

---

**Prüfungsteilnehmer**

**Prüfungstermin**

**Einzelprüfungsnummer**

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

Kennwort: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

**Herbst  
2022**

**64113**

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen  
— Prüfungsaufgaben —**

---

Fach: **Chemie (vertieft studiert)**  
Einzelprüfung: **Organische und Bioorganische Chemie**  
Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): **3**  
Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: **21**

---

**Bitte wenden!**

**Thema Nr. 1****Aufgabe 1**

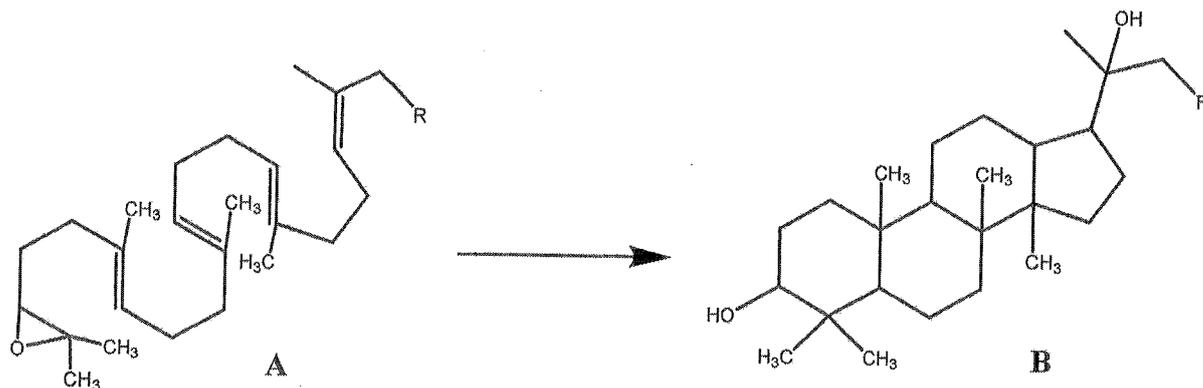
Die Reaktion von 2-Methylcyclohexanon mit einem Äquivalent Benzaldehyd liefert unter basischen Bedingungen nach Aufarbeitung zwei regioisomere Produkte.

- a) Geben Sie die beiden Produkte der Reaktion an!
- b) Geben Sie die Zwischenstufen an, die auf dem Weg zu den regioisomeren Produkten jeweils durchlaufen werden!
- c) Der regioisomere Verlauf der Reaktion kann über die Reaktionsbedingungen kontrolliert werden. Geben Sie die Reaktionsbedingungen (Reaktionstemperatur, Base) an, die zur bevorzugten Bildung des 2,2-disubstituierten Cyclohexanons führen!
- d) Geben Sie die Reaktionsbedingungen (Reaktionstemperatur, Base) an, die zur bevorzugten Bildung des 2,6-disubstituierten Cyclohexanons führen!
- e) Geben Sie die beiden regioisomeren Produkte und die zugehörigen Reaktionsbedingungen an!
- f) Eines der beiden regioisomeren Produkte reagiert unter sauren Bedingungen und Erwärmen weiter. Formulieren Sie die Reaktion und geben Sie das Produkt an!

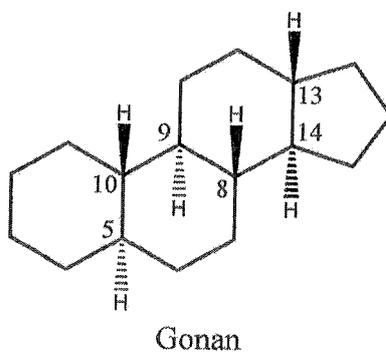
**Aufgabe 2**

Steroidgerüste entstehen durch eine Serie intramolekularer Reaktionen aus linearen Vorläufermolekülen.

- a) Formulieren Sie einen plausiblen Mechanismus für die chemische Umwandlung von Molekül **A** in Molekül **B**! Geben Sie die Reaktionsbedingungen an!

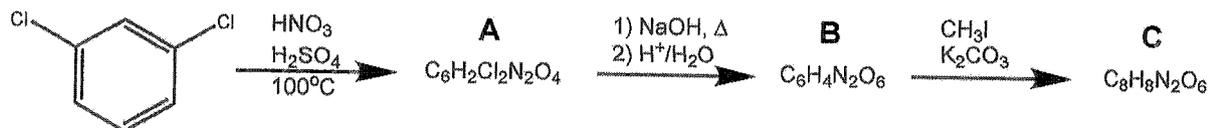


- b) Geben Sie die absolute Konfiguration der Stereozentren im Steroid Gonan an! Nutzen Sie dafür die CIP-Nomenklatur!



**Aufgabe 3**

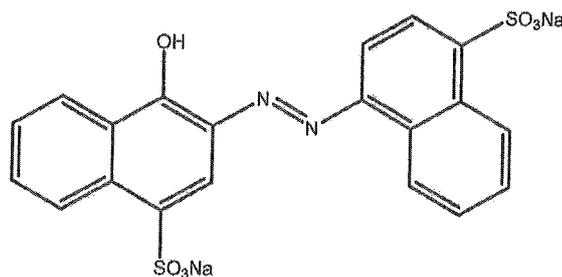
1,3-Dichlorbenzol reagiert mit Nitriersäure zu einer Verbindung **A** mit genannter Summenformel; diese wird weiter mit Natronlauge zu Verbindung **B** und in einem weiteren Schritt mit Methyljodid zu Substanz **C** umgesetzt.



- Geben Sie für die Verbindungen **A**, **B** und **C** die Strukturformeln an!
- Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus mit Zwischenstufen für die Umwandlung von 1,3-Dichlorbenzol in Verbindung **A**!
- Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für die Umwandlung von Molekül **A** in **B**!

**Aufgabe 4**

Azorubin (E122) ist ein gebräuchlicher Farbstoff, der auch für die Verwendung in Lebensmitteln zugelassen ist.

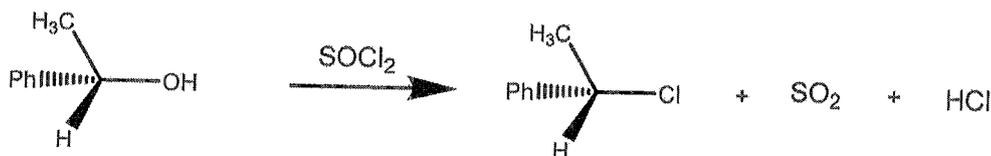


- Formulieren Sie die Synthese der Verbindung über eine Azokupplung geeigneter Vorstufen!
- Erklären Sie die Bedeutung der Sulfonsäuregruppen für die Eigenschaften des Farbstoffes und für die Synthese!
- Bei der Azokupplung von Anilin mit Phenyldiazoniumchlorid bilden sich farblose Triazene. Formulieren Sie die Reaktion. Beim Erwärmen der Reaktionsmischung auf Raumtemperatur werden im weiteren Reaktionsverlauf aber dennoch die gewünschten farbigen Azoverbindungen erhalten. Erklären Sie die Beobachtung kurz!

- d) Azofarbstoffe lassen sich auch aus Nitrosobenzol und Anilin unter sauren Bedingungen herstellen (Mills-Reaktion). Formulieren Sie den Verlauf der Reaktion!
- e) Die Konfiguration der N=N-Doppelbindung von Azofarbstoffen kann bei Bestrahlung mit Licht geeigneter Wellenlänge von *E* nach *Z* verändert werden. Erläutern Sie kurz, warum eine Isomerisierung der N=N-Doppelbindungskonfiguration durch Lichtanregung möglich wird!
- f) Welche der beiden isomeren N=N-Doppelbindungskonfigurationen eines Azofarbstoffes ist typischerweise die thermodynamisch stabilere Konfiguration? Begründen Sie kurz!

### Aufgabe 5

Bei der Umwandlung des folgenden benzylicen Alkohols in das Chlorid tritt Retention der Konfiguration auf.



- a) Erläutern Sie die Beobachtung anhand des Reaktionsmechanismus!
- b) In Gegenwart von Pyridin wird die Inversion der Konfiguration beobachtet. Erläutern Sie auch diesen Befund!
- c) Alkylchloride lassen sich mit Natriumiodid in der Finkelstein-Reaktion in Alkyliodide überführen. Als Lösungsmittel wird dabei typischerweise trockenes Aceton verwendet. Erklären Sie, warum die Umwandlung funktioniert, obwohl Iodid-Ionen die bessere Abgangsgruppe sind! Geben Sie an, wie das Gleichgewicht verschoben wird!
- d) Die Appel-Reaktion ist eine schonende Methode, um Alkohole in die entsprechenden Halogenide zu überführen. Dazu wird der Alkohol mit Triphenylphosphan und z. B. Tetrabrommethan umgesetzt. Es entstehen das Halogenid, Triphenylphosphanoxid und Bromoform. Formulieren Sie die Reaktion mit den Zwischenstufen! Warum wird die Reaktion auch als Redox-Kondensation bezeichnet? Was wird oxidiert, was reduziert? Worin liegt die Triebkraft der Reaktion?

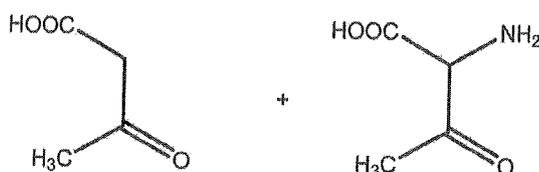
**Aufgabe 6**

Im Jahr 2021 wurden der deutsche Chemiker Benjamin List und der US-Amerikaner David MacMillan für ihre Arbeiten zur Organokatalyse mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet. In ihren Arbeiten nutzen sie sekundäre Amine zur Katalyse von Carbonylreaktionen.

- Formulieren Sie die Kondensationsreaktion von Prolin mit Butanal!
- Zeigen Sie die chemische Reaktivität des Enamin-Kondensationsproduktes mit Hilfe von Resonanzformeln auf!
- Formulieren Sie die Prolin-katalysierte Aldolreaktion von Butanal!

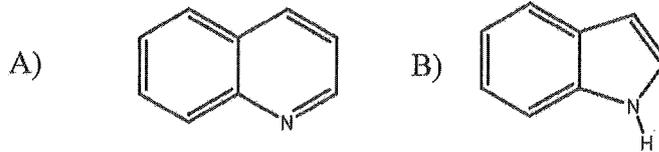
**Aufgabe 7**

Die beiden folgenden Carbonylverbindungen cyclokondensieren zu einem substituierten Heteroaroma-



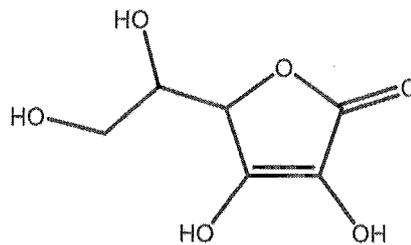
- Geben Sie an, ob es sich hierbei um ein I) Furan, II) Pyridin, III) Oxazol, IV) Pyrrol oder V) Oxazin handelt!
- Die folgenden Carbonsäuren sollen nach steigendem pK<sub>s</sub> Wert geordnet werden. Nennen Sie die richtige Abfolge (keine weitere Begründung erforderlich)!
  - Essigsäure, Buttersäure, Ameisensäure, Trifluoressigsäure, Trichloressigsäure
  - Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, Trichloressigsäure, Trifluoressigsäure
  - Trifluoressigsäure, Trichloressigsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure
  - Buttersäure, Ameisensäure, Essigsäure, Trifluoressigsäure, Trichloressigsäure
  - Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Trichloressigsäure, Trifluoressigsäure

c) Ordnen Sie den abgebildeten Heteroaromaten den richtigen Namen zu!



I) Indol, II) Chinolin, III) Isochinolin, IV) Benzimidazol, V) Chinaldin

d) Geben Sie an, welche Aussage auf die Ascorbinsäure nicht zutrifft!



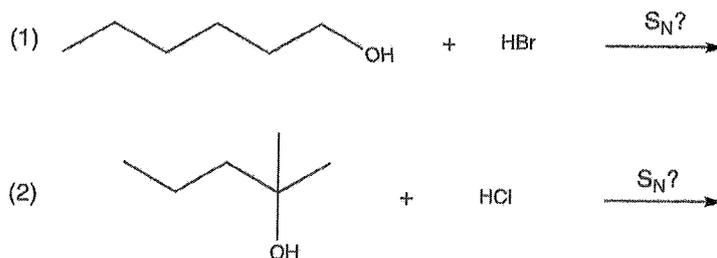
Ascorbinsäure...

- I) enthält als Partialstruktur ein gamma-Lacton.
- II) ist ein Oxidationsmittel.
- III) enthält als Partialstruktur ein Endiol.
- IV) wirkt reduzierend.
- V) enthält als Partialstruktur eine primäre Hydroxygruppe.

## Thema Nr. 2

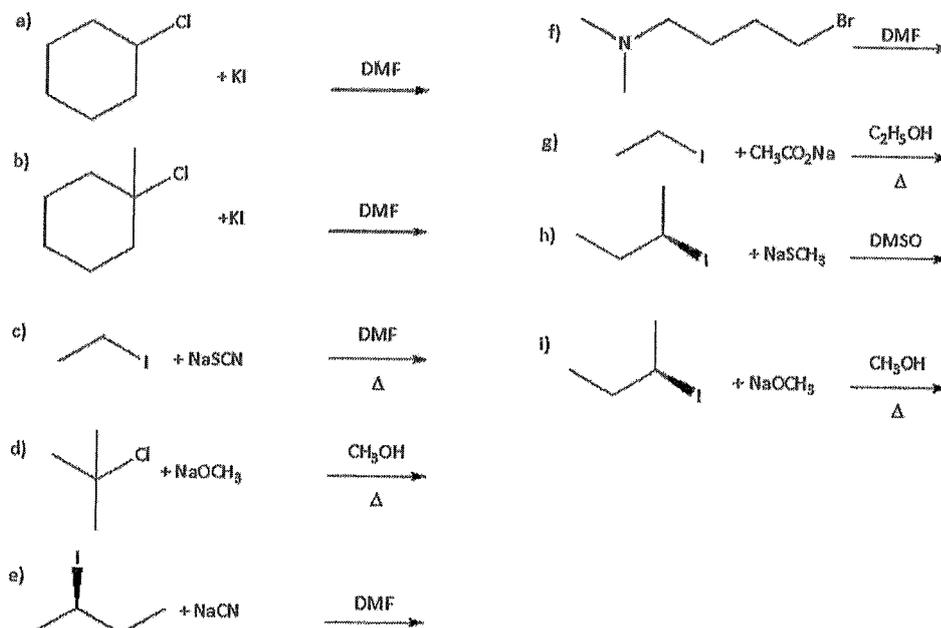
## 1. Substitutions- /Eliminierungs-Reaktionen und Reaktionskinetik

A) Bei der Umsetzung von (1) Hexan-1-ol mit HBr bzw. (2) 2-Methylpentan-2-ol mit HCl werden die entsprechenden Halogenalkane erhalten.

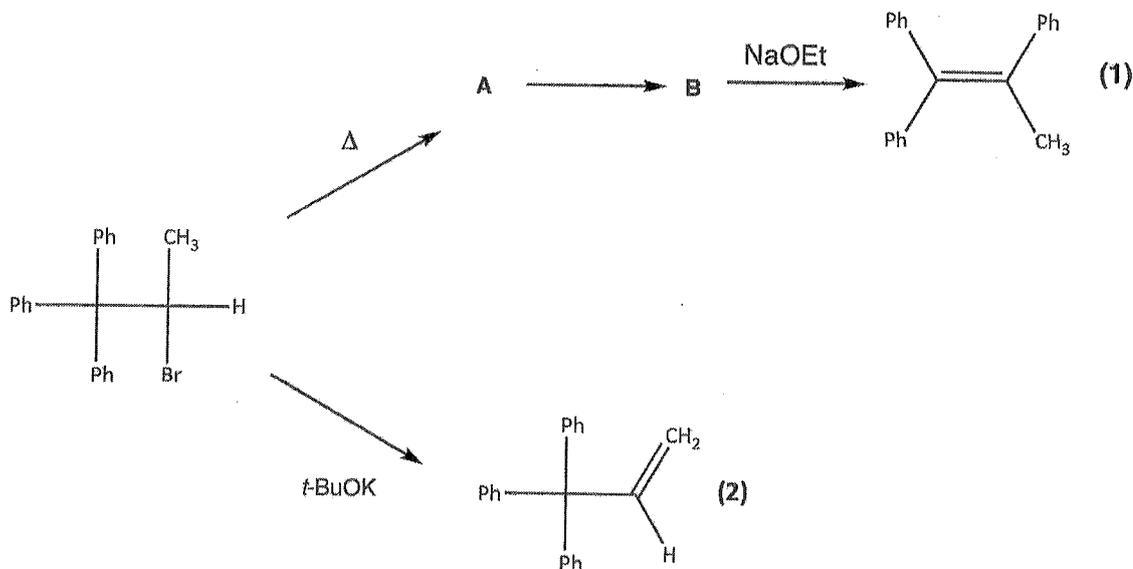


- Geben Sie die Produkte an, die bei Reaktion (1) bzw. Reaktion (2) erhalten werden!
- Geben Sie den vollständigen Reaktionsmechanismus für Reaktion (1) und Reaktion (2) an!
- Um welche Reaktionstypen handelt es sich bei Reaktion (1) bzw. Reaktion (2)? Geben Sie die jeweiligen Zeitgesetze an!
- Geben Sie das Energieprofil für Reaktion (1) sowie für Reaktion (2) an! Bezeichnen Sie die Achsen, Minima und Maxima im Energieprofil mit folgenden Begriffen: Produkte, Energie, Edukte, Zwischenstufe, Gleichgewicht, Übergangszustand, Reaktionskoordinate!

