

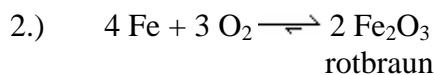
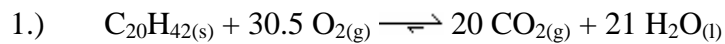
Organisch Chemisches Grundpraktikum Lehramt WS 2007/08

Name: Jan Schäfer

Datum: 23.11.07

Gruppe 2 Bestimmung des Sauerstoffgehaltes der Luft

Reaktionsgleichung:



Zeitbedarf:

Versuch 1.) Aufbau und Durchführung 10 min

Versuch 2.) Aufbau 5 min; Durchführung ca. 3 - 4 Tage

Eingesetzte Substanzen:

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	Gefahrensymbole	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Wachs	C_nH_{2n+2}	10 g	F	--	--	Sek. 1
Eisenwolle	Fe	Wenige g	F	11	--	Sek. 1

Materialien:

1.) Stativmaterial, Messzylinder, Kerze, Wasserbad, Feuerzeug

2.) Stativmaterial, Messzylinder, Wasserbad, Stahlwolle

Durchführung:

1.) Als schnellen Unterrichtsversuch wird das Material wie nebenstehend aufgebaut, und die Kerze entzündet. Nun lockert man die Halterung des Messzylinders und stülpt diesen über die brennende Kerze.



(rechts: Versuchsaufbau für Versuch 1)

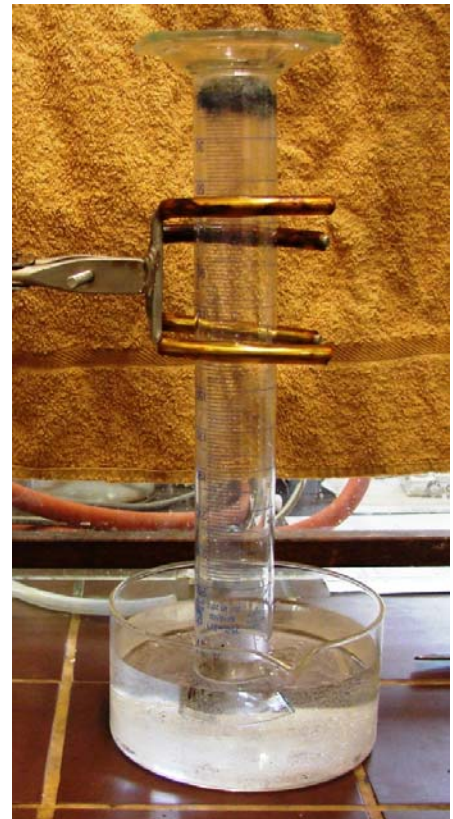
2.) Als Langzeitexperiment kann man den nebenstehenden Versuchsaufbau wählen. Dazu befeuchtet man die Stahlwolle mit Wasser und drückt sie rutschfest auf den Boden des Messzylinders. Diesen befestigt man wie zu vor an dem Stativ und lässt das offene Ende einige Zentimeter in das Wasserbad eintauchen. Nun lässt man den Versuch einige Tage stehen.

Beobachtung:

1.) Sobald der Messzylinder die Kerze komplett überstülpt hat, saugt sich das Wasser im Zylinder schnell nach oben und die Kerze erlischt sofort danach.

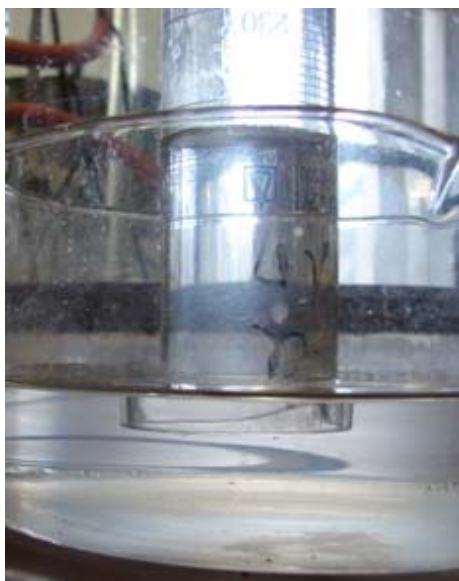


(links: Versuch 1. nach dem Erlischen der Kerze)



(oben: Versuchsaufbau 2.)

2.) Der Wasserspiegel im Zylinder steigt stetig und sehr langsam an und an der Stahlwolle zeigt sich bereits nach kurzer Zeit (1-2 h) eine rotbraune Färbung.



