



(Name)

**Aufgabe 1 – 10 Punkte**

- Welche Hybridisierung haben Kohlenstoffatome in Einfach-, Doppel- und Dreifachbindungen? (3 Punkte)
- Welche Bindungsgeometrie ergibt sich aus der jeweiligen Hybridisierung? Geben Sie die jeweiligen Bindungswinkel an. (6 Punkte)
- Ethan, Ethen und Ethin bilden jeweils  $\sigma$ -Bindungen zu Wasserstoff aus. In welchem der drei Verbindungen ist der Wasserstoff leicht acide? (1 Punkt)

a) Einfachbindung:  $sp^3$ -Hybridisierung 1 Pkt  
Doppelbindung:  $sp^2$ -Hybridisierung 1 Pkt  
Dreifachbindung:  $sp$ -Hybridisierung 1 Pkt

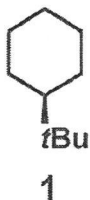
b)  $sp^3$ -Hybridisierung: tetraedisch,  $109^\circ$  2 Pkte  
 $sp^2$ -Hybridisierung: planar,  $120^\circ$  2 Pkte  
 $sp$ -Hybridisierung: linear,  $180^\circ$  2 Pkte

c) Ethin 1 Pkt

Aufgabe 2 – 10 Punkte

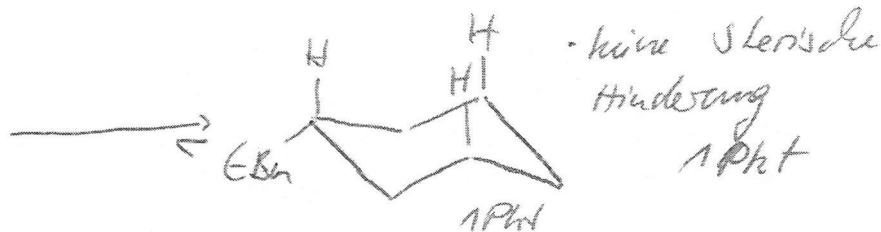
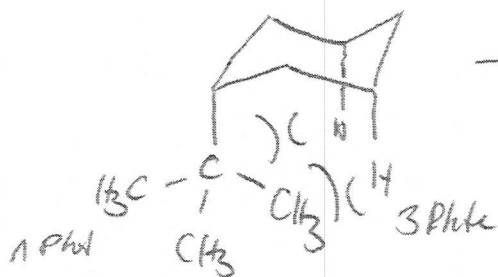
*tert*-Butylcyclohexan (1) lässt ausschließlich eine Sesselkonformation zu.

- Zeichnen Sie die energetisch günstige Sesselkonformation. (3 Punkte)
- Begründen Sie mit Hilfe einer geeigneten schematischen Darstellung, warum die andere Konformation nicht gebildet wird? Welcher Effekt kommt hier zum Tragen? (7 Punkte)



3 Pkte  
 ( 1 Pkt : tBu äquatorial  
 2 Pkt : korrekter Sessel )

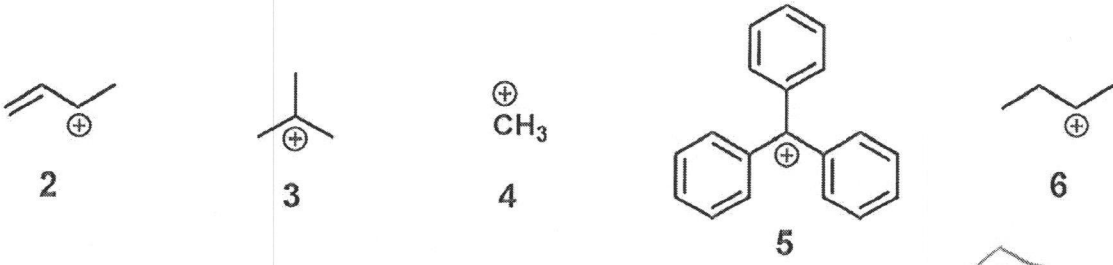
b)

