



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2006

CHEMIE (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Der Prüfling wählt je ein Thema aus den Gebieten **G** (Grundlagen) und **V** (Vertiefung) zur Bearbeitung aus.

Die zwei zur Bewertung vorgesehenen Themen sind vom Prüfling anzukreuzen.

Thema G 1:	Quantitative Untersuchungen	<input type="checkbox"/>
Thema G 2:	Bekannte Natriumverbindungen	<input type="checkbox"/>
Thema V 1:	Die Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe	<input type="checkbox"/>
Thema V 2:	Ester	<input type="checkbox"/>
Thema V 3:	Synthese- und Reaktionswege	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:.....

Thema G 1: Quantitative Untersuchungen

Das Prinzip der Maßanalyse besteht darin, dass zu einem bekannten Volumen einer Lösung des zu bestimmenden Stoffes gerade so viel einer Lösung bekannter Konzentration zugesetzt wird, wie zur vollständigen und möglichst rasch verlaufenden Reaktion erforderlich ist. Der Äquivalenzpunkt ist der Endpunkt der Reaktion. Dieser muss deutlich erkennbar sein. Er kann mithilfe eines Indikators oder durch elektrochemische Methoden sichtbar gemacht werden.

- 1 Während der Titration von Chlorwasserstoffsäure bzw. Ethansäure unbekannter Konzentration mit Natriumhydroxid-Lösung der Konzentration $c = 0,01 \text{ mol/L}$ wurden die pH-Werte gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle G 1.1 „Titrations“ dargestellt.

Zeichnen Sie zwei Titrationskurven.

Vergleichen Sie den Verlauf der beiden Grafen.

Tragen Sie in die entsprechende Kurve den pK_S -Wert der Ethansäure ein und interpretieren Sie die Lage dieses Punktes.

zugegebenes Volumen Natriumhydroxid-Lösung in mL	pH-Wert	
	Chlorwasserstoffsäure	Ethansäure
0	2	3,4
1		4,0
2	2,1	4,3
4	2,2	4,6
6	2,4	4,9
8	2,4	5,4
9	3	5,9
9,9	4	7,5
10	7	8,4
10,1	10	10
11	11	11
12	11,3	11,3
20	12	12

Tab. G 1.1: Titrations

Geben Sie die Reaktionsart an und erläutern Sie an einer der beiden Reaktionen deren Wesen.

2 Experiment

Bestimmen Sie die Stoffmengenkonzentration der gegebenen Schwefelsäure ($V = 10 \text{ mL}$) mithilfe einer Natriumhydroxid-Lösung der Konzentration $c = 0,1 \text{ mol/L}$ durch einmalige Titration. Wählen Sie einen geeigneten Indikator aus.

- 3 Setzen Sie sich begründet mit folgender Aussage auseinander: „Am Äquivalenzpunkt einer Neutralisationstiteration liegt der pH-Wert der Lösung immer bei $\text{pH} = 7$.“

- 4 Bei der kalorimetrischen Bestimmung der Neutralisationsenthalpie der Reaktion von jeweils 40 mL Natriumhydroxid-Lösung der Konzentration $c = 1 \text{ mol/L}$ und Chlorwasserstoffsäure der gleichen Konzentration wurde eine Temperaturdifferenz von $\Delta T = 6,7 \text{ K}$ gemessen.

