für diesen Versuch nur sehr kleine Vorratsflaschen (z.B. 50 ml) verwenden und diese beiseite stellen! Flaschen nie offen stehen lassen! Keine offenen Flammen in unmittelbarer Nähe der Vorratsflaschen! Schutzbrille! Abzug! Feuerfeste Unterlage (Blech)!

Handfeuerlöscher, Löschdecke, Notbrause, Telefon OK?

Entsorgung: Behälter Altöl bzw. Org. Abfälle

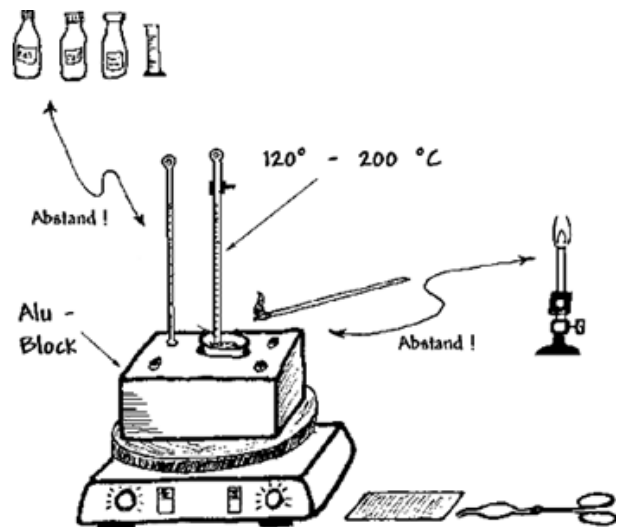
Der "Flammpunkt" ist ein Kriterium für die Entflammbarkeit brennbarer Flüssigkeiten durch Fremdzündung. Er ist Anhaltspunkt für die Explosions- und Feuergefährlichkeit. Die Einteilung in verschiedene Gefahrenklassen bei Transport und Lagerung stützt sich auf den jeweiligen Flammpunkt. Definition nach DIN 51755 (51376): "Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur (bei 1013 hPa), bei der sich aus der zu prüfenden Flüssigkeit unter festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sich ein durch Fremdzündung entflammables Dampf-Luft-Gemisch bildet". Beim "Brennpunkt" (der etwas höher liegt), brennt die Flüssigkeit von selbst weiter; die "Zündtemperatur" ist diejenige, bei der sich ein Gemisch ohne fremde Zündquelle von allein entzündet.

Bei unserem Versuch werden 5 mL Probe in einem Porzellantiegel und einem Alublock auf einer elektrischen Heizplatte allmählich aufgeheizt. Der Alublock ist mit diversen dimensionierten Löchern versehen. Mit einem Thermometer wird die Temperatur ermittelt, bei der die erste Verpuffung wahrzunehmen ist.

Zum Abdecken bzw. Löschen ist ein Blechdeckel bereitzuhalten.

Als Zündquelle dient eigentlich eine 1cm lange Gasflamme, die 1 cm über die Flüssigkeit geführt wird. Bei uns reicht ein brennender Holzspan, der an einem abseits stehenden Brenner immer wieder angezündet werden kann. Bei der Ermittlung von Flammpunkten unterhalb der Raumtemperatur kann man den Alublock vorher in Eis (in einer Plastiktüte) oder im Kühlschrank kühlen.

- Baue Alublock, Heizplatte, Tiegel, Thermometer u.a. wie abgebildet auf. Ggf. Hohlraum zwischen Alublock und Tiegel mit Alufolie ausfüllen. Brenner etwas abseits aufstellen.
- Verwende als Prüfsubstanzen z.B. Ethanol, Diesel, Heizöl, Lampenöl, Palmin, ...
- Gib 5 mL der Probe in den Tiegel und heize langsam auf.
- Führe einen brennenden Holzspan in regelmäßigen Abständen etwa 1 cm über den Tiegel.
- Notiere die Temperatur, wenn eine kleine Verpuffung eintritt (= Flammpunkt) bzw. allein weiter brennt (Brennpunkt). Flamme durch Abdecken löschen.
- Nimm mit der Tiegelzange den Tiegel herunter. Probe abkühlen lassen und entsorgen.
- Bei weiteren Versuchen den Alublock vorher abkühlen!









Lit.: P. Menzel: Flammpunktbestimmung - ein Beitrag zur Sicherheitserziehung im Chemieunterricht.

In: PdN-Ch Heft 3/40, Jg.1991, S. 32-34.

Flammpunkte findet man z.B. im Merck-Katalog u.a.

Bestimmung des Heizwertes von Kerzenwachs (Dosenkalorimeter)

DGUV SR 2003							Weitere Maßnahmen: Text:
x	x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Geräte:

Waage, Messzylinder, leere Getränkedose, Multimessgerät mit Temperaturfühler oder Thermometer, Teelicht, Stativ und Stativklammer, Wasser

Versuchsdurchführung

- Wiege das Teelicht.
- Gib in die Dose 150 ml Wasser.
- Befestige die Dose mit einer Stativklammer, so dass der Abstand zur Kerzenflamme so klein ist, dass die Flamme noch nicht erlischt.
- Tauche den Temperaturfühler/das Thermometer in die Dose und rühre vorsichtig. Notiere diese Temperatur als Starttemperatur und miss nun 3 Minuten lang alle 30 Sekunden.
- Entzünde die Kerze nach 2 Minuten 55 Sekunden und stelle sie unter die Dose, nachdem die Temperatur nach 3 Minuten abgelesen wurde.
- Lösche die Flamme, wenn die Temperatur um ca. 6° C gestiegen ist. Lass die Kerze auskühlen und wiege sie erneut.
- Miss die Temperatur noch 4 Minuten über den Zeitpunkt des Löschens der Kerze hinaus alle 30 Sekunden.

Entsorgung: Ausguss

Aufgaben: (für Schüler)

- Notiere alle Messwerte in einer Tabelle (Zwei Spalten: Zeit in Sekunden oder Minuten, Temperatur in °C).
- Erstelle aus den Messdaten ein x-y-Diagramm (mindestens eine halbe DIN-A4-Seite groß; X-Achse Zeit in Einheit Sekunden, Y-Achse Temperatur in Einheit °C, Temperaturbereich von 20 – 30 °C).
- Bestimme aus dem Diagramm die Temperaturdifferenz zwischen Anfangs- und maximaler Temperatur des Wassers.
- Stelle die Energieumwandlung in einem Schema dar. Wo „steckt“ die bei der Verbrennung frei werdende Wärme?

Hinweis: es gibt eine Umwandlung der Energie von einer Form in die andere und außerdem eine Übertragung der Energie von einem Medium auf ein anderes.

Varianten des Versuchs:

Die Versuchsanleitung ist hier geschlossen dargestellt und leitet die Schülerinnen und Schüler sehr eng.

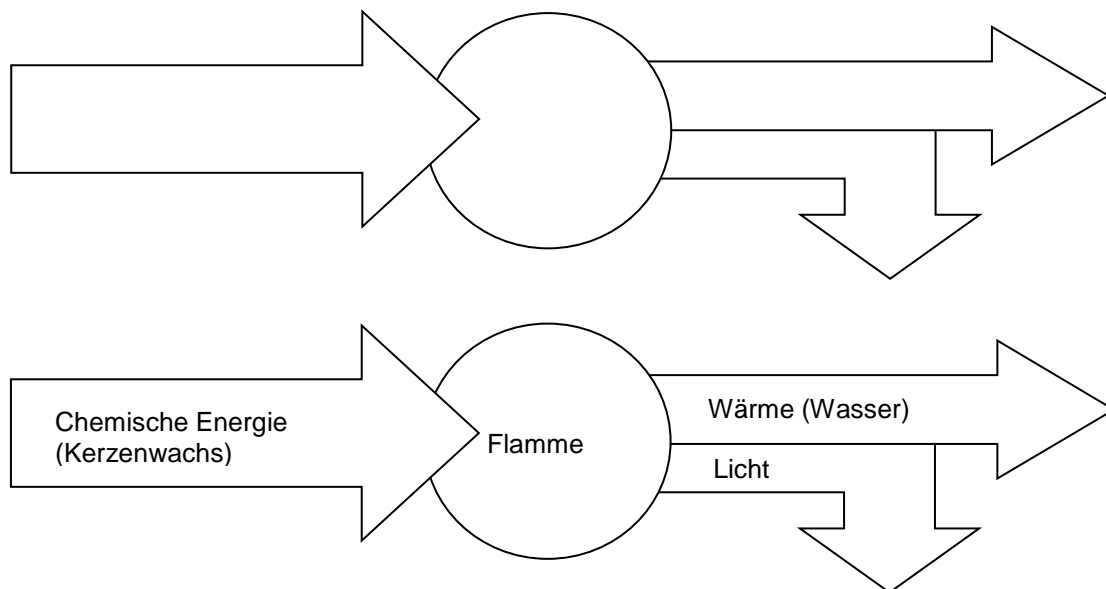
Der Versuch kann im Vorfeld auch mit der Klasse im Unterrichtsgespräch erarbeitet werden. Dabei muss den Schülerinnen und Schülern klar werden, dass die Wärme, die bei der Reaktion entsteht, im Wasser der Dose gespeichert wird. Eine Versuchsanleitung wird auf der Grundlage des Unterrichtsgesprächs dann gemeinsam entwickelt.

Mit den Schülerinnen und Schülern wird die Fragestellung des Versuches besprochen und dann eine Kiste mit den zur Verfügung gestellten Materialien ausgeteilt. Auf dieser Grundlage ist ein eigener Versuchsaufbau zu erstellen.

Anstelle der Aufnahme einer Temperaturkurve wird nur die Temperaturdifferenz zwischen Anfangs- und Endtemperatur ermittelt.

Die Temperaturkurve wird mit einem Messwerterfassungssystem aufgenommen und daraus die Temperaturdifferenz bestimmt.

Darstellung der Energiewandlung mit Hilfe folgenden Schemas:



Mögliche vertiefende Arbeitsaufträge: (für Schüler)

- Überlege gemeinsam mit deinen Mitschülern, welchen Einfluss die Veränderung der Wassermenge in der Dose auf das Versuchsergebnis hat.
- Die bei der Reaktion frei werdende Wärmemenge soll berechnet werden. Überlege, zu welchen Größen sie proportional ist.
- Die mit diesem Versuchsaufbau ermittelten Werte für die bei der Verbrennung frei werdende Menge sind meistens kleiner als der theoretische Wert. Entwickle Verbesserungsmöglichkeiten im Versuchsaufbau, die eine genauere Bestimmung ermöglichen.
- Erkläre, welchen Einfluss das Rußen auf die ermittelten Werte hat.

Lehrerinformationen

Didaktische Hinweise:

Der Versuch ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, die bei einer Verbrennung frei werdende Menge nicht nur qualitativ, sondern in bestimmten Grenzen auch quantitativ zu erfahren. Dabei wird der Fachbegriff „Brennwert“ aufgegriffen und die Kompetenz „Die Schülerinnen und Schülern werten Brennwerttabellen aus und schließen auf die Eignung der betrachteten Stoffe als Brennstoff.“ entwickelt.

Bei der Besprechung des Versuches ist herauszuarbeiten:

- Das Kerzenwachs verbrennt. Dabei handelt es sich um eine chemische Reaktion, bei der Wärme frei wird, weil chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird.
- Die frei werdende Wärme wird von der Dose und dem darin enthaltenen Wasser aufgenommen, wodurch sich dieses erwärmt.
- Die Wärmemenge ist proportional zum Temperaturanstieg.
- Um die Bedeutung der Wassermenge zu diskutieren, können verschiedene Gruppen mit unterschiedlichen Wassermengen arbeiten. Dabei ist festzustellen, dass die Zeit bis zum Erreichen eines bestimmten Temperaturanstiegs unterschiedlich ist. Im Unterricht muss dann geklärt werden, dass die Zeit hier aber die falsche Größe ist und es eigentlich um die Wärmemenge geht, die bei der Verbrennung frei wird. Diese ist bei länger brennender Kerze natürlich größer und bei konstanter Flamme proportional zur Brenndauer.
- Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Wärmemenge, die in dem Wasser gespeichert ist, auch von der Wassermenge abhängt. Dies kann durch Bezug auf einen Wasserkocher verdeutlicht werden: wenn dieser vollständig gefüllt ist, dauert das Erhitzen länger als bei nur geringer Füllung. Die Energiemenge, die vom Wasser aufgenommen wird, ist also abhängig von der Menge des Wassers.
- Der letzte Faktor, der die Wärmemenge bestimmt, ist die spezifische Wärmekapazität des Wassers: dies ist eine stoffspezifische Größe und sollte den Schülerinnen und Schülern als Stoffeigenschaft erläutert werden. Sie ist ein Maß dafür, wie gut der Stoff Wärme speichern kann“. Für diese Stoffeigenschaft gibt es Tabellenwerte, wobei ein höherer Wert bedeutet, dass der Stoff bei gleicher Masse mehr Wärme speichern kann.
- Zur quantitativen Auswertung verwendet man folgende Formel:

$$Q = c_p \cdot m(\text{Wasser}) \cdot \Delta T$$

Q = Wärmemenge in J

m (Wasser) = Wassermasse in der Dose

$\Delta T = T_2 - T_1$ = Temperaturanstieg

- Möchte man den Einsatz der Formel vermeiden, so kann man auch über eine Dreisatzrechnung und die Definition des Joule eine Berechnung vornehmen:
4,2 Joule sind die Wärmemenge, die benötigt wird, um 1 g Wasser um 1°C zu erwärmen.
- Mögliche Definition Heizwert:
Der Heizwert ist die maximal nutzbare Wärmeenergiemenge, die bei der Verbrennung eines Stoffes frei wird. Sie wird in der Einheit MJ/kg angegeben.

Fachliche Bemerkung:

In diesem Versuch wird der **Heizwert** bestimmt. Dies entspricht der frei werdenden Wärmemenge, wenn das bei der Verbrennung entstehende Wasser gasförmig ist. Der **Brennwert** entspricht der Wärmemenge bei Entstehung flüssigen Wassers und wird z. B. auf Lebensmitteln bei den Nährwertangaben verwendet, die unter physiologischen Bedingungen erfolgen. Der Heizwert hingegen ist eine Größe, die eher beim Vergleich von Brennstoffen z. B. zum Heizen von Gebäuden verwendet wird.

Siehe dazu auch: <http://de.wikipedia.org/wiki/Heizwert> (24.09.2014)

Der Heizwert für Kerzenwachs beträgt je nach Art des Materials ca. 36-40 kJ, die im Versuch ermittelten Werte hingegen sind z. T. deutlich zu niedrig sind. In der sich anschließenden Diskussion kann erarbeitet werden, welche Fehler dafür ursächlich sind:

- Die Kerze ist zu weit von der Dose entfernt und nur ein Teil der Verbrennungswärme wird von der Dose aufgenommen.
- Die Dose verliert Wärme an die Umgebung.
- Das Metall der Dose bleibt unberücksichtigt (Dieser Fehler wird entsprechend größer, wenn anstelle der Metaldose ein Becherglas verwendet wird, welches deutlich schwerer ist.)
- Ablesefehler, Wägefehler

Schülerinnen und Schülern erfahren an dieser Stelle, dass eine Fehlerbetrachtung zur Durchführung eines chemischen Experiments gehört. Verbesserungen können diskutiert (geringerer Abstand, Windschutz, ...) und ein „richtiges“ Verbrennungskalorimeter anschließend demonstriert werden.

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

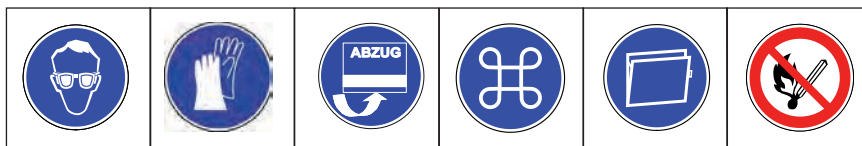
Kaliumhydrogensulfat verursacht schwere Verätzungen der Haut, Augenschäden und kann die Atemwege reizen. Kaliumbromat wird in einer wässrigen Lösung von 0,1 % verwendet, daher entfällt die Einstufung als Gefahrstoff.

Das entstehende Bromwasser (Konz. von 1 - 5%) verursacht Hautreizungen, schwere Augenreizung. 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, grünem 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

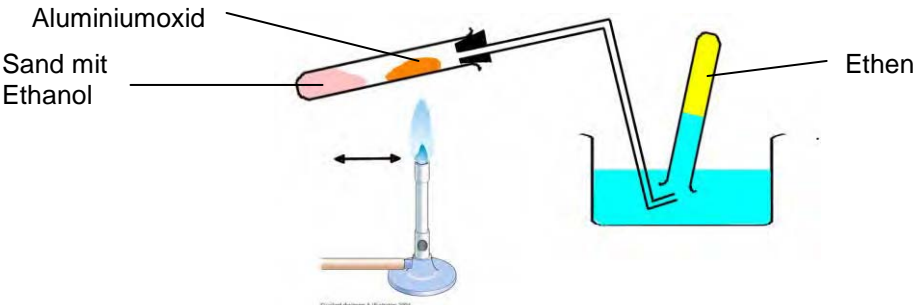
Lichtleiste Megaman: z.B. <http://stores.ebay.de/gluehbirne-de-shop>

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.

Experiment	Herstellung von Ethen durch Dehydratisierung von Ethanol
Chemikalien	<ul style="list-style-type: none"> • Ethanol • Sand • Aluminiumoxid
Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Reagenzglas mit durchbohrtem Stopfen und Gasableitungsrohr • Stativmaterial • Reagenzglas • Pipette • pneumatische Wanne • Brenner
Durchführung	<p>Der etwa 4 cm hohe Sand wird mit ca. 4 ml Ethanol durchtränkt. Man erhitzt den Katalysator Aluminiumoxid auf Rotglut und mit fächernder Flamme wird Ethandampf über den Katalysator geleitet. Das Gas wird pneumatisch aufgefangen und verbrannt.</p>  <p>Aluminiumoxid Sand mit Ethanol Ethen</p>
Beobachtungen	Ethen lässt sich pneumatisch auffangen und ist brennbar.
Erklärungen	<p>Ethen wird durch Dehydratisierung aus Ethanol gewonnen: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\Delta_{\text{R}}H = + 45 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$</p> <p>Ethen verbrennt zu Kohlenstoffdioxid und Wasser: $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$</p>
Einordnung in den neuen LP	<ul style="list-style-type: none"> • Sekundarstufe I, Klasse 9, LB 3 (Kohlenwasserstoffe)

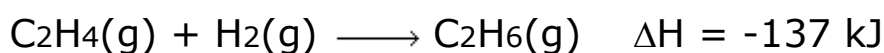
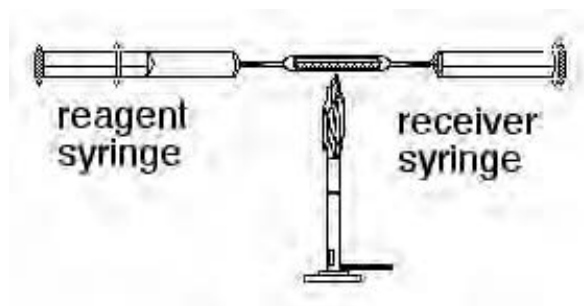
Achtung:

Reagenzglas mit seitlichem Ansatz als Sicherheitsflasche zwischen Reagenzglas und Wasserwanne dazwischen Schalten.

