

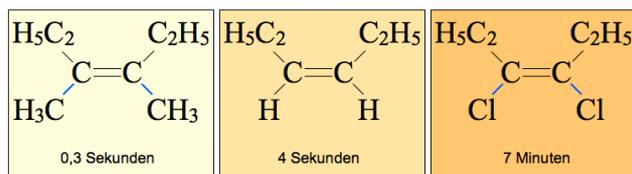
Beweise für den Br₂-Additionsmechanismus

Der bei der Addition von Brom an Ethen beschriebene Mechanismus besteht aus mehreren Schritten, die in aufwendigen Forschungsarbeiten nachgewiesen worden sind.

Die erste wichtige Behauptung bei diesem Mechanismus ist die, dass die C=C-Doppelbindung elektronenreich ist und daher in der Lage ist, unpolare Moleküle zu polarisieren, also sie in einen temporären Dipol zu verwandeln, der dann von der Doppelbindung angezogen wird.

Die Schlussfolgerung, die sich daraus ergibt, ist folgende: Je höher die Elektronendichte an der Doppelbindung, desto schneller sollte die Additionsreaktion verlaufen.

Betrachten Sie nun folgende drei Verbindungen:



Alle drei Verbindungen wurden bromiert, und die Zeit bis zur vollständigen Entfärbung des Eduktgemischs wurde gemessen: 0,3 Sekunden, 4 Sekunden bzw. 7 Minuten. Wie kann man diese Unterschiede erklären?

Alkylgruppen wie -CH₃ oder -C₂H₅ haben einen **positiven induktiven Effekt**. Das heißt, sie erhöhen die Elektronendichte der C=C-Doppelbindung.

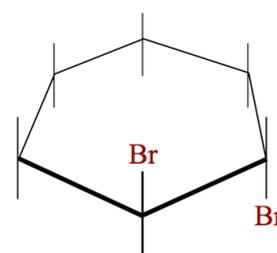
Halogen-Atome haben dagegen einen negativen induktiven Effekt, sie ziehen sozusagen Elektronen von der Doppelbindung ab und verringern dort die Elektronendichte.

Aufgabe:

1. Erläutern Sie nun die unterschiedlichen Reaktionszeiten der drei Verbindungen und begründen Sie, wieso diese Befunde den vorgeschlagenen Reaktionsmechanismus unterstützen.

Die zweite wichtige Behauptung ist die Bildung eines Bromonium-Ions. Das Brom-Kation verbindet sich fest mit *beiden* C-Atomen, so dass kein Platz mehr für einen Angriff des Bromid-Ions vorhanden ist. Das Bromid-Ion muss daher von der Rückseite angreifen.

Wird Cyclohexen mit Brom versetzt, so entstehen zwei verschiedene Additionsprodukte, nämlich cis-1,2-Dibrom-cyclohexan und trans-1,2-Dibrom-cyclohexan. Die Abbildung zeigt die trans-Form. Bei der cis-Form befinden sich beide Brom-Atome auf der gleichen Seite des Rings. Nun ist es so, dass die trans-Form zu 83% entsteht, die cis-Form aber nur zu 17%.



Aufgaben:

2. Erläutern Sie, wie es zu diesen unterschiedlichen Ausbeuten kommt und begründen Sie, wieso diese Befunde den vorgeschlagenen Reaktionsmechanismus unterstützen.
3. Löst man bei der Hexen-Bromierung das Brom in dem unpolaren Tetrachlormethan CCl₄, so benötigt die Addition 4 Sekunden. Löst man das Brom dagegen in dem polaren Ethanol, so benötigt die Reaktion nur 2 Sekunden. Finden Sie eine Erklärung hierfür!