

Organische Chemie

J. Flügel¹ S. Schultze¹ E. Selimi¹ L. Culmeyer¹ A. Prebreza¹

Integrierte Gesamtschule Paffrath ¹

Chemie Grundkurs, März 2024

Table of Contents

1 Intermolekulare Kräfte

- Van-Der-Waals-Kräfte
 - London-Kräfte
 - Debye-Wechselwirkung
 - Keesom-Kraft
- Wasserstoffbrückenbindungen

2 Reaktionsmechanismen

- Grundlagen
 - induktive Effekte
 - Reaktionsenthalpie
- radikalische Substitution
- elektrophile Addition
- Eliminierung
- nukleophile Substitution

3 Stoffklassen

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte

- Schwache Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Atomen oder Molekülen

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte

- Schwache Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Atomen oder Molekülen
- Entstehung durch kurzzeitige Dipolmomente aufgrund ungleichmäßiger Elektronenverteilung um den Atomkern

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte

- Schwache Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Atomen oder Molekülen
- Entstehung durch kurzzeitige Dipolmomente aufgrund ungleichmäßiger Elektronenverteilung um den Atomkern
- Unterteilt in drei Unterarten

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte

- Schwache Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Atomen oder Molekülen
- Entstehung durch kurzzeitige Dipolmomente aufgrund ungleichmäßiger Elektronenverteilung um den Atomkern
- Unterteilt in drei Unterarten

Stärke

Van-der-Waals-Kräfte sind generell sehr schwache Kräfte

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - London-Dispersion

- Spontane Polarisation von Teilchen (e^- “schwirren” gerade auf einer Seite)

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - London-Dispersion

- Spontane Polarisierung von Teilchen (e^- “schwirren” gerade auf einer Seite)
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - London-Dispersion

- Spontane Polarisierung von Teilchen (e^- “schwirren” gerade auf einer Seite)
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen
- Zwischen nicht-dipolen

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - London-Dispersion

- Spontane Polarisierung von Teilchen (e^- "schwirren" gerade auf einer Seite)
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen
- Zwischen nicht-dipolen
- \Rightarrow Teilchen ziehen sich an / stoßen sich ab

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - London-Dispersion

- Spontane Polarisierung von Teilchen (e^- "schwirren" gerade auf einer Seite)
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen
- Zwischen nicht-dipolen
- \Rightarrow Teilchen ziehen sich an / stoßen sich ab

Stärke

Sehr schwach

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Debye-Wechselwirkung (zwischen induzierten Dipolen)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Debye-Wechselwirkung (zwischen induzierten Dipolen)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Debye-Wechselwirkung (zwischen induzierten Dipolen)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen
- Zwischen Dipol und nicht-dipol

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Debye-Wechselwirkung (zwischen induzierten Dipolen)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen
- Zwischen Dipol und nicht-dipol
- \implies Teilchen ziehen sich an / stoßen sich ab

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Debye-Wechselwirkung (zwischen induzierten Dipolen)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Induzierte Dipole in benachbarten Teilchen
- Zwischen Dipol und nicht-dipol
- \implies Teilchen ziehen sich an / stoßen sich ab

Stärke

Sehr schwach, aber generell stärker als London-Kräfte

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Keesom-Kraft (Dipol-Dipol-Kräfte)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Keesom-Kraft (Dipol-Dipol-Kräfte)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Besagte Dipole ziehen sich an / stoßen sich ab.

Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Keesom-Kraft (Dipol-Dipol-Kräfte)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Besagte Dipole ziehen sich an / stoßen sich ab.
- Zwischen zwei Dipolen

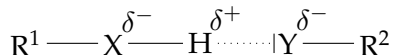
Intermolekulare Kräfte - Van-der-Waals-Kräfte - Keesom-Kraft (Dipol-Dipol-Kräfte)

- Bereits existierende Dipole in der Lösung
- Besagte Dipole ziehen sich an / stoßen sich ab.
- Zwischen zwei Dipolen

Stärke

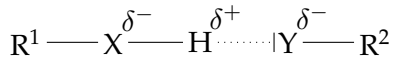
Sehr schwach, aber generell die stärkste der drei Van-der-Waals-Kräfte

Intermolekulare Kräfte - Wasserstoffbrückenbindungen



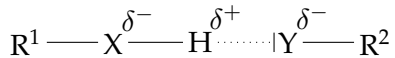
- Zwischen Wasserstoffatom und stark elektronegativem Atom (O, N, F, ...)

