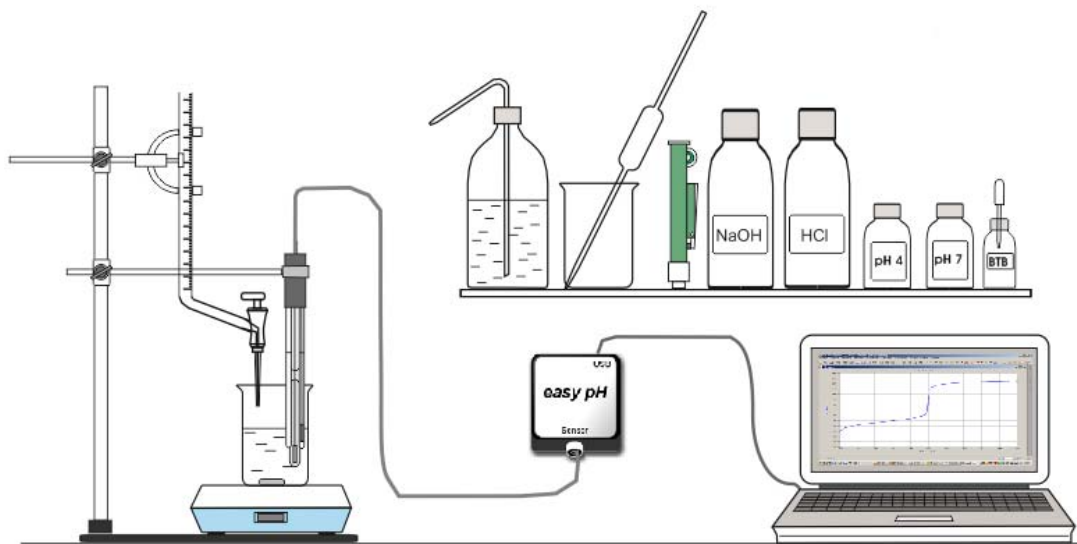




Prinzip

Da sich bei der Neutralisation der pH- Wert ändert, kann man die Titration potenziometrisch verfolgen.

**Aufbau
und
Vorbereitung**



Benötigte Geräte

- Knobloch easy pH-Modul
- USB-Anschlusskabel
- Computer
- pH-Elektrode mit BNC
- Spülbecherglas, 250 mL
- Pipette, 10 mL
- Pipettierhilfe
- Bürette, 25 mL

- Becherglas, 100 mL
- Stativ
- Muffe
- Bürettenklemme
- Elektrodenklemme
- Magnetrührer
- Rührfisch

Verwendete Chemikalien

- Natronlauge (c = 0,1 mol/L)
- Salzsäure (c = 0,1 mol/L)
- destilliertes Wasser
- Pufferlösung, pH = 7
- Pufferlösung, pH = 2
- Evtl. Bromthymolblaulösung

Vorbereitung des Versuchs

- Geräte** entsprechend der Zeichnung aufbauen.
- Bürette** mit **Natronlauge** spülen und füllen und auf Nullmarkierung stellen.
- 10 mL Salzsäure** (bzw. Analysenlösung) mit **Pipette** in **Becherglas** geben.
- Rührfisch** evtl. Bromthymolblaulösung dazugeben und das **Becherglas** auf den **Magnetrührer** stellen.
- pH-Elektrode** in halb mit **Leitungswasser** gefülltes **Spülbecherglas** stellen.
- easy pH** mit **USB-Kabel** an **Computer** anschließen.
- pH- Elektrode in die entsprechende pH-Buchse stecken.

Vorbereitung am Computer

- ▶ **AK Analytik 11** starten; **Messen** mit **Geräte-Schnellstarter App** **easy pH**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Schritte abhaken**: **Weiter** **Abfrage „pH-Wert kalibrieren?“**: **Ja**
- ▶ **pH-Kalibrierung**: Anweisungen befolgen/'abhaken' bzw. entsprechende Werte eingeben **Akzeptieren**
- ▶ **Was möchten Sie messen?** **Taste(r)** **Auf welche Weise möchten Sie messen:** **Volumen/Taste**
- Volumenintervall**: **0,5** mL, **Gesamtvolumen**: **20,0** mL,
- ▶ **Darstellung im Graphen**: **0 - 14** pH **Weiter**

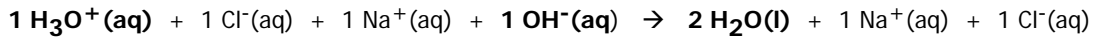
Durchführung

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei **0,0 mL** **Einzelwert** oder besser die '**Leertaste**' drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit '**Leertaste**' oder **Maus** speichern.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden** drücken.
- ▶ Projektname eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**