B) Geben Sie das Hauptprodukt für jede der folgenden Umsetzungen an und bestimmen Sie, ob es sich bei der Reaktion jeweils um eine  $S_N1$  oder  $S_N2$ -Reaktion handelt! Bestimmen Sie bei chiralen Verbindungen die absolute Konfiguration von Edukt und Produkt nach den CIP-Regeln!



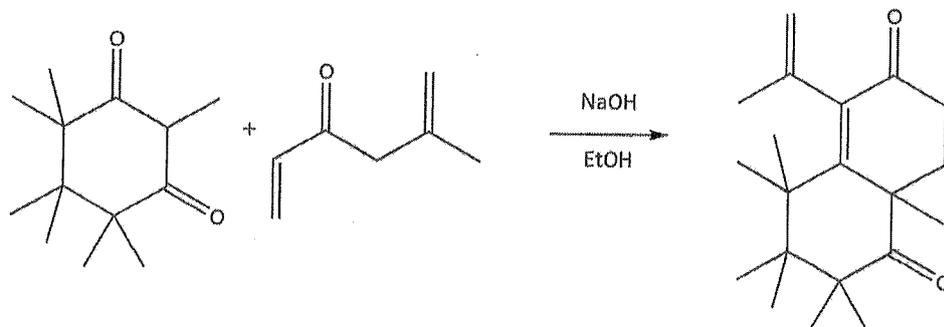
- C) Eine mögliche Nebenreaktion bei Substitutionsreaktionen sind Eliminierungsreaktionen. Ergänzen Sie die fehlenden Schritte in Reaktion (1)! Welche Namensreaktion tritt bei der gezeigten Reaktion (1) auf? Geben Sie eine kurze Begründung für den unterschiedlichen Reaktionsverlauf von Reaktion (1) und Reaktion (2) an und bestimmen Sie bei beiden Reaktionen, ob es sich um einen Reaktionsverlauf nach E1- oder E2-Mechanismus handelt!



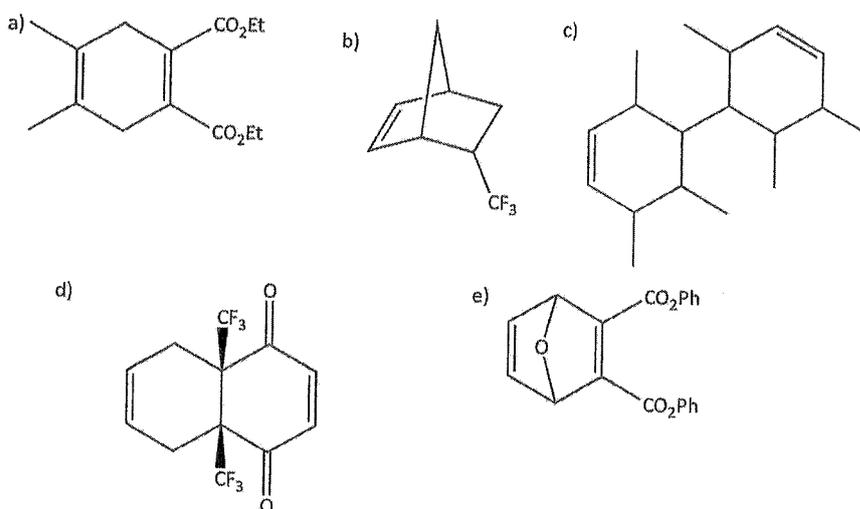
## 2. Chemische Reaktionen

- A) Styrol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ ) ermöglicht die Synthese von verschiedenen Produkten.
- Ausgehend von Styrol können folgende Alkohole erhalten werden: 1-Phenylethan-1-ol (1), 2-Phenylethan-1-ol (2) und 1-Phenylethan-1,2-diol (3). Geben Sie die Reaktionsbedingungen (Reaktionsgleichung) für die jeweiligen Synthesen an und gehen Sie für Alkohol (2) auf den Mechanismus ein (Tipp: Bei der Reaktion wird  $\text{BH}_3$  verwendet)!
  - Geben Sie das Produkt an, das Sie bei der Umsetzung von Styrol mit Brom in  $\text{CHCl}_3$  im Eisbad unter Lichtausschluss erwarten! Gehen Sie auf den Mechanismus ein!
  - Bei der Umsetzung von 1,2-Dibromphenylethan mit der starken Base Natriumamid ( $\text{NaNH}_2$ ) wird Phenylacetylen ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}\equiv\text{CH}$ ) erhalten. Gehen Sie auf den Mechanismus ein!

- B) Zeichnen Sie einen detaillierten, schrittweisen Mechanismus für die folgende Umsetzung (Robinson-Anellierung) und geben Sie die Namen der vorkommenden Namensreaktionen (Teilschritte) an! Hinweis: Identifizieren Sie das acideste Proton zur Durchführung des ersten Schrittes.

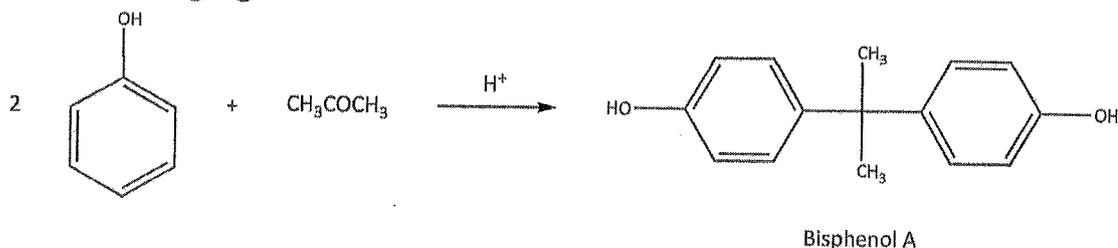


- C) Welches Dien und Dienophil ergeben jeweils die folgenden Diels-Alder-Addukte? Geben Sie nur die Ausgangsverbindungen an!



### 3. Reaktionen von Carbonylen, Carbonsäurederivaten und Naturstoffe

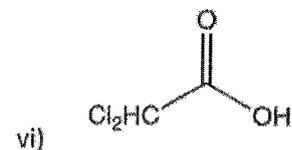
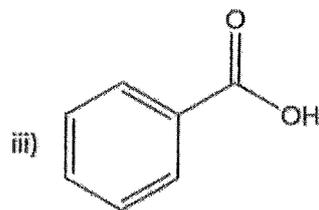
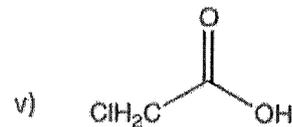
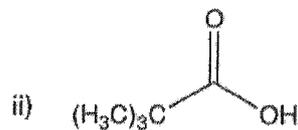
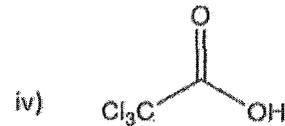
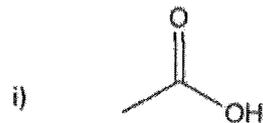
- A) Bisphenol A (2,2-Bis-(*p*-hydroxyphenyl)propan) wird als Fungizid verwendet. Man kann es durch die Umsetzung von Phenol (Tipp: mesomere Grenzstrukturen von Phenol beachten) mit Aceton unter sauren Bedingungen herstellen.



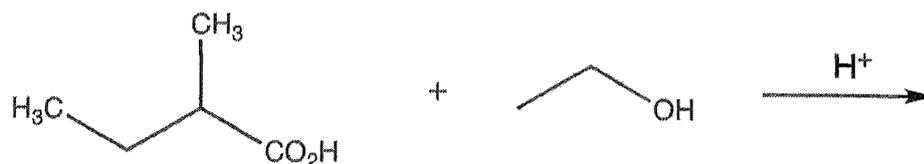
Formulieren Sie einen Mechanismus für diese Reaktion!

B) Carbonsäuren sind eine wichtige Verbindungskategorie in der organischen Chemie. Sie sind auch Ausgangsverbindung für viele weitere Reaktionen.

- a) Geben Sie die Synthese von Benzoesäure ausgehend von Brombenzol und  $\text{CO}_2$  unter Verwendung von Magnesium an und gehen Sie auf den Mechanismus ein!
- b) Ordnen Sie die folgenden Carbonsäuren nach steigender Säurestärke!

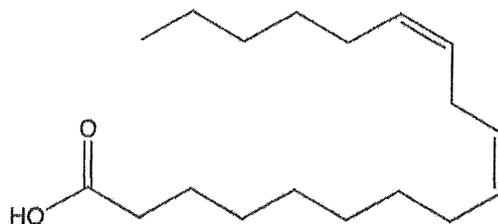


- c) Bei den natürlichen Aromenstoffen des Apfels handelt es sich unter anderem um 2-Methylbuttersäureethylester. Geben Sie die Synthese dieses Esters ausgehend von 2-Methylbuttersäure und Ethanol ( $\text{EtOH}$ ) im Säuern an und gehen Sie auf den Mechanismus ein!



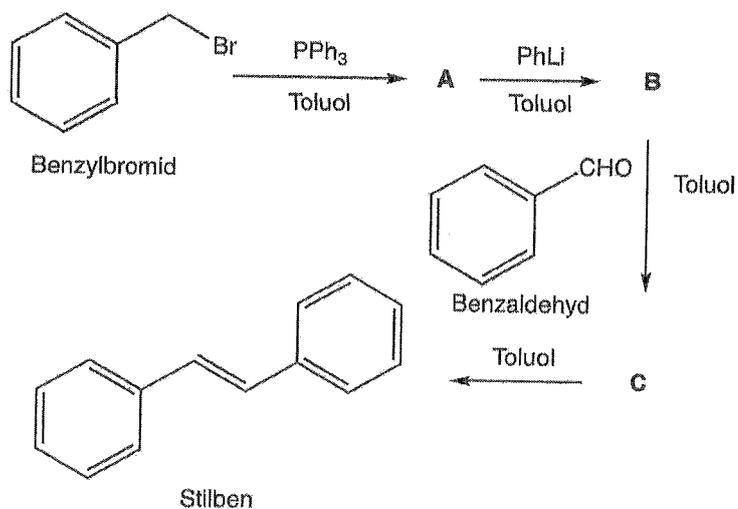
- d) Geben Sie die Struktur des Triacylglycerids von Glycerin und Linolsäure an!

- e) Geben Sie das zu erwartende Produkt für die Iodierung (verwenden Sie  $I_2$ ) einer der Doppelbindungen von Linolsäure an und gehen Sie auf den Mechanismus ein (für die mechanistische Beschreibung muss nicht das ganze Molekül gezeichnet werden, die Doppelbindung mit „R“ für die benachbarten Reste ist ausreichend)!



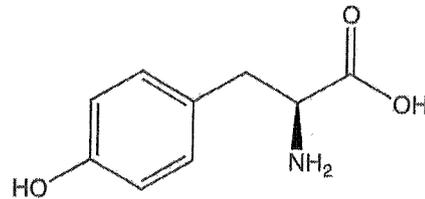
Linolsäure

- c) Die Wittig-Reaktion ist eine vielseitig anwendbare Reaktion zur Herstellung von Alkenen. Vervollständigen Sie die Reaktion für die Bildung von Stilben! Kennzeichnen Sie im Reaktionsverlauf Phosphoniumsalz, Ylid und Oxaphosphetan!

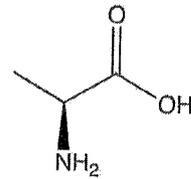


#### 4. Peptide und Aminosäuren

- A) Die Xanthoproteinreaktion ist eine Nachweisreaktion für aromatische Aminosäuren. Zu den reaktiven Aminosäuren gehört das Tyrosin.



Tyrosin



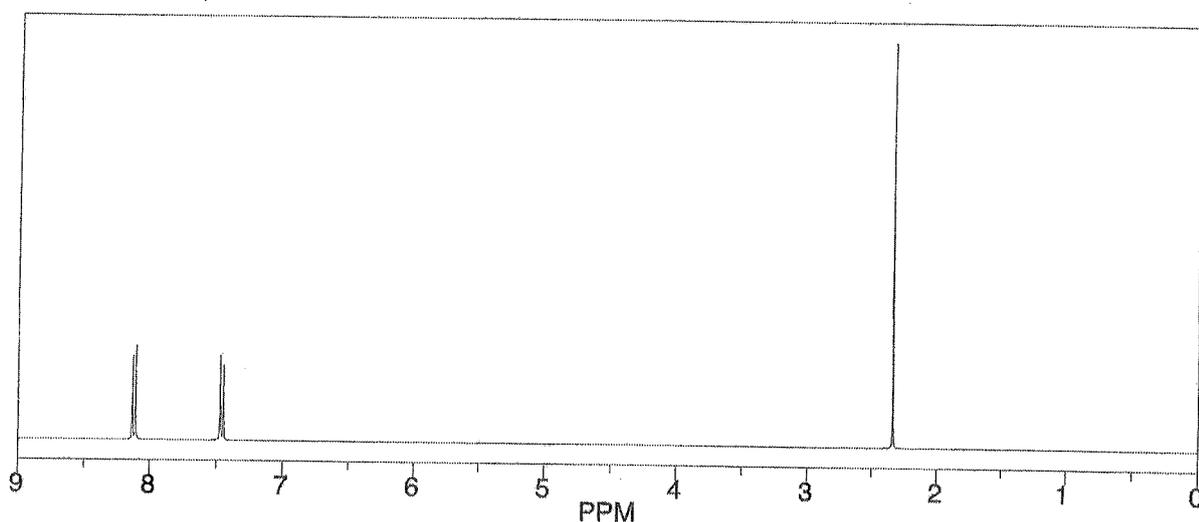
Alanin

- Geben Sie einen Reaktionsmechanismus an, mit dem das Säurechlorid von Tyrosin mit Hilfe von Thionylchlorid ( $\text{SOCl}_2$ ) hergestellt werden kann!
- Geben Sie die das Dipeptid von Tyrosin (N-terminal) und Alanin (C-terminal) an!
- Bei der direkten Umsetzung des Säurechlorids von Tyrosin mit Alanin wird nur eine geringe Umsetzung des gewünschten Dipeptids beobachtet (etwa 50 %). Das gewünschte Dipeptid kann allerdings durch Zugabe von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  nahezu quantitativ gewonnen werden. Geben Sie die Reaktion an (verwenden Sie das unter a) hergestellte Säurechlorid) und geben Sie eine Erklärung für die höhere Ausbeute bei der Verwendung von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ !

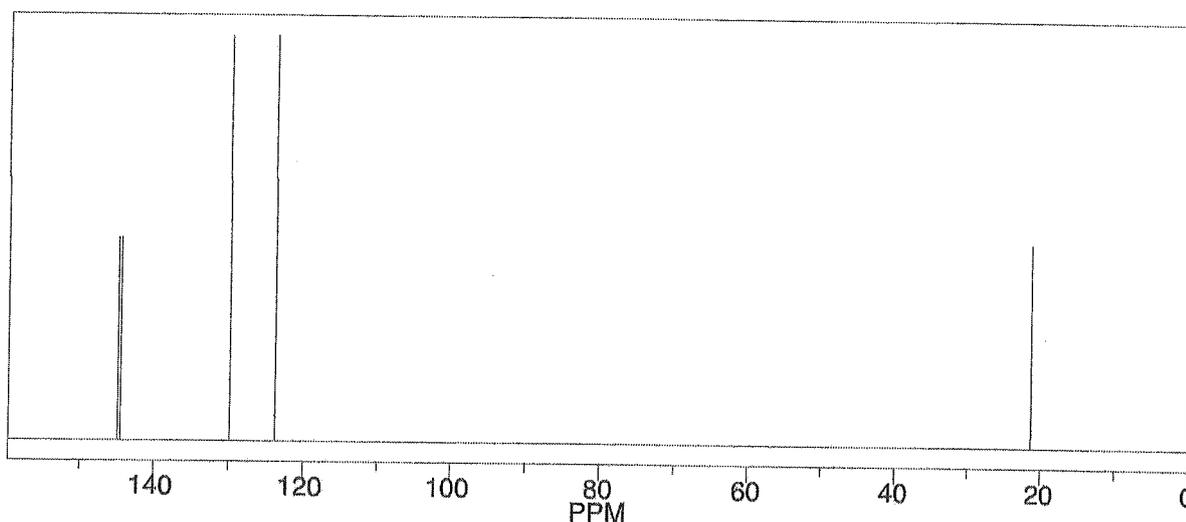
## 5. Spektroskopie

- A) Bei der Umsetzung von Toluol mit einem Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure werden verschiedene Produkte erhalten, alle mit der Summenformel  $C_7H_7NO_2$ . Gehen Sie, am Beispiel der Bildung von *o*-Nitrotoluol **oder** *p*-Nitrotoluol, auf den Mechanismus der Reaktion ein!
- B) Um welche Verbindung mit der Summenformel  $C_7H_7NO_2$  handelt es sich bei den gezeigten Spektren? Die Verbindung wird bei der unter A) beschriebenen Reaktion gebildet. Geben Sie eine Begründung für Ihre Antwort und geben Sie eine grobe Zuordnung der Signale (aliphatisch bzw. aromatisch) im  $^1H$  NMR Spektrum und im  $^{13}C$  NMR Spektrum an!

