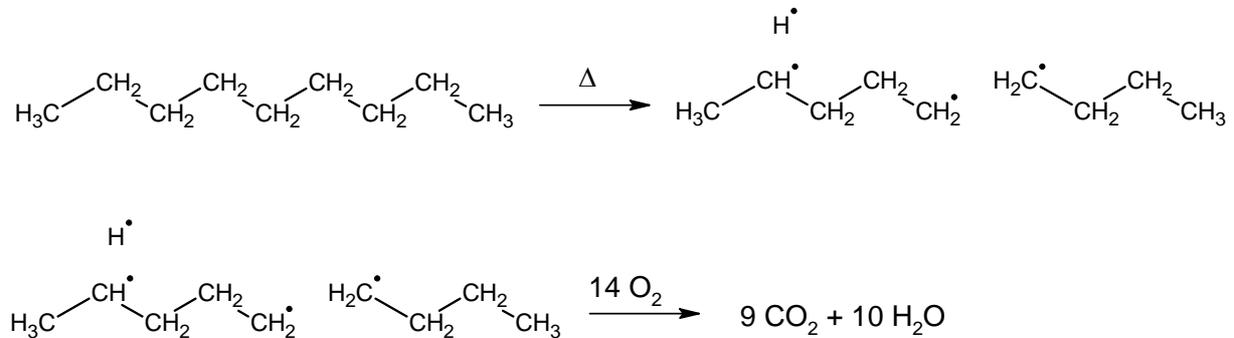


Versuch Nr. 018

Chemischer Flammenwerfer



Chemikalien

Name	Formel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Bemerkung
Stearin	--	1,5 - 2 g	--	--	--	aus Teelichten

Materialien

- 1 Reagenzglas (nicht schwer schmelzbar oder hitzefest!)
- 1 Reagenzglashalter
- 1 Schale mit Eiswasser
- 1 Bunsenbrenner
- 1 Feuerzeug
- 1 Messer

Zeit

- Vorbereitung: 5 min
- Durchführung: 5 min
- Nachbereitung: 2 min

Versuchsdurchführung

Wachs aus Teelichten wird klein geschnitten und in ein Reagenzglas gegeben. Dort wird es unter stetigem Schütteln erhitzt, bis es zu einer starken Gasentwicklung kommt. Das Reagenzglas wird dann schnell in die Schale mit dem Eiswasser gehalten, die Öffnung leicht vom Experimentator und von Zuschauern weg zeigend.

Beobachtung

Es kommt zu einer oder sogar zwei voneinander unterscheidbaren Stichflammen.

Beim anschließenden Betrachten des Reagenzglases stellt man fest, dass dieses im unteren Teil zersprungen ist.

Hinweise

Bei dem Versuch spritzt immer unverbranntes Wachs durch die Gegend – Auslegen mit Papier oder Alu-Folie erspart viel Ärger. Zudem sollte nicht gerade ein Feuermelder direkt über der Schale mit dem Eiswasser installiert sein. Gelingt der Versuch nicht wie erwartet, ist häufig mangelnde Erhitzungsdauer die Ursache.

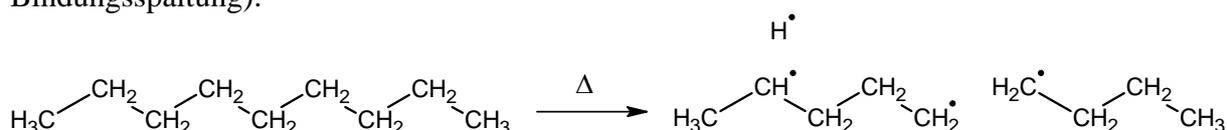


Entsorgung

Glasreste in die Glasabfälle, Wachs in den normalen Restmüll.

Fachliche Analyse

Durch das Erhitzen des Waxes findet eine Thermolyse statt. Die Wachsmoleküle, die wir vereinfacht als reine Kohlenwasserstoffe statt als Ester langkettiger Carbonsäuren mit einwertigen Alkoholen betrachten wollen, zerfallen in Radikale (homolytische Bindungsspaltung):

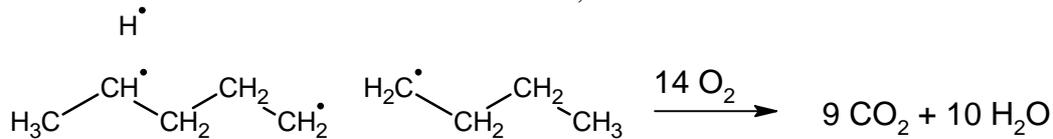


Ein Teil der Radikale reagiert wieder miteinander zu niedermolekularen Verbindungen, die als Gase das Reagenzglas verlassen.

Betrachtet man eine reguläre Verbrennung derselben Verbindung, so ist zur Reaktion mit Luftsauerstoff zuerst eine relativ hohe Aktivierungsenthalpie zu überwinden. Grund ist unter anderem, dass, bevor Wasserstoff- und Kohlenstoff-Atome Bindungen mit Sauerstoff eingehen können, sie die Bindungen untereinander brechen müssen. Ein Großteil der Aktivierung ist somit mit der Thermolyse bereits erledigt.

Gelangt nun das heiße Reagenzglas ins kalte Wasser, so kommt es durch unterschiedliches Zusammenziehen der Glasbereiche zu Spannungen im Glas und dann zum Zerspringen. Kaltes Wasser kommt in Kontakt zum heißen Wachs, verdampft, worauf es zu einer sehr großen Volumenzunahme kommt, und reißt fein verteiltes Wachs mit sich, so dass ein Wachs-Luft-Gemisch mit sehr großer Oberfläche entsteht.

Der Teil der Wachsmoleküle, der bereits als Radikal vorliegt, benötigt keine große Aktivierungsenthalpie mehr und reagiert spontan und deutlich exotherm mit dem Luftsauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser; dieses stellt die erste Flamme dar.



Als Folge der Reaktionsenthalpie wird auch der noch nicht radikalisierte Wachsrest verdampft und radikalisiert, so dass es zu einer regulären Verbrennung und damit zur zweiten Flamme kommt.

.

Didaktisch-methodische Analyse

Dieser Versuch ist ein sehr spektakulär und dabei einfach und kostengünstig durchzuführen. Er kann z.B. als Einstiegsexperiment in die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen genutzt, denn er bietet eine ideale Kombination aus Schau und Wissenstransfer. An seinem Beispiel kann die Existenz einer (radikalischen) Zwischenstufe beim Verbrennen deutlich gemacht werden.

Anschließend kann sich auch das Thema Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Motor unter Volumenvergrößerung oder, falls man auf die Flammen verzichtet, der Nachweis ungesättigter Pyrolyseprodukte mit Bromwasser.

Literatur

1. Haupt, P.; Möllencamp, H. auf www.chemieexperimente.de
2. Protokoll von Anne Bönisch, OC-Lehramtspraktikum, SS 2006.

.