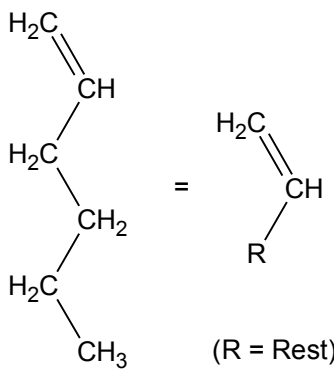
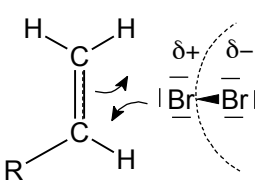
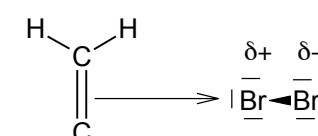
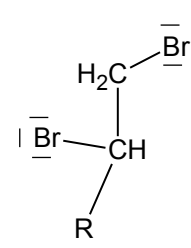
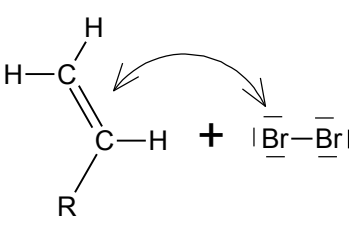
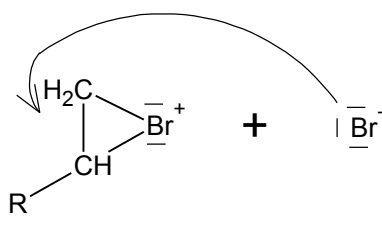


Mechanismus der Bromierung von 1-Hexen (Teil I)

Die folgenden Bilder beschreiben schrittweise / in Einzelbildern die Vorgänge, die bei der Reaktion von Brom mit Hex-1-en stattfinden (= Reaktionsmechanismus). Leider sind die 7 Bilder zwischen dem Edukt und dem Produkt ein wenig durcheinander geraten.

Aufgabe 1: Schneide die neun Bilder aus, betrachte die dargestellten Moleküle und Vorgänge bzw. Veränderungen und bringe die Bilder in eine logisch richtige Reihenfolge! (*Hinweis: Wenn Du alles richtig gemacht hast, erhältst Du als Lösungswort die Bezeichnung des Mechanismus.*)

 <p>Edukt: Hex-1-en (mit abgekürzter Schreibweise)</p>	 <p><i>HILE</i></p>	 <p><i>TROP</i></p>
 <p><i>TION</i></p>	 <p><i>ELEK</i></p>	 <p><i>ADDI</i></p>

Aufgabe 2: Zeichne die Halbstrukturformel des Produktes und benenne es nach IUPAC!

Aufgabe 3: Übersetze die ablaufenden Vorgänge der Einzelbilder schriftlich in einen allgemein verständlichen Text und überlege Dir, welche Triebkraft jeweils dafür sorgt, dass die Vorgänge exakt so ablaufen! Achte dazu auf die Symbole der einzelnen Bilder (z.B. Pfeile, Doppelpfeile, Halbkreise, etc.) und versuche eine logische Erklärung für Ihre Bedeutung zu finden!

Aufgabe 4: Zeichne die Einzelbilder des Mechanismus der Bromierung von Ethen in Dein Heft ab! (*Bitte erledige diese Aufgabe, auch wenn sie unsinnig erscheint, da Du ja die Bilder bereits im Heft hast - diese Übung dient der Einübung der Mechanismus-Schreibweise.*) Verbinde anschließend alle Einzelschritte mit Reaktionspfeilen. Die Reaktionspfeile dürfen dabei wie gewohnt von links nach rechts, aber auch von oben nach unten oder von rechts nach links zeigen, je nachdem, welcher Reaktionsschritt jeweils auf den vorherigen folgen soll (= "Richtung" des Mechanismus).

