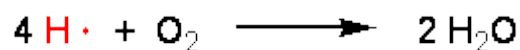
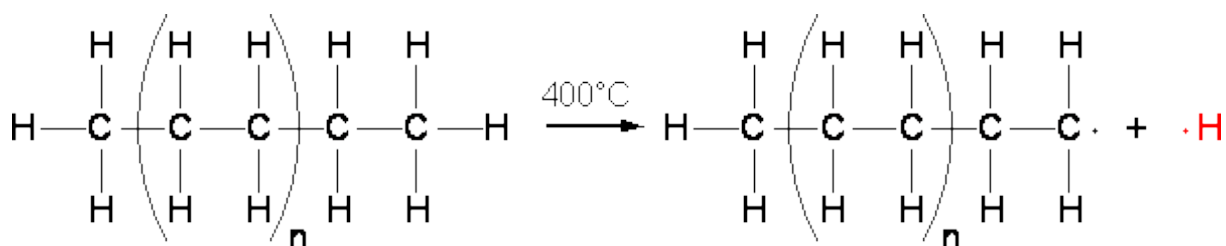


Gruppe 02:
Chemischer Flammenwerfer

Reaktion:



Chemikalien:

<i>Eingesetzte Stoffe</i>	Gefahrensymbole	R- und S- Sätze
Kerzenwachs	-	-
Eiswasser	-	-

Obwohl die Chemikalien sehr harmlos klingen ist auf folgende **Sicherheitshinweise** zu achten:

Der Versuch fordert einige Schutzmassnahmen (Schutzbrille, Schutzhandschuhe). Im Umkreis von 2-3 m sollten alle brennbaren Gegenstände und Chemikalien entfernt werden. Man muss darauf achten, dass die Öffnung des Reagenzglases beim Eintauchen in kaltes Wasser vom Experimentierenden und vom Publikum weggerichtet wird.

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasklammer, Zeitungspapier, Becherglas

Durchführung:

Als erstes legt man den Boden um den Reaktionsort mit Zeitungspapier aus, da das heiße Wachs tropfen kann.

Anschließend füllt man ein heiles Reagenzglas zwei bis drei cm hoch mit Wachsstückchen. Über einer Brennerflamme wird es (schräg gehalten mit einer Reagenzglas-Klammer) erhitzt. Es bildet sich rasch weißer Rauch. Vorsicht, dass sich dieser nicht durch Kontakt mit der Brennerflamme entzündet. Das Wachs beginnt zu sieden und verfärbt sich dann langsam gelb. Das Wachs muss einige Minuten sieden, es reicht nicht wenn es heiß ist.

Nun wird der Boden des Glases 2-3 cm tief in kaltes Eiswasser getaucht. Dabei achtet man darauf, dass man das Glas schräg von sich weghält.

Beobachtung:

Zunächst erwärmt man das Wachs über dem Bunsenbrenner und sieht wie das Wachs zunächst flüssig wird und anschließend leicht gelb wird und beginnt zu sieden.

Hat man dies einige Minuten gemacht wird das Reagenzglas in das Eisbad gehalten und man hört zunächst eine Verpuffung und sieht eine weiße Wachswolke aufsteigen welche sich anschließend in der Luft selbst entzündet.



Die Größe des Feuerballs kann man durch Kochdauer und Wachsmenge variieren.

In der Abkühlzone des Reagenzglas sind viele feine Risse zu erkennen.

Entsorgung:

Reste des Reagenzglas in die Feststofftonne. Kühlwasser in den Abfluss.

Fachliche Analyse:

Die Erklärung des Versuchs verbindet einen physikalischen mit einem chemischen Prozess.

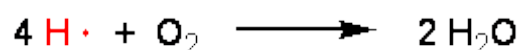
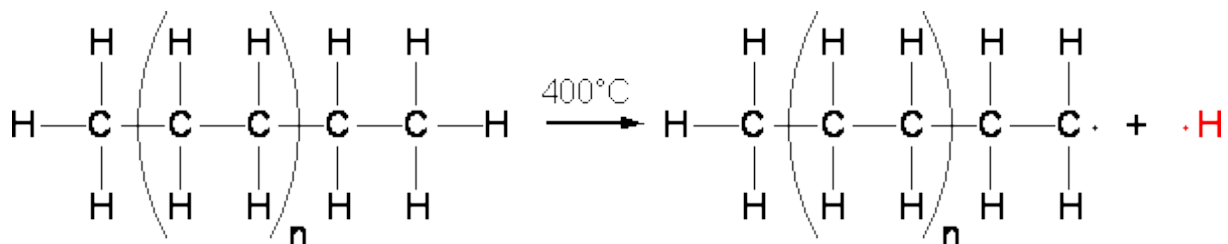
Physikalische Prozesse:

Taucht man das Reagenzglas mit der heißen Flüssigkeit in kaltes Wasser, kommt es zu Sprüngen im Glas. Das Wasser kann also in das Reagenzglas eindringen und verdampft dort wegen der großen Hitze des geschmolzenen Wachs (400°C) explosionsartig. Dadurch wird das heiße Paraffin (Im Kerzenwachs ist hauptsächlich Paraffin enthalten) in feiner Verteilung aus dem Glas geschleudert. Dies kann man bei dem Versuch als austretende Wachswolke beobachten.

