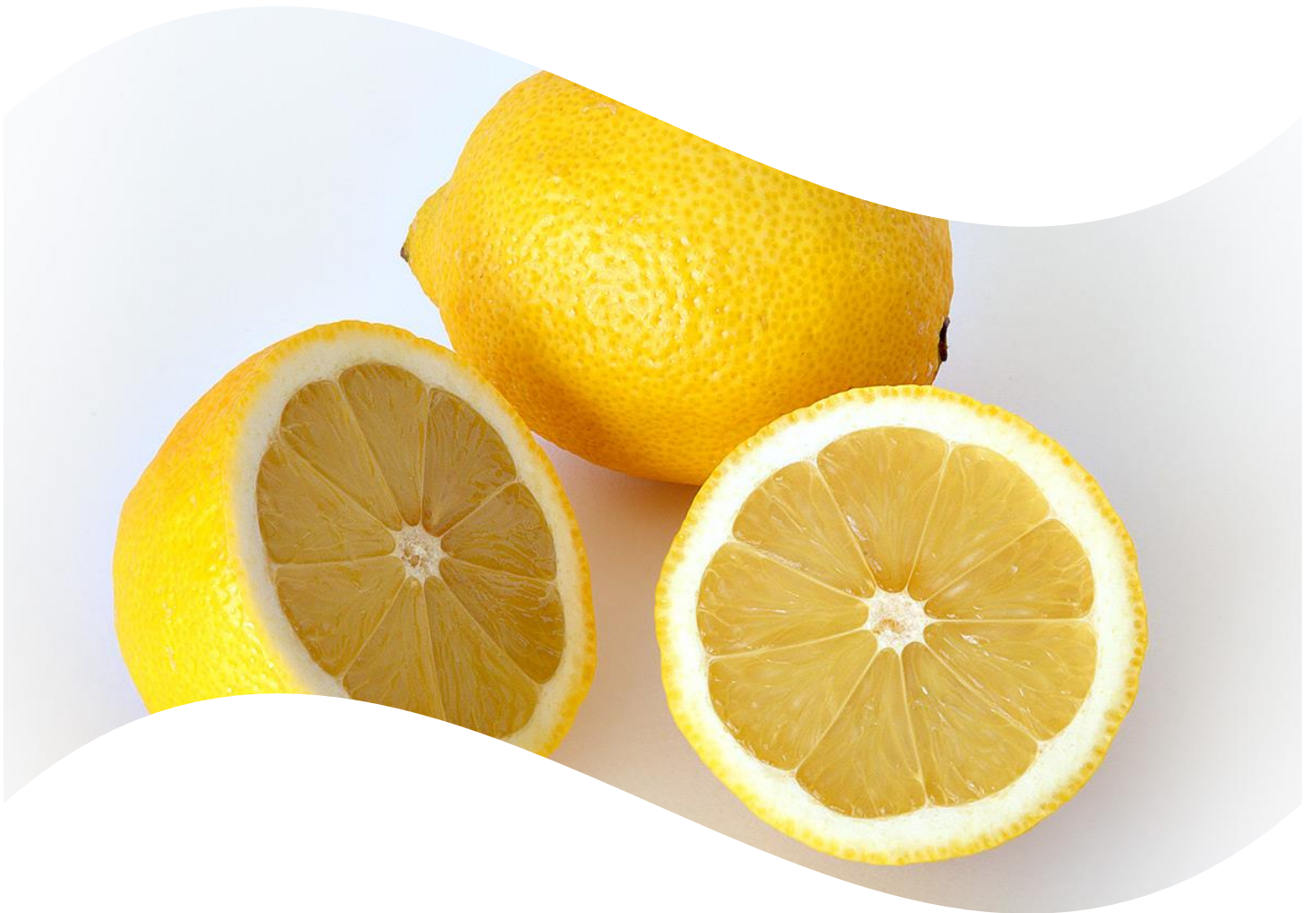


Experimentieranleitung für die Mittelstufe



Titration – Wie konzentriert ist eine Lösung?



Name:

Datum:

Willkommen im Merck-TU Darmstadt-Juniorlabor

Das Thema, mit dem wir uns heute beschäftigen heißt:

Titration – Wie konzentriert ist eine Lösung?

Inhaltsübersicht

1	Sicheres Arbeiten im Labor	3
2	Säuren und alkalische Lösungen - Ein kurzer Überblick.....	4
2.1	Das Säure-Lauge-Konzept nach Arrhenius.....	4
2.2	Die Neutralisationsreaktion – Gegensätze heben sich auf	4
2.3	Der pH-Wert.....	5
3	Die Titration.....	5
3.1	Verschiedene Indikatoren.....	6
3.2	Titration - Aufbau	7
4	Versuch 1: Es soll die Konzentration von Salzsäure durch Titration bestimmt werden	8
4.1	Auswertung	11
5	Versuch 2: Es soll die Konzentration von Schwefelsäure durch Titration bestimmt werden	13
5.1	Auswertung	16
6	Versuch 3: Es soll die Konzentration von Essigsäure (CH ₃ CO ₂ H) in Tafelessig durch Titration bestimmt werden	18
6.1	Auswertung	21