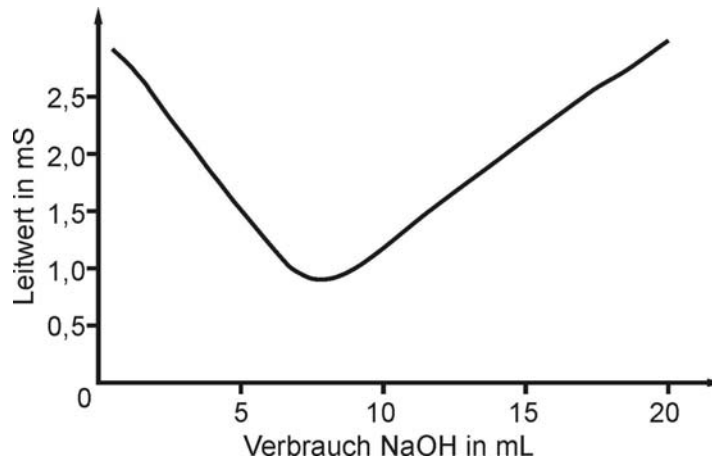
Berechnen Sie aus diesen Angaben die molare Neutralisationsenthalpie dieser Reaktion.

- 5 Ein weiteres quantitatives Analyseverfahren ist die konduktometrische Titration. Dabei wird der Leitwert einer Lösung als Funktion vom Volumen zugegebener Maßlösung bestimmt. Der Leitwert ist ein Maß für die elektrische Leitfähigkeit der Lösung. Er ist umso größer, je größer die Ionenbeweglichkeit ist. In der folgenden Tabelle sind einige Ionenbeweglichkeiten dargestellt.

Ionen	H_3O^+	OH^-	Na^+	Cl^-
Ionenbeweglichkeit in $\text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$	$36,2 \cdot 10^{-4}$	$20,5 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$

Der Äquivalenzpunkt wird grafisch bestimmt. Er wird als Schnittpunkt der Extrapolation der Kurvenäste ermittelt.

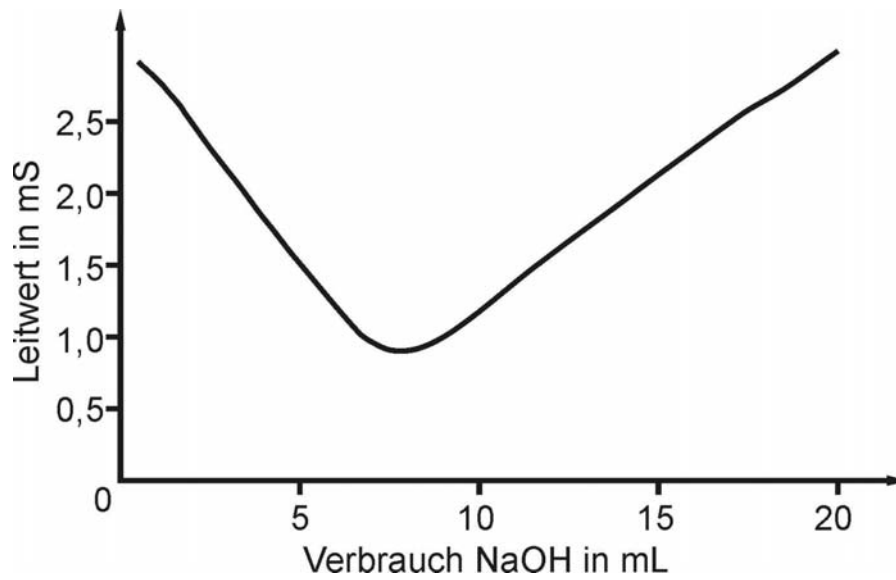
Die Auswertung einer konduktometrischen Titration von 100 mL Chlorwasserstoffsäure mit Natriumhydroxid-Lösung der Konzentration $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ergab den folgenden Grafen:



Entnehmen Sie die Abbildung der folgenden Seite 4) und bestimmen Sie grafisch den Äquivalenzpunkt. Interpretieren Sie den Kurvenverlauf.

- 6 Technisches Bariumperoxid (BaO_2) ist häufig verunreinigt. Der Bariumperoxidgehalt kann manganometrisch bestimmt werden. Dazu werden 523 mg des technischen Produktes vollständig mit verdünnter Schwefelsäure umgesetzt. Das dabei gebildete Wasserstoffperoxid wird mit Permanganat-Lösung titriert. Bis zum Äquivalenzpunkt wird ein Volumen $V = 34,5 \text{ mL}$ Permanganat-Lösung der Konzentration $c = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ verbraucht.