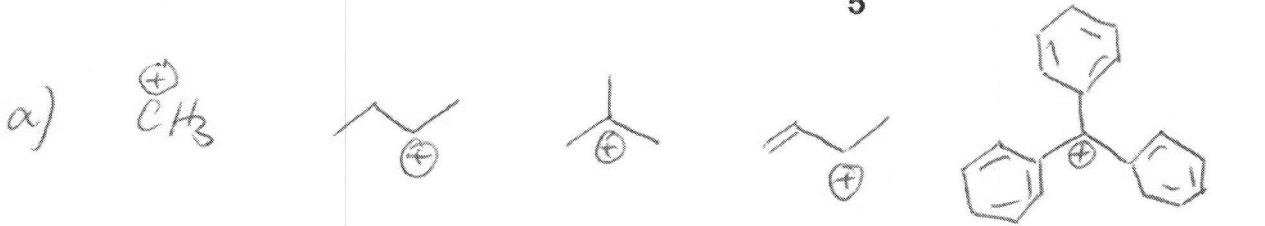
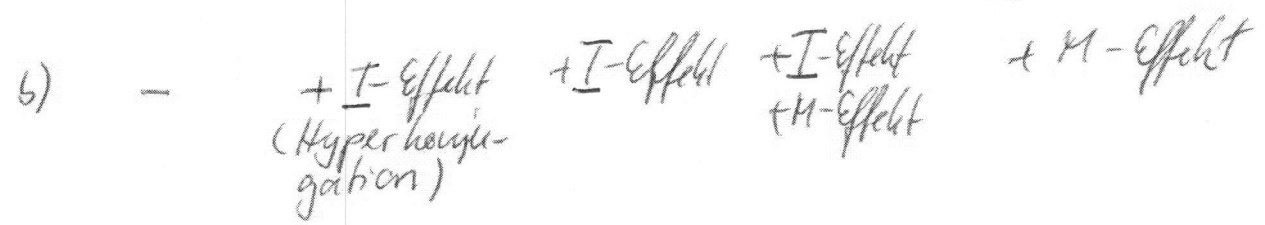


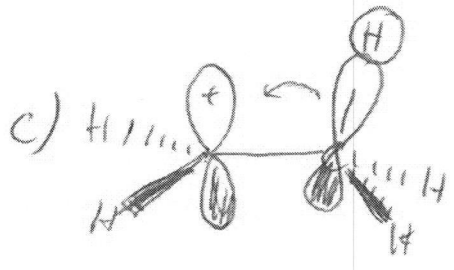
↳ ungünstige 1,3-diaxiale Wechselwirkungen zwischen den Methylgruppen des tBu-Rests und den Wasserstoffatomen in ~~1,3~~ 1,3-Position

**Aufgabe 3 – 10 Punkte**

- Bitte ordnen Sie die unten aufgeführten Kationen 2 bis 6 nach ihrer Stabilität. Beginnen Sie mit dem Kation, das am wenigsten stabilisiert ist (2 Punkte).
- Benennen Sie für jedes der gezeigten Kationen die ggf. auftretenden stabilisierenden Effekte. (5 Punkte)
- Stellen Sie in einer geeigneten Darstellung (Orbitalschema) den stabilisierenden elektronischen Effekt in Verbindung 3 schematisch dar. (3 Punkte)

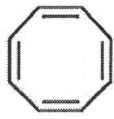


- a) 
- b) 



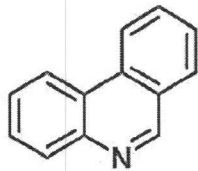
Aufgabe 4 – 10 Punkte

Geben Sie an, welche der Verbindungen 7 bis 16 aromatisch sind und welche nicht.



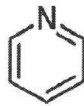
7

nicht  
aromatisch



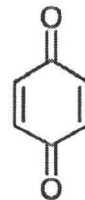
8

aromatisch



9

aromatisch



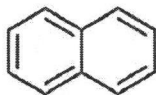
10

nicht  
aromatisch



11

nicht  
aromatisch



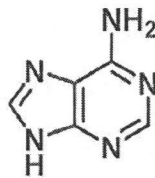
12

aromatisch



13

nicht  
aromatisch



14

aromatisch



15

aromatisch

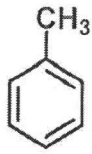


16

aromatisch

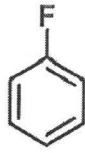
**Aufgabe 5 – 10 Punkte**

- a) Bitte geben Sie an, ob der jeweilige Substituent in den Verbindungen 17 bis 20 in die *ortho*-, *meta*- oder *para*-Position dirigiert. Es sind auch mehrere Positionen möglich. (4 Punkte)



