

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur
April/Mai 2003

Chemie
(Leistungskurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Thema 1

Silber

Thema 2

Chemisches Gleichgewicht

Thema 3

Reaktionsarten

Thema 1: Silber

1 Gewinnung von Silber

- 1.1 Silber ist ein relativ seltenes Element. Es tritt hauptsächlich als gediegenes Metall, als Silbersulfid (Silberglanz) und als Silberchlorid (Hornsilber) auf. Der größte Teil des technisch produzierten Silbers stammt aus Blei- und Kupfererzen, in denen Silberverbindungen als Beimengungen enthalten sind. Über mehrere Prozessstufen erhält man Rohsilber, das elektrolytisch gereinigt wird.

Bei der Aufarbeitung von Schlämmen der elektrolytischen Kupferraffination fällt u. a. Silber(I)-chlorid an. Um das darin enthaltene Silber zu gewinnen, wird in eine Suspension aus gereinigtem Silber(I)-chlorid und Wasser konzentrierte Natriumhydroxid-Lösung gegeben. Das zwischenzeitlich gebildete Silber(I)-hydroxid reagiert zu schwarzbraunem Silber(I)-oxid. Anschließend wird Glucose ($C_5H_{11}O_5-CHO$) hinzugegeben. Nach gewisser Zeit bildet sich unter anderem elementares Silber, das sich am Boden absetzt.

Stellen Sie für die beschriebenen chemischen Reaktionen die Reaktionsgleichungen auf.

- 1.2 Ein Block aus Rohsilber sei mit den Metallen Blei, Platin, Gold und Kupfer „verunreinigt“. Bei der Silberraffination besteht eine Elektrode aus reinstem Silber, die andere aus Rohsilber.

Fertigen Sie eine ausführlich beschriftete Skizze zu diesem Reinigungsverfahren an. Vermerken Sie in der Skizze, welcher Elektrolyt verwendet werden kann. Begründen Sie die Möglichkeit der Trennung des Silbers von den übrigen Metallen.

2 Elektrochemische Reaktionen

2.1 **Experiment**

Sie erhalten vier Proben A, B, C und D sowie einen Kupferdraht und einen Zinkdraht. Bei den Proben handelt es sich um gleichkonzentrierte Lösungen von Kupfer(II)-sulfat, Chlorwasserstoffsäure, Silber(I)-nitrat und Zink(II)-sulfat.

Planen Sie Ihr experimentelles Vorgehen zur Identifizierung der vier Lösungen. Ihnen stehen keine weiteren Chemikalien und Messgeräte zur Verfügung. Identifizieren Sie die Proben. Formulieren Sie für die ablaufenden Reaktionen die chemischen Gleichungen.

- 2.2 Planen Sie ein Gedankenexperiment, um Zink(II)-iodid-Lösung mit einer Konzentration $c = 1 \text{ mol/L}$ zu elektrolysieren. Entwerfen Sie ein galvanisches Element, das als Spannungsquelle für diese Elektrolyse geeignet wäre. Ihnen stehen die in Aufgabe 2.1 genannten Lösungen und außerdem Metallbleche Ihrer Wahl zur Verfügung.

Begründen Sie Ihre Auswahl. Nehmen Sie vereinfachend an, dass Standardbedingungen vorliegen.

3 Quantitative Silberbestimmung

Eine Silbermünze soll auf ihren Gehalt an Silber und Kupfer untersucht werden. Dazu wird ein Stück der Münze mit der Masse $m = 0,7 \text{ g}$ in konzentrierter Salpetersäure aufgelöst. Bei dieser Reaktion entsteht neben den Metallnitrat- unter anderem Stickstoffmonoxid, das an der Luft zu braunem Stickstoffdioxid weiter reagiert.

Formulieren Sie für die ablaufenden Vorgänge die Reaktionsgleichungen. Erläutern Sie am Beispiel der Silberauflösung das Wesen einer Redoxreaktion.

Zur quantitativen Bestimmung der Silber(I)-Ionen wird die erhaltene Lösung zunächst mit Wasser verdünnt und anschließend mit Chlorwasserstoffsäure der Konzentration $c = 0,2 \text{ mol/L}$ titriert. Nach Zugabe eines Volumens $V = 20,3 \text{ mL}$ an Chlorwasserstoffsäure ist der Endpunkt der Titration erreicht.

Stellen Sie die Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion auf und geben Sie die Reaktionsart an. Berechnen Sie die Masse des in der Probe enthaltenen Silbers.

4 Galvanische Zellen

4.1 Zur Bestimmung des Löslichkeitsprodukts von Silber(I)-chlorid wird die abgebildete galvanische Zelle aufgebaut (vgl. Abb. 1.1 „Galvanische Zelle“). In die Halbzelle A werden einige Tropfen Silber(I)-nitrat-Lösung gegeben. Nach dem Durchmischen der Lösungen in Halbzelle A wird eine Zellspannung von $\Delta E = 0,46 \text{ V}$ gemessen.

Begründen Sie das Auftreten einer Zellspannung.

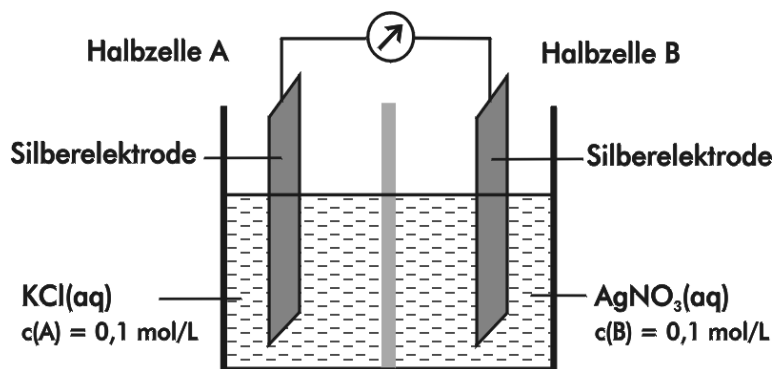


Abb. 1.1: Galvanische Zelle

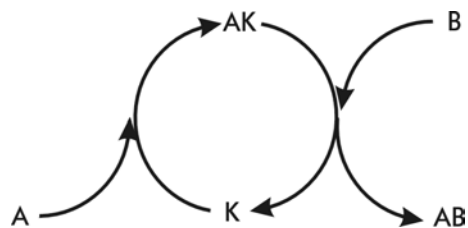
4.2 Wird anschließend Natriumthiosulfat zur Lösung in der Halbzelle A gegeben, so verschwindet der Niederschlag von Silber(I)-chlorid und es bildet sich das komplexe Dithiosulfatoargentat(I)-Ion.

Erklären Sie diesen Sachverhalt unter Einbeziehung einer Reaktionsgleichung. Begründen Sie, wie sich die Zellspannung des galvanischen Elements verändert.

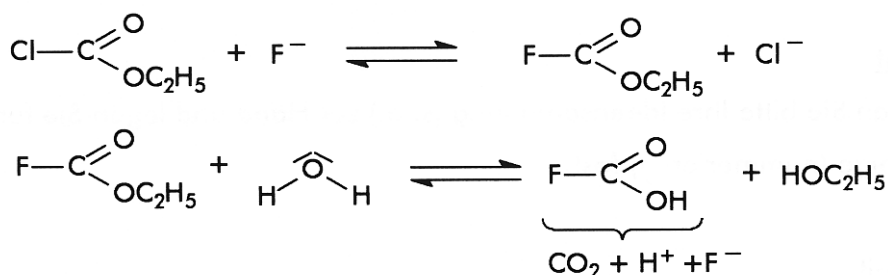
2 Katalyse – Reaktionen von Carbonsäurederivaten

Die meisten chemischen Reaktionen sind katalytisch beeinflusst.

Beschreiben Sie das Wesen der Katalyse. Beziehen Sie das gegebene Schema in die Ausführungen mit ein und geben Sie ökonomische Aspekte katalytischer Verfahren an.



Geben Sie eine begründete Vermutung an, warum die Reaktion von Chlor-methansäureethylester mit Wasser in der dargestellten Weise abläuft:



3 Struktur – Eigenschafts – Beziehungen

3.1 Erklären Sie die Abfolge der Siedetemperaturen der folgenden Substanzen:

Substanz	Siedetemperatur ϑ_b
HCOOH	100,5 °C
C ₂ H ₅ OH	78,3 °C
CH ₃ CHO	20,2 °C
CH ₃ -O-CH ₃	-24,0 °C
C ₃ H ₈	-42,0 °C

3.2 Die Struktur bestimmt weitgehend die Acidität einer organischen Säure.

Erklären Sie dies an den folgenden Beispielen:

Säure	pK _s
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	4,82
CH ₃ -CH ₂ -CHCl-COOH	2,84
CH ₃ -CHCl-CH ₂ -COOH	4,05
CH ₂ Cl-CH ₂ -CH ₂ -COOH	4,52

Berechnen Sie den pH-Wert der schwächsten der in der Tabelle angegebenen Säuren. Setzen Sie voraus, dass die Konzentration $c = 0,1 \text{ mol/L}$ beträgt.

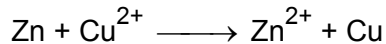
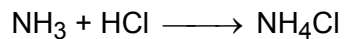
Wird bei der Titration von 3-Chlorbutansäure einmal Phenolphthalein als Indikator verwendet, so beträgt der Verbrauch an Natriumhydroxid-Lösung $V = 40,0 \text{ mL}$. Wird dagegen Methylorange verwendet, so wird bis zum Farbumschlag ein Volumen an Natriumhydroxid-Lösung $V = 12,4 \text{ mL}$ verbraucht.

Beurteilen Sie die Ergebnisse in Bezug auf die richtige Indikatorwahl.

Thema 3: Reaktionsarten**1 Donator – Akzeptor – Prinzip**

- 1.1 Sehr viele chemische Reaktionen sind dadurch gekennzeichnet, dass ein Reaktionspartner, der Donator, Teilchen abgibt, die vom anderen Reaktionspartner, dem Akzeptor, aufgenommen werden. Es findet also ein Austausch dieser Teilchen zwischen den Reaktionspartnern statt.

Erläutern Sie an einem der folgenden Beispiele das Donator-Akzeptor-Prinzip:



Entnehmen Sie das Arbeitsblatt „Reaktionsarten“ und ergänzen Sie.

- 1.2 Wird ein Niederschlag von Silber(I)-chlorid mit Ammoniak versetzt, so löst sich dieser Niederschlag auf.

Stellen Sie für diese Reaktion die Reaktionsgleichung auf. Ermitteln Sie mithilfe der Abbildung 3.1 „Löslichkeit von Silber(I)-chlorid in Chlorwasserstoffsäure“ eine weitere Möglichkeit, den Niederschlag von Silber(I)-chlorid aufzulösen und formulieren Sie die entsprechende Reaktionsgleichung.

Übertragen Sie das Donator-Akzeptor-Prinzip auf diese beiden Reaktionen. Gehen Sie dabei auf die verschiedenen Funktionen des Niederschlags von Silber(I)-chlorid ein.

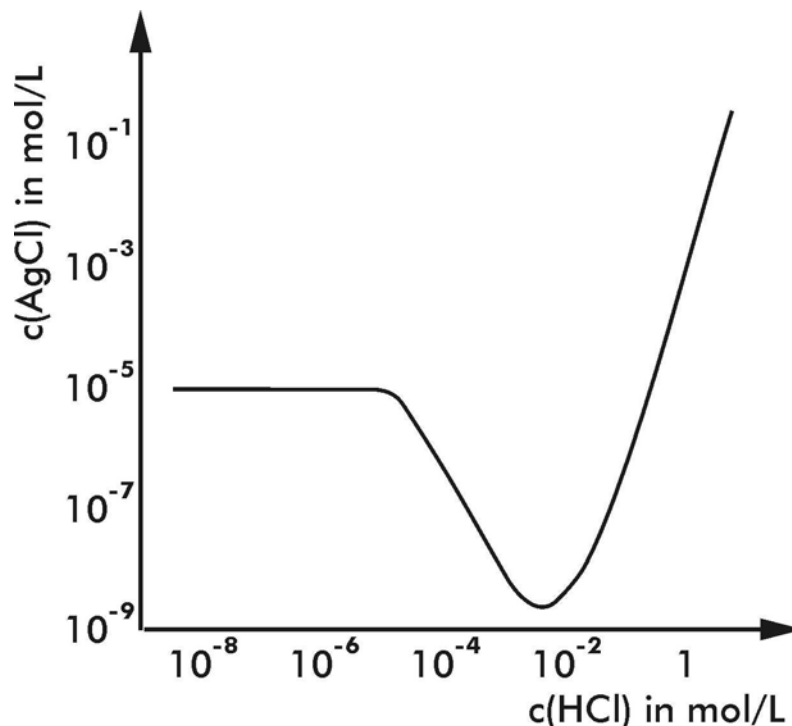


Abb. 3.1: Löslichkeit von Silber(I)-chlorid in Chlorwasserstoffsäure

2 Fällungsreaktion

- 2.1 Ein Liter einer gesättigten wässrigen Kaliumperchlorat-Lösung mit einer Temperatur $\vartheta = 20\text{ °C}$ enthält eine Masse $m = 17\text{ g}$ Kaliumperchlorat (KClO_4).

Ermitteln Sie aus den gegebenen Werten das Löslichkeitsprodukt von Kaliumperchlorat.

In einem Liter einer Kaliumperchlorat-Lösung der Konzentration $c = 0,02\text{ mol/L}$ soll weiteres Kaliumperchlorat bei einer Temperatur $\vartheta = 20\text{ °C}$ gelöst werden. Berechnen Sie die Masse, die noch gelöst werden kann.

- 2.2 Natriumchlorid-Lösung einer Konzentration $c = 0,1\text{ mol/L}$ soll von einer Natriumcarbonat-Lösung gleicher Konzentration experimentell unterschieden werden. Es wird versucht, dies allein durch die Zugabe von Silber(I)-nitrat-Lösung der Konzentration $c = 0,1\text{ mol/L}$ zu erreichen. Von den drei Lösungen wird ein Volumen von jeweils $V = 4\text{ mL}$ eingesetzt.

Weisen Sie durch Berechnung nach, dass eine Unterscheidung auf diesem Wege nicht erfolgreich durchgeführt werden kann.

2.3 Experiment

Ihnen werden zwei Lösungen, die mit I und II gekennzeichnet sind, zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um wässrige Lösungen der Stoffe Natriumchlorid und Natriumcarbonat.

Fordern Sie Chemikalien an, um auf verschiedene Weise die beiden Stoffe experimentell unterscheiden zu können. Begründen Sie Ihre Anforderung. Führen Sie das Experiment durch und benennen Sie die Lösungen I und II.

3 Organische Verbindungen im Vergleich

- 3.1 Hydroxybenzol (Phenol) und Cyclohexanol sind organische Verbindungen, bei denen ein Kohlenstoffatom mit einer Hydroxylgruppe verbunden ist.

Vergleichen Sie die räumliche Anordnung der Kohlenstoffatome dieser Verbindungen.

Werden in zwei Reagenzgläsern Hydroxybenzol und Cyclohexanol mit Wasser gemischt, so entsteht im ersten Fall eine milchige Trübung und im zweiten Fall bilden sich zwei Phasen. Bei anschließender Zugabe von Natriumhydroxid-Lösung (Natronlauge) bildet sich im Glas mit Hydroxybenzol eine klare Lösung, im anderen Glas bleiben die beiden Phasen erhalten.

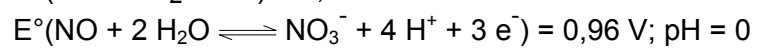
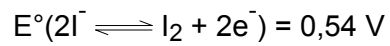
Erklären Sie die Vorgänge bei Zugabe von Natronlauge.

- 3.2 Benzol und Cyclohexan sollen jeweils bromiert werden. Vergleichen Sie die Reaktionsbedingungen, die Reaktionsmechanismen und die Reaktionsprodukte.

Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus einer der beiden Reaktionen und geben Sie für die andere Reaktion eine chemische Gleichung an.

Arbeitsblatt zum Thema 3: Reaktionsarten

Vergleichskriterium	Reaktionen	
	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
Reaktionsart		
Donatoren		
Akzeptoren		
Teilreaktionen		
– Donatorreaktion		
– Akzeptorreaktion		
Teilreaktionen (Definitionen)		
– Donatorreaktion		
– Akzeptorreaktion		

Anhang**Standardelektrodenpotenziale:****Löslichkeitsprodukte:**

Name	K_L
Silber(I)-chlorid	$1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
Silber(I)-carbonat	$6,2 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$