

Bestimmung des pKs-Wertes einer schwachen Säure durch Halbtitratration



Chemie

Anorganische Chemie

Säuren, Basen, Salze

Chemie

Analytische Chemie

Titration



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

30 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f11771a26112d0003db5edc>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Die Säure-Base-Titration unter Verwendung 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 mit Hilfe von pH-Elektroden. Auch der pKs-Wert einer schwachen Säure lässt sich mit Hilfe eines Indikators bestimmen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten erste experimentelle Erfahrungen im Umgang mit Säuren und Basen gesammelt haben. Die Funktionsweise volumetrischer Messinstrumente (Messpipette, Bürette, Pipettierball) sollte den Schülern bekannt sein.

Prinzip



Bei dieser Titration handelt es sich um ein maßanalytisches Verfahren zur Bestimmung des pKs-Wertes von Essigsäure.

Es wird hier eine schwache Säure unbekannter Konzentration mit bekanntem Volumen vorgelegt und ein geeigneter Indikator (hier: Phenolphthalein) zugegeben. Die Lösung der Base mit bekannter Konzentration (Maßlösung) wird in die Bürette gefüllt und nun tropfenweise bis zum Umschlagspunkt des Indikators zur Analysenlösung zugetropft. Aus dem an der Bürette abgelesenen Volumen ergibt sich die Menge an Natronlauge, die der Lösung zugegeben werden muss, damit der pH-Wert der Lösung gleich dem pKs-Wert der Essigsäure ist.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Den Schülern soll exemplarisch die Verwendung von Indikatoren in der analytischen Chemie sowie die Grundlagen der Maßanalyse gezeigt und vermittelt werden.

Aufgaben



Die Schüler sollen mit Hilfe eines geeigneten Indikators (hier: Phenolphthalein) den pKs-Wert von Essigsäure ermitteln. Hierbei wird ein bekanntes Volumen dieser Säure mit einem Volumen einer Natronlauge-Lösung bekannter Konzentration (Maßlösung) bis zum Farbumschlag des Indikators titriert. Anschließend wird das verbrauchte Volumen Natronlauge an der Bürette abgelesen. Es wird dann genau die Hälfte dieses Volumens an Salzsäure zur ursprünglichen Lösung hinzugegeben und der pH-Wert mit Hilfe eines Teststäbchens bestimmt. Dieser pH-Wert ist dann gleich dem pKs-Wert der Essigsäure.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE



Vorbereitung

Es muss jeweils eine ca. 0,1 M Lösung der Salze 1-4 hergestellt werden.
0,1 M Natriumchlorid-Lösung: 1,46 g Natriumchlorid auf 250 ml dest. Wasser.
0,1 M Natriumbromid-Lösung: 2,57 g Natriumbromid auf 250 ml dest. Wasser. 0,1 M Natriumsulfat-Lösung: 3,55 g Natriumsulfat auf 250 ml dest. Wasser.
0,1 M Natriumcarbonat-Lösung: 2,64 g Natriumcarbonat auf 250 ml dest. Wasser.

Ebenso muss eine 5%ige Salzsäure-Lösung (geben Sie ca 40 ml dest. Wasser in einen Messkolben, pipettieren Sie 13 ml 37%ige Salzsäure und füllen auf 100 ml mit dest. Wasser auf), eine 5%ige Salpetersäure-Lösung (geben Sie ca 40 ml dest. Wasser in einen Messkolben, pipettieren Sie 50 ml 10%ige Salzsäure und füllen auf 100 ml mit dest. Wasser auf) sowie eine 10%ige Bariumchlorid-Lösung (10 g Bariumchlorid auf 100 ml dest. Wasser) vorbereitet werden.

Sicherheitshinweise

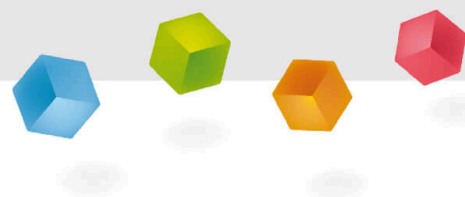
PHYWE



- 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.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Essig

Wie lässt sich die Stärke einer schwachen Säure bestimmen?

