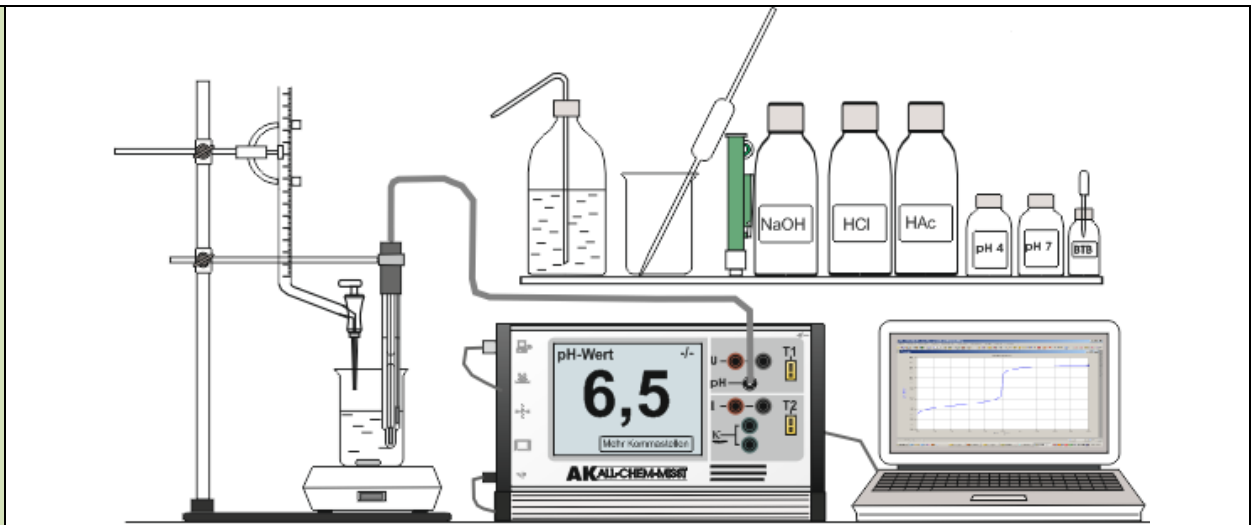




Prinzip

Das Gemisch aus Salz- und Essigsäure wird mit Natronlauge titriert. Durch Ermittlung der Äquivalenzpunkte lässt sich der Gehalt der beiden Säuren berechnen.

Aufbau
und
Vorbereitung



Benötigte Geräte

- ALL-CHEM-MISST II oder ACM Junior
- Netzteil / USB-Anschlusskabel
- Computer
- pH-Elektrode
- „Spülbecherglas“, 250 mL
- Pipette, 10 mL
- Pipettierhilfe

Verwendete Chemikalien

- Becherglas, 100 mL
- Bürette, 25 mL
- Titrierstativ
- Stativ, Muffe
- Greifklemme, klein
- Magnetrührer
- Rührmagnet
- Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol/L}$)
- Säuregemisch ($c \approx 0,1 \text{ mol/L}$)
- destilliertes Wasser
- evtl. Pufferlösung, $\text{pH} = 2$
- evtl. Pufferlösung, $\text{pH} = 7$

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ 10 mL Säuregemisch (bzw. Analysenlösung) mit der Pipette in das Becherglas geben.
- ▶ Rührfisch dazugeben und Becherglas auf den Magnetrührer stellen.
- ▶ Die Bürette mit der Natronlauge spülen und füllen. Auf die Nullmarkierung einstellen.
- ▶ pH-Elektrode in das halb mit Leitungswasser gefüllte „Spülbecherglas“ stellen.
- ▶ Den Computer über das serielle oder USB-Kabel mit dem „ALL-CHEM-MISST II“ verbinden.
- ▶ pH-Elektrode in die entsprechende pH-Buchse stecken

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**
- ▶ **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. $\text{pH}=7$ 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. $\text{pH}=2$ 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**



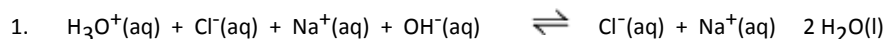
y-Obergrenze 14 y-Nachkomma 1 – Bestätigen mit Akzeptieren dann Weiter

Durchführung

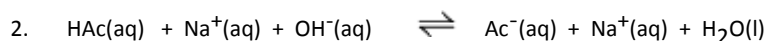
- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei **0,0 mL** Einzelwert oder besser die **'Leertaste'** drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen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

Auswertung

Die Reaktion **verläuft** nach folgenden Gleichungen:



Der pH-Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Salzsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Es kommt also während der Titration zu einem pH-Sprung (1.Äquivalenzpunkt).



Wenn die Salzsäure nahezu vollständig neutralisiert ist, beginnt die Reaktion der Essigsäure mit der Natronlauge. Essigsäure ist zunächst kaum dissoziiert, so dass nicht sehr viele Oxoniumionen in der Lösung vorhanden sind.

