

# Titration einer schwachen Säure gegen eine schwache Base mit Cobra SMARTsense



Chemie

Analytische Chemie

Titration



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

20 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/63dcde3badfa6e000340a684>



## Lehrerinformationen

### Anwendung



Versuchsaufbau

Die Säure-Base-Titration stellt ein analytisches Verfahren zur Ermittlung von Konzentrationen entsprechender Verbindungen dar. Die Verwendung von pH-Messelektroden bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Messkurven zu erstellen. Potentiometrische Titrationen stellen zwei grundlegende Gesetze dar, das Massenwirkungsgesetz (MWG) und die Nernt'sche Gleichung. Anhand des MWG kann man den Verlauf für einfache chemische Reaktionen mathematisch beschreiben.

Bei diesem Versuch wird eine schwache Base (Ammoniak) unbekannter Konzentration und bekanntem Volumen vorgelegt. Die Lösung einer schwachen Säure bekannter Konzentration (Essigsäure) wird in die Bürette gefüllt und dann tropfenweise zur Analysenlösung gegeben. pH-Werte werden notiert und der Äquivalenzpunkt mittels einem Indikator (hier: Bromthymolblau) bestimmt.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/7)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten experimentelle Erfahrungen im Umgang mit Säuren und Basen haben. Weiterhin sollten die Schüler wissen, was der pH-Wert ist. Die Funktionsweise volumetrischer Messinstrumente (Messpipette, Bürette) sollte den Schülern bekannt sein.

### Prinzip



Bei der potentiometrischen Titration handelt es sich um ein maßanalytisches Verfahren zur Bestimmung der Konzentrationen von Säuren und Basen. Es wird eine schwache Base unbekannter Konzentration mit einem bestimmten Volumen vorgelegt. Eine schwache Säure mit bekannter Konzentration wird portionsweise zur Analyselösung hinzugegeben. Der pH-Wert der Lösung wird mit einer pH-Elektrode gemessen und Äquivalenzpunkt wird über einen geeigneten Indikator bestimmt.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/7)

PHYWE

### Lernziel



Den Schülern sollen bei diesem Experiment exemplarisch die Grundlagen der modernen Säure-Base-Titration gezeigt und nähergebracht werden. Neben der praktischen Arbeit im Labor wird auch auf die Auswertung von Titrationskurven und deren Charakteristika eingegangen.

### Aufgaben



Die Schüler sollen bei diesem Experiment eine Messkurve für die Titration einer schwachen Säure mit einer schwachen Base aufnehmen. Hierbei werden dann die charakteristischen Merkmale einer solchen Titrationskurve identifiziert ggf. der Äquivalenzpunkt bestimmt.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/7)

PHYWE

### Methodische Bemerkungen

- Der Versuch sollte in Zweiergruppen durchgeführt werden. Hierbei kann ein Schüler die Bürette bedienen, während der andere die Messwertaufnahme übernimmt. Bei mehrmaliger Durchführung des Experimentes sollte mit vertauschten Rollen gearbeitet werden.
- In unterschiedlichen Arbeitsgruppen kann die Titration mit unterschiedlichen Volumina der Analyselösung durchgeführt werden. Es kann dadurch ein Zusammenhang zwischen den Konzentrationen der beteiligten Lösungen gezeigt werden.
- Des Weiteren wird empfohlen einen Magnetrührer (inkl. Magnetrührstab) zu verwenden, da hierdurch genauere pH-Werte zu erwarten sind.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/7)

PHYWE

### Vorbereitung

- Die in dem Versuch verwendeten Lösungen (0,1 M Ammoniaklösung, 0,1 M Essigsäure-Lösung, Bromthymolblau) müssen in entsprechenden Bechergläsern vorbereitet und gekennzeichnet werden.
- Es muss eine 0,1 M Ammoniaklösung hergestellt werden (7,51 ml 25%ige Ammoniak-Lösung auf 1 l mit dest. Wasser füllen).
- Es muss eine 0,1 M Essigsäure-Lösung hergestellt werden (Legen Sie in ein geeignetes Gefäß 250 ml dest. Wasser vor, pipettieren Sie 2,88 ml konzentrierte Essigsäure und füllen Sie auf 500 ml mit dest. Wasser auf).