1 Sicheres Arbeiten im Labor

- Im Labor müssen Schutzbrille und Kittel getragen werden!
- Im Labor darf weder gegessen noch getrunken werden!
- Jeder Hautkontakt mit Chemikalien ist zu vermeiden!
- Das Labor darf nur mit festem Schuhwerk und langer Beinkleidung betreten werden.
- Lange Haare sollten zusammengebunden werden.
- Jacken und Taschen dürfen nicht ins Labor mitgenommen werden!
- Im Labor müssen alle Gefäße in denen Chemikalien sind beschriftet werden.
- Lies vor jedem Experiment genau die Versuchsanleitung.
- Frage bei Problemen die Betreuer*innen.
- Lasse den Versuchsaufbau stets von einem/r Betreuer*in kontrollieren!
- Lies die Beschriftung von Chemikalien genau, bevor du sie verwendest.
- Gehe sorgfältig und sachgerecht mit allen Laborgeräten um!
- Abfälle dürfen nicht ohne Erlaubnis in den Ausguss entsorgt werden. Achte auf die Anweisungen zur Entsorgung von Chemikalienabfällen. Es stehen Kanister zur Entsorgung bereit. Frage auch hier im Zweifel immer einen Betreuer.
- Halte die Laborräume und den Arbeitsplatz sauber!
- Wenn du beim Experimentieren mit Chemikalien in Kontakt gekommen bist, wasche die betreffende Hautstelle sofort ab!
- Chemikalien darf man nicht essen oder probieren.
- Prüfe den Geruch einer Chemikalie stets durch Zufächeln!
- Wasche dir nach dem Verlassen des Labors unbedingt die Hände!

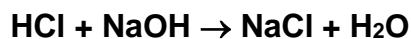
2 Säuren und alkalische Lösungen - Ein kurzer Überblick

2.1 Das Säure-Lauge-Konzept nach Arrhenius

- **Säuren** sind **Molekülverbindungen**, die mit Wasser zu hydratisierten Wasserstoff-Ionen $H^+(aq)$ und Säurerest-Anionen reagieren. Dabei entstehen saure Lösungen.
- **Saure Lösungen** bilden sich durch Reaktion von Halogenwasserstoffen oder von Nichtmetalloxiden mit Wasser.
- **Alkalische Lösungen (Laugen)** enthalten hydratisierte Hydroxid-Ionen: $OH^-(aq)$. Laugen sind Lösungen von Alkalimetallhydroxiden in Wasser.
- Der Ausdruck **Base/ basisch** ist heute als ein weiterer Begriff für Lauge/alkalisch zu lesen.

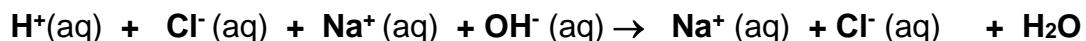
2.2 Die Neutralisationsreaktion – Gegensätze heben sich auf

Säuren und Basen können ihre Eigenschaften gegenseitig aufheben. Mischt man zum Beispiel gleiche Mengen Salzsäure und Natronlauge, entsteht eine Kochsalzlösung und Wasser.



Die Protonen der Säure werden von der Base aufgenommen. Man nennt diesen Vorgang **Neutralisation**. Dabei liegen die Reaktionspartner in Lösung als hydratisierte Ionen vor, wie es z.B. bei der Schreibweise als Ionenreaktion deutlich wird:

Ionenschreibweise:

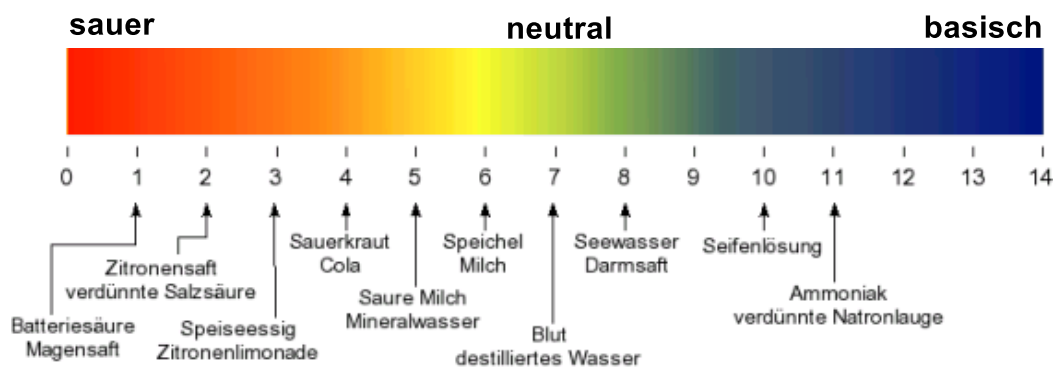


Das Natrium-Ion und das Chlorid-Ion sind von der Reaktion nicht betroffen, sondern bleiben als hydratisierte Ionen in der Lösung. Die eigentliche **Neutralisationsreaktion** besteht darin, dass sich aus **dem Säurewasserstoff- und Hydroxid-Ionen Wasser** bildet.

Bei der Reaktion wird Wärme frei. Sie wird bei dieser Reaktion **Neutralisationswärme** genannt.

2.3 Der pH-Wert

- Der pH-Wert gibt an, wie sauer oder basisch eine wässrige Lösung ist. Er ist jedoch **kein** Maß für die Säure- bzw. Basenstärke einer Säure oder Base, da er konzentrationsabhängig ist.
- **pH < 7**: sauer
- **pH = 7**: neutral
- **pH > 7** basisch
- **pH-Skala** (Farben vom Universalindikator):¹



Kurzinfo für Interessierte:

Der pH Wert ist der mit -1 multiplizierte Logarithmus der H⁺-Ionenkonzentration.

