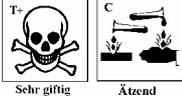
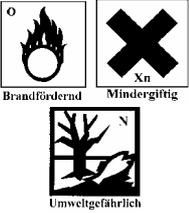
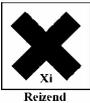


Versuche 74-84
2.2 Komplexe Systeme

Betriebsanweisung
 nach §20 Gefahrstoffverordnung

Verwendete Chemikalien

Bezeichnung	R-Sätze	S-Sätze	Gefährlichkeitsmerkmale	Gefahrensymbol
Ammoniak-Lösung (3,5%)	36/37/38	26-36/37/39-45-61	-	
Ammoniumchlorid (Salmiak)	22-36	22	gesundheitsschädlich, reizend	
Ammoniumeisen(II)-sulfat-Hexahydrat (MOHRsches Salz)	-	-	-	-
Ammoniummetavanadat(V)	20-25-36/37	26-37-45	giftig, reizend	
Ammoniumthiocyanat (Ammoniumrhodanid)	20/21/22-32	13	gesundheitsschädlich	
Bromwasser, konz.	26-35	1/2-7/9-26-45	-	
Chrom(III)-chlorid (Chromtrichlorid)	22		gesundheitsschädlich	
Eisen (Pulver)	11	-	leicht entzündlich	
Eisen(III)-chlorid (Eisentrichlorid)	22-38-41	26-39	gesundheitsschädlich, reizend	
Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat (Eisenviriol)	22	24/25	gesundheitsschädlich	

Glucose	-	-	-	-
Harnstoff (Urea, Carbamid)	-	-	-	-
Kaliumcyanid (Cyankalium)	26/27/28- 32-50/53	7-28.1-29- 45-60-61	sehr giftig, umweltgefährlich	
Kaliumhexacyanoferrat(II)- Trihydrat (Gelbes Blutlaugensalz)	52/53	50.1-61	umweltgefährlich	-
Kaliumiodid (Iodkalium)	-	-	-	-
Kalium-Natriumtartrat- Tetrahydrat (SEIGNETTESALZ)	-	-	-	-
Kaliumnitrat (Kalisalpeter)	8	16-41	-	
Kaliumpermanganat	8-22-50/53	60/61	gesundheits- schädlich, umweltgefährlich	
Kaliumthiocyanat (Kaliumrhodanid)	20/21/22- 32	13	gesundheits- schädlich	
Kupfer(II)-sulfat	22-36/38- 50/53	22-60-61	gesundheits- schädlich, reizend, umweltgefährlich	
Mangan(II)-sulfat-Monohydrat	44/20/22- 51/53	22-61	gesundheits- schädlich, umweltgefährlich	
Natriumcarbonat (Soda)	36	22-26	reizend	
Natriumformiat (Ameisensäure Natriumsalz)	-	-	-	-

Natriumhydroxid-Lsg. (50%)	35	26-37/39-45	ätzend	
Natriumhydroxid-Lsg., verd. (10%)	35	26-37/39-45	ätzend	
Natriumsulfit	-	-	-	-
Salpetersäure, konz. (69,2%)	35	23.2-26-36/37/39-45	ätzend	
Salpetersäure, verd. (z.B.5%)	34	26-36/37/39-45	ätzend	
Salzsäure (7%)	36/37/38	26	reizend	
Schwefelsäure, verd. (z.B.10%)	35	26-30-36/37/39-45	ätzend	
Schwefelsäure (halbkonz.)	35	26-30-36/37/39-45	ätzend	
Schweflige Säure (5-6% SO ₂)	23-34	26-36/37/39-45	gesundheitsschädlich, ätzend	
Silbernitrat-Lösung (1%)	34	26-36/37/39-45	ätzend, umweltgefährlich	 
Stärke	-	-	-	-
Wasserstoffperoxid (3%)	34	3-26-36/37/39-45	ätzend	
Zink (Granalien)	-	-	-	-
Zinn(II)-chlorid	22-36/37/38	26	gesundheitsschädlich, reizend	

