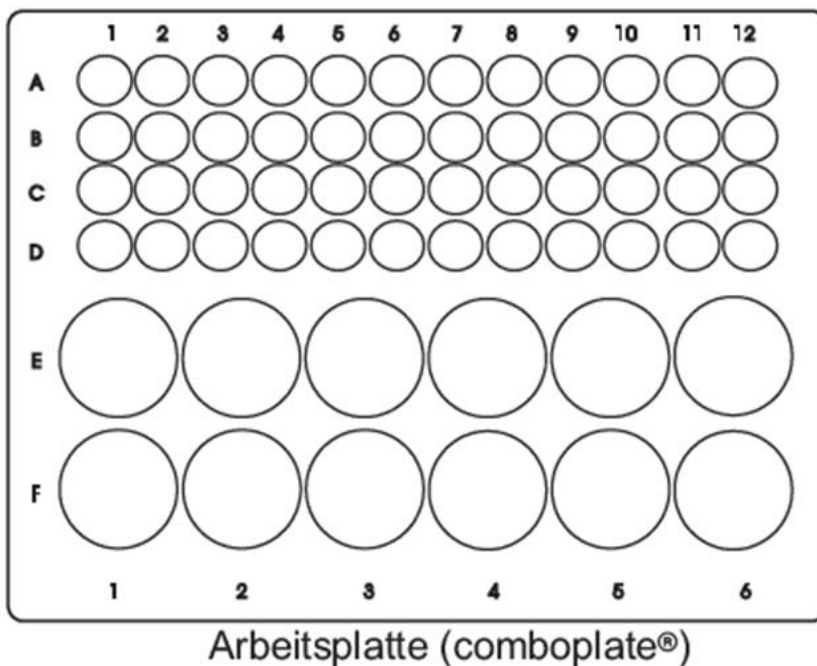
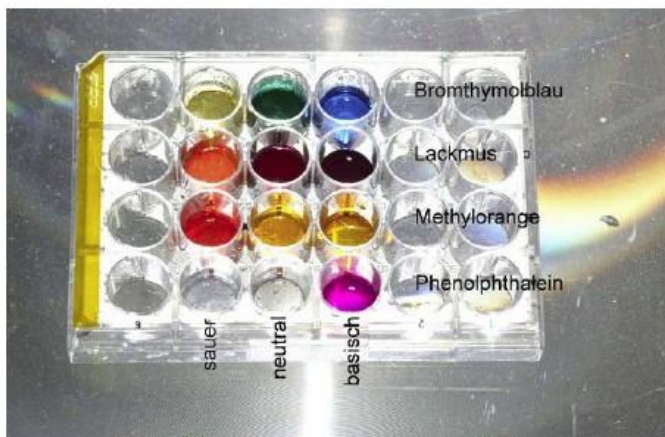


A5.163-1467

Schülerversuche zu Protolysen im Halbmikromaßstab

WOLFGANG KIRSCH, LPM

LPM, Beethovenstraße 26, 66125 Saarbrücken, Raum: 3-11





µscience – The UNESCO-Associated Centre for Microscience Experiments

RADMASTE Centre University of the Witwatersrand, Johannesburg, RADMASTE CENTRE
ADVANCED TEACHING & LEARNING PACKAGES MICROCHEMISTRY EXPERIENCES English Version (.PDF)

Wichtiger didaktischer Hinweis: *Schülerpraktika lassen sich am besten über die Chemikalienausgabe am Lehrerpult steuern und kontrollieren!*

*Dabei können die Lernenden beispielweise die Chemikalien am Lehrerpult in Kapillarpipetten aufnehmen und in der Comboplate® aus Polystyrol **sicher** vom Lehrerpult zu ihrem Platz transportieren. Bevor die Lernenden die gefüllten Pipetten beispielsweise mit beschrifteten Leukosilk®-Streifen an ihrem Arbeitsplatz kennzeichnen, können sie sich durch Lokalisierung der Pipetten in der Comboplate vor dem Abfüllen in einer Liste mit den Positionsdaten (Buchstabe/Zahl) oder auf einer ausgeteilten Kopie des Comboplate-Protokollbogens (vergl. obige Abbildung und Anhang) notieren, welche Chemikalien sich darin befinden.*

Wichtiger didaktischer Hinweis: *Die Abfolge der nachfolgenden Versuche entspricht der Abfolge der Versuche über mehrere Kapitel hinweg im „Radmaste-Skript“ und stellt keinen Unterrichtsgang dar!*

V1 Säure-Base-Titration – eine Einführung

Material und Methoden

Material: 1 sauberer (!) Mikrospatel, 5 Kunststoff-Kapillarpipetten, Kaffee-Rührer, 1 Comboplate®, Schutzbrille.

Chemikalien: Säure A $c(A) = 0,1 \text{ mol/l}$, Säure B $c(B) = 0,1 \text{ mol/l}$, Natronlauge $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$, Methylorange-Indikatorlösung, wahlweise Bromthymolblau-Lösung, Leitungswasser.

Sicherheitshinweis: Wenn Säure oder Base auf die Haut spritzt, spüle sofort die Stelle mit Leitungswasser gründlich ab! Trage auf jeden Fall eine Schutzbrille!

Hinweis: Der Mikrospatel muss vor jeder Verwendung sorgfältig gereinigt werden!

