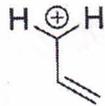


Aufgabe 1 – 10 Punkte

A: Ordnen Sie jeweils die drei unter a) und b) angegebenen Carbeniumionen nach ihrer Stabilität; beginnen Sie mit „1“ für das stabilste Kation (je 2 Punkte).

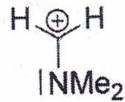
B: Benennen Sie auftretende stabilisierende und destabilisierende Effekte (je 3 Punkte).

a)



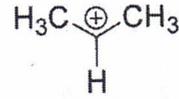
2

+ M-Effekt
(oder Mesomerie
oder Konjugation)



1

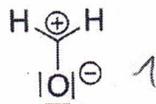
+M-Effekt
(oder pos.
mesomeres Effekt)



3

+ I-Effekt
(oder Hyperkon-
jugation oder
pos. induktives
Effekt)

b)



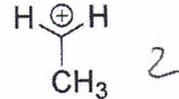
1

+ M-Effekt
(oder pos.
mesomeres Effekt)



3

- I-Effekt
(oder neg.
induktives Effekt)



2

+ I-Effekt
(oder pos.
induktives Effekt
oder Hyperkonjugation)

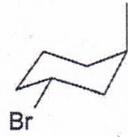
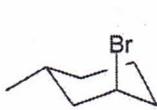
Bewertung:

- je 2 Punkte, wenn Reihenfolge richtig
- je 1 Punkt, wenn nur eine Angabe richtig
- je 1 Punkt für Angabe des Effekts

Aufgabe 2 – 10 Punkte

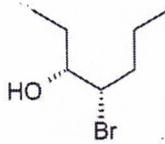
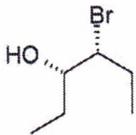
Geben Sie an, ob es sich bei den folgenden Verbindungspaaren um identische Moleküle, um Isomere oder um verschiedene Moleküle handelt. Geben Sie im Fall von Isomeren an, welche Art von Isomerie vorliegt!

a)



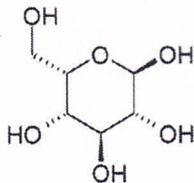
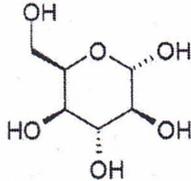
identisch
(auch richtig: Konformere, Konformationsisomere)

b)



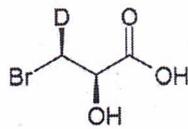
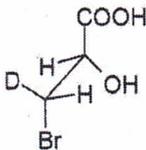
verschieden

c)



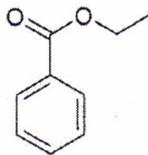
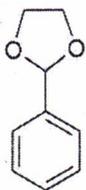
Isomere, Enantiomere

d)



Isomere, Diastereomere

e)



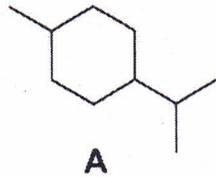
Isomere, Konstitutionsisomere

je 2 Punkte für richtige Angabe

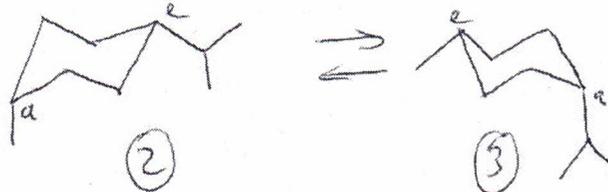
1 Teilpunkt, wenn bei c) - e) zumindest richtige Angabe
„Isomere“

Aufgabe 3 – 10 Punkte

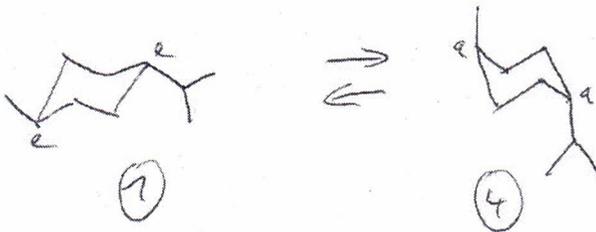
- a) Zeichnen Sie das *cis*- und das *trans*-Diastereomer von 1-Isopropyl-4-methylcyclohexan (das ist Struktur A) in jeweils beiden möglichen Sesselkonformationen. Geben Sie jeweils die Position (axial oder äquatorial) der Substituenten an (8 Punkte)!
- b) Ordnen die Isomere nach ihrer Stabilität (fangen Sie mit „1“ für das stabilste Isomer an) (2 Punkte)!