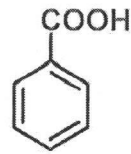
17

*ortho /  
para  
je 1 Pkt*



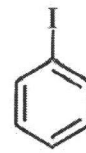
18

*para*



19

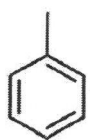
*meta*



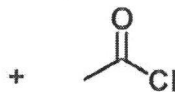
20

*ortho /  
para*

- b) Geben Sie die Reaktionsprodukte der Umsetzung von Toluol (17) mit Acetylchlorid (21) in der Gegenwart von Aluminiumtrichlorid an und zeigen Sie den Mechanismus der Reaktion für die Entstehung eines der Produkte auf. (6 Punkte)

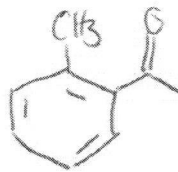


17



21

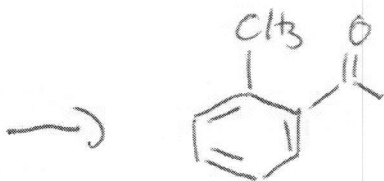
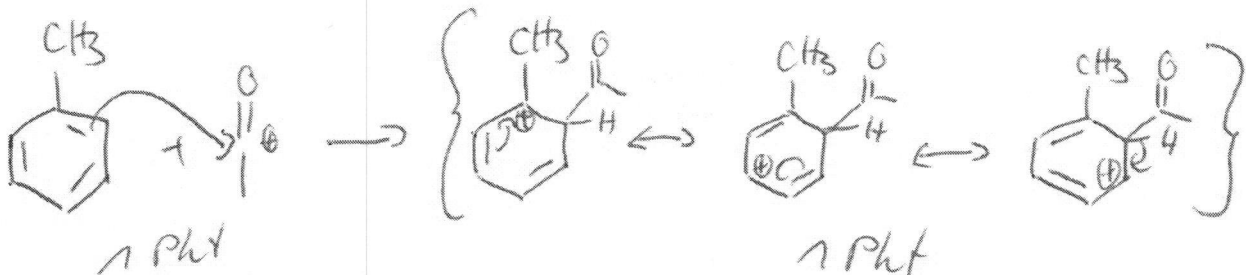
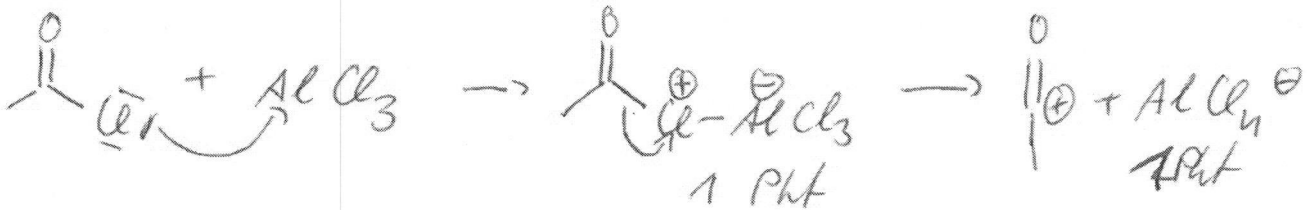
$\text{AlCl}_3$