Durchführung:

1. Gib 5 Tropfen Leitungswasser in Vertiefung A1 der Comboplate.
2. Gib 1 Tropfen Methylorange-Indikatorlösung, wahlweise Bromthymolblau-Lösung, in die Vertiefung A1.
3. Wiederhole Schritt 1 und 2 für die Vertiefung A2, nimm aber Säure A anstelle von Leitungswasser. (Siehe Frage Q2).
4. Füge eine genügende Anzahl Tropfen von Natronlauge in Vertiefung A2 bis die Farbe der Lösung der von A2 der von A1 entspricht. Benutze einen Kaffee-Kunststoffrührer um bei jeder Tropfenzugabe von Natronlauge umzurühren. Notiere sorgfältig die Anzahl der zugegebenen Tropfen an Natronlauge. (Siehe Frage Q3).
5. Wiederhole dieses Verfahren von Vertiefung A2 für die Vertiefungen A3 und Vertiefung A4. (Siehe Frage Q4.)
6. Wiederhole Schritt 3 und Schritt 4 für die Vertiefungen A5, A6 und Vertiefung A7, aber verwende Säure B statt Säure A.
7. Zähle sorgfältig die Anzahl der Tropfen von Natronlauge, die du gebraucht hast. (Siehe Frage Q4).
8. Spüle die Comboplate mit Leitungswasser und trockne sie z.B. mit Papierhandtüchern ab.

Fragen und Aufträge zum Versuch

- Q1.** Notiere die Farbe der Lösung in Vertiefung A1.
Q2. Notiere die Farbe der Lösung in Vertiefung A2.
Q3. Erstelle eine Tabelle in Deinem Heft wie Tabelle 1 und trage die Anzahl der Tropfen ein.

Tabelle 1

| Verwendete Säure | Anzahl der Tropfen der Säure A | Anzahl der Tropfen von NaOH | Durchschnittliche Anzahl der Tropfen von NaOH |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| A | 5 | | _____ |
| | 5 | | |
| | 5 | | |
| | | | |

Q4. Erstelle eine Tabelle in Deinem Heft wie Tabelle 2 und trage die Anzahl der Tropfen ein.

Tabelle 2

| Verwendete Säure | Anzahl der Tropfen der Säure B | Anzahl der Tropfen von NaOH | Durchschnittliche Anzahl der Tropfen von NaOH |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| B | 5 | | _____ |
| | 5 | | |
| | 5 | | |
| | | | |

- Q5** Welches Volumenverhältnis NaOH/SäureA liegt bei der Titration von Säure A $c(A) = 0,1 \text{ mol/l}$ vor?
Q6 Welches Volumenverhältnis NaOH/SäureB liegt bei der Titration von Säure B $c(B) = 0,1 \text{ mol/l}$ vor?
Q7 Vergleiche Deine Antworten zu den Fragen Q5 und Q6 oben und erläutere diese Ergebnisse.

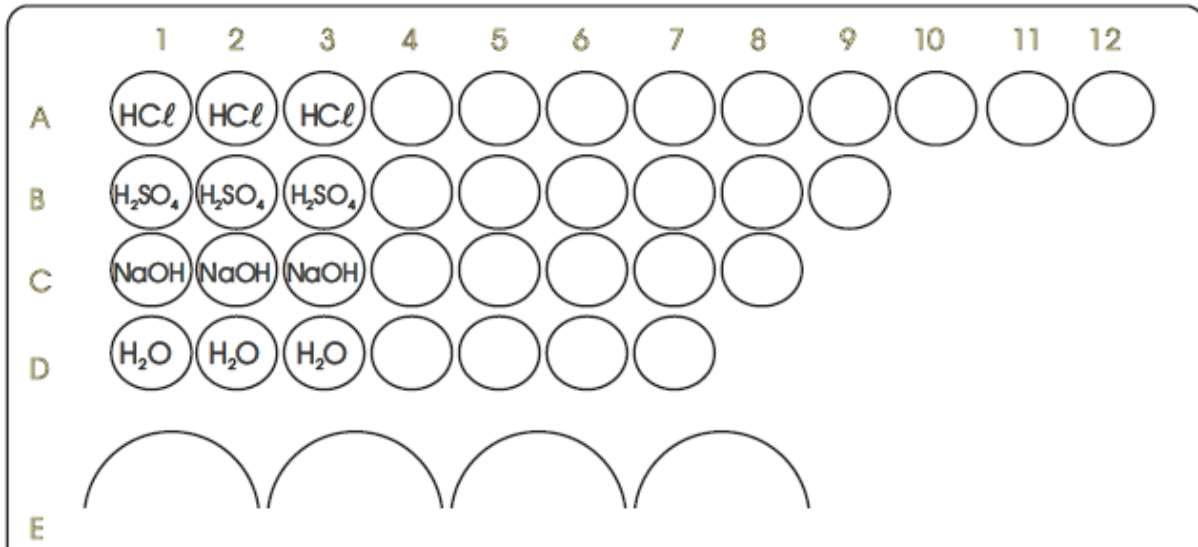
V2 Versuch: Die Auswirkung von verdünnten Säuren und Basen auf Indikatoren

Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 6 Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 1 Blatt weißes (laminiertes) Papier, 1 Streifen pH-Indikatorpapier, Schutzbrille.