$^1H$  NMR Spektrum



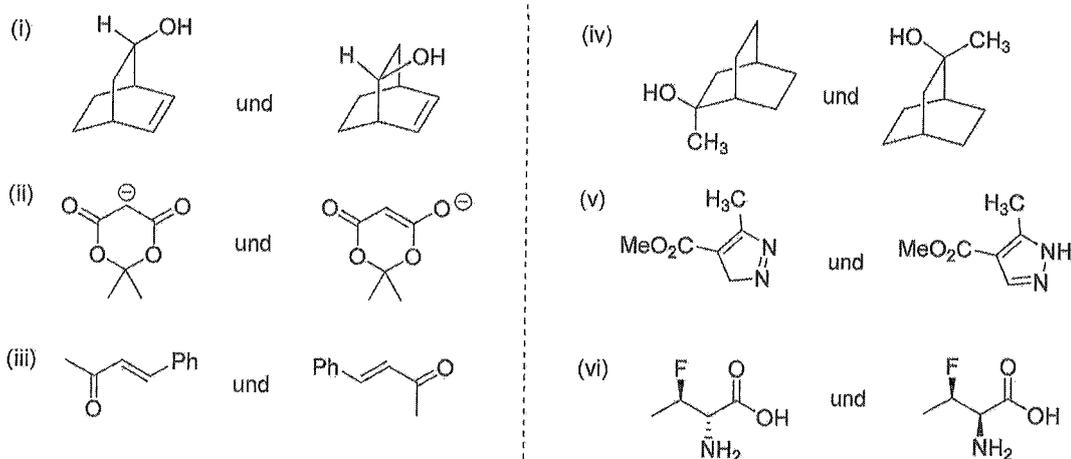
$^{13}C$  NMR Spektrum



## Thema Nr. 3

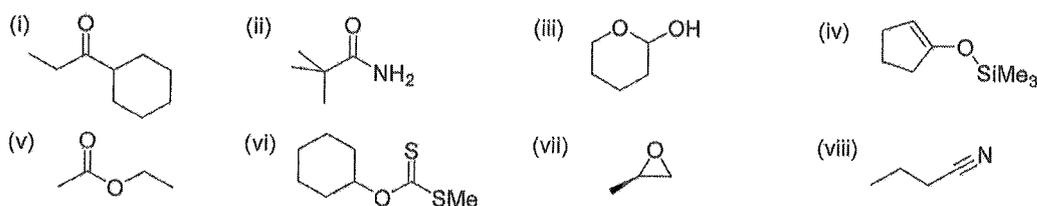
**Aufgabe 1: Stereochemie, Isomerie, Substitutionen und Eliminierungen**

- 1a) Geben Sie bei den folgenden Molekülpaaren an, ob die jeweiligen Partner Enantiomere, Diastereomere, Konstitutionsisomere oder identisch sind!



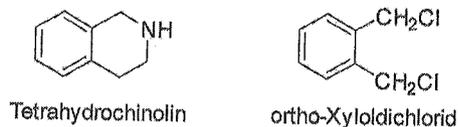
- 1b) Zeichnen Sie zwei achirale 1,3,5-Trichlorcyclohexane und kennzeichnen Sie das stabilere der beiden Moleküle!

- 1c) Geben Sie die Stoffklasse folgender Moleküle an!



- 1d) Zeichnen Sie ein Energieprofil für die Reaktion von 2-Methoxyethyl-*p*-tosylat ( $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OTs}$ ) mit Natriumiodid in Aceton! Beschriften Sie alle Teile der Zeichnung mit eindeutigen Begriffen und geben Sie die Struktur des Produkts an! Benennen Sie den Mechanismus der Reaktion!

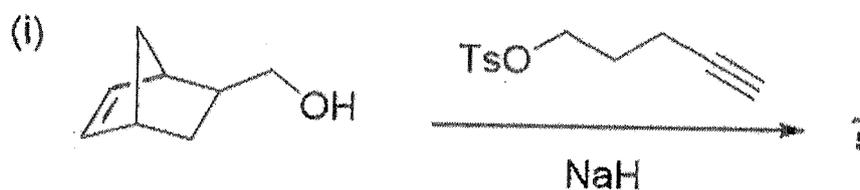
- 1e) Schildern Sie den Verlauf eines Hofmann-Abbaus, bei dem Ihnen Tetrahydrochinolin sowie  
 (1) ortho-Xyloldichlorid und Kaliumcarbonat und dann  
 (2) Kaliumhydroxid und Wärme zur Verfügung stehen!  
 Verdeutlichen Sie den Mechanismus der Reaktionen mit gebogenen Pfeilen für die Elektronenverschiebung!



- 1f) Formulieren Sie die Einzelschritte der Cope-Eliminierung am gezeigten tertiären Amin **A1**! Geben Sie dazu die Strukturformeln des Zwischenprodukts **A2** sowie des Endprodukts **A3** an! Skizzieren Sie den Übergangszustand des Eliminierungsschrittes und verdeutlichen Sie mit gebogenen Pfeilen die Elektronenverschiebung!

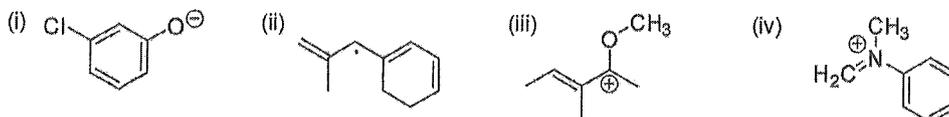


- 1g) Zeichnen Sie die Strukturformeln der Produkte der folgenden Reaktionen!



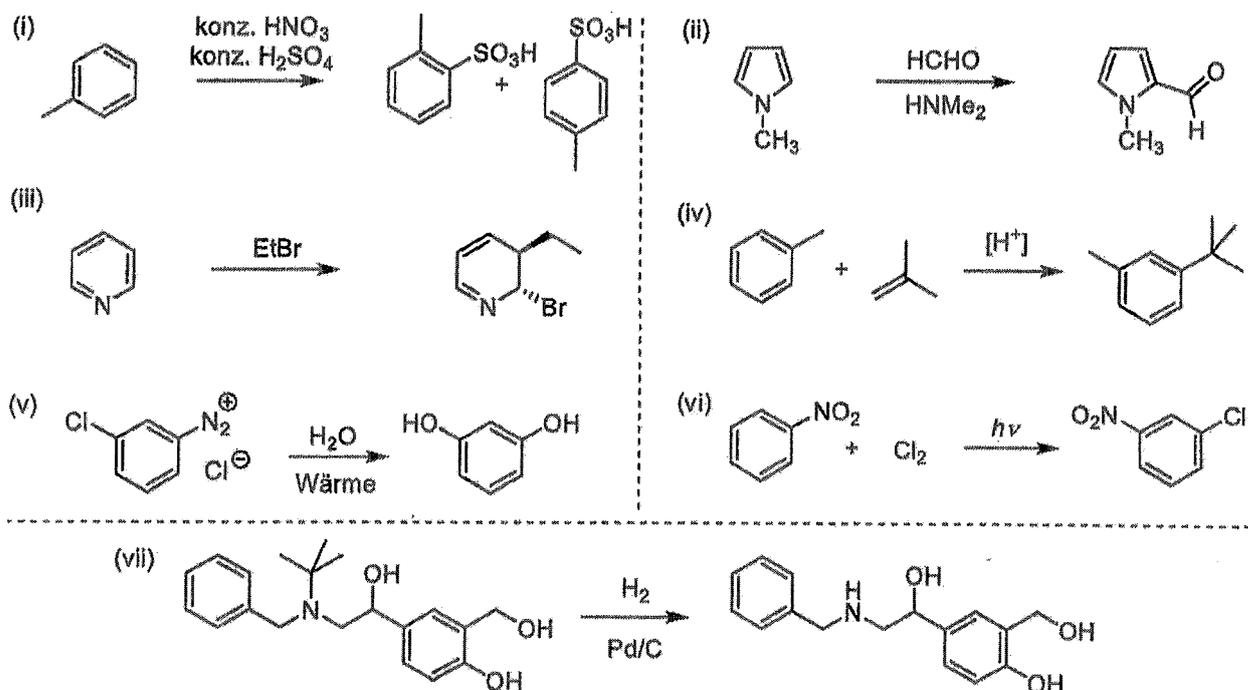
**Aufgabe 2: Reaktionen von Alkenen und aromatischen Verbindungen**

2a) Zeichnen Sie alle sinnvollen Resonanzstrukturen der folgenden Teilchen!

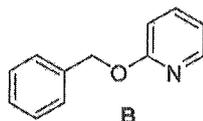


2b) Geben Sie Reagenzien an, mit denen sich aus Allylcyclopentan [IUPAC: (Prop-2-en-1-yl)cyclopentan] jeweils selektiv entweder (3-Brompropyl)cyclopentan oder (2-Brompropyl)cyclopentan erhalten lassen!

2c) Die folgenden Reaktionen enthalten jeweils einen Fehler. Finden Sie den Fehler, schildern Sie kurz, was falsch ist und schlagen Sie jeweils eine Korrektur vor!



2d) Benzylalkohol (PhCH<sub>2</sub>OH) reagiert im Basischen (KOH/[18]Krone-6 in Toluol) mit 2-Chlorpyridin zum Benzylether **B**.



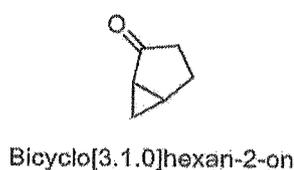
- (i) Schildern Sie den Mechanismus der Synthesereaktion für **B** anhand geeigneter Strukturen für die durchlaufenen Zwischenstufen! Geben Sie eine Bezeichnung für den Reaktionstyp an!
- (ii) Zeichnen Sie die Struktur von [18]Krone-6 und erläutern Sie in wenigen Worten, welche Rolle diese Verbindung in der Reaktion spielt!

**Aufgabe 3: Reaktionen von Carbonylverbindungen**

3a) Entscheiden Sie, ob folgende Carbonylverbindungen über homotope, enantiotope oder diastereotop Seiten verfügen!

- (i) Propionaldehyd (Propanal)
- (ii) Isobutyraldehyd (2-Methylpropanal)
- (iii) Aceton (Propanon)
- (iv) (*S*)-2-Chlorcyclohexan-1-on

3b) Zeichnen Sie die Strukturformeln der Produkte (nach wässriger Aufarbeitung) für die Reaktionen von Bicyclo[3.1.0]hexan-2-on mit:

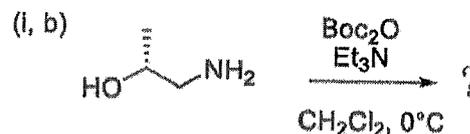
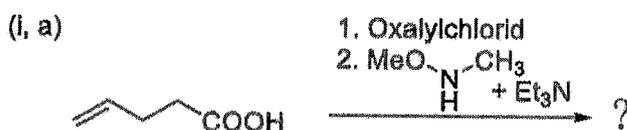


- i) Hydroxylamin
- ii) Brombenzol/Magnesium
- iii) Benzylamin/Natriumborhydrid
- iv) 1) Lithiumdiisopropylamid, 2) Chlortrimethylsilan
- v) *m*-Chlorperbenzoesäure (mCPBA)

3c) Geben Sie einen Mechanismus an, der erklärt, wie die Reaktion von Pyridiniumchlorid mit Bicyclo[3.1.0]hexan-2-on als Produkt 3-(Chlormethyl)cyclopentan-1-on ergibt! Die Struktur von Bicyclo[3.1.0]hexan-2-on ist im Aufgabenteil 3b) gezeigt.

3d) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für den detaillierten Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung von Benzoesäure mit Isopropanol (Propan-2-ol)!

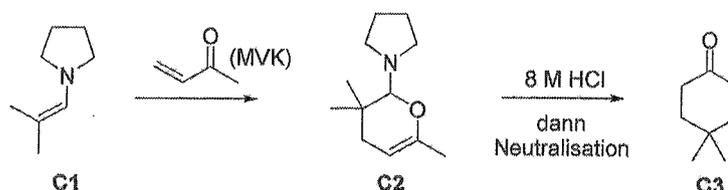
3e) (i) Geben Sie die Strukturformeln der Produkte an, die in den folgenden Reaktionen gebildet werden!



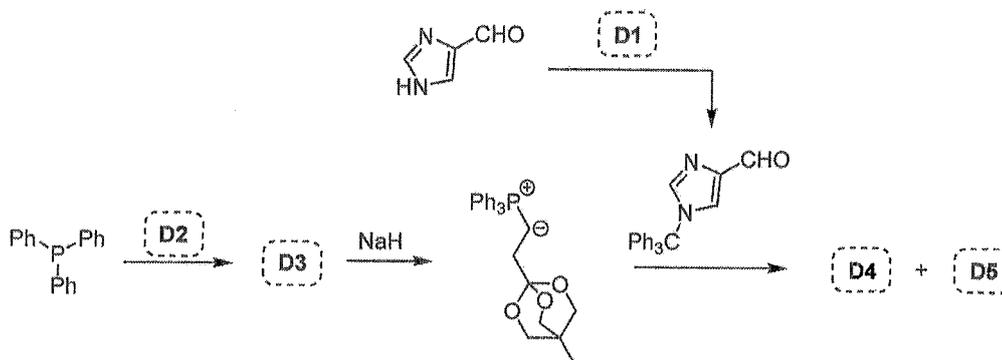
- (ii) Geben Sie die vollständige Strukturformel für das Reagenz Boc<sub>2</sub>O an!
- (iii) Geben Sie an, unter welchen Bedingungen sich ein Boc-geschütztes Amin wieder entschützen lässt! Welche Nebenprodukte entstehen dabei?

**Aufgabe 4: Reaktionen CH-acider Verbindungen**

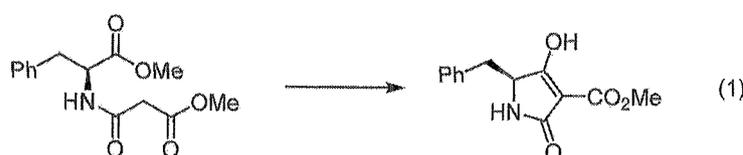
- 4a) Methylvinylketon (MVK) reagiert spontan mit 1-(2-Methylpropenyl)pyrrolidin (**C1**) zum heterocyclischen Produkt **C2**. In 8-molarer Salzsäure wandelt sich **C2** zum cyclischen Keton **C3** um.



- (i) Geben Sie eine Synthesemethode (Edukte, Reaktionsbedingungen) für Verbindung **C1** an!  
(ii) Geben Sie an, zu welcher Stoffklasse **C1** gehört!  
(iii) Formulieren Sie einen Reaktionsmechanismus für den Teil der Reaktion, der zu **C2** führt!  
(iv) Schildern Sie den Ablauf der Reaktion, bei der **C2** das Endprodukt **C3** bildet! Schlagen Sie hierzu einen detaillierten Reaktionsmechanismus vor (mit Resonanzstrukturen)!
- 4b) Geben Sie die Strukturformeln der fehlenden Edukte (**D1** und **D2**), der Zwischenstufe (**D3**) und der Produkte (**D4** und **D5**) in der gezeigten Wittig-Olefinierung an!