+



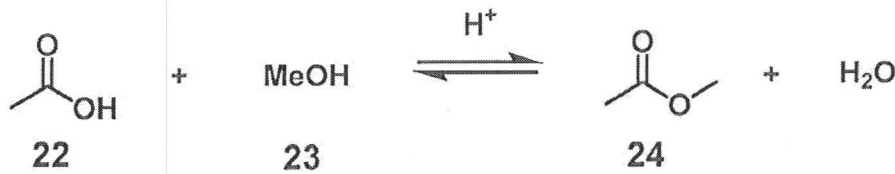
*2 Pkte*



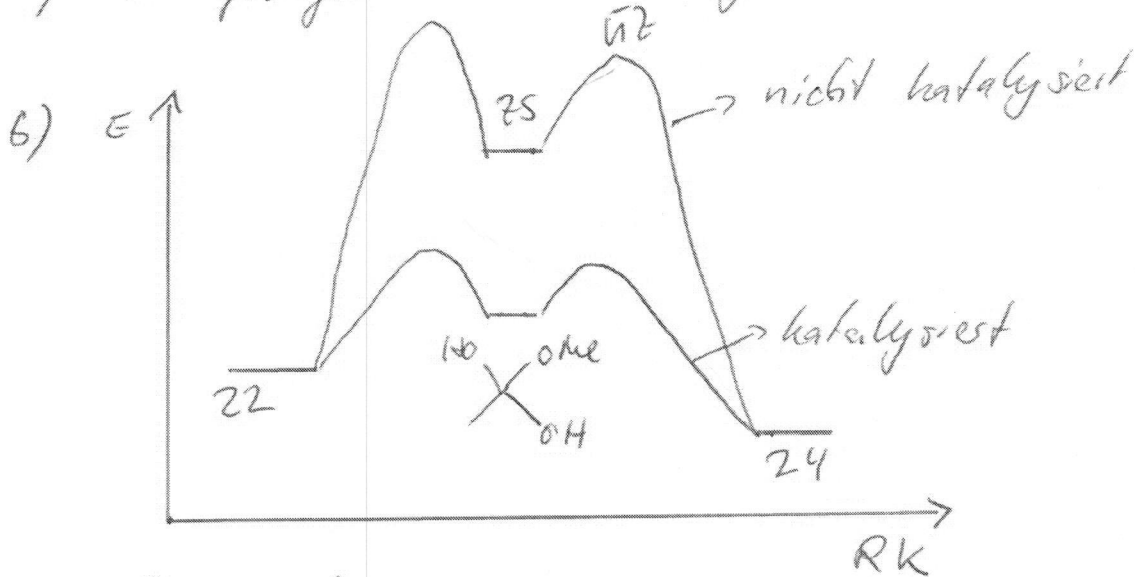
**Aufgabe 6 – 10 Punkte**

Essigsäure (22) wird säurekatalysiert mit Methanol (23) zu Essigsäuremethylester (24) und zu Wasser umgesetzt. Ohne Zugabe von Säure würde die Reaktion nur sehr langsam verlaufen.

- Welche Funktion hat die Säure in dieser Reaktion? (2 Punkte)
- Wie wirkt sich die Zugabe von Säure auf das Reaktionsprofil der Veresterung aus? Skizzieren Sie vergleichend die Reaktionsprofile der Reaktion in Gegenwart und Abwesenheit der Säure und markieren Sie im Profil die Edukte, Produkte, einen Übergangszustand und eine Zwischenstufe. (7 Punkte)
- Wie kann das Reaktionsgleichgewicht zugunsten der Reaktionsprodukte verschoben werden? (1 Punkt)



a)  $\text{H}^+$  fungiert als Katalysator



Adressenbeschriftung: 1 Pkt

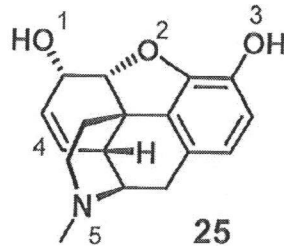
Reaktionsprofile: 3 Pkte (1 Pkt: Kurvenbeschriftung oder Es durch Katalysator)

Benennung  $\bar{\text{UZ}}$ , ZS & Produkte/Edukte  
 1 Pkt    1 Pkt    1 Pkt

- c) Möglichkeit a) MeOH im Überschuss    1 Pkt  
 Möglichkeit b)  $\text{H}_2\text{O}$  aus dem GbW entfernen (nur eine Möglichkeit)  
 (beispielsweise Destillation)

