

Name:	Datum:
-------	--------

Fünf Farben in einer Lösung

Materialien

5 x 100 mL Bechergläser (nummeriert von 1-5), Messzylinder (50 mL), Spritzflasche mit destilliertem Wasser

Chemikalien:

Lösung Nr. 1: Phenolphthaleinlösung (0,1 %ig in Ethanol)
 Lösung Nr. 2: Natriumcarbonatlösung (6,7 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10 \text{ H}_2\text{O}$ /100 mL, 2,5 %ig)
 Lösung Nr. 3: Eisen(III)chloridlösung (10 %ig)
 Lösung Nr. 4: Kaliumthiocyanatlösung (10 %ig)
 Lösung Nr. 5: Kaliumhexacyanoferrat(II)lösung (5,0 %ig)

Sicherheitshinweis:

Die verwendeten Chemikalien sind zum Teil reizend oder gesundheitsschädlich. Beachte die Gefahrensymbole und trage auf jeden Fall eine Schutzbrille, Laborkittel und Handschuhe!

Durchführung

- Gib in jedes der fünf Bechergläser die vorgeschriebene Lösung:
 - Becherglas Nr. 1: 5 Tropfen der Lösung Nr. 1 + 40 mL destilliertes Wasser
 - Becherglas Nr. 2: 5 Tropfen der Lösung Nr. 2
 - Becherglas Nr. 3: 5 Tropfen der Lösung Nr. 3
 - Becherglas Nr. 4: 5 Tropfen der Lösung Nr. 4
 - Becherglas Nr. 5: 5 Tropfen der Lösung Nr. 5.
- Gieße dann
 - Gieße $\frac{3}{4}$ der Lösung von Becherglas Nr.1 in Nr.2.
 - Gieße $\frac{3}{4}$ der Lösung von Becherglas Nr.2 in Nr.3.
 - Gieße $\frac{3}{4}$ der Lösung von Becherglas Nr.3 in Nr.4.
 - Gieße $\frac{3}{4}$ der Lösung von Becherglas Nr.4 in Nr.5.
- Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle:

Becherglas	Beobachtung
Nr. 1	
Nr. 2	
Nr. 3	
Nr. 4	
Nr. 5	

Wie ist dieser Farbumschlag zu erklären? Führe dazu den folgenden Versuch durch.

Name:	Datum:
-------	--------

Experimente mit Phenolphthalein-Lösung

Materialien

Reagenzglasständer, 9 Reagenzgläser, 3 Tropfpipetten, Spatel

Reagenzlösung

Phenolphthalein-Lösung (Lösung 1)

Zu untersuchende Lösungen:

Essig, Essigessenz, Salzsäure (2,5 %ig), Schmierseife (1:20), Zitronensaft, Natriumcarbonat-Lösung (Lösung Nr. 2), Waschmittel, Natronlauge (0,5 mol/L), Eisen(III)chlorid-Lösung (Lösung Nr. 3)

Sicherheitshinweise:

Die verwendeten Chemikalien sind zum Teil reizend oder gesundheitsschädlich.

Beachte die Gefahrensymbole und trage auf jeden Fall eine Schutzbrille, Laborkittel und Handschuhe!

Durchführung

Mit der Phenolphthalein-Lösung (Lösung Nr. 1) kannst du verschiedene Lösungen untersuchen.

1. Fülle in jedes Reagenzglas etwa 3 cm hoch eine der zu untersuchenden Lösungen und stelle die jeweilige Flasche dazu. Löse ganz wenig Waschmittel in Wasser.
2. Gib in jedes Reagenzglas jeweils 2-3 Tropfen der Phenolphthalein-Lösung (Lösung 1).
3. Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein.

zu untersuchende Lösung	Beobachtung
Essig	
Waschmittel in Wasser (4-5 Perlen)	
Salzsäure	
Zitronensaft	
Natriumcarbonat-Lösung (Lösung Nr. 2)	
Essigessenz	
Schmierseife	
Eisen(III)chlorid-Lösung (Lösung Nr. 3)	
Natronlauge	

4. Kannst du aufgrund deiner Ergebnisse die Stoffe in Gruppen einteilen?
Gib der Gruppe eine Bezeichnung.

Gruppe 1 =	Gruppe 2 =

Name:	Datum:
-------	--------

Experimente mit einer Eisensalz-Lösung

Materialien

1 Eisennagel, 3 Reagenzgläser, Reagenzglasständer

Chemikalien

Schwefelsäure (0,5 mol/L H₂SO₄), Wasserstoffperoxid-Lösung (3 %ig), Kaliumthiocyanat-Lösung (Lösung Nr. 4), Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung (Lösung Nr.5)

Sicherheitshinweis

Die verwendeten Chemikalien sind zum Teil reizend oder gesundheitsschädlich.