Chemikalien: Salzsäure, HCl(aq) $c = 1 \text{ mol/l}$
 Schwefelsäure H_2SO_4 (aq) $c = 1 \text{ mol/l}$
 Natronlauge NaOH(aq) $c = 1 \text{ mol/l}$
 Leitungswasser
 Universalindikatorlösung, Universalindikatorpapier,
 Methylorange-Lösung

Durchführung:



1. Lege die Comboplate® auf ein Blatt weißes (laminiertes) Papier (Siehe Frage Q 1).
2. Gib mit einer sauberen Kunststoffkapillarpipette 10 Tropfen Salzsäure $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/l}$ in jede der Vertiefungen A1, A2 und A3.
3. Gib mit einer sauberen Kunststoffkapillarpipette 10 Tropfen Schwefelsäure $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol/l}$ in jede der Vertiefungen B1, B2 und B3.
4. Gib mit einer sauberen Kunststoffkapillarpipette 10 Tropfen Natronlauge $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ in jede der Vertiefungen C1, C2 und C3.
5. Gib mit einer sauberen Kunststoffkapillarpipette 10 Tropfen Leitungswasser in jede der Vertiefungen D1, D2 und D3.
6. Gib mit einer sauberen Kunststoffkapillarpipette 1 Tropfen Universalindikator-Lösung in jede der Vertiefungen A1, B1, C1 und D1 (Siehe Frage Q 2).
7. Gib mit einer sauberen Kunststoffkapillarpipette 1 Tropfen Methylorange-Lösung in jede der Vertiefungen A2, B2, C2 und D2. (Siehe Frage Q 2).
8. Nehme zwei Streifen Universalindikatorpapier, falte jeden Streifen längs und stelle ihn in die Vertiefungen A3, B3, C3 und D3. (Siehe Fragen Q2, Q3).
9. Spüle nach der Protokollierung die Comboplate und die Mikrokapillarpipetten mit Wasser.

Fragen und Aufträge zum Versuch

- Q1.** Fertige eine Tabelle wie die nachfolgend gezeigte Tabelle 1 in Deinem Heft an.
Q2 Vervollständige Tabelle 1.

Tabelle 1

| Farbe | in HCl(aq) | in H ₂ SO ₄ (aq) | in NaOH(aq) | in Leitungswasser |
|-------------------------------------|------------|----------------------------------------|-------------|-------------------|
| Farbe des Universalindikators | | | | |
| Farbe von Methylorange | | | | |
| Farbe des Universalindikatorpapiers | | | | |

Q3. Erläutere das Geschehen in diesem Experiment.

Q4. Ordne mit Hilfe der Indikatorpapieranzeige die Substanzen in die Kategorien „sauer“, „neutral“ und „alkalisch“ ein.

Q5. Diskutiere in der Gruppe: Was bedeutet der Begriff „Indikator“ in der Alltagssprache? Erläutert anhand von Alltagsbeispielen, bei denen dieser Begriff verwendet wird.

Q6. Diskutiere in der Gruppe auf Basis der Experimente eine Definition des Begriffs „Indikator“: Ein Indikator ist...

V3 Versuch: Reaktion von Säuren mit Natronlauge

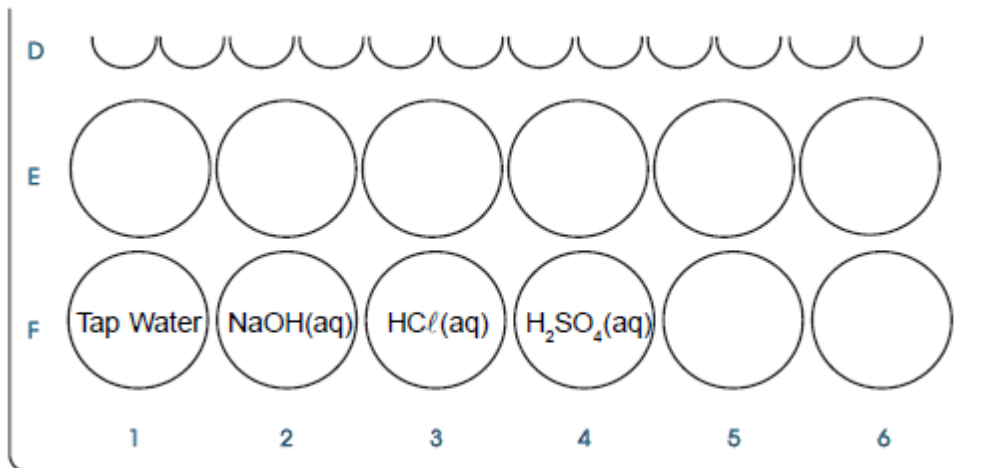
Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 4 Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 2 Mikrospatel, 1 Spritze, 1 Blatt weißes (laminiertes) Papier, Schutzbrille.

Chemikalien: Salzsäure $c(\text{HCl}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$, Schwefelsäure $c(\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$
Natronlauge $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$, Leitungswasser, Universalindikatorlösung.

Durchführung:

1. Lege die Comboplate® auf ein Blatt weißes (laminiertes) Papier.
2. Verwende eine saubere trockene Mikrokapillarpipette und gib damit Leitungswasser (Tap water) in die Vertiefung F1 und fülle sie halb. (Siehe Frage Q1).
3. Nehme eine saubere trockene Mikrokapillarpipette und gib damit 10 Tropfen Natronlauge, $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$ in die Vertiefung F2
4. Nehme eine saubere trockene Mikrokapillarpipette und gib damit 10 Tropfen Salzsäure, $c(\text{HCl}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$ in die Vertiefung F3
5. Nehme eine saubere trockene Mikrokapillarpipette und gib damit 10 Tropfen Schwefelsäure $c(\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$ in Vertiefung F4.
6. Nehme eine saubere trockene Mikrokapillarpipette und gib damit 1 Tropfen Universalindikatorlösung in die Vertiefungen F1, F2, F3 und F4.
7. Notiere die Farbe in den einzelnen Vertiefungen. (Siehe Fragen Q2, Q3, Q4 und Q5)
8. Nehme eine saubere trockene Mikrokapillarpipette und gib damit 1 Tropfen Natronlauge in die Vertiefung F3. Rühre die Lösung in F3 mit einem Kunststoff-Rührstab. Gib die Natronlauge tropfenweise hinzu und rühre jeweils um bis die Farbe der Lösung in Vertiefung F3 an die Farbe in F1 herankommt.
9. Wiederhole denselben Prozess in Vertiefung F4: Füge die Natronlauge Tropfen für Tropfen zu der Schwefelsäure in Vertiefung F4. Rühre regelmäßig zwischen der Tropfenzugabe um, bis die Farbe in F4 an die Farbe in F1 herankommt. (siehe Frage Q6).
10. Spüle alle Gerätschaften sorgfältig.