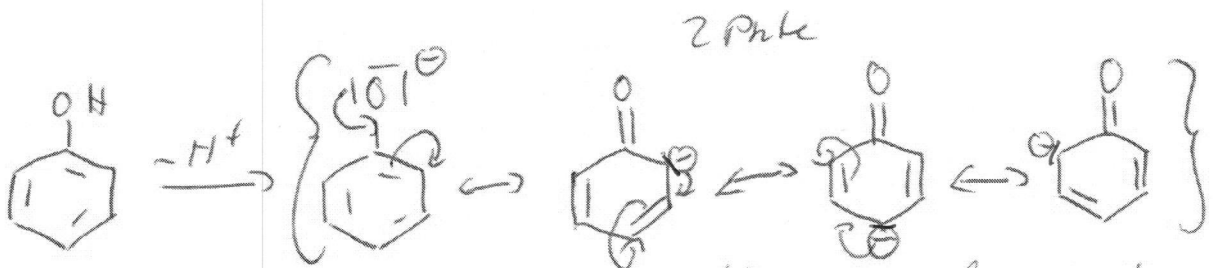
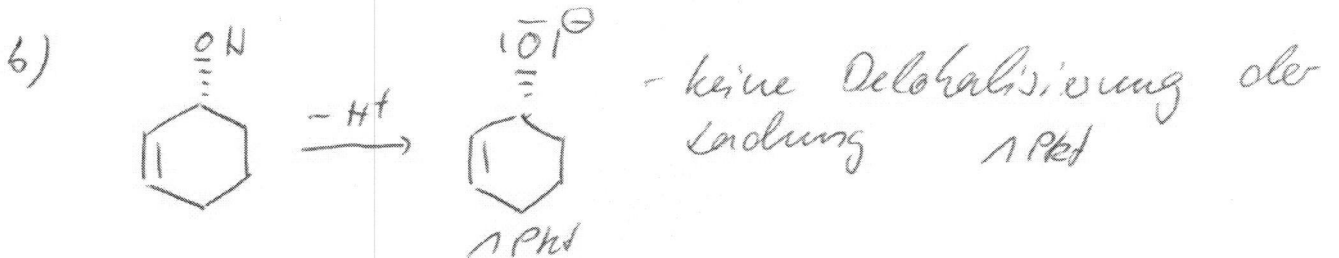
**Aufgabe 7 – 10 Punkte**

- a) Bitte benennen Sie die im Naturstoff **25** enthaltenen funktionellen Gruppen 1-5. Geben Sie bitte in passenden Fällen auch an, ob es sich um eine primäre, sekundäre oder tertiäre Funktionalität handelt. (5 Punkte)
- b) Die funktionellen Gruppen 1 und 3 unterscheiden sich in ihrer Acidität. Welche funktionelle Gruppe ist acider? Begründen Sie Ihre Entscheidung anhand geeigneter Schemata an den strukturverwandten Verbindungen **26** und **27**. (5 Punkte)



Morphin

- a)
- 1: sekundäre Hydroxylgruppe
  - 2: Ether
  - 3: phenolische Hydroxylgruppe
  - 4: Doppelbindung
  - 5: tertiäres Amin

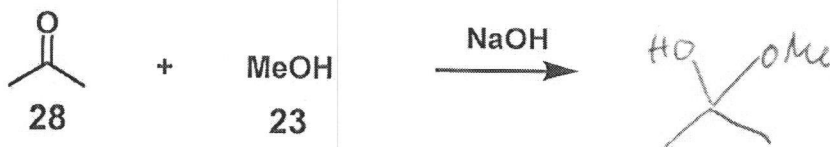
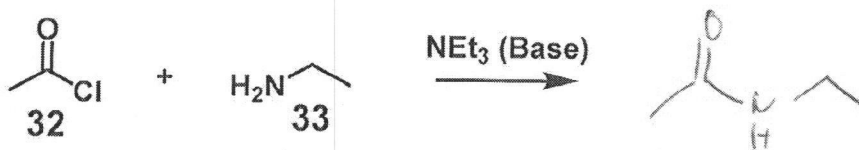
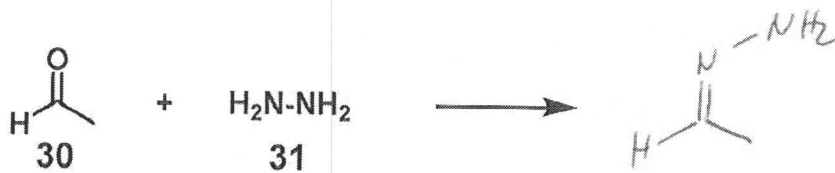
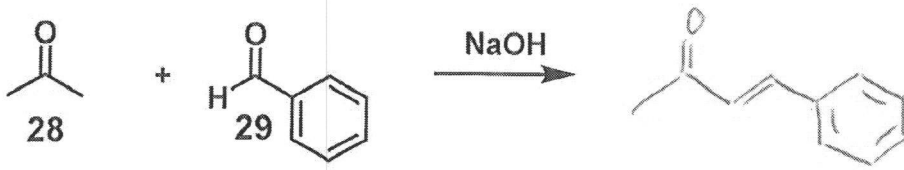
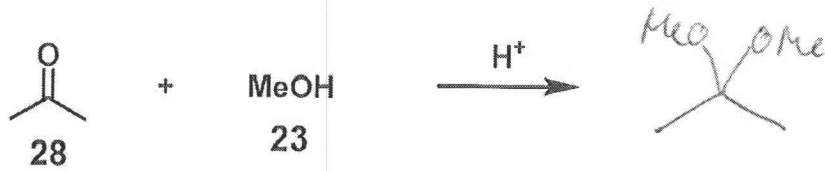


