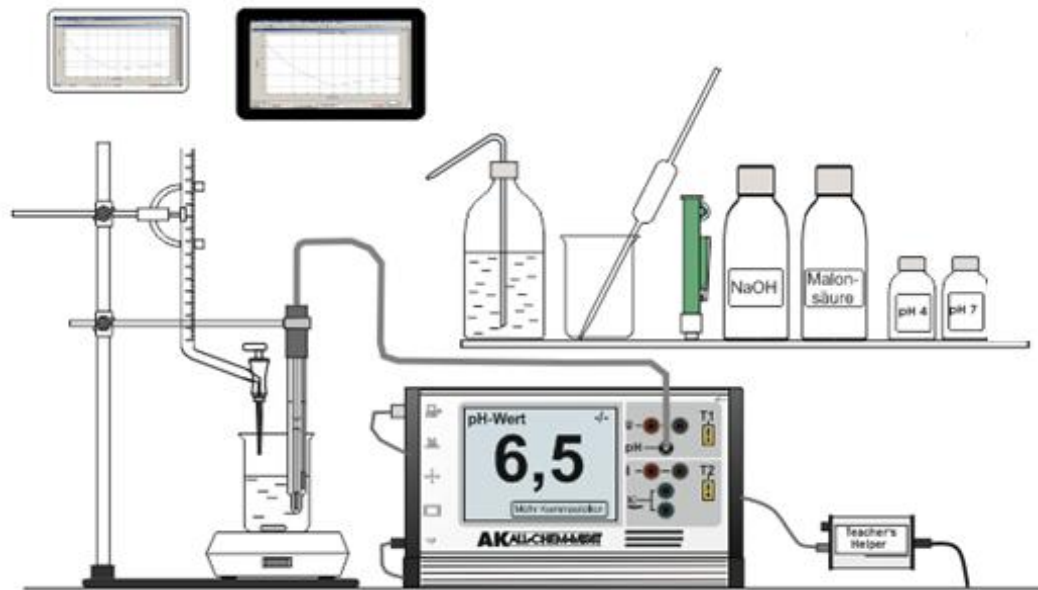




Prinzip

Malonsäure als Vertreter einer zweibasigen Säure wird hier stellvertretend vorgestellt.

**Aufbau
und
Vorbereitung**



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"/> Tablet, Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme |
| <input type="checkbox"/> pH-Elektrode mit BNC | <input type="checkbox"/> Elektrodenklemme |
| <input type="checkbox"/> Spülbecherglas, 250 mL | <input type="checkbox"/> Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Pipette, 10 mL | <input type="checkbox"/> Rührfisch |
| <input type="checkbox"/> Pipettierhilfe | |
| <input type="checkbox"/> Bürette, 25 mL | |

Verwendete Chemikalien

- | |
|---|
| <input type="checkbox"/> Natronlauge (c = 0,1 mol/L) |
| <input type="checkbox"/> Malonsäure-Lösg. (c = 0,1 mol/L) |
| <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser |
| <input type="checkbox"/> evtl. Pufferlösung, pH = 2 |
| <input type="checkbox"/> evtl. Pufferlösung, pH = 7 |

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ 10 mL Malonsäure-Lsg. 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.
- ▶ pH-Elektrode in die entsprechende pH-Buchse stecken.

Vorbereitung an den Tablets/ Laptops (Clients)

- ▶ Am Tablet / Laptop / 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 Adresszeile (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 **30,0** mL
Nachkomma **1**



- ▶ **pH-Kalibrieren** antippen und bei 2-Punkt-Kalibrierung **Kalibrieren**
 - ▶ Oben rechts steht der aktuelle pH-Wert. Man soll zwei unterschiedliche Pufferlösungen bereithalten.
 - ▶ Elektrode spülen, -> in **Puffer 1**, pH-Wert z.B. **4** eingeben, nach Messwertberuhigung **Übernehmen**
 - ▶ Elektrode spülen, -> in **Puffer 2**, pH-Wert, z.B. **7** eingeben, nach Messwertberuhigung **Übernehmen**
 - ▶ Umrechnung starten mit **Kalibrieren** und Erfolg bestätigen mit **OK**
- Mit **OK** wird der Messbildschirm aufgebaut und Werte werden 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) **F07 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt **F07 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" **F07 User** direkt auswählen und → anklicken

Auswertung

Prinzip: Die Reaktion von Malonsäure mit Wasser verläuft nach folgenden Gleichungen



$$\text{pKs}=2.83$$



$$\text{pKs}=5.85$$

Die Neutralisation der Malonsäure erfolgt in zwei Stufen, in denen, besonders in der Nähe des Halbäquivalenzpunktes, jeweils zunächst der pH-Wert nur geringfügig steigt. In der Nähe des Äquivalenzpunktes steigt der pH-Wert bei Zugabe der Hydroxidionen stärker.