Fragen und Aufträge zum Versuch

Q1. Gib an, welche Substanz in Vertiefung F1 ist.

Q2 Gib die Farbe des Universalindikators in Vertiefung F1 an.

Q3 Verwende ein Stück pH-Indikatorpapier um die Bedeutung der Farbe der Lösung in Vertiefung F1 zu erklären.

Q4 Notiere den Namen der Substanz, die Farbe des Universalindikators und die Bedeutung der Farbe in Vertiefung F2

Q5 Welche Farbe hat der Indikator in der Schwefelsäurelösung und in der Salzsäurelösung in den Vertiefungen F3 und F4 bevor Du Natronlauge zugegeben hast. Verwende einen pH-Papierstreifen zur Erklärung der Bedeutung der Farbe.

Q6 Was ereignet sich bei Zugabe von Natriumhydroxid zur sauren Lösung.

Q7 Erläutere mit eigenen Worten, was dies bedeutet.

Q8 Ein Wespenstachel spritzt eine alkalische Chemikalie in die Haut. Erläutere, welche Haushaltschemikalie man verwenden könnte, um den Schmerz des Wespenstichs abzumildern.

Q9 Erläutere, inwiefern eine Lösung von Natrium-Hydrogencarbonat (Bicarbonat) Erleichterung bei einem Bienenstich in die Haut bringt.

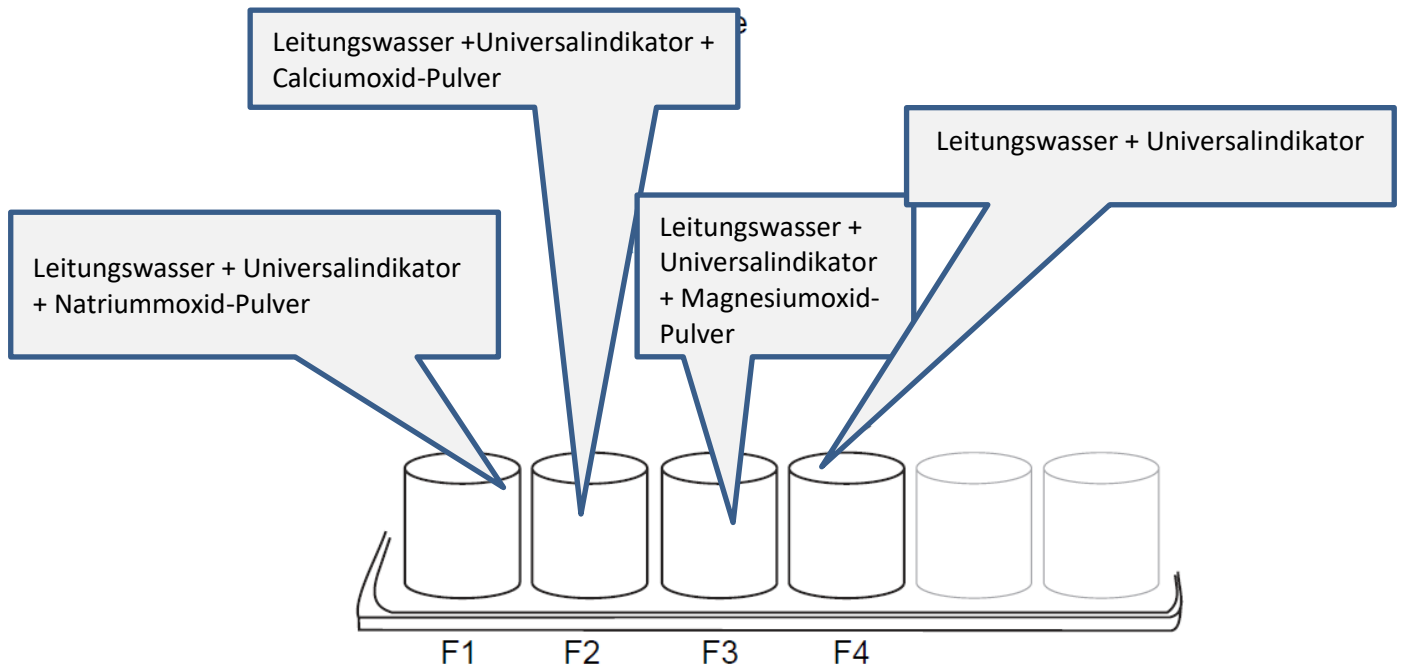
V4 Versuch: Sind Metalloxide sauer oder basisch?

Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 2 Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 3 Mikrospatel, Kaffee-Rührer, Schutzbrille.
Chemikalien: Natriumoxid-Pulver, Calciumoxid-Pulver, Magnesiumoxid-Pulver, Universalindikator-Lösung, Leitungswasser.

