

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Landesabitur 2007

Bildungsland
Hessen



Beispielaufgaben 2005



Chemie

Leistungskurs

Beispielaufgabe A 1

Auswahlverfahren: Von vier Teilaufgaben (A1 – A4) müssen drei Teilaufgaben bearbeitet werden.

Einlese- und Auswahlzeit: 30 Minuten

Bearbeitungszeit: 240 Minuten

Erlaubte Hilfsmittel:	Beigefügtes Periodensystem der Elemente, Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig), Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung
Sonstige Hinweise:	keine

I. Thema und Aufgabenstellung

Salicylsäure

Aufgaben

Salicylsäure (2-Hydroxybenzoesäure) ist ein bedeutendes schmerzstillendes Medikament. Die Herstellung erfolgt durch Reaktion von Natriumphenolat (s. Abb. 1) mit Kohlenstoffdioxid bei 130 °C. In einem zweiten Reaktionsschritt wird das entstandene Zwischenprodukt mit Salzsäure angesäuert.

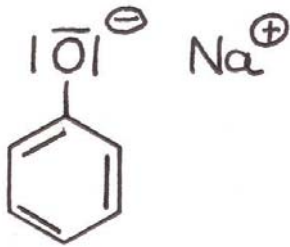
1. Benennen und formulieren Sie für den ersten Reaktionsschritt den Reaktionsmechanismus (einschließlich der mesomeren Grenzstrukturen für den σ -Komplex). Formulieren Sie den zweiten Reaktionsschritt als Reaktionsgleichung. Verwenden Sie jeweils die entsprechenden Fachbegriffe. **(10 BE)**
2. Salicylsäure besitzt als Medikament einen großen Nachteil, sie greift die Magenschleimhaut an. Geben Sie für die Säuren in Abb. 2 jeweils die Strukturformeln an. Erklären Sie die im Vergleich zur Benzoesäure unterschiedlichen Säurestärken in Form eines Textes. **(10 BE)**
3. Es gelang, die Säurestärke der Salicylsäure durch Veresterung mit Ethansäure abzuschwächen. Durch diese „Maskierung“ wurde die magenschädigende Wirkung beseitigt. Das Produkt heißt Aspirin. Formulieren Sie mit Hilfe von Strukturformeln die Reaktionsgleichung und den Reaktionsmechanismus für diese Reaktion. **(10 BE)**
4. Eine andere Möglichkeit Aspirin herzustellen ist, Salicylsäure mit Ethansäureanhydrid (s. Abb. 3) zu versetzen. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für diese Umsetzung. **(6 BE)**
5. Damit wieder pharmakologisch wirksame Salicylsäure zu Verfügung steht, findet im alkalischen Milieu des Dünndarms eine Rückreaktion statt. Danach kann die Salicylsäure mit einem neuen Reaktionspartner, der Glucuronsäure, in zwei Varianten reagieren.

Variante 1: Glucuronsäure + Salicylsäure (das Produkt zeigt Abb. 4)
Variante 2: Glucuronsäure reagiert mit derselben OH-Gruppe wie bei Variante 1, nur dient die andere funktionelle Gruppe der Salicylsäure als Partner.

Stellen Sie für beide Varianten die Reaktionsgleichungen auf und geben Sie jeweils an, welche Stoffklassen miteinander reagieren. **(4 BE)**

Material

Abb. 1:

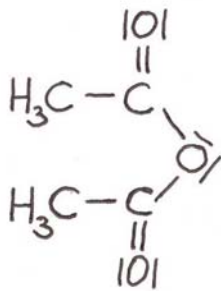


Natriumphenolat

Abb. 2: Tabelle pK_s-Werte

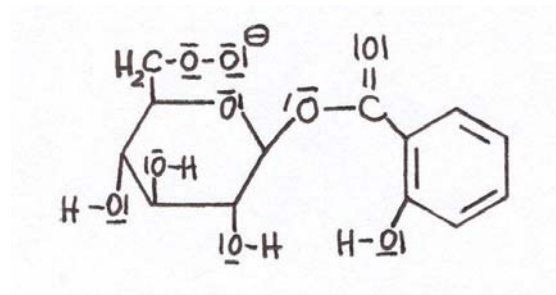
Säure	pK _s -Wert
Benzoessäure	4,22
Salicylsäure (2-Hydroxybenzoessäure)	3,00
4-Hydroxybenzoessäure	4,54
Phenol (Hydroxybenzol)	10,0

Abb. 3:



Ethansäureanhydrid (Essigsäureanhydrid)

Abb. 4:



Reaktionsprodukt

Korrektur- und Bewertungshinweise - nicht für den Prüfungsteilnehmer bestimmt -

II. Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß Lehrplan:

12.1 Aromatische Kohlenwasserstoffe:

SE-Reaktionen an neuen Beispielen; induktive und mesomere Effekte

Alkansäuren und Derivate: Mechanismus der Esterbildung; Kondensationsreaktion; Veresterung

13.1 Anwendung des Massenwirkungsgesetzes: Säuren- und Basenstärke

III. Lösungshinweise

1. 1. Schritt: S_E-Reaktion von Na-Phenolat mit CO₂ zum Na-Salz der Salicylsäure
 2. Schritt: Reaktion des Na-Salzes der Salicylsäure mit HCl zu Salicylsäure und NaCl
2. Angabe der Strukturformeln
 In der Reihe Phenol → 4-Hydroxybenzoesäure → Benzoesäure → Salicylsäure nimmt die Säurestärke zu.
 Benzoesäure: +M-Effekt des Phenylrestes, -I – Effekt der Carbonylgruppe, Mesomeriestabilisierung des Anions
 Salicylsäure: zusätzlich -I – Effekt der OH-Gruppe in o-Stellung
 4-Hydroxybenzoesäure: -I – Effekt der OH-Gruppe schwächer, da p-Stellung
 Phenol: nur -I – Effekt der OH-Gruppe
3. Protonenkatalysierter Estermechanismus,
 Säure: Ethansäure, Alkohol: Salicylsäure
4. 1. Schritt: Nucleophiler Angriff der OH-Gruppe der Salicylsäure am Carbonyl-C-Atom aufgrund der stark positiven Partialladungen und anschließende Addition der Salicylsäure
 2. Schritt: Abspaltung von Ethansäure
5. Variante 1: Glucuronsäure als Alkohol und Salicylsäure als Säure
 Variante 2: Glucuronsäure und Salicylsäure jeweils als Alkohol

IV. Bewertung und Beurteilung

Teilaufgabe	BWE nach Anforderungsbereichen		
	I	II	III
1		07 + 03	
2	04	06	
3	06	04	
4			06
5			04
	Σ10	Σ20	Σ10
	25%	50%	25%