Im Alltag und im Chemielabor begegnen uns viele Säuren. Ob als Essig im Salat oder als Batteriesäure im Auto. Überall sind sie anzutreffen.

Um mit ihnen sicher im Labor umgehen zu können, ist es wichtig ihre Stärke zu kennen. Als Maß für die Stärke einer Säure gibt man den sogenannten pK_s -Wert an.

Mit Hilfe eines geeigneten Indikators und einer Base kann man den pK_s -Wert einer schwachen Säure ermitteln. Dieses Verfahren wird Halbtitration genannt.

Aufgabe

PHYWE



Versuchsaufbau

Ermittle mit Hilfe einer Halbtitration den pK_s -Wert von Essigsäure. Nutze hierzu Phenolphthalein als Indikator und 0,1 molare Natronlauge als Base.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Bürette mit geradem Glashahn, 25 ml Teilung 0,1 ml	47153-01	1
2	Pipette mit Gummikappe, l = 100 mm	64701-00	1
3	Erlenmeyerkolben, Boro, Weithals, 100 ml	46151-00	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	pH Teststäbchen, pH 0-14, 100 Stück	30301-08	1
15	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1
16	Essigsäure 99-100%, 500 ml	31301-50	1
17	Salzsäure 37%, 1000 ml	30214-70	1
18	Laborbecher, Kunststoff (PP), 50 ml	36080-00	2

Sicherheitshinweise

PHYWE



- Säuren 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.

Aufbau (1/7)

PHYWE

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

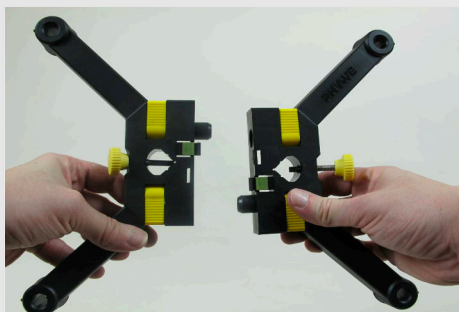


Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Aufbau (2/7)

PHYWE

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



Abb. 4

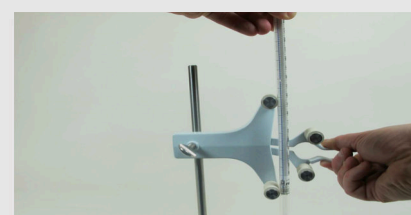


Abb. 5

Aufbau (3/7)

PHYWE

Befülle mit Hilfe des Trichters die Bürette mit der 0,1 molaren Natronlauge. Verwende hierzu die beiden Laborbecher und beschrifte diese 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 Natronlauge ab, bis der oberste Eichstrich der Flüssigkeitssäule erreicht ist (**Abb. 7**).



Abb. 6



Abb. 7

Aufbau (4/7)

PHYWE

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 (5/7)

PHYWE

Halte die Messpipette senkrecht und führe ihre Spitze in die bereitgestellte Essigsäure ein. Durch vorsichtiges Zusammendrücken des Ventils "S" füllt sich die Pipette langsam mit der Säure. Achte darauf, dass sich die Pipette nicht zu schnell füllt. Es dürfen sich keine Luftbläschen in der Flüssigkeit befinden. Vorsicht: 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 Füllhöhe erfolgt hier wie oben beschrieben.



Abb. 11

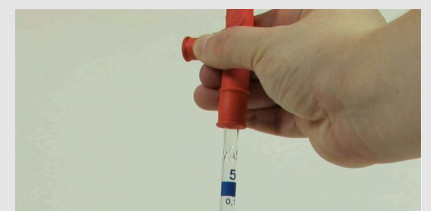


Abb. 12

Aufbau (6/7)

PHYWE

Nimm die Messpipette aus der Essigsäure vorsichtig heraus und führe sie in den Erlenmeyerkolben ein. Durch Zusammendrücken des Ventils "E" wird sie vollständig in das Gefäß entleert (**Abb. 12**).