Durchführung:

1. Fülle mittels einer sauberen Mikrokapillarpipette die Vertiefungen F1 bis F4 der Comboplate bis zur Hälfte mit Leitungswasser.
2. Gib mit einer anderen sauberen Pipette einen Tropfen Universalindikator in jede der vier Vertiefungen (siehe Fragen Q1, Q2).
3. Gib jeweils 1 Mikrospatellöffel Natriumoxid-Pulver in die Vertiefung F1, in die Vertiefung F2 1 Mikrospatellöffel Calciumoxid-Pulver, in die Vertiefung F3 1 Mikrospatellöffel Magnesiumoxid-Pulver und rühre die Lösungen in den Vertiefungen um (siehe Frage Q3).



Fragen und Aufträge zum Versuch

Q1 Erstelle eine Tabelle wie Tabelle 1 in Deinem Heft.

Tabelle 1

| Vertiefung | Indikatorfarbe | pH | Säure/Base | Zugefügte Substanz | Farbe der Mischung | pH | Säure/Base |
|------------|----------------|----|------------|--------------------|--------------------|----|------------|
| F1 | | | | | | | |
| F2 | | | | | | | |
| F3 | | | | | | | |
| F4 | | | | | | | |

Q2 Beobachte und protokolliere die Farbe des Indikators im Wasser jeder Vertiefung in der 2. Spalte von Tabelle 1.

Q3 Beobachte und protokolliere die Farbe des Indikators in der Mischung jeder Vertiefung in der 6. Spalte von Tabelle 1.

Q4 Bestimme anhand der Indikatorfarbe und der Farbtafel den pH-Wert in den entsprechenden Vertiefungen.

Q5 Notiere auf der Basis des ermittelten pH-Wertes, welche Lösung sauer, neutral und basisch ist.

Q6 Schlussfolgere, ob Metalloxide sauer oder basisch sind.

Q7 Erläutere, wieso „Magnesia-Milch“ bei Verdauungsproblemen, z.B. Sodbrennen, hilft.

Q8 Spüle alle Gerätschaften gründlich und trockne sie ab.

V5 Versuch Säure-Base-Indikatoren

Teil 1: In welchem pH-Bereich wechseln Methylorange und Phenolphthalein ihre Farbe?

Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 6 Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 1 Mikrospatel, Kaffee-Rührer, Schutzbrille,

Chemikalien: Salzsäure $c(\text{HCl}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$, Natronlauge $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 0,1 \text{ mol/l}$
Universalindikator-Lösung, Methylorange-Lösung, Phenolphthalein-Lösung, Leitungswasser.

Sicherheitshinweis: Wenn Säure oder Base auf die Haut spritzt, spüle sofort die Stelle mit Leitungswasser gründlich ab! Trage auf jeden Fall eine Schutzbrille!

Achtung: In die kleinen Vertiefungen passen aus der Kapillar-Kunststoffpipette maximal 11 Tropfen hinein!

Durchführung:

1. Gib mit einer Kapillar-Kunststoffpipette 10 Tropfen Salzsäure $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$ in Vertiefung A1
2. Gib mit einer Kapillar-Kunststoffpipette 1 Tropfen Salzsäure $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$ in Vertiefung A2 und dann mit einer Kapillar-Kunststoffpipette 9 Tropfen Leitungswasser in A2.
3. Saug mit einer leeren sauberen und trockenen Pipette die ganze Lösung aus Vertiefung A2 auf. In diesem Versuch wird diese Pipette nun als „Mischungspipette“ bezeichnet. Gib 2 Tropfen dieser Lösung in Vertiefung A3, dann gib den Rest der Lösung in der Mischungspipette in Vertiefung A2 zurück. Gib 8 Tropfen Leitungswasser mit einer weiteren sauberen Kapillar-Kunststoffpipette in Vertiefung A3. Spüle die Mischungspipette mit Leitungswasser, 2 oder 3 Mal bevor sie in Schritt 7 wieder benutzt wird.
4. Gib mit einer Kapillar-Kunststoffpipette 10 Tropfen Leitungswasser in Vertiefung A4.
5. Gib 10 Tropfen Natronlauge $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ in Vertiefung A7.
6. Gib 1 Tropfen Natronlauge $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ in Vertiefung A6. Gib 9 Tropfen Leitungswasser in A 6.
7. Saug die ganze Lösung aus A6 mit der sauberen Mischungs-Pipette auf. Gib 1 Tropfen dieser Lösung in Vertiefung A5, dann gib den Rest dieser Lösung in der Mischungspipette zu Vertiefung A6 zurück. Gib 9 Tropfen Leitungswasser zu Vertiefung A5.
8. Gib 1 Tropfen Universalindikatorlösung jeweils in die Vertiefungen A1 bis A7. Siehe Frage Q1
9. Wiederhole Schritt 1 bis 7 in den Vertiefungen B1 bis B7.
10. Gib jeweils einen Tropfen Methylorange-Lösung in die Vertiefungen B1 bis B7. Rühre die Lösung in jeder Vertiefung mit einem sauberen Kaffee-Rührer vorsichtig um.
11. Wiederhole die Schritte 1 bis 7 in den Vertiefungen C1 bis C7. Gib in jede Vertiefung C1 bis C7 jeweils einen Tropfen Phenolphthalein-Lösung. Rühre die Lösung in jeder Vertiefung mit einem sauberen Kaffee-Rührer vorsichtig um.

Teil 2: Welchen pH-Wert hat Essig, Sprite® und Kernseifenwasser?

Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 4 Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 1 Mikrospatel, Kaffee-Rührer, Schutzbrille,

Chemikalien: Weißer (Wein-)Essig, Sprite® Kernseifenwasser (Bezugsquelle für Kernseife z.B. dm®-Drogeriemarkt), Universalindikator-Lösung.