(links: Wasserstand nach 5 Tagen, oben: Stahlwolle nach 2 h)

Versuchsvariante:

Zu Versuch 1: In einer Schale mit Wasser steht wieder die Kerze. Über die Kerze wird eine Glasglocke mit einer **oberen Öffnung** gestülpt und es wird bis zum Niveaueausgleich gewartet. Danach verschließt man die Öffnung und die Kerze erlischt innerhalb von einer Minute und etwa 1/5 der Luft in der Glocke wurden durch Wasser verdrängt.

Zu Versuch 2: Um den Versuch für die Schüler schmackhafter zu machen, kann man das Wasser noch anfärben und den Ansaugteil, durch den das Wasser in den Zylinder strömt, kann man mithilfe einer Pipette und eines Gummistopfens so weit verkleinern, dass man dem Wassereinstrom innerhalb von wenigen Minuten zugucken kann. Somit würde der Versuch auch größere schulische Relevanz bekommen, da man der Oxidation direkt zugucken kann.

Entsorgung:

Die Stahlwolle kann in den Hausmüll gegeben werden. Das Wasser kann kanalisiert werden. Die Kerze kann immer wieder verwendet werden.

Fachliche Analyse:

1.) Auswertung der Ergebnisse:

Höhe des 250 mL Standkolbens = 31,5 cm

Volumen des 250 mL Standkolbens = 315 mL

~1 cm Kolbenhöhe entspricht demnach 10 mL

Die Wasserhöhe nach dem Erlischen der Kerze war **stets unterschiedlich** aber im Schnitt lag sie bei 7 cm.

Dies entspricht einem Gasvolumen von 70 mL. Somit wurden von 315 mL 70mL für die Verbrennung „verbraucht“.

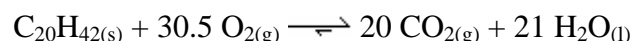
70 mL / 315 mL = 0,222 entspricht **22,2 %**

Wenn man davon ausgeht, dass die Kerze den gesamten Sauerstoff aus der Luft verbraucht hat, spiegelt der Versuch sehr gut die theoretischen 21 % Sauerstoffanteil wieder.

Dennoch ist der Versuch mit großer Vorsicht zu genießen, da hier viele Köche den Brei so verderben, dass er schon wieder fast gut schmeckt.

Um den schwimmenden Kerzenversuch gibt es viele Diskussionen und hier muss noch einmal festgehalten werden, er ist schon sehr alt und auch immer noch in vielen auch neuen Schulbüchern vertreten aber er ist nicht gut.

Wenn man eine vereinfachte stöchiometrische Gleichung aufstellt, in der das Wachs einfach als Kohlenwasserstoff dargestellt ist, stellt man fest, dass das Gasvolumen, wenn der Versuch in reinem Sauerstoff durchgeführt würde, eigentlich um 1/3 abnehmen müsste, da für 3 Moleküle Sauerstoff nur ca. 2 Moleküle CO₂ entstehen. Das entstehende Wasser kondensiert so schnell, dass es keinen nennenswerten Beitrag zur Gasbilanz leistet.



Da der Versuch allerdings in Luft mit nur 1/5 Sauerstoff durchgeführt wird, müsste die Volumenabnahme allerdings nur bei 1/3 von 1/5, **also bei 1/15 liegen** (7%), vorausgesetzt,

dass sich kein Kohlendioxid in Wasser löst. Würde sich alles CO₂ im Wasser lösen, würde die Volumenabnahme wirklich bei 20 % liegen. Doch es lösen sich nur ca. 1 L Kohlendioxid in 1 L Wasser bei RT, wenn dieses feinstverteilt in das Wasser geleitet wird (Sodamax).

Durch gaschromatische Analysen der Verbrennungsgase in Zylinder konnte festgestellt werden, dass sich selbst 20 min nach Durchführung des Kerzenversuchs fast **kein Kohlendioxid im Wasser** gelöst hat. Somit sollte die Volumenabnahme nur bei 7 % liegen, warum werden aber beträgt die Volumenabnahme trotzdem ca. 20 %.

Der beobachtete Effekt beruht zum größten Teil darauf, dass sich die **heißen Gase**, die sich im Zylinderdach ansammeln, **abkühlen und sich somit zusammenziehen**.

Mit Stöchiometrie hat dieser Versuch eigentlich nichts zu tun und sollte auch nur mit didaktischer Vorsicht durchgeführt werden.