Prinzip

Im Laufe der Titration muss die Essigsäure dissoziieren, da die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert werden. Dabei steigt der pH-Wert nur geringfügig, besonders in der Nähe des Halbäquivalenzpunktes. Beim Erreichen des 2. Äquivalenzpunktes steigt der pH-Wert durch die Zugabe der Hydroxidionen wiederum sprunghaft an.

Die Bestimmung der Äquivalenzpunkte erfolgt nach der Drei-Geraden-Methode (Tangentenmethode) oder mit Hilfe der im Programm vorgesehenen automatischen Wendepunktbestimmung.

1.Äquivalenzpunkt (Konzentration der Salzsäure)

- ▶ 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

Berechnung des Gehaltes

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

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

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

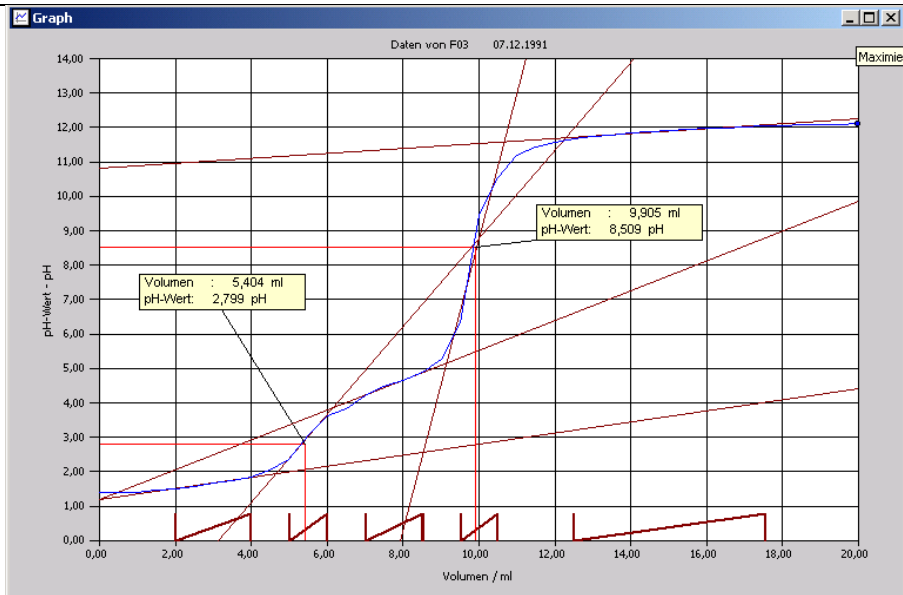
2. Äquivalenzpunkt (Konzentration der Essigsäure)

- ▶ 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

Berechnung des Gehaltes

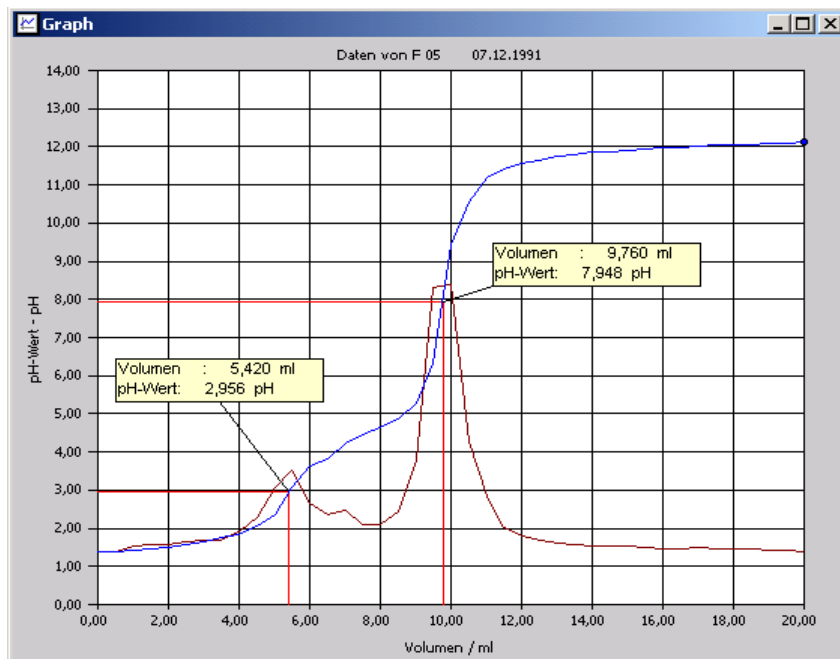
Die Berechnung erfolgt entsprechend wie bei der Salzsäure. Hier darf natürlich nur das Volumen, das für die Essigsäure verbraucht wurde, eingesetzt werden also:

$$9,905 \text{ mL} - 5,404 \text{ mL} = 4,5 \text{ mL}$$



Weitere Möglichkeiten der Bestimmung der Äquivalenzpunkte über die Steigung (1. Ableitung)

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Äquivalenzpkte. 1.Abl.**
- ▶ Abbruchgrenze: **2.144** und **Akzeptieren**
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Zeichnen** dann **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**



Beachten:



Entsorgung

Ausguss / evtl. nach Neutralisation

Literatur

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