



# SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2007

### CHEMIE (Grundkursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 210 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.

<b>Thema G 1:</b>	Schwefelwasserstoff	
<b>Thema G 2:</b>	Struktur und Reaktivität organischer Verbindungen	
<b>Thema V 1:</b>	Metalle und Metallverbindungen	
<b>Thema V 2:</b>	Aluminiumchlorid	
<b>Thema V 3:</b>	Iod in der Analytik	

Unterschrift des Prüflings:.....

**Thema G 1: Schwefelwasserstoff**

- 1 Schwefelwasserstoff ist die technisch wichtigste Wasserstoffverbindung des Schwefels. Bereits 1777 wurde Schwefelwasserstoff durch SCHEELE bei der Umsetzung von Metallsulfiden, wie z. B. Eisen(II)-sulfid, mit einer anorganischen Säure dargestellt. BERTHOLLET beschrieb 1796 Schwefelwasserstoff als sauerstofffreie Säure. Einige Reaktionen des Schwefelwasserstoffs können wie folgt beschrieben werden:
- Bei mangelnder Luftzufuhr verbrennt er zu Schwefel und Wasser.
  - Mit Metallen bildet er u. a. die entsprechenden Metallsulfide.
  - Mit konzentrierter Schwefelsäure reagiert er u. a. zu Schwefel und Schwefeldioxid.
- 1.1 Geben Sie die Strukturformel für Schwefelwasserstoff unter Angabe aller bindenden und nichtbindenden Elektronenpaare an.  
Erläutern Sie die vorherrschende Bindungsart.  
Formulieren Sie für die beschriebenen Reaktionen a) bis c) Reaktionsgleichungen.  
Erläutern Sie an einem der Beispiele das Wesen einer Redoxreaktion.
- 1.2 Erläutern Sie die Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED am Beispiel der Reaktion von Schwefelwasserstoff mit Wasser.  
Schätzen Sie die Lage des formulierten Gleichgewichtes begründet ab.
- 2 In der Technik wird Schwefelwasserstoff aus Erdgas, Erdöl, Synthesegas, Koksofengas und anderen Gasen durch chemische oder physikalische Absorption gewonnen und nach dem CLAUS-Verfahren unmittelbar weiter zu Schwefel höchsten Reinheitsgrades verarbeitet. Dabei erfolgt in einem ersten Schritt die Verbrennung des gewonnenen Schwefelwasserstoffs zu Schwefeldioxid, welches in einer weiterführenden Reaktion mit dem restlichen Schwefelwasserstoff umgesetzt wird. Der so gewonnene Reinstschwefel ist Ausgangsstoff für die Erzeugung von Schwefelsäure, einer wichtigen Grundchemikalie. Dazu wird der Reinstschwefel zunächst zu Schwefeldioxid verbrannt. Dieses wird im Doppelkontaktverfahren exotherm bei einer Temperatur von  $\vartheta = 450 \text{ °C}$  katalytisch zu Schwefeltrioxid umgesetzt.
- 2.1 Entwickeln Sie aus den beiden Reaktionsschritten des CLAUS-Verfahrens eine Bruttogleichung und berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie für diese Gesamtreaktion unter der Annahme, dass Wasser gasförmig vorliegt.  
Formulieren Sie für die katalytisch ablaufende Reaktion das Massenwirkungsgesetz.  
Begründen Sie, weshalb die gewählte Arbeitstemperatur nicht über-, aber auch nicht unterschritten werden sollte.
- 2.2 Berechnen Sie die benötigte Masse an Reinstschwefel, um einen Kubikmeter Schwefeltrioxid unter den gegebenen Bedingungen ( $V_m = 59,3 \text{ L/mol}$ ) herzustellen.

- 3 Schwefelwasserstoff ist für qualitative Analysen von besonderer Bedeutung. Sie beruhen auf der pH-abhängigen Löslichkeit von Metallsulfiden. Durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in eine Metallsalz-Lösung können Metallsulfide gruppenweise durch Veränderung des pH-Wertes gefällt werden.

Für die vollständige Protolyse von Schwefelwasserstoff wird  $K_S = 1,2 \cdot 10^{-20} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

angegeben, es gilt:  $\frac{c^2(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = K_S$

Bei  $\text{pH} < 1$  können Sulfide gefällt werden, deren Löslichkeitsprodukte durch eine äußerst geringe Sulfid-Ionen-Konzentration noch überschritten werden.