Entwickeln Sie chemische Gleichungen für die beschriebenen Reaktionen. Berechnen Sie den Bariumperoxidgehalt im technischen Produkt. Gehen Sie dabei von folgender Beziehung aus: $2 \cdot n(\text{BaO}_2) = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^-)$.

Abbildung zur Äquivalenzpunktbestimmung:

Thema G 2: Bekannte Natriumverbindungen

Natriumchlorid, das weiße Gold der Erde, begleitet den Menschen schon über Jahrtausende. Um 1800 dienten ca. 90 % der Salzproduktion der menschlichen Ernährung. Heute werden dafür weniger als 10 % verbraucht, denn das Natriumchlorid ist mit der Entwicklung geeigneter Gewinnungsverfahren und der Sodaherstellung zum industriellen Rohstoff geworden.

- 1 Verschiedene experimentelle Untersuchungen des Stoffes Natriumchlorid führten zu folgenden Beobachtungen.
B 1: Der feste Stoff leitet den elektrischen Strom nicht, die Schmelze dagegen ist elektrisch leitfähig.
B 2: Die Schmelztemperatur beträgt $\vartheta = 800 \text{ °C}$.
B 3: Die wässrige Lösung hat bei $\vartheta = 22 \text{ °C}$ den pH-Wert 7.
B 4: Wird Natriumchlorid in Wasser gelöst, so sinkt die Temperatur der Lösung.

Werten Sie die Beobachtungen aus. Beziehen Sie Aussagen zum Bau von Natriumchlorid ein.

- 2 Entscheiden Sie begründet, ob gleichkonzentrierte Lösungen von Natriumhydroxid, Natriumcarbonat und Natriumhydrogencarbonat mithilfe einer pH-Messung unterschieden werden können.
Berechnen Sie dazu auch entsprechende pH-Werte.

- 3 Für korrespondierende Säure-Base-Paare gilt: $K_S \cdot K_B = K_W$.
Geben Sie den Zusammenhang zwischen Säure- und Basestärke korrespondierender Paare an. Leiten Sie diesen Zusammenhang am Beispiel des Paares Hydrogencarbonat-Ion/Carbonat-Ion her.

- 4 Eine Natriumhydrogencarbonat-Lösung wird mit einer Natriumhydroxid-Lösung versetzt.

Erläutern Sie an diesem Beispiel das Wesen einer Protolyse.

- 5 Natronlauge wirkt stark ätzend, löst Seifenablagerungen und zersetzt Haare. Festes „Rohrfrei“ enthält etwa 50 % Natriumhydroxid und als Zusätze Aluminium und Natriumnitrat. Bei Zugabe von Wasser entsteht konzentrierte Natronlauge, durch die auch die Oxidschicht des Aluminiums gelöst wird. Infolgedessen kann Aluminium mit Wasser reagieren (Reaktion 1). Der dabei entstehende Wasserstoff setzt sich teilweise mit Natriumnitrat um, wobei Ammoniak und Natronlauge gebildet werden (Reaktion 2). Die Gasentwicklung trägt zur Durchmischung der Lösung bei und signalisiert dem Anwender die „Aktivität“ des Mittels.

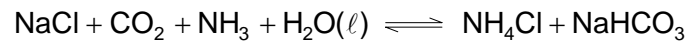
Formulieren Sie chemische Gleichungen für die Reaktionen 1 und 2.

Erläutern Sie am Beispiel einer der beiden Reaktionen das Wesen der vorliegenden Reaktionsart.

Berechnen Sie die Temperaturveränderung, die sich durch das Lösen von Natriumhydroxid im „Rohrfrei“-Mittel ergibt, wenn nach Anwendungsvorschrift 30 g des Mittels mit 200 mL Wasser versetzt werden.