Intermolekulare Kräfte - Wasserstoffbrückenbindungen



- Zwischen Wasserstoffatom und stark elektronegativem Atom (O, N, F, ...)
- Insbesondere an freiem Valenzelektronenpaar

Intermolekulare Kräfte - Wasserstoffbrückenbindungen

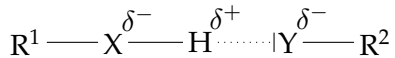


- Zwischen Wasserstoffatom und stark elektronegativem Atom (O, N, F, ...)
- Insbesondere an freiem Valenzelektronenpaar

Stärke

Schwächer als Ionenbindung, Kovalente Bindung, etc. aber deutlich stärker als Van-der-Waals-Kräfte

Intermolekulare Kräfte - Wasserstoffbrückenbindungen

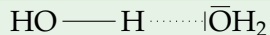


- Zwischen Wasserstoffatom und stark elektronegativem Atom (O, N, F, ...)
- Insbesondere an freiem Valenzelektronenpaar

Stärke

Schwächer als Ionenbindung, Kovalente Bindung, etc. aber deutlich stärker als Van-der-Waals-Kräfte

Examples



induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

–I-Effekt (Ziehend)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

–I-Effekt (Ziehend)

- Hydroxygruppe ($-\text{OH}$) / Carbonylgruppenteil ($-\text{C}=\text{O}$)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

–I-Effekt (Ziehend)

- Hydroxygruppe ($-\text{OH}$) / Carbonylgruppenteil ($-\text{C}=\text{O}$)
- Iodatome ($-\text{I}$) / Bromatome ($-\text{Br}$) / Chloratome ($-\text{Cl}$) / Fluoratome ($-\text{F}$)

induktive Effekte

- Elektronenverschiebungen entlang konvalenter Bindungen
- Bindungen mit Elektronegativitätsdifferenzen (aber keine Ionenbindung) (z.B. C–F)
- Beeinflusst Abspaltbarkeit von Teilmolekülen in z.B. nukleophiler Substitution (S_N1), elektrophiler Addition, ... (schwächt Bindung)

Zum Beispiel durch folgende Gruppen

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

–I-Effekt (Ziehend)

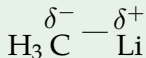
- Hydroxygruppe ($-\text{OH}$) / Carbonylgruppenteil ($-\text{C}=\text{O}$)
- Iodatome ($-\text{I}$) / Bromatome ($-\text{Br}$) / Chloratome ($-\text{Cl}$) / Fluoratome ($-\text{F}$)
- Nitrogruppe ($-\text{NO}_2$) / Aminogruppe ($-\text{NH}_2$) / Carboxygruppe ($-\text{COOH}$) / Cyanogruppe ($-\text{CN}$) / Sulfonylgruppe ($-\text{SO}_3\text{H}$)

Reaktionsmechanismen - induktive Effekte

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

Examples



-I-Effekt (Ziehend)

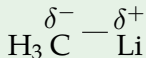
- Hydroxygruppe ($-\text{OH}$) / Carbonylgruppenteil ($-\text{C}=\text{O}$)
- Iodatom ($-\text{I}$) / Bromatom ($-\text{Br}$) / Chloratom ($-\text{Cl}$) / Fluoratom ($-\text{F}$)
- Nitrogruppe ($-\text{NO}_2$) / Aminogruppe ($-\text{NH}_2$) / Carboxygruppe ($-\text{COOH}$) / Cyanogruppe ($-\text{CN}$) / Sulfonylgruppe ($-\text{SO}_3\text{H}$)

Reaktionsmechanismen - induktive Effekte

+I-Effekt (Schiebend)

- t-Butylgruppe ($-\text{C}(\text{CH}_3)_3$)
- i-Propylgruppe ($-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)
- Alkylrest ($-\text{R}$)

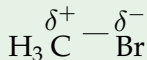
Examples



-I-Effekt (Ziehend)

- Hydroxygruppe ($-\text{OH}$) / Carbonylgruppenteil ($-\text{C}=\text{O}$)
- Iodatome ($-\text{I}$) / Bromatome ($-\text{Br}$) / Chloratome ($-\text{Cl}$) / Fluoratome ($-\text{F}$)
- Nitrogruppe ($-\text{NO}_2$) / Aminogruppe ($-\text{NH}_2$) / Carboxygruppe ($-\text{COOH}$) / Cyanogruppe ($-\text{CN}$) / Sulfonylgruppe ($-\text{SO}_3\text{H}$)

Examples



Reaktionsenthalpie

Was ist das?

- ΔH_R gibt die Änderung der Enthalpie (\approx Energie) im Verlauf einer Reaktion an, bei konstantem Druck

Reaktionsenthalpie

Was ist das?

- ΔH_R gibt die Änderung der Enthalpie (\approx Energie) im Verlauf einer Reaktion an, bei konstantem Druck
- Sie entspricht der Differenz zwischen Produkt und Edukt: $\Delta H_R = H_{\text{Produkt}} - H_{\text{Edukt}}$

Reaktionsenthalpie

Was ist das?