In schwach basischer Lösung ist die Konzentration an Sulfid-Ionen beträchtlich höher und es werden schwer lösliche Sulfide mit  $\text{p}K_L$ -Werten zwischen 15 und 22 ausgefällt.

- 3.1 Begründen Sie unter Einbeziehung des Massenwirkungsgesetzes die Aussage zur Sulfid-Ionen-Konzentration in schwach basischer Lösung.
- 3.2 Geben Sie je ein Beispiel für Metallsulfide an, die in schwach basischem bzw. stark saurem Milieu gefällt werden können. Begründen Sie Ihre Entscheidung für das saure Milieu.

## Thema G 2: Struktur und Reaktivität organischer Verbindungen

### 1 Nachweisreaktionen

#### Experiment

Sie erhalten in drei Bechergläsern die Lösung von Methansäure sowie Propan-1-ol und Propanal.

Erstellen Sie einen Plan zur Identifizierung dieser organischen Verbindungen, wobei fuchsin-schweflige Säure (SCHIFFs-Reagenz) nicht zur Verfügung steht.

Fordern Sie die benötigten Chemikalien an und führen Sie die Nachweisreaktionen aus.

Werten Sie zur Identifizierung alle Beobachtungen aus und ordnen Sie die Stoffe zu.

### 2 Titrationen

Bei der Titration gleichkonzentrierter Lösungen ( $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ) von Ethansäure mit Natriumhydroxid ergaben sich folgende pH-Werte:

<b>Neutralisierter Anteil in %</b>	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99	100	1	10	<b>Überschuss an Lauge in %</b>
<b>pH-Wert</b>		3,8	4,15	4,4	4,6		4,9	5,1	5,35	5,7	6,75		11	12,5	<b>pH-Wert</b>

Erläutern Sie anhand dieser Reaktion die Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED. Ermitteln Sie die fehlenden pH-Werte ohne Berücksichtigung der Volumenzunahme. Zeichnen Sie die Titrationskurve.

Begründen Sie, dass Methylorange als Indikator für diese Titration ungeeignet ist und wählen Sie einen geeigneten Indikator aus.

### 3 Propansäure

Aus Propansäure soll in einem Experiment ein Ethylester hergestellt werden. Bei dieser schwach exotherm verlaufenden Veresterung stellt sich nach gewisser Zeit ein chemisches Gleichgewicht ein.

Entwickeln Sie für diese Reaktion die Gleichung in Strukturformelschreibweise. Berechnen Sie die Stoffmenge an Propansäure, die zu 3 mol Alkanol gegeben werden muss, damit im chemischen Gleichgewicht 2,5 mol Ester vorliegen. Die Gleichgewichtskonstante  $K$  nimmt den Wert 4,2 an.

Begründen Sie zwei Möglichkeiten zur Erhöhung der Stoffmenge an Ester im Gleichgewicht.

**Thema V 1: Metalle und Metallverbindungen**

- 1 Eine Kupfer(II)-chlorid-Lösung der Stoffmengenkonzentration  $c(\text{CuCl}_2) = 1 \text{ mol/L}$  wird unter Verwendung von Grafitelektroden elektrolysiert. Wird angefeuchtetes Kaliumiodid-Stärke-Papier in den Anodenraum gehalten, färbt sich dieses schwarzblau. An der Kathode bildet sich ein rotbrauner Belag.

Geben Sie begründet an, welche Elektrodenreaktionen ablaufen, werten Sie dazu auch alle Beobachtungen aus.

Begründen Sie, dass bei dieser Elektrolyse nicht das Lösungsmittel Wasser zersetzt wird. Die Elektrolyse zur Wasserzerlegung benötigt eine Spannung  $U = 1,23 \text{ V}$ .

Wird nach einer gewissen Zeit die Spannungsquelle der Elektrolyse entfernt, kann trotzdem eine Spannung zwischen den Elektroden gemessen werden.

Begründen Sie das Auftreten dieser Spannung.

- 2 In einem Praktikum wurden in verschiedenen Experimenten folgende Informationen über ein Metall A und seine korrespondierenden Kationen  $\text{A}^{m+}$  gesammelt:

Zwischen den Halbelementen  $\text{A}/\text{A}^{m+}$  und  $2 \text{ I}^-/\text{I}_2$  wurde eine Spannung  $U = 1,28 \text{ V}$  gemessen, zwischen den Halbelementen  $\text{A}/\text{A}^{m+}$  und  $\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}$  eine Spannung  $U = 0,61 \text{ V}$ .

Entscheiden Sie begründet, um welches Metall es sich bei A handelt.

**Anhang:**

$$E^0(2 \text{ I}^-/\text{I}_2) = +0,54 \text{ V}$$

## Thema V 2: Aluminiumchlorid

Aluminiumchlorid ist eine farblose kristalline Verbindung. Sie reagiert heftig mit Wasser, wobei die entstehende Lösung eine stark saure Reaktion zeigt. Die Herstellung von Aluminiumchlorid ist durch die Reaktion zwischen flüssigem Aluminium und Chlorgas bei Temperaturen von 750 °C bis 800 °C möglich. Aluminiumchlorid entsteht auch durch Chlorierung von Aluminiumoxid in Gegenwart von Kohlenstoff, wobei der Kohlenstoff unvollständig oxidiert wird. Die Verwendung von Aluminiumchlorid ist vielfältig. Insbesondere in organischen Synthesen spielt es eine wichtige Rolle, so zum Beispiel in FRIEDEL-CRAFTS-Reaktionen zur Erzeugung von Derivaten des Benzols.

- 1 Begründen Sie die saure Reaktion einer wässrigen Aluminiumchlorid-Lösung. Benennen Sie die komplexen Teilchen.
- 2 Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung für die Bildung von Aluminiumchlorid aus Aluminiumoxid. Bestimmen Sie das Oxidationsmittel.
- 3 Benennen und erläutern Sie mithilfe der Abbildung V 2.1 „FRIEDEL-CRAFTS-Alkylierung“ den Mechanismus der Bildung von Methylbenzol. Nehmen Sie zur Funktion des Aluminiumchlorids Stellung.

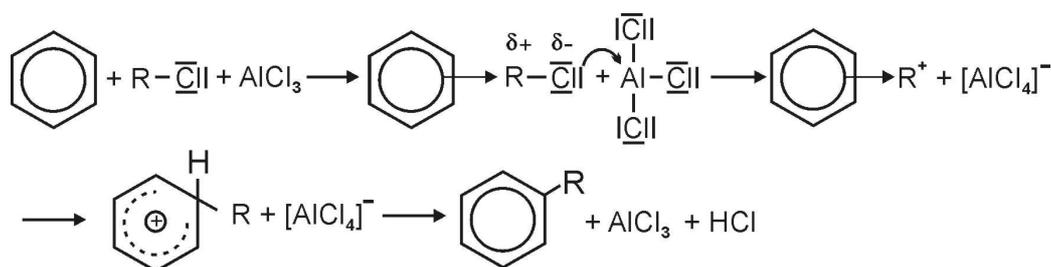


Abb. V 2.1: FRIEDEL-CRAFTS-Alkylierung

**Thema V 3: Iod in der Analytik**

- 1 Bei der Reaktion von Iod-Molekülen im alkalischen Bereich werden unter anderem Iodid-Ionen und Iodat-Ionen ( $\text{IO}_3^-$ ) gebildet.

Formulieren Sie dazu entsprechende Teilgleichungen und eine Gesamtgleichung. Begründen Sie, dass Iod-Moleküle redoxamphoter sind.

Diskutieren Sie die Lage des chemischen Gleichgewichts dieses Redoxsystems in Abhängigkeit vom pH-Wert.

Vergleichen Sie Redoxamphotere mit Ampholyten.

- 2 Bei ungesättigten Fetten und Ölen gibt die Iodzahl (ganzzahliger Wert) an, wie viel Gramm Iod an 100 g Fett addiert werden können.

Berechnen Sie für ein Fett ( $M = 878 \text{ g/mol}$ ), an dessen Aufbau neben Propan-1,2,3-triol (Glycerin) zu gleichen Teilen die folgenden Fettsäuren Octadeca-9-ensäure (Ölsäure), Octadeca-9,12-diensäure (Linolsäure) und Octadeca-9,12,15-triensäure (Linolensäure) beteiligt sind, die Iodzahl.