## Sonstige Lehrerinformationen (5/7)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung (1/2)

- Falls die letzte Kalibrierung länger als 6 Monate her ist, sollte vor der Aufnahme der Titrationskurve der pH-Sensor kalibriert werden, damit es nicht zu einer Verfälschung der Ergebnisse kommt (siehe Bedienungsanleitung des Sensors).
- Beim Aufbau ist darauf zu achten, dass die Bürette so gehaltert wird, dass die Schüler den Meniskus der Flüssigkeitssäule in richtiger Höhe ablesen können. Die Augen sollten hierbei in Höhe der abzulesenden Volumenmarkierung auf der Bürette sein.
- Beim Eintauchen der Messelektrode in die zu untersuchende Lösung muss die Spitze vollständig in die Flüssigkeit eintauchen. Sollte die vorgelegte Menge nicht ausreichen, muss mit destilliertem Wasser aufgefüllt werden.
- Zwischen Messungen sollte die pH-Elektrode gründlich mit destilliertem Wasser gespült werden.

## Sonstige Lehrerinformationen (6/7)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung (2/2)

- Wird ein Magnetrührer verwendet, sollte er auf eine Geschwindigkeit eingestellt sein, bei der es nicht zu Spritzern kommen kann. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass das Magnetrührstäbchen nicht an die Messelektrode stößt.
- Die Tropfgeschwindigkeit der Bürette sollte nicht zu schnell eingestellt werden, damit das Ergebnis möglichst genau ausfällt. Auch ein zu langsames Zutropfen ist zu vermeiden, da der Versuch sonst unnötig in die Länge gezogen würde.

## Sonstige Lehrerinformationen (7/7)

PHYWE

### Variante

- Der Versuch kann alternativ auch mit dem Cobra SMARTsense Dropcounter durchgeführt werden. Zusätzlich wird dazu folgendes benötigt:

Position	Material	Bestellnr. Menge	
1	Cobra SMARTsense Dropcounter	12923-00	1
2	pH-Elektrode für Cobra SMARTsense pH, BNC-Stecker	12920-10	1

## Sicherheitshinweise

PHYWE



- Säuren und Laugen wirken ätzend!
- Unbedingt Schutzbrille tragen!
- Beachten Sie für die H- und P-Sätze bitte die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter.
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.





# Schülerinformationen

## Motivation



Ammoniak ist Bestandteil von Dünger

Säuren und Basen begleiten uns im täglichen Leben. Sie sind in Waschmitteln, Nahrungsmitteln, Dünger und sogar in unserem Körper. Ein Beispiel ist die Essigsäure, welche zum würzen und abschmecken genutzt und in Reinigungsmitteln eingesetzt wird. Ammoniak ist eine schache Base, die egenfalls zum Reinigen genutzt wird. Zusätzlich ist Ammoniak Bestandteil vieler Düngemittel.

Um sicher mit einer Base umgehen zu können, ist es wichtig zu wissen wie konzentriert sie ist. Eine Möglichkeit, die Konzentration einer Säure zu bestimmen, ist die Titration. Der Veränderung des pH-Werts lässt sich mit dem Cobra SMARTsense pH einfach verfolgen und dokumentieren. Zusätzlich kann der Äquivalenzpunkt über die Zugabe eines geeigneten Indikators bestimmt werden.

## Aufgaben

PHYWE



Ermittle mit Hilfe einer potentiometrischen Titration die Konzentration von Ammoniak. Untersuche die erstellte Titrationskurve auf charakteristische Merkmale.

Ermittle den Äquivalenzpunkt über einen geeigneten Indikator (hier: Bromthymolblau).