Durchführung:

1. Gib mit einer Kapillar-Kunststoff-Pipette 5 Tropfen weißen Essig in Vertiefung A1.
2. Gib mit einer Kapillar-Kunststoff-Pipette 5 Tropfen Sprite in Vertiefung A2.
3. 1.Gib mit einer Kapillar-Kunststoff-Pipette 5 Tropfen Kernseifenwasser in Vertiefung A3.
4. Gib jeweils 1 Tropfen Universalindikatorlösung in jede Vertiefung A1 bis A3. Rühre die Lösungen in den Vertiefungen mit einem sauberen Kaffee-Rührer vorsichtig um, bis die Farbe deutlich erkennbar stabil ist. (Siehe Frage Q1).

Fragen und Aufträge zum Versuch Teil 1:

Q1 Notiere die Farbe der Lösungen jeder Vertiefung in einer Tabelle wie in Tabelle 2. Verwende Tabelle 1 um aus der Farbe den pH-Wert jeder Lösung in Vertiefung A1 bis A7 zu bestimmen. Notiere jeden pH-Wert in der Tabelle.

Hinweis: Den unterschiedlichen Konzentrationen des Universalindikators in den Vertiefungen geschuldet und aufgrund der unterschiedlichen Proben kann die Indikatorfarbe leicht variieren!

Tabelle 1. pH Universalindikatortafel

| Farbe | pH | Farbe | pH |
|--------------|----|--------------|----|
| dunkelrot | 1 | dunkelgrün | 8 |
| hellrot | 2 | blaugrün | 9 |
| dunkelorange | 3 | hellblau | 10 |
| orange | 4 | dunkelblau | 11 |
| hellorange | 5 | hellpurpur | 12 |
| gelb | 6 | dunkelpurpur | 13 |
| hellgrün | 7 | | 14 |

Tabelle 2.

| Nummer der Vertiefung | Farbe der Lösung | Vorgeschlagener pH-Wert |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
| A1 | | |
| A2 | | |
| A3 | | |
| A4 | | |
| A5 | | |
| A6 | | |
| A7 | | |

Q2 Wenn ein hypothetischer Indikator HX in eine farblose Lösung mit dem pH-Wert 2 gegeben wird, erscheint die Farbe der Lösung rot. Wenn dieselbe Menge des Indikators HX in eine farblose Lösung mit dem pH 10 zugefügt wird, erscheint die Lösung grün. Erläutere, warum die Farbe bei ein und demselben Indikator unterschiedlich ist.

Q3 Gib an, bei welchen pH-Werten die Farbe von Methylorange in der Lösung rot war?

Q4 Gib an, bei welchen pH-Werten die Farbe von Methylorange in der Lösung gelborange war.

Q5 Gib an, bei welchen pH-Werten die Farbe von Phenolphthalein in der Lösung farblos war.

Q6 Gib an, bei welchen pH-Werten die Farbe von Phenolphthalein in der Lösung pink war.

Q7 Gib an, in welchem pH-Bereich Methylorange und Phenolphthalein ihre Farbe ändern

Q8 Spüle nach der Protokollierung die Vertiefungen mit Leitungswasser und trockne sie.

Fragen und Aufträge zum Versuch Teil 2:

Q1 Notiere die Farbe der Lösung in jeder Vertiefung und protokolliere in einer Tabelle wie Tabelle 2 in Teil 1

Q2 Verwende Tabelle 1 aus Teil 1 um aus der Farbe der Lösungen in Vertiefung A1 bis A3 den pH-Wert zu bestimmen. Notiere den pH-Wert jeder Lösung in Deiner Tabelle.

Q3 Spüle nach der Protokollierung die Vertiefungen mit Leitungswasser aus und trockne sie ab.

V6 Versuch: Eigenschaften von Säuren und alkalischen Lösungen

Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 6 Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 1 Mikrospatel, Kaffee-Rührer, 1 Blatt weißes Papier oder 1 weiße laminierte Unterlage, Indikatorpapier, Schutzbrille.

Chemikalien: Salzsäure $c(\text{HCl}(\text{aq})) = 1 \text{ mol/l}$, Weinessig, Zitronensaft, Natronlauge $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 1 \text{ mol/l}$, Universalindikator-Lösung, Methylorange-Lösung, Natriumhydrogencarbonat (Natron = Backtriebmittel für Kuchen, Gebäck), Universalindikatorpapier, Leitungswasser.

Durchführung:

Sicherheitshinweis: Als Teil des Experiments wirst Du Haushaltssubstanzen zuhause in der Küche schmecken. Im Labor bzw. im Experimentierraum ist das Schmecken von Substanzen sowie Essen und Trinken streng verboten!

1. Lege die Comboplate auf die weiße Unterlage.
2. Gib mit einer Pipette 5 Tropfen Weinessig jeweils in die Vertiefungen A1, A2 und A3
3. Gib mit einer Pipette 5 Tropfen Zitronensaft jeweils in die Vertiefungen B1, B2 und B3
4. Gib mit einer Pipette 5 Tropfen Salzsäure jeweils in die Vertiefungen C1, C2 und C3
5. Gib mit dem Mikrospatel etwa 1 Löffel Natriumhydrogencarbonat in F1 und füge mit einer sauberen Pipette 25 Tropfen Leitungswasser in F1 hinzu. Verrühre die Mischung gut bis sich das Natriumhydrogencarbonat (Natron) vollständig in dem Wasser gelöst hat.
6. Saug mit einer sauberen Pipette die Lösung in F1 vollständig auf und gib 5 Tropfen dieser Lösung jeweils in die Vertiefungen D1, D2 und D3.
7. Gib 5 Tropfen Natronlauge in die Vertiefungen A10, A11 und A12. (Siehe Frage Q 5)
8. Verwende eine saubere Pipette und füge jeweils 1 Tropfen Universalindikatorlösung in die Vertiefungen A1, B1, C1, D1 und A10 hinzu.
9. Verwende eine saubere Pipette und füge jeweils 1 Tropfen Methylorangelösung in die Vertiefungen A2, B2, C2, D2 und A11 hinzu.
10. Reiß 5 Streifen Universalindikatorpapier von der Rolle ab, falte die Streifen längs und platziere die gefalteten Streifen in die Vertiefungen A3, B3, C3, D3 und A12. (Siehe die Fragen Q6 bis Q8).

