

Abituraufgaben Benzol und Derivate

1978/II

1. Welche Experimentalbefunde (Isomerieverhältnisse betreffend) stützen die als Lösung des "Benzolproblems" von Kekule vorgeschlagene Beschreibung des Benzolmoleküls?
2. Legen Sie dar, worauf nach der heutigen Beschreibung der Bindungsverhältnisse die relative Stabilität des Benzols beruht. 8 BE
- 3.1 Wie lässt sich die Tatsache erklären, dass beim Benzol die elektrophile Substitution gegenüber der elektrophilen Addition bevorzugt ist? 6 BE
- 3.2 Versetzt man Benzol bei Anwesenheit von wasserfreiem Aluminiumchlorid mit Trichlormethan, so entsteht unter Entwicklung von Chlorwasserstoff ein Produkt mit der Molekülmasse 244 u.
Um welchen Stoff handelt es sich? (Name und Strukturformel)
Legen Sie anhand des Reaktionsmechanismus dar, in welcher Weise das Aluminiumchlorid am Ablauf der Reaktion beteiligt ist. 12 BE

1979/III/3

3. Meta-Nitrobrombenzol und ortho-Nitrobrombenzol sollen hergestellt werden. Für die Synthese stehen Benzol und alle notwendigen anorganischen Chemikalien zur Verfügung.
- 3.1 Geben Sie die notwendigen Reaktionsschritte mit Gleichungen und Reaktionsmechanismen an und begründen Sie die Reihenfolge der Syntheseschritte.
- 3.2 Den Substanzen Phenol und ortho-Nitrophenol sollen die pK_S -Werte 7,2 und 10,0 zugeordnet werden.
Begründen Sie kurz Ihre Entscheidung.

1983/III/2

2. Ausgehend von Benzol soll
 - a) 1-Brom-3-nitrobenzol,
 - b) ein Gemisch aus 1-Brom-2-nitrobenzol und 1-Brom-4-nitrobenzol synthetisiert werden.Beschreiben Sie die Synthesewege, und begründen Sie Ihre Aussagen unter Mitverwendung der wesentlichen Strukturformeln! 8BE
- 2.2 Stellen Sie die Reaktionsgleichungen zu den Syntheseschritten auf (kein Reaktionsmechanismus) 2BE

1983/III/4



- 4.1 Behandelt man p-Benzochinon mit Chlorwasserstoff, so erhält man Chlorhydrochinon.
Formulieren Sie mit Strukturformeln die einzelnen Reaktionsschritte, die vom p-Benzochinon zum Chlorhydrochinon führen!
(Auf die Reaktion zwischen 1, 3-Butadien und Chlorwasserstoff wird hingewiesen!)
- 4.2 Zu ammoniakalischer Silbernitrat-Lösung werden in getrennten Versuchen in der Kälte wässrige Lösungen von
 - a) Hydrochinon (1,4-Dihydroxybenzol) und

b) Resorcin (1,3-Dihydroxybenzol) gegeben.

Beschreiben und begründen Sie den jeweiligen Verlauf der Experimente unter Mitverwendung der Strukturformel bzw. Strukturformelgleichung! 4BE

- 4.3 Hydrochinon schmilzt bei 172°C, p-Benzochinon bei 116°C.
Erklären Sie den Unterschied im Schmelzpunkt! 4BE

1985/IV/1

- 1 o-Bromtoluol soll aus Benzol, Methan und Brom mit geeigneten Katalysatoren hergestellt werden.
Beschreiben Sie unter Verwendung von Gleichungen (kein Mechanismus) und Angabe der jeweiligen Reaktionsbedingungen einen möglichen Syntheseweg!
11BE

- 2 Etylbenzol wird in der Hitze bei Abwesenheit eines Katalysators mit Brom zur Reaktion gebracht.
Geben Sie die Strukturformeln der unter diesen Bedingungen entstehenden Monobromderivate an!
Begründen Sie unter Mitverwendung von Grenzformeln, welche dieser Verbindungen bevorzugt gebildet wird! 10BE

1986/III/4

- 4.) Toluol (Methylbenzol) wird bei unterschiedlichen Bedingungen mit Brom zur Reaktion gebracht:

- a) Brom wirkt bei starker Belichtung und unter Luftabschluß auf Toluol ein;
b) Brom wird im Dunkeln zu Toluol, dem etwas Aluminiumbromid zugesetzt ist, zugegeben.