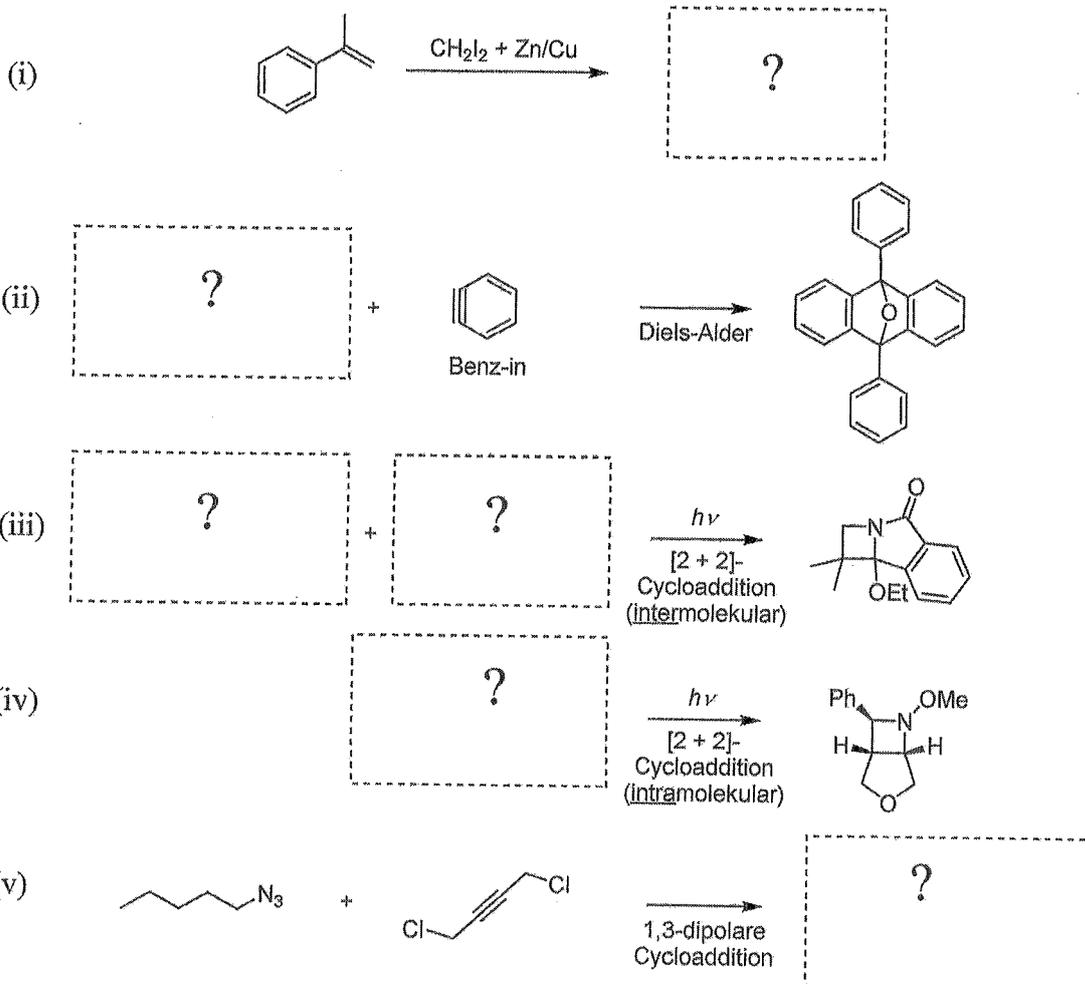
- 4c) Gleichung (1) zeigt eine Dieckmann-Kondensation, bei der ein Tetramsäure-Derivat gebildet wird.



- (i) Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus der in Gleichung (1) gezeigten Dieckmann-Kondensation! Geben Sie dabei die für die Reaktion benötigten Reagenzien an!  
(ii) Zeichnen Sie die Strukturen für zwei weitere Tautomere der gezeigten Tetramsäure!
- 4d) Ordnen Sie die Verbindungen Propan, DMSO, Acetylaceton, Phenylacetylen (Phenylethin), Cyclopentadien nach aufsteigender Brønsted-Acidität!

**Aufgabe 5: Cycloadditionen und Polymere**

5a) Geben Sie die fehlenden Edukte oder Produkte bei den folgenden Cycloadditionen an!



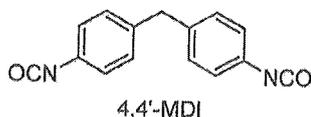
5b) Arine (Dehydroaromaten), wie das in der Diels-Alder-Reaktion in Aufgabe 5a gezeigte Benz-in, sind kurzlebige, reaktive Zwischenstufen, die aus stabilen Vorläufermolekülen erzeugt werden.

- Nennen Sie zwei Methoden, mit denen sich Benz-in erzeugen lässt! Geben Sie dazu die Struktur der Edukte sowie die jeweiligen Reaktionsbedingungen zur Generierung des Benz-ins an!
- Skizzieren Sie die Orbitale der  $\pi$ -Bindungen in Benz-in und erläutern Sie, ob Benz-in eine aromatische Verbindung ist!

- 5c) Unter basischen Bedingungen lässt sich aus Dibromformaldoxim ein 1,3-Dipol erzeugen, der sich an (3+2)-Cycloadditionen beteiligen kann. Zeigen Sie mit geeigneten Resonanzstrukturen (vollständige Lewis-Strukturen), weshalb das erzeugte Teilchen ein 1,3-Dipol ist! Nennen Sie die Stoffklasse, zu der dieser Dipol gehört!



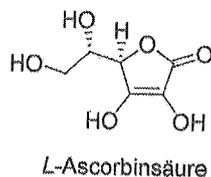
- 5d) Formulieren Sie die radikalische Polymerisation von Methylmethacrylat ( $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CO}_2\text{CH}_3$ )! Die Erzeugung des Startradikals braucht dabei nicht gezeigt zu werden.
- 5e) Bei der Reaktion des Diisocyanats 4,4'-MDI mit feuchtem Butan-1,4-diol entsteht Polyurethan-Schaum (PU- oder PUR-Schaum).



- (i) Zeichnen Sie die molekulare Struktur der sich wiederholenden Einheit in diesem Polyurethan und geben Sie an, um welche Art von Polymerisation es sich handelt!
- (ii) Erläutern Sie anhand von chemischen Reaktionen, weshalb das Diol feucht sein sollte, damit das PU aufschäumt!

### Aufgabe 6: Naturstoffe

- 6a) (i) *L*-Ascorbinsäure enthält zwei Stereozentren. Identifizieren Sie diese Stereozentren und geben Sie die zugehörigen Stereodeskriptoren nach der Cahn-Ingold-Prelog-Konvention an!
- (ii) *L*-Ascorbinsäure ( $\text{p}K_a = 4,2$ ) ist eine stärkere Brønsted-Säure als Essigsäure. Zeichnen Sie die Strukturformel des nach Deprotonierung vorliegenden *L*-Ascorbats!
- (iii) Durch ihre reduzierenden Eigenschaften schützt *L*-Ascorbinsäure andere Verbindungen vor Oxidation. Bei diesen Reaktionen entsteht Dehydroascorbinsäure. Zeichnen Sie die Strukturformel der Dehydroascorbinsäure!



- 6b) Formulieren Sie die Einzelschritte (Strukturen!) einer Dipeptid-Synthese ausgehend von Fmoc-geschütztem Glycin und *L*-Alaninmethylester unter Verwendung von *N,N'*-Dicyclohexylcarbodiimid (DCC) und 1-Hydroxybenzotriazol (HOBt)! (Hilfe: Einmal gezeichnete größere Gruppen können nach eindeutiger Definition in Folgeschritten der Reaktion abgekürzt werden.)

---

**Prüfungsteilnehmer**

**Prüfungstermin**

**Einzelprüfungsnummer**

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

Kennwort: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

**Herbst  
2022**

**64118**

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen  
— Prüfungsaufgaben —**

---

Fach: **Chemie (vertieft studiert)**

Einzelprüfung: **Fachdidaktik**

Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): **3**

Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: **3**

---

**Bitte wenden!**

## Thema Nr. 1

### NOS/Forschendes Lernen

1. Das Konzept „Nature of Science“ (NOS, oft als „Natur der Naturwissenschaften“ übersetzt) wurde in den letzten Jahrzehnten für die Naturwissenschaftsdidaktik ausführlich diskutiert. Erklären Sie den Begriff theoriebezogen und zeigen Sie auf, inwiefern er in die Bildungsstandards und den Lehrplan für Chemie Eingang gefunden hat!
2. Erläutern Sie, was unter „Scientific Literacy“ zu verstehen ist und begründen Sie, warum „Scientific Literacy“ unter aktuellen Gesichtspunkten ein wichtiges Bildungsziel darstellt! Diskutieren Sie an zwei konkreten Beispielen, wie der Chemieunterricht zu diesem Ziel beitragen kann!
3. Entwickeln und beschreiben Sie eine Unterrichtseinheit im Umfang von etwa 90 Minuten, welche den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung als Lernziel hat und wenigstens ein Experiment enthält! Formulieren Sie dazu entsprechende Lernziele sowie Kompetenzen und erläutern Sie die geplante Stundendurchführung!

## Thema Nr. 2

### Basiskonzepte als Strukturierungshilfe im Chemieunterricht

1. Basiskonzepte stellen eine Möglichkeit der Strukturierung von Fachinhalten dar. Beschreiben Sie kurz die vier Basiskonzepte auf Grundlage der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (MSA)! Erläutern Sie außerdem zwei unterschiedliche Vernetzungsmöglichkeiten im Chemieunterricht! Nutzen Sie dazu jeweils ein Beispiel!
2. Entwickeln Sie eine Unterrichtseinheit von 90 Minuten zu einem Thema Ihrer Wahl, in welcher der Fokus auf dem Basiskonzept „Energetische Betrachtung von Stoffumwandlungen“ liegt! Begründen Sie in Ihren didaktisch-methodischen Überlegungen insbesondere die Umsetzung des Basiskonzeptes sowie die Eignung des gewählten Unterrichtsverfahrens!
3. Im Chemieunterricht werden verschiedene Ebenen der Chemie verwendet. Erläutern Sie drei verschiedene Ebenen der Chemie jeweils an einem Beispiel! Wählen Sie ein Basiskonzept, in dem der Aufbau der Teilchen im Zentrum steht und erläutern Sie anhand eines Beispiels aus dem Chemieunterricht, wie der explizite Repräsentationswechsel zum Konzeptverständnis beitragen kann!

**Thema Nr. 3****Das Schulbuch als „klassisches“ Unterrichtsmedium**

1. Definieren Sie den Begriff Unterrichtsmedien und kategorisieren Sie diese! Ordnen Sie das Schulbuch entsprechend ein und beschreiben Sie es bezüglich seiner unterrichtlichen Funktionen für Lehrende und Lernende im Chemieunterricht!
2. Digitale Schulbücher ersetzen das analoge Schulbuch in zunehmender Weise. Erläutern Sie anhand selbstgewählter Beispiele aus dem Chemieunterricht je zwei Vor- und Nachteile von digitalen gegenüber analogen Schulbüchern!
3. Entwickeln Sie eine Unterrichtseinheit zu einem selbstgewählten Thema im Umfang von 45 bis 90 Minuten! Berücksichtigen Sie dabei den Einsatz eines (analogen oder digitalen) Schulbuchs für den Chemieunterricht in der Erarbeitungsphase! Formulieren Sie dazu entsprechende Lernziele sowie Kompetenzen und begründen Sie die geplante Stundendurchführung!

---

**Prüfungsteilnehmer**

**Prüfungstermin**

**Einzelprüfungsnummer**

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

Kennwort: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

**Herbst  
2022**

**44114**

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen  
— Prüfungsaufgaben —**

---

Fach: **Chemie (Unterrichtsfach)**

Einzelprüfung: **Anorg. Chemie mit Analytik und Physik. Ch.**

Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): **3**

Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: **10**

---

**Bitte wenden!**

**Thema Nr. 1****1. Konzentrationsmaße, Stöchiometrie, molare Masse, ideales Gas**

- a) Berechnen Sie den Stoffmengenanteil an Schwefelsäure einer Lösung von 100 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  in 200 g  $\text{H}_2\text{O}$ !
- b) Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration derselben Lösung!
- c) Geben Sie die Summenformel der Verbindung an, die nachfolgende Zusammensetzung in Massenprozent aufweist! Na: 29,00; S: 40,61; O: 30,39
- d) Ein Gas, das nur aus Stickstoff- und Sauerstoffatomen besteht und sich unter den gegebenen Bedingungen ideal verhält, hat bei einer Temperatur von 100 °C und einem Druck von 5,00 bar eine Dichte von 7,0963 g  $\text{L}^{-1}$ . Berechnen Sie die molare Masse des Gases und geben Sie an, um welches Gas es sich handelt!

Atommassen [ $\text{g mol}^{-1}$ ]:  $M(\text{H}) = 1,008$ ;  $M(\text{N}) = 14,007$ ;  $M(\text{O}) = 15,999$ ;  $M(\text{Na}) = 22,90$ ;  $M(\text{S}) = 32,066$

Dichte der Schwefelsäure-Lösung: 1,24  $\text{kg L}^{-1}$

Allgemeine Gaskonstante  $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

**2. Periodensystem**

- a) Geben Sie für die ersten fünf Elemente der 4. Hauptgruppe des Periodensystems an, ob es sich jeweils um ein Metall, ein Halbmetall oder ein Nichtmetall handelt! Ordnen Sie als mögliche Kriterien zur Einteilung die elektrische Leitfähigkeit und die Ionisierungsenergien in jeweils einer Reihe unter Verwendung von  $>$ ,  $<$  oder  $=$  an! Wo gibt es möglicherweise Schwierigkeiten bei einer eindeutigen Zuordnung?
- b) Elementarer Kohlenstoff tritt vornehmlich in den beiden kristallinen Modifikationen Diamant und Graphit auf.
  - I. Beschreiben Sie den Unterschied der Kristallstrukturen anhand von Zeichnungen, die einen Ausschnitt der Strukturen wiedergeben! (Die Ausschnitte sollen mindestens 20 Atome und zwei übereinander liegende Schichten enthalten – keine Elementarzelle.)
  - II. Geben Sie an, in welcher Hybridisierung die Kohlenstoffatome in der jeweiligen Modifikation vorliegen und welche Bindungsarten auftreten!
  - III. Benennen Sie für jede Modifikation zwei wichtige technische Anwendungen!

- c) Beschreiben Sie die großtechnische Herstellung von Silizium aus Quarz kurz mit Worten und zusätzlich mit einer Reaktionsgleichung inklusive den unter den Reaktionsbedingungen vorliegenden Aggregatzuständen der beteiligten Komponenten!
- d) Das Element Blei spielt eine entscheidende Rolle im nach ihm benannten Bleiakкумуляtor. Stellen Sie die beiden während der Aufladung des Akkus resultierenden Redoxgleichungen auf und geben Sie die jeweiligen Oxidationsstufen des Bleis an!

### 3. Koordinationschemie

Nachfolgende Reihenfolge gibt einen Ausschnitt der spektrochemischen Serie von Liganden wieder.

$\Gamma^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CO}$

Geben Sie für die folgenden vier Komplexe den IUPAC-Namen, die Molekülstruktur, eine Skizze des Aufspaltungsschemas der d-Orbitale, dessen Besetzung mit Elektronen sowie den Spin-Zustand wieder! Stellen Sie die Ergebnisse in Tabellenform zusammen!

	a) $[\text{FeF}_6]^{3-}$	b) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	c) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$	d) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$
Name				
Molekülstruktur				
Skizze d-Orbit. inkl. Elektronen				
Spin-Zustand				

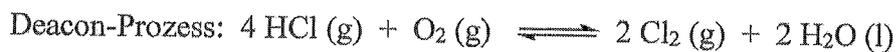
### 4. Analytik – Titration – Elektrochemie

- a) Skizzieren Sie den Verlauf der Titrationskurve einer 0,01-molaren Essigsäurelösung mit Natronlauge in Form des pH-Wertes als Funktion des Umsatzes/Titrationsgrades ( $\tau$ )! Berechnen Sie dabei explizit die pH-Werte für den Anfangs-, Halbäquivalenz-, Äquivalenz- und Endpunkt (zweifacher Umsatz,  $\tau = 2$ )! Der  $\text{pK}_s$ -Wert der Essigsäure beträgt 4,75. Die Verdünnung durch die Titration ist zu vernachlässigen.
- b) Geben Sie an und begründen Sie, welcher der beiden Farbindikatoren zur Bestimmung des Äquivalenzpunktes geeignet ist! Bromkresolgrün ( $\text{pK}_s = 4,6$ ) oder Thymolblau ( $\text{pK}_s = 8,9$ ).
- c) Eine galvanische Zelle, die die Standardwasserstoffelektrode als Halbzelle enthält, könnte zur Messung des pH-Wertes während der Titration verwendet werden. Geben Sie die Redoxgleichung der Standardwasserstoffelektrode an, formulieren Sie die Nernst-Gleichung für diese Halbzelle bei Standardtemperatur und geben Sie deren Potential in Abhängigkeit vom pH-Wert an!

- d) Fertigen Sie eine beschriftete Skizze einer pH-Glaselektrode an! Welche Elektrode eignet sich als Referenzelektrode?