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 etwa zwei Zentimeter Flüssigkeit im Kolben befinden.



Abb. 13

Aufbau (7/7)

PHYWE

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



Abb. 14

Durchführung (1/3)

PHYWE

Durch vorsichtiges Drehen des Hahns der Bürette 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.



Abb. 15

Durchführung (2/3)

PHYWE

Nach dem ersten Tropfen, bei dem die Farbänderung permanent bleibt, wird der Bürettenhahn geschlossen. Das Volumen an verbrauchter Natronlauge wird an der Bürette abgelesen und notiert. Mit Hilfe der Messpipette wird die Hälfte des an der Bürette angezeigten Volumens Essigsäure zur Analysenlösung hinzugegeben. Es ist hierbei wichtig, dass man die schwache Säure zur Lösung in den Erlenmeyerkolben gibt. (Nicht verwechseln mit der Natronlauge!). In die nun entfärbte Lösung wird ein pH-Teststäbchen gehalten und die Farbänderung am Stäbchen mit der Farbtabelle verglichen.

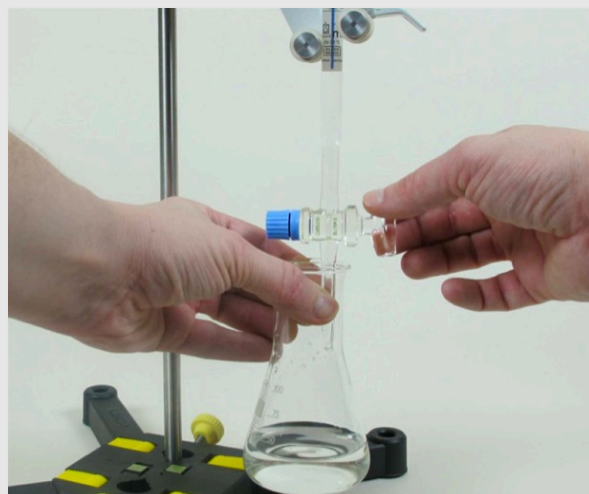


Abb. 16

Durchführung (3/3)

PHYWE

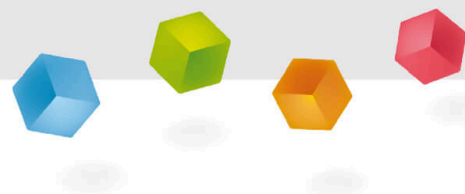


Entsorgung

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

PHYWE

Protokoll



Beobachtung

PHYWE

Wie groß ist der mit Hilfe der Halbtitration ermittelte pKs-Wert von Essigsäure?

Aufgabe 1

PHYWE

Wieso gilt am Halbtitrationspunkt die Gleichung $\text{pH} = \text{pKs}$? Leite die Formel her!

Aufgabe 2

PHYWE

Ziehe die Begriffe in die richtigen Lücken im Text.

Die Stoffmengenkonzentration ist der aus der Stoffmenge eines gelösten Stoffes und dem der Lösung. Die Einheit der Stoffmengenkonzentration ist , die der Stoffmenge ist .

Volumen (V)

mol/L

(c)

(n)

mol

Quotient

☒ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Welche Aussage trifft für den pK_S -Wert zu?

☐ Je kleiner der pK_S -Wert, desto stärker ist die Säure.

☐ Je größer der pK_S -Wert, desto stärker ist die Säure.

☐ Der pK_S -Wert ist gleich dem pH-Wert.

☒ Überprüfen

Chemielabor

Aufgabe 4

PHYWE

Fülle die Lücken im Text.


Am Äquivalenzpunkt ist die Änderungsrate des pH-Wertes am , die Titrationskurve beschreibt hier daher einen .


✓ Überprüfen




Reagenzgläser

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 25: Stoffmengenkonzentration	0/6
Folie 26: pKs Wert	0/1
Folie 27: Äquivalenzpunkt	0/2

Gesamtsumme  0/9

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren