

1. Aufgabe:**a) Arbeitsmaterial:**

Die chemische Analyse der Baldrianwurzel (= Valeriana officinalis) zeigt, dass sie verschiedene Ester der Isovaleriansäure (= 3-Methylbutansäure) enthält, u.a. den 1-Propylester. Dieser Ester kann im Labor schwefelsäurekatalysiert aus der Säure und dem Alkohol hergestellt werden.

3-Methylbutansäure lässt sich aus dem entsprechenden Alkanol durch Oxidation mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung gewinnen. Dabei fällt Mangandioxid aus. Als Zwischenprodukt der Oxidation entsteht das entsprechende Alkanal. Als störende Nebenprodukte bilden sich in geringen Mengen auch ein Halbacetal und ein Acetal.

Von dem Alkanal mit der Summenformel $C_5H_{10}O$ existieren mehrere Isomere, die sich aber von den ebenfalls isomeren Alkanonen durch einen Fehling-Test unterscheiden lassen.

b) Aufgabenstellung:

- 1.1 Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus der säurekatalysierten Esterherstellung.
- 1.2 Erläutern Sie mit Hilfe des Orbital-Modells die Bindungs- und Strukturverhältnisse des 3-Methylbutansäure-1-propylesters.
- 2.1 Berechnen Sie das Volumen der $KMnO_4$ -Lösung ($c = 0,2 \text{ mol/l}$), das zur Oxidation von 3,0g des Alkohols benötigt wird, wenn man davon ausgeht, dass keine Nebenprodukte gebildet werden.
- 2.2 Erläutern Sie – ohne den Reaktionsmechanismus in allen Teilschritten darzustellen – die Bildung des Halbacetals und des Acetals. Geben Sie jeweils die entsprechende Strukturformel an.
- 3.1 Geben Sie die Strukturformel sämtlicher isomerer C_5H_{10} -Alkanale bzw. – Alkanone an und benennen Sie diese nach IUPAC.
- 3.2 Erläutern Sie die Nachweismethoden Fehling-Test (Durchführung und Beobachtung) und formulieren Sie die entsprechenden Reaktionsschemata.

2. Aufgabe:

a) Arbeitsmaterial:

Durch Kondensation zweiwertiger Alkanole mit Alkendisäuren erhält man ungesättigte Polyester, die sich anschließend durch Zugabe eines Initiators, z.B. Dibenzoylperoxid, und Erwärmen zu einem Duroplasten aushärten lassen. Ein solcher ungesättigter Polyester entsteht z.B. durch eine säurekatalysierte Reaktion von Maleinsäure (= *cis*-2-Butendisäure) mit Ethylenglykol (= 1,2-Ethandiol).

Der ausgehärtete Kunststoff ist sehr temperaturbeständig, erweist sich allerdings als empfindlich gegenüber von Natronlauge.

Bei der Herstellung des ungesättigten Polyesters entsteht u.a. ein flüssiges, brennbares Nebenprodukt A mit der molaren Masse $M = 142\text{g/mol}$. Bei der quantitativen Analyse verbrennen $0,923\text{g}$ der Verbindung A zu $1,716\text{g}$ Kohlenstoffdioxid und $0,351\text{g}$ Wasser.

b) Aufgabenstellung

- 1.1 Vergleichen Sie die pK_S -Werte der Maleinsäure mit dem pK_S -Wert der Butansäure und erklären Sie die Unterschiede.
- 1.2 Berechnen Sie den pH-Wert einer wässrigen Maleinsäure-Lösung, $c = 0,1\text{mol/l}$ (die zweite Protolysestufe kann vernachlässigt werden).
- 1.3 Zeichnen Sie einen charakteristischen Ausschnitt des ungesättigten Polyesters.
- 2.1 Erläutern Sie den Prozess des „Aushärtens“ und zeichnen Sie einen größeren Ausschnitt des entstehenden Duroplasten.
- 2.2 Erklären Sie die Temperaturbeständigkeit des Duroplasten bzw. dessen Empfindlichkeit gegenüber Natronlauge.
- 3.1 Berechnen Sie die Summenformel des Nebenproduktes A.
- 3.2 Schlagen Sie eine Strukturformel für Verbindung A vor und erläutern Sie dessen Bildung.

Angaben zur Klausur:

Atommassen: Wasserstoff: 1u
Kohlenstoff: 12u
Sauerstoff: 16u

Säurekonstanten: Maleinsäure: $\text{pK}_{\text{S}1} = 1,83$
 $\text{pK}_{\text{S}2} = 6,07$
Butansäure: $\text{pK}_\text{S} = 4,81$