- Delokalisierung der negativen Ladung in der korrespondierenden Base



Aufgabe 8 – 10 Punkte

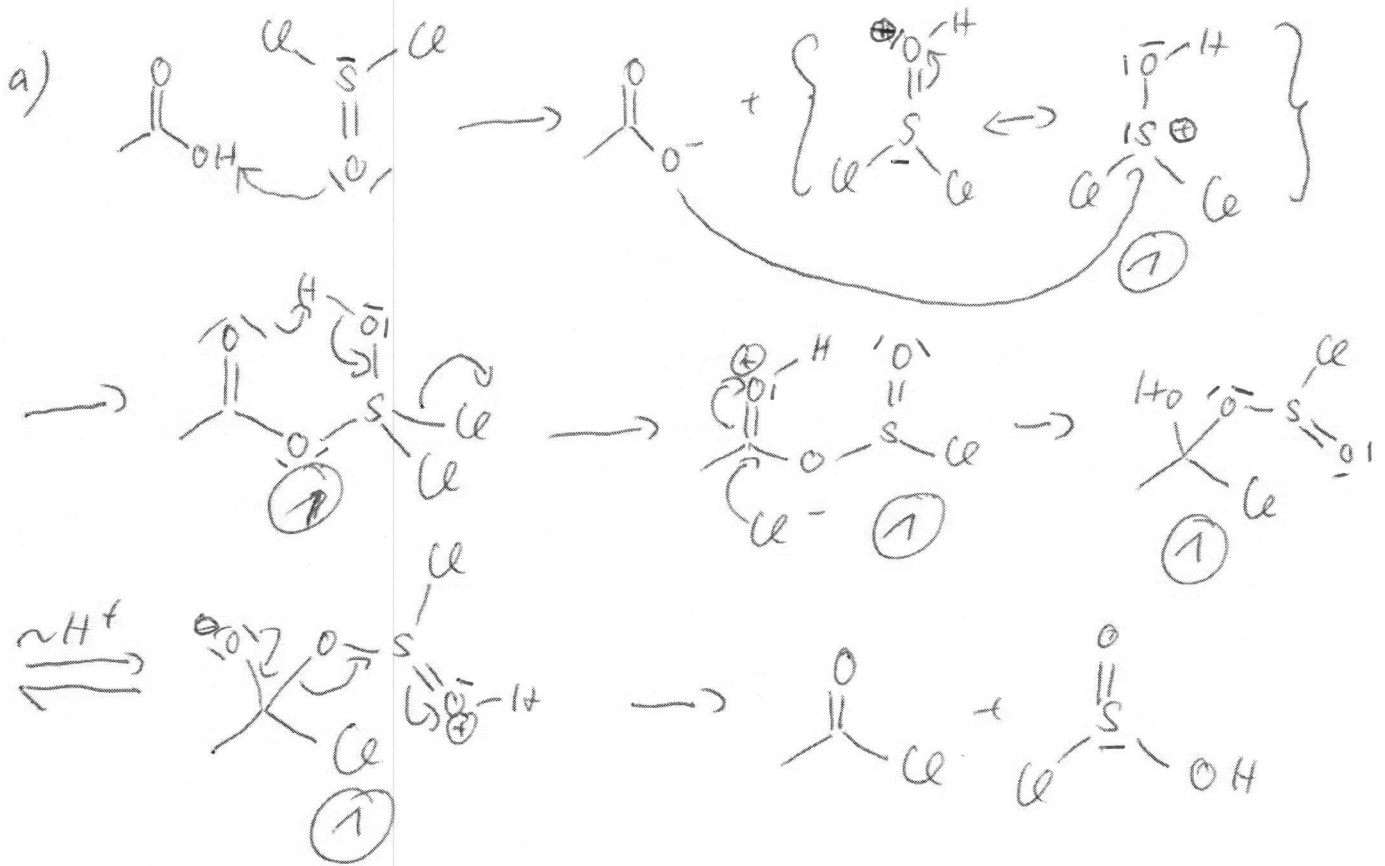
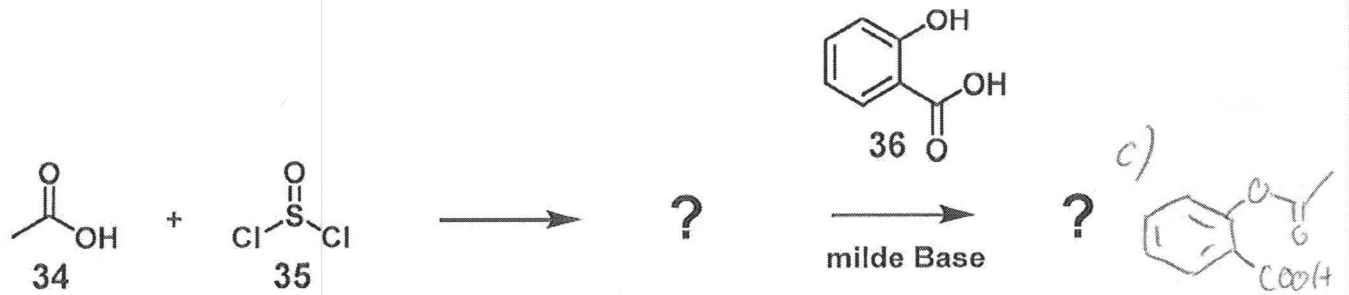
Geben Sie die Reaktionsprodukte für die nachfolgenden Reaktionen an. (2 Punkte pro Reaktionsprodukt)



