

# Titration einer starken Säure mit einer starken Base unter Verwendung verschiedener Indikatoren



Chemie

Anorganische Chemie

Säuren, Basen, Salze

Chemie

Analytische Chemie

Titration



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

30 Minuten

**PHYWE**  
excellence in science

# Lehrerinformationen

## Anwendung

**PHYWE**  
excellence in science

Versuchsaufbau

Die Säure-Base-Titration mit Hilfe von Indikatoren dient in der analytischen Chemie zur Voruntersuchung entsprechender Lösungen. Mit ihrer Hilfe können erste Aussagen über die Konzentration der untersuchten Substanz gemacht werden. Eine genaue Untersuchung erfolgt dann in der Regel vollautomatisch mit Hilfe geeigneter pH-Elektroden.

In diesem Versuch wird Natronlauge gegen Salzsäure titriert und die Schüler bestimmen mit Hilfe unterschiedlicher Indikatoren die Konzentration der Salzsäure.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorwissen



In diesem Experiment sollen die praktischen Grundlagen der Säure-Base-Titration näher gebracht werden. Großer Wert wird hierbei auf den Umgang mit volumetrischen Messgeräten (Bürette, Messpipette, Pipettierball) gelegt.

Die Schüler sollten erste experimentelle Erfahrungen im Umgang mit Säuren und Basen gesammelt haben. Die Wirkungsweise von Indikatoren sollte bekannt sein.

### Prinzip



Bei der Säure-Base-Titration handelt es sich um ein maßanalytisches Verfahren zur Bestimmung der Konzentration entsprechender Substanzen.

Bei diesem Versuch wird eine starke Säure (Salzsäure) unbekannter Konzentration mit bekanntem Volumen vorgelegt. Es wird einer von drei Indikatoren hinzugefügt. Die Lösung einer starken Base bekannter Konzentration (Natronlauge) wird in die Bürette gefüllt und dann tropfenweise bis zum Farbumschlag des Indikators zur Analysenlösung gegeben. Aus dem an der Bürette abgelesenen Volumen und der Konzentration der Base wird dann die Konzentration der Säure berechnet.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

### Lernziel



Den Schülern soll exemplarisch die Verwendung von Indikatoren in der analytischen Chemie gezeigt werden. Es soll hier besonders auf die unterschiedlichen Umschlagsbereiche der einzelnen Indikatoren eingegangen werden. Bei dem Experiment soll besonderen Wert darauf gelegt werden, dass sie einen ersten Überblick über die Grundlagen der Maßanalyse erhalten. Die Schüler sollen das praktische Arbeiten mit Säuren und Laugen sowie mit den gängigen volumetrischen Messgeräten üben.

### Aufgaben



Die Schüler sollen mit Hilfe unterschiedlicher Indikatoren die Konzentration einer Salzsäure-Lösung ermitteln. Hierzu wird ein bekanntes Volumen dieser Säure mit einem Volumen einer Natronlauge-Lösung bekannter Konzentration titriert. Aus dem verbrauchten Volumen der Maßlösung und deren Konzentration wird dann die Konzentration der Salzsäure berechnet.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorbereitung

Die in dem Versuch verwendeten Lösungen (0,1 molare Salzsäure, 0,1 molare Natronlauge, Bromthymolblau, Phenolphthalein, Methylorange) müssen in entsprechenden Bechergläsern vorbereitet und gekennzeichnet werden.

Es muss eine 0,1 M Salzsäure-Lösung hergestellt werden (Legen Sie zuerst 250 ml dest. Wasser in einem geeigneten Gefäß vor, pipettieren Sie 4,16 ml 37%ige Salzsäure und füllen Sie auf 500 ml mit dest. Wasser auf).

Es muss eine 0,1 M Natronlauge hergestellt werden (Lösen Sie 0,8 g Natriumhydroxid in 200 ml dest. Wasser).

Jede Arbeitsgruppe sollte einen der drei Indikatoren bei der Titration verwenden.

### Entsorgung

Die verwendeten Lösungen können im Behälter für Säuren- und Laugen-Abfälle entsorgt werden.

## Sicherheitshinweise

**PHYWE**  
excellence in science

- Säuren und Basen verursachen starke Verätzungen.
- Schutzbrille/Schutzhandschuhe benutzen!
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Für H- und P-Sätze bitte das Sicherheitsdatenblatt der jeweiligen Chemikalie hinzuziehen.



# Schülerinformationen

## Motivation



Essig

### Wie kann man die Konzentration einer starken Säure ermitteln?

Säuren spielen in unserem Alltag eine wichtige Rolle. Sei es in Lebensmitteln z. B. als Essig oder im Auto als Batteriesäure. Überall sind sie anzutreffen. Um mit einer Säure sicher umgehen zu können, ist es wichtig zu wissen wie konzentriert sie ist. Eine Möglichkeit, die Konzentration einer Säure zu bestimmen ist die Titration.