Auswertung des Versuches

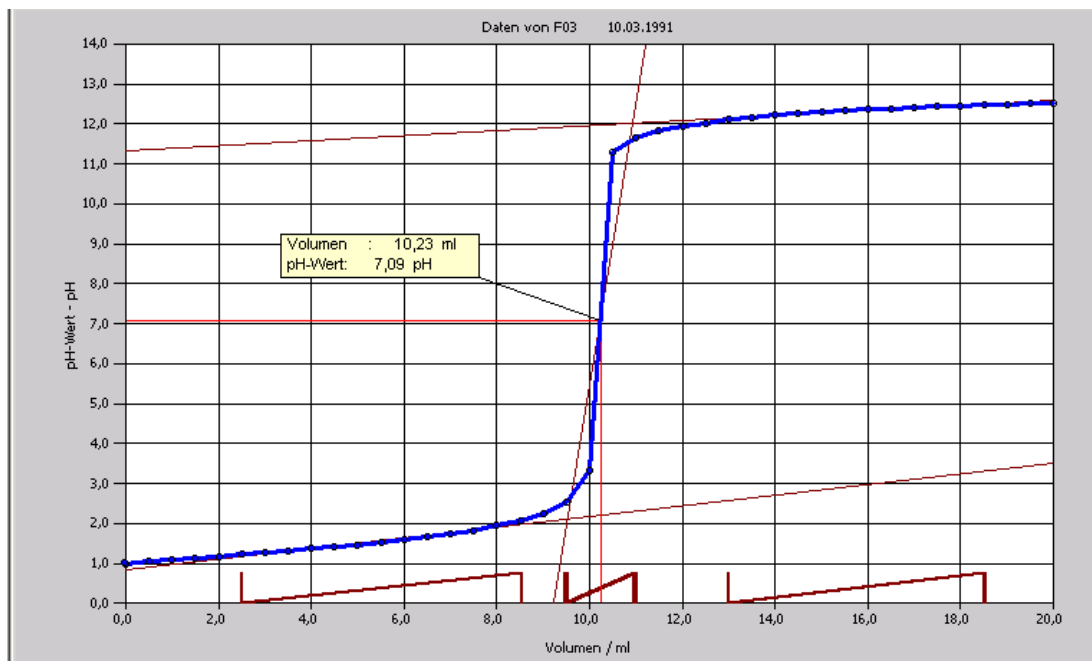
Prinzip: Die Reaktion verläuft nach folgender Gleichung:



Der pH- Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Wegen der logarithmischen Messweise steigt der pH- Wert nur geringfügig. In der Nähe des Äquivalenzpunktes steigt der pH- Wert bei weiterer Zugabe der Hydroxidionen sprunghaft an. Am Ende der Titration ist die Steigung wieder gering.

Bestimmung des Volumens im Äquivalenzpunkt

Die Ermittlung erfolgt nach der sogenannten „Drei-Geraden-Methode“: Die Messwerte in und um den Äquivalenzpunkt werden in 3 „Zonen“ eingeteilt. 1. „Vorperiode“ (dunkelrot), 2. „Hauptperiode“ (grün) und 3. „Nachperiode“ (blau). In diesen Bereichen kann annähernd ein linearer Verlauf angenommen werden. Durch die Messpunkte werden vom Computer nacheinander einzelne Ausgleichsgeraden gelegt. (Die Schüler können die Ausgleichsgeraden mit dem Geo-Dreieck einzeichnen). Der Mittelwert der x-Werte der beiden Schnittpunkte der drei Geraden (hellgrüne Kästchen) ist das Volumen im Äquivalenzpunkt (dunkelgrünes Kästchen).



Berechnung des Gehaltes (Bedeutung der Indizes: v = vorgelegt – z = zugegeben bis zum Äquivalenzpunkt)

Bei Äquivalenz gilt: $n_v(\text{HAc}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HAc}) \cdot V_v(\text{HAc}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})$

$$\Rightarrow c_v(\text{HAc}) = \frac{c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})}{V_v(\text{HAc})}$$

Bestimmung am Computer

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2.** **Hauptperiode** und **3.** **Nachperiode**
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Koordinaten Zeichnen** dann **Konzentration berechnen**
- ▶ **Akzeptieren** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**

Beachten:



Entsorgung

Ausguss nach Neutralisation

Literatur

F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988, S. 83, Verlag Dr. Flad, Stuttgart