- ΔH_R gibt die Änderung der Enthalpie (\approx Energie) im Verlauf einer Reaktion an, bei konstantem Druck
- Sie entspricht der Differenz zwischen Produkt und Edukt: $\Delta H_R = H_{\text{Produkt}} - H_{\text{Edukt}}$
- Da sie nur vergleichbar ist, wenn die Bedingungen gleich sind, verwendet man Standardbedingungen (273, 15K, 1Bar)

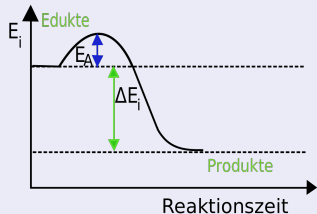
Reaktionsenthalpie

Was ist das?

- ΔH_R gibt die Änderung der Enthalpie (\approx Energie) im Verlauf einer Reaktion an, bei konstantem Druck
- Sie entspricht der Differenz zwischen Produkt und Edukt: $\Delta H_R = H_{\text{Produkt}} - H_{\text{Edukt}}$
- Da sie nur vergleichbar ist, wenn die Bedingungen gleich sind, verwendet man Standardbedingungen (273, 15K, 1Bar)
- Die Reaktionsenthalpie unter Standardbedingungen wird als ΔH_R^0 bezeichnet.

Reaktionsenthalpie

Exotherm



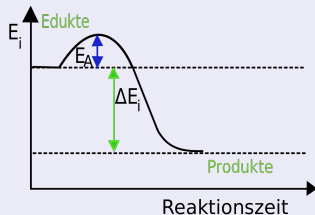
- $\Delta E_i = \Delta H_R < 0 \implies$ Exotherm

Eigenschaften

- $E_i = H_R$

Reaktionsenthalpie

Exotherm



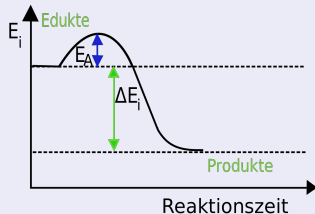
- $\Delta E_i = \Delta H_R < 0 \implies$ Exotherm
- Energie wird freigesetzt

Eigenschaften

- $E_i = H_R$

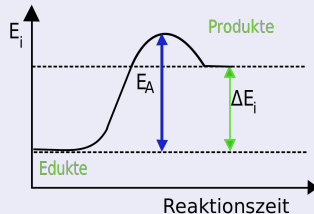
Reaktionsenthalpie

Exotherm



- $\Delta E_i = \Delta H_R < 0 \implies$ Exotherm
- Energie wird freigesetzt

Endotherm

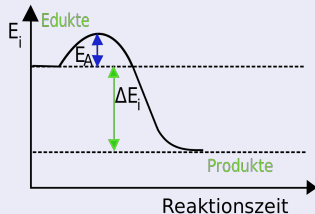


Eigenschaften

- $E_i = H_R$

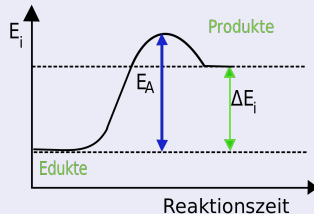
Reaktionsenthalpie

Exotherm



- $\Delta E_i = \Delta H_R < 0 \implies$ Exotherm
- Energie wird freigesetzt

Endotherm



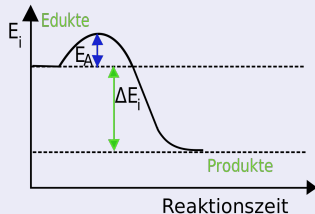
- $\Delta E_i = \Delta H_R > 0 \implies$ Endotherm

Eigenschaften

- $E_i = H_R$

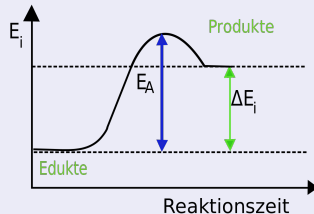
Reaktionsenthalpie

Exotherm



- $\Delta E_i = \Delta H_R < 0 \implies$ Exotherm
- Energie wird freigesetzt

Endotherm



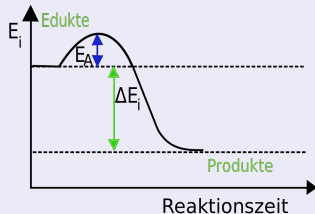
- $\Delta E_i = \Delta H_R > 0 \implies$ Endotherm
- Energie wird aufgenommen