Z.B. hat eine $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ konzentrierte saure Lösung (also $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) einen pH von $-\lg [c(\text{H}^+)] = -\lg 10^{-2} = 2$

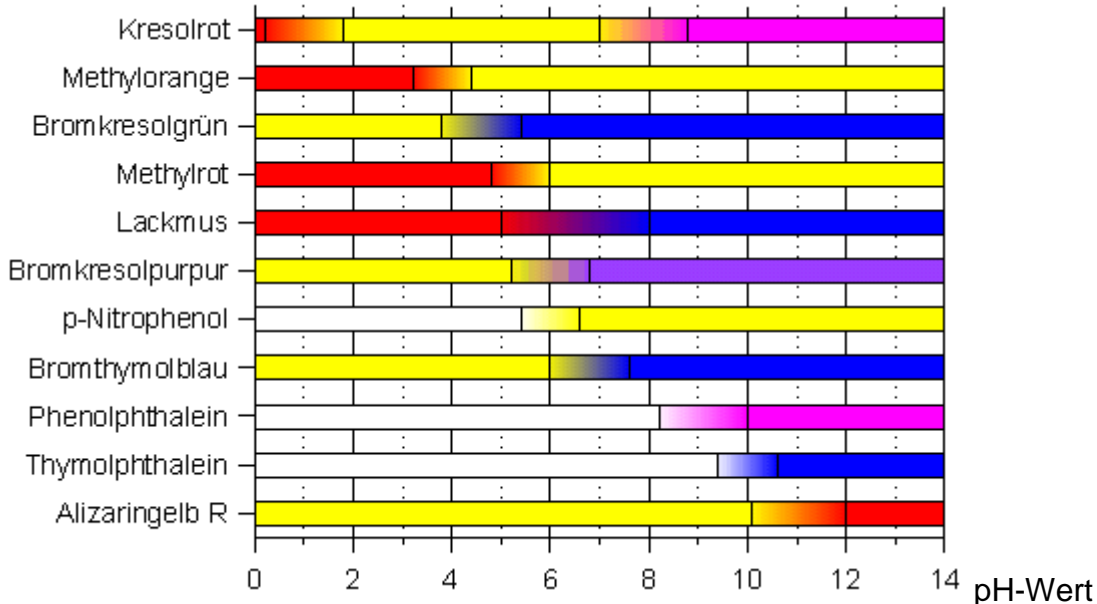
3 Die Titration

Eine Titration ist ein Verfahren zur genauen Bestimmung der Stoffmenge eines bestimmten Stoffes in einer Probelösung. Eine Säure-Base-Titration beruht auf einer Neutralisationsreaktion. Die Maßlösung (hier ist die Konzentration genau bekannt) wird schrittweise zugegeben, bis die Probelösung vollständig zum Salz umgesetzt ist (**Äquivalenzpunkt**). Der Äquivalenzpunkt wird durch den Farbumschlag eines Indikators angezeigt.

¹ Quelle: <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/p/images/phwert.gif>

3.1 Verschiedene Indikatoren²

Indikatoren sind farbige organische (schwache) Säuren oder Basen, die je nach Reaktion mit H^+ oder OH^- Ionen eine andere Farbe haben.



Die obenstehende Grafik zeigt, dass der Umschlagpunkt eines Indikators nicht unbedingt beim pH 7 liegen muss. Das ist abhängig von der Stärke einer Säure bzw. Base.

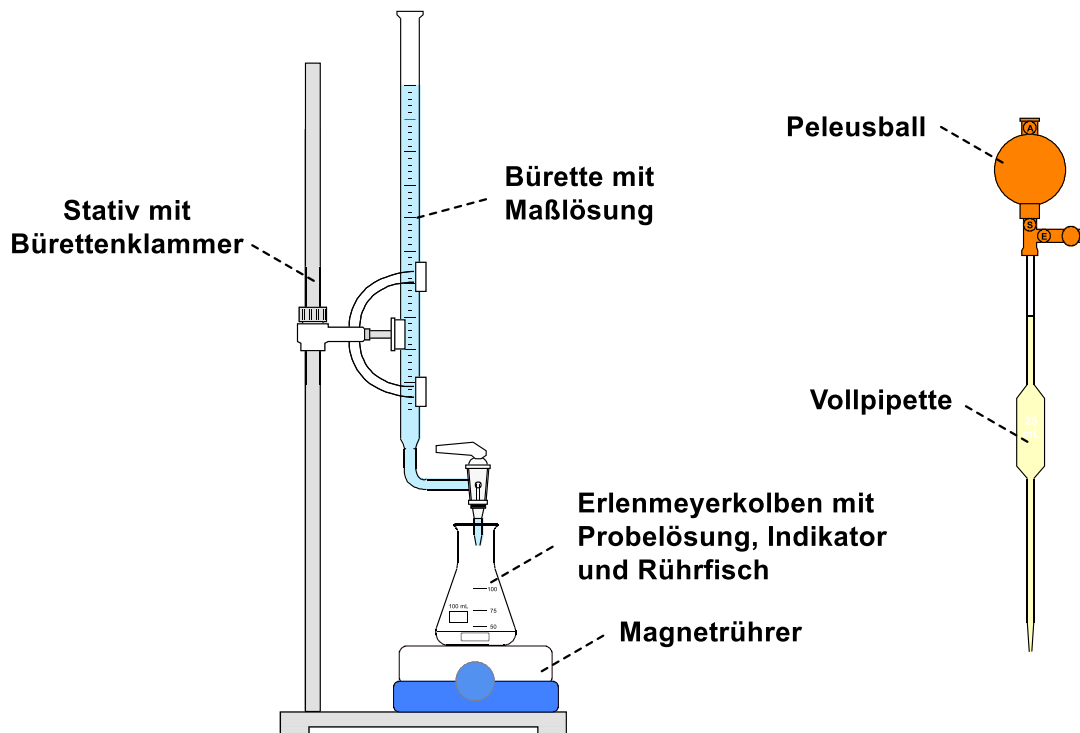
Wichtig zu wissen ist aber, dass Indikatoren erst dann die Farbe wechseln, wenn sich die Anzahl an H^+ Ionen bzw. OH^- Ionen ungefähr im Gleichgewicht befinden, also nur noch Salzionen und Wassermoleküle vorliegen. Dabei kommt es eben auf die „Stärke“ einer Säure bzw. Base an.

