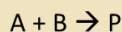


Zusammenfassung

Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen

- **Kinetik** beschreibt die **Reaktionsgeschwindigkeit** einer chemischen Reaktion
- **Zusammenhang** zwischen **Reaktionsgeschwindigkeit** und Konzentration der **Reaktionsteilnehmer** wird durch das **Reaktionsgeschwindigkeitsgesetz** quantifiziert



$$v = k \cdot [A]^n \cdot [B]^m$$

$$v = k$$

0. Ordnung

$$v = k \cdot [A]$$

1. Ordnung

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

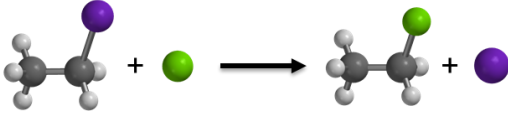
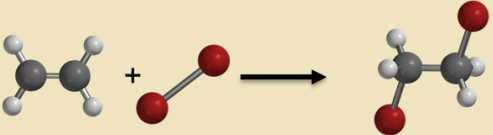

2. Ordnung

- Chemische Reaktionen können **einstufig (konzentriert)** oder **mehrstufig** verlaufen
- Einzelne Reaktionsschritte sind meist **monomolekular** oder **bimolekular**
- **Reaktionsmechanismus** beschreibt den genauen **molekularen Ablauf** der Reaktion
- **Reaktionsdiagramme** beschreiben die **Veränderung der Energie** während der Reaktion
 - **Energiedifferenz** zwischen **Ausgangs-** und **Endzustand** beschreibt die Gleichgewichtslage der Reaktion (**Thermodynamik**)
 - **Übergangszustände** = **Maxima** des Reaktionsdiagramms, Energie die zum Übergangszustand führt = **Aktivierungsenergie**
 - **Intermediate** = **lokale Minima** des Reaktionsdiagramms, kurzlebige Zwischenprodukte
- **Katalysatoren beschleunigen** eine **Reaktion**, werden dabei selber **nicht verbraucht** und beeinflussen die Lage des Gleichgewichts nicht
- Grundprinzip der meisten organisch-chemischen **Reaktion** ist die Reaktion eines **Nucleophils** (= Teilchen mit hoher Elektronendichte) mit einem **Elektrophil** (= Teilchen mit Elektronendefizit)
- Grundprinzip der meisten organisch-chemischen **Reaktion** ist die Reaktion eines **Nucleophils** (= Teilchen mit hoher Elektronendichte) mit einem **Elektrophil** (= Teilchen mit Elektronendefizit)
- Aromaten unterscheiden sich deutlich in ihrer Reaktivität von Alkenen → statt Addition reagieren sie unter **Substitution**
- Erster Substituent am Aromaten bestimmt die Position der Zweitsubstitution
 - aktivierende Substituenten → **ortho/para** Substitution
 - Halogene, deaktivierend aber → **ortho/para** Substitution
 - deaktivierende Substituenten → **meta** Substitution

Schlüsselbegriffe

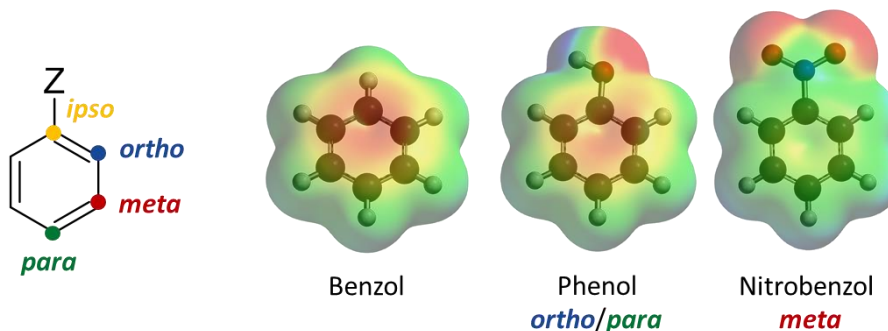
- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| ■ Kinetik | ■ Reaktionsmechanismus | ■ Katalysatoren |
| ■ Reaktionsgeschwindigkeitsgesetz | ■ Reaktionsenergiendiagramm | ■ Elektrophile |
| ■ Nucleophile | ■ Substitution | ■ Substituenten-Effekt |
| ■ Eliminierung | ■ Additionsreaktionen | ■ Elektrophile Substitution am Aromaten |

Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen

| Reaktion | Reaktionstyp | Beispiel |
|---|---------------------|--|
|  | Substitution | Nucleophile Substitution (S_N1 , S_N2) Elektrophile aromatische Substitution (S_EAr) Radikalische Substitution (S_R) |
|  | Addition | Katalytische Hydrierung Elektrophile Addition von HX / H_2O Elektrophile Addition von X_2 |
|  | Eliminierung | Eliminierung ($E1$ und $E2$) |

Substitution am Aromaten

Mehrfach Substitution



- **Elektronenschiebende** Substituenten wie **-OR**, **-OH**, **-NR₂**, **-NH₂**, **Alkyl** sind **aktivierend** und dirigieren in **ortho/para Position**
- **Halogene** sind **desaktivierend** und **ortho/para**-dirigierend
- **Elektronenziehende** Substituenten wie **-NO₂**, **-CN**, **-COR**, **-CO₂R**, **-CONH₂** sind **desaktivierend** und dirigieren in **meta**-Stellung

Aufgabe 10-1: Geschwindigkeitsgesetze.

Formulieren Sie das Geschwindigkeitsgesetz 2. Ordnung und nennen Sie ein Beispiel. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Konzentration der Produkte und Edukte in einem Diagramm.

Aufgabe 10-2: Katalyse.

Worin besteht der Unterschied zwischen einer homogenen und einer heterogenen Katalyse?

Aufgabe 10-3: Organisch-chemische Reaktionen.

2-Chlor-2-methylpropan (*tert*-Butylchlorid) soll alkalisch hydrolysiert werden. Zeigen sie den Reaktionsmechanismus. Um welchen Reaktionsmechanismus handelt es sich hierbei? Was ist der geschwindigkeitsbestimmende Schritt? Wie sieht das zugehörige Reaktionsprofil aus? Welche Konkurrenzreaktion kann dabei ablaufen?

Aufgabe 10-4: Eliminierungen.

Welches Produkt erhalten Sie aus der säure-katalysierte Dehydratisierung von 1-Propanol. Nach welchem Mechanismus läuft die Reaktion ab.

Aufgabe 10-5: Additionsreaktionen.

Welche Reaktionen finden zwischen Ethen und H_2 , Br_2 bzw. $H_2O (+ H^+)$ statt. Welche Produkte erwarten Sie.

Aufgabe 10-6: Radikalische Bromierung.

Formulieren Sie die Radikalkettenreaktion von Brom mit Methan.

Aufgabe 10-7: Organisch-chemische Reaktionen.

Entscheiden Sie jeweils ob die nachfolgenden Aussagen zu organisch-chemischen Reaktionen korrekt sind oder nicht.

| | korrekt | falsch |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Bei mehrstufigen Reaktionen ist immer der erste Schritt langsam. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eine kurzlebige Zwischenstufe entspricht einem Maximum im Reaktionsenergiendiagramm. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bei einer konzertierten Reaktion lässt sich die Reaktionsordnung aus der Molekularität des Reaktionsschrittes ableiten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Am tertiären Substrat findet keine S_N2 - und keine E2-Reaktion statt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Je mehr Alkylgruppen am positiven geladenen C-Atom eines Carbeniumions gebunden sind, desto stabiler ist das Teilchen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bei einer S_N1 -Reaktion findet eine schnelle Bindung des Carbeniumions statt, dass in einem zweiten Schritt langsam mit dem Nucleophil reagiert. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eine S_N2 -Reaktion findet immer unter Rückseitenangriff statt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Multiple Choice Aufgaben

Aufgabe 10-1: Für die Reaktionsgeschwindigkeit v einer unimolekularen Elementarreaktion $A \rightarrow B$ gilt:

- $v = k \cdot [A]$
- $v = k \cdot [A]^2$
- $v = k$
- $v = k ([A] - [B])$
- Keine der Gleichungen A – D ist korrekt.

Aufgabe 10-2: Bei einer Gleichgewichtsreaktion beeinflusst der Katalysator...

- 1 die Aktivierungsenergie.
- 2 die Lage des Gleichgewichts.
- 3 die freie Reaktionsenthalpie.
- 4 die Reaktionsentropie.

- Nur 1 ist richtig.
- Nur 3 ist richtig.
- Alle Aussagen sind korrekt.
- Nur 2 und 3 sind richtig.
- Nur 1 und 2 sind richtig.