Hinweis: Beim Lösen von einem Mol Natriumhydroxid werden 43 kJ in Form von Wärme frei.

- 6 Natriumcarbonat (Soda) wird in der Seifen-, Farben-, Textil-, Papier- und Glasindustrie verwendet. Ein Verfahrensschritt der Sodaherstellung kann durch folgende chemische Gleichung beschrieben werden.



Berechnen Sie die freie molare Reaktionsenthalpie für die Reaktion entsprechend der gegebenen Gleichung für $\vartheta_1 = 50 \text{ °C}$ und $\vartheta_2 = 150 \text{ °C}$.

Die freie molare Reaktionsenthalpie ändert sich linear in Abhängigkeit von der Temperatur. So können aus einer entsprechenden grafischen Darstellung unter Nutzung der Ergebnisse der Berechnung Schlussfolgerungen über den Verlauf der Reaktion gezogen werden.

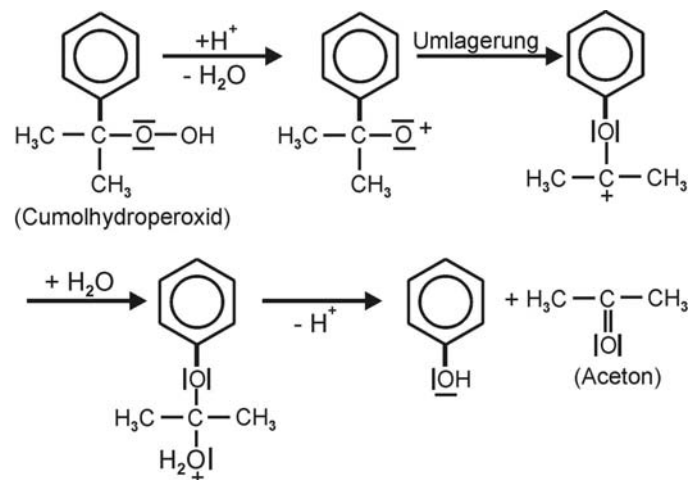
Erstellen Sie eine geeignete grafische Darstellung und leiten Sie drei Folgerungen zum Verlauf der Reaktion ab.

Thema V 1: Die Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe

- Vergleichen Sie die chemischen Bindungen in den Molekülen von Hexan-1-ol und Hydroxybenzol (Phenol).
- Begründen Sie folgende Sachverhalte:
 - Die Wasserlöslichkeit von Hexan-1-ol ist schlechter als die von Ethanol.
 - Phenol ist in verdünnter Natriumhydroxid-Lösung besser löslich als in Wasser.
 - Hexan-1-ol lässt sich zu Hexanal oxidieren. Die Oxidation von Phenol kann nicht zu einem Aldehyd führen.
- Phenol lässt sich nach dem Cumol-Verfahren herstellen. Als Nebenprodukt fällt Aceton an.



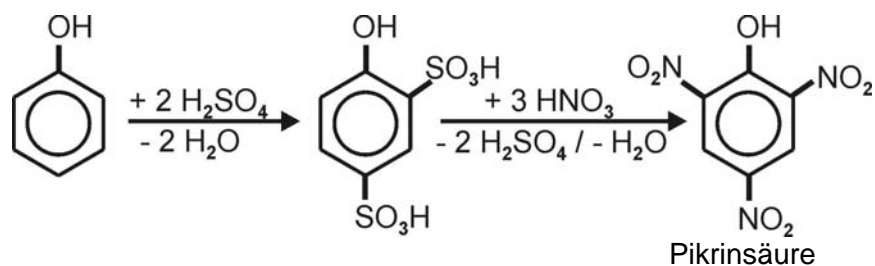
Der Mechanismus der Reaktion des Cumolhydroperoxids zum Phenol kann vereinfacht in folgenden Teilschritten dargestellt werden:



Beschreiben Sie diesen Mechanismus.