Kurzinfo für Interessierte:

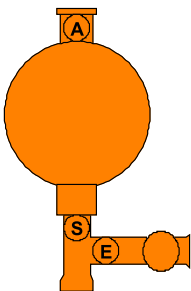
Starke Säuren und Basen dissoziieren (Zerfallen in H^+ und Säurerest-Ionen; sie protolysieren) in Wasser fast vollständig, während schwache Säuren und Basen nur unvollständig dissoziieren (protolysieren). Daher ist der pH Wert einer starken Säure wie Salzsäure bei gleicher Konzentration geringer als der pH Wert einer schwachen Säure wie Essigsäure, weil bei Essigsäure nur etwa jedes hundertste Molekül ein H^+ Ion abgegeben hat.

² Quelle: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/indikator/indi02.htm>

3.2 Titration - Aufbau



Peleusball



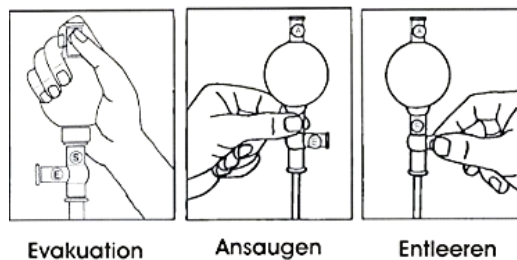
Ventil A (von Auslass) oben: Luft aus dem Ball auspressen (um mit dem Ball später ansaugen zu können)

Ventil S (von Saugen) unten: Flüssigkeit in Pipette ansaugen

Ventil E (von Entleeren) seitlich: Pipetteninhalt kontrolliert abgeben













Anwendung

- Zunächst wird der Peleusball auf die Pipette aufgesetzt. Man öffnet das Ventil A durch leichtes Zusammendrücken und drückt die Luft aus dem Gummiball.
- Schließt man das Ventil A (Loslassen), steht ein Unterdruck zur Verfügung, mit dem Flüssigkeit angesaugt werden kann.
- Das Ansaugen erfolgt durch kontrolliertes Zusammendrücken des Ventils S, das Ablassen von Flüssigkeit durch Betätigen von E.



4 Versuch 1: Es soll die Konzentration von Salzsäure durch Titration bestimmt werden

Chemikalien/ Materialien:

Gefahrenstoffe				
Name	H-Sätze	P-Sätze	GHS-Symbol	
Natronlauge NaOH	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P330+P331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. P305+P351+P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P308+P310: BEI Exposition oder falls betroffen: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.	 	
Salzsäure HCl	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. H335: Kann die Atemwege reizen.	P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P303+P361+P353: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen oder duschen. P305+P351+P338+P310: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.	 	
Bromthymolblau in Alkohol	H225 H319	P210 P240 P403+P235 P305+P351+P338	 	
Schutzmaßnahmen				
				
Schutzbrille/ Kittel	Schutzhand- schuhe	Belüftung	Abzug	Brand- schutz
Entsorgung der Abfälle: Säure- und Laugenreste in den entsprechenden Kanistern entsorgen. Die neutralisierte Lösung kann im Abfluss entsorgt werden.				

Durchführung:

Um genau zu wissen, welche Konzentration unsere Salzsäure hat, muss **zweimal** mit $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH titriert werden. Anschließend berechnet man den Mittelwert aus den eigenen Messungen und den Werten von zwei anderen Gruppen.

- 1) Mit einer Vollpipette werden 20 ml der verdünnten HCl-Lösung unbekannter Konzentration abgemessen und zusammen mit einem Magnetrührstab (Rührfisch) in den Erlenmeyer-Kolben (100 ml) gegeben.

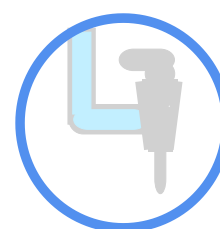
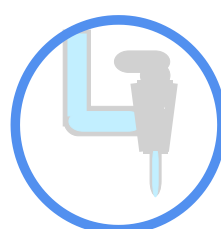
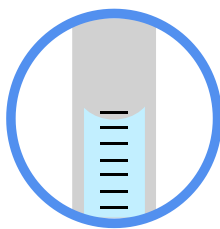
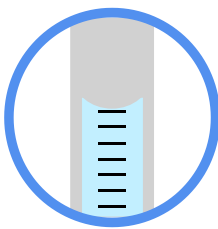
Benutzung der Vollpipette

- Pipetten sollten niemals direkt aus der Vorratsflasche befüllt werden, um Verunreinigungen zu vermeiden.
- Stattdessen sollte man sich einen Teil der abzumessenden Lösung in ein sauberes Becherglas umfüllen, aus dem man anschließend die Pipette befüllt.
- Die Vollpipetten sind so kalibriert, dass immer ein Rest der Lösung unten in der Spitze verbleibt.