## Aufgabe

**PHYWE**  
excellence in science

Versuchsaufbau

Bestimme die Konzentration einer Salzsäure-Lösung mit Hilfe einer Titration. Verwende zum Anzeigen des Neutralisationspunktes für die Reaktion zwischen Salzsäure und Natronlauge einen von drei Indikatoren. Vergleiche deine Ergebnisse mit denen der anderen.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Bürette mit geradem Glashahn, 10 ml, Teilung 0,05 ml	47152-01	1
2	Pipette mit Gummikappe, l = 100 mm	64701-00	1
3	Laborbecher, Kunststoff (PP), 50 ml	36080-00	1
4	Trichter, Kunststoff (PP), Oben-d = 40 mm	36888-00	1
5	Messpipette, 5 ml, Teilung 0,1 ml	36599-00	1
6	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1
7	Pipettierball, Universalmodell (bis 100 ml), 3 Ventile	47127-02	1
8	Bürettenklemme mit 1 Rollenhalter	37720-01	1
9	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
10	Stativstange Edelstahl, l = 370 mm, d = 10 mm	02059-00	1
11	Spritzflasche, 250 ml, Kunststoff	33930-00	1
12	Laborschreiber, wasserfest, schwarz	38711-00	1
13	Phenolphthaleinlösung 0,5% in Ethanol, 100 ml	31715-10	1
14	Methylorangefärbung, 0,1% 250 ml	31573-25	1
15	Bromthymolblau-Lösung, 0,1%, 50ml	48004-05	1
16	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1
17	Salzsäure 37%, 1000 ml	30214-70	1
18	Natriumhydroxid, Perlen, 500 g	30157-50	1
19	Erlenmeyerkolben, Boro, Weithals, 100 ml	46151-00	1

## Aufbau (1/6)

**PHYWE**  
excellence in science

1. Stecke die beiden Hälften des Stativfußes zusammen (**Abb. 1**).
2. Befestige die Stativstange im Stativfuß (**Abb. 2**).
3. Befestige an der Stativstange die Bürettenklemme (**Abb. 3**).

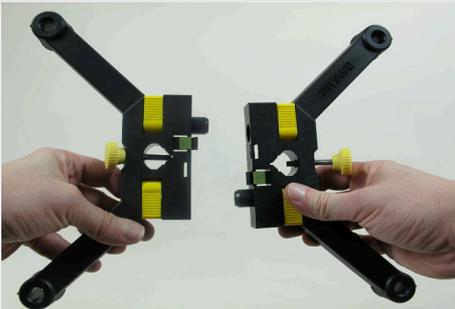


Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

## Aufbau (2/6)

**PHYWE**  
excellence in science

Drücke mit Daumen und Zeigefinger die beiden Hebel der Bürettenklemme zusammen (**Abb. 4**) und platziere die Bürette zwischen den vier gummierten Rollen der Klemme (**Abb. 5**). Fixiere die Bürette durch langsames Loslassen der beiden Hebel.



Abb. 4



Abb. 5

## Aufbau (3/6)

**PHYWE**  
excellence in science

Befülle mit Hilfe des Trichters die Bürette mit der 0,1 molaren Natronlauge. Verwende hierzu die beiden Laborbecher. Beschrifte die Laborbecher, um eine Verwechslungsgefahr auszuschließen.

Fülle die Bürette vorsichtig bis über den obersten Eichstrich. Achte darauf, dass sich keine Luftbläschen in der Bürette befinden, und dass nichts überläuft (**Abb. 6**).

Platziere einen der Laborbecher unter dem Hahn der Bürette und öffne diesen vorsichtig. Lasse so viel Natronlauge ab, bis die Flüssigkeitssäule den obersten Eichstrich erreicht hat (**Abb. 7**).



Abb. 6



Abb. 7

## Aufbau (4/6)

**PHYWE**  
excellence in science

Es bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeitssäule in der Bürette eine nach unten gebogene Wölbung, der sogenannte Meniskus (gr. Meniskos = Halbmond). Um genau abzumessen, wann die Flüssigkeitssäule den obersten Eichstrich berührt, orientiert man sich am untersten Punkt dieser Wölbung. Deine Augen sollten hierbei genau in Höhe des Eichstriches sein (**Abb. 8**).

Stecke den Pipettierball auf die Messpipette (**Abb. 9**). Drücke mit Daumen und Zeigefinger das Ventil "A" zusammen. Presse mit den anderen Fingern Luft aus dem Pipettierball (**Abb. 10**).