- 4.1 Vergleichen Sie die Reaktionsabläufe bei a und b, und arbeiten Sie die Unterschiede in den Reaktionsmechanismen heraus!
Erstellen Sie dazu die entsprechenden Reaktionsgleichungen! 6

- 4.2 Erläutern Sie, weshalb bei Phenol die Bromierung leichter als bei Toluol gelingt!
Stellen Sie eine mögliche Reaktionsgleichung auf! 4

1987/IV/2

- 2 Zwei Mol Benzol bzw. drei Mol 1,3-Cyclohexadien bzw. sechs Mol Cyclohexen werden jeweils durch sechs Mol Wasserstoffgas zu Cyclohexan hydriert.
Dabei werden folgende Energiebeträge freigesetzt: 418 kJ; 719 kJ; 696 kJ.
Stellen Sie die drei Reaktionsgleichungen auf, und ordnen Sie den jeweiligen Reaktionen die angegebenen Energiebeträge zu!
Begründen Sie Ihre Entscheidung!

1988/II/2

- 2 Kennzeichnend für den aromatischen Charakter einer organischen Verbindung sind Substitutions- und nicht Additionsreaktionen.
- 2.1 Beschreiben Sie in allgemeiner Form den prinzipiellen Ablauf einer aromatischen Substitution, und fertigen Sie ein zugehöriges Energiediagramm an!
4
- 2.2 Erklären Sie die ungewöhnliche Stabilität aromatischer Systeme gegenüber Additionsversuchen! 2
- 2.3 Stellen Sie das Verhalten des aromatisch-aliphatischen Kohlenwasserstoffs Toluol gegenüber elementarem Brom einerseits bei kräftiger Belichtung und andererseits bei Zusatz von Eisenfeilspänen zum elementaren Brom mit je einer Strukturformelgleichung dar! 3
- 2.4 Geben Sie mit Strukturformeln die Reaktionsschritte der Halogenierung von Benzol mit Bromchlorid an!

Welche Beweisführung ist durch die Reaktion von Benzol mit dieser Interhalogenverbindung möglich?

1989/IV/1

- 1.1 Bei der vollständigen Hydrierung von 2 mol Benzol bzw. 3 mol 1,3-Butadien bzw. 6 mol 1-Buten benötigt man jeweils 6 mol Wasserstoff (H₂). Trotzdem unterscheiden sich die bei den Reaktionen jeweils freigesetzten Gesamtenergiebeträge voneinander:
Reaktionsenthalpie ΔH_R : -756 kJ, -708 kJ, - 417 kJ.
Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf, ordnen Sie den einzelnen Reaktionen die entsprechenden Reaktionsenthalpien zu, und begründen Sie Ihre Entscheidung! 8
- 1.2 Zu 1-Buten bzw. Benzol wird bei Zimmertemperatur etwas Brom gegeben. Beschreiben Sie die möglichen Beobachtungen, und stellen Sie gegebenenfalls die Reaktionsgleichung mit Strukturformeln auf (kein Mechanismus)! 3
Unter den gleichen Bedingungen wie in 1.2 wird Anilin (Aminobenzol) mit Brom versetzt. Erörtern Sie die Reaktion zwischen Brom und Anilin unter Mitverwendung des Reaktionsmechanismus bis zur Stufe des Monobromderivates! 8

1990/I/1

- 1 Gegeben sind die Stoffe Cyclohexan, Cyclohexen und Benzol.
- 1.1 Beschreiben Sie anhand des Orbitalmodells unter Mitverwendung einer Skizze die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül! 6
- 1.2 Die drei unter Nummer 1 genannten Stoffe sollen mit jeweils der gleichen Stoffmenge Brom zur Reaktion gebracht werden.
- 1.2.1 Geben Sie die Reaktionsbedingungen an, und stellen Sie die drei Reaktionsgleichungen mit Strukturformeln auf! 3
- 1.2.2 Formulieren Sie den Mechanismus der Reaktion zwischen Brom und Benzol bis zur Bildung des Monobrombenzols! 4

1991/I/3

- 3 Benzol, Phenol und Nitrobenzol lassen sich nitrieren. Dabei erfolgt die Nitrierung von Phenol rascher als die von Benzol, die Nitrierung von Nitrobenzol dagegen langsamer als die von Benzol.
- 3.1 Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus der Nitrierung von Benzol unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen! 7
Begründen Sie – unter Mitverwendung von Strukturformeln – die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der unter Nummer 3 genannten Nitrierungen, und erläutern Sie die dirigierende Wirkung der Ersts substituente bei der Nitrierung von Phenol und Nitrobenzol!

1992/I/4

- 4 Schüttelt man Bromwasser (bei Zimmertemperatur) mit Benzol und läßt die Emulsion anschließend stehen, dann trennen sich die beiden Phasen Wasser und Benzol wieder
Man beobachtet, daß Brom aus der wäßrigen in die organische Phase übergegangen ist, eine Entfärbung aber nicht stattgefunden hat. Gibt man zur benzolischen Bromlösung noch Cyclohexen, so verschwindet nach kurzem Schütteln die auf Brom zurückgehende Farbe.
- 4.1 Erklären Sie alle angeführten Beobachtungen! (Kein Reaktionsmechanismus!)

- 4.2 Um auch Benzol zur Reaktion zubringen, wird dem Brom-Benzol-Gemisch Eisen(III)-bromid zugesetzt.
Stellen Sie den Reaktionsmechanismus unter Mitverwendung von Strukturformeln dar! 8

1993/III/4

- 4 Die Xanthoproteinreaktion von Eiweißstoffen mit konzentrierter Salpetersäure tritt ein, wenn in diesen aromatische Aminosäuren, z. B. Tyrosin, gebunden sind. Hierbei erfolgt eine Nitrierung des aromatischen Ringsystems.
Stellen Sie den Mechanismus der Nitrierung von Phenol unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen bis zu den bevorzugten Monosubstitutionsprodukten dar! 9

1994/III/2

- 2 Ausgehend von Propan-1-ol und Benzol, soll in einer dreistufigen Synthese 2-Phenylpropan hergestellt werden. Im ersten Schritt wird der Alkohol unter Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure auf ca. 160 °C erhitzt.
Alle weiteren, für die beiden anderen Syntheseschritte benötigten Chemikalien stehen zur Verfügung.
Erläutern Sie den Ablauf der Syntheseschritte I und II unter Mitverwendung von Strukturformeln, und benennen Sie die Zwischenprodukte!
Schritt III der Synthese ist mit Angabe der notwendigen Reaktionsbedingung in einer Strukturformelgleichung darzustellen. 10

1995/III/1

- 1 Kekulé schlug 1865 für das Benzolmolekül eine heute nach ihm benannte Strukturformel vor, die Benzol als Cyclohexatrien beschrieb. Hätte das Benzol-Molekül jedoch diese Kekulé-Struktur, müßte bei der Totalhydrierung eine Enthalpie von ca. 360 kJ/mol frei werden. Tatsächlich mißt man aber eine Hydrierungsenthalpie von etwa 209 kJ/mol.
- 1.1 Erklären Sie den Unterschied zwischen erwartetem und gefundenem Wert der Hydrierungsenthalpie! 3
- 1.2 Sowohl Benzol als auch Phenol können nitriert werden.
- 1.2.1 Benennen und formulieren Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln den Mechanismus der Nitrierung von Benzol bis zum Nitrobenzol! 6
- 1.2.2 Während sich Phenol leicht zu Trinitrophenol nitrieren läßt, führt die Nitrierung von Benzol nur unter Extrembedingungen zu Trinitrobenzol.
Erklären Sie das unterschiedliche Reaktionsverhalten der beiden Edukte! 4

1996/III/2

- 2 Sowohl bei Alkenen als auch bei Benzol sind Substitutionen und Additionen möglich.
- 2.1 Bei der Reaktion von Propen mit Wasserstoffchlorid (Chlorwasserstoff) entsteht ausschließlich 2-Chlorpropan.
Erklären Sie diesen Befund anhand der Vorstellungen über den Ablauf dieser Addition! Strukturformeln möglicher Zwischenprodukte sind mitzuverwenden. 4
- 2.2 Die Reaktion von Wasserstoffbromid (Bromwasserstoff) an trans-2-Penten liefert ein Gemisch aus zwei sich in ihrer Konstitution unterscheidenden Additionsprodukten.
- 2.2.1 Formulieren Sie die Strukturformelgleichungen der beiden Reaktionen, und benennen Sie diese Produkte! 3
- 2.2.2 Erklären Sie diesen Befund aufgrund eines Vergleichs der Zwischenprodukte beider Reaktionen! Geben Sie dabei die Strukturformeln beider Zwischenprodukte an! 4

- 2.3 Die Chlorierung von Ethen bzw. Benzol bei Raumtemperatur läuft über analoge Zwischenprodukte ab, ist jedoch verschiedenen Reaktionstypen zuzuordnen.

Erklären Sie unter Mitverwendung von Energiediagrammen das unterschiedliche Verhalten der Zwischenprodukte bei beiden Reaktionen! 5

1996/III/2

- 2.3 Sowohl Benzol als auch die Benzolderivate Phenol (Hydroxybenzol) und Toluol (Methylbenzol) können mit Brom zur Reaktion gebracht werden. Legen Sie den Zusammenhang zwischen den Reaktionsbedingungen und den Mechanismen der Substitutionsreaktionen an diesen drei Verbindungen dar, und zeichnen Sie die Strukturformeln der Monobromierungsprodukte! 9

1997/III/2

- 2 Die Reaktion von Brom mit Methylbenzol kann je nach Reaktionsbedingungen zu verschiedenen Monobromderivaten führen.
- 2.1 Legen Sie den Zusammenhang zwischen den Reaktionsbedingungen und den entstehenden Produkten dar! 4
- 2.2 Beschreiben Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln die zugehörigen Reaktionsmechanismen! 8

2000/III/1

- 1 Die aromatischen Ringsysteme folgender Verbindungen sollen zu Monobromderivaten umgesetzt werden: Benzol (A), Anilin (B) und Aniliniumchlorid (C).
- 1.1 Erläutern Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln den Reaktionsmechanismus der Bromierung von Benzol! 4 BE
- 1.2 Vergleichen Sie die Reaktionsbedingungen für die Bromierung von A und B und begründen Sie unter Mitverwendung von Grenzformeln den Unterschied! 4 BE
- 1.3 Bei der Bromierung von Aniliniumchlorid entsteht als organisches Produkt fast ausschließlich 3-Bromaniliniumchlorid. Begründen Sie diesen Reaktionsverlauf unter Mitverwendung von Grenzformeln und vergleichen Sie die Geschwindigkeit dieser Reaktion mit den Geschwindigkeiten der Reaktionen von A und B! 6 BE
- 1.4 Toluol wird in der Seitenkette monobromiert. Vergleichen Sie die Geschwindigkeit dieser Reaktion mit der Monobromierung von Methan und begründen Sie Ihre Aussagen unter Mitverwendung von Grenzformeln! 4BE

2001/III/3

- 3 Die Synthese von Harzen aus Phenol und Methanal kann über 2- oder 4-Hydroxymethylphenol ($\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$) bzw. 2- oder 4-Hydroxymethylphenolat ablaufen. Diese Zwischenprodukte können aus Phenol und Methanal unter Säure- bzw. unter Basenkatalyse entstehen.
- 3.1 Erörtern Sie, weshalb hier sowohl Säuren als auch Basen als Katalysatoren dienen können! 4 BE
- 3.2 Formulieren Sie den Mechanismus der basenkatalysierten Bildung eines Hydroxymethylphenolats mit Strukturformelgleichungen! 5 BE
- 4 Die Synthese bestimmter Kunststoffe geht vom Styrol (Ethenylbenzol, Phenylethen) aus.
- 4.1 Beschreiben und skizzieren Sie die Molekülgeometrie des Styrols! Erläutern Sie, ausgehend vom Hybridisierungszustand der Kohlenstoffatome, auf der Grundlage des Orbitalmodells die Bindungsverhältnisse im Styrol-Molekül! 6 BE

- 4.2 Aus Styrol entsteht der Kunststoff Polystyrol, wenn ein Radikalbildner als Initiator zugesetzt wird.
- 4.2.1 Formulieren Sie die Radikalbildung und mit Strukturformeln den Kettenstart und das Kettenwachstum der Polyreaktion! 4 BE
- 4.2.2 Polystyrol, bei dessen Herstellung ein Radikalbildner eingesetzt wurde, weist einzelne Makromoleküle auf, die zwei Initiatorfragmente enthalten. Stellen Sie mit Strukturformeln einen Reaktionsabschnitt dar, der diesen Befund erklärt!
2 BE
- 4.3 Styrol ist auch einer der Ausgangsstoffe für die Herstellung bestimmter Elastomere. Beschreiben und erklären Sie das Verhalten eines Thermoplasten beim Erwärmen sowie die mechanischen Eigenschaften eines Elastomers!