Fragen und Aufträge zum Versuch

Spüle nach der Protokollierung alle Gerätschaften gründlich mit Leitungswasser ab

Q1 Schmecke zuhause in der Küche einen Tropfen Weinessig und einen Tropfen Zitronensaft. Beschreibe jeweils den Geschmack und protokolliere ihn.

Q2 Schmecke zuhause in der Küche ein wenig Natron (Backtriebmittel für Kuchen, Gebäck). Beschreibe den Geschmack und protokolliere ihn.

Q3 Diskutiere, ob „schmecken“ eine geeignete Methode ist, um Chemikalien zu unterscheiden.

Q4 Erstelle eine Tabelle wie die nachfolgende in Deinem Heft:

Tab.1

| Farbe von | In Essig | In Zitronensaft | In Salzsäure | In Natron (Natriumhydrogencarbonat) | In Natronlauge |
|--------------------------|----------|-----------------|--------------|-------------------------------------|----------------|
| Universalindikator | | | | | |
| Methylorange | | | | | |
| Universalindikatorpapier | | | | | |

Q5 Trage Deine Beobachtungen in die Tabelle ein.

Q6 Verwende Deine Erkenntnisse über Indikatorpapier und klassifiziere die Substanzen als sauer, neutral oder alkalisch.

Q7 Entwerfe eine Tabelle und verwende die Ergebnisse dieses Experiments um die Eigenschaften von Säuren und Basen zusammenzufassen.

V7 Versuch: Stöchiometrie – eine thermochemische Bestimmung von Säure-Base-Reaktionen am Beispiel der Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge

Material und Methoden

Material: 1 Comboplate®, 2 ml-Kunststoff-Spritze, 1 Thermometer (Ganggenauigkeit = 0,1°C), Dritte Hand, Kapillar-Kunststoff-Pipetten, 1 Mikrospatel, Kaffee-Rührer, 1 Blatt weißes Papier oder 1 weiße laminierte Unterlage, Indikatorpapier, Schutzbrille,

Chemikalien: Salzsäure $c(\text{HCl}(\text{aq})) = 1 \text{ mol/l}$, Natronlauge $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 1 \text{ mol/l}$, Leitungswasser.

Durchführung:

| Vertiefung | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | F1 | F2 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Volumen Natronlauge ml | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,4 |

- Gib die Volumina Natronlauge $c(\text{NaOH}(\text{aq})) = 1 \text{ mol/l}$ in die Vertiefungen wie in der Tabelle oben angegeben. Verwende hierzu eine saubere 2 ml-Spritze aus Kunststoff. Reinige die Spritze mehrmals mit Leitungswasser, bevor sie in Schritt 5 wiederverwendet wird.
- Miss mit dem Thermometer die Ausgangstemperatur in 2 oder 3 Vertiefungen. Sie sollten gleich sein. Wenn Du das Thermometer in die Vertiefung hältst, warte 10 Sekunden bis zur Messung. (Siehe Frage Q1)
- Nachdem Du Schritt 2 abgeschlossen hast, spüle das Thermometer mit Wasser und trockne es ab. Halte das Thermometer in das Gefäß mit der Salzsäure und messe nach ein paar Sekunden die Temperatur der Säure. Man kann annehmen, dass die Temperatur der Säure dieselbe ist wie in den Vertiefungen der Comboplate (Siehe Frage Q2). Spüle das Thermometer mit Wasser und trockne es ab.
- Nimm die Spritze und ziehe 0,4 ml Salzsäure auf. Stelle sicher, dass die Spritze innen vollständig trocken ist, sonst verdünnt das Wasser die Säure.
- Befestige das Thermometer in Vertiefung E1 mit der „Dritten Hand“ und gib 0,4 ml Salzsäure in E1. Verrühre das Reaktionsgemisch mit dem Messfühler des Thermometers und bestimme das Temperaturmaximum. (siehe Frage Q5)

| Vertiefung | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | F1 | F2 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Volumen Salzsäure ml | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,6 |

Wiederhole den Prozess durch Zugabe der Volumina von Salzsäure wie in der Tabelle angegeben und messe jeweils das Temperaturmaximum des Reaktionsgemischs. (siehe Frage Q6)

Spüle die Gerätschaften sorgfältig mit Wasser und trockne sie ab.

Fragen und Aufträge zum Versuch

Q1 Gib die Anfangstemperatur der Natronlauge an.

Q2 Gib die Anfangstemperatur der Salzsäure an.

Q3 Gib die Durchschnittsanfangstemperatur der beiden Reaktanden an.

