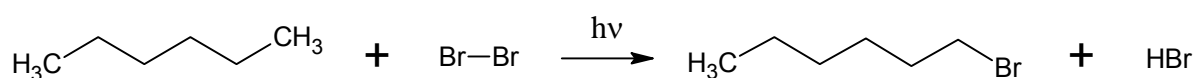


Versuch: Bromierung von n-Hexan**Zeitbedarf:**

Vorbereitung: 2 Minuten

Durchführung: ca. 5 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Reaktionsgleichungen:**Chemikalien:**

Chemikalien	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Bemerkung
n-Hexan C ₆ H ₁₂	Ca. 100 mL	11-38-48/20- 62-65-67- 51/53	9-16-29-33- 36/37-61-62	F, Xn, N	Lehrerversuch (LV)
Brom Br ₂	Einige Tropfen	26-35-50	7/9-26-45-61	T ⁺ , N, C	LV
Natriumthiosulfat Na ₂ SO ₃	-	-	-	-	Gesättigte Lösung, Sek.I
Natriumhydroxid NaOH	-	35	26-37/39-45	C	Plätzchen, Sek.I

Geräte:

250 mL Erlenmeyerkolben

Overheadprojektor

Einmalpipette

Indikatorpapier

Spatel

Durchführung:

Ca. 100 mL n-Hexan werden in einen Erlenmeyerkolben gegeben und unter dem Abzug mit einigen Tropfen Brom so versetzt, dass eine deutliche Färbung sichtbar ist. Anschließend stellt man das Gefäß auf einen Overheadprojektor und zeigt den Reaktionsablauf bei a) ausgeschaltetem Licht und bei b) eingeschaltetem Licht. Hierbei wird ein angefeuchtetes Indikatorpapier über die Öffnung des Erlenmeyerkolbens gehalten.

Beobachtung:

Bei ausgeschaltetem Licht ist keine Veränderung sichtbar. Bei Beleuchtung ist eine allmähliche Verfärbung der rötlichen Lösung über orange und gelb bis hin zu fast farblos zu beobachten. Es steigen weiße Dämpfe auf, die das angefeuchtete Indikatorpapier rot färben.



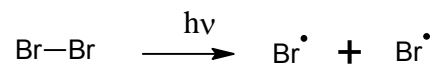
Entsorgung:

Zu der Lösung wird gesättigte Natriumthiosulfatlösung gegeben, um überschüssiges Brom zu entfernen. Anschließend wird mit Natriumhydroxid neutralisiert und die Lösung anschließend in die organischen Lösungsmittelabfälle entsorgt.

Fachliche Analyse:

Unter Belichtung reagieren Alkane mit Halogenen zu Halogenalkanen. Der Mechanismus dazu ist sehr gut erforscht und setzt sich aus mehreren Teilreaktionen zusammen:

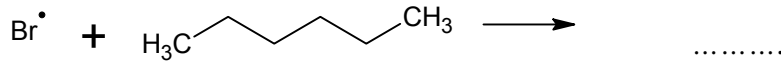
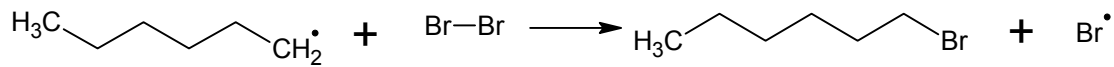
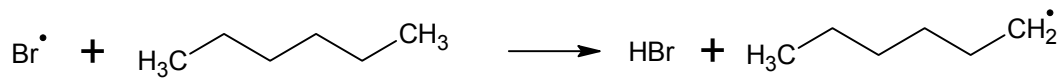
Startreaktion: Radikalbildung



