

Konzentrationsbestimmung durch Titration

In Natur und Technik gibt es viele Säuren bzw. saure Lösungen. In ihrer **einfachsten Definition** sind sie Stoffe bzw. Lösungen von Stoffen, die sauer schmecken, bestimmte Farbstoffe (Indikatoren) auf bestimmte Weise färben und andere Stoffe wie z.B. Metalle unter Bildung von Wasserstoffgas auflösen. Da sie vielfach verwendet werden, ist es interessant und wichtig, den **Gehalt von Säuren** zu bestimmen. Grundlage dieser Bestimmung ist die **Neutralisationsreaktion** nach dem **Schema**: Säure + Lauge \rightarrow Salz + Wasser.

Diese Neutralisationsreaktion verläuft sehr rasch. Das „Ende“ der Reaktion wird durch den **Farbwechsel** eines Indikators (Anzeiger) angegeben: der Indikator besitzt in saurer, neutraler und alkalischer Lösung jeweils eine andere Farbe. Deswegen kann man den „Gehalt“ von Säuren in Lösungen auch **quantitativ** bestimmen. **Voraussetzung** ist jedoch, dass die Stoffmenge der Lauge genau bekannt sein muss. Die Stoffmenge der titrierten Säure wird dann über die Reaktionsgleichung der Neutralisationsreaktion bestimmt. Die Rechnung ist dann besonders einfach, wenn die Gehalte der Lösungen als **(Stoffmengen)-Konzentration** c in der Einheit mol/l angegeben werden. Zur **Übung** werden folgende **Versuche** durchgeführt:

Versuch 1: In einen 250-ml-Erlenmeyerkolben werden 10 ml Speiseessig pipettiert und mit ca. 50 ml destilliertem Wasser (aqua dest.) verdünnt. Nach Zufügen einiger Tropfen Indikator-Lösung (Bromthymolblau - BTB) wird mit Natronlauge* der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ bis zum Farbumschlag nach dunkelgrün titriert.

Versuch 2: Von frisch gepresstem und filtriertem Zitronensaft werden 10 ml in einen 250-ml-Erlenmeyerkolben pipettiert und mit 10 ml aqua dest. verdünnt. Die Lösung wird mit einigen Tr. BTB versetzt und wie in V1 mit Natronlauge* der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ titriert.

Versuch 3: In einen mit 50 ml aqua dest. gefüllten 250-ml-Erlenmeyer-Kolben werden 5 ml Batteriesäure* pipettiert. Wie in V1 wird mit BTB versetzt und mit Natronlauge titriert.

Messwerte-Tabelle:

Angabe	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Volumen der pipettierten Lösung [ml]			
Volumen verbrauchte Maßlösung [ml]			
Konzentration der Maßlösung [mol/l]			
Konzentration der pipettierten Lösung [mol/l]			

Arbeitsaufträge:

1. Trage deine **Messwerte** (Zeile 1-3) in die Tabelle ein.
2. Berechne die **Konzentrationen** der pipettierten Lösungen!
3. Welche Rolle spielt die **Verdünnung** mit destilliertem Wasser?
4. Vergleiche die **Konzentrationsangabe** des Speiseessigs mit deinem Ergebnis!

Konzentration-Stoffmenge-Masse

$$c(X) = \frac{n(X)}{V_{Ls}(X)} \quad c(X) = \text{Konzentration von X, [mol/l]}$$

$$n(X) = \text{Stoffmenge von X, [mol]}$$

$$m(X) = \text{Masse (Stoffportion) von X, [g]}$$

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \quad M(X) = \text{Molare Masse von X, [g/mol]}$$

$$V_{Lsg}(X) = \text{Volumen der Lösung X, [l]}$$

Methodisches Vorgehen zur Lösung des Arbeitsauftrags 2:

1. Reaktionsgleichung für die Stoffumsetzung (Neutralisationsreaktion) aufstellen!
2. **Stoffmengenverhältnis** angeben!
3. Ersetzen der **Stoffmenge n** durch umgeformte **Gleichung 1** aus dem Kasten!
4. **Umformung** der Gleichung nach der gesuchten Größe!
5. Bestimmung der **Stoffportion m** und des **Massenanteils ω** !