### Aufgabe 9 – 10 Punkte

Sie möchten Acetylsalicylsäure aus Essigsäure (34) und Salicylsäure (36) herstellen. Um die Reaktion zu ermöglichen, setzen Sie zunächst 34 mit Thionylchlorid (35) um. Das anschließende Säurederivat reagiert schnell mit Salicylsäure (36) zum gewünschten Arzneimittelstoff.

- Zeigen Sie den Mechanismus der Reaktion von 34 mit 35. (5 Punkte)
- Warum ist dieser Schritt notwendig? Stützen Sie Ihre Erklärung mit geeigneten Struktur-Schemata. (3 Punkte)
- Zeigen Sie die Struktur von Acetylsalicylsäure. (2 Punkte)



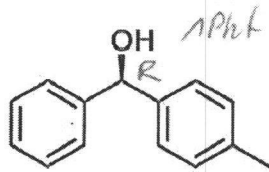
b)

- Carbonsäure unreaktiv durch +M-Effekt  $\uparrow$  Phd

- Cl^- → -I-Effekt  $\uparrow$  Phd ~ Aktivierung des Carbonylgruppenstoffs

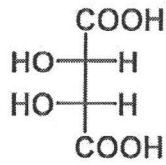
**Aufgabe 10 – 10 Punkte**

Handelt es sich bei den Strukturen 37-42 *jeweils* um eine chirale oder achirale Verbindung (bitte jeweils mit „ja“ oder „nein“ kenntlich machen)? Bitte bestimmen und kennzeichnen Sie die absolute Konfiguration mit *R* oder *S* an den stereogenen Zentren der *chiralen* Verbindungen.



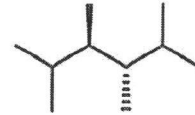
37

chiral (1 PhH)



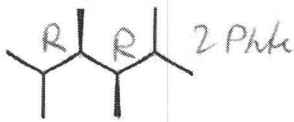
38

achiral (1 PhH)



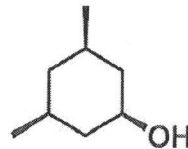
39

achiral (1 PhH)



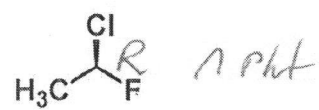
40

chiral (1 PhH)



41

achiral (1 PhH)



42

chiral (1 PhH)