Quelle:

<http://chemiefachberater.manosdresden.de/downloads/ethenherstellung.pdf>

Hydrogenation of Ethene with the Gas Reaction Catalyst Tube



Fill the reagent syringe with 30 mL ethene (1.2 mmol) and 30 mL hydrogen (1.2 mmol.) Connect the reagent and receiver syringes to the catalyst tube as shown in the Figure. Pass about 10 mL of gas mixture through the catalyst tube to purge it of air. Remove the receiver, discharge the air and then reconnect as quickly as possible in order to minimize H₂-loss. Heat the catalyst tube evenly on all sides for about 30 seconds, then slowly pass about half of the C₂H₄/H₂ reagent gas mixture through the catalyst tube over the course of about 30 seconds. The volume of gases collected in the receiver syringe should be less than the volume decrease in the reagent syringe; 2 mol gaseous reactants become 1 mol of gaseous products if the reaction efficiency is 100%. In our experience, these experimental conditions cause hydrogenation with about 50% efficiency. Nearly complete hydrogenation can be achieved by activating the catalyst tube in a gentle flame with pure hydrogen (60 mL) prior to passing the mixture through the catalyst tube. After half of the gas mixture has been passed through the catalyst tube, remove the heat. Remove both syringes and cap them with Latex syringe caps. Label the syringes.

The Bromine-water test for C₂H₄ should confirm that there is less ethene in the product syringe than in the reactant syringe. Gas chromatography allows for a quantitative estimation of the extent of hydrogenation.

<http://mattson.creighton.edu/Catalyst/index.html>

Themenkreis Erdöl

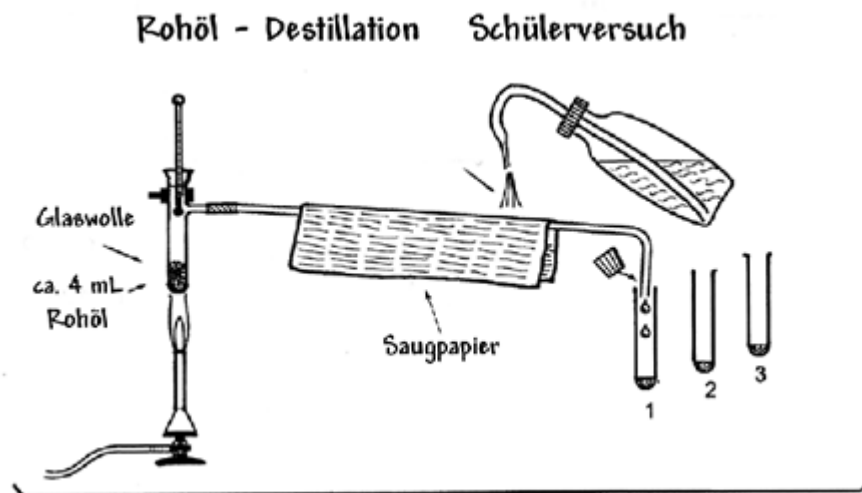
Versuch 14.3.: Rohöl-Destillation - Schülerversuch

Sicherheit: Schutzbrille für jeden, Löschdecke, Notbrause, Telefon ok?
Unbedingt feuerfeste Unterlage, für den Fall eines Glasbruches.
Geeignet ist ein großes Stück Alufolie sowohl als Unterlage als auch zum Ersticken.

Entsorgung: Reste in Behälter "Altöl".

Dieser Versuch soll in erster Linie motivieren, die Ergebnisse sind nur qualitativ:
Selbst experimentieren - behutsam -, genau beobachten, neugierig machen, mit den Sinnen nah erleben, was beim Demonstrationsversuch nur von Ferne zu beobachten ist, Erfolg und Misserfolg der Eigentätigkeit spüren.

Eine Rohöldestillation als Schülerversuch und dann noch mit offener Flamme als Heizquelle durchzuführen ist nur statthaft, weil eine äußerst geringe Menge an brennbarer Flüssigkeit verwendet wird. Also keinesfalls mehr als 4-5 ml Rohöl einfüllen. Die Glaswolle dient dazu, dass im Falle eines Glasbruches kaum brennende Flüssigkeit umherspritzt. Das Verteilen der Proben an die Schüler soll erfolgen, bevor der erste Brenner angezündet wird.



- Baue wie abgebildet die einfache Destillationsapparatur auf.
Das lange Glasrohr soll leicht geneigt sein, damit das Kondensat richtig abfließt.
Das feuchte Löschpapier auf dem langen Glasrohr dient als Kühler.
 - Beschrifte die drei RG, die zum Auffangen des Destillats dienen: I, II, III.
 - Gib mit einer Pinzette etwa 2 cm hoch Glaswolle in das RG mit seitlichem Ansatz.
 - Fülle etwa 4 mL Rohöl ein und setze das Thermometer + Stopfen fest auf das RG.
 - Erhitze sanft mit einer sehr kleinen Brennerflamme. Tropfe dabei mit einer Spritzflasche stets etwas Wasser auf das Löschpapier, daß es feucht bleibt (Kühlung).
 - Reagenzglaswechsel z.B. bei folgenden Temperaturbereichen.
RG I: bis 70° C,
RG II: 70 - 100° C,
RG III: 100 - 150° C
- Je nach Rohölsorte sind im Vorversuch geeignete Temperaturbereiche zu ermitteln.
- Reagenzgläser jeweils schnell mit einem Stopfen verschließen, Brenner abstellen.
 - Vergleiche Menge, Farbe, Geruch, Fließverhalten (Viskosität) jeweils mit der Rohölprobe und dem Rückstand (Sumpf).
 - Ggf. kannst du die Proben auf ein Uhrglas tropfen lassen und versuchen, sie mit einem Streichholz zu entzünden.

Thermisches Cracken von Paraffinöl

Paraffinöl wird in der Hitze in kurzkettige, vor allem gasförmige Kohlenwasserstoffe gespalten. Der Anteil an ungesättigten Verbindungen erhöht sich stark, dies kann durch Bromwasser oder Baeyer - Reagenz nachgewiesen werden.

Der Versuch kann als Modellversuch für das Cracken von Erdöl verwendet werden.

Hintergrund

Bei dieser Versuchsdurchführung wird nicht mit Perlkatalysator (besteht aus keramischen Stoffen, wie Al_2O_3 , SiO_2 etc. mit großer Oberfläche) gearbeitet, sondern mit Stahlwolle, die viel billiger und einfach beschaffbar ist. Die Crackreaktion setzt sofort ein, nachdem man das Paraffinöl auf die glühende Stahlwolle tropft. Damit erhält man viel rascher ein Versuchsergebnis als bei der Verwendung des Perlkatalysators.

Der Versuch kann als Schülerübung durchgeführt werden, das Reinigen der Reagenzgläser, in denen gecrackt wurde, sollte durch den Lehrer erfolgen (siehe Gefahren).

Gefahren

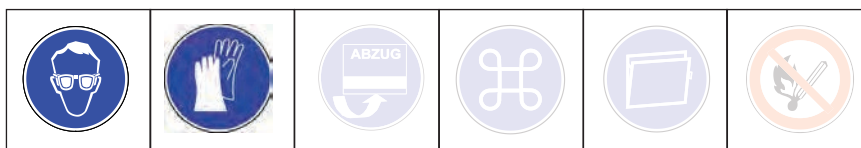


Signalwort: Gefahr

Die entstehenden gasförmigen Kohlenwasserstoffe sind brennbar und leichtentzündlich.

Bromwasser reizt die Haut und die Augen, es steht im Verdacht, Krebs zu erzeugen.

Baeyer-Reagenz ist eine alkalische Kaliumpermanganatlösung und damit stark giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.



Bei der Reaktion entsteht neben den gasförmigen Kohlenwasserstoffen auch eine gelbliche Substanz, wo nicht ohne weiteres zu sagen ist, um welche Stoffe es sich handelt. Daher neben der Schutzbrille auch Handschuhe anziehen.

Darauf achten, dass am Ende des Versuches das Wasser aus dem Auffangbecken nicht zurück in das Reagenzglas fließt. Das Reagenzglas kann sonst zerbersten.

Entsorgung

Wenn das Reagenzglas mit der Stahlwolle abgekühlt ist, wird es mit Aceton ausgewaschen, diese Waschflüssigkeit wird in den Abfallbehälter für organische Lösungsmittel gegeben.

Reste der Nachweisreagenzien ebenfalls im Abfallbehälter für organische Reagenzien entsorgen, Reagenzgläser dann mit Aceton reinigen.

Erst nach dem Reinigen mit Aceton die Reagenzgläser mit Spülmittel reinigen.

Thermisches Cracken von Paraffinöl

Chemikalien

Paraffinöl, dünnflüssig

Bromwasser H315 H319 H350  P201 P305+P351+P338 P308+P313

Baeyer-Reagenz (sodaalkalische Kaliumpermanganat-Lsg.) H 411  P 273 P 391

Materialien

Reagenzglas mit seitlichen Ansatz, Duranglas

Stahlwolle, grob

Weichgummistopfen, zum Reagenzglas passend

Kunststoffspritze, 2 ml, mit Kanüle

Hitzeschutzplatte (z.B. durchbohrte Gipskartonplatte)

Bunsenbrenner

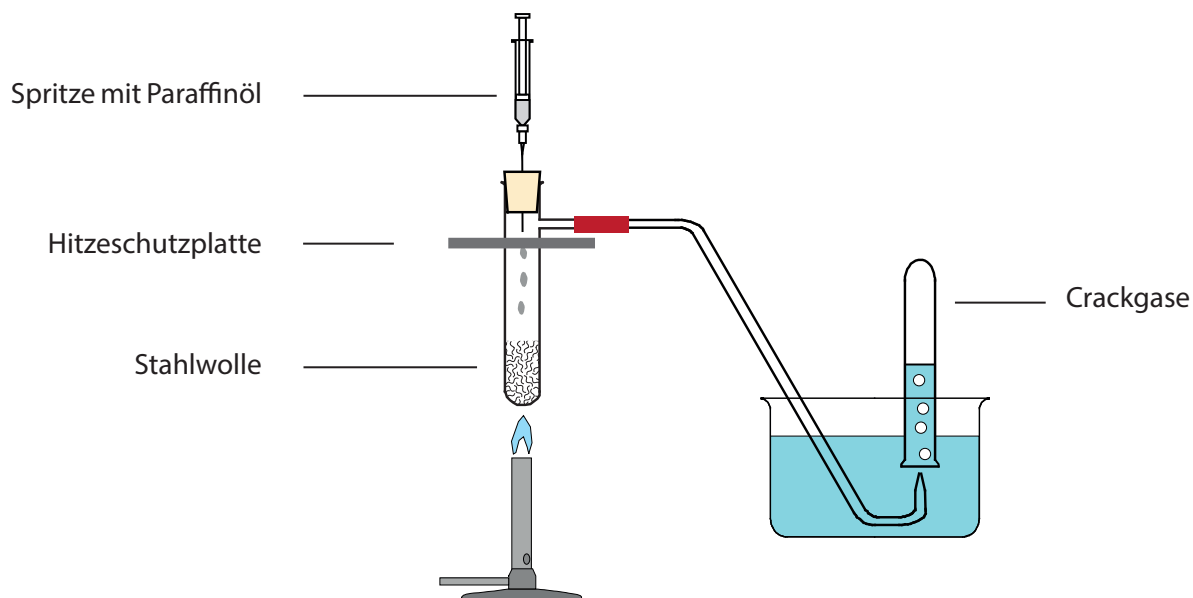
Überleitungsrohr mit kurzem Schlauchstück zum Verbinden

Wanne zum Auffangen der Gase unter Wasser

Reagenzgläser zum Auffangen der Crackgase, Reagenzglasgestell

Gummistopfen, passend zu den Reagenzgläsern

Versuchsaufbau



Durchführung

1. Versuch nach Skizze aufbauen.
2. Stahlwolle auf Rotglut erhitzen, dann unter weiterem Erhitzen Paraffinöl zutropfen (etwa 1 Tropfen pro Sekunde).
3. Crackgase unter Wasser auffangen und Reagenzgläser mit Stopfen verschließen.
4. Mit Bromwasser oder Baeyer-Reagenz auf ungesättigte Kohlenwasserstoffe testen.
5. Brennbarkeit der Crackgase testen.

Thermisches Cracken von Paraffinöl

Beobachtung:

Sofort nach dem Auftropfen entweichen weiß-gelbliche Nebel, mehrere Reagenzgläser mit Crackgasen können gefüllt werden.

Der Nachweis auf ungesättigte Kohlenwasserstoffe ist positiv, bei Bromwasser kommt es zur Entfärbung, ebenso beim Baeyer- Reagenz, dort noch unter Bildung von Braunsteinflocken (Achtung: Das erste Reagenzglas, das gefüllt wurde, enthält vor allem nur Luft, die aus dem Reagenzglas verdrängt wurde, in dem das Cracken durchgeführt wurde).

Die Gase sind brennbar, Paraffinöl lässt sich nur schwer entflammen.

Erklärung

Paraffinöl ist ein Gemisch aus geradkettigen, gesättigten Kohlenwasserstoffen mit Kettenlängen zwischen 20 und 40 C- Atomen.

In der Hitze werden die langkettigen Kohlenwasserstoffmoleküle des Paraffins in kurzkettige Alkane und ungesättigte Kohlenwasserstoffe gespalten, z.B.



Natürlich sind auch andere Zahlenverhältnisse möglich, dies kann ohne eine Analyse der Crackgase nicht genau angegeben werden.

Die Spaltprodukte enthalten einen hohen Anteil an ungesättigten Komponenten, da eine Absättigung der Kettenenden mit jeweils drei Wasserstoffatomen nicht möglich ist, da unter den Reaktionsbedingungen kein Wasserstoff dazukommt.

In der Praxis dient das Cracken von Erdöl zur Deckung des Bedarfs an kurzkettigen Komponenten bzw. zur Herstellung von kurzkettigen, ungesättigten Kohlenwasserstoffen wie Ethen oder Propen für die Kunststoffsynthese oder anderen Synthesen.

Literatur

Stapf, Helmut; Hradetzky, Albert: *Chemische Schulversuche. Eine Anleitung für den Lehrer. Teil 3, Organische Chemie*. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin, 1962.

Dillingen OC
Schulchemiezentrum
Dipl. Ing (FH) Wolfgang Proske
Bahnhofstr. 18, 06895 Zahna - Elster
Tel: 034924 / 20648,
Fax: 034924 / 20011
www.schulchemiezentrum.de,
wolfgang_proske@ web.de
wolfgang.proske@ schulchemiezentrum.de

Materialien für den Kurs Organische Chemie

Experimente

- Weinsäure-Weinstein-Gleichgewicht
- Cola –Untersuchung auf der Tüpfelplatte
- Salzgurke-Essiggurke, Unterscheidung von Milchsäure und Essigsäure
- Wohlriechende Ester
- Bestimmung der Gesamtsäure Konzentration in Lebensmitteln mittels Halbmikrotitration
- Keto-Enol- Tautomerie
- Cis ist nicht gleich trans
- Kristalle ohne Farbe

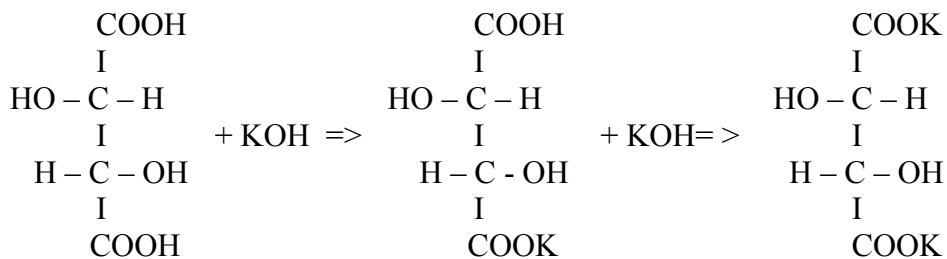
Weinsäure-Weinstein-Gleichgewicht

Theoretische Grundlagen

Weinsäure, systematische Bezeichnung 2.3 Dihydroxybutandisäure bildet zwei Kaliumsalze, die sich in ihrer Wasserlöslichkeit unterscheiden.

Substanz	Molare Masse	Löslichkeit in Wasser in g/l
Weinsäure	150,08 g/mol	1390 g/l
Kaliumhydrogentartrat	188,18 g/mol	5,7 g/l
Kaliumtartrat-Hemihydrat	235,28 g/mol	2000 g/l

Kaliumhydrogentartrat (Weinstein) fällt bei einem pH-Wert < 3,5 aus. Diese Reaktion verwendet man auch zum Nachweis von Kalium-Ionen, sie ist nicht sehr empfindlich. Das Auskristallisieren kann man durch Kühlung mit Eis und auch durch Reiben mit einem Glasstab an der Innenwand des Reagenzglases beschleunigen



D (-) – Weinsäure

Kaliumhydrogentartrat

Kaliumtartrat

Diese Reaktion hat auch bei der Weinherstellung praktische Bedeutung.

Geräte und Chemikalien

Reagenzgläser, Tüpfelraster, Glas-Stäbe

für Tüpfeltechnik zusätzlich, Waage, 3 Schnappdeckelgläser, Tropfpipetten, Messzylinder 5 ml

Lösungen jeweils 1 mol/l von Weinsäure, Kalilauge Kaliumtartrat, Kaliumhydrogentartrat für Tüpfeltechnik Weinsäure, Kaliumtartrat und Kaliumhydrogentartrat als Feststoffe

Durchführung

Reagenzglas - Variante

- einen Spatel Kaliumhydrogentartrat mit 5 ml Wasser schütteln
- tropfenweise unter Umschütteln Kalilauge zugeben
- danach Weinsäure-Lösung zugeben

- Kaliumtartrat-Lösung mit Weinsäure versetzen
- anschließend Kalilauge tropfenweise unter Umschütteln zugeben

Tüpfeltechnik – Variante

- in je ein Schnappdeckelglas 0,5 g Weinsäure, Kaliumtartrat und Kaliumhydrogentartrat einwiegen
- 5 ml Wasser zugeben, verschließen und kräftig schütteln
- auf Tüpfelraster tropfen (schwarze Unterlage):
1 Tropfen Kaliumhydrogentartrat. Aufschlammung, 1 Tropfen Kalilauge mit Glas-Stab gut mischen, danach 1 Tropfen Weinsäure, gut mit Glas-Stab mischen

1 Tropfen Kaliumtartrat-Lösung, 1 Tropfen Weinsäure, gut mit Glas-Stab mischen, danach 1 Tropfen Kalilauge

Beobachtung

Reagenzglas-Variante

Kaliumhydrogentartrat ist schwer in Wasser löslich, nach Zusatz von Kalilauge tritt Auflösung ein, Ein erneuter Zusatz von Weinsäure bewirkt die Bildung eines Niederschlages
Nach Zugabe von Weinsäure zu Kaliumtartrat-Lösung fällt ein weißer Niederschlag aus, der sich auf Zusatz von Kalilauge wieder löst

Tüpfeltechnik-Variante

Kaliumtartrat und Weinsäure lösen sich gut in Wasser, Kaliumhydrogentartrat kaum
Reaktionen siehe Reagenzglas- Variante

Es ist wichtig, dass die Reaktionspartner auf dem Tüpfelraster mit dem Glas -Stab durch Reiben vermischt werden, um dadurch die Kristallisation von Kaliumhydrogentartrat auszulösen.