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense pH - Sensor zur Messung des pH-Wertes 0 ... 14 (Bluetooth)	12921-00	1
2	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
3	Bürettenklemme mit 1 Rollenhalter	37720-01	1
4	Pipettierball, Universalmodell (bis 100 ml), 3 Ventile	47127-02	1
5	Pipette mit Gummikappe, $l = 100$ mm	64701-00	1
6	Laborschreiber, wasserfest, schwarz	38711-00	1
7	Erlenmeyerkolben, Boro, Weithals, 100 ml	46151-00	1
8	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1
9	Laborbecher, Kunststoff (PP), 50 ml	36080-00	2
10	Spritzflasche, 250 ml, Kunststoff	33930-00	1
11	Trichter, Kunststoff (PP), Oben- $d = 40$ mm	36888-00	1
12	Messpipette, 5 ml, Teilung 0,1 ml	36599-00	1
13	Bürette mit geradem Glashahn, 10 ml	47152-03	1
14	Stativstange Edelstahl, $l = 370$ mm, $d = 10$ mm	02059-00	1
15	Pufferlösung, pH 9,00, 1000 ml	30289-70	1
16	Ammoniak-Lösung, 25%, 250 ml	30933-25	1
17	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1
18	Essigsäure 99-100%, 500 ml	31301-50	1
19	Puffertabletten, pH 4,00, 100 Stück	30281-10	1
20	Pufferlösung pH 10,01, 1000 ml	46272-12	1
21	Bromthymolblau-Lösung, 0,1%, 50ml	48004-05	1

**PHYWE**

# Aufbau und Durchführung

## Aufbau (1/7)

**PHYWE**

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS

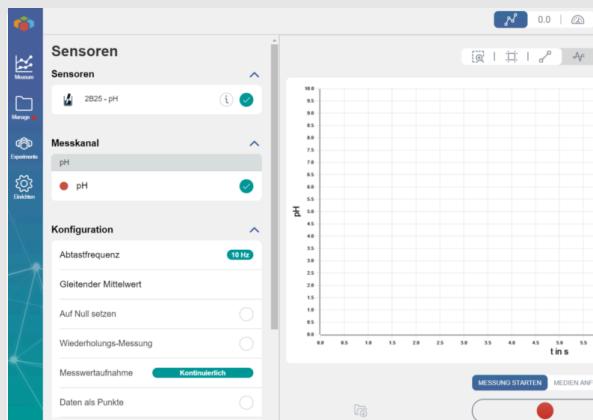


Android



Windows

## Aufbau (2/7)

SMARTsense pH-Sensor verbunden mit der  
PHYWE measureAPP

- Schalte den SMARTsense pH-Sensor durch langes Drücken auf den Einschaltknopf an.
- Verbinde den Sensor in der measureAPP unter dem Punkt "Measure" mit dem Gerät.
- Der SMARTSense Sensor wird nun in der App angezeigt.

## Aufbau (3/7)



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 (4/7)



- Drücke mit Daumen und Zeigefinger die beiden Hebel der Bürettenklemme zusammen (Abb. 4).
- Platziere die Bürette zwischen den vier gummierten Rollen und fixiere die Bürette durch langsames Loslassen der beiden Hebel (Abb. 5).



Abb. 4

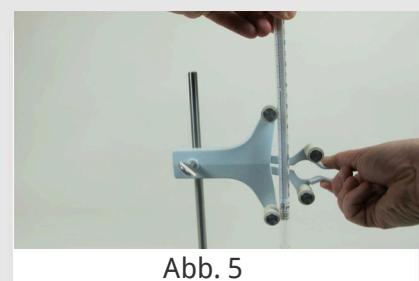


Abb. 5

## Aufbau (5/7)



Befülle mit Hilfe des Trichters die Bürette mit der 0,1 M Essigsäure. Verwende hierzu einen der beiden Laborbecher und beschrifte diesen, um eine Verwechslungsgefahr auszuschließen. Fülle die 10-ml-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 Essigsäure ab, bis der oberste Eichstrich der Flüssigkeitssäule erreicht ist (Abb. 7).



Abb. 6

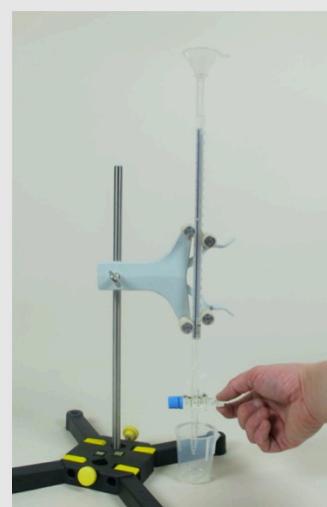


Abb. 7

## Aufbau (6/7)

PHYWE

- Es bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeitssäule in der Bürette eine nach unten gebogene Wölbung, der sogenannte Meniskus. 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).
- Füll den Erlenmeyerkolben mit 50 ml der bereitgestellten Ammoniak-Lösung (Abb. 9). Platziere den Erlenmeyerkolben unter dem Hahn der Bürette, der Hahn sollte den inneren Rand des Erlenmeyerkolbens berühren. Spüle die Spitze der Elektrode kurz mit destilliertem Wasser ab. Führe die pH-Messelektrode ein, sodass sie vollständig von der Lösung benetzt ist.