- 2) Zum Titrieren wird die Bürette mit der NaOH-Maßlösung ($0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) gefüllt (vorsichtig sein und den Trichter verwenden, vorher den Hahn zudrehen). Man füllt die Bürette dazu bis über den Nullstrich und öffnet dann den Hahn, bis der Flüssigkeitsstand genau bei 0 steht. Die überschüssige Lösung wird in einem Becherglas aufgefangen.

Benutzung der Bürette

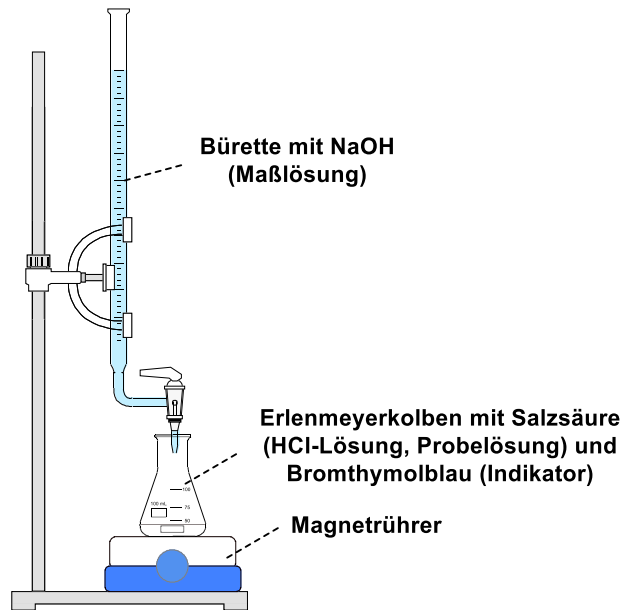
- Die Bürette sollte wie die Vollpipette vor der Benutzung zuerst mit destilliertem Wasser, dann mit der Maßlösung gespült werden.



Die Pipette wird so befüllt, dass der untere Meniskus (der unterste Punkt der gewölbten Oberfläche) der Lösung genau auf dem Eichstrich liegt.

Die Spitze der Bürette unterhalb des Hahns muss vor Beginn der Titration bereits mit Flüssigkeit gefüllt sein. Achtet man darauf nicht, erhält man einen zu hohen Wert für das Volumen.

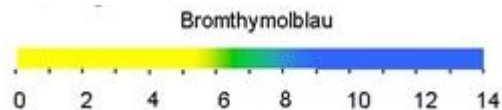
- 3) Der Erlenmeyerkolben mit der zu titrierenden Salzsäure (Probelösung) wird auf einem Magnetrührer unter die Bürette gestellt. Es werden einige Tropfen Bromthymolblau hinzugegeben, und die Titration kann beginnen.



- 4) Die Natronlauge wird unter Rühren **langsam** zugetropft, bis der Indikator die Farbe wechselt (d.h. grün wird). Es soll möglichst genau der Punkt ermittelt werden, an dem die Neutralisation erfolgt.

Der Indikator

- Bei dieser Titration titrieren wir eine **starke Säure** (HCl) mit einer **starken Base** (NaOH), d. h. der Äquivalenzpunkt liegt im Neutralen ($\text{pH} = 7$).
- Es wird also ein Indikator benötigt, der in diesem Bereich umschlägt.
- Hier eignet sich Bromthymolblau besonders gut. Es ist im sauren Bereich gelb, im basischen Bereich blau und bei $\text{pH} = 7$ grün.
- Die Titration ist also beendet, wenn der Indikator sich grün färbt.



- 5) Ist der Äquivalenzpunkt erreicht, wird an der Bürette abgelesen, wieviel Natronlauge verbraucht wurde. Das Ablesen kann auf 0,05 ml genau erfolgen.
- 6) Die Titration wird ein weiteres Mal wiederholt.

4.1 Auswertung

Durchgang	verbrauchtes Volumen NaOH ($0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) V(NaOH)
1	
2	
Wert einer anderen Gruppe	
Wert einer anderen Gruppe	
Mittelwert =	

- Die Konzentration der verwendeten Natronlauge (Maßlösung) ist
 $c(\text{NaOH}) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,1 \text{ M}$.
- Das Volumen der Salzsäure mit der unbekanntem Konzentration (Probelösung) beträgt
 $V(\text{HCl}) = 20 \text{ ml}$

Benötigte Gleichung abgeleitet aus der Konzentration $c = \frac{n}{V}$

$$\text{Stoffmenge (n)} = \text{Volumen (V)} \cdot \text{Konzentration (c)}$$

- 1) Berechne die Stoffmenge an NaOH, die verbraucht wurde (Einheiten nicht vergessen!):

$$n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) =$$










- 2) Überlege, wieviel Mol Natronlauge (NaOH-Lösung) benötigt werden, um ein Mol Salzsäure (HCl-Lösung) zu neutralisieren:

3) Berechne nun anhand des Verbrauchs an Natronlauge die Stoffmenge der im Erlenmeyerkolben enthaltenen Salzsäure:

4) Berechne nun unter Verwendung der Gleichung $n = c \cdot V$ die Konzentration der Salzsäure $c(\text{HCl})$. Achte auf die Einheiten!

5 Versuch 2: Es soll die Konzentration von Schwefelsäure durch Titration bestimmt werden

Chemikalien/ Materialien:

<u>Gefahrstoffe</u>				
Name	H-Sätze	P-Sätze	GHS-Symbol	
Natronlauge NaOH	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P330+P331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. P305+P351+P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P308+P310: BEI Exposition oder falls betroffen: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.		
Schwefelsäure (H ₂ SO ₄)	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P330+P331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. P303+P361+P353: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen oder duschen. P305+P351+P338+P310: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.		
Bromthymolblau in Alkohol	H225 H319	P210 P240 P403+P235 P305+P351+P338		
Schutzmaßnahmen				
 				
Schutzbrille/Kittel	Schutzhandschuhe	Belüftung	Abzug	Brandschutz

Entsorgung der Abfälle:

Säure- und Laugenreste in den entsprechenden Kanistern entsorgen.

Die Neutralisierte Lösung kann im Abfluss entsorgt werden.



Durchführung:

Um genau zu wissen, welche Konzentration unsere Schwefelsäure hat, muss **zweimal** mit $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH titriert werden. Anschließend berechnet man den Mittelwert aus allen Messungen.

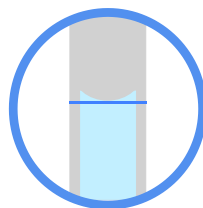
- 1) Mit einer Vollpipette werden 20 ml der verdünnten H_2SO_4 -Lösung unbekannter Konzentration abgemessen und zusammen mit einem Magnetrührstab (Rührfisch) in den Erlenmeyer-Kolben (100 ml) gegeben.

Benutzung der Vollpipette

- Pipetten sollten niemals direkt aus der Vorratsflasche befüllt werden, um Verunreinigungen zu vermeiden.
- Stattdessen sollte man sich einen Teil der abzumessenden Lösung in ein sauberes Becherglas umfüllen, aus dem man anschließend die Pipette befüllt.
- Die Vollpipetten sind so kalibriert, dass immer ein Rest der Lösung unten in der Spitze verbleibt.



Vor der Benutzung wird die Pipette zuerst mit destilliertem Wasser, dann mit der zu pipettierenden Lösung gespült.



Die Pipette wird so befüllt, dass der untere Meniskus (der unterste Punkt der gewölbten Oberfläche) der Lösung genau auf dem Eichstrich liegt.

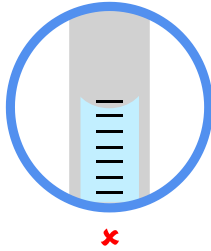
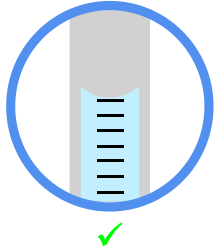


Die Pipette wird langsam in den Erlenmeyerkolben entleert. Tropfen an der Pipettenspitze werden an der Glaswand abgestreift.

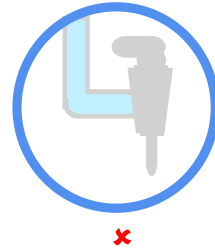
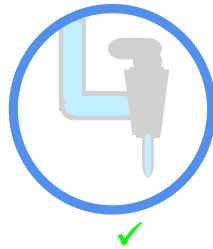
- 2) Zum Titrieren wird die Bürette mit der NaOH-Maßlösung ($0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) gefüllt (vorsichtig sein und den Trichter verwenden, vorher den Hahn zudrehen. Man füllt die Bürette dazu bis über den Nullstrich und öffnet dann den Hahn, bis der Flüssigkeitsstand genau bei 0 steht. Die überschüssige Lösung wird in einem Becherglas aufgefangen.

Benutzung der Bürette

- Die Bürette sollte wie die Vollpipette vor der Benutzung zuerst mit destilliertem Wasser, dann mit der Maßlösung gespült werden.

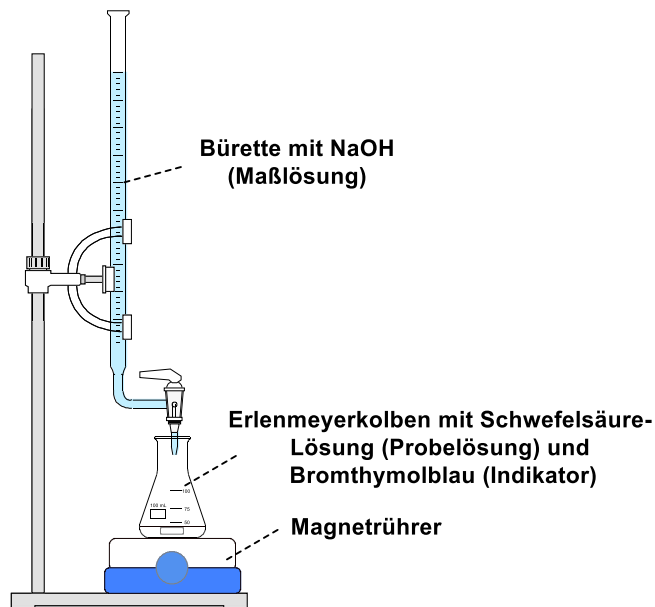


Die Pipette wird so befüllt, dass der untere Meniskus (der unterste Punkt der gewölbten Oberfläche) der Lösung genau auf dem Eichstrich liegt.



Die Spitze der Bürette unterhalb des Hahns muss vor Beginn der Titration bereits mit Flüssigkeit gefüllt sein. Achtet man darauf nicht, erhält man einen zu hohen Wert für das Volumen.

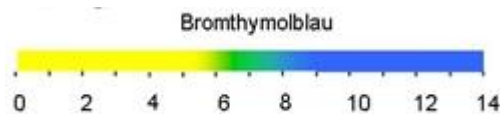
Der Erlenmeyerkolben mit der zu titrierenden Schwefelsäure (Probelösung) wird auf einem Magnetrührer unter die Bürette gestellt. Es werden einige Tropfen Bromthymolblau hinzugegeben, und die Titration kann beginnen.



- Die Natronlauge wird unter Rühren **langsam** zugetropft, bis der Indikator die Farbe wechselt (d.h. grün bzw. blau wird). Es soll möglichst genau der Punkt ermittelt werden, an dem die Neutralisation erfolgt.

Der Indikator

- Bei dieser Titration titrieren wir eine **starke Säure** (Schwefelsäure) mit einer **starken Base** (NaOH), d. h. der Äquivalenzpunkt liegt im Neutralen (pH = 7).
- Es wird also ein Indikator benötigt, der in diesem Bereich umschlägt.
- Hier eignet sich wieder **Bromthymolblau** besonders gut. Es ist im sauren Bereich gelb, im basischen Bereich blau und bei pH = 7 grün.
- Die Titration ist also beendet, wenn der Indikator sich grün färbt.



- 4) Ist der Äquivalenzpunkt erreicht, wird an der Bürette abgelesen, wieviel Natronlauge verbraucht wurde. Das Ablesen kann auf 0,05 ml genau erfolgen.
- 5) Die Titration wird zwei weitere Male wiederholt.

5.1 Auswertung

Durchgang	verbrauchtes Volumen NaOH ($0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) V(NaOH)
1	
2	
Wert einer anderen Gruppe	
Wert einer anderen Gruppe	
Mittelwert =	

- Die Konzentration der verwendeten Natronlauge (Maßlösung) ist
 $c(\text{NaOH}) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,1 \text{ M}$.
- Das Volumen der Schwefelsäure mit der unbekanntem Konzentration (Probelösung) beträgt $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ ml}$

Benötigte Gleichung:

$$\text{Stoffmenge (n)} = \text{Volumen (V)} \cdot \text{Konzentration (c)}$$

1) **Berechne die Stoffmenge an NaOH, die verbraucht wurde:**

$$n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) =$$










2) **Überlege, wie viele Mol Natronlauge (NaOH-Lösung) benötigt werden, um ein Mol Schwefelsäure (H₂SO₄-Lösung) zu neutralisieren:**

3) **Berechne anhand des Verbrauchs an Natronlauge die Stoffmenge der im Erlenmeyerkolben enthaltenen Schwefelsäure.**

4) **Berechne nun unter Verwendung der Gleichung $n = c \cdot V$ die Konzentration der Schwefelsäure $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$. Achte auf die Einheiten!**

6 Versuch 3: Es soll die Konzentration von Essigsäure (CH₃CO₂H) in Tafelessig durch Titration bestimmt werden

Chemikalien/ Materialien:

Gefahrenstoffe				
Name	H-Sätze	P-Sätze	GHS-Symbol	
Natronlauge NaOH	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P330+P331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. P305+P351+P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P308+P310: BEI Exposition oder falls betroffen: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.		
Essigsäure (CH ₃ CO ₂ H)	H226: Flüssigkeit und Dampf entzündbar. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	P210: Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen. P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P330+P331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.	 	
Phenolphthalein	H341: Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. H350: Kann Krebs erzeugen. H361f: Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.	P201: Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen. P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P308+P313: BEI Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.		
Schutzmaßnahmen				
				
Schutzbrille/Kittel	Schutzhandschuhe	Belüftung	Abzug	Brandschutz
el	he			z

Entsorgung der Abfälle:

Säure- und Laugenreste in den entsprechenden Kanistern entsorgen.

Die Neutralisierte Lösung kann im Abfluss entsorgt werden.



Durchführung:

Um genau zu wissen, welche Konzentration unsere Essigsäure hat, muss **zweimal** mit $1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH titriert werden. Anschließend berechnet man den Mittelwert aus den eigenen Messungen und mit zwei Werten einer anderen Gruppe.

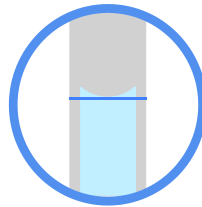
- 1) Mit einer Vollpipette werden 20 ml der verdünnten Essigsäure-Lösung unbekannter Konzentration abgemessen und zusammen mit einem Magnetrührstab (Rührfisch) in den Erlenmeyer-Kolben (100 ml) gegeben.
- 2) Zum Titrieren wird die Bürette mit der NaOH-Maßlösung ($1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) gefüllt (vorsichtig sein und den Trichter verwenden, vorher den Hahn zudrehen). Man füllt die Bürette dazu bis über den Nullstrich und öffnet dann den Hahn, bis der Flüssigkeitsstand genau bei 0 steht. Die überschüssige Lösung wird in einem Becherglas aufgefangen.

Benutzung der Vollpipette

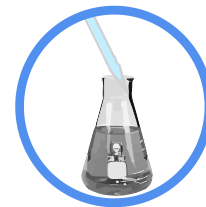
- Pipetten sollten niemals direkt aus der Vorratsflasche befüllt werden, um Verunreinigungen zu vermeiden.
- Stattdessen sollte man sich einen Teil der abzumessenden Lösung in ein sauberes Becherglas umfüllen, aus dem man anschließend die Pipette befüllt.
- Die Vollpipetten sind so kalibriert, dass immer ein Rest der Lösung unten in der Spitze verbleibt.



Vor der Benutzung wird die Pipette zuerst mit destilliertem Wasser, dann mit der zu pipettierenden Lösung gespült.