2002/III/2

- 2 Nitrobenzol ist ein wichtiger Ausgangsstoff für die industrielle Gewinnung von Anilin.
- 2.1 Formulieren Sie unter Verwendung von Strukturformeln den Reaktionsmechanismus für die Nitrierung von Benzol! Erstellen Sie auch die Reaktionsgleichung für die Bildung des Elektrophils! 6 BE
- 2.2 C,H-Bindungen werden schneller gespalten als C,D-Bindungen (D = Deuterium; schwerer Wasserstoff). Begründen Sie, weshalb die Reaktionsgeschwindigkeiten der Nitrierung von Deuterobenzol C_6D_6 und Benzol C_6H_6 trotzdem gleich groß sind! 3 BE
- 2.3 Bei der Nitrierung von Phenol entstehen drei verschiedene organische Monosubstitutionsprodukte in sehr unterschiedlicher Menge. Begründen Sie unter Mitverwendung von Grenzformeln, warum eines der Produkte nur in sehr geringer, die beiden anderen dagegen in deutlich höherer Ausbeute entstehen! 6 BE

2003/I/2

- 2 Durch die Wahl der Reaktionsbedingungen können in der präparativen organischen Chemie bestimmte Reaktionswege begünstigt werden. Dies gilt z. B. auch für die Monobromierung von Ethylbenzol.
- 2.1 Legen Sie dar, unter welchen Bedingungen die Bromierung im Ring bzw. in der Seitenkette erfolgt!
Bei der Monobromierung der Seitenkette entsteht ein organisches Produkt bevorzugt. Formulieren Sie für dessen Bildung den Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln! 7 BE
- 2.2 Das unter Nr. 2.1 bei der Seitenkettenbromierung erhaltene organische Produkt kann man auch aus Ethenylbenzol (Styrol) herstellen. Stellen Sie den Mechanismus dieser Reaktion mit Strukturformeln dar und benennen Sie ihn! 4 BE
- 2.3 Begründen Sie unter Verwendung von Grenzstrukturformeln für die Teilaufgaben 2.1 und 2.2, warum von den jeweils zwei denkbaren Produkten eines bevorzugt entsteht! 8 BE

2004/I/2

- 2 Benzoesäure (Benzolcarbonsäure), ein häufig verwendetes Konservierungsmittel, wird technisch durch Oxidation von Toluol (Methylbenzol) hergestellt. Sie wird vor allem in gesäuerten Lebensmitteln wie Fischkonserven verwendet. Allerdings kann Benzoesäure auch allergische Reaktionen auslösen. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist ein ADI-Wert (Acceptable Daily Intake) von 0,5 festgelegt. Er gibt die Masse in

- Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht an, die ein Mensch täglich mit der Nahrung aufnehmen kann, ohne gesundheitliche Schäden davonzutragen.
- 2.1 In einer Fischkonserve soll der Gehalt an Benzoesäure bestimmt werden. Dazu wird aus 1 kg Fisch die Benzoesäure mit 100 ml Toluol vollständig extrahiert. Anschließend wird der Extrakt mit 100 ml Wasser intensiv geschüttelt. Dabei stellt sich zwischen Toluol und Wasser ein Verteilungsgleichgewicht der Benzoesäure ein. Anschließend befindet sich im Toluol 7,5-mal mehr Benzoesäure als im Wasser. Die wässrige Phase wird abgetrennt und mit Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 0,05 \text{ mol/l}$ titriert. Bis zum Äquivalenzpunkt werden 5,8 ml Natronlauge verbraucht. Berechnen Sie die in der Probe enthaltene Masse an Benzoesäure und beurteilen Sie, ob 100 g der Fischkonserve für einen 70 kg schweren Menschen den Vorgaben der WHO entsprechen! 7 BE
 - 2.2 Formulieren Sie die Redoxgleichung für die Darstellung von Benzoesäure aus Toluol und Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung! 3 BE
 - 2.3 Ein Begleitstoff von Toluol im Erdöl ist Phenylpropen (Propenylbenzol). Es können drei konstitutionsisomere Moleküle von Phenylpropen formuliert werden. Bei der Reaktion mit Wasserstoffbromid liefert eines der Isomeren überwiegend 2-Brom-1-phenylpropan. Leiten Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln her, für welches der drei Isomeren diese Aussage zutrifft und welche Isomere auszuschließen sind! 7 BE

