# Titration von Essigsäure

Einleitung

Essig ist eine wässrige Lösung. Speiseessig enthält ca. 4-5% Essigsäure CH3COOH, dazu noch Farb- und Aromastoffe.
Essigsäure verleiht Essig den sauren Geschmack und andere für saure Lösungen typische Eigenschaften. So kann Essig zum Beispiel zur Entfernung von Kalkablagerungen verwendet werden.
Im Handel findet man neben Speiseessig Putzessig mit einem höheren Essigsäuregehalt zum Entkalken und Reinigen.

Ziel dieses Experimentes ist die Bestimmung der Konzentration von Essigsäure in Speiseessig durch eine Titration.

Theorie

Die **Titration** ist eine Methode zur **quantitativen Analyse**.

Dabei lässt man einen Stoff A, dessen Menge bestimmt werden muss, mit einem Stoff B reagieren. Aus der Menge des Stoffs B, die nötig ist um alles A umzusetzen, lässt sich die Menge des Stoffs A ermitteln. Dazu muss die **chemische Gleichung der Reaktion** bekannt sein. Diese gibt an, in welchem Molverhältnis die Stoffe A und B miteinander reagieren. Man muss auch den **Endpunkt der Reaktion** erkennen können, d.h. der Moment, an dem alles A reagiert hat.

Die Titration von Essigsäure ist eine typische Säure-Base-**Reaktion** .Essigsäure reagiert mit Natronlauge (eine wässrige Lösung der Base Natriumhydroxid NaOH) gemäss folgender Gleichung:

 CH3COOH (aq) + NaOH (aq) → CH3COONa(aq) + H2O
 Essigsäure + Natriumhydroxid → Natriumacetat + Wasser

1 mol Essigsäure reagiert also mit 1 mol Natriumhydroxid. Durch die Zugabe der Base Natriumhydroxid wird die Säure zerstört (*neutralisiert*), bei vollständigem Umsatz ist die Lösung *neutral*.

Zur Erkennung des Endpunktes der Titration wird der zu titrierenden Lösung ein **Säure-Base-Indikator** zugefügt.

Indikatoren sind Farbstoffe, welche in saurer bzw. basischer Lösungen verschiedene Farben aufweisen. So ist zum Beispiel der Indikator *Phenolphthalein* in einer sauren Lösung farblos, in einer neutralen und basischen Lösung hingegen rot-violett gefärbt.

In der sauren Essiglösung ist Phenolphthalein farblos. Bei vollständiger Neutrali­sation der Essigsäure mit Natriumhydroxid findet ein Farbwechsel zu rosa statt.

**Der Farbwechsel gibt also den Endpunkt der Titration an**.

**Vorgehen bei der Titration**:



Einer Essigprobe mit genau abgemessenem Volumen wird etwas Phenolphthalein-Lösung zugegeben. Zu Beginn der Titration ist Phenolphthalein in der sauren Essiglösung farblos.

Nun wird aus einer Bürette, unter Rühren eine Natronlauge-Lösung mit bekannter Konzentration zugetropft. Die zugegebene Natronlauge neutralisiert nach und nach die Säure, der Säuregehalt in der Probe nimmt ab. Bei vollständiger Neutralisation (= Endpunkt der Titration) ändert Phenolphtalein seine Farbe: Die Lösung färbt sich rosa.
Nun wird an der Bürette das zur Neutralisation benötigte Volumen Natronlauge abgelesen.

**Auswertung der Titration**

Aus der Reaktionsgleichung ist ersichtlich, dass Essigsäure und Natriumhydroxid im Molverhältnis 1:1 reagieren.
Die Stoffmenge n (=Anzahl Mol) Essigsäure in der titrierten Essigprobe entspricht also der Stoffmenge NaOH in der zur Titration benötigten Natronlauge:

 n Säure = n Base

c Säure • V Säure = c Base • V Base

 gesucht festgelegt festgelegt Ergebnis der Titration

c Säure : Die gesuchte Konzentration an Essigsäure

V Säure : Das Säurevolumen, das zur Titration verwendet wird

c Base : Die bei der Titration verwendete Konzentration an Natronlauge.

V Base : Das Volumen an Natronlauge als Ergebnis der Titration

Mit einer einfachen Umformung der Gleichung kann die gesuchte Konzentration an Essigsäure berechnet werden:

c Säure = $\frac{c\_{Base} • V\_{Base}}{V\_{Säure}}$

Mit Hilfe der molaren Masse M von Essigsäure wird die Essigsäurekonzentration in g/L ermittelt:

c in mol/L • M = c in g/L

**Auswertungsbeispiel**

Die Konzentration einer Essigsäure-Lösung muss bestimmt werden. Dazu wird eine 10,0 mL-Probe entnommen, mit einigen Tropfen Phenolphthalein versetzt, dann wird unter Rühren eine Natronlauge-Lösung, c (NaOH) = 0,1 mol/L zugetropft. Der Farbumschlag des Indikators findet nach der Zugabe von 8,5 ml Natronlauge-Lösung statt.

Wie gross ist die Konzentration der Essigsäurelösung?

**Lösung:**

c Säure • V Säure = c Base • V Base

 gesucht festgelegt festgelegt Ergebnis der Titration

V Base : Ergebnis der Titration: Volumen V(NaOH) = 8,5 mL = 0,0085 L

V Säure : Das Probevolumen beträgt 10.0 mL= 0.01 L

c Base : Die Konzentration der verwendeten Natronlauge ist 0.1 mol/L

c Säure = $\frac{c\_{Base} • V\_{Base}}{V\_{Säure}}$ = $\frac{0.1 mol/L • 0.0085 L}{0.01 L}$ = **0,085 mol/L**

**Konzentration der Essigsäure-Lösung in g/L:**

Molare Masse von EssigsäureM(CH3COOH): 60 g/mol

c(CH3COOH) = 0,085 mol/L • 60 g/mol = **5,1 g/L**

Experimenteller Teil

**Achtung**! **Natronlauge ist ätzend: Das Tragen einer Schutzbrille ist während der ganzen Arbeit obligatorisch!**

**Vorgehen**

1. Bürette mit Klammer senkrect am Stativ montieren.

2. Mit Hilfe des Trichters Natronlauge-Lösung bis ca. 1 cm über die 0-Marke auffüllen.
Natronlauge bis genau zur 0-Marke ins Becherglas ausfliessen lassen. Kontrollieren, dass die ganze Bürette bis zur Spitze frei von Luftblasen ist.
Allfällige Tropfen an der Hahnspitze abstreifen.

******Vorgehen beim Ablesen des Flüssigkeitsstandes**:
Die Oberfläche der Flüssigkeit in der Bürette ist nach unten gewölbt (konkav). Diese Erscheinung nennt man *Meniskus.*Der Flüssigkeitsstand muss **auf Augenhöhe** und **an der *tiefsten Stelle*** der Flüssigkeitsoberfläche abgelesen werden.

Als Ablesehilfe dient der bei den meisten Büretten vorhandene blaue Streifen auf weissem Hintergrund (*Schellbachstreifen*):

 Ablesewert: 32,3 ml

3. Mit der Vollpipette 10,0 ml Essig in den Erlenmeyerkolben pipettieren.

Vorgehen beim Pipettieren:

Flüssigkeiten genau bis zur eingezeichneten Marke aufsaugen. Massgebend ist die tiefste Stelle des Meniskus.

Flüssigkeit aus der senkrecht gehaltenen Pipette ganz ablaufen lassen, dann Pipettenspitze unter leichtem Drehen an der Gefässwand abstreifen. Nicht Ausblasen!

4. Etwa 10 ml deionisiertes Wasser, 3-4 Tropfen Phenolphthalein-Lösung und einen Magnetfisch zugeben. Den Erlenmeyerkolben auf ein weisses Blatt auf den Magnetrührer stellen. Rührer einschalten, Rührgeschwindigkeit so einstellen, dass es keine Spritzer gibt.

5. Natronlauge-Lösung zutropfen, bis die Farbe der Lösung zu einem bleibenden rosa umschlägt. Flüssigkeitsstand an der Bürette ablesen, Natronlauge-Verbrauch berechnen und notieren

**Vorgehen beim Titrieren**:

Eine erste, rasch durchgeführte Titration dient zur Ermittlung des ungefähren Verbrauchs an Natronlauge.
Danach wird mindestens dreimal möglichst genau titriert. Dabei wird die Natronlauge bis ca. 1 ml vor dem Umschlagspunkt rasch, dann vorsichtig tropfenweise zugegeben. Sobald die rosa-Farbe beständig ist, wartet man einige Sekunden bevor man einen weiteren Tropfen zugibt. Wenn die rosa-Farbe bleibt, ist die Titration beendet.

Nach der Titration wird der Inhalt des Erlenmeyerkolbens jeweils *nicht* weggeworfen. Man gibt zum Gemisch jeweils wieder 10.0 ml Essigsäure und titriert weiter.
Dadurch wird die Genauigkeit des Endresultats erhöht.

**Eigene Resultate:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Bürettenstand | Verbrauch Natronlaugeml |
| am Anfang | am Ende |
| 1.Titration |  |  |  |
| 2.Titration |  |  |  |
| 3.Titration |  |  |  |

*Entsorgung*

Überschüssige Natronlauge-Lösung , welche noch in der Bürette enthalten ist, wird in die dazu vorgesehene Flasche ausfliessen lassen. Die Bürette wird dann mit Wasser gespült.

**Auswertung der eigenen Titration**

c Säure • V Säure = c Base • V Base

 gesucht festgelegt festgelegt Ergebnis der Titration

V Base : Verbrauch an Natronlauge, Durchschnitt =

V Säure : Das Probevolumen von Essigsäure =

c Base : Die Konzentration der Natronlauge =

**Konzentration der Essigsäure-Lösung**

**- in mol/L:** $\frac{c\_{Base} • V\_{Base}}{V\_{Säure}}$ = $\frac{ • }{}$ =

**- in g/L:.** ……………………………………………………………………….

**Aufgaben**

1. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit den Angaben des Herstellers und kommentieren Sie den Vergleich