Eigenschaften

- $E_i = H_R$

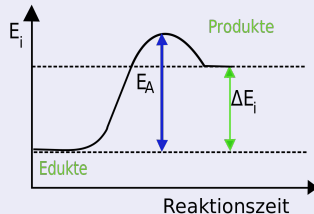
Reaktionsenthalpie

Exotherm



- $\Delta E_i = \Delta H_R < 0 \implies$ Exotherm
- Energie wird freigesetzt

Endotherm



- $\Delta E_i = \Delta H_R > 0 \implies$ Endotherm
- Energie wird aufgenommen

Eigenschaften

- $E_i = H_R$
- E_A bezeichnet die Aktivierungsenergie, die benötigt wird, um die Reaktion zu starten

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

- Wasserstoffatome werden von Alkanen abgespalten

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

- Wasserstoffatome werden von Alkanen abgespalten
- werden ersetzt/substituiert durch Halogenatome (Fluor (F), Chlor (Cl), Brom (Br), Iod (I))

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

- Wasserstoffatome werden von Alkanen abgespalten
- werden ersetzt/substituiert durch Halogenatome (Fluor (F), Chlor (Cl), Brom (Br), Iod (I))
- Benötigt zum Kettenstart externe Energie, um Radikale zu erzeugen (Sonnenlicht, Hitze, etc.)

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Kettenstart / Initiation

- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom

Examples



Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Kettenstart / Initiation

- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom
- Zuführung von Energie (Licht, Wärme)

Examples



Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Kettenstart / Initiation

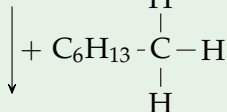
- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom
- Zuführung von Energie (Licht, Wärme)
- Bindungspartner behalten Elektronen

Examples



Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples



Kettenstart / Initiation

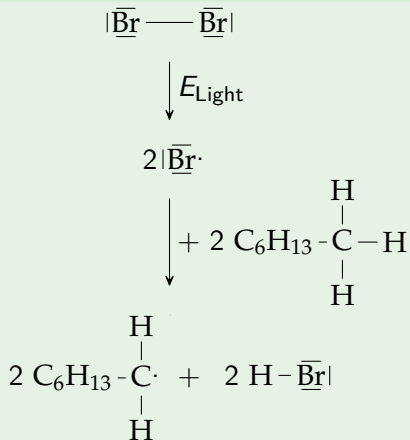
- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom
- Zuführung von Energie (Licht, Wärme)
- Bindungspartner behalten Elektronen

Kettenfortschritt / Folgereaktion / Prolongation

- Reaktion mit Kohlenwasserstoff

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples



Kettenstart / Initiation

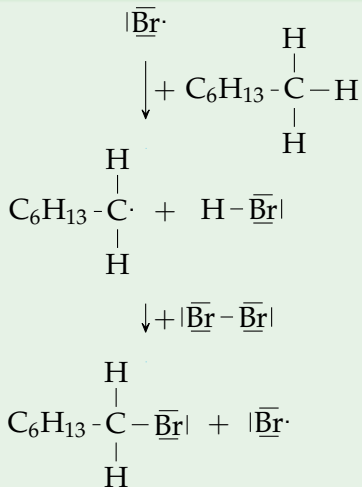
- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom
- Zuführung von Energie (Licht, Wärme)
- Bindungspartner behalten Elektronen

Kettenfortschritt / Folgereaktion / Prolongation

- Reaktion mit Kohlenwasserstoff
- Bildung weiterer Radikale, es entsteht $\text{H} - \text{|\underline{Br}}|$ und ein Alkylradikal

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples



Kettenstart / Initiation

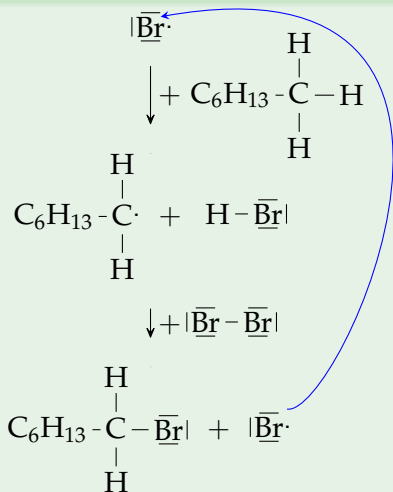
- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom
- Zuführung von Energie (Licht, Wärme)
- Bindungspartner behalten Elektronen

Kettenfortschritt / Folgereaktion / Prolongation

- Reaktion mit Kohlenwasserstoff
- Bildung weiterer Radikale, es entsteht $\text{H}-\text{Br}\cdot$ und ein Alkylradikal
- Reaktion mit unreaktierten Halogenmolekül, es entsteht ein Halogenalkan

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples



Kettenstart / Initiation

- Hydrolytische Aufbrechung vom Brom
- Zuführung von Energie (Licht, Wärme)
- Bindungspartner behalten Elektronen

