



Chemie

Leistungskurs

Teil A (Wahl für Lehrkräfte)

für Schülerinnen und Schüler

Aufgabenstellung A1

Thema/Inhalt:

Vorgänge in wässrigen Lösungen

Hilfsmittel:

Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/
Formelsammlung

Gesamtbearbeitungszeit:

4 Zeitstunden

Das Verfahren zur Herstellung von Soda (Natriumcarbonat) nach SOLVAY wurde bereits 1860 entwickelt. Bei diesem Verfahren wird eine kalt gesättigte wässrige Kochsalz-Lösung mit Ammoniak gesättigt und dann bei 50°C mit Kohlenstoffdioxid zur Reaktion gebracht. Dabei bilden sich Ammoniumchlorid und das in Wasser mäßig lösliche Natriumhydrogencarbonat. Das Natriumhydrogencarbonat wird nach Abtrennen von der Lösung durch Erhitzen in Soda umgewandelt. Die Rückgewinnung des Ammoniaks aus der zurückgebliebenen Ammoniumchlorid-Lösung erfolgt durch Zugabe einer erhitzten Suspension (Aufschlämmung) von Calciumhydroxid in Wasser.

Aufgaben:

1 Ammoniumverbindungen

- 1.1 Geben Sie die Reaktionsgleichungen unter Verwendung der Ionenschreibweise für die beschriebenen Umsetzungen an.
- 1.2 Erklären Sie mithilfe der Säure-Base-Konstanten das Freisetzen des Ammoniaks aus der Lösung.
- 1.3 SCHÜLEREXPERIMENT:
Salmiakpastillen aus der Apotheke enthalten als wesentlichen Bestandteil Lakritze. Beigemischtes Ammoniumchlorid (Salmiak) (X_n) wirkt desinfizierend. Die Salmiakpastillen werden als schleimlösendes Hustenmittel verwendet und schmecken süßlich mit stark salzigem Beigeschmack.

Weisen Sie das in den gegebenen Pastillen vorhandene Ammoniumchlorid nach.

Fordern Sie die notwendigen Chemikalien und Geräte schriftlich an, um das Ammoniumchlorid eindeutig zu bestimmen.

Beschreiben Sie Ihr Vorgehen, die Beobachtungen und formulieren Sie für abgelaufene chemische Reaktionen die entsprechenden Gleichungen unter Verwendung der Ionenschreibweise.

2 Pufferlösungen

Es soll eine Pufferlösung hergestellt werden, die bei einem pH-Wert von $\text{pH} = 7,45$ puffert. Zur Verfügung stehen die Stoffe Natriumhydrogenphosphat, Natriumdihydrogenphosphat und Wasser.

- 2.1 Berechnen Sie das Massenverhältnis, in dem die beiden zur Verfügung stehenden Stoffe zusammen gegeben werden müssen und geben Sie eine Versuchsvorschrift zur Herstellung dieses Puffers an.
- 2.2 Beschreiben Sie die Funktion der einzelnen Komponenten und ihr Zusammenwirken in der entstandenen Pufferlösung.

3. Korrosion

Eisen gehört zu den weltweit bedeutendsten Werkstoffen. Die Gewinnung erfolgt durch Reaktion von Eisenoxiden, z. B. Eisen(II,III)-oxid mit Kohlenstoffmonoxid bzw. mit Aluminium.

3.1 Entwickeln Sie für beide Reaktionen die Reaktionsgleichungen. Beschreiben Sie die Funktion des Kohlenstoffmonoxids und des Aluminiums. Erläutern Sie den Einsatz der beiden genannten Stoffe unter ökonomischen Gesichtspunkten.

3.2 Bei der elektrochemischen Korrosion von Eisen können sowohl Fe^{2+} -Ionen als auch Fe^{3+} -Ionen gebildet werden, wenn ein wässriger Elektrolyt vorliegt, der Sauerstoff in gelöster Form enthält.

Formulieren Sie für beide Reaktionen die Reaktionsgleichungen unter Angabe der Teilreaktionen.