### 5. Thermodynamik

- a) Geben Sie für die folgenden zwei thermodynamischen Systemarten die möglichen Austauschvorgänge mit der Umgebung an! I: geschlossenes System; II: adiabatisches System.
- b) Berechnen Sie die aufzuwendende Volumenarbeit, wenn 1 mol eines idealen Gases isotherm bei 25 °C auf ein Drittel seines Anfangsvolumens komprimiert wird!
- c) Wie lautet die Gibbs-Helmholtz-Gleichung (Definitionsgleichung der Gibbs-Enthalpie)? Begründen Sie anhand dieser Gleichung, ob eine endotherme Reaktion unter Abnahme der Entropie freiwillig (spontan) abläuft oder nicht!
- d) Zeigen Sie durch Rechnung, dass der nachfolgende Deacon-Prozess bei Standardbedingungen unter Wärmeabgabe verläuft.



Angaben:  $\Delta_B H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O, l}) = -285,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_B H_{298}^0 (\text{HCl, g}) = -92,3 \text{ kJ mol}^{-1}$

- e) Berechnen Sie die Reaktionsenergie für den Deacon-Prozess unter Standardbedingungen!
- f) Formulieren Sie einen Ausdruck für die Gleichgewichtskonstante des Deacon-Prozesses im Konzentrationsmaß Stoffmengenanteil!
- g) Geben Sie an und begründen Sie, wie sich die Gleichgewichtslage des Deacon-Prozesses bei folgenden Manipulationen verändert! I: Druckerhöhung; II: Temperaturerhöhung.

**Thema Nr. 2****1. Analytische Chemie: pH-Wert**

- Definieren Sie den Begriff pH-Wert exakt (in Worten und mittels Formel)! Wie lautet die entsprechende Näherung bei Verwendung der Oxoniumionenkonzentration und unter welcher Bedingung gilt diese Näherung?
- Begründen Sie, warum unter Standardbedingungen  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$  gilt (thermodynamische Begründung mit Formeln, zugrundeliegende Reaktionsgleichung)!
- Sind folgende Dinge sauer, neutral oder basisch? Geben Sie die zugehörigen Bereiche für deren pH-Wert an! Schätzen Sie den pH-Wert ab: Wein, Magensäure, Mineralwasser, Apfelsaft, Natronlauge, Seife, menschlicher Speichel.
- Phenolphthalein (3,3-Bis(4-hydroxyphenyl)-1(3H)-isobenzofuranon,  $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ ) hat einen  $\text{pK}_s$ -Wert von 9,7. Gelöstes Phenolphthalein zeigt folgende Farbabhängigkeit bezüglich des pH-Wertes:  $< 0$  rot-orange,  $0-8,2$  farblos,  $8,2-13$  violett,  $> 13$  farblos.

Welchen pH-Umschlagsbereich erhält man bei einem Indikatorsäure/-base-Verhältnis von 1:10 bis 10:1 (pH-Bereich und zugehörige Puffergleichung inklusive Namen angeben)?

Ist dieser Indikator für die Titration von sauren und basischen Lösungen geeignet? Geben Sie die Strukturformel des pH-Indikators im jeweiligen pH-Bereich an! Falls Sie die Strukturformeln nicht wissen, gehen Sie als Ersatzlösung von der Schreibweise der ungeladenen Indikatorgrundform „ $\text{H}_2\text{In}$ “ aus!

- Welchen pH-Wert hat eine Ammoniaklösung der Konzentration  $0,08 \text{ mol/L}$ , wenn  $K_B = 10^{-4,75}$  ist?
- Eine  $0,1$ -molare Essigsäure ist zu  $1,34 \%$  protolysiert. Berechnen Sie den  $K_s$ ,  $\text{pK}_s$ - und den pH-Wert!

**2. Allgemeine Chemie: Modellvorstellung chemischer Bindung**

- Geben Sie die Elektronenkonfiguration von Sauerstoff an!
- Zeichnen Sie ein AO/MO-Diagramm von  $\text{O}_2$  im Grundzustand und beschriften Sie die Orbitale ausführlich! Definieren und berechnen Sie die Bindungsordnung für  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2^+$  und  $\text{O}_2^-$ !
- Welche Unterschiede im MO-Diagramm gibt es zwischen Singulett und Triplett Sauerstoff?

### 3. Physikalische Chemie: Thermodynamik

- a) Erstellen Sie die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Butan und berechnen Sie die Standardverbrennungsenthalpie der Reaktion  $\Delta_R H^\ominus$ ! Wie viel Mol Butan muss verbrannt werden um 1 L Wasser um 20 K zu erwärmen? (Hinweis zur Bedeutung der Indizes: B: Bildung; R: Reaktion)

Angaben:

$$\Delta_B H^\ominus (\text{H}_2\text{O} (\text{g})) = -285,83 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_B H^\ominus (\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})) = -2878 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_B H^\ominus (\text{CO}_2 (\text{g})) = -393,51 \text{ kJ/mol}$$

$$C_p(\text{H}_2\text{O})(\text{l}) = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$$

- b) Läuft die Reaktion von  $4 \text{ HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ Cl}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$  bei 25 °C freiwillig ab? Bis zu welcher Grenztemperatur läuft bei Standarddruck die Reaktion freiwillig ab (Rechnung als Begründung)?

Angaben:

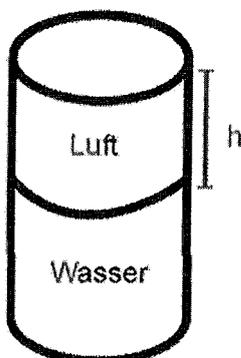
$$\Delta S_R^\ominus = -370 \text{ J/mol K}$$

$$\Delta H_R^\ominus = -202,42 \text{ kJ/mol}$$

### 4. Physikalische Chemie: Gase

- a) Im Druckkessel (Kreiszyylinder, Durchmesser 400 mm) Ihrer Hauswasserversorgung befindet sich oberhalb des Wasserspiegels eine Luftsäule, die bei einem Druck von 3 bar eine Höhe  $h = 1000 \text{ mm}$  hat.

Hinweis: Der Kessel befindet sich in einem Raum mit einer Umgebungstemperatur von 25 °C. Das Wasser hat Standard-Raumtemperatur. Die Luft verhält sich wie ein ideales Gas.



Berechnen Sie:

- (i) Wie hoch ist die Luftsäule (siehe Zeichnung) bei einem Pumpdruck von 7 bar?
- (ii) Welche Arbeit wurde bei der Verdichtung der Luft benötigt, wenn der Einschaltdruck der Pumpe 3 bar betrug?
- (iii) Wie viel Wärme/innere Energie wurde nach dem ersten Hauptsatz bei der Verdichtung abgeführt?

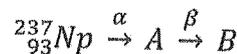
- b) Ein Mediziner betreibt Bakterienkulturen in einem Brutschrank, der mit einem Gemisch aus Luft und Kohlenstoffdioxid betrieben wird. Das Kohlenstoffdioxid wird bei Raumtemperatur bei einem Gasstrom von  $j = 10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$  und mit einem Druck von  $10^5 \text{ Pa}$  eingeleitet. Das Gasgemisch verhält sich bei Atmosphärendruck wie ein ideales Gas.

Das Kohlenstoffdioxid kommt aus einer Gasflasche mit einem Inhalt von  $V = 0,02 \text{ m}^3$ . In der Gasflasche verhält sich das Kohlendioxid wie ein reales Van-der-Waals-Gas ( $R = 8,314 \text{ J/mol K}$ ,  $a = 0,36 \text{ N m}^4/\text{mol}^2$ ,  $b = 0,0000422 \text{ m}^3/\text{mol}$ ).

Welcher Druck muss in der Gasflasche am Anfang mindestens herrschen, damit das Kohlendioxid für 7 Tage reicht?

### 5. Analytische Chemie: Radioaktivität

- a) Berechnen Sie die Energie in kWh, die bei der Spaltung von  $1 \text{ g } ^{235}\text{U}$  freigesetzt wird, wenn pro gespaltenem Kern  $200 \text{ MeV}$  frei werden! Hinweis: Berechnen Sie zuerst die Anzahl an Kernen!
- b) Vervollständigen Sie die Neptunium-Zerfalls-Reihe unter Angabe des Elementsymbols, der Massenzahl sowie der Ordnungszahl! Geben Sie ebenfalls formelmäßig an, was ein  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Teilchen ist! Der jeweilige Zerfallsprozess ist über dem Pfeil angegeben:



- c) Der radioaktive Zerfall verläuft nach einer Kinetik 1. Ordnung. Geben Sie das Geschwindigkeitsgesetz formelmäßig an (bezeichnen Sie dabei die Geschwindigkeitskonstante mit  $\lambda$  und die Anzahl stabiler Kerne zum Zeitpunkt  $t = 0$  mit  $N_0$ )! Geben Sie zusätzlich die Formeln für die Halbwertszeit  $t_{1/2}$  und die Aktivität  $A$  an!
- d) Bei einem Experiment wurden  $540 \text{ s}$  nach Beginn noch  $35 \%$  des Ausgangsmaterials nachgewiesen. Zu welcher Zeit nach Beginn der Beobachtung sind  $90 \%$  des Edukts zerfallen?
- e) Wie viele Zerfallsprozesse  $Z$  ereignen sich in einer  ${}^{238}\text{U}$ -Probe der Masse  $m = 10 \text{ mg}$  in einer Minute, wenn die Halbwertszeit  $4,5 \cdot 10^9$  Jahre beträgt und das Standardjahr  $365$  Tage besitzt?

### 6. Anorganische Chemie: Kenntnis der Stoffstrukturen

- a) In der Chemie sind verschiedene Schreibweisen gängig. Übertragen Sie die folgende Tabelle auf Ihren Bearbeitungsbogen und füllen Sie diese aus, indem die genannten Stoffe entsprechend aufgeschrieben werden!

	Methan	Essigsäure	Wasser
Elektronenformel (Lewis)			
Valenzstrich-Formel (alternativ zu Lewis)			
Keilstrich-Formel			
Skelett-Formel (alternativ zu Konstitutions-Formel)			
Konstitutions-Formel			
Summenformel			
Verhältnisformel			

- b) Skizzieren Sie die Elementarzellen der Ionenverbindungen CsCl, NaCl und ZnS! Geben Sie die entsprechenden Bereiche der Radienquotienten  $r_K/r_A$ , sowie die entsprechenden Koordinationszahlen KZ der Kationen und Anionen an! Übertragen Sie dazu die folgende Tabelle auf Ihren Bearbeitungsbogen!

Typ	Zeichnung Elementarzelle	$r_K/r_A$	KZ Kation	KZ Anion
CsCl				
NaCl				
ZnS				

**Thema Nr. 3****1. Strukturchemie**

Zeichnen Sie jeweils eine sinnvolle Lewisformel mit allen Valenzelektronen an allen Atomen und geben Sie die Gestalt der Moleküle (bzw. Ionen) an für:

- (a)  $\text{BCl}_3$
- (b)  $\text{AlF}_4^-$
- (c)  $\text{NO}_2^-$
- (d)  $\text{PF}_3$
- (e)  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$

**2. Chemie der Nichtmetalle**

Formulieren Sie die Gleichungen für die Reaktionen von:

- (a) Schwefel mit Sauerstoff
- (b) Distickstoffpentaoxid mit Wasser
- (c) Ammoniak mit Bromwasserstoff
- (d) Siliciumtetrachlorid mit Wasser
- (e) Wasserstoffperoxid mit Kaliumiodid in saurerer Lösung

**3. Chemie der Metalle****3.1. Metallherstellung**

Geben Sie ein Herstellungsverfahren der nachfolgenden Metalle mit einer Reaktionsgleichung an!

- (a) Kupfer
- (b) Aluminium
- (c) Zink

**3.2. Festkörper**

Bei Metallen sind zwei dichteste Kugelpackungen bekannt. Benennen Sie die beiden dichtesten Kugelpackungen und geben Sie an, welche Arten von Lücken in welcher Anzahl vorliegen!

#### 4. Physikalische Chemie

##### 4.1. Elektrochemisches Gleichgewicht

- Geben Sie die Normbedingungen für eine Normal-Wasserstoff-Elektrode an!
- Wie groß ist das Potential einer Wasserstoffelektrode bei  $\text{pH} = 6$ ?
- Das Standardpotential  $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$  beträgt 1,510 V. Wie groß ist es bei  $\text{pH} = 4$ ?

##### 4.2. Elektrolyse

Bei der Elektrolyse einer 0,1-molaren wässrigen NaCl-Lösung entsteht als gasförmige Komponente Chlor. ( $E^0(\text{Na}^+/\text{Na}) = -2,714 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = +1,229 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1,360 \text{ V}$ )

- Eigentlich müsste Sauerstoff statt Chlor entstehen. Was ist die Ursache?
- Welche Spannung muss bei der Elektrolyse mindestens angelegt werden? Nehmen Sie hierbei an, dass die unter a) genannte Ursache beim Chlor nicht auftritt!

##### 4.3. Löslichkeitsprodukt

In einer gesättigten  $\text{PbCrO}_4$ -Lösung beträgt die  $\text{Pb}^{2+}$ -Konzentration  $1,41 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$ .

- Geben Sie das Löslichkeitsprodukt von  $\text{PbCrO}_4$  an (Rechenweg angeben)!
- Zu der gesättigten  $\text{PbCrO}_4$ -Lösung wird durch Zugabe von Bleiacetat (Volumenänderung vernachlässigbar) die Blei-Ionen-Konzentration auf  $2 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$  erhöht. Wie hoch ist dann die Konzentration an  $\text{CrO}_4^-$ -Ionen in der Lösung?

#### 5. Analytische Chemie

##### 5.1. Nachweisreaktionen

Geben Sie an (Reaktionsgleichungen), wie man die folgenden Ionen in der qualitativen Analyse nachweist!

- $\text{Sb}^{3+}$
- $\text{Br}^-$
- $\text{Cu}^{2+}$

##### 5.2. Titrationsen

Zu 500 mL 0,4-molarer Natriumhydrogencarbonatlösung wird 0,4-molare Kalilauge hinzugegeben ( $\text{p}K_s(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,4$ ;  $\text{p}K_s(\text{HCO}_3^-) = 10,3$ ). Berechnen Sie (Rechenweg angeben!) die  $\text{pH}$ -Werte für:

- vor der Zugabe der Kalilauge
- bei Zugabe von 250 mL Kalilauge
- bei Zugabe von 500 mL Kalilauge

---

**Prüfungsteilnehmer**

**Prüfungstermin**

**Einzelprüfungsnummer**

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

Kennwort: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

**Herbst  
2022**

**44115**

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen  
— Prüfungsaufgaben —**

---

Fach: **Chemie (Unterrichtsfach)**

Einzelprüfung: **Organische und Bioorganische Chemie**

Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): **3**

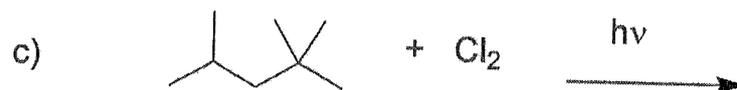
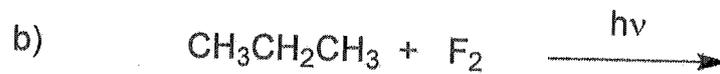
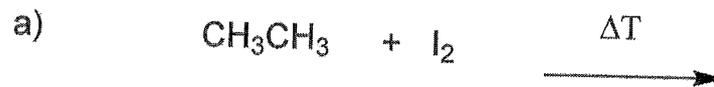
Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: **17**

---

**Bitte wenden!**

## Thema Nr. 1

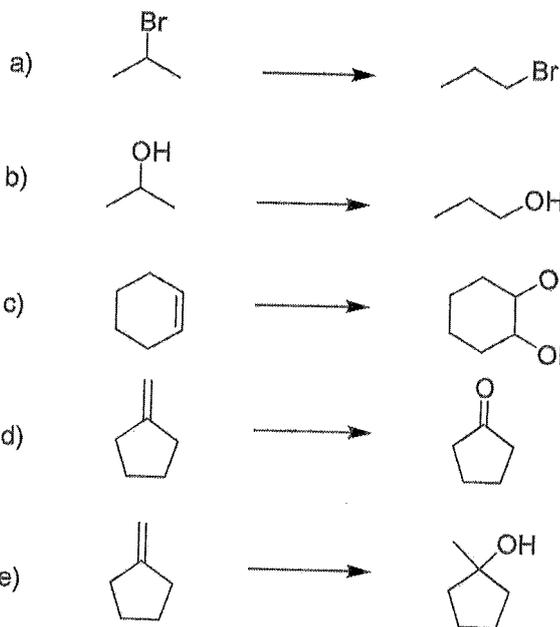
1. Geben Sie die Hauptprodukte der folgenden Reaktionen an, falls es überhaupt zu einer Reaktion kommt! Berechnen Sie die Produktverhältnisse bei den Reaktionen c) und d)! Benutzen Sie dazu die Daten für die relativen Reaktivitäten aus unten stehender Tabelle! Bei welchen der Reaktionen entsteht das Hauptprodukt mit vernünftiger Selektivität (welche der Reaktionen sind brauchbare „synthetische Methoden“)?