Gefahren für Mensch und Umwelt

eingesetzte Stoffe	Anmerkungen
Ammoniak-Lösung (3,5%)	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.
Ammoniumchlorid	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen. Reagiert explosionsartig mit Kaliumchlorat. Wässrige Lösungen wirken korrosiv auf Metalle.
Ammoniummetavanadat(V)	Giftig beim Verschlucken. Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.
Ammoniumthiocyanat	Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
Bromwasser	Sehr giftig beim Einatmen. Verursacht schwere Verätzungen. Starkes Oxidationsmittel. Sehr reaktionsfreudig. Greift im feuchten Zustand Pb, Ag, Cu, Ni und Teflon an. Reagiert heftig mit Zn, Al - Pulver, reduzierenden Stoffen, Alkalimetallen und vielen organischen Substanzen. Reagiert explosionsartig mit K. Löst Au auf. Wirkt ätzend auf Haut und Schleimhäute. Flüssiges Br ruft auf der Haut schmerzhaftes und tiefe Wunden hervor. Entwickelt rotbraune, beißend riechende giftige Dämpfe. Kann zu Bindehautentzündungen und Hornhautablösungen führen. Führt zu Atemwegsreizung und Reizungen in Mund, Rachen und Speiseröhre. Reichert sich im Körper als NaBr an.
Chrom(III)-chlorid	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.
Eisen(III)-chlorid	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen und die Haut.
Eisen(II)-sulfat	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen. Gefahr ernster Augenschäden.
Kaliumcyanid	Sehr giftig beim Einatmen, beim Verschlucken und bei Berührung mit der Haut. Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
Kaliumnitrat	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.
Kaliumpermanganat	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen. Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reagiert sehr heftig mit reduzierenden Stoffen. Reagiert mit Salzsäure unter Freisetzung von giftigem Chlorgas. Reagiert explosionsartig bei innigem Kontakt (Verreiben) mit Essigsäure, Ammoniak, Schwefel und Phosphor.

Kaliumthiocyanat	Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und berührung mit der Haut. Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
Kupfer(II)-sulfat	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen und die Haut. Entwickelt bei thermischer Zersetzung Schwefeldioxid. Wirkt bakterientoxisch.
Mangan(II)-sulfat	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken. Entwickelt bei thermischer Zersetzung Schwefeldioxid.
Natriumcarbonat (Soda)	Reizt die Augen. Staub nicht einatmen.
Natriumhydroxid-Lsg.	Verursacht schwere Verätzungen. Denaturiert Eiweiß. In Kontakt mit Al, Zn und Messing entsteht Wasserstoffgas. Setzt aus Ammoniumsalzen NH_3 frei. Korrodiert viele Werkstoffe. Greift Metall, Glas, Quarz und Kunststoffe an. Reagiert heftig mit Säuren.
Natriumsulfit	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
Salpetersäure (verd.)	Verursacht Verätzungen. Starkes Oxidationsmittel. Spaltet bei thermischer Zersetzung Nitrosegase ab. Reagiert mit vielen organischen Stoffen.
Salpetersäure (konz.)	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen. Verursacht schwere Verätzungen. Starkes Oxidationsmittel. Entwickelt bei thermischer Zersetzung Nitrosegase. Reagiert mit vielen organischen Stoffen.
Salzsäure (7%)	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. Wirkt stark korrodierend auf nahezu alle metallischen Werkstoffe. Reagiert heftig mit einer Vielzahl von anorganischen und organischen Stoffen.
Schwefelsäure (verd.)	Reizt die Augen und die Haut. Aus der verdünnten Schwefelsäure verdunstet bei offenem Stehen das Wasser, wodurch sie aufkonzentriert wird.
Schwefelsäure (halbkonz.)	Verursacht schwere Verätzungen. Zerstört viele organische Substanzen, insbesondere auch organisches Gewebe und Textilien. Reagiert explosionsartig mit Alkalien.
Schweflige Säure	Giftig beim Einatmen. Verursacht Verätzungen. Greift mit Feuchtigkeit viele Metalle an. Reagiert heftig mit Aluminium und Halogenen. Schweflige Säure wird leicht zu Schwefelsäure oxidiert.

Silbernitrat-Lösung (1%)	Verursacht Verätzungen. Starkes Oxidationsmittel.
Wasserstoffperoxid (3%)	Verursacht Verätzungen. Reagiert heftig mit oxidierbaren Stoffen.
Zinn(II)-chlorid	Verursacht Verätzungen. Reizt die Atmungsorgane.

Verhalten im Gefahrenfalle

Verschüttete Natriumhydroxid-Lösung und Ammoniak-Lösung wird verdünnt, mit Natriumhydrogencarbonat neutralisiert und mit einem Schwamm aufgenommen.

Verschüttete Salzsäure, Schwefelsäure, Schweflige Säure (Handschuhe! Gase nicht einatmen!!) und Salpetersäure wird vorsichtig (!) verdünnt, mit Natriumcarbonat neutralisiert und mit einem Schwamm aufgenommen.