Abb. 8



Abb. 9



Abb. 10

## Aufbau (5/6)

**PHYWE**  
excellence in science

Halte die Messpipette senkrecht und führe ihre Spitze in die bereitgestellte Salzsäure ein. Durch vorsichtige Zusammendrücken des Ventils "S" füllt sich die Pipette langsam mit der Säure. Achte darauf, dass sich die Pipette langsam füllt. Es dürfen sich keine Luftbläschen in der Flüssigkeit befinden. Es darf keine Säure in den Pipettierball gelangen!

Fülle die Messpipette bis etwa sechs Milliliter (**Abb. 11**).

Lasse durch Zusammendrücken des Ventils "E" soviel Säure aus der Messpipette auslaufen bis sich genau 5 ml Flüssigkeit in ihr befinden (**Abb. 12**).

Das Ablesen der Höhe der Flüssigkeitssäule erfolgt hier wie oben beschrieben.



Abb. 11



Abb. 12

## Aufbau (6/6)

**PHYWE**  
excellence in science

Nimm die Messpipette aus der Salzsäure vorsichtig heraus und führe sie in den Erlenmeyerkolben ein. Durch Zusammendrücken des Ventils "E" wird sie vollständig in das Gefäß entleert.

Beim Auslaufen verbleibt ein kleiner Tropfen in der Spitze der Messpipette. Dies wurde beim Eichen der Pipette bereits berücksichtigt, so dass er nicht aus der Pipette entfernt werden muss.

Platziere den Erlenmeyerkolben unter dem Hahn der Bürette und fülle mit Hilfe der Spritzflasche mit ein wenig Wasser auf (**Abb. 13**). Es sollten sich nicht mehr als zwei Zentimeter Flüssigkeit befinden.

Gib mit Hilfe der Pipette mit Gummihütchen 3 bis 5 Tropfen deines Indikators zur Säure-Lösung hinzu (**Abb. 14**).



Abb. 13



Abb. 14

## Durchführung (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science

Durch vorsichtiges Drehen des Bürettenhahns wird eine mittlere Tropfgeschwindigkeit eingestellt. Es müssen hierbei einzelne Tropfen beobachtbar sein. Der Erlenmeyerkolben mit der Säure wird vorsichtig hin und her geschwenkt (**Abb. 15**). Es dürfen sich keine Spritzer bilden (**Achtung: Säure!**). Sobald sich eine Farbänderung in der Säurelösung zeigt, wird die Zutropfgeschwindigkeit durch vorsichtiges Drehen des Bürettenhahnes verringert. Nach dem ersten Tropfen, bei dem die Farbänderung permanent bleibt, wird der Hahn geschlossen. Das Volumen an verbrauchter Natronlauge wird an der Bürette abgelesen und notiert. Die beobachtete Farbänderung wird notiert.



Abb. 15

## Durchführung (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

### Entsorgung

Die in diesem Experiment verwendeten Lösungen können im Behälter für Säure- und Base-Abfälle entsorgt werden.

**PHYWE**  
excellence in science

# Protokoll

## Beobachtung 1

**PHYWE**  
excellence in science

Wie sieht die Farbveränderung des jeweiligen Indikators bei den einzelnen Titrationen aus?

## Beobachtung 2

**PHYWE**  
excellence in science

Wie hoch ist der Verbrauch an Natronlauge für die einzelnen Titrationsen?

## Aufgabe 1

**PHYWE**  
excellence in science

Wie groß ist die jeweils berechnete Konzentration der vorgelegten Salzsäure?

## Aufgabe 2

**PHYWE**  
excellence in science

Interpretiere die Ergebnisse der einzelnen Titrationsen! Warum ist die Wahl eines geeigneten Indikators für den Erfolg der Titration wichtig?

## Aufgabe 3

**PHYWE**  
excellence in science

Ziehe die Begriffe in die richtigen Lücken im Text.

Bei der Titration einer starken Säure, wie , mit einer starken Base, wie , ist der  gleichzeitig auch der .

 Überprüfen

## Aufgabe 4

**PHYWE**  
excellence in science

Trage den fehlenden Wert ein.

Mischt man eine Säure mit dem pH-Wert 0 und eine Lauge mit dem pH-Wert 14 in einem Verhältnis von 1:1, so erhält man einen pH-Wert von .

✓ Überprüfen



Nachweis des pH-Werts

## Aufgabe 5

**PHYWE**  
excellence in science

Die molare Masse  $M$  ist eine wichtige Größe in Titrationsversuchen. In welcher Einheit wird sie gemessen?

$\text{km} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{kg} \cdot \text{mol}$

✓ Überprüfen



Die molare Masse ist eine wichtige Größe in der Chemie.

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 24: Titration einer starken Säure	0/4
Folie 25: pH-Wert	0/1
Folie 26: Molare Masse	0/2

Gesamtsumme  0/7

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren