

## Beispielaufgabe für das Zentralabitur 2008

### Substitution an Aromaten

Folgende Experimente wurden in einem Labor durchgeführt :

Experiment 1:

In einem Becherglas werden 20 ml Benzol mit einer Spatelspitze Aluminiumchlorid (wasserfrei) versetzt und tropfenweise Adipinsäuredichlorid (1,6-Hexandisäuredichlorid) zugegeben. In den Gasraum wird ein in konz. Ammoniakwasser getauchter Holzspan eingeführt. Es ist die Bildung von weißem Rauch zu beobachten.

Experiment 2:

5 ml Benzol werden mit einer Spatelspitze Eisen-III-chlorid versetzt und in kleinen Portionen werden 0,5 ml Tetrachlormethan unter Schütteln zugegeben. Der Gasraum wird wieder mit einem in konz. Ammoniakwasser getauchten Holzspan geprüft. Es ist die Bildung von weißem Rauch zu beobachten.

### Aufgaben

- a) Erläutern Sie die Beobachtungen und formulieren Sie dabei den Reaktionsmechanismus für beide Experimente.
- b) Zur Synthese von Monoalkylbenzolen geht man gewöhnlich den Umweg über die Acylierung mit anschließender Reduktion des Acylderivates statt der direkten Umsetzung mit dem Alkylhalogenid.  
Begründen Sie dies, indem Sie ausgehend von den Produkten der Versuche die Wahrscheinlichkeit für die Einführung eines Zweitsubstituenten bei den Reaktionen berücksichtigen.

Hilfsmittel : Periodensystem der Elemente

## Erwartete Schülerleistung und Bewertungskriterien

Teil-aufg.	Erwartete Leistungen	Anforderungsbereich			Lehrplanbezug
		I	II	III	
a)	In beiden Fällen Bildung eines weißen Rauches	2	--	--	Bereich 5
	Identifikation als Ammoniumchlorid → HCl-Entwicklung	--	2	--	Sachgebiet 1 : Benzol
	Erkennen und Benennen des Reaktionsmechanismus S <sub>E</sub> an Aromaten mit einer Lewis-Säure als Katalysator	1	2	--	
	Formulierung der Reaktionen im Detail:				
	Formeln der Ausgangsstoffe	2	2	--	
	Bildung der π – Komplexe	1	2	--	
	Bildung der σ – Komplexe	1	2	--	
	Lewis-Säuren - Katalysatorwirkung	1	1	--	
	Formulierung der Endprodukte	--	2	--	
	Mögliche Weiterreaktionen :				
Vernetzung mit 2 bzw. 2-4 weiteren	--	2	1		
b)	Acylierung: Zuordnung zum 1. Versuch	--	1	--	
	Carbonylgruppe als Substituent 2. Ordnung	1	1	--	
	Benennen und Erläuterung des - I – Effektes	2	1	--	
	Benennen und Erläuterung des –M-Effektes	2	3	--	
	Dirigiert in m-Stellung	1	--	--	
	Alkylierung: Zuordnung zum 2. Versuch	--	1	--	
	Alkylgruppe als Substituent 1. Ordnung	1	1	--	
	Benennen und Erläuterung des +I-Effektes	2	1	--	
	Dirigiert in o- und p-Stellung	2	--	--	
	Daraus Ableitung der Begründung für die Wahl des Umwegs über die Acylierung bei der Darstellung von Monoalkylbenzolen:				
	Herabgesetzte Reaktionsfähigkeit des Benzolrings für Zweitsubstitutionen bei Acylierung → wenig Nebenprodukte	--	--	2	
	Erhöhte Reaktionsfähigkeit des Benzolrings für Zweisubstitutionen bei Alkylierung → mehr Nebenprodukte.	--	1	--	
	Summe : 50	19	26	5	
Prozente : 100 %	38%	52%	10%		

Bewertungskriterien :

Siehe Bewertungsschlüssel in den Fachanforderungen Chemie