cis-Form



trans-Form



statt a/e auch axial / äquatorial richtig

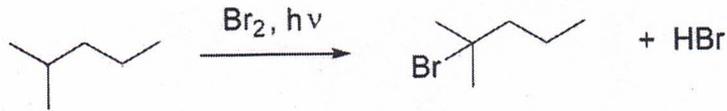
auch andere Zeichnungen mit richtiger relativer Konfiguration korrekt

z.B. *trans*: etc.

je 2 Punkte für richtige Struktur mit Angabe der Position,
 nur 1,5 Punkte bei falschen Positionangaben
 je 0,5 Punkte für richtige Zahl bei der Reihung

Aufgabe 4 – 10 Punkte

- a) Beschreiben Sie alle vier Teilschritte der radikalischen Bromierung von 2-Methylpentan entsprechend der gezeigten Reaktionsgleichung ($h\nu$ bedeutet photochemische Anregung, 4 Punkte).
 b) Geben Sie die Namen dieser vier Teilschritte an (2 Punkte)



- 1) Kettenstart: $\text{Br}_2 \xrightarrow{h\nu} 2 \text{Br}\cdot$ 1
 2) Kettenwachstum 1: $\text{Br}\cdot + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\dot{\text{C}}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{HBr}$ 1
 3) Kettenwachstum 2: $\text{CH}_3\text{CH}_2\dot{\text{C}}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{Br})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Br}\cdot$ 1
 4) Kettenabbruch: $2 \text{Br}\cdot \rightarrow \text{Br}_2$ 1
 auch richtig: $\text{Br}\cdot + \text{CH}_3\text{CH}_2\dot{\text{C}}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{Br})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
 auch richtig: $2 \text{CH}_3\text{CH}_2\dot{\text{C}}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

Statt Kettenwachstum auch -fortpflanzung oder -fortsetzung richtig

- c) Markieren Sie in den folgenden Verbindungen das Kohlenstoffatom, an dem die radikalische Substitution bevorzugt erfolgt (4 Punkte)!

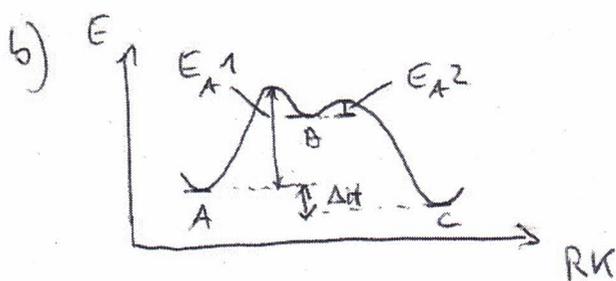
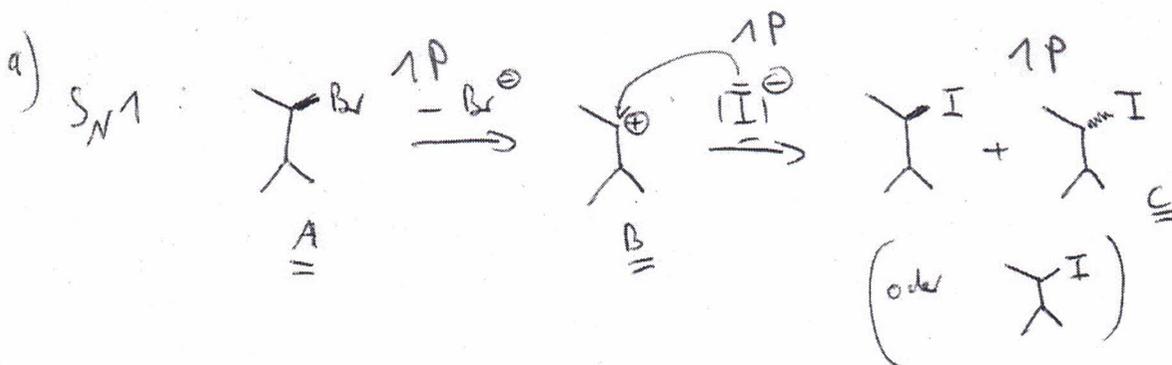