Q4 Erstelle eine Tabelle wie die nachfolgende Tabelle 1

Tab. 1. Durchschnittliche Anfangstemperatur, Anfangstemperatur von Salzsäure und Natronlauge

| Vertiefung | Volumen von Natronlauge ml | Volumen von Salzsäure ml | Maximale Temperatur °C | Temperaturänderung des Gemischs °C |
|------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------|
| | 2,0 | 0,0 | | 0,0 |
| E1 | 1,6 | 0,4 | | |
| E2 | 1,4 | 0,6 | | |
| E3 | 1,2 | 0,8 | | |
| E4 | 1,1 | 0,9 | | |
| E5 | 1,0 | 1,0 | | |
| E6 | 0,9 | 1,1 | | |
| F1 | 0,7 | 1,3 | | |
| F2 | 0,4 | 1,6 | | |
| | 0,0 | 2,0 | | 0,0 |

- Q5** Bestimme die Maximaltemperatur des Gemischs in Vertiefung E1 in Deiner Tabelle
- Q6** Bestimme die Maximaltemperatur für jedes Gemisch in Deiner Tabelle
- Q7** Berechne die Temperaturänderung für jedes Gemisch in Deiner Tabelle und trage die Werte in die Tabelle ein.
- Q8** Erstelle ein Diagramm mit der Temperaturänderung auf der Y-Achse, trage auf der X-Achse das Volumen der Natronlauge auf von 0,0 ml bis 2,0 ml zu 0,2 ml Intervallen ebenso wie auch das Volumen der Salzsäure von 2,0 ml bis 0,0 ml in 0,2 ml Intervallen. Trage auf der X-Achse 0,5 cm für 0,1 ml der Lösung auf. Trage auf der Y-Achse 1 cm für eine Temperaturänderung von 1 °C auf. Aus Tabelle 1 kann man ersehen, dass das Gesamtvolumen der Lösungen in jeder Vertiefung 2 ml beträgt. Daher kann die X-Achse als Volumenachse für Natronlauge als auch für Salzsäure dienen. Zu jedem Volumen Natronlauge ist das Volumen an Salzsäure 2 ml – V(NaOH(aq)). Z.B. bedeutet an der X-Achse eine Markierung bei 1,7 ml Natronlauge ebenfalls ein Volumen von 0,3 ml Salzsäure.
- Q9** Die wissenschaftliche Methode, die zum Finden des Volumenverhältnisses über einem Graphen so wie Du ihn erstellt hast, verwendet wird, ist eine Bestgerade durch eine gegebene Punkteschaar mit einer positiven Steigung zu zeichnen und eine andere die Bestgerade durch eine Punkteschaar mit einer negativen Steigung zu zeichnen. Zeichne daher die Bestgerade durch die Schaar von Punkten zwischen 0,0 ml und dem Volumen von Natronlauge, bei dem die maximale Temperaturänderung beobachtet worden ist. Nun zeichne die Bestgerade durch die Punkteschaar zwischen diesem Volumen, das die maximale Temperaturänderung ergibt und 2,0 Natronlauge. Wo diese beiden Linien schneiden, ist der wahre Maximumpunkt auf der Kurve (wo z.B. die höchste Änderung der Temperatur auftritt. Fülle ein Lot von diesem Punkt auf die X-Achse und bestimme die Volumina an Natronlauge und Salzsäure Wo das Lot die Achse berührt (Vergl. nachfolgende Abbildung 1).
- Q10** Erläutere, wieso es dort eine Temperaturänderung gibt, wenn Salzsäure und Natronlauge vermischt werden.
- Q11** In Tabelle 1 solltest Du notieren, dass eine Temperaturänderung von 0°C für Natronlauge-Volumina von 2 ml und 0,0 ml verzeichnet wurde. Obwohl du diese Volumina nicht getestet hast, wieso denkst Du, dass die Temperaturänderung 0°C ist?
- Q12** Warum ist die Temperaturänderung verschieden, wenn verschiedene Volumenverhältnisse von Salzsäure und Natronlauge verwendet werden.
- Q13** Verwende die Volumina von Salzsäure und Natronlauge von deinem Graph um das Volumenverhältnis von HCl(aq) : NaOH(aq) zu berechnen, das mit dem maximalen Temperaturanstieg korrespondiert.
- Q14** Was leitest Du von Deiner Antwort von Q13 über das Molverhältnis her, in welchem Salzsäure und Natronlauge miteinander reagieren?
- Q15** Begründe Deine Antwort zu Q14.
- Q16** Formuliere eine ausbalancierte chemische Reaktionsgleichung für die Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge

CHANGE IN TEMPERATURE vs VOLUME OF NaOH(aq)/HCl(aq)

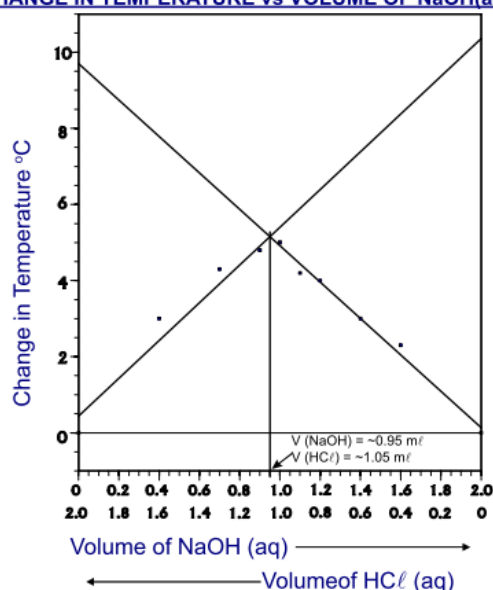


Abb1.

Angabe zu Bildern:

Bilder wurden dem Script << Advanced Teaching & Learning Packages Microchemistry Experiences >> von UNESCO & Radmaste 2006 entnommen und ins Deutsche übersetzt

Weitere Bilder entstammen einem Arbeitsskript von Frau Waltraud Habelitz-Tkotz

Bilder mit Personen entstammen der Bilddatenbank Fotolia