Relative Reaktivität gegenüber Halogen-Radikalen

	RCH <sub>2</sub> -H	R <sub>2</sub> CH-H	R <sub>3</sub> C-H
F	1	1.2	1.4
Cl	1	4.7	9.8
Br	1	250	6300

2. Zeigen Sie, wie man die folgenden, möglicherweise mehrstufigen Umwandlungen praktisch ausführen könnte! Geben Sie alle dazu nötigen Reagenzien und Reaktionsbedingungen an!

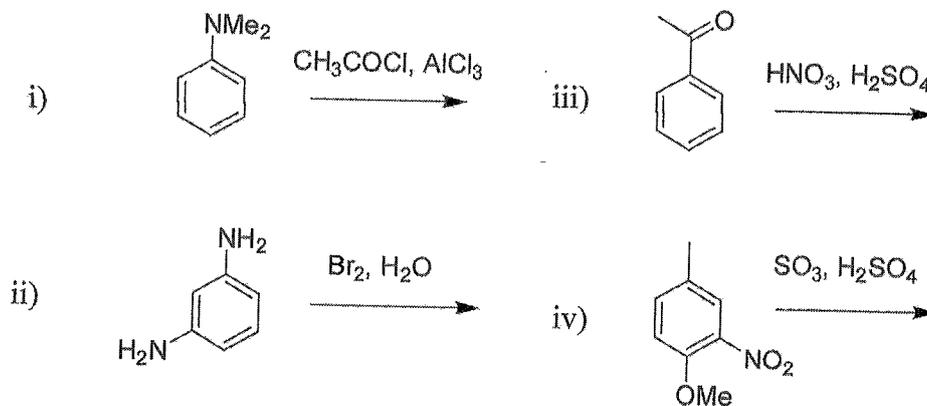


3. a) Zeigen Sie, wie man die folgenden Verbindungen aus jeweils zwei organischen Verbindungen mit maximal sechs C-Atomen herstellen kann!



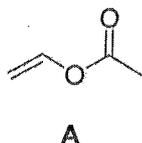
- b) Geben Sie für eine der beiden Reaktionen den genauen Mechanismus an!

4. a) Welches Produkt (welche Produkte) entsteht (entstehen) überwiegend bei folgenden elektrophilen Substitutionsreaktionen? Geben Sie dafür jeweils eine Erklärung!

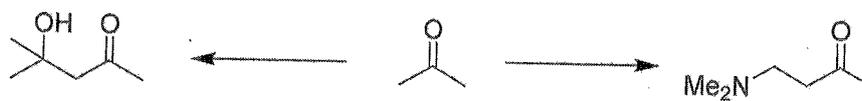


- b) Formulieren Sie den genauen Mechanismus für eine der vier Reaktionen!

5. Polyvinylalkohol  $[-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})-]_n$  wird aus Vinylacetat A durch eine Polymerisationsreaktion und anschließende Verseifung hergestellt.



- Geben Sie den Reaktionsmechanismus der Polymerisationsreaktion mit allen nötigen weiteren Reagenzien an!
  - Um welchen Polymerisationstypus handelt es sich?
  - Geben Sie den Reaktionsmechanismus der Verseifung mit Elektronenschiebepfeilen und allen nötigen weiteren Reagenzien an!
6. Geben Sie für die beiden nachfolgenden Reaktionen alle nötigen Reagenzien und Reaktionsbedingungen sowie den jeweiligen Mechanismus mit Elektronenschiebepfeilen an!

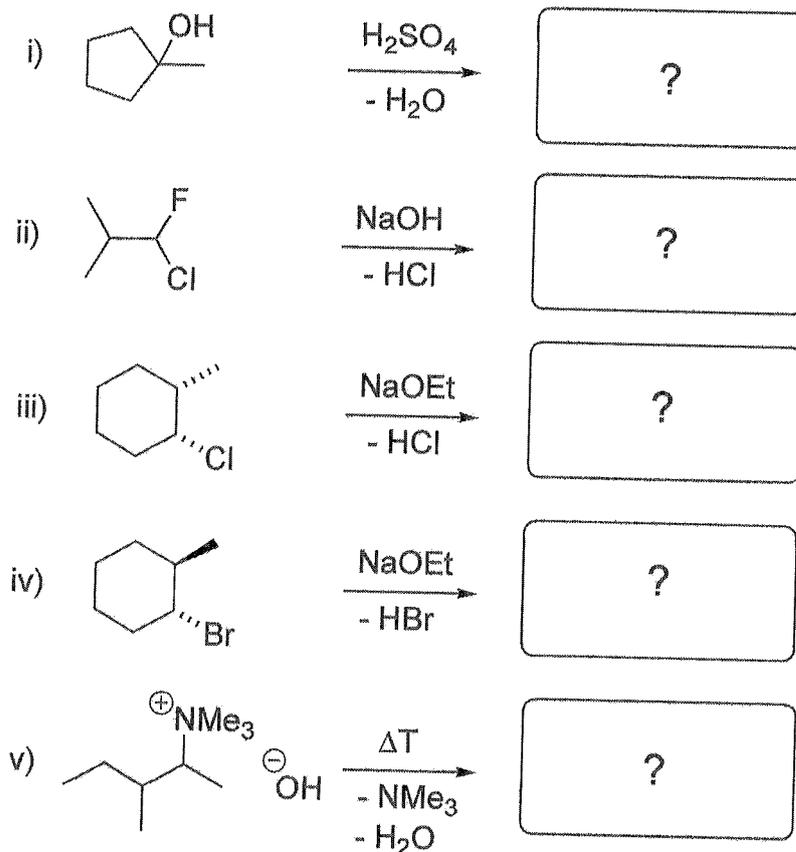


7. Bilden Sie aus L-Serin und Glycin alle denkbaren Dipeptide und zeichnen Sie diese mit korrekter Stereochemie als Strukturformeln!
8. Um Milchprodukte verträglicher zu machen, wird Lactose (Milchzucker) mittels eines Enzyms (Lactase) in D-Glucose und D-Galactose gespalten. Bei letzterer handelt es sich um ein C4-Epimer der Glucose (nur das entsprechende Stereozentrum besitzt die umgekehrte Konfiguration).
- Zeichnen Sie jeweils eine stereochemisch korrekte Strukturformel beider Bestandteile nach der Spaltung!
  - Formulieren Sie die Reaktion der Galactose mit Fehlingscher Lösung!
9. a) Was versteht man unter Fetten, die ungesättigte Fettsäuren enthalten? Zeichnen Sie die chemische Formel eines selbstgewählten realistischen Beispiels!
- b) Welche physikalische Eigenschaft resultiert aus Fetten, die einen hohen Bestandteil an ungesättigten Fettsäuren besitzen? Begründen Sie!
- c) Aus Fetten kann durch Umesterung mit Methanol Biodiesel gewonnen werden. Formulieren Sie an einem selbstgewählten Beispiel die Reaktionsgleichung (kein Mechanismus)!

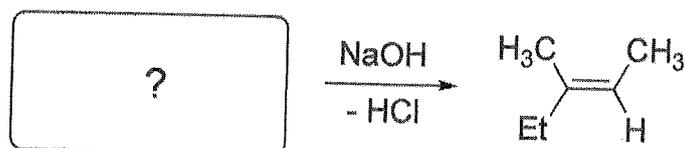
## Thema Nr. 2

## Aufgabe 1

- a) Zeichnen Sie bei den folgenden Eliminierungsreaktionen jeweils das Hauptprodukt! Welchen Reaktionsmechanismen folgen die Umsetzungen jeweils (E1, E2 oder E1cb)?



- b) Welches Edukt wird für die gezielte Synthese des gezeigten Alkens benötigt? Formulieren Sie die Reaktion und machen Sie dabei den mechanistischen Verlauf der Eliminierung deutlich! (Tipp: Zeichnen Sie das Edukt in der Sägebockschreibweise!)  
Benennen Sie sowohl das Edukt als auch das Produkt nach IUPAC!

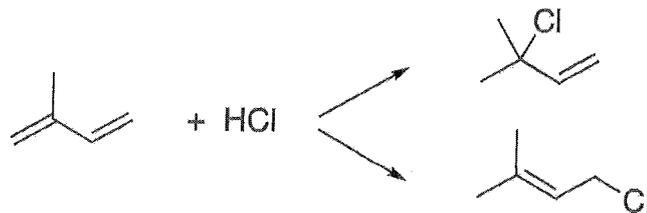


## Aufgabe 2

a) Geben Sie die Hauptprodukte der Reaktion von 1-Methylcyclohexen unter den folgenden Bedingungen an:

- i)  $\text{H}^+ / \text{H}_2\text{O}$
- ii) 1)  $\text{OsO}_4$ , 2)  $\text{H}^+ / \text{H}_2\text{O}$
- iii)  $\text{Br}_2$
- iv) 1) m-Chlorperbenzoesäure, 2)  $\text{H}^+ / \text{H}_2\text{O}$
- v) 1)  $\text{BH}_3$ , 2)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$
- vi)  $\text{D}_2$ ,  $\text{Pd/C}$
- vii)  $\text{ICl}$
- viii)  $\text{HBr}$
- ix)  $\text{HBr} / \text{Dibenzoylperoxid}$

b) Bei der Addition von einem Äquivalent  $\text{HCl}$  an 2-Methylbutadien können je nach Reaktionsführung verschiedene Produkte entstehen:

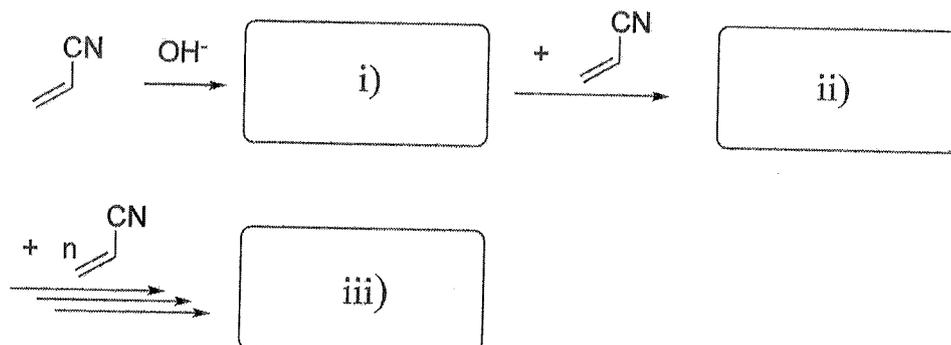


Welches der Produkte entsteht bevorzugt

- i) unter thermodynamischen Bedingungen (hohe Temperatur, lange Reaktionszeit),
- ii) unter kinetischen Bedingungen (niedrige Temperatur, kurze Reaktionszeit)?

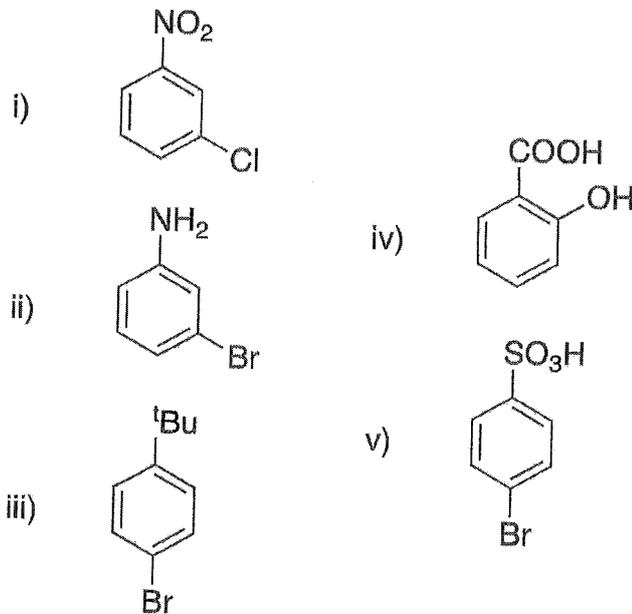
Formulieren Sie jeweils den Reaktionsmechanismus!

c) Alkene sind oftmals geeignete Startmaterialien für die Herstellung von Kunststoffen mittels Polymerisationsreaktionen. Grundsätzlich können Polymerisationen von Alkenen radikalisch, kationisch oder anionisch ablaufen. Bei der anionischen Polymerisation wird die Reaktion durch Zugabe einer Base gestartet. Formulieren Sie den Reaktionsverlauf der anionischen Polymerisation an folgendem Beispiel:

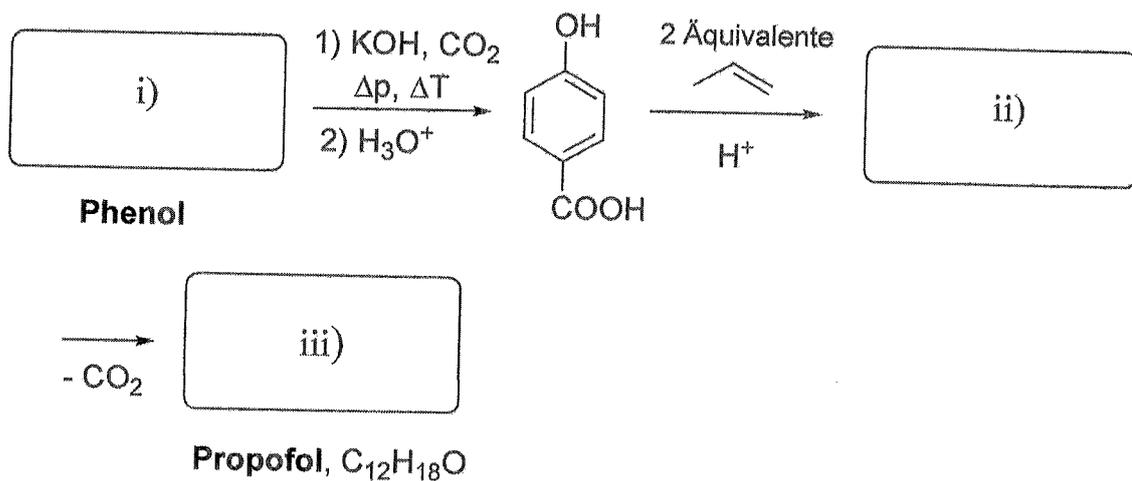


## Aufgabe 3

- a) Wie können die folgenden Aromaten ausgehend von Benzol synthetisiert werden?  
Geben Sie jeweils die Reagenzien und Zwischenprodukte an!



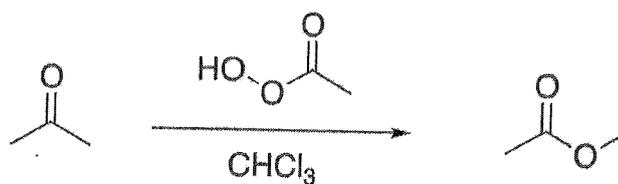
- b) Vervollständigen Sie die folgende Reaktionssequenz zur Darstellung des Narkosemittels Propofol!



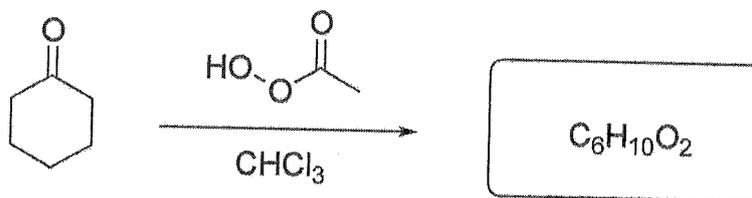
Der zweite Syntheseschritt verläuft nach einem Friedel-Crafts-ähnlichen Mechanismus. Geben Sie für diese Teilreaktion einen detaillierten Reaktionsmechanismus an!

## Aufgabe 4

- a) Welche Hauptprodukte erhält man jeweils bei der Umsetzung von Cyclohexanon mit den folgenden Reaktionspartnern (nach anschließender wässriger Aufarbeitung)? Geben Sie die Strukturformeln an!
- Ammoniak
  - Hydroxylamin
  - Dimethylamin
  - Glykol (Ethan-1,2-diol)
  - Natriumcyanid
  - Ethylmagnesiumbromid
- b) Werden Ketone mit Percarbonsäuren umgesetzt, so erhält man Carbonsäureester:



- Wie nennt man diese Reaktion?
- Formulieren Sie die entsprechende Reaktion von Cyclohexanon mit Peressigsäure! Geben Sie die Strukturformeln der Zwischenstufe und des entstehenden (cyclischen) Produktes an! Wie heißt das Produkt und wofür wird es verwendet?