je 1 Punkt für richtige Angabe

Aufgabe 5 – 10 Punkte

Die nachfolgende nukleophile Substitution kann – je nach weiteren Bedingungen – als S_N1 - oder S_N2 -Reaktion verlaufen.

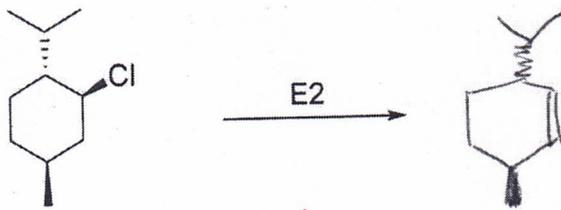
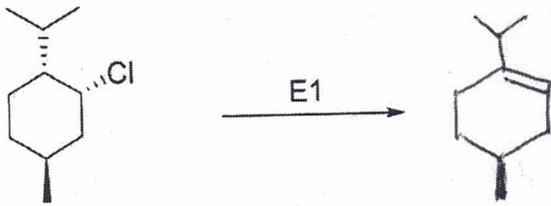
- Beschreiben Sie den genauen Reaktionsverlauf beider Mechanismen (6 Punkte)!
- Zeichnen Sie für die S_N1 -Reaktion das vollständige Energiediagramm mit Angabe von Reaktionsenthalpie und Aktivierungsenergien (4 Punkte)!



2 Punkte für richtigen Kurvenverlauf
 mit nachvollziehbarer Zuordnung
 der Strukturen zu den Minima
 1P für Angabe ΔH
 1P für Angabe E_A

Aufgabe 6 – 10 Punkte

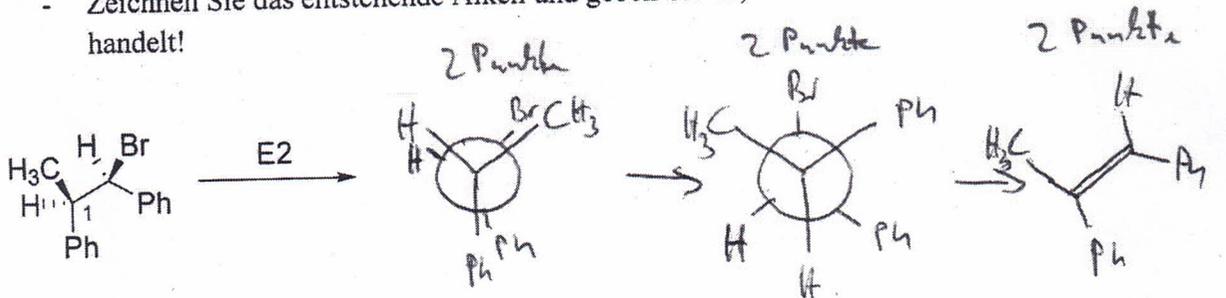
a) Geben Sie jeweils das zu erwartende Hauptprodukt der folgenden Eliminierungen an (4 Punkte)!



je 2 Punkte
 ≙ 4 Punkte insgesamt

b) Leiten Sie ab, ob die gezeigte Verbindung zum E- oder zum Z-Alken reagiert.

- Geben Sie dafür die Verbindung in der gezeigten Konformation in der Newman-Projektion an; dabei ist das vordere C-Atom das mit „1“ markierte!
- Geben Sie die Reaktivkonformation der Verbindung in der Newman-Projektion an!
- Zeichnen Sie das entstehende Alken und geben Sie an, ob es sich um E- oder Z-Form handelt!



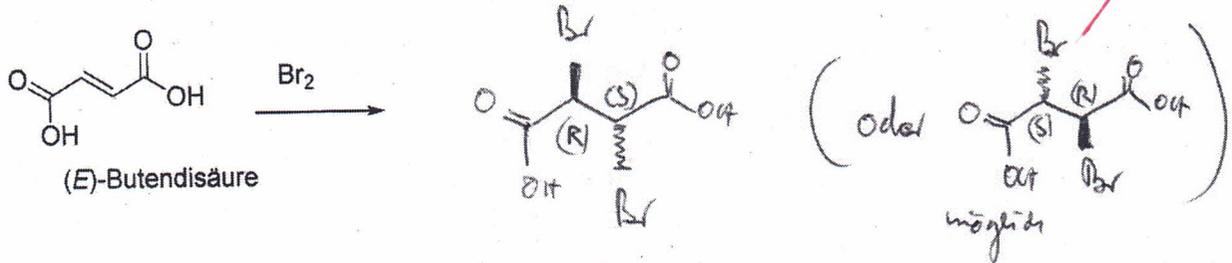
(auch andere Darstellungen der eclipsierten Konformation möglich)

(auch andere Darstellungen mit anti periplanare Konformation von H und Br möglich)

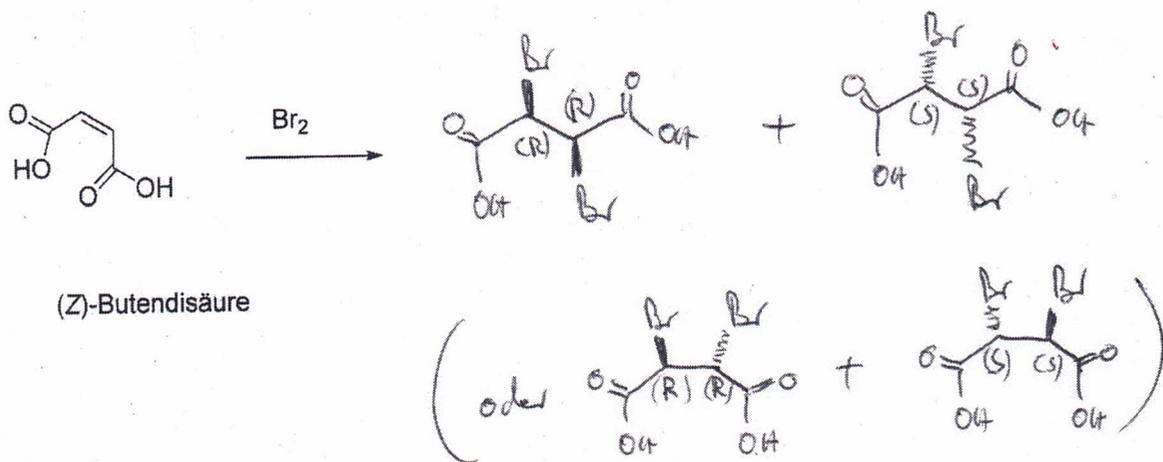
Z-Form

Aufgabe 7 – 10 Punkte

Die Addition von Brom an (*E*)- und (*Z*)-Butendisäure liefert verschiedene Stereoisomere. Geben Sie jeweils das Produkt/die Produkte an und bestimmen Sie die *R/S*-Konfiguration an allen Stereozentren!



3 Punkte für Struktur, je 0,5 Punkte für Konfiguration pro Stereozentrum



je 2 Punkte für Struktur

je 0,5 Punkte für Konfiguration pro Stereozentrum

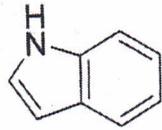
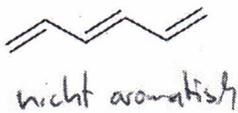
Aufgabe 8 - 10 Punkte

a) Geben Sie die Kriterien für Aromatizität nach Hückel an! (3 Punkte)