Beachte die Gefahrensymbole und trage auf jeden Fall eine Schutzbrille, Laborkittel und Handschuhe!

A. Herstellung einer Eisensalz-Lösung

Durchführung

1. Gib den Eisennagel in ein Reagenzglas, indem du ihn vorsichtig mit dem Kopf zuerst in das Reagenzglas gleiten lässt.
2. Tropfe etwas Schwefelsäure darauf, so dass der untere Teil des Nagels in der Schwefelsäure ist.
3. Warte etwa 5 Minuten und beobachte dabei genau, was passiert.
4. Gib 1-2 Tropfen Wasserstoffperoxid-Lösung hinzu.
5. Verteile die Flüssigkeit (Eisensalz-Lösung, schwefelsauer!) auf zwei Reagenzgläser.

Was kannst du beobachten?

B. Experimente mit der Eisensalz-Lösung

Durchführung

1. Füge in eines der Reagenzgläser mit der Eisensalz-Lösung tropfenweise Kaliumthiocyanat-Lösung (Lösung Nr.4) hinzu.

Was kannst du beobachten?

2. Füge in das andere Reagenzglas tropfenweise Kaliumhexacyano-ferrat(II)-Lösung (Lösung Nr.5) hinzu.

Was kannst du beobachten?

Lehrerinformation

Fünf Farben in einer Lösung

Bei diesem Versuch ist es besonders wichtig die Reihenfolge einzuhalten, denn die im nachfolgenden erläuterten chemischen Reaktionen bauen aufeinander auf. - Die Lösung Nr.1 enthält einen Indikator, das Phenolphthalein, das im neutralen und sauren Bereich farblos ist. Nach Zugabe der basischen Natriumcarbonatlösung erfolgt der Farbumschlag nach rosa.

Die im dritten Becherglas vorliegende konzentrierte Eisen(III)-chlorid-Lösung ist sauer, da sich das Eisen-Ion beim Lösen mit einer Hülle aus Wasserteilchen umgibt. Diese "gebundenen" Wasserteilchen geben ein H^+ (Proton) an die Wassermoleküle der Umgebung ab und bilden dabei H_3O^+ -Ionen. Wird nun die basische Soda-Lösung hinzugegeben, reagieren die OH^- -Ionen der Sodalösung mit den H^+ - (bzw. H_3O^+ -) Ionen zu Wasser. Die Lösung wird neutralisiert bzw. bleibt leicht sauer, so dass die rosa Farbe des Phenolphthalein verschwindet. Es resultiert die gelbliche Eigenfarbe des gelösten Eisen(III)chlorids.

Gibt man nun im vierten Schritt Kaliumthiocyanatlösung dazu, so bildet sich das blutrot gefärbte Eisenthiocyanat und nach Zugabe von Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung im 5. Schritt schließlich das sehr stabile Berliner Blau. Mit der tintenblauen Farbe ist der Reigen des Fünf-Farben-Spiels abgeschlossen.

Abweichungen von den angegebenen Mengen können zu geringfügigen Störungen durch Niederschlagsbildung führen. Grundlage der ersten drei Farbumschläge bilden Säure-Base-Reaktionen, die mit dem ergänzenden Versuch "Experimente mit Phenolphthalein-Lösung" veranschaulicht werden können. - Im zweiten Versuchsteil dominieren Eisennachweisreaktionen. Hier ist die Reihenfolge wichtig. Der stabilste Eisenkomplex muss natürlich am Ende der Reaktionen gebildet werden. Ein zusätzlicher Versuchsteil "Experimente mit einer Eisensalz-Lösung" ist bei älteren Schülern möglich und trägt zum Verstehen der chemischen Abläufe für die Schritte 4 und 5 bei. - Ziel ist es auch hier, dass die Schüler durch eigene Versuche die "magischen" Zusammenhänge herausfinden können.