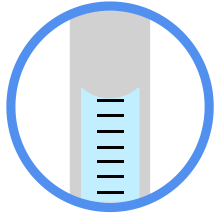
Die Pipette wird so befüllt, dass der untere Meniskus (der unterste Punkt der gewölbten Oberfläche) der Lösung genau auf dem Eichstrich liegt.



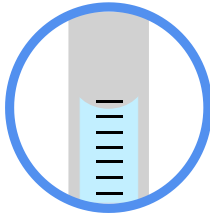
Die Pipette wird langsam in den Erlenmeyerkolben entleert. Tropfen an der Pipettenspitze werden an der Glaswand abgestreift.

Benutzung der Bürette

- Die Bürette sollte wie die Vollpipette vor der Benutzung zuerst mit destilliertem Wasser, dann mit der Maßlösung gespült werden.

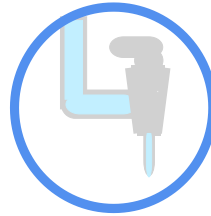


✓

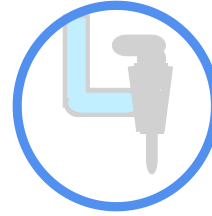


✗

Die Pipette wird so befüllt, dass der untere Meniskus (der unterste Punkt der gewölbten Oberfläche) der Lösung genau auf dem Eichstrich liegt.



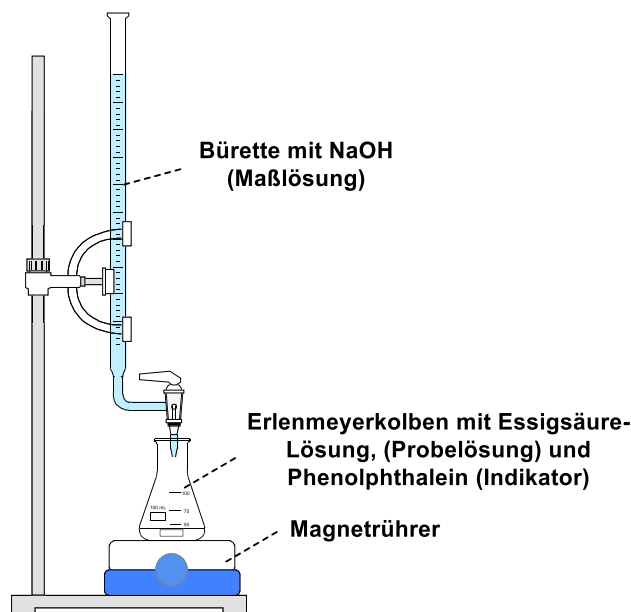
✓



✗

Die Spitze der Bürette unterhalb des Hahns muss vor Beginn der Titration bereits mit Flüssigkeit gefüllt sein. Achtet man darauf nicht, erhält man einen zu hohen Wert für das Volumen.

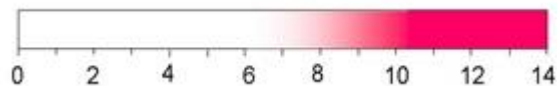
Der Erlenmeyerkolben mit der zu titrierenden Essigsäure (Probelösung) wird auf einem Magnetrührer unter die Bürette gestellt. Es werden einige Tropfen **Phenolphthalein** hinzugegeben, und die Titration kann beginnen.



- Die Natronlauge wird unter Rühren **langsam** zugetropft, bis der Indikator die Farbe wechselt (d.h. pink). Es soll möglichst genau der Punkt ermittelt werden, an dem die Neutralisation erfolgt.

Der Indikator

- Bei dieser Titration titrieren wir eine **schwache Säure** (Essigsäure) mit einer **starken Base** (NaOH), d. h. der Äquivalenzpunkt liegt im basischen.
- Es wird also ein Indikator benötigt, der in diesem Bereich umschlägt. Hier eignet sich **Phenolphthalein** besonders gut. Es ist im sauren Bereich farblos und im basischen Bereich pink (Umschlagspunkt ca. pH = 8,2).
- Die Titration ist also beendet, wenn der Indikator sich pink färbt.



- 4) Ist der Äquivalenzpunkt erreicht, wird an der Bürette abgelesen, wieviel Natronlauge verbraucht wurde. Das Ablesen kann auf 0,05 ml genau erfolgen.
- 5) Die Titration wird ein weiteres Mal wiederholt.

6.1 Auswertung

Durchgang	verbrauchtes Volumen NaOH ($1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) V(NaOH)
1	
2	
Wert einer anderen Gruppe	
Wert einer anderen Gruppe	
Mittelwert =	

- Die Konzentration der verwendeten Natronlauge (Maßlösung) ist
 $c(\text{NaOH}) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1 \text{ M}$.
- Das Volumen der Essigsäure mit der unbekanntem Konzentration (Probelösung) beträgt
 $V(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 20 \text{ ml}$

Benötigte Gleichung: **Stoffmenge (n) = Volumen (V) • Konzentration (c)**

- 1) Berechne die Stoffmenge an NaOH, die verbraucht wurde:

$$n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) =$$

- 2) Überlege, wieviel Mol Natronlauge (NaOH-Lösung) benötigt werden, um ein Mol Essigsäure-Lösung zu neutralisieren:
- 3) Berechne nun anhand des Verbrauchs an Natronlauge die Stoffmenge der im Erlenmeyerkolben enthaltenen Essigsäure:
- 4) Berechne unter Verwendung der Gleichung $n = c \cdot V$ die Konzentration der Essigsäure $c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})$. Achte auf die Einheiten!