Auswertung

siehe theoretische Grundlagen

Cola auf der Tüpfelplatte

Theoretische Grundlagen

Die Untersuchung von Cola ist ein beliebtes Thema in einem alltagsbezogenen Chemieunterricht. Dabei geht es vor allem um den Nachweis von Phosphorsäure als Bestandteil und die Unterscheidung von Cola classic und Cola light durch den Nachweis von Zucker. Oftmals wurden in der didaktischen Literatur Experimente beschrieben, die verbesserungswürdig sind. Cola ist eine dunkelbraun gefärbte Flüssigkeit, die in der Schule klassische Messung des pH-Wertes mit Universalindikator versagt hier völlig. Entfärbungsversuche mit Aktivkohle bringen nach unseren Erfahrungen nicht immer den gewünschten Erfolg, abhängig von der Cola-Sorte und der verwendeten Aktivkohle. Der Phosphatnachweis mit salpetersaurer Ammoniummolybdat-Lösung ist nicht unbedingt als Schülerexperiment zu empfehlen, vor allem bei Präsentationen außerhalb des Fachraumes.

Der Nachweis von Zucker mit der klassischen Fehling – Probe birgt die Gefahr des Siedeverzuges. Zum Nachweis der sauren Reaktion wird eine verdünnte Cola-Lösung eingesetzt. Als Indikatoren eignen sich besonders Methylrot und Bromthymolblau. Zur Funktionsprüfung der Reagenzien wird eine sehr stark verdünnte Phosphorsäure-Lösung eingesetzt, deren Konzentration dem Cola-Getränk entspricht. Zum Nachweis von Phosphat-Ionen wird die Molybdänblau-Reaktion eingesetzt, die auch zur Bestimmung der Phosphat-Konzentration im Wasser verwendet wird. Der Nachweis von Zucker erfolgt mit einer modifizierten Fehling-Probe, wo ein Erhitzen mit einem Brenner nicht erforderlich ist.

Geräte und Chemikalien

Tüpfelraster zum Nachweis von Phosphorsäure, Zellkulturplatten oder Tüpfelplatten aus Kunststoff für die modifizierte Fehling-Probe, Tropfpipetten, Messzylinder

Cola, Cola light,

stark verdünnte Phosphorsäure, Glucose – Fructose-Lösung, Methylrot-Lösung 0,1 %, Bromthymolblau-Lösung 0,1 %, Phosphat-Reagenz I, Phosphat-Reagenz II, Kupfersulfat-Zitronensäure-Verreibung, Natriumhydroxid, gepulvert evtl. Abflussreiniger (erproben!!)

Durchführung

Herstellung einer verdünnten Cola – Lösung zum Nachweis von Phosphorsäure

1 ml Cola bzw. Cola light wird mit 9 ml destilliertem Wasser verdünnt

Herstellung verdünnter Methylrot-Lösung:

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Methylrot-Lösung zugeben, bis eine dunkel-zitronengelbe Farbe resultiert, gegebenenfalls einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben.

Wenn unverdünnte alkoholische Lösung auf das Tüpfelraster getropft wird, kann es zu einem nicht eindeutigen Ergebnis kommen!

Herstellung verdünnter Bromthymolblau-Lösung:

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Bromthymolblau-Lösung zugeben, bis eine dunkel-grüne Farbe resultiert, gegebenenfalls einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben.

Wenn unverdünnte alkoholische Lösung auf das Tüpfelraster getropft wird, kann es zu einem nicht eindeutigen Ergebnis kommen!

Nachweis von Phosphat-Ionen

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)
1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)
1 Tropfen verdünnte Cola
1 Tropfen verdünnte Cola light
zu allen Proben 1-2 Tropfen Phosphat T und 1 Tropfen Phosphat II geben

Nachweis der sauren Reaktion mit Methylrot-Lösung

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)
1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)
1 Tropfen verdünnte Cola
1 Tropfen verdünnte Cola light
zu allen Proben 1-2 Tropfen verdünnte Methylrot-Lösung geben

Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau - Lösung

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)
1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)
1 Tropfen verdünnte Cola
1 Tropfen verdünnte Cola light
zu allen Proben 1-2 Tropfen verdünnte Bromthymolblau-Lösung geben

Nachweis von Zucker

Tüpfelplatte, kein Tüpfelraster!!!, weiß oder Zellkulturplatte

auf Zellkulturplatte (auf weiße Unterlage stellen) tropfen:

3 - 5 Tropfen Glucose-Fructose-Lösung (positive Kontrolle)
3 - 5 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)
3 - 5 Tropfen verdünnte Cola
3 - 5 Tropfen verdünnte Cola light

- 1 Spatel-Spitze Kupfersulfat-Zitronensäure-Verreibung
- mischen
- 1 Spatel-Spitze gepulvertes Natriumhydroxid oder Abflussreiniger
- mischen

Hinweise zum Arbeitsschutz:

- Die alternative Fehling-Probe niemals auf dem Tüpfelraster!
- nur in Tüpfelplatte aus Kunststoff oder in einer Zellkulturplatte (12 Vertiefungen)
- Schutzbrille tragen!
- Natriumhydroxid entweder frisch in der Reibschale verreiben, oder in einen sehr dicht schließendem Gefäß aufbewahren, da äußerst hygroskopisch
- Tüpfelplatte sofort reinigen, nicht stehen lassen
- evtl. unter Zusatz von verdünnter Säure Kupfer(I)oxid-Reste lösen

Beobachtung

Nachweis von Phosphat-Ionen

sofortiger Farbumschlag nach blau bei Cola und Phosphorsäure,
Blindprobe leicht hellblau

Nachweis der sauren Reaktion mit Methylrot-Lösung

Farbumschlag von gelb nach rot bei Cola und stark verdünnter Phosphorsäure
Blindprobe gelbe Farbe bleibt bestehen

Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau - Lösung

Farbumschlag von grün nach gelb bei Cola und stark verdünnter Phosphorsäure
Blindprobe grüne Farbe bleibt bestehen

Nachweis von Zucker

Tüpfelplatte, kein Tüpfelraster!!!, weiß oder Zellkulturplatte

Farbumschlag von blau nach rotbraun bei Glucose-Fructose-Lösung

Blindprobe und Cola light: blaue Farbe bleibt bestehen

Auswertung

Die modifizierten Vorschriften erfordern keinen Brenner und sind daher auch für Präsentationen geeignet. Allerdings wird auch bei der modifizierten Fehling-Reaktion stark ätzendes Natriumhydroxid eingesetzt, welches in diesem Fall nicht durch Natriumcarbonat ersetzbar ist.

Salzgurke oder Essiggurke

Theoretische Grundlagen

Milchsäure und Essigsäure haben als Konservierungsmittel für Gemüse schon seit vielen Jahren ihren Platz. Wer kennt nicht die Salzgurken, das Sauerkraut und das milchsauer vergorene Gemüse, welches man in Reformhäusern findet. Aber auch in Essig eingelegtes Gemüse erfreut sich schon seit langem großer Beliebtheit. Essigsäure und Milchsäure lassen sich nicht nur durch ihren Geschmack, sondern auch mittels Eisen(III)chlorid unterscheiden. Lactat-Ionen bilden ein gelbgrünes Eisenlactat, während Acetat-Ionen ein rotes Eisenacetat bilden. Beide Reaktionen laufen im neutralen bis schwach alkalischen Medium ab. Die Aufguss-Flüssigkeiten werden mit Natriumhydrogencarbonat vorsichtig neutralisiert. Die Substanz wird vorsichtig portionsweise zugegeben. Es wird eine Reagenzglas-Variante und eine Tüpfel-Variante vorgestellt. Die Erprobung erfolgte nicht nur mit stark verdünnten Milchsäure- bzw. Essigsäure-Lösungen (ca. 1%), sondern auch mit Aufguss-Flüssigkeiten. Diese sind lassen von Märkten beschaffbar, wo lose Sauerkraut und Gurken aus dem Fass verkauft werden. Bei Aufguss-Flüssigkeiten wären Störungen möglich, z. B. durch Gewürze

Geräte und Chemikalien

Reagenzgläser, Tüpfelraster, Tropfpipetten, Trichter, Filter, Erlenmeyer-Kolben 50 ml
Messzylinder 10 ml

Milchsäure-Lösung (1 ml Milchsäure mit Wasser zu 100 ml auffüllen),

Essigsäure-Lösung (1 ml Eisessig mit Wasser zu 100 ml auffüllen), Aufguss-Flüssigkeiten
Natriumhydrogencarbonat fest und gesättigte Lösung, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,05 mol/l

Durchführung

Reagenzglas-Variante

- 10 ml Aufguss bzw. Essigsäure und Milchsäure-Lösung in den Erlenmeyer-Kolben geben
- portionsweise Natriumhydrogencarbonat zugeben, Ende des Aufschäumens abwarten
- filtrieren
- zum Filtrat tropfenweise Eisen(III)chlorid-Lösung geben

Tüpfel-Variante

- auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen 1 Tropfen Probe, 2 Tropfen Eisen(III)chlorid-Lösung, 1 Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung

Beobachtung

Farbumschlag nach gelb bei Milchsäure, Farbumschlag nach rotbraun bei Essigsäure

Auswertung

Die Eisenchlorid-Reaktion gestattet eine einfache Differenzierung der beiden organischen Säuren

Herstellungsvorschriften für die erforderlichen Reagenzien

Bromthymolblau - Lösung:

0,1 g Bromthymolblau werden in 20 ml Ethanol (Brennspiritus) gelöst und zu 100 ml mit Wasser aufgefüllt.

Cresolphthalein - Lösung:

0,1 g Cresolphthalein wird in Ethanol (Brennspiritus) gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

Eisen(III)chlorid - Lösung 0,05 mol/l:

1,35 g Eisen(III)chlorid-hexahydrat werden in Wasser gelöst mit 1 ml Salzsäure 1 mol/l versetzt und mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt.

Glucose-Fructose - Lösung:

5 g Glucose und 5 g Fructose werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

Kalilauge 1 mol/l (Reagenz):

5,6 g Kaliumhydroxid oder 14,5 ml 30 %ige Kalilauge (7 mol/l, D = 1,3 g/ml) werden in Wasser gelöst und mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt.

Kaliumtartrat – Lösung 1 mol/l:

23,5 g Kaliumtartrat $\frac{1}{2}$ Hydrat werden in Wasser gelöst und danach auf 100 ml aufgefüllt.

Kupfersulfat – Zitronensäure-Verreibung (Fehling – alternativ) :

10 g Kupfersulfat 5 Hydrat wird mit 30 g Zitronensäure sorgfältig miteinander in einer Reibschale verrieben. Zitronensäure kann durch die gleiche Masse Weinsäure ersetzt werden.

Methylrot - Lösung:

0,1 g Methylrot werden in 20 ml Ethanol (Brennspiritus) gelöst und zu 100 ml mit Wasser aufgefüllt. Es ist auch möglich 100 mg Methylrot-Natriumsalz in Wasser zu lösen und mit Wasser zu 100 ml aufzufüllen.

Natronlauge 0,1 mol/l (Maßlösung):

Diese Lösung ist unter Verwendung einer handelsüblichen Konzentrat-Ampulle herzustellen.

Phenolphthalein - Lösung:

10 ml 1 %ige Phenolphthalein-Lösung mit Ethanol (Brennspiritus) zu 100 ml aufgefüllt.

Phosphat - Reagenz I:

2,5 g Ammoniummolybdat in 100 ml dest. Wasser lösen, mit 100 ml 25 %iger Schwefelsäure oder 16,5 ml konz. Schwefelsäure versetzen und mit dest. Wasser zu 250 ml auffüllen.

Phosphat-Reagenz II:

2,5 g Zinn(II)chlorid-2 Hydrat werden in 100 ml Glycerin gelöst.

Phosphorsäure, stark verdünnt:

3 Tropfen 85 %ige Säure werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

Weinsäure – Lösung 1 mol/l:

15 g Weinsäure werden in Wasser gelöst und mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt.

Wohlriechende Ester

Theoretische Grundlagen:

Alkohole reagieren mit Säuren unter Wasserabspaltung zu Estern. Diese haben oft einen angenehmen Geruch. Sowohl Alkohole als auch Carbonsäuren sind sehr geruchsintensiv. Die Säure wird im Überschuss zugegeben. Durch Zugabe von Magnesiumoxid lassen die stechenden Gerüche der überschüssigen Carbonsäuren durch Salzbildung vermeiden. Es sollen verschiedene Ester dargestellt werden und ihr Geruch demonstriert werden.

Recycling / Entsorgung:

Die Versuchsreste werden mit einigen Tropfen konzentrierte Natronlauge versetzt und zur Verseifung einen Tag stehen gelassen. Danach können sie neutralisiert und mit Wasser verdünnt in den Abguss gegeben werden.

Geräte und Chemikalien:

Reagenzgläser mit Stopfen, graduierte Halbmikroreagenzgläser, Brenner, Wasserbad, Alkohole: Methanol, Ethanol, n - Amylalkohol, Benzylalkohol, Hexanol, Heptanol, Octanol, Säuren: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Benzoesäure, Salicylsäure, Valeriansäure konzentrierte Schwefelsäure in einer Tropfflasche, Magnesiumoxid

Durchführung: allgemeines Vorgehen

Ein Becherglas wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt, zum Kochen gebracht und danach wird die Heizquelle abgestellt. In dieses heiße Wasser werden die Reagenzgläser mit den Mischungen eingestellt und 5 Minuten darin belassen. Anschließend gibt man 5 ml Wasser und einen reichlichen Spatel Magnesiumoxid dazu und mischt.

Danach wird die Geruchsprobe durchgeführt.

Die Chemikalienflaschen enthalten Tropfpipetten zur Dosierung der geruchsintensiven Substanzen, 20 Tropfen entsprechen 1 ml.

In die zuvor beschrifteten Reagenzgläser werden 1 ml Alkohol (entspricht 20 Tropfen), 1,5 ml Säure (entspricht 30 Tropfen), 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure und Siedesteinchen gegeben.

Rum-Aroma = Ethylformiat

Reaktionsgemisch:

1 ml Ethanol, 1,5 ml Ameisensäure, 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Birnenaroma = Amylacetat

Reaktionsgemisch:

1 ml n - Amylalkohol, 1,5 ml Essigsäure, 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Apfelaroma = Amylvalerat

Reaktionsgemisch:

1 ml n - Amylalkohol, 1,5 ml Valeriansäure, 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Pfefferminzaroma = Ethylbenzoat

Reaktionsgemisch:

5 ml Ethanol, 1 g Benzoesäure, 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Wintergrün-Öl = Methylsalicylat

Reaktionsgemisch:

1 ml Methanol, 1 g Salicylsäure, 20 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Fruchtaroma = Butylacetat

Reaktionsgemisch:

1 ml n - Butylalkohol, 1,5 ml Essigsäure, 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Renetten-Aroma = Methylbutyrat

Reaktionsgemisch:

1 ml Methanol, 1,5 ml Buttersäure, 4 - 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Parfümaromen = Benzylformiat, Benzylacetat, Benzylbutyrat

Reaktionsgemisch:

1 ml Benzylalkohol, 1,5 ml Ameisensäure oder Essigsäure oder Buttersäure,
4 -5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Birnen-Aroma = Hexylacetat

Reaktionsgemisch:

1 ml Hexanol, 1,5 ml Essigsäure, 4 – 5 tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Apfel-Aroma = Amylvalerat

Reaktionsgemisch:

1 ml Amylalkohol (1-Pentanol), 1,5 ml Valeriansäure, 4 -5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure

Bestimmung der Gesamtsäure Konzentration in Lebensmitteln mittels Halbmikrotitration

Viele Lebensmittel enthalten Säuren. Apfelsaft enthält beispielsweise Apfelsäure, Sauerkraut Milchsäure und Zitronensaft Zitronensäure. In den Lebensmitteln liegen die Säuren als Gemische vor. So enthält natürlicher Zitronensaft nicht nur Zitronensäure sondern auch Ascorbinsäure. Titriert man einen Zitronensaft mit Natronlauge, erfasst man alle vorhandenen Säuren. In der Lebensmittelchemie spricht man von der Gesamtsäure. Titriere ich einen Zitronensaft mit Iod-Lösung erfasse ich die Konzentration der Ascorbinsäure. Der Gehalt an Zitronensäure ergibt sich aus der Differenz aus Gesamtsäure und Ascorbinsäure. Bei ausgewählten Lebensmitteln ist es durchaus üblich neben der Gesamtsäure-Konzentration in mmol/l auch die Gehalte an konkreten Säuren in Massenkonzentrationen (g/l) anzugeben.

In diesem Praktikum werden bei ausgewählten Lebensmitteln die Gesamtsäure-Konzentration durch Titration mit Natronlauge über das Verfahren der Halbmikrotitration bestimmt.

Analysenwerte

Gesamtsäure-Konzentration berechnet als Zitronensäure

Quelle: Leitsätze für Fruchtsäfte

Saft	Mindestkonzentration in g/l
Orangensaft	6,0
Grapefruitsaft	8,0
Traubensaft	5,0
Apfelsaft	4,0
Ananas-Saft	4,0

Gesamtsäure-Konzentration berechnet als Milchsäure

Quelle: Leitsätze für Gemüseerzeugnisse

Lake	Mindestkonzentration in g/l
Salz-Dill-Gurken	6,0
Sauerkraut	7,5

Gesamtsäure-Konzentration berechnet als Weinsäure

Wein	Konzentration
Rotwein	4,0 – 6,0 g/l
Weißwein	4,0 – 9,0 g/l

Gesamtsäure-Konzentration berechnet als Essigsäure

Gurkenaufguss	10 g /l (prüfen!!!)
---------------	---------------------

Halbmikrotitration

Allgemeine Vorbemerkungen

Maßanalyse, was ist das eigentlich?

Definition n. Friedrich Mohr (1855), Lehrbuch der chemisch – analytischen Titriermethode:
„Titrieren ist eigentlich ein Wägen ohne Waage und dennoch sind alle Resultate nach dem Sinne des Ausspruchs der Waage verständlich. In letzter Instanz bezieht sich alles auf eine Wägung. Man macht jedoch nur eine Wägung, wo man sonst viele zu machen hätte.“

Bei der Maßanalyse wird die zu untersuchende Probe mit einem Indikator versetzt. Aus einem Messgefäß wird solange Maßlösung zugesetzt bis es zu einem Farbumschlag kommt. Aus der Menge der verbrauchten Maßlösung, deren Konzentration, dem Probevolumen und dem Äquivalenz-Faktor kann man die Konzentration des gesuchten Stoffes berechnen.

Titration = Waage

A + B = C

Indikator („Zeiger, Zünglein an der Waage“) verändert seine Farbe,

- wenn die Waage im Gleichgewicht steht (Umschlagspunkt)
- wenn Stoff A verbraucht ist
- Stoff A Konzentration ist unbekannt
- Stoff B Konzentration bekannt
- Stoff B wird aus einem Messgefäß solange zugegeben, bis sich die Farbe des Indikators ändert, das Zünglein an der Waage im Gleichgewicht steht
- aus der Menge B kann man auf die Menge A schließen

In der Alternativanalytik werden zur schnellen Untersuchung von Wasserproben an Ort und Stelle auch maßanalytische Verfahren eingesetzt.

Die Glasbürette ist durch eine 1 ml Spritze ersetzt, die speziell graduiert ist. Für den Chemieunterricht sind Applikationen erarbeitet worden. Als Alternative zur klassischen Titration mit 50 ml Büretten bieten sich 1 ml Tuberkulin-Spritzen mit einer 0,01 ml Teilung an. Auf den Konus wird eine Kanüle (Größe 20) befestigt. Zur Vermeidung von Stichverletzungen wird die Nadel auf 3-5 mm gekürzt, was bei einer 20er Kanüle problemlos durch Abschneiden mit einer Schere erfolgen kann. Eine Alternative zur Kanüle ist eine abgeschnittene, gelbe 100 µL Eppendorf – Pipetten-Spitze. Insulinkanülen haben ein geringeres Tropfenvolumen, dies bedingt eine bessere Genauigkeit der Dosierung.

Vorteile:

- Einsparung von Zeit und Material, dadurch geringere Kosten
- keine undichten Büretten-Hähne als Ursachen von fehlerhaften Messwerten
- keine festgefressenen Büretten-Hähne als Ursachen von Schnittverletzungen
- geringeres Gefahrenpotenzial
- sichere Ergebnisse auch nach kurzer Einarbeitung
- gute Übereinstimmung mit Ergebnissen aus der Makrotitration
- in der praktischen Analytik bewährt, für spezielle Fragestellungen seit vielen Jahren Test-Kits im Handel

Nachteile:

- geringere Haltbarkeit, da sich die Skalen bei längerer Benutzung abgreifen, Spritze ist ja nur für Einmalanwendung konzipiert
- Ablesung schwieriger, vor allem bei stark gefärbten Maßlösungen wie Iod und Kaliumpermanganat
- luftblasenfreies Aufziehen und die Arbeitstechnik muss geübt werden (30 min Training)

In der Regel lässt sich eine Makromethode in eine Halbmikromethode umwandeln, indem die Probemenge so gewählt wird, dass der Verbrauch an Maßlösung bei 0,4-0,9 ml liegt, d.h. ein Zwanzigstel bis ein Zehntel der Probemenge einer Makrobestimmung einsetzen.

Als Titrationsgefäße verwendet man, wenn erhitzt werden muss, 25 oder 50 ml Erlenmeyer - Kolben oder Bechergläser, ansonsten sind auch glasklare, farblose Tablettengläser aus Glas oder Plaste verwendbar.

Luftblasenfreies Aufziehen von Tuberkulin-Spritzen:

- Spritze mit Kanüle oder abgeschnittener Pipetten-Spitze versehen
- Kolben der Spritze auf „Null“ stellen
- Spritze in die Flüssigkeit tauchen, Kolben langsam hochziehen
- Spritze umdrehen, Kolben noch ein wenig herausziehen
- Spritze mit den Fingern beklopfen, so dass die Luftblasen sich in der Spitze sammeln
- etwas Zellstoff an die Mündung halten, um zu vermeiden dass Maßlösung verspritzt
- Kolben ganz vorsichtig hineindrücken, bis der erste Flüssigkeitstropfen austritt
- gegebenenfalls bis zur Marke 1 Lösung nachsaugen

Modellexperiment zur Maßanalyse

erforderlich:

25 ml Erlenmeyer-Kolben, 2 Tuberkulin-Spritzen,
0,1 mol/l Natronlauge, 0,1 mol/l Salzsäure
Universalindikator nach Mc. Crumb, modifiziert:

pH - Wert	Farbe
<4	rot
5	orange
6	gelb
7	grün
8	blaugrün
9	hellblau
10	kornblumenblau
11	tintenblau
12	blauviolett

Durchführung:

In einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben werden 10 ml Wasser und 3 Tropfen Indikator vorgelegt. Es wird mit der Tuberkulin-Spritze 0,50 ml 0,1 mol/l Natronlauge bzw. 0,1 mol/l Salzsäure bzw. Lauge vorgelegt und es wird bis zum Farbumschlag 0,1 mol/l Salzsäure bzw. 0,1 mol/l Natronlauge zugegeben.

sauer = rot, neutral = grün, alkalisch = blauviolett

Hinweis:

Für dieses Experiment ist es wichtig, das aus den Spritzen mit Insulin-Kanülen titriert wird. Die Tropfengröße bei gelben Eppendorf-Spitzen ist zu groß, so dass die Einstellung eines exakten Neutralpunktes schwierig ist!

Bestimmung der Gesamtsäure - Konzentration

Geräte und Chemikalien

25 ml Erlenmeyer-Kolben, Tuberkulin-Spritzen, Messpipetten 5 ml
0,1 mol/l Natronlauge, Cresolphthalein-Lösung, notfalls Phenolphthalein-Lösung
alternativ Bromthymolblau-Lösung

geeignete Proben:

Aufguss-Flüssigkeiten von Essiggurken und anderen essigsauen Konserven, Lake von Sauerkraut und Salz-Dill-Gurken, Apfelsaft, Orangensaft, Weißwein, Zitronensaft
Zitronensaft verdünnen (10 ml Zitronensaft mit Wasser zu 100 ml auffüllen), alle anderen Proben unverdünnt einsetzen

Durchführung

- 0,5 ml Probe, 10 ml Wasser und 3 Tropfen Indikator in Erlenmeyer-Kolben geben
- 3 Tropfen Indikator-Lösung zugeben
- aus der Tuberkulin-Spritze Natronlauge bis zum Farbumschlag nach pink zugeben
- Verbrauch an Natronlauge notieren

Auswertung

1 ml 0,1 mol/l Natronlauge entspricht:

7,0 mg Zitronensäure, 9,0 mg Milchsäure, 6,0 mg Essigsäure, 7,5 mg Weinsäure

1. Thema: Säure - Base - Titration

© Rö 01/05

Vorüberlegungen:

1. Vergleichen Sie die Säure-Base-Theorien von Brönsted und Arrhenius miteinander.
2. Erklären Sie kurz folgende Begriffe: a) pH - Wert, b) Titration, c) Umschlagbereich, d) Äquivalenzpunkt und e) Halbäquivalenzpunkt.
3. Ordnen Sie folgende Säuren in den Gruppen nach ihrer Stärke und begründen Sie Ihre Anordnung.
1. a) H₂S, b) HCl, c) PH₃ **2.** a) 2-Chlorpropansäure, b) Methylpropansäure, c) 2-Propanol
4. In einem Praktikumsversuch werden zu 100 ml Salpetersäure mit der Stoffmengenkonzentration 1 mol/l nach und nach 8 g festes Natriumhydroxid gegeben.
 - 4.1 Berechnen Sie (unter Nichtberücksichtigung der Volumenänderung) die pH-Werte für die einzelnen Lösungen nach Zugabe von a) 3,6 g, b) 4 g, c) 4,4 g und d) 8 g festem Natriumhydroxid?
 - 4.2 Zeichnen Sie die Titrationskurve unter Berücksichtigung der bei 4.1 erhaltenen Werte und der Ausgangssituation, wenn noch kein Hydroxid zugegeben wurde.
 - 4.3 Markieren Sie auf der bei 4.2 gezeichneten Kurve den Äquivalenzpunkt.
5. Es soll eine Ammoniaklösung mit Salpetersäurelösung titriert werden. Welcher der aufgeführten Indikatoren wäre am geeignetsten? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

Indikator	Umschlagsbereich
Phenolphthalein	8,3 - 10,0
Bromthymolblau	6,0 - 7,6
Methylrot	4,4 - 6,2

6. Informieren Sie sich über die mathematische Auswertung von Säure- Base- Titrationen.

Aufgabe:

Bestimmen Sie den Gehalt an Essigsäure im Speiseessig und im Gurkenwasser

Materialien:	Einmalspritze (2mL) o. ä.	Natronlauge 1 mol/l
	Tuberkulin-Spritze (1 ml)	Bromthymolblau-Lösung
	Messzylinder (10ml)	Methylorange-Lösung
	Erlenmeyer-Kolben (50 ml)	Phenolphthalein-Lösung
	pH -Messgerät bzw. Unitestpapier	(Gurkenwasser und Essig)

Durchführung:

1. Entnehmen Sie aus dem bereitgestellten Speiseessig jeweils 1 ml Flüssigkeit und geben Sie diese in den Erlenmeyer-Kolben.
2. Versetzen Sie die Probe mit 9 ml Wasser sowie mit 1 - 2 Tropfen eines geeigneten Indikators.
3. Ziehen Sie die Maßlösung (Natronlauge) in eine Tuberkulin-Spritze luftblasenfrei bis zur Marke 1.0 auf.
4. Geben Sie die Natronlauge bis zum Farbumschlag zur Analysenlösung und ermitteln Sie das Volumen der verbrauchten Maßlösung.
5. Wiederholen Sie die Titration noch zweimal.
6. Geben Sie in einen weiteren Erlenmeyer-Kolben **5 ml Gurkenwasser** sowie 1 - 2 Tropfen des geeigneten Indikators und verfahren Sie so wie oben weiter (Schritte 3 - 5).

Auswertung:

1. Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise für die der Titration zu Grunde liegende chemische Reaktion.
2. Berechnen Sie die Stoffmengen- und Massenkonzentration an Essigsäure im Speiseessig und im Gurkenwasser.
3. Welche Masse Essigsäure ist in einem halben Liter Speiseessig/Gurkenwasser enthalten?
4. Berechnen Sie den pH - Wert des Speiseessigs und überprüfen Sie ihr rechnerisch ermitteltes Ergebnis experimentell.

Keto-Enol-Tautomerie

Geräte und Chemikalien

Reagenzgläser mit Stopfen, Tropfpipetten, Messzylinder 10 ml
Milchsäure-Lösung (1 ml Milchsäure mit Wasser zu 100 ml auffüllen),
Acetessigester, Ethanol, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l:
(2,7 g Eisen(III)chlorid Hexahydrat in 20 ml Wasser lösen, 10 ml 1 mol/l Salzsäure zugeben
und mit Wasser zu 100 ml auffüllen),
gesättigtes Bromwasser (muss einige Tropfen ungelöstes Brom im Bodensatz enthalten)
angesäuerte Bromat-Bromid-Lösung funktioniert nicht!!

Durchführung

- 10 ml Wasser mit 10 Tropfen Acetessigester versetzen
- Reagenzglas mit Stopfen verschließen, kräftig durchschütteln
- tropfenweise Ethanol unter kräftigen Umschütteln zugeben,
bis die Lösung klar und homogen ist
- 2 – 3 Tropfen Eisen(III)chlorid-Lösung zugeben
- Farbumschlag nach violett
- tropfenweise unter kräftigem Umschütteln Bromwasser bis zur Entfärbung zugeben
- wenn sich die Lösung erneut violett färbt, wieder Bromwasser zugeben
- Farbumschlag nach violett

Beobachtung

violette Färbung nach Zusatz von Eisen(III)chlorid-Lösung, die nach Zusatz von Bromwasser kurzfristig verschwindet, die Entfärbung durch Bromwasser lässt sich mehrfach wiederholen

Cis ist nicht gleich trans

Geräte und Chemikalien

Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Reagenzglasständer, Brenner
Maleinsäure, Fumarsäure

Durchführung

- einen Spatel Fumarsäure in ein Reagenzglas geben
- in ein weiteres Reagenzglas einen Spatel Maleinsäure geben
- beide Reagenzgläser erhitzen

Beobachtung

Maleinsäure schmilzt, es scheiden sich Tropfen von Wasser an den kühleren Stellen des Reagenzglases ab. Bei Fumarsäure tritt diese Erscheinung nicht ein

Kristalle ohne Farbe

Geräte und Chemikalien

Uhrglasschale, Tropfpipette

Benzaldehyd, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l

Durchführung

- einige Tropfen Benzaldehyd auf ein Uhrglas geben
- ein Tropfen Eisen(III)chlorid-Lösung dazugeben
- gut mischen und über die gesamte Fläche des Uhrglases verteilen
- einige Stunden liegen lassen, evtl. bis zum nächsten Tag

Beobachtung

Es scheiden sich vom Rand beginnend farblose, tafelförmige Kristalle von Benzoesäure ab.

Verspiegeln einer Cola-Flasche

Eine Coca-Cola Flasche aus Glas wird verspiegelt. Die Flasche wird mit Hilfe von Cola gereinigt und kann nach dem Versilbern, mit dem Originalverschluss verschlossen, lange aufbewahrt werden, ohne dass sie ihren Silberglanz verliert.

Hintergrund

Cola-Flaschen aus Glas sind eine preisgünstige alternative zu teuren Chemiegeräßen, wenn man die Silber-spiegelprobe effektiv durchführen möchte. Aufgrund des Herstellungsprozesses (Reinigen der Flaschen vor dem Befüllen) und dem sauren Inhalt (Coca-Cola) erhält man ohne den Einsatz von „harter“ Chemie eine fettfreie Flasche, die Voraussetzung für eine dauerhafte Versilberung ist.

Gefahren

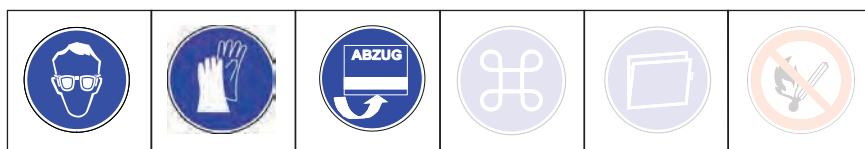


Signalwort: Gefahr

Silbernitrat kann Brand verstärken; Oxidationsmittel. Es verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden. Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Konz. Ammoniaklösung verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden. Sie kann die Atemwege reizen. Sehr giftig für Wasserorganismen.

Kaliumhydroxid ist gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Es verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden. Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.



Schutzbrille und Handschuhe tragen. Beim Umgang mit Konz. Ammoniaklösung im Abzug arbeiten.

Die unten beschriebene Silbersalzlösung **immer frisch** zubereiten, da sich beim Erhitzen einer Mischung aus Silbernitrat, Ammoniak und Kaliumhydroxid oder bei längerer Aufbewahrung bei Raumtemperatur ein explosiver Niederschlag aus Silbernitrid bilden kann (Lit. 1).

Entsorgungsvorschriften beachten.

Chemikalien

Silbernitrat, H272 H314 H410 P273 P280 P301+P330+P331 P304+P340 P305+P351+P338+P309+P310

Ammoniak-Lsg., Konz. H314 H335 H400 P273 P280 P301+P330+P331 P304+P340 P305+P351+P338 P309+P310

Kaliumhydroxid H302 H314 H290 P280 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P309+P310

Glucose

Dest. Wasser

Verspiegeln einer Cola-Flasche

Materialien

Cola - Flasche, gefüllt, 0,5 l, aus Glas mit Schraubverschluss
Becherglas, 2 l, hohe Form
Kochplatte
Digitalwaage, 10 mg Auflösung,
Erlenmeyerkolben, 250 ml enghals,
Plastikpipette
2 Bechergläser, 100 ml
Glasstäbe
Spatel
Tiegelzange

Durchführung (nach Lit. 1)

Vorbereitung der Flasche

1. Die Cola - Flasche wird fast leergetrunken, noch etwa 5 cm hoch Cola zurücklassen.
2. Mit Leitungswasser auffüllen.
3. Flasche in ein 2 - l - Becherglas mit Wasser stellen, zum Sieden erhitzen.

Herstellen der Lösungen

1. Silbersalzlösung

- a. 2,2 g Kaliumhydroxid in 50 ml dest. Wasser unter Rühren lösen (100 ml Becherglas).
- b. 1,7 g Silbernitrat in 100 ml dest. Wasser lösen (250 ml Erlenmeyerkolben), konz. Ammoniaklösung unter Rühren solange dazutropfen, dass der anfängliche auftretende, bräunliche Niederschlag sich gerade wieder aufgelöst hat.
- c. Die vorher hergestellte Kalilauge zu der Silbersalzlösung geben.
- d. Falls eine erneute Trübung auftritt, diese wieder mit Zutropfen von konz. Ammoniaklösung beseitigen.

2. Glucoselösung

- a. 3 g Glucose in 50 ml dest. Wasser lösen (100 ml Becherglas).

Versilbern

1. Cola - Flasche aus dem Wasserbad nehmen, Inhalt in den Abfluss entleeren.
2. Zuerst die Glucoselösung, dann die Silbersalzlösung in die Flasche füllen.
3. Flasche verschrauben und solange schütteln und drehen, bis die Flasche überall versilbert ist.
4. Versilberungslösung in ein Becherglas ausleeren, und nach Anleitung entsorgen.
5. Flasche wieder mit Originalverschluss verschließen und nicht mehr öffnen.

Beobachtung

Das Silber scheidet sich in Form eines Spiegels ab, nach einiger Zeit ist die Flasche komplett versilbert. Da sich beim Erwärmen das Etikett abgelöst hat, kann man es z. B. mit einem Klebestift wieder ankleben.

Verspiegeln einer Cola-Flasche

Erklärung

Bei der Reaktion handelt es sich um die Silberspiegelprobe. Dabei werden Silberionen durch einen Aldehyd, hier Glucose, zu Silber reduziert.

Bei der Herstellung der Silbersalzlösung wird zur Silbernitratlösung zuerst Kalilauge zugesetzt, dadurch fällt braunes Silberhydroxid, AgOH, aus:



Durch Zugabe von Ammoniaklösung wird der Niederschlag durch Komplexbildung wieder aufgelöst.



Durch die Komplexbildung der Silberionen als Silberdiaminkomplex liegt nur eine geringe Konzentration von freien Silberionen vor. Dies ist die Voraussetzung für die Abscheidung des Silbers als Spiegel.

Da die Flasche noch warm ist, ist das Erhitzen der Flasche zum Einleiten des Versilberns nicht nötig. Im alkalischen Milieu erfolgt nun die Reduktion der Silberionen. In der Reaktionsgleichung wird Glucose als Aldehyd abgekürzt (R-CHO), Glucose wird zur Gluconsäure oxidiert:



Das Silber scheidet sich als Spiegel auf der Innenseite der Glasflasche ab.

Entsorgung

Durch Zugabe von Salzsäure wird nicht umgesetztes Silbernitrat als Silberchlorid ausgefällt und dieses mit dem bei der Reduktion entstandenem elementarem Silber durch abfiltrieren oder absetzen lassen und dekantieren von der Lösung abgetrennt. Die nun silberfreie Lösung kann über das Abwasser entsorgt werden. Silber und Silberchlorid wird in den Abfallbehälter für Feststoffe gegeben.

Literatur

- (1) Kreißl, F. R.; O. Krätz: *Feuer und Flamme, Schall und Rauch. Schauexperimente und Chemiehistorisches*. Wiley-VCH, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 1. Auflage, 1999.

Kosmetikherstellung

Ein Hautpflegecreme und ein Pflegestift für die Lippen werden hergestellt.

Hintergrund

In den 1980-iger Jahren war die Fernsehlandschaft noch sehr übersichtlich und Jean Pütz mit der Hobbythek eine Institution. Gegen Ende der Sendereihe wurden Kosmetikprodukte eines der dominierenden Themen, spezielle Geschäfte vertrieben die oft sehr speziellen Zutaten.

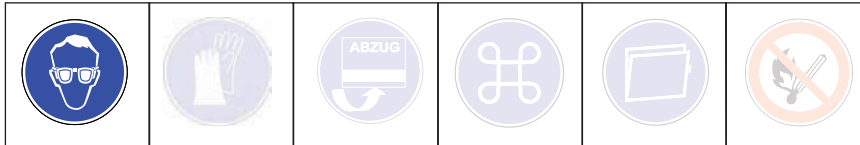
Durch diverse Shops im Internet ist es auch heute kein Problem, die Zutaten zu erhalten.

Der Chemieunterricht kann die Herstellung von Kosmetik unter verschiedenen Aspekten aufgreifen (Emulsion im Anfangsunterricht, Emulgatoren im weiterführenden Unterricht).

Gefahren



Signalwort: -



Schutzbrille tragen. Nur saubere Geräte aus der Spülmaschine verwenden.

Versuch 1: Herstellung einer Hautcreme

Chemikalien

- Bienenwachs
- Kakaobutter
- Lanolinanhydrid

- Avocadoöl
- Etherisches Öl, z.B. Rosenöl, künstlich
- Wasser, dest.

Materialien

- 2 Bechergläser, 100 ml
- Bunsenbrenner, Dreibein mit Drahtnetz
- Heizplatte
- Glasstab zum Rühren
- Dispergierer

- Thermometer
- Stativmaterial (Stativ, Klemme, Muffe)
- Waage
- Holzspatel, Spatel
- Cremedöschen

Kosmetikherstellung

Durchführung

1. 2 g Bienenwachs, 1,2 g Kakaobutter und 4 g Lanolinanhydrid (Holzspatel verwenden) abwiegen und in einem 100 ml Becherglas auf der Heizplatte zusammenschmelzen. Nicht über 70°C erhitzen. Wenn die Substanzen geschmolzen sind, 15 ml Avocadoöl dazugeben.
2. Parallel dazu 15 ml dest. Wasser zum Kochen bringen und auf 70°C abkühlen lassen. Zum Erhitzen den Bunsenbrenner verwenden.
3. Das Wasser zur Fettschmelze geben und die Masse mit dem Rührgerät dispergieren.
4. Einige Tropfen etherisches Öl dazugeben und noch einmal kurz durchrühren.

Beobachtung

Es entsteht eine weiße, streichfähige Masse.

Versuch 2: Herstellung eines Lippenpflegestiftes

Chemikalien

■ Aprikosenkernöl
■ Sheabutter

■ Bienenwachs
■ Lanolinanhydrid

Materialien

■ Becherglas, 100 ml
■ Heizplatte
■ Waage

■ Glasstab, Holzspatel, Spatel
■ Thermometer
■ Lippenstiftgehäuse

Durchführung (für zwei Stifte), nach Lit. 2

7 g Aprikosenkernöl, 2,8 g Sheabutter, 3,5 g Bienenwachs und 0,7 g Lanolinanhydrid im Becherglas bei 65 - 70°C zusammenschmelzen und in die Hülzen giesen. Im Gefrierfach 20 Minuten abkühlen lassen.

Beobachtung:

Es entsteht ein weicher, bei Raumtemperatur aber formbeständiger Stift, mit dem die Lippen gepflegt werden können.

Entsorgung

Salbe in ein paar Tagen aufbrauchen, da sie sonst ranzig wird. Im Kühlschrank aufbewahren. Der Lippenstift ist lange haltbar.

Literatur

- (1) Haas, Herter, Bernlöher: So mach Chemie Spass. Vorlagen für die gymnasiale Sekundarstufe 1. Hedinger, Stuttgart, 1. Auflage.
- (2) <https://www.youtube.com/watch?v=fISiob1UABo>

Künstliche Maiglöckchen

Lässt man Wachs in Wasser tropfen, erstarrt das Wachs zu Gebilden, die mit der Blütenform von Maiglöckchen durchaus vergleichbar sind. Wer gefallen daran findet kann mit Draht ein künstliches Maiglöckchen nachbilden.

Hintergrund

Ein Versuch, der durch seine Ästhetik Schüler begeistern kann. Darüber hinaus kann dieser Versuch Anlass sein, über die wasserabstoßenden Eigenschaften von Wachs nachzudenken und sich Maiglöckchen in Natura genau anzuschauen.

Durchführung:

Der Text wird aus Lit. 1 wörtlich zitiert:

*„Um diese Herzustellen, nehme man eine brennende Stearinkerze und neige dieselbe über ein mit Wasser gefülltes flaches Becken, eine Schüssel oder ein schalenartiges Glas, wie in Fig. 279 veranschaulicht ist. Das in Tropfen abschmelzende Stearin wird beim Auffallen auf die Oberfläche des Wassers unter Bildung von becherartig vertieften Gebilden erstarren und auf dem Wasser schwimmen. Hierbei nehmen diese Gebilde die Form der Blumenkronen des Maiglöckchens - *Convallaria majalis* - an, welche, je nachdem das abtropfende Stearin aus größerer oder geringerer Höhe herabfällt, bald größer bald kleiner werden.“*

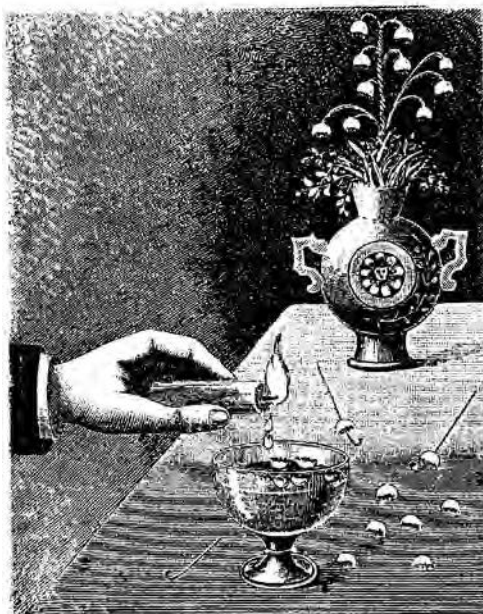


Fig. 279. Künstliche Maiglöckchen.

Nachdem sich eine genügende Zahl solcher künstlicher Kelche gebildet hat, nimmt man einen sehr dünnen Eisendraht und formt daraus häckchenförmige Nadeln, erwärmt jedes einzelne derselben an dem geraden Ende in der bereitstehenden Kerzenflamme, spießt eines der Stearingebilde auf und läßt es bis an das gebogene Ende der Nadel hinabgleiten.“

Nun kann man sich vorstellen, wie ein künstliches Maiglöckchen zusammengebaut werden kann.

Ergebnis

Die alte Vorschrift funktioniert sehr gut, ob die jetzige Generation die Geduld hat, daraus ein künstliches Maiglöckchen zu bauen, darf bezweifelt werden.

Künstliche Maiglöckchen

Echtes Maiglöckchen

Nun sollte man nicht versäumen, einen Blick auf die Abbildung eines echten Maiglöckchens zu werfen. Das Bild ist Lit. 2 entnommen.



Abb. 29. Maiglöckchen.

Was sowohl das künstliche Maiglöckchen als auch eine Abbildung nicht leisten kann, ist den wunderbaren Duft, den die echten Maiglöckchen verströmen, zu vermitteln. Das ist aber auch gut so. Wer würde sonst noch hinaus in die Natur gehen?

Literatur

- Lit. 1 Schweiger-Lerchenfeld, Amand Frhr. von: Das Buch der Experimente. Wien-Pest-Leipzig, A. Hartleben's Verlag, o. J. (um 1900).
- Lit 2. Richard, J. und A. Weber: Pflanzenkunde für die zweite Klasse. Oldenburg, München, Berlin, 2. Auflage, 1931.

Lernzirkel Alkohole

Andrea Ditterich

Armin-Knab-Gymnasium, Kitzingen

Lernzirkel „Alkanole“

Station Nr.	Name/Thema	experimentell	Pflichtstation
1a	Benennung		X
1b	Wertigkeit und Stellung der Hydroxygruppe		X
2	Die Löslichkeit von Alkanolen	X	X
3	Viskosität von Alkanolen	X	X
4a	Siedetemperaturen der Alkanole		X
4b	Ermittlung der Siedetemperatur organischer Verbindungen	X	
5	Bestimmung des Alkoholgehalts	X	X
6	Verwendung von verschiedenen Alkanolen		x
7	Alkoholische Gärung	x	
Abschlussstation: Mind-Map aus Akademiebericht – Offene Lernformen im Chemieunterricht			

Station 1a - Benennung von Alkanolen - Informationen

Zu Arbeitsauftrag 1:

Halbstrukturformeln und dazugehörige Namen:

$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ <p>Methanol</p>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ <p>Ethanol</p>
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Butan-2-ol</p>	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Pentan-3-ol</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>2-Methylpropan-2-ol</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$ <p>2-Methylpropan-1-ol</p>
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Ethan-1,1-diol</p>	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ <p>Ethan-1,2-diol</p>

Station 1a – Benennung von Alkanolen

Arbeitsaufträge

Alkanolmoleküle enthalten als Bausteine Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome. Das charakteristische Merkmal für Alkanolmoleküle ist die Hydroxylgruppe (-OH).

Die vielfältigen Verknüpfungsmöglichkeiten der Kohlenstoff- und Wasserstoffatome zu Alkylgruppen und deren Verknüpfungsmöglichkeiten mit der Hydroxylgruppe haben eine große Vielfalt an Alkanolmolekülen zur Folge. Jedes Molekül kann aber eindeutig benannt werden.

1. Leitet Regeln zur Benennung ab! Vervollständigt hierfür auch den folgenden Lückentext!

Nomenklaturregeln bei Alkanolen

(A) Unverzweigte Alkanolmoleküle:

Das C-Atom, an das die Hydroxylgruppe gebunden ist, erhält eine _____ Zahl. Name setzt sich zusammen aus:

Alkanname	_____ des/der C-Atoms/e, das/die die Hydroxylgruppe trägt/tragen	Anzahl der _____ in der Kette
-----------	--	-------------------------------------

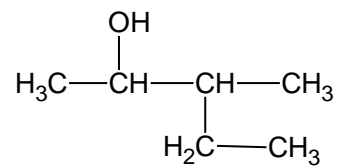
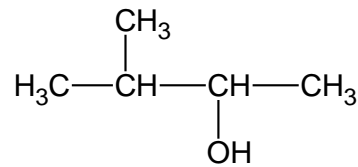
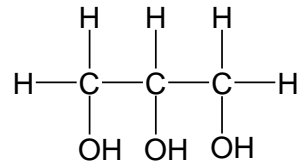
(B) Verzweigte Alkanolmoleküle:

1. Ermittle die längste Kette von C-Atomen, die die _____ trägt und gib den Namen des Alkans mit der gleichen Anzahl an C-Atomen an.
2. Nummeriere die Kohlenstoffkette so, dass die Hydroxylgruppe die _____ mögliche Zahl trägt und füge die Zahl des C-Atoms, welches die Hydroxylgruppe trägt, _____ an den Namen für die längste Kohlenstoffkette an.
3. Füge die Endung "-ol" _____ an, um das Molekül als Alkohol zu kennzeichnen.
4. Benenne die Seitenketten und ordne sie _____, _____ dem „Hauptnamen“, an
5. Ermittle die Anzahl der gleichen Seitenketten, gib diese mit _____ Zahlwort vor dem Seitenkettennamen an
6. Ermittle die Verknüpfungsstellen zwischen der Hauptkette und den Seitenketten

3-Ethyl-5,5-dimethylhexan-1-ol

2. Nehmt die Kärtchen mit Namen und Strukturformeln aus dem beiliegenden Umschlag und ordnet sie einander richtig zu!

3. Benennt folgende Moleküle fachlich korrekt!



4. Baut mit Hilfe des Molekülbaukastens folgende Alkohole und zeichnet die Halbstrukturformel!

Propan-1,2-diol

4-Methylpentan-1-ol

Material für Aufgabe 2:

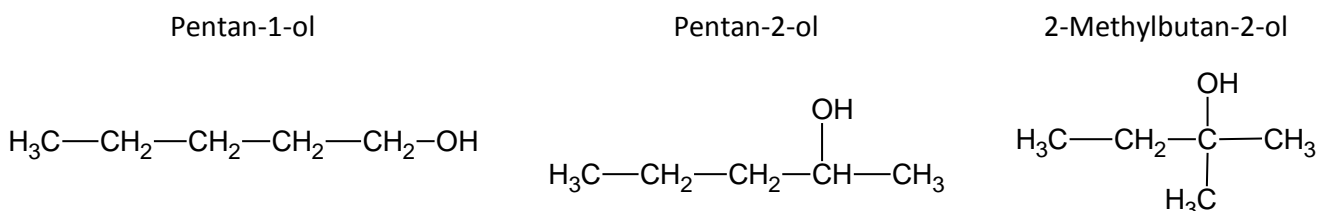
Ausschneidebogen A

Heptan-1-ol C₇H₁₅OH a	Methanol CH₃OH b	Propan-1-ol C₃H₇OH c	Pentan-3-ol C₅H₁₁OH d	Propan-2-ol C₃H₇OH e
Hexan-2,3-diol C₆H₁₂(OH)₂ f	Ethanol C₂H₅OH g	Butan-1,3-diol C₄H₈(OH)₂ h	Propan-1,2,3-triol C₃H₅(OH)₃ i	Butan-2-ol C₄H₉OH j
Propan-1,2-diol C₃H₆(OH)₂ k	Pentan-1-ol C₅H₁₁OH l	Butan-1,2,3-triol C₄H₇(OH)₃ m	Pentan-2-ol C₅H₁₁OH n	Butan-1-ol C₄H₉OH o
Hexan-1-ol C₆H₁₃OH p	Butan-1,4-diol C₄H₈(OH)₂ q	Octan-1-ol C₈H₁₇OH r	Ethan-1,2-diol C₂H₄(OH)₂ s	Hexan-3-ol C₆H₁₃OH t

Station 1b – Isomerie und Wertigkeit

Infotext:

Wie schon bei den Alkanmolekülen, gibt es auch bei den Alkanolmolekülen das Phänomen, dass Moleküle die gleiche Summenformel haben, aber dennoch verschiedene Moleküle sind. Ein Beispiel hierfür sind folgende Moleküle, die alle die Summenformel $C_5H_{11}OH$ besitzen.

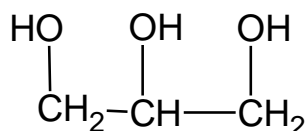


Pentan-1-ol und Pentan-2-ol sind Stellungsisomere, da sie sich nur in der Stellung der Hydroxygruppe unterscheiden. Verbindungen, die sich bei gleicher Summenformel nur in der Stellung der Hydroxygruppe unterscheiden nennt man Stellungsisomere.

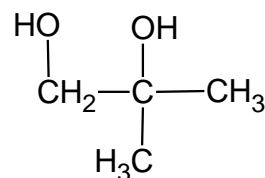
Je nachdem, wie viele Bindungspartner das Kohlenstoffatom, das die Hydroxygruppe trägt besitzt, spricht man von primären, sekundären oder tertiären Alkanolen oder Kohlenstoffatomen.

Ist das Kohlenstoffatom, das die Hydroxygruppe trägt mit nur einem weiteren Kohlenstoffatom verbunden, spricht man von einem primären Kohlenstoffatom bzw. einem primären Alkanol. Ein Beispiel ist Pentan-1-ol. Ist das Kohlenstoffatom, das die Hydroxygruppe trägt mit zwei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden, spricht man vom sekundären Kohlenstoffatome bzw. einem sekundären Alkanol. Ein Beispiel ist Pentan-2-ol. Ist das Kohlenstoffatom, das die Hydroxygruppe trägt mit drei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden, spricht man vom teritären Kohlenstoffatome bzw. einem tertiären Alkanol. Ein Beispiel ist 2-Methylbutan-2-ol.

Natürlich gibt es auch Alkanolmoleküle, die nicht nur eine Hydroxygruppe, sondern mehrere tragen. Man nennt solche Alkanolmoleküle mehrwertig. Ein einwertiger Alkohol besitzt eine Hydroxygruppe im Molekül. Diole sind Alkanole mit zwei Hydroxygruppen im Molekül, man sagt, diese sind zweiwertig. Triole, wie Glycerin, sind Alkanole mit drei Hydroxygruppen im Molekül, man sagt sie sind dreiwertig.



Glycerin, ein dreiwertiger Alkohol mit zwei Hydroxygruppen an einem primären und einer Hydroxygruppe an einem sekundären C-Atom



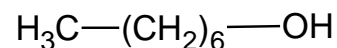
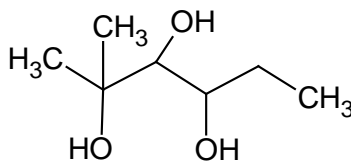
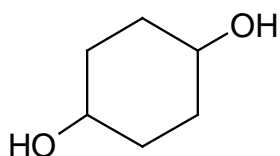
2-Methylpropan-1,2-diol, ein zweiwertiger Alkohol mit einer Hydroxygruppe an einem primären und einer Hydroxygruppe an einem tertiären C-Atom

Station 1b – Isomerie und Wertigkeit

Arbeitsaufträge:

Erledige folgende Aufgaben in dein Heft bzw. auf ein Blockblatt. Schreibe „Station 1b – Isomerie und Wertigkeit „ als Überschrift!

1. Lies dir den Infotext zu dieser Station leise und aufmerksam durch!
2. Gib die Definitionen für „Wertigkeit“ und „Stellungsisomer“ an!
3. Zeichne die Valenzstrichformel des einfachsten tertiären Alkoholmoleküls!
4. Übertrage die folgenden Alkanolmoleküle in dein Heft/auf dein Blockblatt und kennzeichne alle primären Kohlenstoffatome mit blauer, alle sekundären mit grüner und alle tertiären mit roter Farbe! Gib auch von jedem Molekül die Wertigkeit an!



Station 2 – Löslichkeit

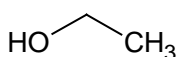
Erledige folgende Arbeitsaufträge in dein Heft oder einem Blockblatt. Schreibe dazu die Überschrift „Station 2 – Löslichkeit“!

Arbeitsaufträge:

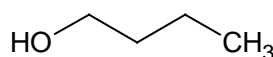
1. Führe die Versuchsreihe nach der auf dem Blatt „Station 2 – Löslichkeit – praktischer Teil“ stehenden Anleitung durch! Notiere deine Beobachtungen wie unter Arbeitsauftrag 2. beschrieben!
2. Notiere die Beobachtungen in einer Tabelle dieser Art:

Name	Valenzstrichformel	Löslichkeit in Wasser	Löslichkeit in Heptan

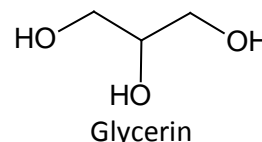
Für die folgenden Arbeitsaufträge sind hier die Skelettformeln der im Versuch untersuchten Alkanolmoleküle angegeben



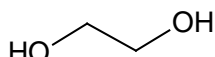
Ethanol



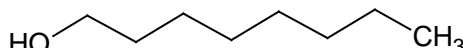
Butan-1-ol



Glycerin



Glykol



Octan-1-ol

3. Formuliere in möglichst wenigen Sätzen die Folgerungen, die aus diesem Experiment bezüglich der Löslichkeit von Alkanolen gemacht werden können!

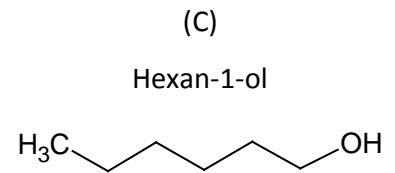
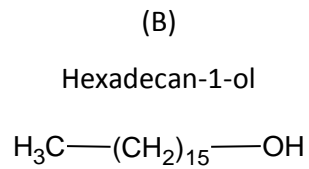
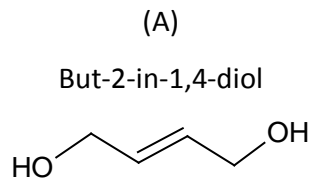
Verwende dazu folgende Begriffe! Aber Achtung von den Adjektiven sind mehr vorhanden als nötig!

- Alkylrest
- Hydroxylgruppen
- Wertigkeit
- Anzahl
- homologe Reihe
- Kürzer
- Länger
- Besser
- Schlechter
- Besser
- Niedriger
- Höher

4. Um die in 3. beschriebenen Gesetzmäßigkeiten bei der Löslichkeit von Alkanolen erklären zu können, muss wie immer der Blick in die Teilchenebene erfolgen.
Ergänze daher die Lücken in der Abbildung (siehe Zusatzblatt Material zu Station 2) zur Erklärung der Löslichkeit von Ethanol!
Man bezeichnet Ethanol auch als amphiphil. Begründe diese Tatsache kurz!

5. Ergänze nun zur Erklärung der Löslichkeit von Alkanolen im Allgemeinen den gegebenen Lückentext!

6. Stelle begründete Hypothesen über das Löseverhalten folgender Stoffe in Wasser und Benzin auf!
Überprüft eure Hypothese anschließend experimentell!



(oder andere, die in der Sammlung der jeweiligen Schule vorhanden sind)

Station 2 – Löslichkeit – Praktischer Teil

Chemikalien	Gefahren und Sicherheitshinweise
Wasser angefärbt	
Benzin (Siedebereich 100-140°C), rot angefärbt	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Verursacht Hautreizungen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung. Von Hitze / Funken / offener Flamme / heißen Oberflächen fernhalten. Freisetzung in die Umwelt vermeiden. BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. KEIN Erbrechen herbeiführen. BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen.
Ethanol	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Von Hitze / Funken / offener Flamme / heißen Oberflächen fernhalten.
Butan-1-ol	Flüssigkeit und Dampf entzündbar. Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. Verursacht schwere Augenschäden. Verursacht Hautreizungen. Kann die Atemwege reizen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. BEI EXPOSITION oder Unwohlsein: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
Octan-1-ol	Verursacht schwere Augenreizung. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
Glykol	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
Glycerin	

Materialien:

- 10 Spritzen (10 ml)
- 10 Kombistopfen
- Reagenzglasständer

Entsorgungshinweis: Alle Reste werden im Behälter für organische Abfälle gesammelt.

Versuchsdurchführung:

Für jeden Alkohol sind 2 leere Spritzen vorhanden. Beachtet, dass z.B. eine Ethanol-spritze immer nur für Ethanol und nicht für einen anderen Alkohol verwendet wird. für jeden Alkohol wird wie folgt verfahren:

Eine der beiden Spritzen wird mit 5 ml Wasser und der gleichen Menge des Alkohols aufgezogen und mit dem Kombistopfen verschlossen. Die andere Spritze wird mit 5 ml Benzin und der gleichen Menge des Alkohols aufgezogen und ebenfalls mit einem Kombistopfen verschlossen.

Schüttelt nun die beiden Spritzen und stellt sie in den Reagenzglasständer und wartet kurz ab.

Notiert nun eure Beobachtungen!

Verfährt anschließend mit den anderen Alkoholen in der gleichen Weise!

Material für Station 2

zu Aufgabe 4:

Der Alkylrest ist _____	Die Hydroxy-Gruppe ist _____
Zwischen Heptan und Ethanol wirken intermolekulare Kräfte. Sie werden _____ _____ genannt.	Zwischen Wasser und Ethanol wirken intermolekulare Kräfte. Sie werden _____ _____ genannt.
Aussagen zur Mischbarkeit: _____ _____	Aussagen zur Mischbarkeit: _____ _____

zu Aufgabe 5:

Hydroxylgruppe - polar - unpolar - Van-der-Waals-Kräfte - Wasserstoffbrückenbindungen - lipophil (2x) - hydrophil (2x) - Alkylrest -

Ob ein Alkanol mischbar mit polaren Lösungsmitteln wie Wasser (= _____) und / oder mischbar mit unpolaren Lösungsmitteln wie Benzin (= _____) ist, hängt von der Länge des _____ und der Anzahl _____ ab. Verantwortlich für die _____ Eigenschaften ist/sind die Hydroxy-Gruppe/n; sie kann/können mit Wasser oder anderen Dipolmolekülen _____ - _____ bzw. _____ ausbilden. Mit zunehmender Kettenlänge überwiegt allerdings der Alkyl-Rest mit seinen _____ Eigenschaften. Langkettige Alkanole lösen sich daher besser in _____ Lösungsmitteln, kurzkettige Alkanole lösen sich besser in einem _____ Lösungsmittel.

Station 3 – Viskosität

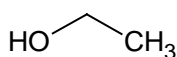
Flüssige Stoffe unterscheiden sich in ihrem Fließverhalten. Die *Viskosität* ist ein Maß für die Zähflüssigkeit einer Flüssigkeit. Je zähflüssiger eine Substanz ist, desto höher ist ihre Viskosität.

Mit folgenden Versuchsmaterialien soll die Zähflüssigkeit von verschiedenen Alkoholen bestimmt werden.

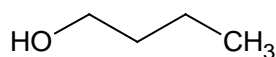
- Überlege dir eine sinnvolle Versuchsdurchführung! Bevor du an das praktische Arbeiten gehst, bespreche deine geplante Durchführung mit der Lehrkraft. Erst wenn sie das o.k. gibt, dürft ihr anfangen.

Zur Verfügung stehende Materialien:	Chemikalien	Gefahren und Sicherheitshinweise
<ul style="list-style-type: none"> - 4 Reagenzgläser - 4 Bechergläser - 4 Messpipetten - 4 Stopfen - Kleine Stahlkugeln - Trichter - Stoppuhr - Pinzette - Stativ - Muffe - Klemme 	Ethanol	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Von Hitze / Funken / offener Flamme / heißen Oberflächen fernhalten.
	Butan-1-ol	Flüssigkeit und Dampf entzündbar. Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. Verursacht schwere Augenschäden. Verursacht Hautreizungen. Kann die Atemwege reizen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. BEI EXPOSITION oder Unwohlsein: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
	Octan-1-ol	Verursacht schwere Augenreizung. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
	Glykol	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
	Glycerin	

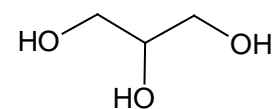
Skelettformeln der o.g. Alkanole:



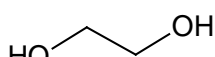
Ethanol



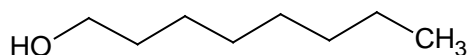
Butan-1-ol



Glycerin



Glykol



Octan-1-ol

2. Protokolliert die Fragestellung des Versuchs, sowie eure Durchführung und die Beobachtungen unter der Überschrift „Station 3 – Viskosität von Alkanolen“
3. Benennt die Faktoren, von denen die Zähflüssigkeit der Alkanole beeinflusst wird und formuliert für jeden Faktor eine „Je...,desto...“ Beziehung!
4. Ergänzt den erklärenden Lückentext auf dem beiliegendem Arbeitsblatt fachlich sinnvoll und richtig und klebt diesen in euer Heft/auf euer Blockblatt ein!

Arbeitsblatt zu Arbeitsauftrag 4.

Erklärung der Viskosiätsunterschiede:

Die Viskosität einer Flüssigkeit ist abhängig von den _____
_____ der Teilchen in dieser Flüssigkeit. Je _____ diese sind, desto
zähflüssiger ist die Substanz. Mit _____ des aliphatischen Restes
wird die Oberfläche eines Moleküls _____, sodass die van-der-Waals-Kräfte
_____ werden.

Mehrere _____ im Molekül erhöhen die _____ zur
Ausbildung von Wasserstoffbrücken _____ den Molekülen.

Arbeitsblatt zu Arbeitsauftrag 4.

Erklärung der Viskosiätsunterschiede:

Die Viskosität einer Flüssigkeit ist abhängig von den _____
_____ der Teilchen in dieser Flüssigkeit. Je _____ diese sind, desto
zähflüssiger ist die Substanz. Mit _____ des aliphatischen Restes
wird die Oberfläche eines Moleküls _____, sodass die van-der-Waals-Kräfte
_____ werden.

Mehrere _____ im Molekül erhöhen die _____ zur
Ausbildung von Wasserstoffbrücken _____ den Molekülen.

Arbeitsblatt zu Arbeitsauftrag 4.

Erklärung der Viskosiätsunterschiede:

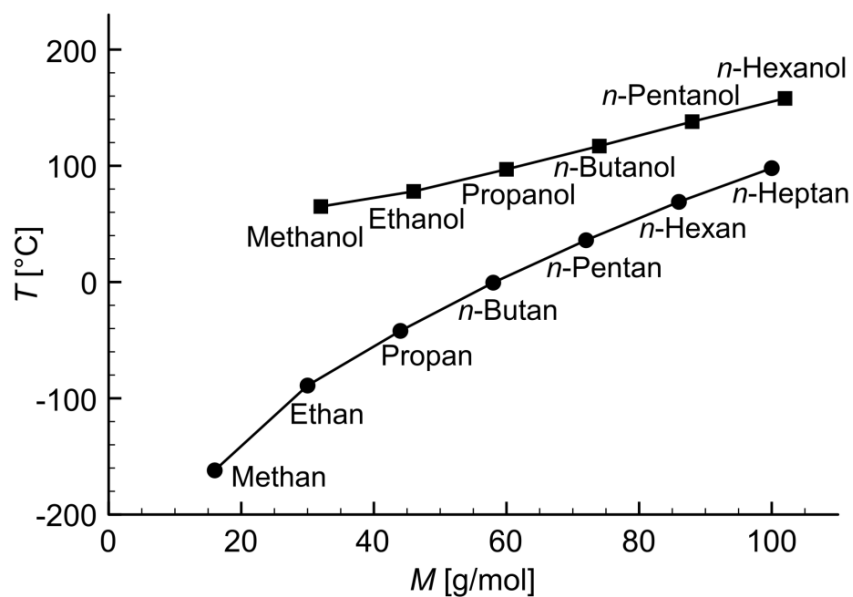
Die Viskosität einer Flüssigkeit ist abhängig von den _____
_____ der Teilchen in dieser Flüssigkeit. Je _____ diese sind, desto
zähflüssiger ist die Substanz. Mit _____ des aliphatischen Restes
wird die Oberfläche eines Moleküls _____, sodass die van-der-Waals-Kräfte
_____ werden.

Mehrere _____ im Molekül erhöhen die _____ zur
Ausbildung von Wasserstoffbrücken _____ den Molekülen.

Station 4a – Siedetemperaturen

Eine wichtige Stoffeigenschaft ist immer auch der Schmelz- und Siedepunkt. Das folgende Diagramm beinhaltet eine Fülle an Informationen, die in dieser Station heraus gefiltert werden sollen. Es zeigt den Verlauf der Siedetemperaturen in Abhängigkeit von der molaren Masse für Alkohole und Alkane bis Octan-1-ol bzw. Octan.

Da die Höhe des Siedepunktes auch von der Masse der Moleküle abhängt, können nur Alkanole und Alkane mit sehr **ähnlichen Molekül- bzw. molaren Massen** verglichen werden. Denn die Molekül- bzw. molare Masse und nicht die Anzahl der ist C-Atome entscheidend!



<https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffbr%C3%BCckenbindung#/media/File:Sdp-H-Bruecke-Alkanole.svg>

1. Vervollständige die folgenden Sätze!

a) Alkanole haben im Vergleich zu ihrer molaren Masse außergewöhnlich _____ Schmelz- und Siedetemperaturen.

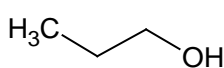
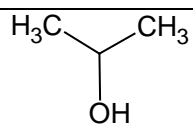
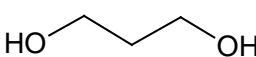
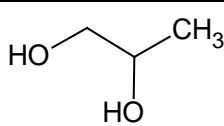
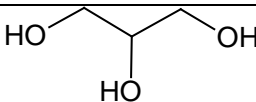
b) In der Reihe der Alkane nimmt die Siedetemperatur mit steigender molarer Masse zu, da...

c) In der Reihe der Alkohole nimmt die Siedetemperatur mit steigender molarer Masse zu, da ...

d) Die Reihe der Alkohole verläuft über der der Alkane, da ...

2. Die Alkoholkurve nähert sich mit zunehmender molare Masse der Alkankurve immer näher an. Die Alkanole werden offensichtlich immer "Alkanähnlicher". Erkläre diese Tatsache!

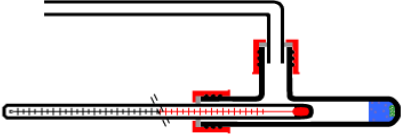
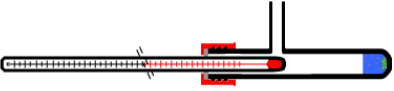



3. Betrachte folgende Tabelle und leite eine allgemein gültige Regel ab!

Skelettformel	Siedetemperatur [°C]
	97
	82,6
	213
	188,2
	290





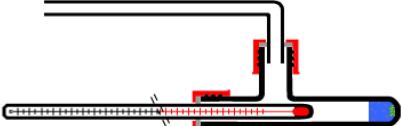
Allgemein gültige Regel:

Ergänze folgenden allgemein erklärenden Satz!

Je mehr _____ in einem Alkanol-Molekül vorhanden sind, desto _____ Wasserstoffbrücken können sich zwischen den einzelnen Molekülen ausbilden. Je _____ Wasserstoffbrücken vorhanden sind, desto _____ Energie benötigt man um die Moleküle beim Sieden voneinander _____.

 <p style="text-align: right;">E</p>			
 <p style="text-align: right;">D</p>			
 <p style="text-align: right;">C</p>			
 <p style="text-align: right;">B</p>			
 <p style="text-align: right;">A</p>			
	<p>Es tritt keine Substanz aus der Apparatur aus.</p>	<p>Siedetemperatur wird im Gasraum über der Flüssigkeit gemessen</p>	<p>Sonstiges</p>

	<p>Es tritt keine Substanz aus der Apparatur aus.</p>	<p>Siedetemperatur wird im Gasraum über der Flüssigkeit gemessen</p>	<p>Sonstiges</p>

	 <p style="text-align: right;">A</p>	x	x	
	 <p style="text-align: right;">B</p>	x	J	
	 <p style="text-align: right;">C</p>	j	j	„Bombe“
	 <p style="text-align: right;">D</p>	X	j	
	 <p style="text-align: right;">E</p>	X	J	X zuerst nicht, nach einiger Zeit schon
Es tritt keine Substanz aus der Apparatur aus.				
Siedetemperatur wird im Gasraum über der Flüssigkeit gemessen				
Sonstiges				

	<p>J</p>	<p>J</p>	<p>Kondensat läuft zurück ins RG</p>
	<p>j</p>	<p>j</p>	<p>Kondensat sammelt sich im Rückleitungsrohr</p>
	<p>Wie vorher</p>	<p>j</p>	
	<p>Zuerst nicht, später evtl. Schon</p>	<p>j</p>	<p>Kühlwassermantel „Platzgefährt“</p>
<p>Es tritt keine Substanz aus der Apparatur aus.</p> <p>Siedetemperatur wird im Gasraum über der Flüssigkeit gemessen</p> <p>Sonstiges</p>			

Station 5 – Wie viel Alkohol ist drin?

Bei alkoholischen Getränken muss auf der Verpackung der Alkoholgehalt in % angegeben sein. Bei diesen Angaben handelt es sich um Volumen%. So sind in einem Getränk mit einem Volumen%-Anteil von 13% von 100ml Flüssigkeit 13 ml reiner Alkohol.

Man kann den Alkoholgehalt ermitteln, indem man die Dichte der Lösung bestimmt. Da reiner Alkohol eine geringere Dichte als reines Wasser besitzt, ist die Dichte eines Alkohol-Wasser-Gemisches je nach Alkoholmenge unterschiedlich.

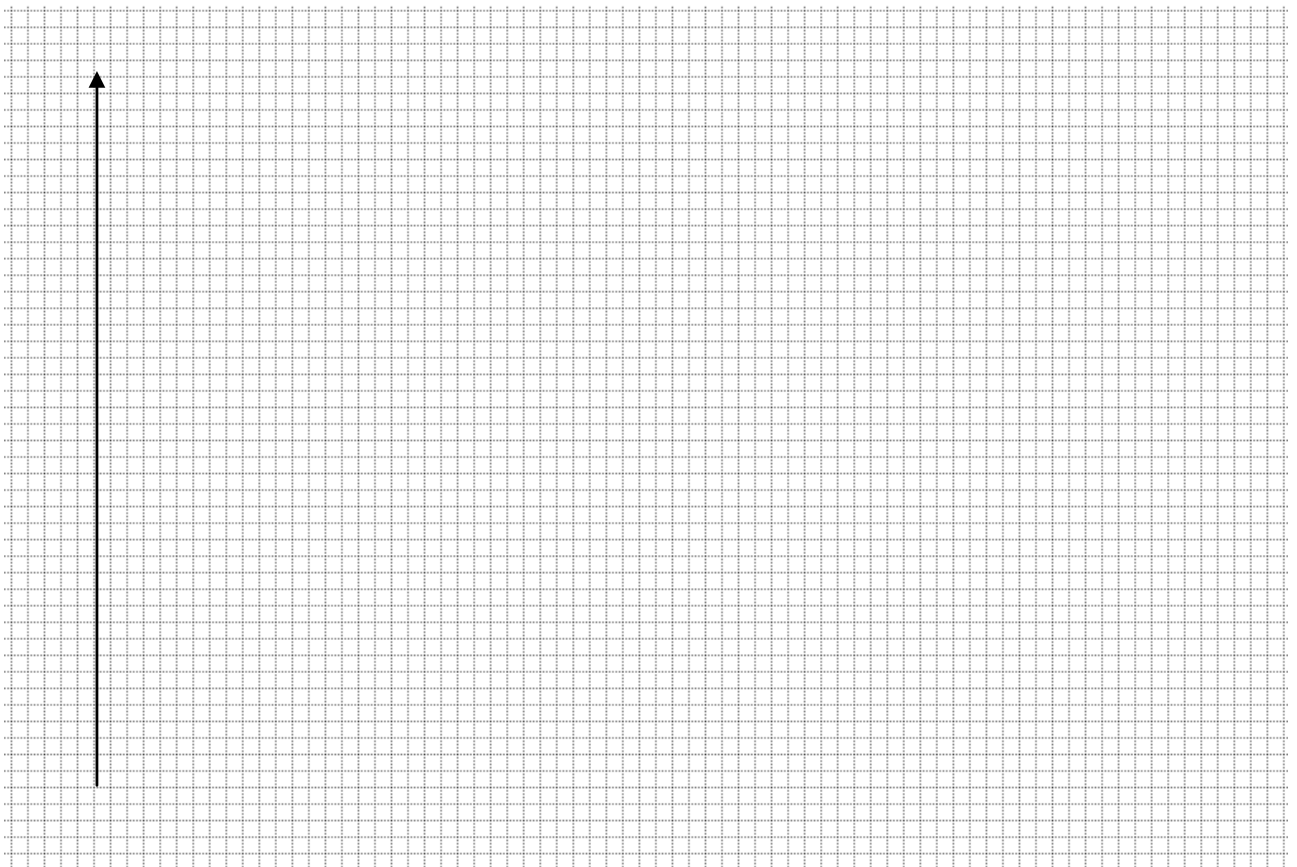
Die Dichte ist folgendermaßen definiert:

$$\text{Dichte } \delta (X) = m(X) / V(X) \quad [\text{g/ml}]$$

In der Stationsbox findest du Flaschen mit folgenden wässrigen Ethanollösungen:

Ethanol 96%, Ethanol 80%, Ethanol 65%, Ethanol 50%, Ethanol 40%

Ermittle mit Hilfe der weiteren in der Stationsbox befindlichen Materialien die Dichte der jeweiligen wässrigen Ethanollösungen. Übertrage die ermittelten Werte in das Koordinatensystem [x-Achse: Volumenanteil an Alkohol; y-Achse: Dichte] und verbinde die Messwerte zu einer Geraden.



