

Halbmikrotitration: Zitronensaft

Zitronensaft wird mit Natronlauge titriert. Der Versuch wird im Halbmikromaßstab durchgeführt. Der Prozentsatz von Citronensäure im Zitronensaft wird errechnet.

Hintergrund

Die Technik der Halbmikrotitration ermöglicht ein schnelles, materialsparendes Arbeiten, so dass Schüler auch außerhalb eines Chemieübungssaales die Titration durchführen können.

Gefahren



Signalwort: **Gefahr**



Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen. Bromthymolblau ist in Ethanol gelöst, daher von Zündquellen fernhalten. Kein offenes Feuer. Natronlauge darf nicht in die Augen kommen: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

Chemikalien

Frischer Zitronensaft

Natronlauge, 1 mol/L, H314 H290  P280 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P308+P310

Bromthymolblau, 1 % in Ethanol, H225 H319   P210 P241 P280 P303+P361+P353
P305+P351+P338

Materialien

Trichter und passendes Filterpapier

2 Erlenmeyerkolben, weithals, 50 ml

1 Plastikspritze, 1 mL zum Titrieren

2 Eppendorfspitzen

Schere

1 Plastikspritze, 1 mL oder 1 mL Vollpipette + Pipettierhelfer zum Abmessen des Probevolumens

10 ml Messzylinder

Halbmikrotitration: Zitronensaft

Durchführung (nach Lit. 1)

1. Zitronensaft filtrieren.
2. 1 ml Zitronensaft (Probevolumen) wird mit der Pipette aufgezogen und in den Erlenmeyerkolben gegeben und mit 10 ml Wasser verdünnt.
3. Drei Tropfen Indikator Bromthymolblau werden zugegeben.
4. Mit 1 mol/L Natronlauge bis zum Farbumschlag titrieren.
5. Titration mehrmals wiederholen und den Mittelwert bilden.

Ergebnis

Es werden 0,96 mL Natronlauge verbraucht.

Auswertung (nach Lit. 2)

Citronensäure ist eine dreiprotonige Säure, sie wird in der Reaktionsgleichung mit H_3A abgekürzt. Damit ergibt sich folgende Reaktionsgleichung:



Die gegebenen und gesuchten Größen lassen sich übersichtlich in eine Tabelle darstellen

	Natronlauge Stoff A	Citronensäure Stoff B
Volumen	Verbrauch: 0,96 mL = 0,00096	Probelösung: 1 mL = 0,001 L
Konzentration	1 mol/L	?
Massenprozent	---	?
Stoffmengen (aus Reaktionsgleichung)	3	1

Bei einer Titration gilt am Äquivalenzpunkt:

$$n(\text{Lauge}) = n(\text{Säure})$$

Allerdings muss das Stoffmengenverhältnis von Natronlauge zu Citronensäure berücksichtigt werden:



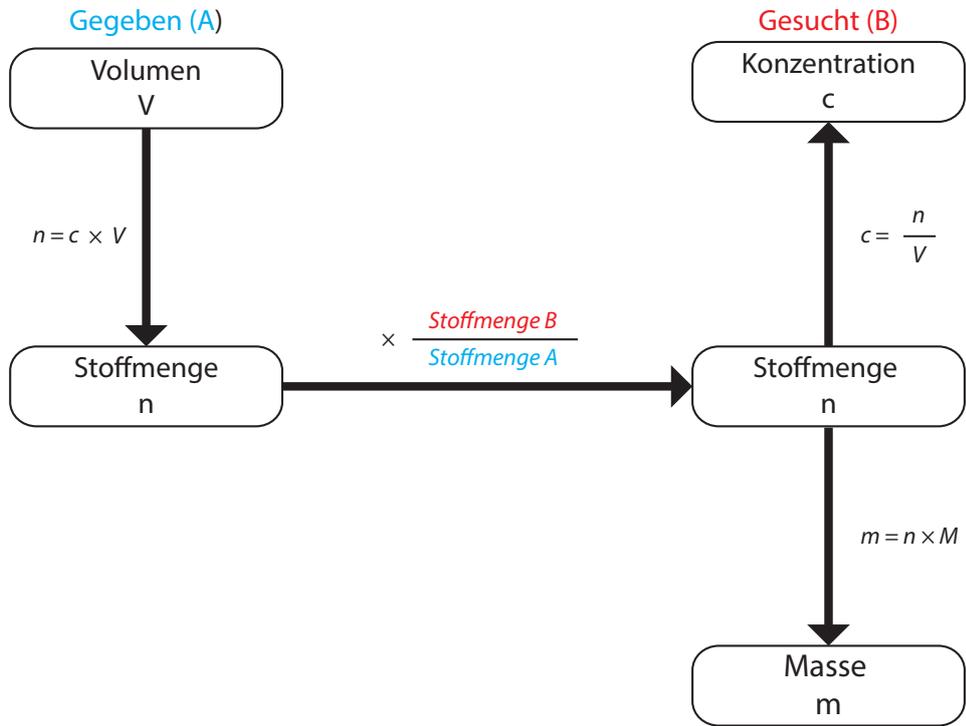
Damit aus 3 mol Natronlauge 1 mol Citronensäure werden, müssen die 3 mol Natronlauge mit dem Faktor $1/3$ multipliziert werden. Um den Faktor $1/3$ zu ermitteln, setzt man die Koeffizienten aus der Reaktionsgleichung ein.