Experimente mit Phenolphthalein-Lösung

Die untersuchten Lösungen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Zum einen gibt es Lösungen, die nach Zugabe von Phenolphthalein farblos bleiben und zum anderen gibt es eine Gruppe von Stoffen, die einen Farbumschlag nach rosa bewirken.

Phenolphthalein ist ein Indikator, der im neutralen und im sauren Bereich farblos ist. Im basischen Bereich schlägt er nach pink um. Man kann mit Hilfe dieser chemischen Reaktion folglich zwischen Säuren und Basen unterscheiden.

Indikatoren sind Stoffe, die ihre Farbe in Abhängigkeit vom Säuregrad (vom pH-Wert) ändern. Sie zeigen an in welchem Bereich eine Lösung liegt (indicare (lat.) = zeigen).

Wasser und der pH-Wert

Wasser ($H_2O = H-O-H$) ist ein Stoff, der zu einem bestimmten Anteil immer auch als H^+ (Proton) und OH^- (Hydroxid-Ion) – man nennt dies *dissoziiert* - vorliegt. Der Säuregrad einer wässrigen Lösung wird von der Konzentration der Protonen bestimmt und als pH-Wert angegeben:

$$pH \text{ (} \textit{pondus hydrogenius} \text{)} = -\log [H^+],$$

wobei eckige Klammern für Konzentrationen stehen.

Ein pH-Wert von 7 kennzeichnet eine wässrige Lösung, in der genauso viele Protonen wie Hydroxidionen vorliegen, also: $[H^+] = [OH^-]$. Sie wird als neutral bezeichnet.

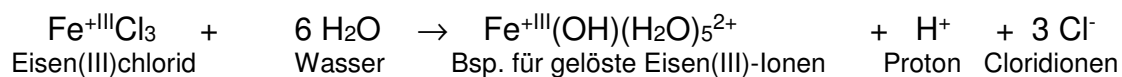
Lösungen mit pH-Werten kleiner als 7 sind sauer. - In ihnen liegen mehr Protonen als Hydroxidionen vor.

Lösungen mit pH-Werten über 7 sind alkalisch (basisch, seifig). - In ihnen überwiegen die Hydroxidionen.

Lösungen von Salzen

Das hier verwendete **Natriumcarbonat** ist das Salz aus Natriumhydroxid (NaOH, "Natron", Natronlauge) und Kohlensäure (H_2CO_3). Dieses Salz führt beim Lösen in Wasser zu einem Überschuss an Hydroxid-Ionen und damit zu einem pH-Wert deutlich > 7 . Phenolphthalein gibt bei einem pH-Wert von 8.2 bis 9.8, der durch die Natriumcarbonatlösung erreicht wird, Protonen ab und geht dadurch in eine Form über, die sichtbares Licht absorbiert und somit farbig erscheint. Die Lösung verfärbt sich rosa.

Beim Lösen des **Eisen(III)chlorids** dagegen bilden sich H^+ -Ionen z.B. nach folgender Gleichung:



Der Einfachheit halber ist oben nur der erste Hydrolyseschritt dargestellt, beim Lösen von Eisensalzen können eine Reihe von Folgeprodukten auftreten.

Die gebildeten H^+ -Ionen reagieren mit den OH^- -Ionen der Natriumcarbonatlösung zu Wasser, Phenolphthalein nimmt bei neutralem pH-Wert wieder H^+ auf (s. Reaktionsschema oben: Verschiebung nach links) und entfärbt sich.