Kleine verschüttete Mengen Bromwasser werden mit einem Überschuss an Natriumthiosulfat oder alkalischer Natriumcarbonatlösung umgesetzt, mit einem Schwamm aufgenommen (Schutzhandschuhe!) und verworfen.

Experimente

Benötigte Ausrüstung

Becherglas 1l, Bunsenbrenner, Ceranplatte, Glaswanne, Gummistopfen, Holzspan, Indikatorpapier, Magnesiumrinne, Messpipette (10ml), Messzylinder (100ml, 500ml), Pelusball, Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Siedesteine, Spatel, Tropfpipette, Uhrglas, Vierfuß, Zentrifuge, Zentrifugengläser

Alltagschemikalien

Blumendraht

Versuchsbeschreibungen

2 Problemfeld "Komplexität der Wirklichkeit"

2.2 Komplexe Systeme

Versuch 74

In vier Reagenzgläser werden je 5ml 3%ige Wasserstoffperoxid-Lösung gefüllt und

- a) mit wenigen ml einer verdünnten Natriumhydroxid-Lösung versetzt
- b) wird mit Ammoniak-Lösung genau neutralisiert (Indikatorpapier)
- c) mit wenigen ml verdünnter Schwefelsäure angesäuert
- d) mit einer Mikrospatelspitze Harnstoff versetzt.

Alle Proben werden anschließend erwärmt und eventuell entstehende Gase mit einem glimmenden Holzspan nachgewiesen.

Versuch 75

- a) Zu 5ml einer Kupfersulfat-Lösung (7g kristallisiertes Kupfersulfat in 100ml Wasser) werden 5ml einer Weinsäure-Lösung (37g SEIGNETTESALZ [Kaliumnatriumtartrat] in 100ml Wasser) gegeben. Mit verdünnter Natriumhydroxid-Lösung wird die Lösung alkalisch gemacht.
- b) Die in a) dargestellte FEHLINGSche Lösung wird mit ca. 0,5ml einer 10%igen wässrigen Traubenzucker-Lösung versetzt und gelinde erwärmt.

Versuch 76

Eine Glaswanne mit zerstoßenem Eis wird bereitgestellt. In das Eis werden zur Kühlung zwei Reagenzgläser mit verdünnter Salpetersäure, einige leere Zentrifugiergläschen und leere Reagenzgläser gesteckt.

In einem Reagenzglas mit eisgekühltem demineralisiertem Wasser wird 1 Spatelspitze violette Chrom(III)-chlorid, in einem anderen 1 Spatelspitze grünes Chrom(III)-chlorid gelöst und jeweils mit 1ml gekühlter, verdünnter Salpetersäure angesäuert. Dann wird jeweils eisgekühlte Silbernitrat-Lösung im Überschuss zugesetzt. Zum Abzentrifugieren der ausgefallenen Niederschläge werden die Flüssigkeiten in vorgekühlten Zentrifugiergläschen zentrifugiert und anschließend in gekühlte Reagenzgläser abdekantiert. Die Lösungen werden nun gelinde erwärmt.

Versuch 77

- Ein Reagenzglas wird ca. 1/2cm hoch mit Eisenpulver gefüllt und dieses unter dem Abzug (!) in verdünnter Schwefelsäure gelöst. Eine Probe wird jeweils mit einigen Tropfen einer Ammoniumthiocyanat-Lösung versetzt und mit verdünnter Natriumhydroxid-Lösung alkalisch gemacht. Die alkalische Eisensalz-Lösung wird 20min an der Luft stehen gelassen.
- 2ml einer schwefelsauren Eisen(II)-sulfat-Lösung werden im Abzug mit einigen Tropfen konzentrierter Salpetersäure versetzt. Mit Kaliumthiocyanat-Lösung wird auf Eisen(III)-Ionen geprüft.

Versuch 78

Eine stark verdünnte Lösung eines Eisen(III)-Salzes wird mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert. In der Eisen(III)-Salz-Lösung sollen Eisen(III)-Ionen noch deutlich mit gelbem Blutlaugensalz nachweisbar sein.

Je eine Probe wird

- mit Blumendraht in einem abgedeckten Becherglas ca. 10min unter dem Abzug gekocht
- mit schwefliger Säure versetzt
- mit Zinn(II)-chlorid-Lösung versetzt
- mit einigen Körnchen Kaliumiodid und anschließend mit einer Stärke-Lösung versetzt.

Nach ca. 5min prüfe man alle Lösungen erneut mit gelbem Blutlaugensalz auf Eisen(III)-Ionen.

Versuch 79

Eine halbe Spatelspitze von MOHRschem Salz wird in 30ml Wasser gelöst und die stark verdünnte, neutrale (!) Lösung tropfenweise mit Kaliumcyanid versetzt. Dann wird Kaliumcyanid im Überschuss zugegeben, bis sich der Niederschlag gerade gelöst hat. (Auf keinen Fall ansäuern! Abzug!)

Versuch 80

Zu 20ml der Lösung aus V79 gibt wird im Abzug (!) in einem Becherglas langsam die doppelte Menge an frischem Bromwasser gegeben. Ein eventueller Überschuss ist durch Kochen oder weitere Zugabe der Lösung aus V79 zu beseitigen.

(Abzug: Das Reaktionsprodukt spaltet leicht Blausäure ab!)

Versuch 81

5ml einer 0,1%igen Lösung von Eisen(III)-chlorid werden mit 5ml einer 0,1%igen Lösung von Ammoniumthiocyanat und die entstandene Lösung auf vier Reagenzgläser verteilt.

- In das erste Reagenzglas werden 2 Tropfen einer 10%igen Lösung von Eisen(III)-chlorid gegeben
- in das zweite 2 Tropfen einer 10%igen Ammoniumthiocyanat-Lösung
- in das dritte 2 Tropfen einer 10%igen Ammoniumchlorid-Lösung.
- Das vierte dient dem Vergleich.

Versuch 82

- Eine Spatelspitze Mangan(II)-sulfat werden mit der 3-6fachen Menge einer Mischung aus gleichen Teilen wasserfreiem Natriumcarbonat und Kaliumnitrat feinst verrieben und in einer Magnesiumrinne so lange auf Rotglut erhitzt, bis die Gasentwicklung aufhört. Die erkaltete Schmelze wird auf einem Uhrglas in wenig Wasser gelöst.
- Eine alkalische Kaliumpermanganat-Lösung wird mit Natriumsulfit, eine schwefelsaure Kaliumpermanganat-Lösung mit schwefliger Säure und eine verdünnte Kaliumpermanganat-Lösung mit schwefliger Säure versetzt.

Versuch 83

Folgende Lösungen werden hergestellt:

Lösung A: 1g Kaliumpermanganat wird in 300ml Wasser gelöst. Von dieser Lösung werden 10ml in ein 1l Becherglas, gegeben welches dann zu 3/4 mit Wasser gefüllt wird. Es wird einmal kurz umgerührt.

Lösung B: In ein Reagenzglas gibt man die Lösung von 10ml 50%iger Natriumhydroxid-Lösung und 10ml 1%iger Natriumformiat-Lösung.

Lösung C: 10ml halbkonzentrierte Schwefelsäure

Lösung D: 5ml 1%ige Natriumsulfit-Lösung

Lösung B wird in einem Schwung in Lösung A gegeben (nicht umrühren!). Sobald die untere Hälfte der Lösung grün gefärbt ist, unterschichtet man sie mit Lösung C. Dazu taucht man eine mit Lösung C gefüllte Pipette in die Lösung, hält ihre Spitze ca. 3cm über den Boden des Gefäßes und drückt dann die Säure heraus. Schließlich unterschichtet man mit der Lösung D (ebenfalls mit Hilfe einer Pipette).

Versuch 84

In einem Reagenzglas wird eine Mikrospatelspitze Ammoniummetavanadat(V) mit 5ml verdünnter Salzsäure versetzt, mit einem Gummistopfen verschlossen und bis zur vollständigen Lösung geschüttelt. Anschließend gebe man 5 Zinkgranalien hinzu.

*Entsorgungshinweise*Versuch 74

Die Lösungen werden in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben. (pH-Wert!!)

Versuch 75

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **schwermetallhaltige Lösungen** gegeben.

Versuch 76

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **schwermetallhaltige Lösungen** gegeben. (Auch die silberhaltigen Lösungen!)

Versuch 77

Die Lösungen werden in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben. (pH-Wert!!)

Versuch 78

Die Lösungen aus a), b) und d), sowie überschüssige Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung werden in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben. (pH-Wert!!)

Die Lösung aus c) wird neutralisiert und in den Behälter für **schwermetallhaltige Lösungen** gegeben.