Das Schema muss noch ergänzt werden:

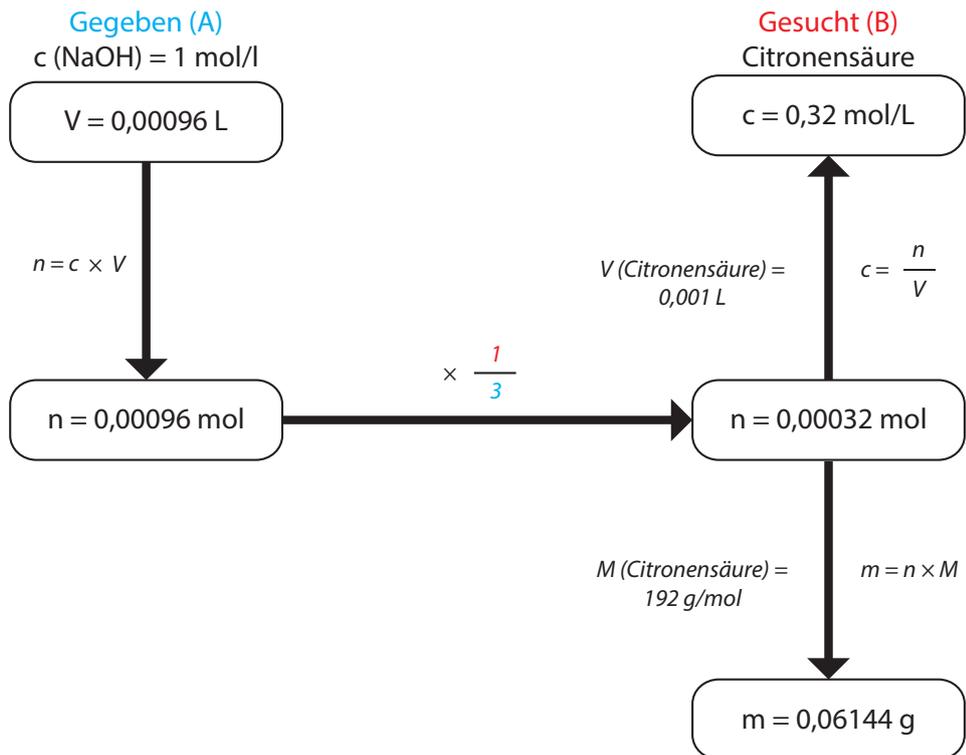
1. Berechnung der Stoffmenge der Natronlauge aus dem Verbrauch und der bekannten Konzentration.
2. Umrechnung der Stoffmenge der Citronensäure in die Konzentration bzw. Masse

Halbmikrotitration: Zitronensaft

Damit ergibt sich folgendes Diagramm:



Werden die Werte aus der Tabelle eingesetzt und ausgerechnet, erhält man folgendes Diagramm:



Halbmikrotitration: Zitronensaft

In 1 mL Zitronensaft sind 0,061 g Citronensäure enthalten. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass 10 ml Zitronensaft auch 10 g entsprechen.

Um den Prozentgehalt (Massenprozent) von Zitronensaft zu berechnen, wird der Citronensäuregehalt von 100 g Zitronensaft betrachtet (Prozent bedeutet von 100):

1 g Zitronensaft \approx 0,061 g Citronensäure

10 g Zitronensaft \approx 0,61 g Citronensäure

100 g Zitronensaft \approx 6,1 g Citronensäure

Zitronensaft \approx 6,1 % Citronensäure

In Zitronensaft ist eine Konzentration von 6,1 % Citronensäure enthalten.

Hinweis (Lit. 3)

Erstellt man eine Titrationskurve, so findet man nur einen Umschlagpunkt zwischen pH 6 und 7. Der Grund ist, dass die drei Dissoziationsgleichgewichts-Systeme bei der Citronensäure sehr dicht beieinander liegen. Die pKS-Werte sind:

$$\text{pKS1} = 3,13 \quad \text{pKS2} = 4,76 \quad \text{pKS3} = 6,40$$

Mit Bromthymolblau als Indikator wird somit der Umschlag erfasst, bei dem alle drei Protonen abgegeben sind.

Entsorgung

Die Reste können ins Abwasser entsorgt werden.

Literatur

- (1) http://www.hamm-chemie.de/j12/j12ab/Titration_Konzbestimmung.htm
- (2) Malone, Leo J., Theodore O. Dolter: *Basic Concepts of Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2008, 8th. Edition
- (3) <http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-324.pdf>