Chemische Prozesse:

Paraffine sind langkettige Kohlenwasserstoffe. Bei Erhitzen über den Siedepunkt zersetzen sie sich unter Bildung von Alkyl- und Wasserstoffradikalen (Pyrolyse). Diese sind hochreaktiv.

Sie können jedoch im Reagenzglas noch nicht reagieren, da der Luftsauerstoff durch das siedende Paraffin aus dem Reagenzglas vertrieben wird. Wird das Paraffin nun durch die physikalischen Prozesse in fein verteilter Form aus dem Glas geschleudert, so kommen die Wasserstoffradikale in Kontakt mit dem Luftsauerstoff und reagieren zu Wasser ab. Es handelt sich also um eine abgewandelte Form der Knallgasreaktion.



Dieses Prinzip nennt man auch die pyrolytische Spaltung von Kohlenwasserstoffen.

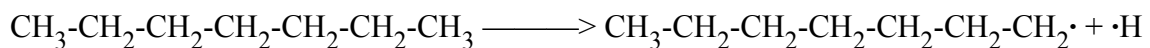
Dieses Prinzip hat auch eine große praktische Bedeutung, denn die Reaktion findet Anwendung beim Cracken des Erdöls.

Beim Cracken wandelt man langkettige Kohlenwasserstoffe in kurzkettige um. Dies spielt vor allem in der Mineralölindustrie eine wichtige Rolle bei der Produktion von Benzin.

Auch beim „Klopfen“ von Otto-Motoren machen sich Radikalspaltungen von Kohlenwasserstoffen bemerkbar. Beim Klopfen handelt es sich um eine verfrühte Zündung des Benzin-Luft-Gemisches im Motorraum, das durch Wasserstoff-Radikale ausgelöst wird.

Denn je länger die Kohlenwasserstoffketten sind, umso weniger Energie muss man aufwenden um die Wasserstoffradikale abzuspalten. Deshalb sinkt gleichzeitig die Zündtemperatur des Kraftstoff-Luft-Gemisches und es kommt zur Frühzündung.

Beim starken Erhitzen (also auch schon beim Einspritzen des Treibstoff-Luft-Gemisches in den heißen Zylinder oder beim adiabaten Komprimieren von Dieselmotorkraftstoff/Luftgemischen) werden vor allem von Molekülen linearer Kohlenwasserstoffe H-Atome abgespalten.



Wasserstoffradikale reagieren besonders leicht mit dem Sauerstoff, und zwar auch ohne Zündung durch eine Zündkerze. Deshalb erfolgt die Verbrennung bereits vor dem Arbeitstakt. Sie verläuft außerdem nicht mehr längs einer von der Zündkerze weg wandernden Flammenfront, sondern setzt an verschiedenen Stellen im Zylinder ein. Dadurch kommt es zum Klopfen und Klingeln, einem typischen Motorgeräusch. Das schädigt den Motor auf die Dauer.



Wanderung der Flammenfront im Otto-Motor

a) Reguläre Verbrennung

b) Klopfen auslösende irreguläre Verbrennung

Methodisch- Didaktische Analyse:

Der Zeitaufwand sowie der apparative Aufwand und die Menge der Chemikalien dieses Versuches ist sehr gering und kostengünstig.

Der Versuch ist sehr lehrreich und man kann vieles an ihm sehen. Auch für die Einführung in das Thema Organische Chemie eignet er sich sehr gut da er spektakulär ist und die Schüler aufmerksam macht. Jedoch finde ich auch das er für einen Einführungsversuch auf zu viel Hintergrundwissen aufbaut. Toll wäre er jedoch für fächerübergreifenden Unterricht (Chemie- Physik).

Der Versuch ist aufgrund hoher Verbrennungsgefahr besser als Lehrerversuch durchzuführen.

Fazit: spektakulärer Versuch der viel zu zeigen hat und doch einfach durchzuführen ist!

Literatur:

- <http://www.cci.ethz.ch/experiments/Flammenwerfer/de/stat.html>
- dc2.uni-bielefeld.de/dc2/tip/07_01.htm - 9k
- Organische Chemie; Vierte Auflage, K.Peter C.Vollhardt, Neil E.Shore; Willey-VCH, 2005