Versuch 79 u. 80

Im Umgang mit cyanidhaltigen Lösungen ist äußerste Vorsicht geboten. Die Lösungen dürfen auf keinen Fall angesäuert werden, da sich dabei der sehr giftige, leicht flüchtige Cyanwasserstoff bildet. Die cyanidhaltigen Lösungen sind getrennt zu sammeln und für die Entsorgung vorzubereiten, indem sie durch Zugabe von Wasserstoffperoxid bei pH 10-11 zunächst zu den Isocyanaten oxidiert werden. Durch weitere Zugabe des Oxidationsmittels bei pH 8-9 können die Isocyanate schließlich zu Kohlenstoffdioxid abgebaut werden. Die Vollständigkeit der Oxidation ist mittels der Teststäbchen von MERCK (Nr. 10044). Anschließend werden die Lösungen in den Behälter für **cyanidhaltige Abfälle** gegeben. (neutral(!) bis leicht alkalisch (pH 7-9))

Versuch 81

Die Lösungen werden in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben. (pH-Wert!!)

Versuch 82

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **schwermetallhaltige Lösungen** gegeben.

Versuch 83

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **schwermetallhaltige Lösungen** gegeben.

Versuch 84

Restliche Zinkgranalien werden entfernt und trocken in den Hausmüll gegeben.

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **schwermetallhaltige Lösungen** gegeben.

Bevor die Lösungen in die entsprechenden Behälter gegeben werden, ist der pH-Wert gemäß den angegebenen Werten zu überprüfen!

Fragen zu den Experimenten

Versuch 74

1. Welche Rückschlüsse lässt die Versuchsreihe auf die Beständigkeit der Wasserstoffperoxid-Lösung zu?
2. Mit welchen Zusätzen sind die im Handel erhältlichen Wasserstoffperoxid-Lösungen versetzt?
3. Was versteht man unter dem Begriff "Perhydrol"?

Versuch 75

1. Interpretieren Sie den Versuchsablauf vor dem Hintergrund des Ihnen bereits aus V57 bekannten Ergebnisses. Welche Funktion kommt der Weinsäure zu?

Versuch 76

1. Um welchen Reaktionstyp handelt es sich?
2. Welche Rückschlüsse lassen die Farben der Lösungen und die Niederschläge hinsichtlich der Änderung der Bindungsverhältnisse im Verlauf der Reaktion zu?
3. Welche quantitative Bestimmungsmethode kommt hier zur Anwendung und wozu wird sie im konkreten Fall durchgeführt?

Versuch 77

1. Welche Rückschlüsse sind aufgrund der Ergebnisse hinsichtlich der Stabilität von Eisen(II)-Ionen möglich?
2. Welche Konsequenz ergibt sich daraus für die Aufbewahrung von Eisen(II)-Salz-Lösungen?

Versuch 78

1. Um welchen Reaktionstyp handelt es sich und welches Prinzip kommt hier zum tragen?
2. Würde die gleiche Reaktion auch im alkalischen stattfinden?
3. Die Stärke-Lösung in d) erfüllt 2 Funktionen. Erläutern Sie diese unter Berücksichtigung der Tatsache, dass bei Verwendung von Kaliumiodid nur eine unvollständige Umsetzung erfolgt.

Versuch 79

1. Wie bezeichnet man das Endprodukt?
2. In welcher Oxidationsstufe liegt das Eisen-Ion vor?
3. Geben Sie eine Erklärung für die Beständigkeit.

Versuch 80

1. Um welchen Reaktionstyp handelt es sich?
2. Wie bezeichnet man das Endprodukt?

Versuch 81

- 1) Was würde passieren, wenn einer Eisenthiocyanat-Lösung Fluorid-Ionen zugefügt werden?

Versuch 82

1. Welche Rückschlüsse sind anhand der Ergebnisse in a) und b) hinsichtlich der Redoxwirkung der verschiedenen Mangan-Ionen in den verschiedenen Medien möglich?

Versuch 83

1. Unter welcher Bezeichnung findet sich diese Reaktion in der Literatur?
2. Geben Sie eine Begründung und eine mögliche Deutung der Ergebnisse mit Hilfe der in V82 beobachteten Phänomene.

Versuch 84

1. Deuten Sie die auftretenden Farbänderungen.
2. Informieren Sie sich über die Gewissheit, mit der Angaben zum Aufbau der entsprechenden Spezies gemacht werden können in COTTON/WILKINSON: *Anorganische Chemie*. Weinheim: Verlag Chemie, 1974. S. 874f. Welche Gesundheitsgefährdung kann möglicherweise von den Vanadaten ausgehen?

Versuchsauswertung

Name:

Datum:

Protokoll der Beobachtungen bzw. Meßdaten

Versuche erfolgreich durchgeführt	Versuche erfolgreich ausgewertet
Datum:	Datum:
Unterschrift:	Unterschrift: