

Titration – Excel

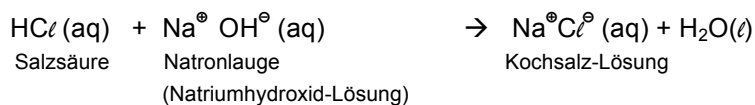
(vgl. Chemie heute, Sekundarbereich I, S. 208,212,213 Schroedel-Verlag)

1. Einführung

Die Titration ist eine Methode zur Bestimmung der Konzentration eines gelösten Stoffes. So kann z.B. die **Konzentration einer Säurelösung** durch **Titration mit Natronlauge** bestimmt werden. Beim **Äquivalenzpunkt** (=Endpunkt) haben alle Säuremoleküle ihre Wasserstoffkationen (H^{\oplus}) an die zugegebenen Hydroxid-Ionen (OH^{\ominus}) abgegeben. Die gesamte Säure wurde neutralisiert. Der pH-Wert der Lösung springt nun von sauer plötzlich auf basisch, weil bei weiterer Zugabe der Lauge die Lösung immer basischer wird.

Wenn Edukte und Produkte farblos sind, wird der **Äquivalenzpunkt** z.B. mit einem **Indikator** sichtbar gemacht. Der Äquivalenzpunkt kann auch durch Aufzeichnen des **pH-Verlaufs** oder des **Temperatur-Verlaufs** bestimmt werden.

Beispiel einer Säure-Base-Reaktion (= Protolyse = Protonenübertragung)



1 mol Protonen H^{\oplus} reagieren mit 1 mol Hydroxid-Ionen OH^{\ominus} zu 1 mol H_2O !

Am Äquivalenzpunkt gilt:

Mehrprotonige Säuren wie z.B. H_2SO_4 können mehr als ein H^{\oplus} -Ion (= Proton) pro Säuremolekül abgeben. So werden zur vollständigen **Deprotonierung** von 1 Mol H_2SO_4 **2 Mol $Na^{\oplus}OH^{\ominus}$** gebraucht!

2. Versuchsablauf

1. Messung

Erstelle deinen Messplatz. pH-Elektrode mit integriertem Temperaturfühler, das 50 mL Becherglas und der Rührmagnet sollen vor jeder neuen Probe mit destilliertem Wasser gespült werden.

Bereite die zu titrierende Probe in einem 50 mL Becherglas vor.

Zu titrierende Proben

1. **10 mL** der aufstehenden Salzsäure. Indikator: Bromthymolblau (gelb – blau; pH 6 – 7.6).
2. **5 mL** der aufstehenden Schwefelsäure A. Indikator: Phenolphthalein (farblos - pink; pH 8.2 – 10).

Der Rührmagnet soll etwa 3 mm unter der pH-Elektrode rotieren und nicht an diese anschlagen. Gib für die korrekte Messung des pH-Wertes destilliertes Wasser zu, bis die pH-Elektrode etwa 2 cm eintaucht. Nach Zugabe von 3 – 4 Tropfen Indikator werden **Anfangs-pH Wert und Anfangs-Temperatur** in die Excel Tabelle eingetragen.

→ Die Salzsäure wird mit **1 M NaOH**, die Schwefelsäure mit **0.1 M NaOH** titriert! Die Natriumhydroxid-Lösung wird in einem 25 mL Erlenmeyerkolben bereitgestellt.

Nun wird solange mit Hilfe einer 1 mL Plastik-Spritze mit abgeschliffener Nadel **in 1 mL-Schritten** titriert, bis **keine starke Änderung des pH-Wertes** mehr zu erwarten ist. Sind die Messwerte ca. 15 Sekunden nach Zugabe einer Portion noch nicht stabil, werden sie trotzdem abgelesen und in die Excel-Tabelle eingetragen. Trage auch beobachtete Farbänderungen in der Tabelle ein.

2. Auswertung

- a) Erstelle in Excel grafische Darstellungen (XY-Grafiken!) der folgenden Grössen **in Funktion der zugegebenen Anzahl mL Natriumhydroxid-Lösung**. Die erste Grösse soll auf der **Primärachse**, die zweite auf der **Sekundärachse** erscheinen. Messpunkte sollen klar erkennbar sein.
- pH-Wert und Temperatur in einer Grafik. Trage in dieser Grafik auch **die beobachteten Farbänderungen** und den **Umschlagsbereich des Indikators** ein.
 - pH-Wert und $\Delta\text{pH}/\Delta V$ (pH-Änderung pro Volumenänderung) in einer Grafik.
- b) Die Anzahl bis zur Mitte des ersten steilen Anstiegs (=1. Äquivalenzpunkt!) verbrauchten mL Natronlauge werden in einer Tabelle zusammengestellt. Die Werte aller Gruppen können an der Wandtafel gesammelt oder von einer Gruppe zusammengestellt und verschickt werden.
- c) **Erkläre den Verlauf der Kurven.**
- d) Simuliere diese Titrations am Computer:
http://cc.upb.de/lehrveranstaltungen/_aac/prakt/index.html : Tutorial Titrimetrie.
- e) Berechne aus den Werten in Excel-Tabelle b) den **Mittelwert**, die **Standardabweichung** (stabw) und den **relativen Fehler in Prozent**.
Füge eine Spalte hinzu, in der „automatisch“ die Salzsäure- resp. die Schwefelsäurekonzentration berechnet wird.
Erstelle eine geeignete Grafik mit den Messwerten aller Gruppen.
Stelle die Auswertungen zu a), c) und e) in einem Word-Dokument zusammen.