3.3 Ein galvanisches Element besteht aus den Halbzellen Fe/Fe^{2+} und Ni/Ni^{2+} .

Formulieren Sie für die Abläufe in den Halbzellen die chemischen Gleichungen und geben Sie die Reaktionsgleichung für die Gesamtreaktion an! Ordnen Sie den Plus- bzw. Minus-Pol den jeweiligen Elektroden zu.

Berechnen Sie die Standardzellspannung des galvanischen Elements.

Ermitteln Sie außerdem das Potenzial (Spannung) dieses galvanischen Elements, wenn die Elektrolytkonzentration der Nickel-Halbzelle von Standardbedingungen ausgehend auf $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ gesenkt wurde.



Chemie

Leistungskurs

Teil A (Wahl für Lehrkräfte)

für Schülerinnen und Schüler

Aufgabenstellung A2

Thema/Inhalt:

Stickstoff- und Silberverbindungen

Hilfsmittel:

Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/
Formelsammlung

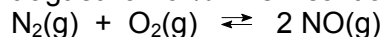
Gesamtbearbeitungszeit:

4 Zeitstunden

Stickstoff kommt in der Luft zu etwa 78 % vor.

Es gibt eine Reihe von Stickstoffoxiden, die von Bedeutung sind.

Das farblose Stickstoffmonoxid wird in der Technik aus den Elementen im elektrischen Lichtbogen hergestellt. Das geschieht bei Temperaturen von $T > 4200 \text{ K}$. Die Ausbeute beträgt etwa 10 %. Die Reaktion lässt sich nach folgender Gleichung darstellen.



Im Labor lässt sich Stickstoffmonoxid durch die Reduktion von Salpetersäure ($w = 30\%$) mit Kupfer darstellen.

Stickstoffoxide können auch durch Erhitzen von Blei(II)-nitrat in einem geschlossenen Gefäß gewonnen werden. Dabei bildet sich ein im Gleichgewicht stehendes Gasgemisch aus dem braunen Stickstoffdioxid und dem farblosen Distickstofftetraoxid (molare Standardbildungsenthalpie $\Delta_f H^\circ = 9,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Aufgaben:

1. Atombau, Redoxreaktionen und chemisches Gleichgewicht

- 1.1 Erläutern Sie anhand der Elektronenkonfiguration die Einordnung des Elementes Stickstoff in das Periodensystem der Elemente. Geben Sie für Stickstoff die Formel in Elektronenpaarschreibweise an.
- 1.2 Entwickeln Sie die Teilgleichungen für die Oxidation und die Reduktion sowie die Redoxgleichung für die Darstellung von Stickstoffmonoxid aus Kupfer mit Salpetersäure ($w = 30\%$). Beachten Sie dabei, dass sich die farblose Lösung während der Reaktion blau färbt.
- 1.3 Formulieren Sie für die Gleichgewichtsreaktion zwischen Stickstoffdioxid und Distickstofftetraoxid die Reaktionsgleichung. Stellen Sie für diese Reaktion die Gleichung für das Massenwirkungsgesetz auf.
Erläutern Sie, wie sich die Gleichgewichtslage zwischen Stickstoffdioxid und Distickstofftetraoxid verändert, wenn
 - a) der Druck
 - b) die Temperatur erhöht werden.Geben Sie die jeweils zu erwarteten Beobachtungen an.
- 1.4 Nach der Reaktion von 3 mol Stickstoff mit 1 mol Sauerstoff liegen im chemischen Gleichgewicht 0,75 mol Stickstoffmonoxid vor.
Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante. Interpretieren Sie das Ergebnis.

2. Säure-Base-Reaktionen

Abgeleitete Verbindungen aus Stickstoff sind z.B. Ammoniak und Aminobenzol (Anilin).

2.1 SCHÜLEREXPERIMENT

Geräte und Chemikalien:

Ammoniaklösung ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$) (C), destilliertes Wasser, Ammoniumchlorid (X_n), Unitestpapier, 4 Reagenzgläser, 1 Reagenzglasständer, 1 Glasstab, Pipetten, Spatel, Messzylinder, verdünnte Chlorwasserstoffsäure ($w = 5\%$) (C), verdünnte Natronlauge ($w = 5\%$) (C)

Durchführung:

A: Geben Sie zu 4 ml der Ammoniak-Lösung eine Spatelspitze festes Ammoniumchlorid und ermitteln Sie den pH-Wert der Lösung mit Hilfe von Universalindikatorpapier vor und nach der Zugabe von Ammoniumchlorid.

B: Teilen Sie die hergestellte Lösung so, dass in jedem Reagenzglas jeweils 2 ml der Lösung vorliegen. Geben Sie nun in das eine Reagenzglas 5 Tropfen verdünnte Chlorwasserstoffsäure und in das andere Reagenzglas 5 Tropfen verdünnte Natronlauge. Ermitteln Sie mit Universalindikatorpapier den pH-Wert der Lösungen.

C: Prüfen Sie zum Vergleich 5 Tropfen Chlorwasserstoffsäure-Lösung in 2 ml Wasser und in einem anderen Reagenzglas 5 Tropfen Natronlauge in 2 ml Wasser mit Universalindikatorpapier.

Notieren Sie Ihre Beobachtungen.

Erklären Sie diese.

Berechnen Sie den pH-Wert der Ammoniak-Lösung, wenn zur Ammoniaklösung das Ammoniumchlorid dazu gegeben wurde. Vergleichen Sie den experimentell und theoretisch ermittelten pH-Wert.

Hinweis: Die Konzentration der Ammonium-Ionen und des Ammoniakwassers soll jeweils $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ betragen.

2.2 Aminobenzol (Anilin) hat den pK_B -Wert $pK_B = 9,42$. Leiten Sie Schlussfolgerungen über die Basestärke ab.

Aminobenzol zeigt in Wasser ein schlechtes Löseverhalten.

Erklären Sie diesen Sachverhalt.

3. Elektrochemie

Ähnlich wie bei der Kupferraffination kann hochreines Silber aus einer Rohsilber-elektrode gewonnen werden.

3.1 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze für diese Elektrolysezelle an.

Erläutern Sie die Vorgänge an den Elektroden.

Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Abscheidung des Silbers.

3.2 Häufig fallen im Labor Silber-Ionen-Rückstände an, die z. B. beim fotografischen Arbeiten mit Fixierbädern entstehen. Um die Silber-Ionen aus diesen Fixierbädern zurück zu gewinnen, lässt man das silberionenhaltige Fixierbad durch einen Eisen-eimer mit Eisenwolle laufen.

Erläutern Sie die chemischen Grundlagen dieses Verfahrens. Entwickeln Sie die Teilgleichungen für die bei diesem Verfahren ablaufenden chemischen Reaktionen.



Chemie

Leistungskurs

Teil B (Wahl für Schülerinnen und Schüler)

für Schülerinnen und Schüler

Aufgabenstellung

Hilfsmittel:

Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/ Formelsammlung

Gesamtbearbeitungszeit:

4 Zeitstunden

Wahlthemen

Aufgabenstellung B1

Thema/Inhalt:

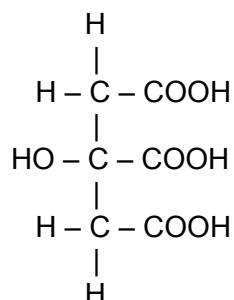
Citronensäure (2-Hydroxy-propan-1,2,3-tricarbonsäure)

Aufgabenstellung B2

Thema/Inhalt:

Malachitgrün (Brillantgrün)

Aufgabenstellung B1



$$K_{S1} = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$K_{S2} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$K_{S3} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Citronensäure ist die vorherrschende Säure in Früchten. Sie kann aus Zitronensaft, der 5 - 7% Citronensäure enthält, gewonnen werden. Die bei Zimmertemperatur feste und wasserlösliche Säure spaltet bei Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure Wasser und Kohlenstoffmonooxid ab, unter Bildung von Acetondicarbonsäure ($\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_5$). Diese zerfällt jedoch bei stärkerem Erhitzen in Aceton (Propanon) und Kohlenstoffdioxid.