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

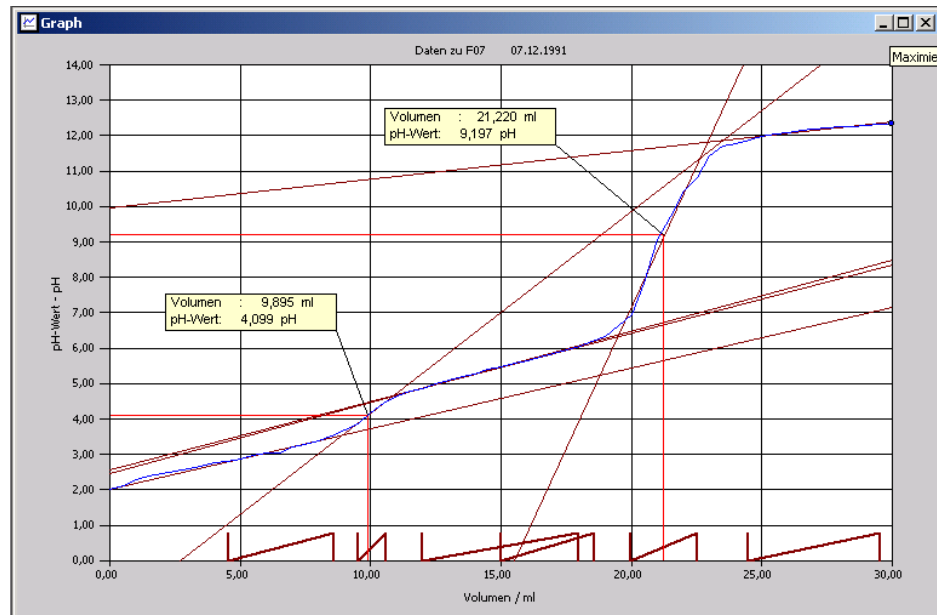
Theorie

1. Äquivalenzpunkt

- ▶ 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.

2. Äquivalenzpunkt

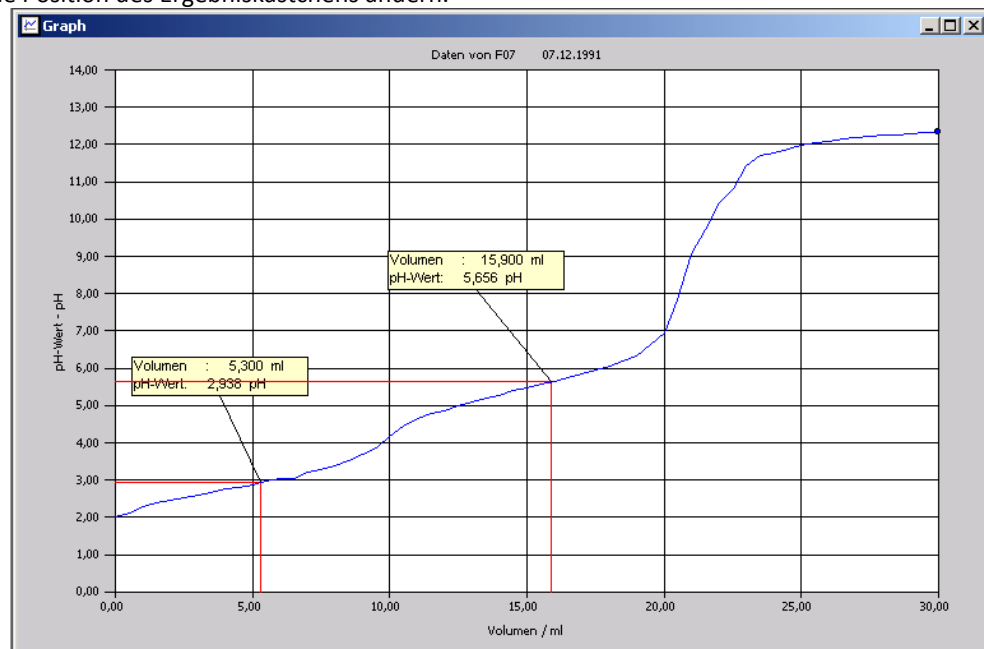
- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.



Bestimmung der pKs- Werte:

Prinzip: Nach der Puffergleichung ist im Halbäquivalenzpunkt $\text{pH} = \text{pKs}$. Man muss sich vorher die Äquivalenzpunkte bestimmen lassen und notiert haben!

- ▶ Icon 'Auswerten' 3. von links **Halbäquivalenzpunkt**
- ▶ In den Grafen in x-Richtung irgendwo in der Mitte zwischen dem "Null"- und dem Äquivalenzpunkt tippen. Das Programm gibt direkt den Halbäquivalenzpunkt aus.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.



Beachten:



Entsorgung

Ausguss nach Neutralisation

Literatur

F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988, S. 85, Verlag Dr. Flad, Stuttgart