2004/III/1

- 1 Cyclohexen, Cyclohexa-1,3-dien und Benzol werden jeweils zu Cyclohexan hydriert. Die freigesetzte Hydrierungsenthalpie pro Mol Wasserstoff beträgt für Cyclohexen 120 kJ, für Cyclohexa-1,3-dien 115 kJ und für Benzol 68,7 kJ.
 - 1.1 Formulieren Sie für die drei Hydrierungen zu Cyclohexan die Strukturformelgleichungen und geben Sie jeweils den Energieumsatz pro Mol Kohlenwasserstoff an! 3 BE
 - 1.2 Vergleichen Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln bzw. Grenzstrukturformeln die Mechanismen der Bromierung von Cyclohexen und der Bromierung von Benzol! Erörtern Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Mechanismen! 12 BE

2006/III/3

- 3 Jährlich werden weltweit über 5 Mio. Tonnen Toluol (Methylbenzol) industriell hergestellt. Es wird unter anderem als Lösungsmittel für Fette, Farben und Lacke benutzt, und dient als Ausgangsstoff für verschiedene großtechnische Synthesen. Im Gegensatz zu Benzol, das krebserregend wirkt, wird Toluol als mindergiftig eingestuft, da es vom Körper sehr schnell in einen Stoff umgewandelt wird, der über die Niere ausgeschieden werden kann.
 - 3.1 Die Umwandlung von Toluol erfolgt im Körper durch die Oxidation der Methylgruppe unter Bildung von Benzylalkohol (Phenylmethanol). Diese Substanz wird weiter zu Benzoesäure (Benzolcarbonsäure) oxidiert, wobei NAD^+ als Oxidationsmittel fungiert. Benzoesäure reagiert in einer Kondensationsreaktion mit der Aminogruppe von Glycin (2-Aminoethansäure) zur Hippursäure, die über die Niere ausgeschieden werden kann.
 - 3.1.1 Formulieren Sie Strukturformelgleichungen für die angegebene Redoxreaktion des Benzylalkohols zur Benzoesäure und die anschließende Kondensationsreaktion! Für Cofaktoren ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 6 BE

- 3.1.2 Erläutern Sie, weshalb für die Ausscheidung über den Harn die Umwandlung von Toluol in Hippursäure von Vorteil ist! 2 BE
- 3.2 Aus Toluol kann unter geeigneten Bedingungen 2-Chlortoluol hergestellt werden. Diese Substanz stellt ein Zwischenprodukt der Synthese von Pflanzenschutzmitteln auf Basis chlorierter aromatischer Verbindungen dar.
- 3.2.1 Stellen Sie den Mechanismus der Synthese von 2-Chlortoluol aus Toluol unter Verwendung von Strukturformeln dar! 5 BE
- 3.2.2 Legen Sie dar, unter welchen Bedingungen eine Monochlorierung der Seitenkette gegenüber der Chlorierung des Ringes bevorzugt abläuft, und vergleichen Sie die Geschwindigkeit dieser Reaktion mit derjenigen der Monochlorierung von Methan! 5 BE

2008/C1

- 3.2 Ein Monomer, aus dem ein Polyamid hergestellt werden kann, ist p-Aminobenzoessäure (4-Aminobenzolcarbonsäure). p-Aminobenzoessäure kann in einer elektrophilen aromatischen Substitution mit Brom reagieren. Erläutern Sie unter Verwendung von Grenzstrukturformeln, an welcher Stelle bevorzugt ein Wasserstoffatom durch ein Bromatom substituiert wird! [7 BE]

2009/B1

- 1 Das Aroma von Erdbeeren resultiert aus dem Zusammenwirken einer Vielzahl von Inhaltsstoffen. Eine wesentliche Komponente stellt Methylantranilat dar.