Diese Gerade nennt man Eichkurve. Mit Hilfe dieser Eichkurve kann nun durch Bestimmung der Dichte eines Alkohol-Wasser-Gemisches mit unbekannter Alkoholmenge der Vol%-Anteil an Alkohol bestimmt werden.

Finde nun mit Hilfe der oben dargestellten Eichkurve und den aufgeführten Materialien den Alkoholgehalt der ausstehenden Substanzen heraus!

Protokolliere hier dein Vorgehen und deine Beobachtungen stichpunktartig!

Bestimmt man nach dieser Methode den Alkoholgehalt von z.B. einem Cocktail oder einem Longdrink wie Vodka-RedBull, so stellt man fest, dass der anhand der Eichkurve ermittelte Wert stark von dem auf der Flasche angegebenen Alkoholgehalt abweicht.

Überlege dir Ursachen für diese Abweichung!

Information für die Lehrkraft:

In der Interaktionsbox sollten folgende Materialien sein:

- 10 ml Spritzen
- 10 ml Meßzylinder
- 10 ml Meßkolben
- Waage
- Erlenmeyerkolben mit Stopfen (als Entsorgungsgefäße)
- die alkoholischen Lösungen

Station 6 - Verwendung von Alkanolen

Alkanole sind vielfältig in ihren Eigenschaften und werden für die unterschiedlichsten Aufgaben verwendet. Einige davon sind in den folgenden Bildern veranschaulicht.



<http://substimuc.beepworld.de/alkohol.htm>



<http://www.kids-and-science.de/wie-funktioniert/detailsansicht/datum/2009/10/22/wie-funktioniert-frostschutzmittel.html>



<https://www.worldofsweets.de/Marke+Eichetti/Eichetti-Eiskoenig-Eiskonfekt.310650.html>



<http://www.autogazette.de/eco/wiki/von-e10-bis-hybrid-291420.html>

Um herauszufinden, wo überall welche Alkohole in unserem Alltag Bedeutung haben, sollt ihr euch im Folgenden die beigelegten Infotexte durchlesen und die Bedeutung und Verwendungszwecke der Alkanole Methanol, Ethanol und Glycerin ausschreiben. Dies könnt ihr tabellarisch, stichpunktartig oder auch in Form einer MindMap machen!

Folgende Schulbuchseiten können als Infotexte dienen:

Mehrwertige Alkohole	Allgemeines	Methanol	Ethanol
Schrödel S.59	Galvani S. 78/79	Galvani S.88/89	Galvani S.90/91
Buchner S.74/75	Klett S.96/97		
Klett S.71			

Für die angegebene Lösung verwendete Auswahl:

Klett S. 96/97 (Bedeutung verschiedener Alkohole)

Galvani S. 88-91 (Methanol und Ethanol)

Station 7 - Alkoholische Gärung

Die Herstellung alkoholischer Getränke wie Bier und Wein ist seit Jahrtausenden bekannt. So stellten bereits die alten Ägypter aus zuckerhaltigen Früchten, wie z.B. Trauben, Wein und aus Pflanzen mit hohem Stärkeanteil, wie z.B. Gerste, Bier her. Ohne die natürlich vorkommenden Hefepilze lief jedoch nichts, denn nur mit ihrer Hilfe kann der Zucker in Alkohol umgewandelt werden. Diesen Vorgang nennt man die alkoholische Gärung. Sie beruht auf einer chemischen Reaktion, die in Hefezellen unter Luftabschluss, also in sauerstofffreier Atmosphäre, abläuft.

Die durch die Hefezellen katalysierte Reaktion kann als unvollständige Abbaureaktion der Zucker aufgefasst werden. Der Prozess der alkoholischen Gärung ist bei der heutigen Herstellung im großtechnischen Maßstab nicht anders als in der Antike: Die Hefezellen vergären einen Teil des Zuckers im Fruchtsaft zu Ethanol (= Trinkalkohol), wobei zusätzlich das Gas Kohlenstoffdioxid entsteht.

Im Folgenden soll nun experimentell nachgewiesen werden, dass die alkoholische Gärung nur abläuft wenn Zucker vorhanden ist und dass Kohlenstoffdioxid als Produkt entsteht.

Erledige folgende Arbeitsaufträge unter der Überschrift „Station 7 – Alkoholische Gärung“ in dein Heft bzw. auf ein Blockblatt, das du einheftest!

Arbeitsaufträge:

1. Formuliere die Wort- und die Reaktionsgleichung für die alkoholische Gärung!
2. Weise in einer Versuchsreihe nach, dass a) Zucker das Edukt für die alkoholische Gärung ist und dass b) das entstehende Gas Kohlenstoffdioxid ist! Folgende Materialien stehen dir zur Verfügung! Protokolliert eure Durchführung, Beobachtung und Folgerungen!

Bevor ihr mit eurer Durchführung startet, stellt euer geplantes Vorgehen der Lehrkraft vor. Erst wenn diese ihr o.k. gibt, dürft ihr anfangen!

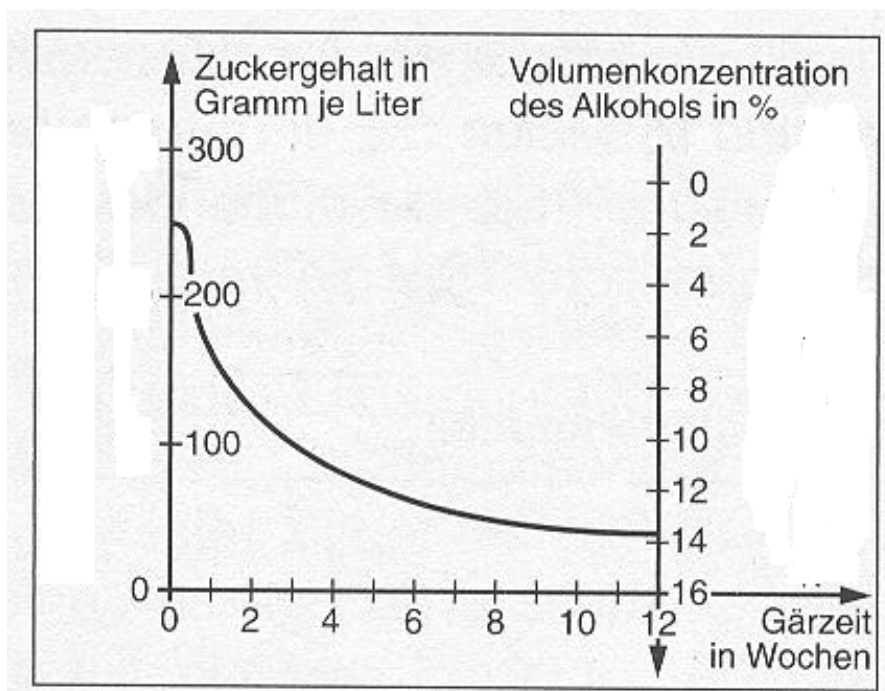
Während der Wartezeit fangt ihr zunächst euer Versuchsprotokoll an und bearbeitet zusätzlich die weiteren Arbeitsaufträge!

Chemikalien	Gefahren und Sicherheitshinweise
Wasser	
Hefe	
Traubenzucker (= Glucose)	
Kalkwasser (= Calciumhydroxid- lösung; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aq)	Verursacht Hautreizungen. Verursacht schwere Augenschäden. Kann die Atemwege reizen. Schutzbrille tragen. BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. Einatmen von Staub / Rauch / Gas / Nebel / Dampf / Aerosol vermeiden. BEI EINATMEN: An die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.

Materialien:

- 5 Reagenzgläser
- 3 Reagenzgläser mit seitlichem Ansatz
- Gummischlauch
- Reagenzglasständer
- Gärröhrchen

3. Interpretiere den Verlauf der im Gärdiagramm dargestellten Kurve!



4. Durch Gärung können lediglich alkoholische Getränke bis zu einem Alkoholgehalt von circa 15 Volumenprozent hergestellt werden. Überlege dir eine Begründung für diese Tatsache!

Quellen:

- Förster, Matthé, Rieck, Riedel; Chemie heute – Sekundarbereich I, Arbeitsheft 3 Gymnasium; Schrödel Verlag GmbH, Hannover, 2002
- Galvani Chemie S2, Arbeitsheft mit Lösungen; Bayerischer Schulbuch Verlag GmbH, München, 2012; 1. Auflage
- Mallek, Edith; Portfoliioarbeit zum Thema „Alkohole“ in 46 Raabits Chemie, Februar 2014
- Beyer, Dirk; Methanolvergiftung – vom Alkohol zum Aldehyd in 53 Raabits, November 2015-12-01
- http://wikis.zum.de/zum/Lernzirkel_Alkohole (Zugriffsdatum 30.11.2015)
- http://www.chids.de/dachs/lernzirkel/ueberblick_lernzirkel.html (Zugriffsdatum 30.11.2015)
- http://www.klett.de/web/uploads/756120_S_104_105.pdf

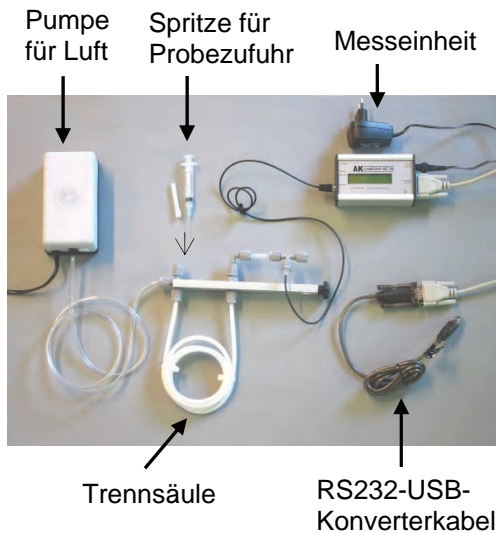
Gaschromatographische Untersuchung von Feuerzeug-Gas

Computereinsatz und Messwerterfassung

Klasse	5	8	9	10	11	12
NTG				X	X	
SG, ...				X		



Schülerübung geeignet ja nein



Chemikalien

- Feuerzeuggas z. B. aus einer Nachfüllkartusche
- Eventuell Propan, 2-Methylpropan, Butan aus Mini-gasflaschen für Vergleichs-Chromatogramme

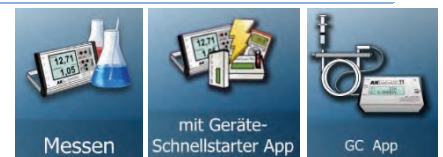
Geräte

- Low-cost-Gaschromatograph AK GC04 oder GC11: Komplet-Set aus Messeinheit, Trennsäule mit weißem Kabelbinder (speziell für die Trennung von Feuerzeug-Gas) und Aquarienpumpe (pumpt Luft) → Bezugsquelle (zur Zeit: Firma Hedinger) leicht auffindbar über die Homepage des AK Kappenberg: <http://www.kappenberg.com>
- Computer mit Auswerteprogramm Analytik 11 und RS232 Schnittstelle bzw. RS232-USB-Adapter mit passendem Kabel (ggfs. Adapter-Treiber installieren!)
- Stativ
- 2 mL Einwegspritze(n) mit dünner, kurzer Kanüle z. B. braun 0,45 x 13 mm und passendem Stopfen
- Zur Gasentnahme aus der Feuerzeuggas-Nachfüllkartusche: z.B. Dreiwegehahn mit Stopfen
- Ggfs. Mehrfachsteckdose und Verlängerungskabel

V

Versuchsvorbereitung und -aufbau:

- Geräte zur GC bereitlegen
- Software AK Analytik 11 starten, linken Punkt „Messen“ auswählen
- Anklicken von „mit Geräte-Schnellstarter App“, dann Auswahl von „GC App“
- Auswählen, ob mit der Messeinheit GC04 oder GC11 gearbeitet wird
- Geräte der Low-Cost-GC nach der Schritt-für-Schritt-Anleitung des Programms anschließen und jeweils durch Klick auf das betreffende Kästchen bestätigen



Typ wählen ▾ ▶ Gerät anschließen ▶ Gerät testen ▶ Messe

Haken Sie die folgenden Schritte ab:

- ▶ Steckernetzteil: in Netz-Steckdose und in "DC 12V/80 mA" (Elektronik) stecken!
- ▶ Die grüne LED 'Betrieb' leuchtet. Falls nicht: Netzteil überprüfen!
- ▶ Pumpe: Schlauch bei 'OUT' aufstecken und Netzstecker in Steckdose!
- ▶ GC-Sensor: Bei 'Sensor' in GC-Elektronik eingesteckt?
- ▶ !! Rote LED darf nicht leuchten !!
 - a) Falls rote Leuchtdiode blinkt, ist das Detektor-Birnen nicht festgeschraubt oder durchgebrannt.
 - b) Falls rote LED konstant leuchtet, ist Kurzschluss in Birnen oder Zuleitung
- ▶ "Computer-RS232-Ausgang" des AK LCG 04 mit Kabel am seriellen Port des Rechners angeschlossen?

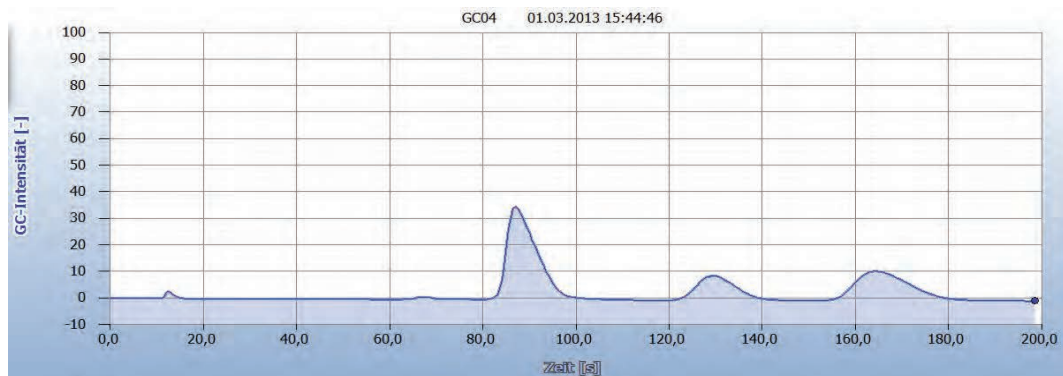
- Wenn der Computer den Gaschromatographen erkannt hat
→ Programm im Messmodus und bereit, die Aufzeichnung zu starten

Versuchsdurchführung:

- 0,5 mL Feuerzeuggas mit Hilfe eines Dreiwegehahnes (oder eines geeigneten Adapters, je nach Nachfüllkartuschen-Modell) in eine 2 mL Spritze einfüllen und zusätzlich 0,5 mL Luft in die Spritze einsaugen → 2 Varianten der Gasentnahme sind hier im Bild gezeigt
- Kurze, dünne Kanüle auf den Luer-Anschluss der Spritze stecken und diese so tief wie möglich in die Einspritzöffnung einstecken (vgl. unteres Bild eine Seite zuvor)
- Mausklick auf "Auf ,0' (Null) setzen" → Nullabgleich
- Aufzeichnung durch Mausklick auf „Aufzeichnen!“ starten
- Genau 10 s nach Start der Messung die Gasprobe in die Trennsäule injizieren und die Spritze herausziehen (früher wurden 5 s empfohlen, deshalb der Ton nach 5 s)
- Etwa 200 s lang ein Gaschromatogramm aufzeichnen
- Auf „Messung beenden“ klicken um die Aufzeichnung zu stoppen
- Falls weitere Feuerzeuggase getestet werden sollen, können diese im gleichen Diagramm aufgezeichnet werden. Das Programm wählt eine neue Linienfarbe.



B



E

Auswertung des Gaschromatogramms:

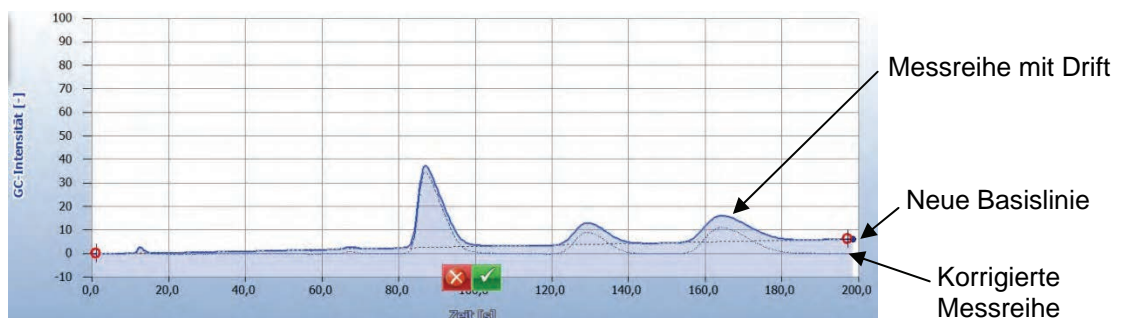
1) Heranziehen von Vergleichsgasen:

Im Idealfall identifiziert man die einzelnen Komponenten des Gasgemisches durch Aufnahme von Gaschromatogrammen der in Frage kommenden Reingase. In der Praxis scheitert dieser Ansatz oftmals daran, dass die Reingase an der Schule zunächst nicht vorhanden sind (teuer und nur selten benötigt).

Genauerer vgl. hierzu unter Tipps und Tricks (Anleitung von Dr. Kappenberg, S.2).

2) Basislinienkorrektur:

Ist eine „Drift“ in der Datenreihe festzustellen (d.h. ein Anstieg des Nullwertes über die Messzeit hinweg), so muss zunächst die „Basislinie“ grafisch korrigiert werden.