Die Salze der Citronensäure heißen Citrate. Diese können mit verschiedenen Metall-Ionen wie z. B. Calcium-, Eisen- und Kupfer-Ionen lösliche Chelatkomplexe bilden. Citrat-Ionen sind dreizählige Liganden.

Wie andere Säuren auch, reagiert Citronensäure mit unedlen Metallen, Metalloxiden, Laugen und Carbonaten.

Folgende Meldung war am 12.3.2000 in der Tageszeitung „Bielefeld am Sonntag“ zu lesen:

„Bekämpfung eines sauren Milieus durch eine Säure?“

Sodbrennen – Zitronensaft neutralisiert

Sodbrennen ist unangenehm. Saurer Mageninhalt fließt in den unteren Teil der Speiseröhre zurück und verursacht eine schmerzhafteste Schleimhautentzündung in der Speiseröhre. Eine Tasse Kräutertee oder ein Glas Wasser mit dem Saft einer halben Zitrone können helfen.“

Aufgaben:

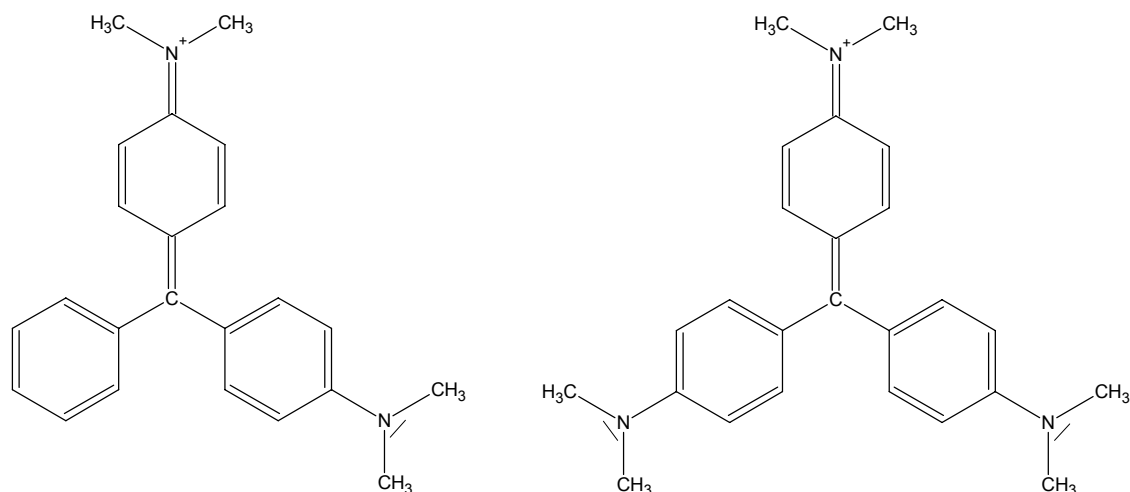
4. Struktur und Eigenschaften der Citronensäure

- 4.1 Geben Sie die Hybridisierungszustände der beteiligten Kohlenstoffatome an.
- 4.2 Notieren Sie die Oxidationszahlen der Kohlenstoffatome in der Strukturformel von Citronensäure.
- 4.3 Begründen Sie den festen Aggregatzustand und die Wasserlöslichkeit von Citronensäure.
- 4.4 Leiten Sie aus den Eigenschaften der Citronensäure zwei Verwendungsmöglichkeiten ab.

5. Reaktionen

- 5.1 Geben Sie für das komplexometrische Binden der Calcium-Ionen durch Citrat-Ionen eine Reaktionsgleichung an und beschreiben Sie die geometrische Struktur des entstandenen Komplextteilchens.
Benennen Sie die Haftatome und die Bindung zwischen dem Zentral-Ion und den Liganden.
Die Koordinationszahl für das komplex gebundene Calcium-Ion ist $K = 6$.
- 5.2 Formulieren Sie für die Zersetzung der Citronensäure unter Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure und anschließender Wärmeeinwirkung die Reaktionsgleichungen unter Verwendung von Strukturformeln und ermitteln Sie die Reaktionsart.
- 5.3 Citronensäure-Lösung mit der Konzentration $c = 1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ soll mit Natronlauge der Konzentration $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ titriert werden. Zeichnen Sie eine Skizze für eine aus Ihrer Sicht mögliche Titrationskurve.
Folgende Punkte sollten dabei konkret angegeben werden:
pH-Wert zu Beginn der Titration
pH-Wert am Ende der Titration
1. Halbäquivalenzpunkt
- 5.4 Diskutieren Sie die Meldung der Tagespresse bezüglich des Einsatzes von Citronensäure.

Aufgabenstellung B2



Malachitgrün

$\lambda_{\max} = 608 \text{ nm}$
 $\lambda_{\max} = 426 \text{ nm}$

Absorptionsmaxima

Kristallviolett

$\lambda_{\max} = 585 \text{ nm}$

Der Farbstoff Malachitgrün hat seinen Namen vom grünen Kupfererz, welches als Malachit bezeichnet wird.

Malachitgrün wirkt bakterientötend und hemmt noch in Konzentrationen von 1:100000 das Wachstum von Hautschädlingen, wie z. B. Hautpilze. Bei Verletzungen, Infektionen und Behandlungen mit Antibiotika können die Wachstumsbedingungen der überwiegend eiweißhaltigen Pilze so verändert werden, dass sie sich ungewöhnlich stark vermehren.

Seide und Leder können gut gefärbt werden.

Um die Struktur und das Reaktionsverhalten von Stoffen wie Malachitgrün beschreiben zu können, bedient man sich häufig verschiedener Modelle oder Theorien. So wird das Chromophor-Modell zur Beschreibung der Farbstoffmoleküle herangezogen und die Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED zur Beschreibung von Protolysen.

Aufgaben:**4 Modellvorstellungen**

- 4.1 Ordnen Sie Malachitgrün begründet einer Farbstoffklasse zu.
- 4.2 Erläutern Sie die Farbigkeit von Malachitgrün auf der Grundlage des Chromophor-modells.
- 4.3 Formulieren Sie für diesen Farbstoff zwei mögliche Grenzstrukturen unter Berücksichtigung der mesomeren Effekte.
- 4.4 Benennen Sie die Hybridisierungszustände der Kohlenstoffatome im Malachitgrün-Molekül.
- 4.5 Vergleichen Sie die Strukturen und Absorptionsmaxima von Malachitgrün und Kristallviolett.

5 Reaktionen

Eine wässrige Malachitgrün-Lösung wird zuerst mit einer verdünnten Säure und dann mit einer verdünnten Lauge versetzt. Bei Zufuhr der Säure ist ein Farbwechsel von Grün nach Gelbgrün zu beobachten und bei Zufuhr der Lauge wird die Lösung farblos. Werten Sie die beschriebenen Experimente unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen aus. Geben Sie die Reaktionsart an.

Verwenden Sie für Malachitgrün in der Reaktionsgleichung nur für relevante Strukturmerkmale die entsprechende Symbolik, der Rest der Strukturformel kann mit einem "R" gekennzeichnet werden.

6 Struktur, Eigenschaften und Verwendung

- 6.1 Leiten Sie aus der Struktur von Malachitgrün begründete Aussagen über das Lösungsverhalten in Wasser ab.
- 6.2 Wie könnte man den Einsatz von Malachitgrün bei Pilzerkrankungen bzw. als bakterienhemmendes Mittel begründen?
- 6.3 Malachitgrün kann zum Färben von Seide und Wolle verwendet werden. Erläutern Sie an diesem Beispiel den Zusammenhang zwischen Strukturen und Eigenschaften.