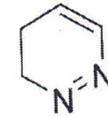
- cyclisch, konjugiertes System
- $(4n + 2)$ π -Elektronen
- planare Struktur

je 1 Punkt

b) Kennzeichnen Sie die folgenden Verbindungen als aromatisch oder nicht-aromatisch! (7 Punkte). **Achtung:** Für falsche Antworten gibt es Punktabzug; Sie können aber nicht weniger als 0 Punkte insgesamt erreichen.



aromatisch



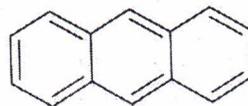
nicht aromatisch



aromatisch



nicht aromatisch



aromatisch

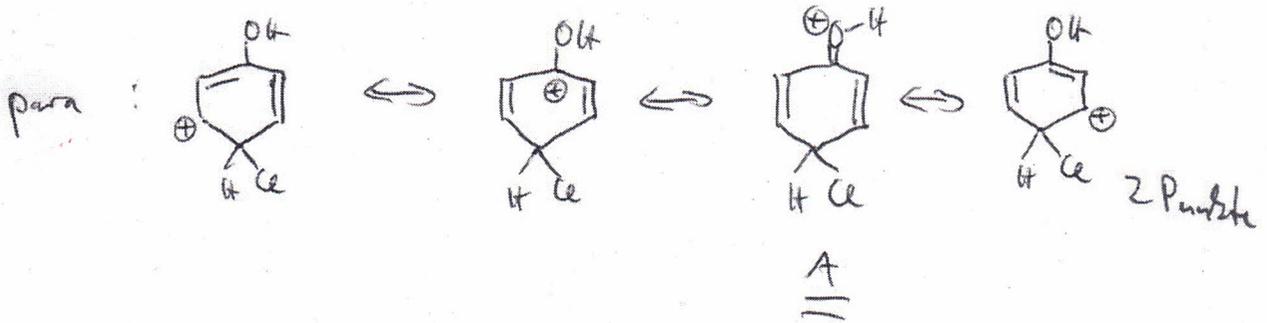
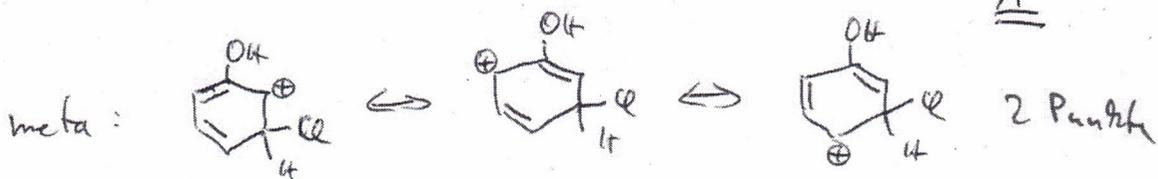
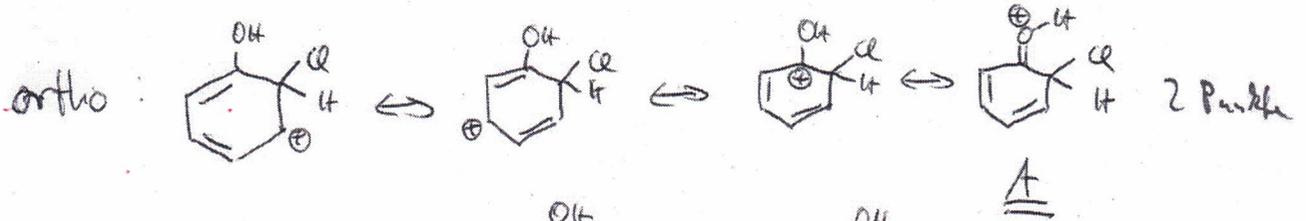
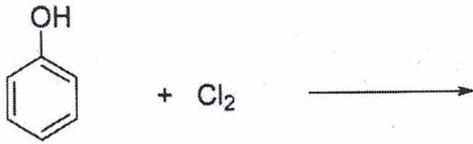


nicht aromatisch

je 1 Punkt für richtige Angabe; 1 Punkt Abzug für falsche Angabe
(keine negativen Punktzahlen im Teil b) möglich)

Aufgabe 9 – 10 Punkte

Die Zweitsubstitution von Phenol mit Chlor kann prinzipiell in ortho-, meta- und para-Position auftreten. Geben Sie für alle drei Möglichkeiten sämtliche mesomere Grenzformeln für die σ -Komplexe an und erläutern Sie daran, welche Selektivität auftritt.