Kettenfortschritt / Folgereaktion / Prolongation

- Reaktion mit Kohlenwasserstoff
- Bildung weiterer Radikale, es entsteht $\text{H}-\text{Br}\cdot$ und ein Alkylradikal
- Reaktion mit unreaktierten Halogenmolekül, es entsteht ein Halogenalkan
- Wiederholen dieses Schrittes bis kein Edukt mehr vorliegt

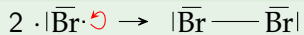
Examples

Kettenabbruch

- Rekombination der Radikale (Bildung von Konvalenten Bindungen):

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples

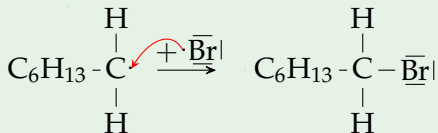
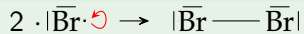


Kettenabbruch

- Rekombination der Radikale (Bildung von Konvalenten Bindungen):
- Zwei Halogenradikale treffen aufeinander

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples

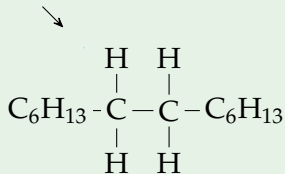
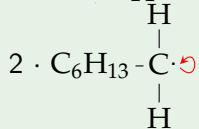
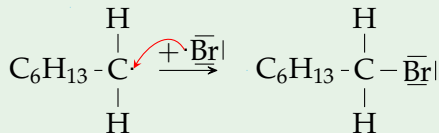


Kettenabbruch

- Rekombination der Radikale (Bildung von Konvalenten Bindungen):
- Zwei Halogenradikale treffen aufeinander
- Ein Halogenradikal und ein Alkylradikal treffen aufeinander

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples

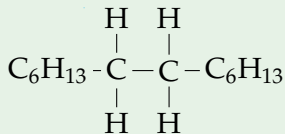
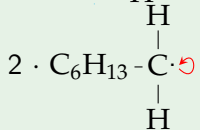
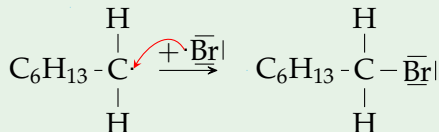
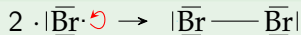


Kettenabbruch

- Rekombination der Radikale (Bildung von Konvalenten Bindungen):
- Zwei Halogenradikale treffen aufeinander
- Ein Halogenradikal und ein Alkylradikal treffen aufeinander
- Zwei Alkylradikale treffen aufeinander

Reaktionsmechanismen - radikalische Substitution

Examples



Kettenabbruch

- Rekombination der Radikale (Bildung von Konvalenten Bindungen):
- Zwei Halogenradikale treffen aufeinander
- Ein Halogenradikal und ein Alkylradikal treffen aufeinander
- Zwei Alkylradikale treffen aufeinander
- Notiz: Da die Rekombination energetisch ungünstig ist, spielt der Kettenabbruch bis die Edukte verbraucht sind meist eine untergeordnete Rolle.

Reaktionsmechanismen - elektrophile Addition

Mechanismus

- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie Alkene oder Alkine reagieren mit Halogenen

Reaktionsmechanismen - elektrophile Addition

Mechanismus

- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie Alkene oder Alkine reagieren mit Halogenen
- Halogene greifen Doppelbindung im Substrat an

Reaktionsmechanismen - elektrophile Addition

Mechanismus

- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie Alkene oder Alkine reagieren mit Halogenen
- Halogene greifen Doppelbindung im Substrat an
- Unterteilung in mehrere Schritte (siehe folgendes Beispiel)

Reaktionsmechanismen - elektrophile Addition

Mechanismus

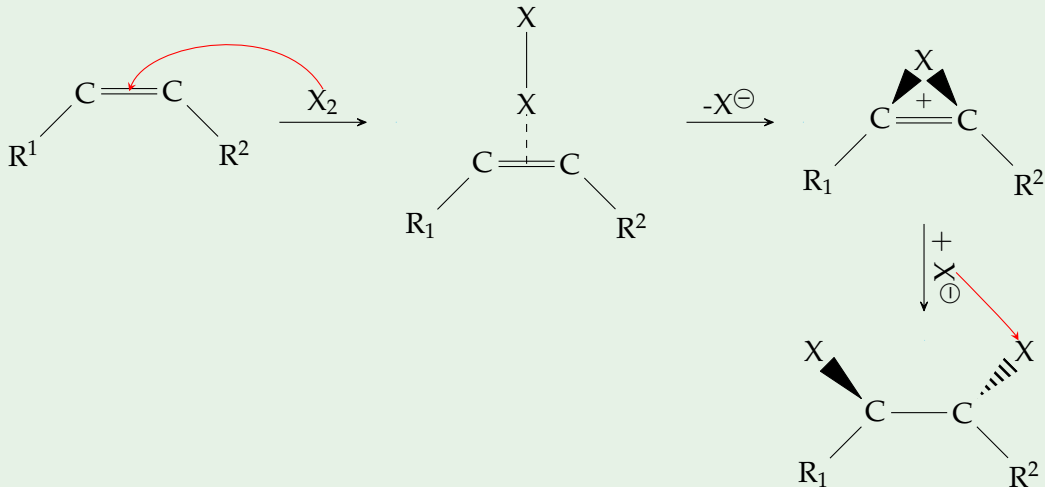
- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie Alkene oder Alkine reagieren mit Halogenen
- Halogene greifen Doppelbindung im Substrat an
- Unterteilung in mehrere Schritte (siehe folgendes Beispiel)

Halogene

Die elektrophile Addition funktioniert ausschließlich mit Chlor (Cl), Brom (Br) und Iod (I), da Fluor (F) so elektronegativer ist, dass es die C—C-Bindung und die C—H-Bindung im Alken/Alkin angreift.

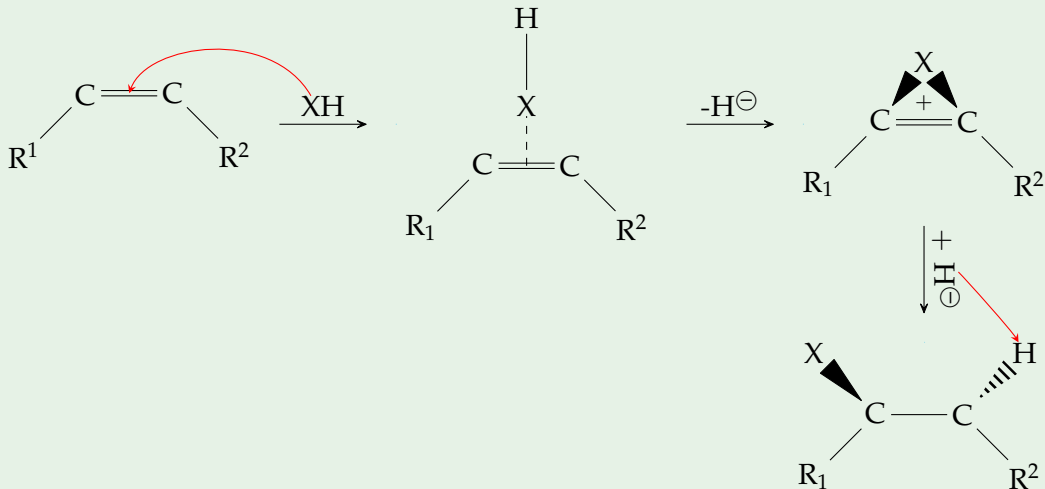
Reaktionsmechanismen - elektrophile Addition

Examples (+ X₂)



Reaktionsmechanismen - elektrophile Addition

Examples (+ XH)



Reaktionsmechanismen - Eliminierung

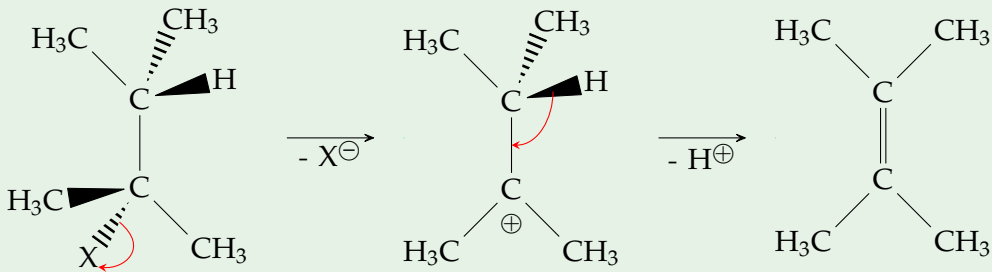
- “elektrophile Addition rückwärts”
- Spaltet $X-H$ ab

Reaktionsmechanismen - Eliminierung

- “elektrophile Addition rückwärts”
- Spaltet X–H ab
- 3 verschiedene Mechanismen: E_1 , E_1cB , E_2

Reaktionsmechanismen - Eliminierung - E_1

Examples

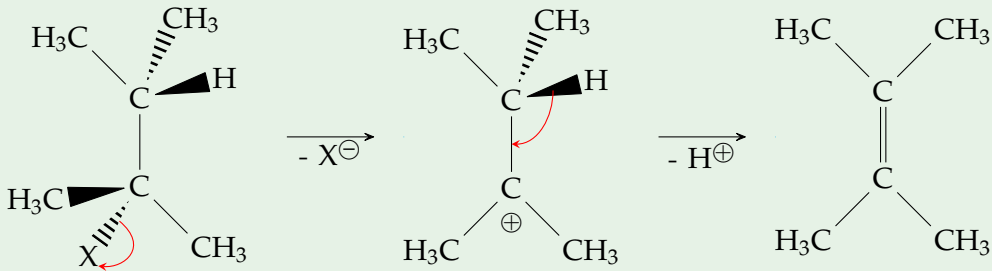


Vorgang

- Das Halogen-Atom wird im ersten Schritt abgespalten

Reaktionsmechanismen - Eliminierung - E_1

Examples

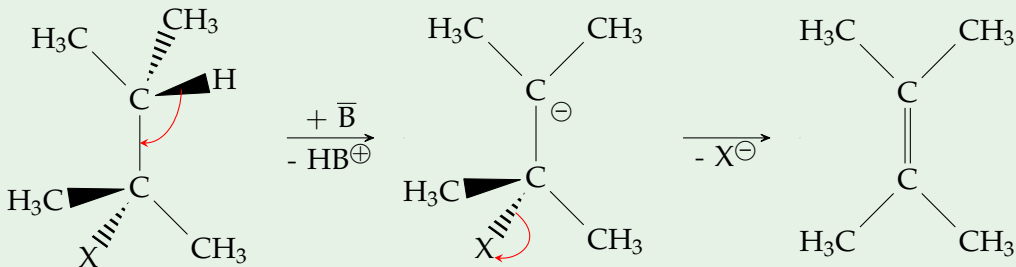


Vorgang

- Das Halogen-Atom wird im ersten Schritt abgespalten
- Das Wasserstoff-Atom wird im zweiten Schritt abgespalten

Reaktionsmechanismen - Eliminierung - E_1cB

Examples

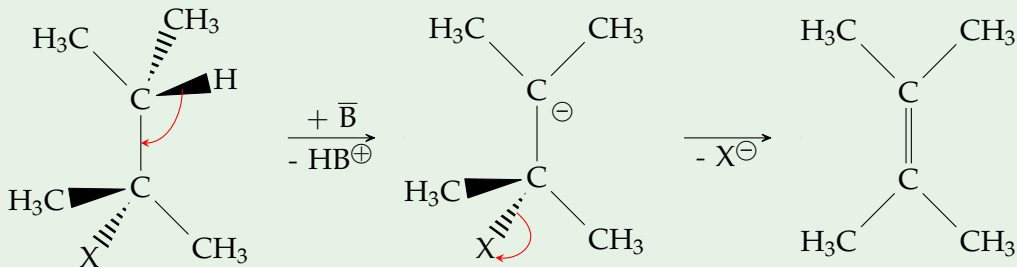


Vorgang

- Das **Wasserstoff-Atom** wird im **ersten** Schritt abgespalten

Reaktionsmechanismen - Eliminierung - E_1cB

Examples

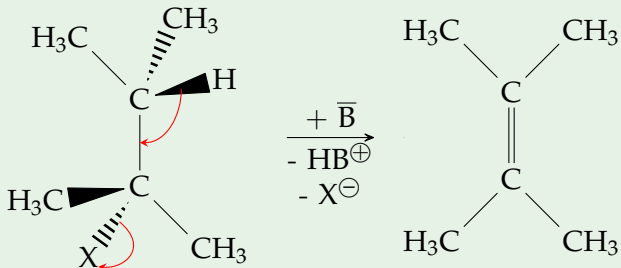


Vorgang

- Das **Wasserstoff-Atom** wird im **ersten** Schritt abgespalten
- Das **Halogen-Atom** wird im **zweiten** Schritt abgespalten

Reaktionsmechanismen - Eliminierung - E_2

Examples



Vorgang

- Das Wasserstoff-Atom und das Halogen-Atom wird in **einem Schritt** abgespalten

Reaktionsmechanismen - Eliminierung - Reaktionsgeschwindigkeit

E_1 / E_1cB

Da die E_1 / E_1cB -Reaktion in zwei Schritten verläuft, beeinflusst nur eine Konzentration die Reaktionsgeschwindigkeit (der 1. Schritt muss vollendet sein, damit der 2. Schritt passieren kann)

$$v = k_1 \cdot c[\text{Substrat}]$$

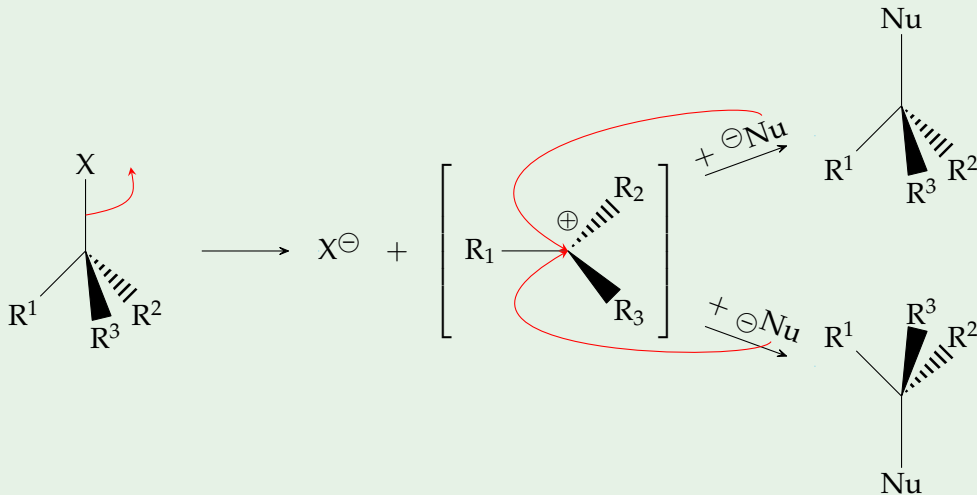
E_2

Da die E_2 -Reaktion in einem Schritt verläuft, beeinflussen **beide** Konzentrationen die Reaktionsgeschwindigkeit (Beide Edukte sind am 1. Schritt beteiligt)

$$v = k_2 \cdot c[\text{Substrat}] \cdot c[\text{Elektrophil}]$$

Reaktionsmechanismen - nukleophile Substitution - S_N1

Examples



Reaktionsmechanismen - nukleophile Substitution - S_N1

Schritte

Die S_N1 -Reaktion verläuft 2-Schrittig

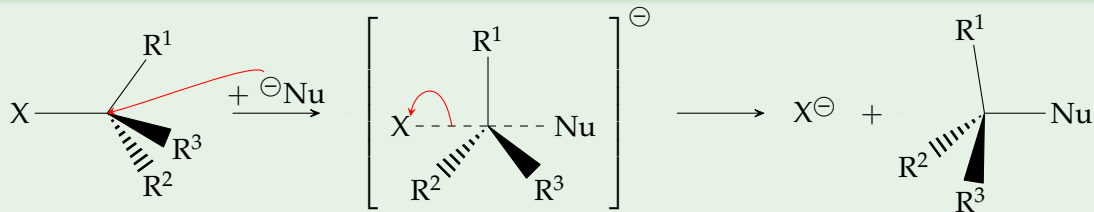
Reaktionsgeschwindigkeit

Bei einer S_N1 -Reaktion beeinflusst **nur eine** Konzentration die Reaktionsgeschwindigkeit (weil sie in 2 Schritten verläuft)

$$v = k_1 \cdot c[\text{Substrat}]$$

Reaktionsmechanismen - nukleophile Substitution - S_N2

Examples



Schritte

Die S_N2 -Reaktion verläuft 1-Schrittig

Reaktionsgeschwindigkeit

Bei einer S_N2 -Reaktion beeinflussen **beide** Konzentrationen die Reaktionsgeschwindigkeit (weil sie in einem Schritt verläuft)

$$v = k_2 \cdot c[\text{Substrat}] \cdot c[\text{Nukleophil}]$$

Stoffklassen

- Einteilung von Stoffen

Stoffklassen

- Einteilung von Stoffen
- funktionelle Gruppe ist charakteristisch für Stoffklasse

Stoffklassen

- Einteilung von Stoffen
- funktionelle Gruppe ist charakteristisch für Stoffklasse
- Atome in Molekülen bestimmen über chemische und physikalische Eigenschaften

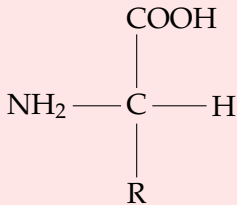
Stoffklassen

Funktionelle Gruppe	Stoffklasse
Halogen $R-X$	Halogenalkane
Amino-Gruppe $R-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}}$	Amine
Hydroxy-Gruppe $R-\overset{\text{H}}{\text{O}}-\text{H}$	Alkohole
Ether-Gruppe $R^1-\overset{\text{H}}{\text{O}}-R^2$	Ether
Aldehyd-Gruppe $R-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$	Aldehyde
Keto-Gruppe $\begin{matrix} R^1 \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ R^2 \end{matrix}$	Ketone
Carboxy-Gruppe $\begin{matrix} & \text{O} \\ & \\ R- & C \\ & \diagup \quad \diagdown \\ & \text{O} \quad \text{H} \end{matrix}$	Carbonsäure

Stoffklassen

Mehrere Stoffklassen

Einige Moleküle können auch mehrere Stoffklassen haben, zum Beispiel:



Aminosäure