Abb. 1: Strukturformel des Methylantranilats

- 1.1 Methylantranilat kann synthetisch aus Anthranilsäure (2-Aminobenzoessäure) gewonnen werden.
- 1.1.1 Ein Plan zur Synthese von Anthranilsäure sieht die Nitrierung von Benzoessäure zu 2-Nitrobenzoessäure und die anschließende Reduktion des Produktes vor. Formulieren Sie den Mechanismus der Nitrierung von Benzoessäure und erläutern Sie unter Verwendung von Grenzstrukturen, ob die beschriebene Vorgehensweise zur Anthranilsäure führt! [8 BE]
- 1.1.2 Anthranilsäure wird in einer Gleichgewichtsreaktion weiter zu Methylantranilat umgesetzt. Geben Sie die Reaktionsgleichung an und beschreiben Sie zwei Möglichkeiten, die Ausbeute des Produkts zu erhöhen! Begründen Sie Ihre Aussage! Die Ausbeute sei definiert als der Anteil umgesetzter Anthranilsäure. 4 BE

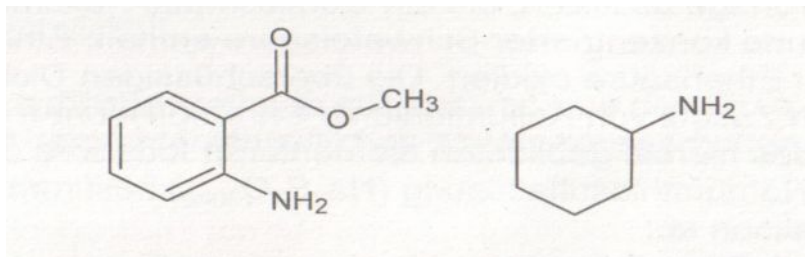
2009/B2

- 1 Bei der Verkokung von Steinkohle fällt als Nebenprodukt Steinkohlenteer

an. Dieses Stoffgemisch stellte früher eine wichtige Grundlage für die Entwicklung von synthetischen Farbstoffen und von Kunststoffen dar, da aus ihm zahlreiche Aromaten isoliert werden können. So enthält Steinkohlenteer unter anderem Anilin, Phenol, Ethylbenzol und Styrol (Ethenylbenzol, Phenylethen).

- 1.2 Styrol und Ethylbenzol können jeweils mit Brom zu halogenierten Kohlenwasserstoffen reagieren. Für die folgenden Überlegungen sollen die Edukte im Stoffmengenverhältnis 1:1 reagieren.
- 1.2.1 Nennen Sie drei verschiedene Mechanismen, nach denen diese Reaktionen ablaufen können, und geben Sie, soweit erforderlich, die entsprechenden Reaktionsbedingungen an! Formulieren Sie ausgehend von Styrol oder Ethylbenzol für jeden der drei genannten Mechanismen eine Strukturformelgleichung!
Die Mechanismen müssen nicht ausformuliert werden. [8BE]
- 1.2.2 Bei den Reaktionen des Ethylbenzols können jeweils konstitutionsisomere Verbindungen entstehen.
Geben Sie die Strukturformeln dieser Isomere an und erläutern Sie, welche Produkte jeweils bevorzugt gebildet werden! [8 BE]

2010 B1



Strukturformeln von Methylantranilat (links) und Cyclohexylamin (rechts)

- 1.3.2 Bei der Bromierung von Methylantranilat entstehen unter anderem folgende Monobromierungsprodukte:

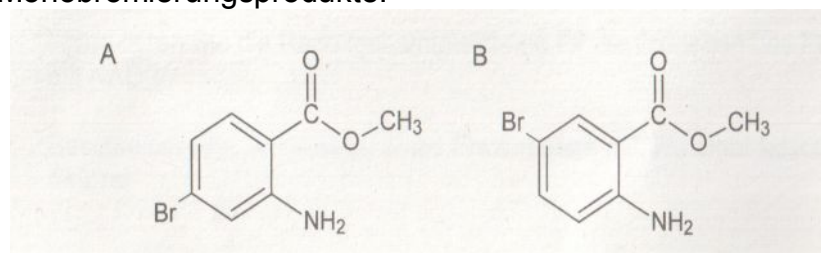


Abb. 2: Strukturformeln zweier Monobromierungsprodukte von Methylantranilat

Begründen Sie mithilfe mesomerer Grenzstrukturen der jeweiligen Zwischenstufen, welcher der beiden Stoffe bevorzugt gebildet wird! [7 BE]