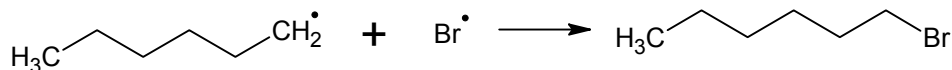
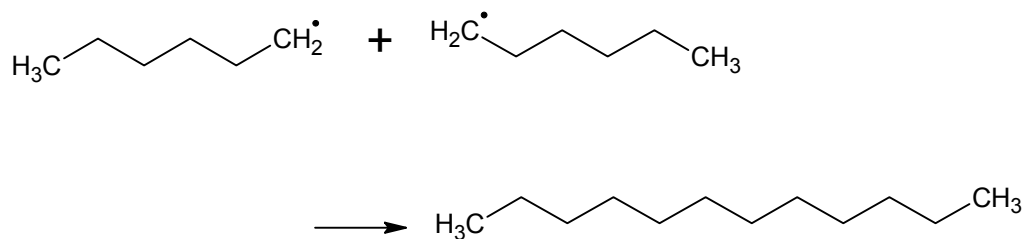
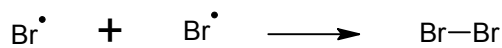
Durch Lichteinwirkung wird das Brommolekül homolytisch in zwei Bromatome gespalten. Durch den homolytischen Bindungsbruch erhält jedes Atom ein einzelnes, ungepaartes Elektron und wird dann Radikal genannt. Diese sind sehr reaktiv und bringen nun die eigentliche Reaktion in Gang.

Reaktionskette: Kettenfortpflanzungsschritte

Ein Bromradikal greift nun das Hexanmolekül an, wodurch ein H-Atom abgespalten wird. Es liegt nun ein reaktives Hexylradikal vor, welches nun wiederum ein Brommolekül angreifen kann, wobei neue Bromradikale gebildet werden. Die entstehende Bromwasserstoffsäure verursacht die rote Färbung des Indikatorpapiers.



Abbruchreaktionen:



Bei diesem Mechanismus handelt es sich um eine Monosubstitution an einem primären C-Atom. Jedoch ist es eigentlich so, dass bevorzugt tertiäre vor sekundären vor primären H-Atomen substituiert werden, da die jeweilige Alkylradikalstabilität in der genannten Reihenfolge abnimmt.

Neben der Monosubstitution ist auch eine Mehrfachsubstitution möglich. Bekannte Produkte sind Trichlormethan (Chloroform) oder auch Tetrachlorkohlenstoff, die vor allem als Lösungsmittel Anwendung finden. Ebenfalls von großer Bedeutung sind Fluorchlorkohlenwasserstoffe, kurz FCKW, die sich von Methan oder Ethan ableiten und früher als Treibmittel für Spraydosen oder als Kühlmittel in Kühlanlagen verwendet wurden. Seit einigen Jahren sind sie jedoch verboten, da sie die Ozonschicht der Erde schädigen.

Didaktisch-methodische Analyse:

Einordnung:

Das Thema Halogenwasserstoffe wird vom hessischen Lehrplan für die Jahrgangsstufe 10 bei der Einführung in die Kohlenstoffchemie vorgesehen. Dieser Versuch steht als Einführung in die Thematik und als Überleitung von den Alkanen zu den Halogenalkanen. Man könnte den Versuch durchführen und dann mit den Schülern den Mechanismus entwickeln und dabei auf die Bedeutung des Lichts für diesen Versuch eingehen. Anschließend sollten verschiedene Halogenkohlenwasserstoffe wie zum Beispiel vor allem FCKW und das Insektizid DDT angesprochen werden. Dabei kann an die auch in Fächern wie Erdkunde und Biologie besprochene Klimaproblematik angeknüpft werden.

Anhand dieses Versuches kann die Reaktivität von Radikalen erläutert und der erste genaue Reaktionsmechanismus besprochen werden.

Aufwand:

Der Aufwand für diesen Versuch ist sehr gering, zudem geht der Versuch schnell. Allerdings sind die Chemikalien für die Schüler nicht erlaubt, der Versuch kann also nur als Lehrerversuch durchgeführt werden. Es sollte eine Natriumthiosulfatlösung bereitgehalten werden, um überschüssiges Brom zu entsorgen.

Durchführung:

Aufgrund der Chemikalien darf der Versuch nur als Lehrerversuch durchgeführt werden. Da der Effekt der Entfärbung bei Belichtung aber sehr gut sichtbar ist, tut das der Bedeutung des Versuches jedoch keinen Abbruch. Um den Schülern die Notwendigkeit der Belichtung zu demonstrieren, sollte vergleichend der Versuch einmal mit aus- und mit eingeschaltetem Overheadprojektor durchgeführt werden.

Der Versuch ist ein klassisches Experiment zum Beweis der radikalischen Substitution von Halogenen an Alkanen und für die Schule bestens geeignet.

Literaturangaben:

Elemente Chemie I, 1. Auflage, Verlag Ernst Klett, Stuttgart, 1986

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E., *Organische Chemie*, 4. Aufl., Wiley-VCH Weinheim, 2005