→ Menüzeile: „Auswerten“ auswählen

- „GC-Basislinie“ anklicken →




- Linie mit der Maus ziehen,

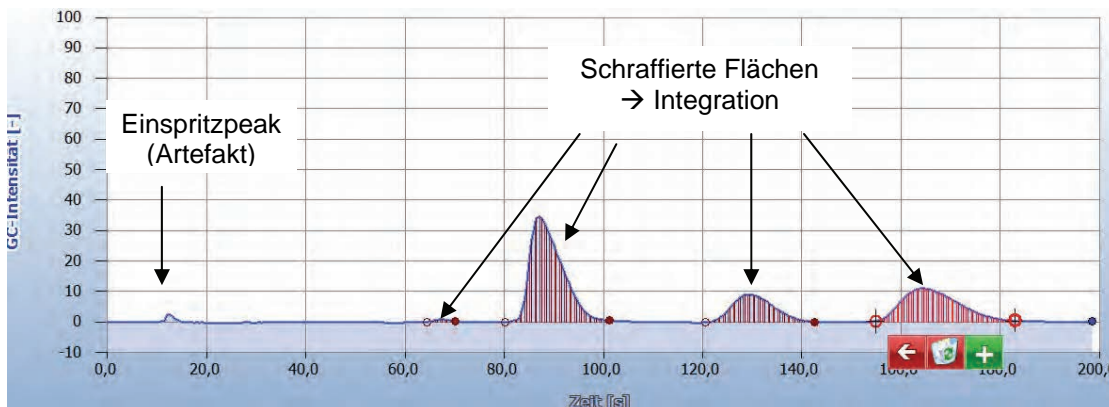
die im korrigierten Graphen die Parallele zur x-Achse mit $y=0$ werden soll

- „Weiter“ auswählen; korrigierten Graphen z.B. in neues Diagramm einzeichnen

3) Ermittlung der Peakflächen durch Integration:



Dazu wird die Flächenbestimmung mit Klick auf das Symbol  für die GC-Hand-Integration aufgerufen. Anschließend wird auf den linken Rand des ersten Peaks geklickt (nicht Einspritzpeak!) und die Maus mit gedrückter Maustaste bis zum rechten Rand dieses ersten Peaks gezogen. Nachträgliche Korrektur ist durch Klicken in die markierte Fläche des Peaks möglich. Danach wird auf das grüne „+“ geklickt. Diese Schritte müssen für jeden Peak wiederholt werden. Am Ende auf „Fertig“ klicken.



Alternativ auch möglich: Flächenbestimmung durch Auto-Integration
Im Anschluss erscheint eine Tabelle, mit folgenden Angaben zu den Peaks:

- Retentionszeit:
Diese gibt Auskunft über die Art des Gases.
- Fläche:
Diese gibt Auskunft über den Anteil des Gases an der Gesamtprobe.
- Responsefaktor des den Peak erzeugenden Gases:
Dieser Faktor dient dazu, die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit der analysierten Gase zu berücksichtigen. Der Gehalt des den Peak erzeugenden Gases ist zunächst nicht korrekt, weil die verschiedenen Gase unterschiedlich gut die Wärme vom Wärmeleitfähigkeitsdetektor ableiten und so ein verfälschtes Bild vortäuschen. Methan liefert etwa eine doppelt so große Fläche wie die gleiche Menge an n-Butan. Dieser Fehler wird mit den Responsefaktoren korrigiert. Die Responsefaktoren müssten ermittelt werden, in dem man „Verdünnungsreihen“ für jeden Stoff aufnimmt, die entsprechenden Flächen ermittelt und ins Verhältnis zueinander setzt. Verwendet man die Standardtrennsäule und arbeitet bei Raumtemperaturen, können die Responsefaktoren näherungsweise auch den Vorschlägen der Tabelle entnommen werden.
- Prozentualer Anteil (Gehalt in %) des den Peak erzeugenden Gases an der Gesamtprobe.

Zur Zuordnung der Peaks wird jeweils eine Reihe in der oberen und eine entsprechende Reihe in der unteren Tabelle angeklickt und dann
→ „Gewählten Peak übernehmen“ ausgewählt.

Daraufhin trägt der Computer im oberen Teil den Namen und den Responsefaktor des diesen Peak erzeugenden Gases ein und errechnet eine **neue prozentuale Zusammensetzung** des Gasgemisches.

Erst wenn alle Responsefaktoren eingerechnet sind, markiert man den entsprechenden Stoff in der oberen Tabelle, klickt auf
→ „Peak beschriften“ und positioniert die Ergebnisse in der Grafik.

Bei der Zuordnung der einzelnen Peaks orientiert man sich an den aufgeführten Retentionszeiten und verlässt sich auf das „chemische Gefühl“ (kleinere kugelförmige Moleküle werden meist weniger stark adsorbiert als große und langkettige Moleküle; sie haben also kürzere Retentionszeiten).

Für ein ganz exaktes Vorgehen sind Chromatogramme von Vergleichsgasen (vgl. Punkt 1) ideal.

Gaschromatogramm
In der oberen Liste sehen Sie die aktuellen Peaks, unten stehen Ihnen Vergleichswerte zur Verfügung.

Aktuelles Gaschromatogramm

Nr.	Name	Retentionszeit	Fläche	R-Korrfaktor	Gehalt in %
1	Ethan	67,2	2,09	0,85	0,37
2	Propan	87,2	254,94	0,95	50,06
3	Methylpropan	129,5	85,52	1,00	17,67
4	n-Butan	164,2	147,01	1,05	31,90

Peak beschriften
 Peak ändern
 Peak löschen

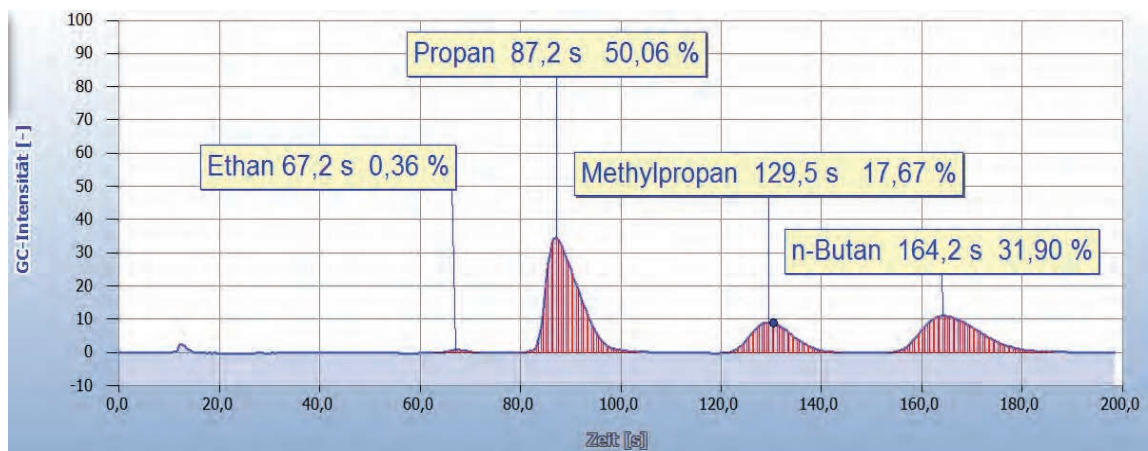
Säule:
T-Gas:
Temp.: 0
Ström.: 0

Referenz Peaks

Nr.	Name	Retentionszeit	Fläche	R-Korrfaktor	Gehalt in %
1	Methan	60,0	2,00	0,55	0,24
2	Ethan	65,0	5,00	0,85	0,93
3	Propan	80,0	200,00	0,95	41,73
4	Methylpropan	120,0	50,00	1,00	10,98
5	n-Butan	150,0	200,00	1,05	46,12

Säule: OV101
T-Gas: Luft
Temp.: (°C) 25
Ström.: 2

Der Graph sieht nach erfolgter Beschriftung folgendermaßen aus:



Tipps und Tricks	Der Low-cost-Gaschromatograph kann auch ohne Computer betrieben werden. Dann muss eine Wertetabelle mitgeschrieben und in ein Gaschromatogramm übertragen werden. Bei Verwendung einer anderen Sorte von Feuerzeuggas kann der Graph auch deutlich anders aussehen, insbesondere mit einem niedrigeren Propan-Anteil.
Literatur	<p>Genaue Anleitung: http://www.kappenberg.com/experiments/gc/pdf-aka11/k04.pdf [26. August 2013]</p> <p>Viele weitere GC-Experimentieranleitungen finden sich auf der Homepage des AK Kappenberg zum Download. Ebenso finden sich dort Videos zur Inbetriebnahme des Gaschromatographen sowie zur Durchführung der genannten Experimente. Auch die Anregung zum Nachweis von Ethen in reifenden Äpfeln findet sich dort. Bereits nach 12 Stunden lässt sich eine geringe Menge an Ethen nachweisen (vgl. rechts gezeigtes Diagramm).</p>



Methan aus Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff (Power to gas)

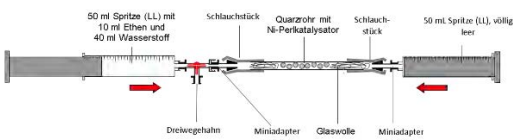
Kohlenwasserstoffe
Gleichgewichte
Energetik

Klasse	5	8	9	10	11	12
NTG				X	X	
SG, ...				X		

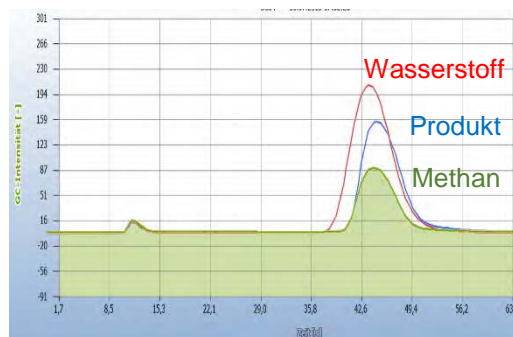


Schülerübung geeignet ja nein

Methanisierung:



GC-Untersuchung des Produktgases



Chemikalien

- Wasserstoff (aus der Gasflasche / der Elektrolyse)
- Kohlenstoffdioxid (Luftballontransportbehälter)
- Watesmo-Papier
- Evtl. Methan (für GC-Identifizierung)
- Evtl. Calciumhydroxid-Lösung (frisch angesetzt)

Geräte

Für die Methanisierung:

- Katalysatoreinheit: Quarzrohr gepackt mit Ni-Zeolith-Katalysator, verschlossen mit Glaswolle (fertig gepackt aus Power to gas – Experimentiererset; keine Eigenanfertigung!)
- 1 Spritze (100 mL, mit Luer-Adapter)
- 2 Spritzen (50/60 mL, Luer-Lock), geölt
- 1 Dreiwegehahn
- 2 Kombiverschlussstopfen
- 2 Rohr-8-Adapter, weiblich mit Schlauchstücken (ca. 4 cm)
- Stativmaterial (bevorzugt Magnettafel mit Federstahlklammern, evtl. Laborhebebühne)
- Heißluftgebläse mit Abstrahldüse (heat gun, mindestens 1600 W, z. B. Steinel HL 1610S)

Für die Low-cost-GC:

- Low-cost-Gaschromatograph nach Kappenberg (schwarze Säule)
- 3 Spritzen (2 mL)
- 3 Kanülen, dünn z. B. grau 0,4 x 19 mm
- Laptop mit Analytik 11

Für die Kalkwasserprobe:

- 2 Microscale-Waschflaschen (16 mm Reagenzglas, Stopfen mit 2 Kanülen durchbohrt, Schlauchverlängerung auf einer Kanüle, 20 mL Spritze mit Dichtung)

Sicherheitshinweise: Apparatur vor der Versuchsdurchführung auf Dichtigkeit prüfen und gründlich mit Wasserstoff spülen; Sollte das Quarzrohr mit dem Ni-Katalysator versehentlich zu Bruch gehen, Ni-Katalysatorperlen nur mit Handschuhen anfassen und in neues Quarzrohr umfüllen.

V

- Die „Low-cost-Kolbenprober-Apparatur“ wird nach Abbildung aus Medizintechnik-Material zusammengebaut. Als Katalysatoreinheit wird die fertig gepackte Ni-Katalysatoreinheit aus dem Power-to-gas-Experimentiererset der PH Freiburg verwendet.
- Eine 100 mL Katheterspritze wird mit Wasserstoff gefüllt und die gesamte Apparatur über den noch freien Anschluss am Dreiwegehahn mit Wasserstoff gespült. Dabei darf keine Volumenänderung auftreten, sonst ist die Apparatur undicht! Nach dem Spülen sind die Kolben der beiden 50 mL Spritzen vollständig in die Spritzenzylinder hineingeschoben.
- 20 mL Kohlenstoffdioxid und 80 mL Wasserstoff werden in einer 100 mL Katheterspritze gemischt.

- Eine der beiden 50 mL Spritzen wird über den Dreiwegehahn mit 50 mL des Gasgemisches aus der Katheterspritze (Adapter verwenden!) gefüllt. Das restliche Eduktgasgemisch wird für Vergleichszwecke (GC, Kalkwasserprobe, Kalorimetrie) aufbewahrt.
- Die Katalysatoreinheit wird mit einem Heißluftgebläse (Stufe 2, evtl. Temperatur mit Thermofühler kontrollieren) ca. 3 Min. auf ca. 300-400 °C aufgeheizt und dann bei laufendem Heißluftgebläse das Gasgemisch so lange von links nach rechts (und zurück) über den Ni-Katalysator geleitet, bis keine Volumenänderung mehr auftritt. Dazu bewegt man die Spritzenkolben in den Zylinder hinein bzw. aus dem Zylinder heraus.
- Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Gasvolumen in der Spritze konstant bleibt. Dann wird der Heißluftfön abgeschaltet und das Gemisch noch ein paar Mal über den Katalysator geleitet.
- Im Anschluss kann 1 mL des Reaktionsproduktes über den Dreiwegehahn mit einer 2 mL Spritze entnommen und gaschromatographisch im Vergleich zu 1 mL Eduktgas und evtl. zu 1 mL Methan untersucht werden.
- Alternativ kann eine halbquantitative Kalkwasserprobe mit je 2 mL des Edukt- und des Produktgases durchgeführt und die Trübung verglichen werden. Auch die quantitative Bestimmung der Verbrennungswärme ist möglich.
- Nach Versuchsende kann mit den Flüssigkeitströpfchen in der Apparatur noch ein Wasser-Nachweis mit Watesmo-Papier durchgeführt werden.

B

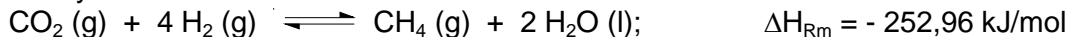
- Volumenverringerung von 50mL auf 10 mL;
- Kondensation einer Flüssigkeit (Tröpfchenbildung) in den Verbindungsschläuchen bzw. im Spritzenanschlussbereich; Watesmo-Papier färbt sich blau;
- Die Kalkwasserprobe zeigt mit dem Produktgas – wenn überhaupt - eine deutlich geringere Trübung, als mit dem Eduktgas.
- Mit Hilfe der Low-cost-Gaschromatographie kann gezeigt werden, dass sich der Anteil an Wasserstoff im Produktgas deutlich verringert, dafür tritt ein neuer Peak auf, der auf Grund des R_f -Wertes als Methan-Peak identifiziert werden kann.



E

Sabatier-Reaktion:

Katalytische Reduktion von Kohlenstoffdioxid mit Wasserstoff zu Methan



<p>Tipps und Tricks</p>	<p>Bezugsquelle für das Power-to-Gas-Experimentierset mit dem Nickel-Zeolithkatalysator entwickelt von den Mitarbeitern der Fachdidaktik Chemie an der Pädagogischen Hochschule Freiburg: Bernd Mößner, Wartung und Instandsetzung St.-Stephan-Str. 9 79112 Freiburg Tel.: 0761/682-310</p> <p>Die Methan-Ausbeute erreicht bei Gleichgewichtstemperaturen von 300°C ihr Maximum, bei höheren Temperaturen liegt das Gleichgewicht der exothermen Reaktion auf der Eduktseite, bei niedrigeren Temperaturen tritt eine kinetische Hemmung auf.</p> <p>Statt die Temperatur mit einem Heißluftfön zu erzeugen, kann auch ein Heizdraht um das Quarzrohr gewickelt werden (vgl. Veröffentlichung Prof. Menzel) oder der Katalysator mit einem Brenner kurz zum Glühen gebracht werden und nach ca. 30 s Wartezeit das Gasgemisch langsam über den Katalysator geleitet werden.</p> <p>Verwendet man statt des Ni-Katalysators - wie von Prof. Menzel beschrieben die ungiftigeren Pt-Pd-Katalysatorperlen - müssen diese nach jedem Experiment ausgetauscht werden, da am Pt-Pd-Katalysator als Nebenprodukt hohe Mengen an Kohlenstoffmonooxid entstehen, die den Katalysator vergiften. Die Methan-Ausbeute ist deutlich geringer. Der Nickel-Katalysator kann durch Umspülen mit Wasserstoff reaktiviert werden. Die Reaktion lässt sich sowohl im Unterricht zu Kohlenwasserstoffen unter dem Blickwinkel „Energiewende“, als auch bei den Volumengesetzen im Anfangsunterricht zu chemische Reaktion sowie beim Themenbereich „Gleichgewichte – Kleinsten Zwang“ gewinnbringend einsetzen.</p>
<p>Entsorgung</p>	<p>Ni-Katalysatoreinheit für weitere Experimente aufbewahren; Restliches Produktgas über Lüftung entsorgen</p>
<p>Literatur</p>	<p>Rubner, I., Hasselmann, M., Oetken, M.: Das „Power-to-Gas“-Konzept. Strategien zur Speicherung erneuerbarer Energien – Ein (fachdidaktischer) Baustein zur erfolgreichen Energiewende? PdN-ChiS, 62 (7), 38 – 45 (2013)</p> <p>Martin, A., Armbruster, U., Schoder, M.: Heterogen katalysierte Hydrierung von Kohlenstoffdioxid zu Methan unter erhöhten Drücken; cit-journal, 85 (3), 344-352 (2012)</p> <p>Sabatier, P., Senderens, J. B. C. R.Acad. Sci. 134, 514-516 u. 689-691 (1902)</p> <p>Rex, F., Menzel, P.: Methan aus Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid – Energiespeicher der Zukunft im Experiment; PdN-ChiS 64(1), 44 – 49 (2015)</p>

In eigener Sache

Kontaktaufnahme

Martin Schwab

Armin-Knab-Gymnasium

Kanzler-Stürtzel-Str. 15

97318 Kitzingen

Kontakt über Email: bschwab@web.de

Materialien zur Fortbildung

Die Materialien zur Fortbildung finden sich in digitaler Form auf folgender Internetseite:

www.fachreferent-chemie.de

www.fachreferent-chemie.de

HOME ISB-KM FORTBILDUNG LEHRMITTELDES MONATS EXPERIMENTE MATERIALIEN PROJEKTE GW SICHERHEIT SAMMLUNG LINKS FORUM IMPRESSUM

Fachreferent Chemie
bei der MB-Dienststelle Unterfranken

Wichtige Hinweise

www.fachreferent-chemie.de
Wichtige Hinweise

MNU-Bremerhaven 2015


Vortrag Pelham 2015


- 1 ml pipette gefüllt mit Wasser
- Klebeband zum Fixieren der Elektroden
- Messleitung mit Krokodilklemmen
- Stecknadeln als Elektroden
- Große Pipette gefüllt mit Salzlösung