

		aromatische Kohlenwasserstoffe	
Jahrgang	Nr.	Aufgabe	Pkt
Index 1985/IV	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	11
	2	Etyhlbenzol 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!	10
1986/II	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 zuge-setzt 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	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!	9
1988/I	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	
1989/IV	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 (H ₂). Trotzdem unterscheiden sich die bei den Reaktionen jeweils freigesetzten Gesamtenergiebeträge voneinander: Reaktionsenthalpie HR : -756 kJ, -708 kJ, -417 kJ. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf, ordnen Sie den einzelnen Reaktionen die entsprechenden Reaktionsenthalphien 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
	1.3	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
	1.3	Der pK _B -Wert des aromatischen Amins Anilin beträgt 9,4, der für das aliphatische Amin Methylamin (CH ₃ NH ₂) 3,4. Leiten Sie aus den Molekülstrukturen den Unterschied in der Basiszität der beiden Verbindungen ab!	4
1990/I	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	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 Reaktionsmechnismus der Nitrierung von Benzol unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen!	7

	3.2	Begründen Sie – unter Mitverwendung von Strukturformeln – die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der unter Nummer 3 genannten Nitrierungen, und erläutern Sie die dirigierende Wirkung der Erstsубstituenten bei der Nitrierung von Phenol und Nitrobenzol!	9
1992/I	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!)	5
	4.2	Um auch Benzol zur Reaktion zu bringen, wird dem Brom-Benzol-Gemisch Eisen(III)-bromid zugesetzt. Stellen Sie den Reaktionsmechanismus unter Mitverwendung von Strukturformeln dar!	8
1993/III	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/II		Anilin (Aminobenzol), ein wichtiger Grundstoff der Farbstoffchemie, kann aus Benzol über Nitrobenzol hergestellt werden.	
	4.1	Beschreiben Sie die Durchführung der Nitrierung von Benzol, und erläutern Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln den Mechanismus dieser Reaktion!	7
	4.2	Erklären Sie unter Mitverwendung einer Gleichung, warum sich Anilin in Salzsäure besser löst als in Wasser!	3
1995/II	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
	1.2.3	Phenol und 2,4,6-Trinitrophenol unterscheiden sich erheblich in der Säurestärke. Ordnen Sie die pKs-Werte 0,22 und 9,98 den Verbindungen zu, und begründen Sie die Zuordnung!	4
1996/II	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	Ethin gewinnt man in großem Maßstab aus Methan im elektrischen Licht-bogen; dabei entsteht neben Ethin auch Wasserstoff. Ethin kann als Ausgangsstoff für eine Synthese des Benzols dienen.	
	2.1	Stellen Sie die Strukturformelgleichungen für die beiden Synthesen auf!	2
	2.2	Beschreiben Sie a) die Molekülgeometrie des Ethins bzw. Benzols sowie b) auf der Grundlage des Orbitalmodells die Bindungsverhältnisse in beiden Molekülen!	8
	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/II	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/II	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
	1.2	Vergleichen Sie die Reaktionsbedingungen für die Bromierung von A und B und begründen Sie unter Mitverwendung von Grenzformeln den Unterschied!	4
	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	6
	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!	4
2001/III	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-Hydroxy-methylphenolat 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
	3.2	Formulieren Sie den Mechanismus der basenkatalysierten Bildung eines Hydroxymethylphenolats mit Strukturformelgleichungen!	5
2002/III	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
	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

	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
2003/I	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
	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
	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
2004/I	2.2	Formulieren Sie die Redoxgleichung für die Darstellung von Benzoesäure aus Toluol und Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung!	3
2004/III	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
	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