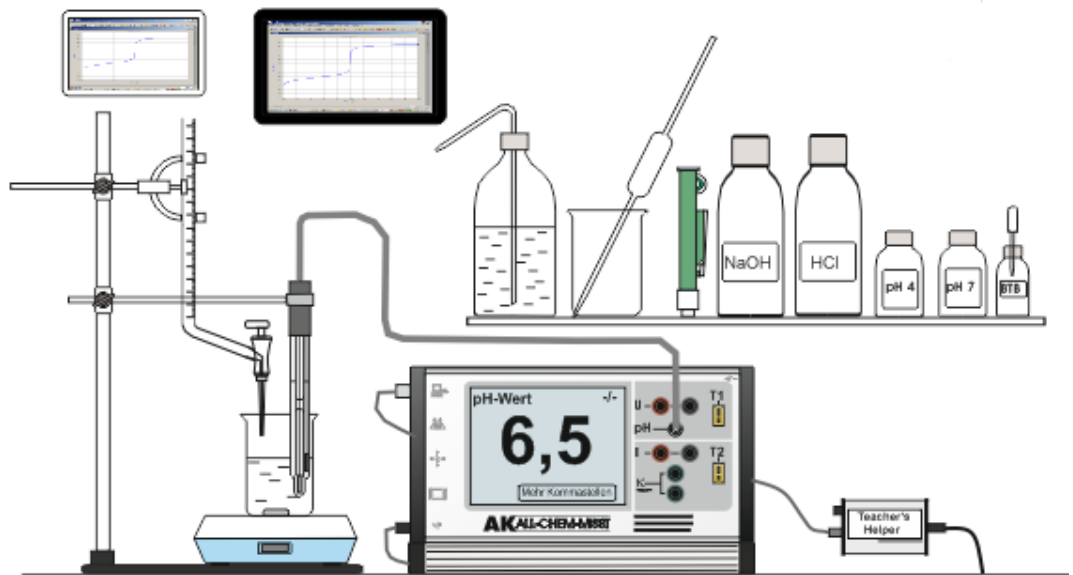




Prinzip

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

Aufbau
und
Vorberei-
-tung



Benötigte Geräte

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> ALL-CHEM-MISST II / Junior | <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 mL |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil | <input type="checkbox"/> Stativ |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil | <input type="checkbox"/> Muffe |
| <input type="checkbox"/> pH-Elektrode mit BNC | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme |
| <input type="checkbox"/> Spülbecherglas, 250 mL | <input type="checkbox"/> Elektrodenklemme |
| <input type="checkbox"/> Pipette, 10 mL | <input type="checkbox"/> Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Bürette, 25 mL | <input type="checkbox"/> Rührfisch |

Verwendete Chemikalien

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

Vorbereitung des Versuchs

- Geräte entsprechend der Zeichnung aufbauen.
- Bürette mit **Natronlauge** spülen und füllen.
- 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.
- pH-Elektrode** in die entsprechende pH-Buchse stecken.

Vorbereitung an den Computern / Tablets (Clients)

- ▶ Am Laptop/Tablet/Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adressezeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben. Es erscheinen 4 Bildschirme ...
- ▶ **AK MiniAnalytik** wählen. Im erscheinen Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) untereinander angeordnet sein.
- ▶ Icon 'Messen' (2. Von links) und **Mit Messgerät verbinden** auswählen
- ▶ **Messgrößen-Auswahl:** **pH-Wert (pH)**
- ▶ **Konfiguration-Methode** y-Achse pH Min **0,0** pH und Max **14,0** pH
Nachkomma **1** und Linie **ja**
- ▶ **x- Achse: Volumen (auf Tastendruck)**
- ▶ x-Achse Vol. Intervall **0,5** mL und Vol. Max **20,0** mL
Nachkomma **1** und

Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



Durchführung

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei **0,0 mL** **Messwert Aufzeichnen** drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit **Messwert Aufzeichnen** **speichern**.
Zum Beenden **Messung beenden**

Speichern

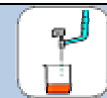
- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
 - ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **F03 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt **F03 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen

Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben. -
- ▶ Icon oben links und **Laden** "Projekt Laden" **F03 User** direkt auswählen und →anklicken



Auswertung des Versuches 1. Gehaltsbestimmung

Prinzip: Die Reaktion verläuft nach folgender Gleichung:



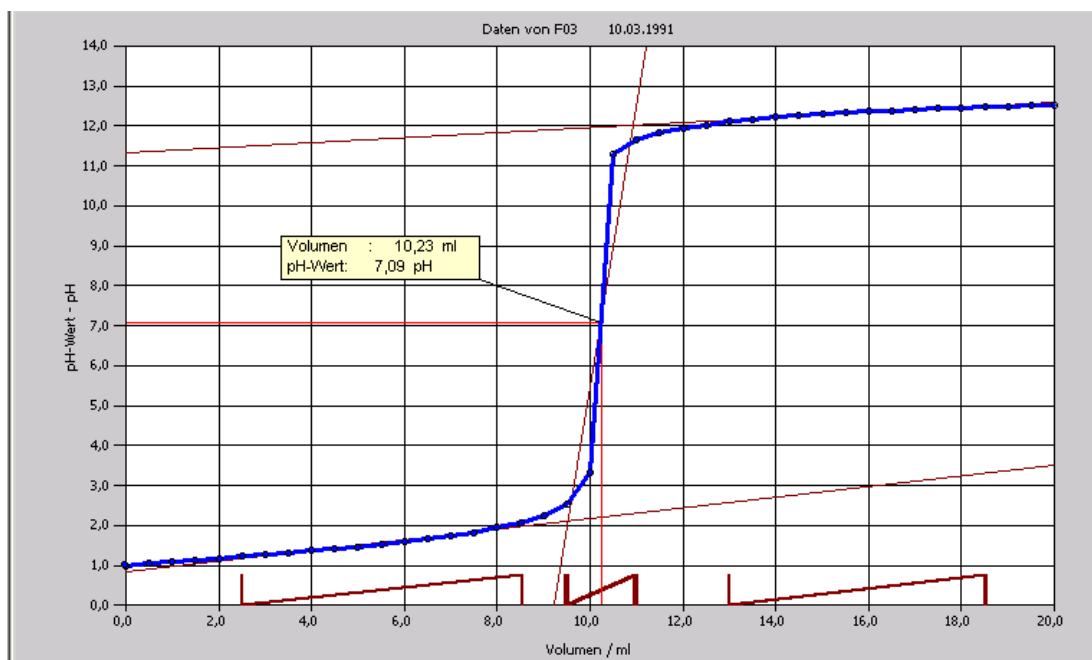
Der pH- Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Wegen der logarithmischen Messweise steigt der pH- Wert nur geringfügig. In der Nähe des Äquivalenzpunktes steigt der 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).

Auswertung

Theorie



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

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2.** **Hauptperiode** und **3.** **Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.

Beachten:



Entsorgung

Ausguss nach Neutralisation

Literatur

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