Abb. 8



Abb. 9

## Aufbau (7/7)

PHYWE

Fertiger  
Versuchsaufbau

- Stecke ein Gummihütchen auf eine Pasteurpipette
- Halte Pasteurpipette senkrecht und führe ihre Spitze in die bereitgestellte Indikatorlösung ein.
- Gib mit Hilfe der Pipette 3 bis 5 Tropfen Bromthymolblau zur Essigsäure-Lösung hinzu.

## Durchführung

PHYWE

- Starte die Messung und gib durch vorsichtiges Aufdrehen zunächst 1 ml der Essigsäure in den Erlenmeyerkolben.
- Gib durch vorsichtiges Aufdrehen zunächst 1 ml der Essigsäure in den Erlenmeyerkolben. Schwenke den Erlenmeyerkolben mit der Ammoniaklösung vorsichtig hin und her. Es dürfen sich keine Spritzer bilden (Achtung: Lauge!). Notiere den pH-Wert, wenn dieser sich eingestellt hat.
- Nachdem 4 ml titriert wurden, muss in 0,2 ml Schritten titriert werden bis der Äquivalenzpunkt (Farbumschlag) erreicht wurde. Nachdem der Äquivalenzpunkt erreicht wurde kann erneut in 1 ml Schritten titriert werden.
- Wiederhole den Vorgang, bis 10 ml Essigsäure titriert wurden. Beende und speichere deine Messung. Trage deine Werte im Protokoll ein und notiere die beobachteten Farbänderungen.
- Analysiere die anhand dieser Daten erstellte Titrationskurve.

PHYWE



## Protokoll

## Aufgabe 1



Trage deine Messwerte in die Tabelle ein.

V (Essigsäure) (ml)	pH-Wert	V (Essigsäure) (ml)	pH-Wert
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

## Aufgabe 2



Was ist ein Äquivalenzpunkt?

- Am Äquivalenzpunkt beschreibt die Titrationskurve einen Wendepunkt. Hier gilt  $n(\text{Säure}) = n(\text{Base})$ .
- Am Äquivalenzpunkt ist der pH-Wert bei einer Säure-Base-Titration immer 7.
- Am Äquivalenzpunkt beschreibt die Titrationskurve ein Maximum. Hier gilt  $n(\text{Säure}) > n(\text{Base})$ .
- Am Äquivalenzpunkt beschreibt die Titrationskurve ein Minimum. Hier gilt  $n(\text{Säure}) < n(\text{Base})$ .

 Überprüfen

## Aufgabe 3

PHYWE

Beschreibe den Kurvenverlauf in Stichworten. Erläutere charakteristische Merkmale (Tipp: Äquivalenzpunkt, Neutralpunkt).

## Aufgabe 4

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

\_\_\_\_\_ besitzen einen pH-Wert, der größer als 7 ist. Basen fungieren als so genannte \_\_\_\_\_, sie können also Wasserstoff-Ionen \_\_\_\_\_. In diesem Versuch wurde mit einer schwachen Base (\_\_\_\_\_) und einer schwachen Säure (\_\_\_\_\_) gearbeitet.

- Protonenakzeptoren
- aufnehmen
- Ammoniak, 0,1 M
- Essigsäure, 0,1 M
- Basen

Überprüfen

## Aufgabe 6



Markiere die richtigen Antworten.

- Der Äquivalenzpunkt in diesem Versuch lässt sich über den Indikator Bromthymolblau bestimmen.
- Eine Base hat einen pH-Wert größer 7, eine Säure hat einen pH-Wert kleiner 7.
- Eine Base hat einen pH-Wert kleiner 7, eine Säure hat einen pH-Wert größer 7.
- Säuren können als Protonendonatoren fungieren.

 Überprüfen

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 26: Äquivalenzpunkt

0/1

Folie 28: Basen: Zusammenfassung

0/5

Folie 29: Richtigen Antworten

0/3

Gesamtsumme

0/9

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren