

## Zusammenfassung

### Carbonylverbindungen

- polarisierte Doppelbindung in **Carbonylverbindungen** ermöglicht die Reaktion mit **Nucleophilen** (→ Bildung einer **tetraedrischen Zwischenstufe**) und **Elektrophilen** (→ **Aktivierung**)
- **Carbonsäurederivate** tragen gute **Abgangsgruppen X**, die aus der Zwischenstufe abgespalten werden → **Substitution**
- **Ketone** und **Aldehyde** tragen keine Abgangsgruppen und ihre **Zwischenstufe** wird durch **Protonierung** stabilisiert → **Addition**
  - mit Wasser bilden sich **Hydrate**
  - mit Alkoholen bilden sich **Halbacetale**, welche in saurer Lösung **Vollacetale** bilden
  - mit Aminen bilden sich **Halbaminale**
- Amine und Aldehyde/Ketone reagieren zu **Iminen** (primäre Amine) oder **Enaminen** (sekundäre Amine)
- Aldehyde und Ketone liegen im Gleichgewicht mit ihrer Enolform vor → **Keto-Enol-Tautomerie**  
Starke Basen deprotonieren in  $\alpha$ -Position → Bildung eines **C-Nucleophils**
  - Addition an eine weitere Carbonylverbindung führt zu **Aldolen**  
→ **Aldolkondensation** führt dann zu  **$\alpha,\beta$ -ungesättigten Carbonylverbindungen**
- Carbonsäuren sind aufgrund ihrer resonanzstabilisierten Anionen **azide**
- Reaktivität von Carbonsäurederivaten:  
Säurechlorid > Anhydrid > Thioester > Carbonsäureester > Carbonsäureamid > Carboxylat
- **Carbonsäureester** entstehen durch die Reaktion von **Carbonsäuren** und **Alkoholen** unter Säurekatalyse (→ Gleichgewichtsreaktion)
- **Triacylglycerole** sind Ester des **Glycerols** mit drei **Fettsäuren**
- Alkalische Hydrolyse der Triacylglycerole führt zu **Seifen** (= **Amphiphile**)
- **Phosphoglycerole** (= **Phospholipide**) tragen zwei Alkylketten und bilden **Doppelschichten** (wichtig für den Aufbau **biologischer Membranen**)
- **Oxidationen** und **Reduktionen** lassen sich über die **Anzahl** an **CH-Bindungen** beschreiben
- **Hydrochinone** (reduzierte Form) und **Chinone** (oxidierte Form) spielen als Redoxpaar eine wichtige Rolle bei physiologischen **Elektronenübertragungsprozessen**

### Schlüsselbegriffe

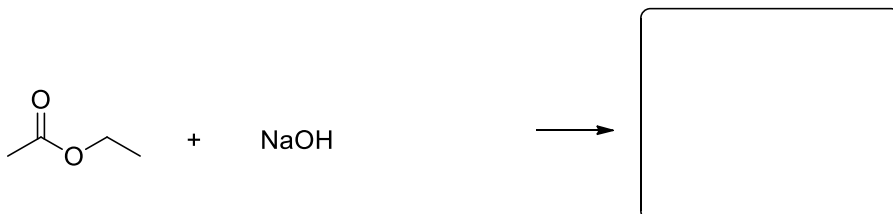
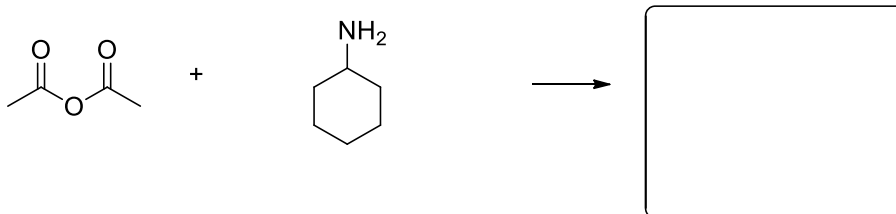
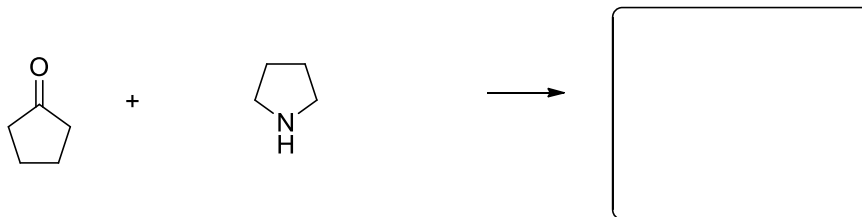
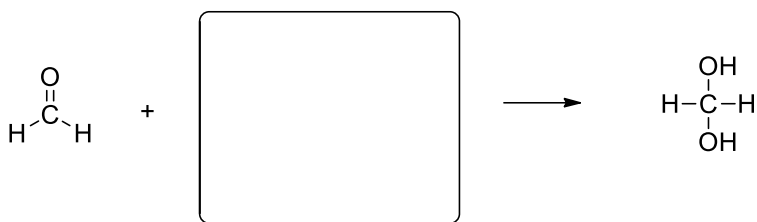
- |           |                      |                       |
|-----------|----------------------|-----------------------|
| ■ Keton   | ■ Halbacetal, Acetal | ■ Triacylglycerol     |
| ■ Aldehyd | ■ Aldolkondensation  | ■ Phosphoglycerol     |
| ■ Hydrat  | ■ Carbonsäureester   | ■ Hydrochinon, Chinon |

## Aufgabe 11-1: Carbonylverbindungen.

- Zeichnen und benennen Sie jeweils ein Beispiel für einen Aldehyd, ein Keton und einen Carbonsäureester.
- Kennzeichnen Sie exemplarisch an einer Carbonylverbindung die Hybridisierungszustände der beteiligten Atome.

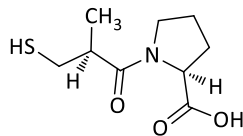
## Aufgabe 11-2: Reaktionen von Carbonylverbindungen.

Ergänzen Sie die fehlenden Reagenzien bzw. Produkte. Welcher Stoffgruppe gehören die jeweiligen Produkt an?



## Aufgabe 11-3: Carbonylverbindungen.

Welche Aussagen zum abgebildeten Captopril sind richtig bzw. falsch?



- |   | korrekt                  | falsch                   |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Es reagiert mit einem primären Amin zu einem <i>Imin</i> .  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bei Spaltung durch <i>Hydrolyse</i> erhält man eine <i>Carbonsäure</i> und eine <i>Aminosäure</i> . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Es lässt sich zu einem <i>primären Alkohol</i> reduzieren.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Durch Umsetzung mit einem Alkohol wird ein Ester erhalten.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

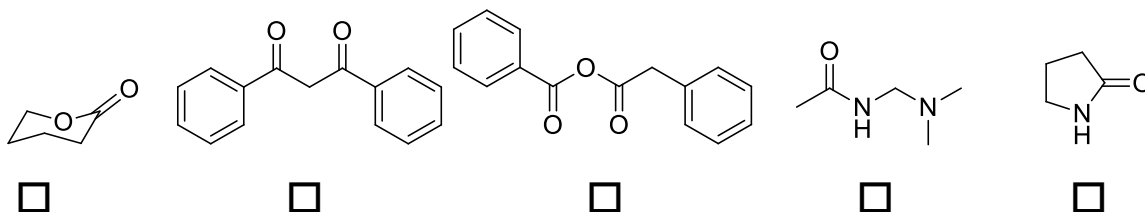
## Aufgabe 11-4: Azidität von Carbonylverbindungen.

Im folgenden sind jeweils drei verschiedene organische Verbindungen nach *fallender Säurestärke* geordnet. Welche Reihenfolge ist **richtig**? (ankreuzen)

- Essigsäure > Ethanol > Phenol.
- Chloressigsäure > Hydrochinon > Propionsäure (Propansäure).
- Benzoesäure > Phenol > Propanol.
- Essigsäure > Chloressigsäure > Dichloressigsäure.
- Ethanol > Propan > Aceton.

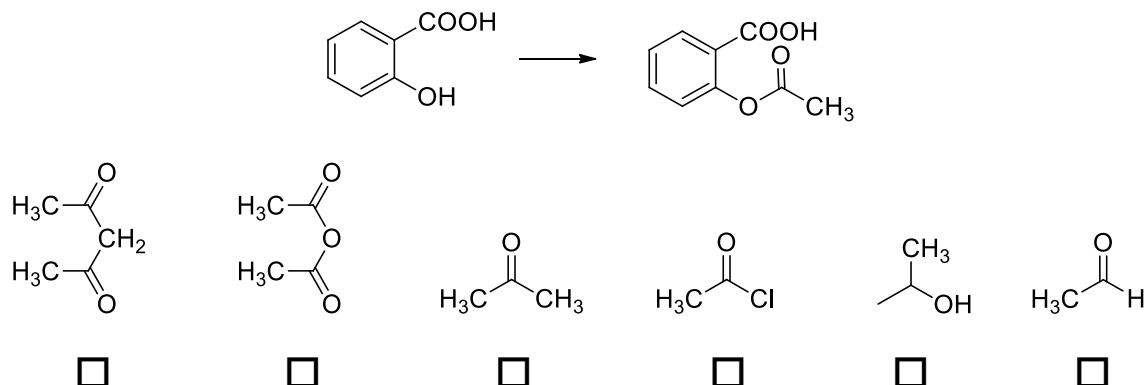
## Aufgabe 11-5: Reaktivität von Carbonylverbindungen.

Bei welcher der abgebildeten Verbindungen entsteht in Gegenwart einer starken Säure durch Hydrolyse **keine** Carbonsäure?



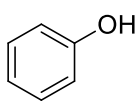
## Aufgabe 11-6: Reaktionen von Carbonsäuren.

Mit welchen der nachfolgenden Reagenzien muss Salicylsäure reagieren im Acetylsalicylsäure zu erhalten?

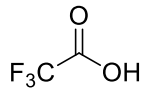


## Multiple Choice Aufgaben

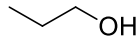
**Aufgabe 11-1:** Ordnen Sie die gezeigten Verbindungen nach zunehmender Azidität



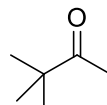
A



B



C



D

- A < C < B < D.
- B < A < C < D.
- D < C = A < B.
- D < C < B < A.
- D < C < A < B.

**Aufgabe 11-2:** Welche Aussage zur Reaktion einer Carbonylverbindung mit einem Alkohol zu einem Halbacetal ist korrekt?

- Es findet eine Umhybridisierung des C-Atoms von  $sp^2$  nach  $sp^3$  statt.
- Es handelt sich um eine Oxidationsreaktion.
- Es handelt sich um eine Reduktionsreaktion.
- Die Carbonylverbindung reagiert als Lewis-Säure, der Alkohol als Lewis-Base.
- Bei Säurekatalyse wird ausschließlich das O-Atom des Alkohols protoniert.

**Aufgabe 11-3:** 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 11-4:** Welche der folgenden Umsetzungen läuft über ein Enolat-Ion Zwischenstufe ab?

- Säurekatalysierte Aldolreaktion von 2 Molekülen Propanal.
- Basenkatalysierte Aldolreaktion von 2 Molekülen Propanal.
- Nukleophile Substitution von Chlorethan und Natronlauge.
- Reaktion von Propanal mit molekularem Sauerstoff.
- Radikalische Substitution (Propan und Chlor).

**Aufgabe 11-5:** Überprüfen Sie die folgenden Aussagen über „Fette“:

- 1) Fette werden durch alkalische Verseifung gespalten.
- 2) Ungesättigte Fettsäuren weisen überwiegend die stabilere trans-Konfiguration auf.
- 3) Je höher der Anteil an ungesättigten Fettsäuren, desto niedriger der Schmelzpunkt des Fettes.
- 4) Hochwertige Fette enthalten einen kleinen Anteil an ungesättigten Fettsäuren.
- 5) Fette lassen sich gut in unpolaren Lösemitteln lösen.
- 6) Fette sind Derivate des Glykols.

Welche Aussagen sind korrekt?

- Nur 2, 3 und 5.
- Nur 1,2 und 4.
- Nur 1, 3 und 5.
- Nur 1 und 6.
- Nur 3, 4, 5, und 6.

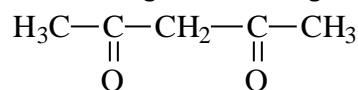
**Aufgabe 11-6:** Welche Aussagen zur *alkalischen Esterhydrolyse* von *Essigsäure-ethylester* sind richtig?

- 1) Es handelt sich um eine  $S_N1$ -Reaktion.
- 2) In Ethanol als Lösemittel verschiebt sich das Gleichgewicht signifikant zugunsten des Edukts.
- 3) Diese Reaktion läuft nur unvollständig ab.
- 4) Bei dieser Reaktion werden  $\text{OH}^-$ -Ionen verbraucht.
- 5) Die Reaktion verläuft praktisch irreversibel.

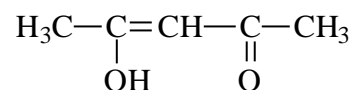
- 2,3
- 2,4,5
- 1,2,3
- 4,5
- 2,4

**Aufgabe 11-7:** Die Verbindung **A** geht eine *Keto-Enol-Tautomerie* ein.

Welche der folgenden Aussagen ist **falsch**?



**A**



**B**

- Die Enol-Form kann ein mesomeriestabilisiertes Anion bilden.
- Die Enol-Form kann eine intramolekulare Wasserstoffbrückenbindung ausbilden.
- Entfernt man die Enol-Form aus dem Gleichgewicht, dann wandelt sich weitere Keto-Form in Enol-Form um.
- Die Keto-Form und Enol-Form sind Mesomere zueinander.
- Die Enol-Form hat die Struktur **B**.

**Aufgabe 11-8:** Welche Aussage zur basischen Esterhydrolyse trifft zu?

- Es werden eine Carbonsäure und ein Alkohol gebildet.
- Die Reaktion verläuft nach einem Geschwindigkeitsgesetz erster Ordnung.
- Die Reaktion ist in allen Schritten reversible.
- Im geschwindigkeitsbestimmenden Schritt greift das Hydroxidion den Carbonylkohlenstoff an.
- Es wird ein tetraedrisches Intermediat durchlaufen.