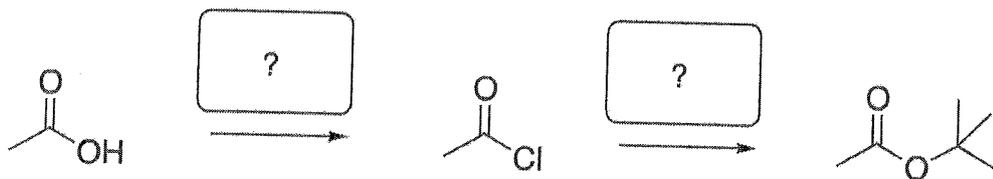
- c) Welches Hauptprodukt entsteht bei der säurekatalysierten, intramolekularen Aldolkondensation von 2,5-Hexandion? Geben Sie den Reaktionsmechanismus mit allen Zwischenstufen an!

## Aufgabe 5

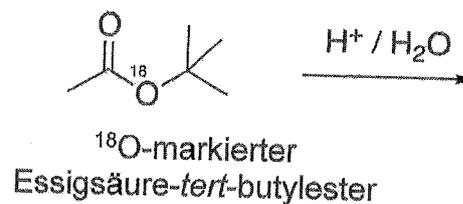
- a) Die säurekatalysierte Veresterung von Carbonsäuren und Alkoholen ist eine Gleichgewichtsreaktion:



- Wie kann man dieses Reaktionsgleichgewicht auf die rechte Seite, also in Richtung Ester, verschieben?
- Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für die Reaktion von Essigsäure mit Methanol im Sauren!
- Besser als aus den Carbonsäuren lassen sich die Ester aus den entsprechenden Carbonsäurechloriden oder -anhydriden herstellen. Vervollständigen Sie folgende Reaktionsgleichungen:



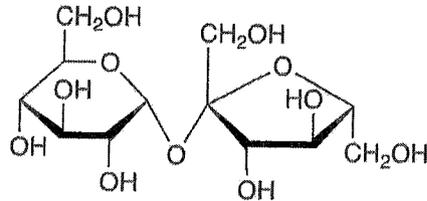
- Wenn man Ester hydrolysiert, erhält man wieder die entsprechende Carbonsäure und den Alkohol. Wie verläuft die Hydrolyse des Essigsäure-*tert*-butylesters in wässriger Säure? Formulieren Sie den Mechanismus der Reaktion mit dem isotonenmarkierten Ester! Wo befindet sich das markierte Sauerstoffatom nach der Hydrolyse?



- Die Hydrolyse von Carbonsäureestern mit wässriger Lauge wird auch „Verseifung“ genannt. Woher stammt diese Bezeichnung? Was ist eine „Seife“? Erläutern Sie den Sachverhalt unter Angabe einer Reaktionsgleichung mit entsprechenden Strukturformeln (ohne Mechanismus)!
- Was versteht man unter Biodiesel? Wie wird dieser Kraftstoff hergestellt? Zeichnen Sie eine Reaktionsgleichung (ohne Mechanismus)!

**Aufgabe 6**

- a) Sie sehen abgebildet die Strukturformel der Saccharose. Aus welchen Monosacchariden ist die Saccharose aufgebaut? Geben Sie die Namen der einzelnen Zucker an und zeichnen Sie sie in der Fischerprojektion!

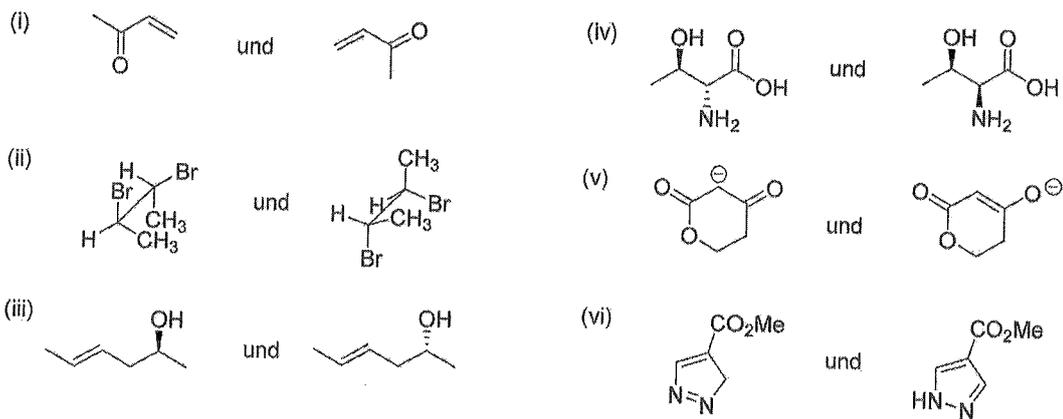


- b) Die Fehling-Probe für Saccharose fällt negativ aus, obwohl die entsprechende Probe für die beiden Monosaccharide positiv ist.
- Was passiert bei der Fehling-Probe? Formulieren Sie die Reaktion mit einem der beiden Monosaccharide (es genügt die Gesamtgleichung; Angabe der einzelnen Redoxschritte ist nicht nötig)!
  - Warum ist die Fehling-Probe für Saccharose negativ? Begründen Sie in wenigen Sätzen!
  - Saccharose ist neben Wasser, Aromen, Farbstoff und Phosphorsäure eine Zutat in Cola-Getränken. In dieser Zusammensetzung fällt die Fehling-Probe positiv aus! Warum?
- c) Zeichnen Sie einen Strukturausschnitt der Stärke! Worin unterscheidet sich Cellulose strukturell von Stärke?
- d) Die Fischerprojektion ist auch eine gängige Schreibweise für Aminosäuren. Zeichnen Sie eine proteinogene Aminosäure Ihrer Wahl in der Fischerprojektion! Berücksichtigen Sie den korrekten Ladungszustand der Aminosäure, wie er bei pH 6 hauptsächlich vorliegt! Benennen Sie die von Ihnen gewählte Aminosäure!

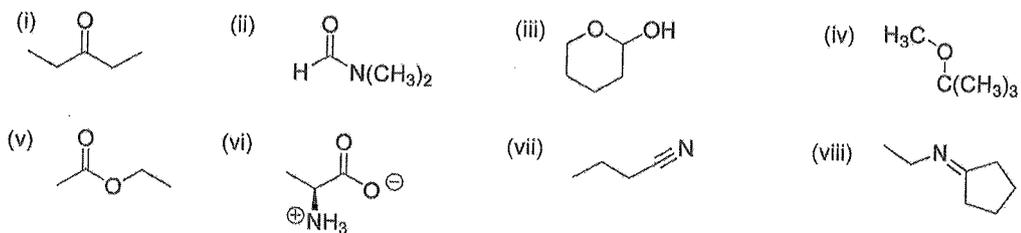
## Thema Nr. 3

## Aufgabe 1: Stereochemie, Isomerie, Substitutionen und Eliminierungen

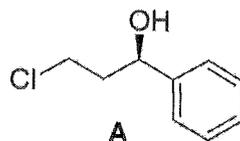
1a) Geben Sie bei den folgenden Molekülpaaren an, ob die jeweiligen Partner Enantiomere, Diastereomere, Konstitutionsisomere oder identisch sind!



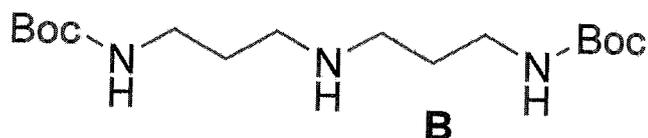
1b) Nennen Sie die Stoffklassen, zu denen folgende Moleküle gehören!



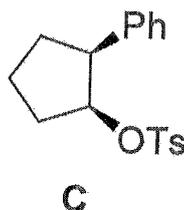
1c) Zeichnen Sie ein Energieprofil für die Reaktion von **A** mit Natriumiodid in Aceton! Beschriften Sie alle Teile der Zeichnung mit eindeutigen Begriffen und geben Sie die Struktur des Produkts an! Benennen Sie den Mechanismus der Reaktion!



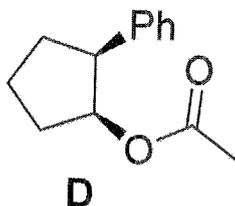
- 1d) Das nucleophile Molekül **B** reagiert mit dem elektrophilen Acrylnitril ( $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CN}$ ) selektiv zu einem Produkt.



- Geben Sie die Struktur des Produkts an!
  - Zeichnen Sie die vollständige Struktur der mit  $-\text{NHBoc}$  abgekürzten Molekülteile in **B**!
  - Erläutern Sie in wenigen Worten, welche Rolle die Boc-Gruppe in der Reaktion von **B** mit Acrylnitril erfüllt!
  - Geben Sie an, unter welchen Bedingungen eine  $-\text{NHBoc}$ -Gruppe in eine  $-\text{NH}_2$ -Gruppe umgewandelt werden kann und welche Nebenprodukte dabei entstehen!
- 1e) Die Reaktion von *cis*-2-Phenylcyclopentyltosylat (**C**) mit Kalium-*tert*-butanolat in *tert*-Butanol liefert zu 100 % 1-Phenylcyclopenten.



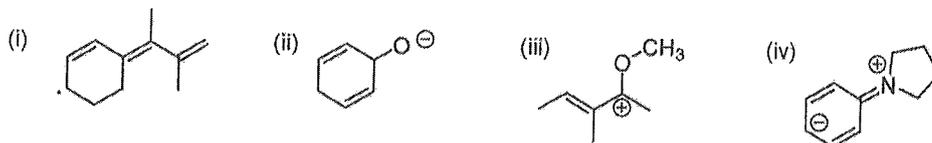
- Skizzieren Sie den Übergangszustand und geben Sie den Mechanismus dieser Reaktion an!
  - Bezeichnen Sie die Konfiguration der beiden Stereozentren in **C** mit den korrekten Cahn-Ingold-Prelog-Deskriptoren!
- 1f) Pyrolyse des *cis*-2-Phenylcyclopentylacetats (**D**) bei  $500\text{ }^\circ\text{C}$  liefert zu 96 % 3-Phenylcyclopenten.



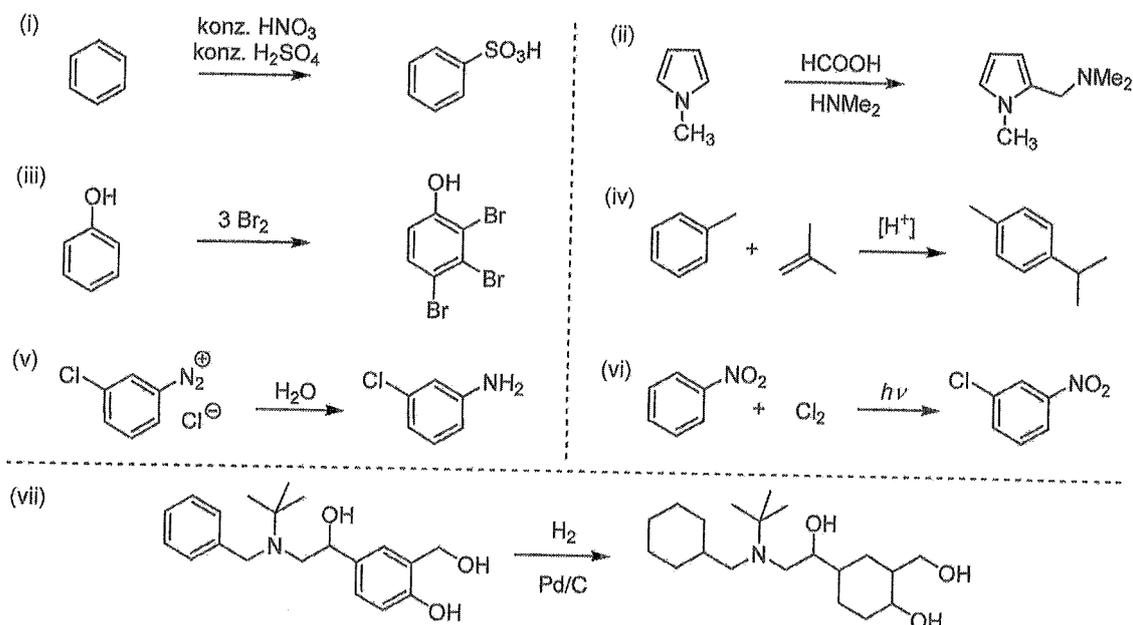
- Skizzieren Sie den Übergangszustand der Pyrolysereaktion!
- Die thermische Essigsäure-Eliminierung aus **D** erfordert hohe Temperaturen. Geben Sie ein Beispiel für eine Verbindung (Struktur!), die durch thermische Eliminierung 3-Phenylcyclopenten bereits bei niedrigeren Temperaturen liefern würde!

### Aufgabe 2: Reaktionen von Alkenen und aromatischer Verbindungen

2a) Zeichnen Sie alle sinnvollen Resonanzstrukturen der folgenden Teilchen:



2b) Die folgenden Reaktionen enthalten jeweils einen Fehler. Finden Sie den Fehler, schildern Sie kurz, was falsch ist und schlagen Sie jeweils eine Korrektur vor!



2c) 2-Brom-1,3,5-trimethylbenzol reagiert bei  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  nicht mit  $\text{KNH}_2/\text{NH}_3$ . Hingegen bildet *ortho*-Chlortoluol (1-Chlor-2-methylbenzol) bei  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  mit  $\text{KNH}_2/\text{NH}_3$  zwei Produkte im Verhältnis von 1:1. Erklären Sie den unterschiedlichen Reaktionsverlauf (Mechanismus!) für die beiden aromatischen Startmaterialien und geben Sie die Strukturen der Produkte an, die aus *o*-Chlortoluol gebildet werden!

2d) Geben Sie die Strukturen der Produkte an, die aus 1-Methylcyclohepten mit den folgenden Reagenzien entstehen (bitte Stereochemie beachten!):

- (i) Diiodmethan, Zink/Kupfer
- (ii) HBr, Licht

**Aufgabe 3: Reaktionen von Carbonylverbindungen**

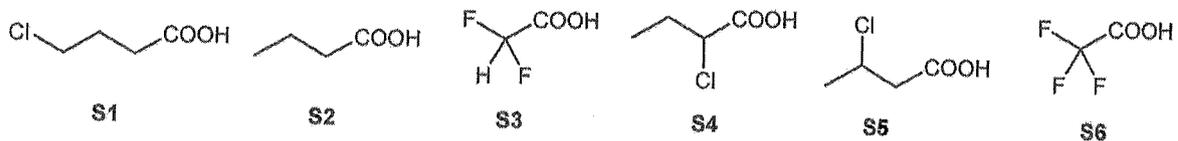
3a) Entscheiden Sie, ob folgende Ketone über homotope, enantiotopie oder diastereotopie Seiten verfügen:

- (i) Cyclopentanon
- (ii) (*R*)-2-Methylcyclopentan-1-on
- (iii) 2,2-Dimethylcyclopentan-1-on
- (iv) 1-Cyclopentylpropan-1-on

3b) Geben Sie die Strukturen der Produkte an (mit Beachtung der Stereochemie!), die nach den Reaktionen von Cyclohexylphenylketon [Cyclohexyl(phenyl)methanon] mit den folgenden Reaktionspartnern und anschließender wässriger Aufarbeitung erhalten werden:

- Natriumborhydrid
- Hydroxylamin ( $H^+$ -katalysiert)
- 1) Lithiumdiisopropylamid (LDA), 2) Chlortrimethylsilan
- Magnesium + 2-Brompropen
- Ethin, KOH

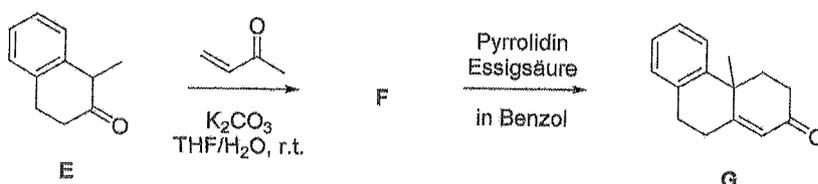
3c) Ordnen Sie die Verbindungen **S1** bis **S6** in der Reihenfolge abnehmender Säurestärke! Geben Sie die  $pK_a$ -Werte (in  $H_2O$ ) der stärksten und der schwächsten Säure an!



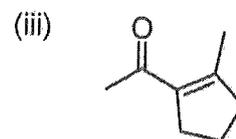
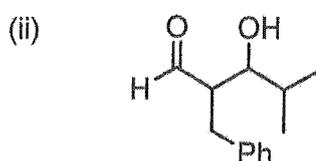
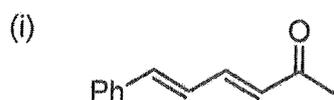
3d) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für den detaillierten Mechanismus der säurekatalysierten Hydrolyse von Butansäuremethylester!