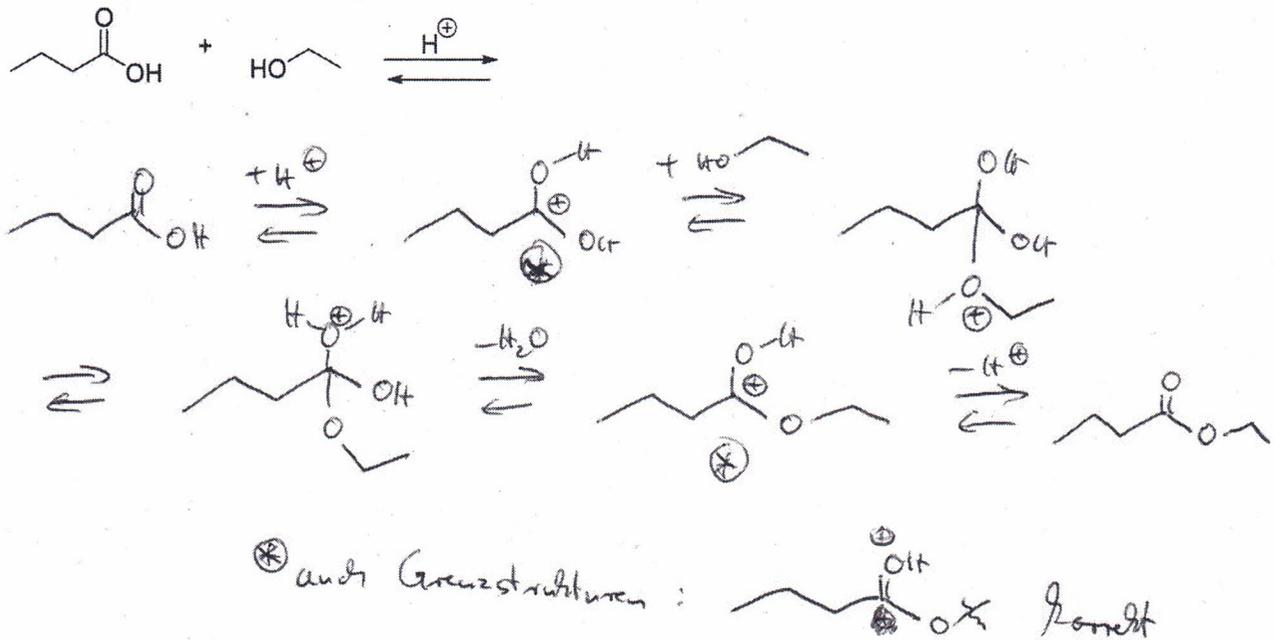


Die mit „A“ markierten Grenzformeln sind besonders günstig, weil es All-orbital Strukturen sind. 2 Punkte

Daher bilden sich ortho- und para-Produkt. 2 Punkte

Aufgabe 10 – 10 Punkte.

- a) Beschreiben Sie den Mechanismus der säurekatalysierten Esterbildung aus Butansäure und Ethanol (5 Punkte)!



je 1 Punkt pro Teilschritt; 5 P gesamt

- b) Wie kann man das Gleichgewicht der obigen Reaktion zum Ester hin verschieben (3 Punkte)?

- Entfernung eines Produkts aus dem Gleichgewicht 1.5 P
- Verwendung eines Reagenzes im Überschuss 1.5 P

- c) Warum verseift (spaltet) man Ester bevorzugt unter basischen Bedingungen (2 Punkte)?

Unter sauren Bedingungen ist die Reaktion reversibel, 1 P
 unter basischen Bedingungen ist die Reaktion irreversibel. 1 P