- Im Jahre 1885 wurde die aus Phenol hergestellte Pikrinsäure als Sprengstoff zur Granat- und Minenfüllung eingeführt. Besonders im Burenkrieg (1899-1902) und im 1. Weltkrieg wurde Pikrinsäure in so genannten „Brisanzgranaten“ verwendet. Diese waren wenig stoßempfindlich, hatten aber den Nachteil, dass die Säure das Metall des Geschossmantels im Laufe der Zeit angriff, wobei sich hochexplosive und nicht berechenbare Metallpikrate bildeten. Aus diesem Grunde wurde Pikrinsäure zunehmend durch Trinitrotoluol (TNT) ersetzt.

Das folgende Schema beschreibt die Synthese von Pikrinsäure aus Phenol:



Benennen Sie den Reaktionsmechanismus und erklären Sie die beschriebene Säureeigenschaft der Pikrinsäure, die wesentlich stärker ausgeprägt ist als beim Phenol.

Thema V 2: Ester

Ester aus kurzkettigen Alkansäuren und Alkanolen sind leicht flüchtig und haben oft einen typischen, angenehm fruchtartigen und aromatischen Geruch. Sie finden deshalb als Duft- und Aromastoffe Verwendung. Ethansäureethylester wird als Lösungsmittel eingesetzt.

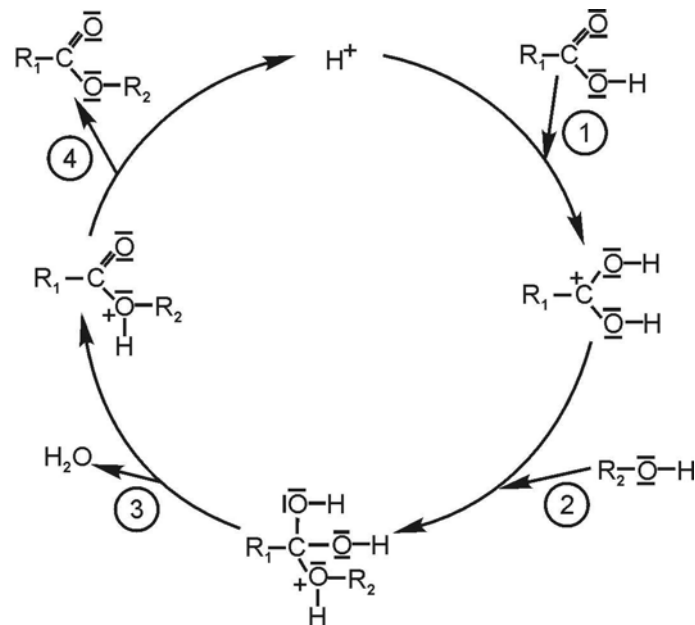


Abb. V 2.1: Esterbildung

- Beschreiben Sie die vier Teilschritte des in der Abbildung V 2.1 „Esterbildung“ dargestellten Mechanismus.
- Ester können durch Zusatz von Säuren oder Basen hydrolysiert werden. Die Teilschritte der alkalischen Hydrolyse lassen sich folgendermaßen darstellen:

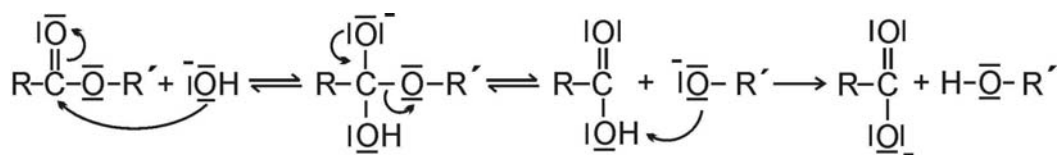
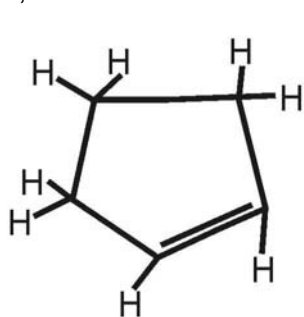


Abb. V 2.2: Alkalische Esterhydrolyse

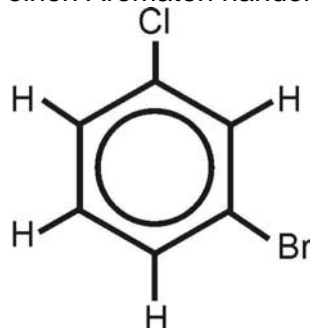
- Entwickeln Sie mithilfe der Abbildungen V 2.1 „Esterbildung“ und V 2.2 „Alkalische Esterhydrolyse“ die chemischen Gleichungen für die Teilschritte der sauren und der alkalischen Hydrolyse von Ethansäureethylester.
Stellen Sie die Funktion der Protonen und der Hydroxid-Ionen bei den entsprechenden Esterspaltungen gegenüber.
- Begründen Sie, dass bei der Estersynthese die Esterausbeute durch das Entfernen eines der beiden Produkte erhöht werden kann.

Thema V 3: Synthese- und Reaktionswege

- 1 Benennen Sie die dargestellten Stoffe a) und b).
Geben Sie an, bei welchem Stoff es sich um einen Aromaten handelt.



a)



b)

- 2 Formulieren Sie die Bruttoreaktionsgleichung für die Reaktion von Brom mit Benzol.

Stellen Sie mithilfe der chemischen Zeichensprache den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Beispiel der Benzolbromierung in Anwesenheit von Eisen dar.

Übertragen Sie diesen Mechanismus auf das Schema der Abbildung V 3.1 „Systematisierung von Reaktionsmechanismen“.

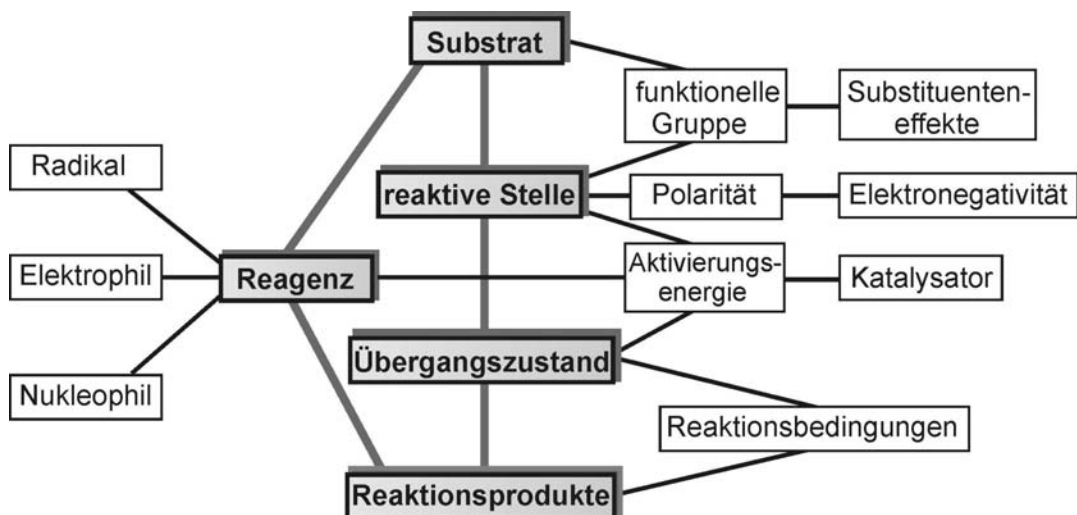


Abb. V 3.1: Systematisierung von Reaktionsmechanismen

- 3 Entscheiden Sie begründet, welche Produkte bei der Reaktion von Benzol mit
- der Interhalogenverbindung BrCl bzw.
 - dem Halogenalkan CH_3Br entstehen.