### Aufgabe 4: Reaktionen CH-acider Verbindungen

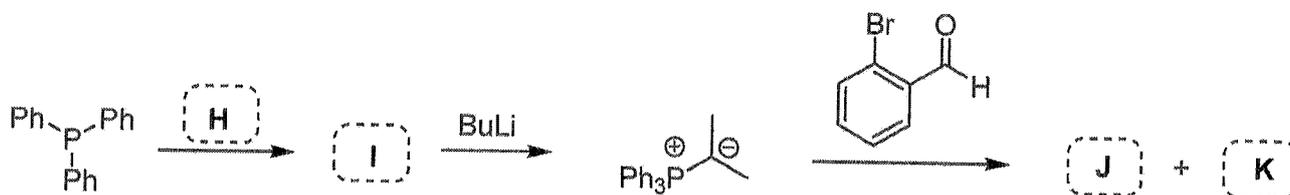
- 4a) Methylvinylketon (MVK) reagiert im Basischen mit 1-Methyl-2-tetralon (**E**) zum Zwischenprodukt **F**, das nach Behandeln mit einem Pyrrolidin/Essigsäure-Gemisch (1:1) in Benzol, das tricyclische Produkt **G** liefert.



- (i) Zeichnen Sie eine sinnvolle Struktur für das Zwischenprodukt **F**!
  - (ii) Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für den Teil der Reaktion, der zum Zwischenprodukt **F** führt!
  - (iii) Schildern Sie den Ablauf der Reaktion, bei der **F** zum Endprodukt **G** cyclisiert! Schlagen Sie einen Reaktionsmechanismus vor und erläutern Sie dabei die Rollen des Pyrrolidins und der Essigsäure!
- 4b) Geben Sie an, aus welchen Edukten (Strukturen!) sich die folgenden Verbindungen durch Aldol-Addition bzw. Aldol-Kondensation darstellen lassen!

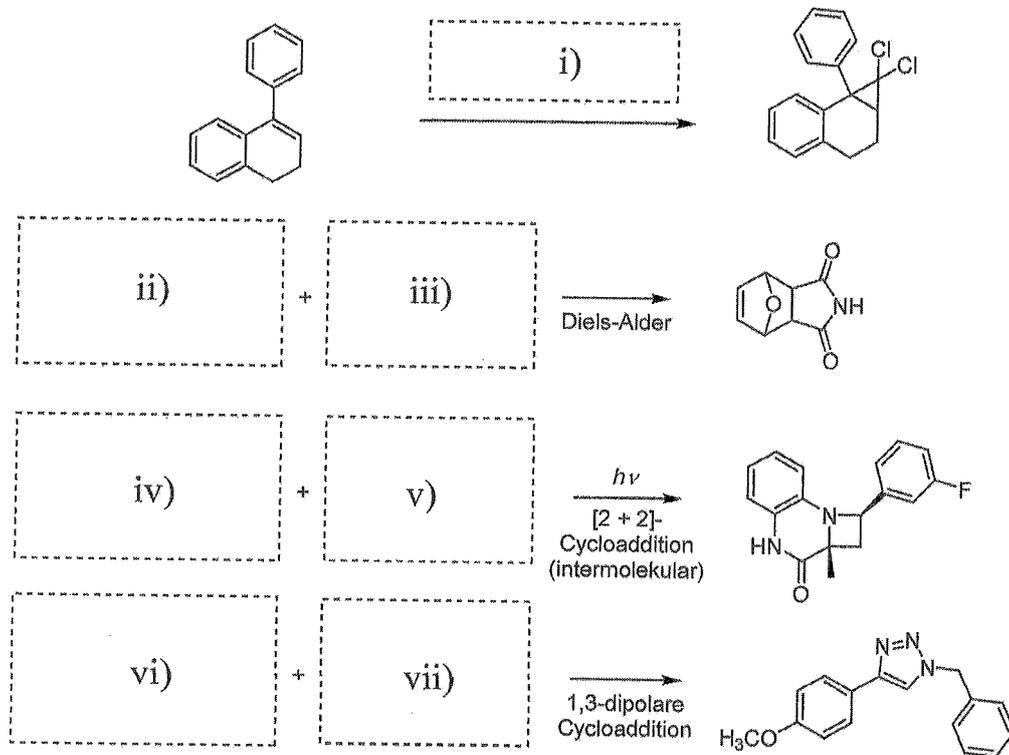


- 4c) Geben Sie die Strukturen des fehlenden Edukts (**H**), der Zwischenstufen (**I**) und der Produkte (**J**, **K**) in der gezeigten Wittig-Olefinierung an!

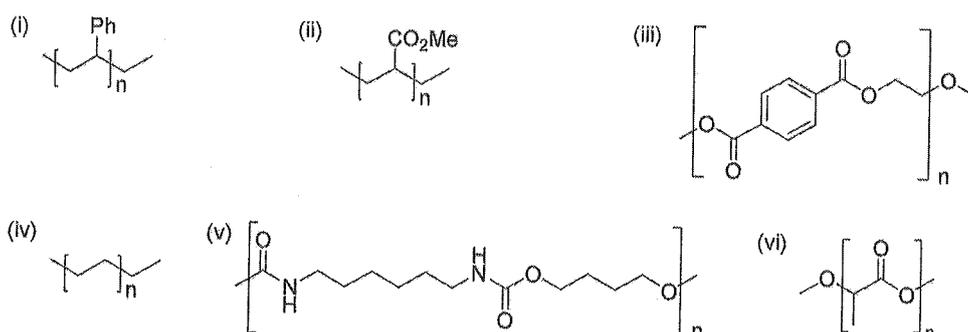


### Aufgabe 5: Cycloadditionen und Polymere

- 5a) Ergänzen Sie die fehlenden Edukte oder Reaktionsbedingungen/Reagenzien bei den folgenden Cycloadditionen!

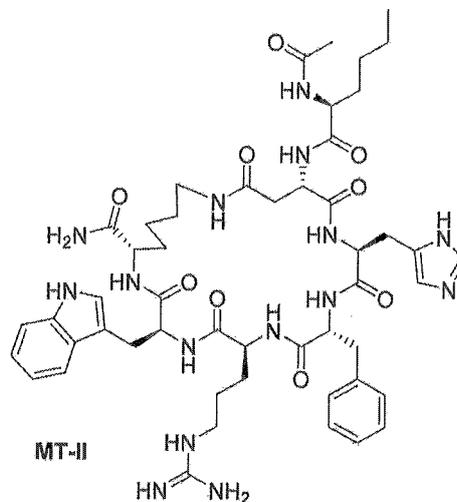


- 5b) Azoisobutyronitril (AIBN) und Dibenzoylperoxid (DBPO) sind zwei Verbindungen, mit denen radikalische Polymerisationen gestartet werden. Zeichnen Sie die Strukturen von AIBN und DBPO! Zeigen Sie durch geeignete Reaktionen, wie sich aus den Verbindungen Startradikale erzeugen lassen!
- 5c) Formulieren Sie die radikalische Polymerisation von Acrylnitril ( $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CN}$ )! Die Erzeugung des Startradikals braucht dabei nicht gezeigt zu werden.
- 5d) In der Abbildung sind die sich wiederholenden Einheiten von verschiedenen Kunststoffen gezeigt. Klassifizieren Sie die Kunststoffe entweder nach der Art der Polymerisation oder nach der Art der eingesetzten Monomere!



**Aufgabe 6: Naturstoffe**

- 6a) (i) Zeichnen Sie die Fischer-Projektion für eine beliebige Aldotetrose!  
 (ii) Schildern Sie mit Reaktionsgleichungen, wie Sie aus der gewählten Aldotetrose synthetisch ein Diastereomerenmisch von Aldopentosen herstellen können!
- 6b) MT-II ist ein bioaktives, cyclisches Peptid, dessen Rezeptorselektivität und orale Bioverfügbarkeit durch *N*-Methylierung gesteigert werden kann.



- (i) Markieren Sie die entsprechenden Untereinheiten für zwei Aminosäuren, die in MT-II enthalten sind! Nennen Sie die Namen für die markierten Aminosäuren und geben Sie an, ob diese *L*- oder *D*-konfiguriert sind!
- (ii) Geben Sie an, wie viele Amid-Bindungen in MT-II vorliegen!
- (iii) Verdeutlichen Sie mit Strukturformeln, weshalb die Drehbarkeit um die C-N-Bindung einer Amid-Gruppe gehindert ist!
- (iv) Kennzeichnen Sie die funktionelle Gruppe in MT-II, die am stärksten basisch ist! Liegt diese Gruppe beim physiologischen pH 7,4 protoniert oder unprotoniert vor?

---

<b>Prüfungsteilnehmer</b>	<b>Prüfungstermin</b>	<b>Einzelprüfungsnummer</b>
---------------------------	-----------------------	-----------------------------

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

Kennwort: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

**Herbst  
2022**

**44117**

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen  
— Prüfungsaufgaben —**

---

Fach: **Chemie (Unterrichtsfach)**  
Einzelprüfung: **Fachdidaktik - Grundschulen**  
Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): **3**  
Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: **3**

---

**Bitte wenden!**

## Thema Nr. 1

### Medien

Die fortschreitende Digitalisierung bringt Herausforderungen und Chancen auch für die Grundschule mit sich. In der Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ von 2016 wurden daher sechs Kompetenzbereiche zur Förderung der Medienkompetenz formuliert (KMK, 2016), u. a.:

- Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren (z. B. Suchstrategien nutzen und weiterentwickeln),
  - Kommunizieren und Kooperieren (z. B. Digitale Kommunikationsmöglichkeiten, Nutzen digitaler Werkzeuge),
  - Produzieren und Präsentieren (z. B. Nutzen digitaler Bearbeitungswerkzeuge),
  - Problemlösen und Handeln (z. B. Digitale Werkzeuge, Medien zum Lernen und Problemlösen).
1. Wählen Sie zwei der aufgezählten Kompetenzbereiche aus! Diskutieren Sie, welche Möglichkeiten der Fachanteil „Chemie“ im HS-Unterricht bietet, diese Kompetenzbereiche bei Schülerinnen und Schülern frühzeitig zu fördern! Beziehen Sie fachdidaktische Gesichtspunkte in die Diskussion mit ein!
  2. Entwickeln Sie eine Unterrichtseinheit (90 Minuten) aus dem Themenbereich „Verbrennung“ des LehrplanPLUS der Grundschule (HSU), in der mindestens drei unterschiedliche Medien sinnvoll zum Einsatz kommen!
  3. Diskutieren Sie den Einsatz von Schüler- vs. Lehrerexperimenten kritisch anhand von je einem geeigneten Beispiel! Berücksichtigen Sie dabei fachdidaktische Aspekte!

## Thema Nr. 2

### Kompetenzerwerb in der Jahrgangsstufe 3 und 4 zum Thema „Luft, Wasser, Wetter“

In der Jahrgangsstufe 3/4 formulieren die Schülerinnen und Schüler unter dem Themenbereich „Luft, Wasser, Wetter“ Forschungsfragen und planen einfache Schülerexperimente.

1. Formulieren Sie zwei mögliche Schülerfragen zum natürlichen Wasserkreislauf und beschreiben Sie zu jeder dieser Fragen ein Experiment, das hilft, diese Frage zu klären!
2. Beschreiben Sie, wie die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe von digitalen Medien zwei weitere Stationen des Wasserkreislaufs erarbeiten können, um den Schülerinnen und Schülern der Parallelklasse einen Eindruck vom Wasserkreislauf zu geben!
3. Entwerfen Sie eine grobe Skizze eines projektorientierten Unterrichts zum Thema „Die Stationen des natürlichen Wasserkreislaufs“! Führen Sie dann eine Unterrichtssequenz von 90 Minuten mit Artikulationsschema aus, bei der eines der Experimente von Teilaufgabe 1 miteingebaut ist! Wählen Sie ein schülerorientiertes Unterrichtsverfahren!

## Thema Nr. 3

### Inklusion im Heimat- und Sachunterricht beim Thema „Waschen“

1. Zeigen Sie drei Möglichkeiten auf, wie man bei der Einführung von „chemischen“ Fachbegriffen zum Thema „Händewaschen“ in einer sprachlich heterogenen Klasse der Grundschule vorgehen kann! Stellen Sie in diesem Zusammenhang fünf wesentliche Fachbegriffe vor!
2. Entwerfen Sie eine Unterrichtsstunde im Umfang von 90 Minuten zum Thema „Wie viel Seife braucht man zum Händewaschen“, bei der Sie ein Schülerexperiment (z. B. Vergleich Regenwasser mit Leitungswasser) mit einbauen!
3. Erstellen Sie ein Arbeitsblatt mit Musterlösung zur Sicherung des Unterrichtsinhaltes (drei Aufgaben), bei dem Sie mit einem geeigneten Modell die Wirkung von Seifen veranschaulichen! Geben Sie für eine Aufgabe gestufte Hilfen an!

---

**Prüfungsteilnehmer**

**Prüfungstermin**

**Einzelprüfungsnummer**

---

Kennzahl: \_\_\_\_\_

Kennwort: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz-Nr.: \_\_\_\_\_

**Herbst  
2022**

**44119**

---

**Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen  
— Prüfungsaufgaben —**

---

Fach: **Chemie (Unterrichtsfach)**

Einzelprüfung: **Fachdidaktik - Realschulen**

Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): **3**

Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: **3**

---

**Bitte wenden!**

## Thema Nr. 1

### Distanzunterricht in Chemie – Hausaufgabenexperimente

Im Zuge des Distanzunterrichts können Schülerinnen und Schüler Hausaufgabenexperimente durchführen.

1. Erläutern Sie Überlegungen zur Einbindung des Lehrplans und zur Sicherheit, die Sie treffen müssen, bevor Sie solche Versuchsanleitungen an Schülerinnen und Schüler herausgeben! Gestalten Sie eine komplette Versuchsanleitung für ein Hausaufgabenexperiment aus dem Themenbereich „Säuren und Laugen“ und begründen Sie Ihre didaktischen Entscheidungen im Hinblick auf die oben genannten Aspekte!
2. Beschreiben Sie unter Angabe von je zwei Vor- und Nachteilen je eine analoge und eine digitale Möglichkeit der Dokumentation der Versuchsergebnisse und der Erklärung! Begründen Sie aus didaktischer Sicht, weshalb Sie auf die Schülerdokumentation der Ergebnisse auch im Unterricht zurückgreifen müssen!
3. Erstellen Sie einen Unterrichtsentwurf im Umfang von 90 Minuten, in dem die digitale Dokumentation von Schülerexperimenten als wesentlicher Teil mit einfließt! Begründen Sie in Ihren didaktisch-methodischen Erläuterungen die Notwendigkeit dieser digitalen Dokumentation!

## Thema Nr. 2

### Didaktische Reduktion und Didaktische Rekonstruktion

1. Grenzen Sie die Begriffe „Didaktische Rekonstruktion“ und „Didaktische Reduktion“ gegeneinander ab und geben Sie jeweils ein Beispiel! Erläutern Sie dann den Zusammenhang zwischen diesen beiden Aspekten im Hinblick auf die Planung von Chemieunterricht!
2. Erstellen Sie einen Unterrichtsentwurf zu einer Doppelstunde (90 Minuten) zum Thema „Aufbau der Materie“! Stellen Sie ins Zentrum der Stunde ein selbstgewähltes Modell und erläutern Sie insbesondere, wie Sie bei der Planung der Stunde aus Sicht der Didaktischen Rekonstruktion vorgegangen sind!
3. Die Schülerperspektive spielt bei der Didaktischen Rekonstruktion eine entscheidende Rolle. Unter anderem können sich die Schülervorstellungen innerhalb des Unterrichts verändern. Beschreiben Sie ein konkretes Beispiel, wie Sie die Veränderung von Schülervorstellungen anregen können!

**Thema Nr. 3****Kompetenzen und Bildungsstandards**

1. Seit der Einführung der Bildungsstandards spielen Kompetenzen im Chemieunterricht eine zentrale Rolle. Erläutern Sie den Begriff des „Kompetenzorientierten Chemieunterrichts“ und wie die Kompetenzorientierung in den Bildungsstandards umgesetzt wird!
2. Im Rahmen der Kompetenzorientierung ist insbesondere auch die Aufgabengestaltung von zentraler Bedeutung. Entwickeln Sie eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung für den Chemieunterricht! Begründen Sie insbesondere die Umsetzung der Kompetenzorientierung in dieser Aufgabe! Verorten Sie die Aufgabe in den Bildungsstandards und geben Sie drei passende Lernziele an!
3. Entwickeln Sie eine Unterrichtseinheit von 90 Minuten zu einem Thema Ihrer Wahl nach einem Unterrichtsverfahren, das sich in besonderem Maße zur Gestaltung eines kompetenzorientierten Chemieunterrichts eignet! Begründen Sie in Ihren didaktisch-methodischen Überlegungen insbesondere die Eignung des verwendeten Unterrichtsverfahrens und die Kompetenzen, die in dieser Stunde gefördert werden!