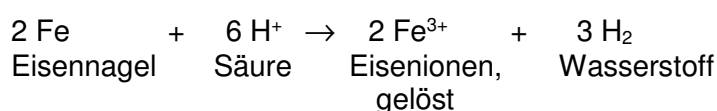
Experimente mit einer Eisensalz-Lösung

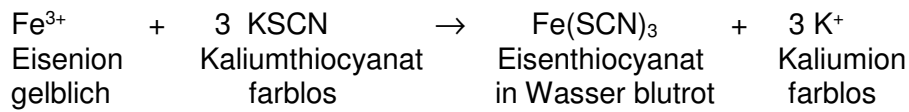
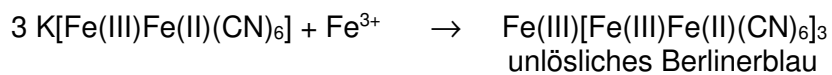
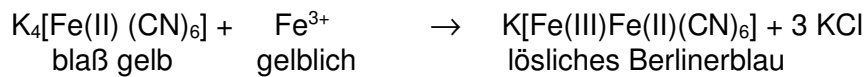
Bei diesem Experiment werden spezifische Nachweisreaktionen für Eisenionen durchgeführt, um die Verfärbung beim Versuch "Fünf Farben in einer Lösung" zuordnen zu können.

Um für die Schüler einen Bezug zwischen dem Metall Eisen und gelösten Eisenionen herzustellen, wird für den Nachweis ein Eisennagel verwendet. Der Eisennagel wird mit Schwefelsäure behandelt, wobei ein Teil des Eisens als Eisen(II)ionen in Lösung geht. Nach Oxidation mit Wasserstoffperoxid liegen Eisen(III)ionen vor, die mit der Thiocyanatlösung (s.u.) durch Bildung einer tief rot gefärbten Lösung nachzuweisen sind.

Reaktionsgleichungen:

Lösen des Eisennagels:



Eisennachweis mit Thiocyanat:**Eisennachweis mit gelbem Blutlaugensalz:**

Die intensive blaue Farbe ergibt sich aus dem gleichzeitigen Vorliegen des Eisens in der drei- und der zweiwertigen Oxidationsstufe. Der Übergang zwischen beiden verursacht die Farbigkeit.

Hinweise zur Unterrichtsgestaltung

Vor der Durchführung des Versuchs erfolgt ausnahmsweise kein einführendes Unterrichtsgespräch. Die zu erwartenden Reaktionen liegen außerhalb der Alltagserfahrungen von Grundschulern, die Deutung kann aufgrund der komplizierten chemischen Zusammenhänge mit ihnen nur für einen Teil des Experiments erarbeitet werden. Durch den Versuch mit dem Indikator Phenolphthalein kann gezeigt werden, dass bestimmte Lösungen sauer oder basisch reagieren. Diese Art der Anzeige könnte einigen Schülern aus dem Umstand bekannt sein, dass auch Teichwasser oder Wasser im Aquarium in ähnlicher Weise überprüft wird.

Ab ungefähr Klasse 6-7 kann zusätzlich zum Versuch mit Phenolphthalein das Experiment mit der Eisensalz-Lösung durchgeführt werden.

Zur Versuchsdurchführung:

1. Die Versuchsvorschrift wird gemeinsam gelesen und der Arbeitsauftrag geklärt.
2. Danach erfolgt die Durchführung und die Schüler notieren die beobachteten Farbreaktionen auf ihrer Versuchsdurchschrift.
3. Die Beobachtungen werden im Gespräch genannt und Vermutungen über die Deutung geäußert. Dabei können Grundschüler lediglich erklären, dass durch das Zusammengießen bestimmter Chemikalien spezielle Farbreaktionen erfolgen.
4. Daran anschließend wird der Versuch mit Phenolphthalein durchgeführt, die Beobachtungen erneut notiert.
5. Um die Beobachtungen anschaulich zu präsentieren und die Ergebnisse zu verdeutlichen, werden die untersuchten Stoffe in einer Tabelle sortiert (siehe Vorschrift!). Dadurch lässt sich erkennen, dass die Gruppe, die durch Zugabe von Phenolphthalein eine rosa Verfärbung aufweist, alkalische (seifige) Stoffe sind, die andere Gruppe saure Stoffe. Die Tabelle kann auch gut an der Tafel gemeinsam erarbeitet werden.
6. Im anschließenden Gespräch werden die Merkmale von Säuren und Laugen geklärt. Dabei wird auf Alltagserfahrungen zurückgegriffen, die den Schülern aus dem Haushalt bekannt sind, wie z.B. der saure Essig als Zutat für Salatsoßen und Waschmittel zum Reinigen.