

Maßanalyse (Volumetrie) „Ein Wägen ohne Waage“ *F. Mohr*

Definition

Bei der Titration wird durch Vergleichen einer bekannten Stoffmenge mit einer unbekanntem Stoffmenge die Quantität (Menge) des zu bestimmenden Stoffes ermittelt. Das Analysenprinzip beruht auf der Messung des Volumens verbrauchter Maßlösung.

Voraussetzungen:

- * Reaktion muß rasch und vollständig („quantitativ“) ablaufen
- * beide Reaktionspartner müssen gelöst vorliegen
- * Endpunkt muß deutlich erkennbar sein und nahe dem Äquivalenzpunkt liegen
- * Gehalt der Maßlösung muß genau bestimmbar sein

Maßlösung = enthält eine genau bekannte Stoffmenge

Probelösung = enthält eine unbekanntem Stoffmenge

Das Ende der chemischen Umsetzung ist am Äquivalenzpunkt erreicht und es gibt 2 Möglichkeiten dies anzuzeigen:

1. Visuell: durch Verfärbung eines Indikators (= organische Farbstoffe, die selbst schwache Säuren oder Basen sind und durch ihre Protonierung (H^+ Aufnahme) oder Deprotonierung (H^+ Abgabe) eine Farbveränderung anzeigen)
2. Instrumentell: durch physikalische Indikation mittels pH-Meter

Alkalimetrie = eine saure Probelösung reagiert mit der äquivalenten Stoffmenge einer **basischen Maßlösung**

Acidimetrie = eine basische Probelösung reagiert mit der äquivalenten Stoffmenge einer **sauren Maßlösung**

Prinzip einer Säure - Basen Titration: Neutralisation, Protonenübergang (H^+) zwischen Ionen

Definitionen nach Arrhenius und Ostwald:

Säuren sind Stoffe, die in wässriger Lösung H^+ Ionen abspalten können, und Basen sind Stoffe, die in wässriger Lösung OH^- Ionen abspalten können

Bspl.: NaOH, HCl

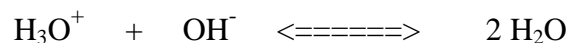
nach Brönsted:

Säuren = Protonenspender – geben Wasserstoff-Ionen ab, Protonendonatoren

Basen = Protonenfänger – nehmen Wasserstoff-Ionen auf, Protonenakzeptoren

Bspl.: HCl
 H_2SO_4
 NH_4^+

Folgende Reaktion ist nach Brönsted immer an einer Säuren-Basen Reaktion beteiligt:



Die Auswahl des Indikators muß so erfolgen, daß der Äquivalenzpunkt einer Titration im Farbumschlagsbereich liegt:

Titration von

- * starker Säure mit starker Base: Neutralisationspunkt, pH 4 - 10
- * starker Säure mit schwacher Base: im sauren Bereich, pH < 7
- * schwacher Säure und starker Base: im alkalischen Bereich, pH > 7
- * schwacher Säure und schwacher Base: ungenaue Ergebnisse, Vergleichslösung notwendig

Titer (Faktor):

In der Maßanalyse wird unter Titer der Quotient aus der tatsächlich ermittelten Äquivalentkonzentration der Maßlösung und der angestrebten Äquivalentkonzentration der Probelösung verstanden.

Titer bedeutet Feingehalt oder Feinheitgrad und ist der Proportionalitätsfaktor, welcher die Abweichung der angestrebten Äquivalentkonzentration zur tatsächlichen angibt. Ebenso werden Verunreinigungen (Lösungen) und Gerätefehler mit dem Titer in die Titration einbezogen.

- * Liegt der Zahlenwert des Titers <1, so ist die Lösung schwächer konzentriert als angenommen.
- * Liegt der Zahlenwert des Titers >1, so ist die Lösung stärker konzentriert als angenommen.

$$t = \frac{c(\text{eq}) * \text{Volumen [ml] der Maßlösung}}{c(\text{eq}) * \text{Volumen [ml] der Probelösung}}$$

Eine Maßlösung mit einer angestrebten Äquivalentkonzentration muß immer mit dem Zahlenwert des Titers multipliziert werden, um die tatsächliche Äquivalentkonzentration zu erhalten.

Eine Titerstellung ist somit eine Konzentrationsbestimmung.

Äquivalenzpunkt (stöchiometrischer Punkt oder theoretischer Endpunkt):

Ist jene Menge an Base, um die Säure gerade zu neutralisieren.

Bei einer Titration ist der Indikator so zu wählen, daß sein Umschlagspunkt möglichst nahe dem Äquivalenzpunkt des zu titrierenden Systems liegt.

Im Allgemeinen wird für maßanalytische Bestimmung eine Genauigkeit von +/- 0,1 % gefordert (eine Abweichung von +/- 0,5% ist tolerierbar)!!!!!!

Berechnung:



$$\begin{aligned} n(\text{eq}) \text{NaOH} &= n(\text{eq}) \text{HCl} \\ &= c(\text{eq}) * \text{Verbrauch von HCl [ml]} = \text{mmol HCl} \\ &= \text{mmol} * \text{Molekulargewicht (eq) von HCl} \\ &\quad * \text{Verdünnungsfaktor} \\ &= \text{mg HCl pro Volumeneinheit} \end{aligned}$$

Titerberechnung:

$$\text{Lösung A} = \text{Lösung B}$$

$$t * c(\text{eq}) * V [\text{ml}] = t * c(\text{eq}) * V [\text{ml}]$$