Mechanismus der Bromierung von 1-Hexen (Teil II)

Die folgenden Textschnipsel beschreiben mit Fachbegriffen die Bromierung von Hex-1-en als so genannte **ELEKTROPHILE ADDITIONSREAKTION (= ELEKTROPHILE ADDITION)** und passen zu den einzelnen Bildern des Reaktionsmechanismus. Allerdings sind auch diese Texte leider etwas durcheinander geraten.

Aufgabe 1: Ordne Deinen Bildern des Reaktionsmechanismus die richtigen Textschnipsel zu. Orientiere Dich dabei sowohl an den Bildern, als auch an Deinem schriftlich niedergelegten Text. Letztlich sollte der von Dir verfasste allgemein verständliche Text genau die gleichen Aussagen besitzen, wie die fachsprachlichen Ausführungen.

Textschnipsel:

- [1] **Polarisierung** des Brom-Moleküls (die Elektronen der Doppelbindung stoßen die Elektronen der Br-Br-Bindung ab, wenn die Moleküle sich aneinander annähern => polare Bindung!). Dabei bildet sich ein so genannter **π -Komplex** (sprich: Pi-Komplex), bei dem die Orbitale (grob übersetzt: Elektronenwolken) der Reaktionspartner ineinander eindringen.
- [2] Bildung eines **σ -Komplexes** (sprich: Sigma-Komplexes); hier: *Bromoniumion* genannt. Zudem bildet sich ein Bromidion, da die Br-Br-Bindung heterolytisch getrennt wurde. Das nucleophile Bromidion unternimmt einen so genannten **nucleophilen Rückseitenangriff** (die Vorderseite ist durch das positiv geladene Bromatom im dreieckigen Sigma-Komplex versperrt, daher kann dieser Angriff nur von der Rückseite aus erfolgen).
- [3] Das Bromidion wird mit dem Kohlenstoffatom verbunden. Dazu spendet das Bromidion ein freies Elektronenpaar an den positiv geladenen **σ -Komplex**, um damit an ein Kohlenstoffatom zu binden. Da Kohlenstoffatome maximal vierbindig sind, muss dazu zeitgleich eine Bindung zum positiv geladenen Bromatom gelöst werden, wobei das ehemals bindende Elektronenpaar zu einem freien Elektronenpaar wird. Der dreieckige Sigma-Komplex wird also aufgelöst und beide Bromatome des Br₂-Moleküls sind dadurch nun an die Kohlenstoffatome der ehemaligen Doppelbindung addiert. Das Halogenalkan ist gesättigt.
- [4] Die Elektronen des **π -Komplexes** sind delokalisiert und ordnen sich neu an. Dabei spendet die Doppelbindung ein Elektronenpaar an das positiv polarisierte Bromatom, welches seinerseits ein Elektronenpaar an die ursprünglich ungesättigte Verbindung liefert. Die Br-Br-Bindung wird bei diesem Elektronenaustausch-Prozess heterolytisch gespalten.
- [5] Zufällige Annäherung des Elektrophils Brom an die nucleophile Doppelbindung (oder auch umgekehrt) aufgrund von Diffusion und zwischenmolekularen Kräften.

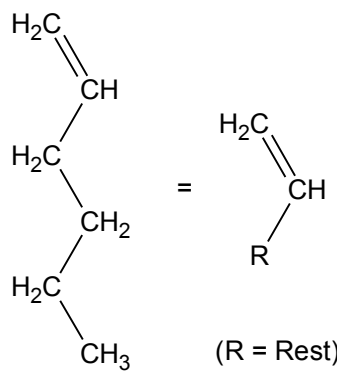
Aufgabe 2: Ergänze Deinen abgezeichneten Reaktionsmechanismus an den passenden Stellen um die fett gedruckten Begriffe der Textschnipsel! *Diese stichwortartigen Hinweise zu Vorgängen und gebildeten Zwischenstufen gehören immer zu einem Reaktionsmechanismus!*

Aufgabe 3: Formuliere die Reaktionsmechanismen der elektrophilen Addition von

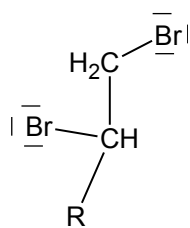
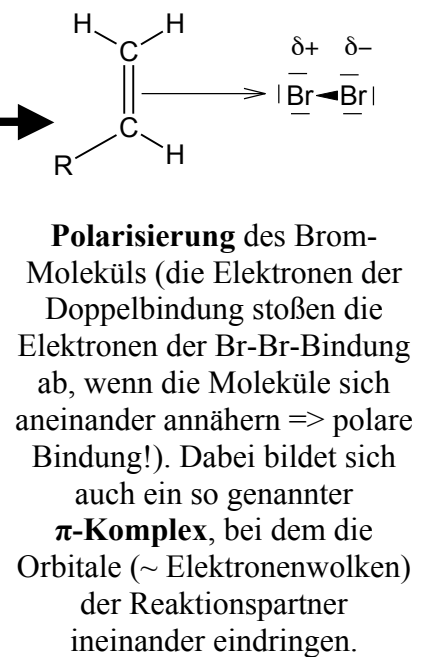
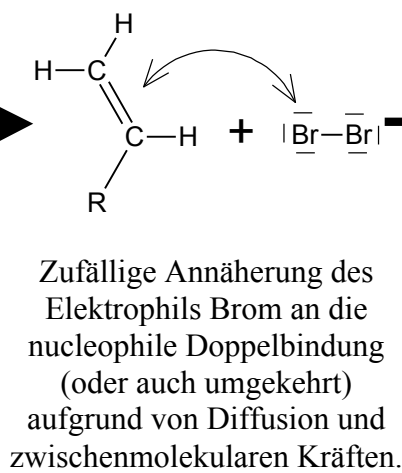
- a) Zum Wiederholen und Üben: **Propen + Brom**
- b) Zum Anwenden auf andere Stoffe: **Propen + Chlor**
- c) Zum Anwenden auf andere Stoffe: **Ethin + Chlor**
- d) Zur Überprüfung des Verständnisses: **Propen + Iodchlorid**
- e) Zur nochmaligen Überprüfung des Verständnisses: **But-1-en + Wasserstofffluorid**
- f) Für Denkfreudige: **Ethen + Wasser** (Anmerkung: Die Reaktion wird durch H⁺ katalysiert.)



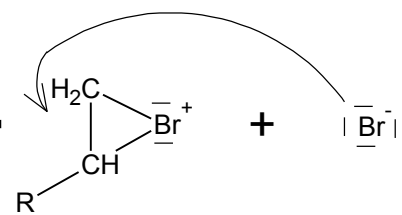
Lösung: Mechanismus der Bromierung von 1-Hexen



Edukt: Hex-1-en (mit abgekürzter Schreibweise)



Das Bromidion wird mit dem Kohlenstoffatom verbunden. Dazu spendet das Bromidion ein freies Elektronenpaar an den positiv geladenen **σ -Komplex**, um damit an ein Kohlenstoffatom zu binden. Da Kohlenstoffatome maximal vierbindig sind, muss dazu zeitgleich eine Bindung zum positiv geladenen Bromatom gelöst werden, wobei das ehemals bindende Elektronenpaar zu einem freien Elektronenpaar wird. Der dreieckige Sigma-Komplex wird also aufgelöst und beide Bromatome des Br_2 -Moleküls sind dadurch nun an die Kohlenstoffatome der ehemaligen Doppelbindung addiert. Das Halogenalkan ist gesättigt.



Bildung eines **σ -Komplexes** (sprich: Sigma-Komplexes); hier: *Bromoniumion* genannt. Zudem bildet sich ein Bromidion, da die Br-Br-Bindung heterolytisch getrennt wurde. Das nucleophile Bromidion unternimmt einen so genannten **nucleophilen Rückseitenangriff** (die Vorderseite ist durch das positiv geladene Bromatom im dreieckigen Sigma-Komplex versperrt, daher kann dieser Angriff nur von der Rückseite aus erfolgen).