2.) Auswertung der Ergebnisse: Stahlwolle-Versuch

Die Wasserhöhe nach 5 Tagen: 6,4 cm.

6,4 cm entsprechen 64 mL.

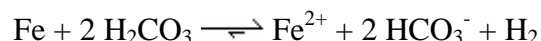
64 mL/315 mL = **20,32 %**

Somit gibt der Versuch schon sehr genau die 20,94 % Luftsauerstoff wieder. Nachteil dieses Versuches ist die Versuchsdauer die mit mehreren Tagen sehr hoch ist.

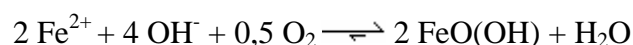
Vorteil dieses Versuches ist seine Genauigkeit und seine Simplizität. Es gibt fast keine Störfaktoren die das Ergebnis verfälschen. Der Sauerstoff wird nämlich, im Gegensatz zu Versuch 1, in einer fast kein Volumen beanspruchenden Form gebunden. Einziger Punkt den man bemängeln könnte wäre, dass durch das Wasser Sauerstoff in den Zylinder diffundiert und somit das Ergebnis verfälscht wird. Dieser Effekt ist allerdings vernachlässigbar klein.

Die Korrosion

Die Eisenwolle wird durch den Luftsauerstoff langsam oxidiert. Eisen ist an trockener Luft und kohlendioxidfreien Wasser ein beständiges Metall. Dieser Schutz entsteht wie bei Aluminium oder Chrom durch eine oberflächliche Oxidschicht. Diesen Prozess nennt man Passivierung. Man kann sogar Schwefelsäure oder Salpetersäure in Eisengefäßen dauerhaft aufbewahren. Jedoch an feuchter kohlendioxidhaltiger Luft oder in kohlendioxid- und lufthaltigen Wasser, wie in unserem Versuch, wird Eisen unter Bildung von Eisen(III)-Oxidhydroxid FeO(OH) angegriffen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Rosten. Zunächst werden dabei vom Eisen zwei Elektronen auf die Protonen der Kohlensäure übertragen und es bildet sich Wasserstoff.



Diese gebildeten Eisenionen unterliegen dann der weiteren Oxidation durch den in der Umgebung enthaltenen Luftsauerstoff.



In elektrolythaltigem oder SO₂-haltigem Wasser geht dieser Vorgang besonders schnell. Die auf diesem Weg erzeugte Oxidschicht stellt jedoch keine zusammenhängende Schicht dar und

springt in kleinen Schuppen ab, so dass das darunter liegende Metall frei wird. Somit kann der Vorgang weiter gehen bis das gesamte Metall oxidiert ist.

Aus dem Eisen(III)-Oxidhydroxid $\text{FeO}(\text{OH})$ entsteht unter Wasserabspaltung das typisch rostbraune Eisen(III)-Oxid Fe_2O_3 .

Didaktische Analyse:

1.) Der Versuch ist in der 10G.2.2 anzusiedeln, da hier die Elementarnachweise zum ersten Mal quantitativ erfolgen, um daraus auf die Summenformel der unterschiedlichen Stoffe zu kommen.

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist sehr gering und alle Materialien sollten an jeder Schule vorhanden sein. Stahlwolle kann man im Baumarkt bei Bedarf kaufen.

Der finanzielle Aufwand ist minimal.

Der erste Versuch stellt einen Sonderfall der Schulversuche dar. Er liefert zwar das richtige Ergebnis von annähernd 20 % Luftsauerstoff, doch aufgrund völlig anderer Ursachen als man anfangs annimmt.

Der Versuch ist sehr sicher und einfach in der Durchführung und die Effekte sind gut zu beobachten. Um den Wasserstand besser verfolgen zu können kann man bei beiden Versuchen das Wasser noch mit einem Indikator oder einem anderen Farbstoff anfärben.

2.) Der Versuch ist in der 10G.2.2 anzusiedeln, da hier die Elementarnachweise zum ersten Mal quantitativ erfolgen, um daraus auf die Summenformel der unterschiedlichen Stoffe zu kommen.

Dieser Versuch knüpft sehr gut an die in der 10G.1 durchgenommene Redoxchemie an. Wie auch dort, entsteht in der Stahlwolle eine Halbzelle mit Sauerstoff als Oxidationsmittel und Eisen als Reduktionsmittel.

Literatur:

- Chemie und Schule, Ausgabe vom 3/2003 S. 8-12