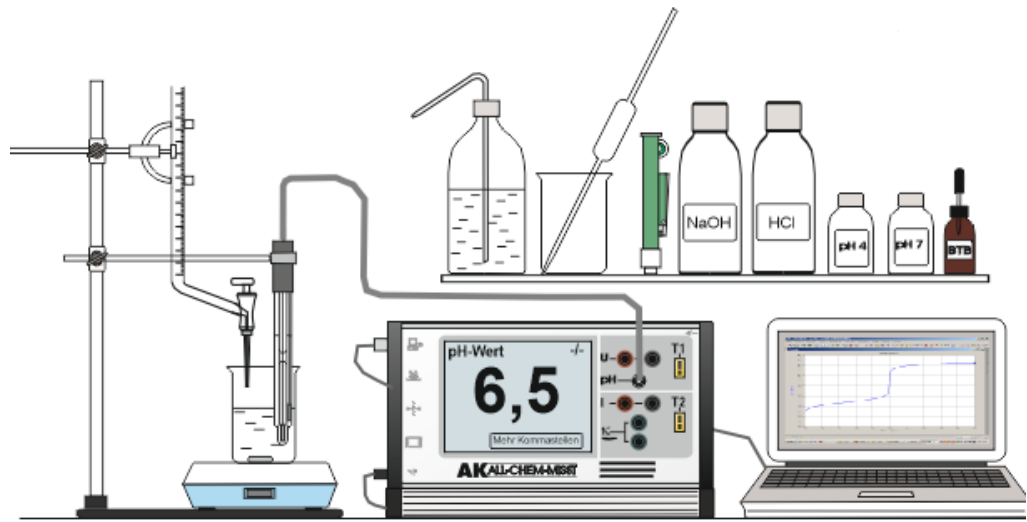




Prinzip

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 oder ACM Junior | <input type="checkbox"/> Bürette, 25 mL |
| <input type="checkbox"/> Netzteil / USB-Anschlusskabel | <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 mL |
| <input type="checkbox"/> Computer | <input type="checkbox"/> Stativ, 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"/> Pipettierhilfe | <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, Kabel in die pH-Buchse stecken.
- ▶ **ALL-CHEM-MISST II** mit **USB-Kabel** an **Computer** anschließen.

Vorbereitung am Computer

- ▶ **AK Analytik 11** starten; **Messen** mit **Geräte-Schnellstarter App** **ALL-CHEM-MISST II**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals: (Buchse im Bild)** **pH** **Weiter**
- ▶ **Abfrage: „pH Wert kalibrieren“** **Ja** (bei „nein“ grünen Kästen überspringen!)
- ▶ Zwei unterschiedliche Pufferlösungen bereithalten!
- ▶ Anleitung gelesen, jetzt beginnen und abhaken >
- ▶ Elektrode gespült und in Pufferlösung z.B. pH=7 getaucht >
- ▶ pH-Wert 1 (Etikett) (bestätigen oder ändern) **z.B. 7**
- ▶ Warten bis Driftanzeige „stabil“, dann Puffer bestätigen >
- ▶ Elektrode gespült und in 2. Pufferlösung z.B. pH=2 getaucht >
- ▶ 2. pH-Wert (Etikett) (bestätigen oder ändern) **z.B. 2**
- ▶ Warten bis Driftanzeige „stabil“, dann Puffer bestätigen >
- ▶ Abschließen der Kalibrierung mit **Akzeptieren**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen:** **Volumen** dann: **Tastatur**,
Volumenintervall: **0,5** mL, **Gesamtvolumen:** **20,0** mL, **x-Komma** **1**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen:** **pH-Wert** y-Untergrenze im Graphen **0**
y-Obergrenze **14** **y-Nachkomma** **1** – Bestätigen mit **Akzeptieren** dann **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 **'Leer'**-Taste oder **Maus speichern**.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden** drücken.
- ▶ Projektname eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**

Auswertung des Versuches 1. Gehaltsbestimmung

Prinzip: Die Reaktion verläuft nach folgender Gleichung:

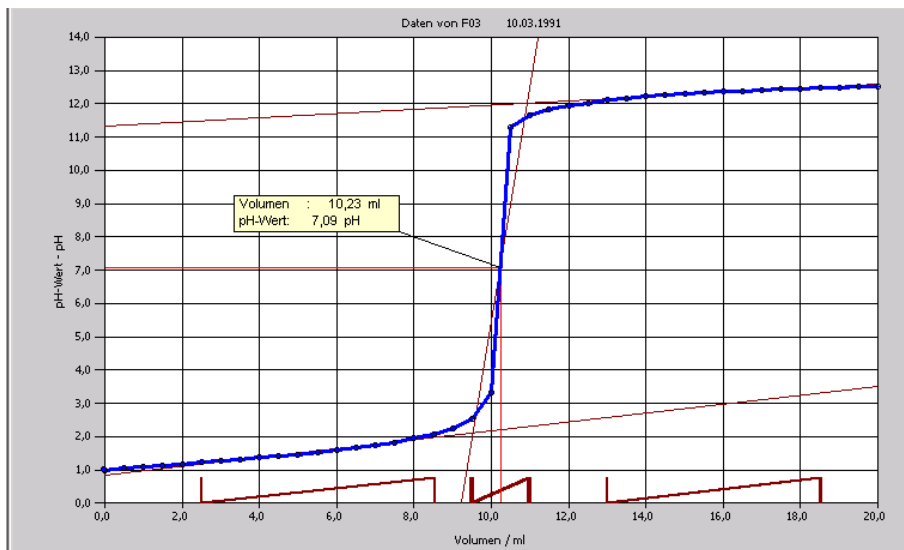


Der pH- Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Wegen der logarithmischen Messweise steigt der pH- Wert nur geringfügig. In der Nähe des Äquivalenzpunktes steigt der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

- ▶ 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