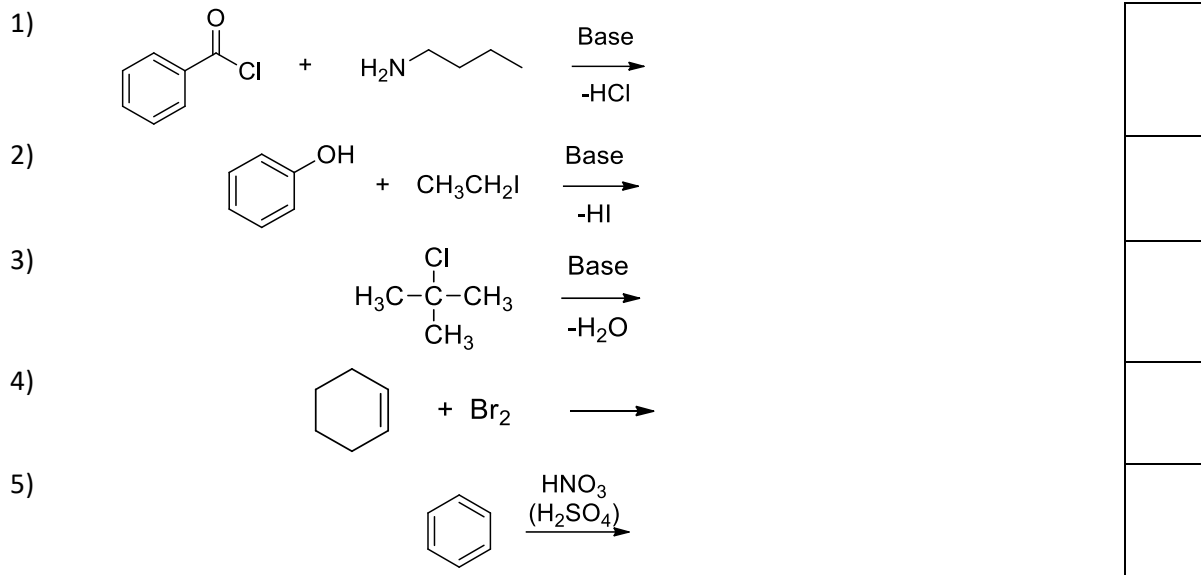
Aufgabe 10-3: Welche Aussage zur Reaktion von Ethansäure mit Methanol trifft zu?

- Zugabe von H_2SO_4 beschleunigt die Gleichgewichtseinstellung.
- Bei Zugabe von H_2SO_4 ist die Ausbeute an Carbonsäureester geringer.
- Bei Zugabe von H_2SO_4 wird die Ausbeute an Carbonsäureester erhöht.
- Es handelt sich um eine S_N2 -Reaktion.
- Es handelt sich um eine Redoxreaktion.

Aufgabe 10-4: Bei welcher dieser bimolekularen Reaktionen entsteht ein Racemat.

- Chlormethan und Natronlauge.
- Pentan-3-on und Wasserstoff.
- S-Milchsäure und Methanol.
- R-Milchsäure und Ethanol.
- Pentan-2-on und Wasserstoff.

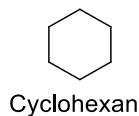
Aufgabe 10-5: Ordnen Sie den nachfolgenden Reaktionen einen Reaktionstyp aus **Liste 1** zu und zeichnen Sie die Strukturformel des jeweils zu erwartenden Hauptprodukts.



Liste 1:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| A) Elektrophile Addition | D) Nucleophile Substitution |
| B) Eliminierung | E) Elektrophile Substitution |
| C) Additions-Eliminierungsreaktion | |

Aufgabe 10-6: Welche Aussage zur Reaktion von Brom mit einem Überschuss Cyclohexan trifft zu?



- Das Hauptprodukt ist chiral.
- Die Reaktion verläuft nach einem S_N2 -Mechanismus.
- Als Hauptprodukt entsteht ein racemisches Gemisch aus R,R-1,2-Dibromcyclohexan und S,S-1,2-Dibromcyclohexan.
- Cyclohexan reagiert mit Brom in einer radikalischen Kettenreaktion bei Bestrahlung mit Licht.
- Es handelt sich um eine Additionsreaktion.

Aufgabe 10-7: Bei der Reaktion $H_3C-CH=CH_2 + H_2O \rightarrow H_3C-CHOH-CH_3$ handelt es sich um eine...

- Hydrierung.
- Kondensation.
- Dehydratisierung.
- Addition.
- Eliminierung.

Aufgabe 10-8: Welche Reaktionsart ist charakteristisch für Aromaten?

- Eliminierung
- Tautomerie
- Mesomerie
- Substitution
- Addition