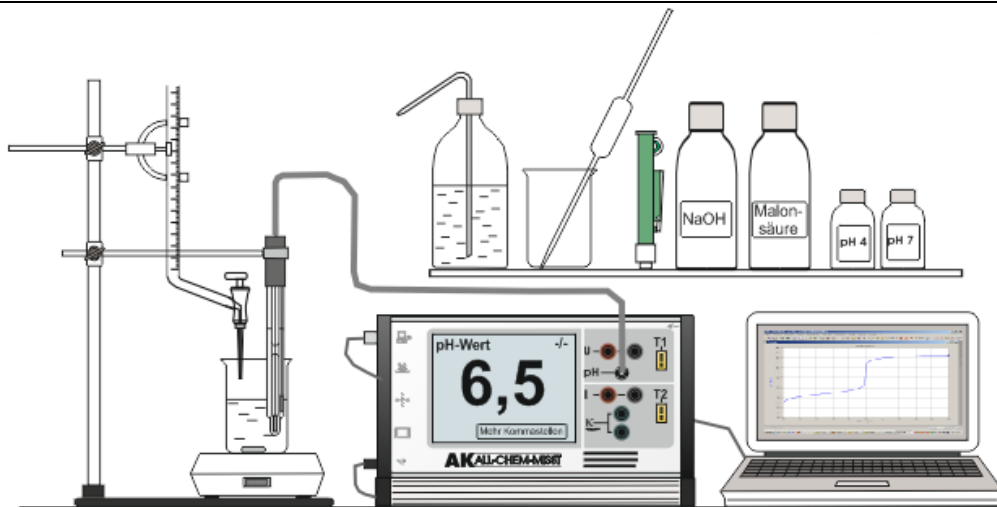




Prinzip

Malonsäure als Vertreter einer zweibasigen Säure wird hier stellvertretend vorgestellt.

**Aufbau
und
Vorberei-
-tung**



Benötigte Geräte

- ALL-CHEM-MISST II oder ACM Junior
- Netzteil / 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

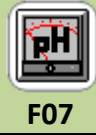
- Natronlauge (c = 0,1 mol/L) ⚠
- Malonsäure-Lsg. (c = 0,1 mol/L)
- destilliertes Wasser
- evtl. Pufferlösung, pH = 2
- evtl. Pufferlösung, pH = 7

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.
- ▶ 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

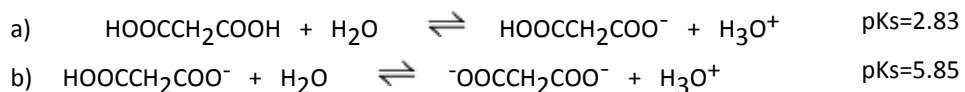
- ▶ **AK Analytik 11** starten; **Messen** **mit Geräte-Schnellstarter App** **ALL-CHEM-MISST II**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals: (Buchse im Bild)** **pH** **Weiter** **Abfrage „pH-Wert kalibrieren?“: Ja**
- ▶ **Abfrage: „pH Wert kalibrieren“ Ja** (bei „nein“ grünen Kästen' überspringen!)
- ▶ Zwei unterschiedliche Pufferlösungen bereithalten!
- ▶ Anleitung gelesen, jetzt beginnen und abhaken
- ▶ Elektrode gespült und in Pufferlösung z.B. 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:** **30,0** 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** .

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



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.

1. Äquivalenzpunkt

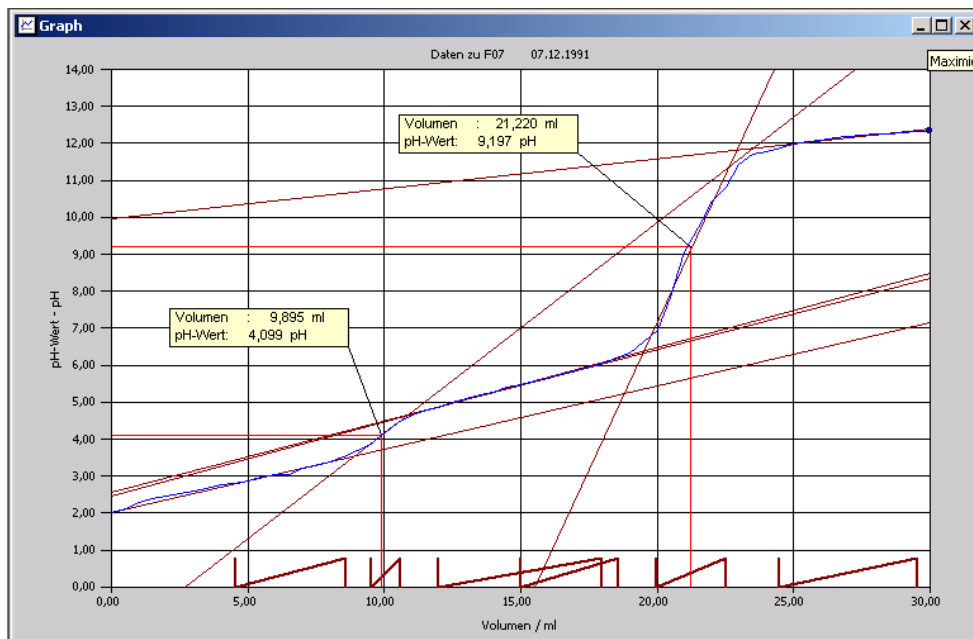
- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Koordinaten Zeichnen** dann **Konzentration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

2. Äquivalenzpunkt

- ▶ 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**

Auswertung

Theorie



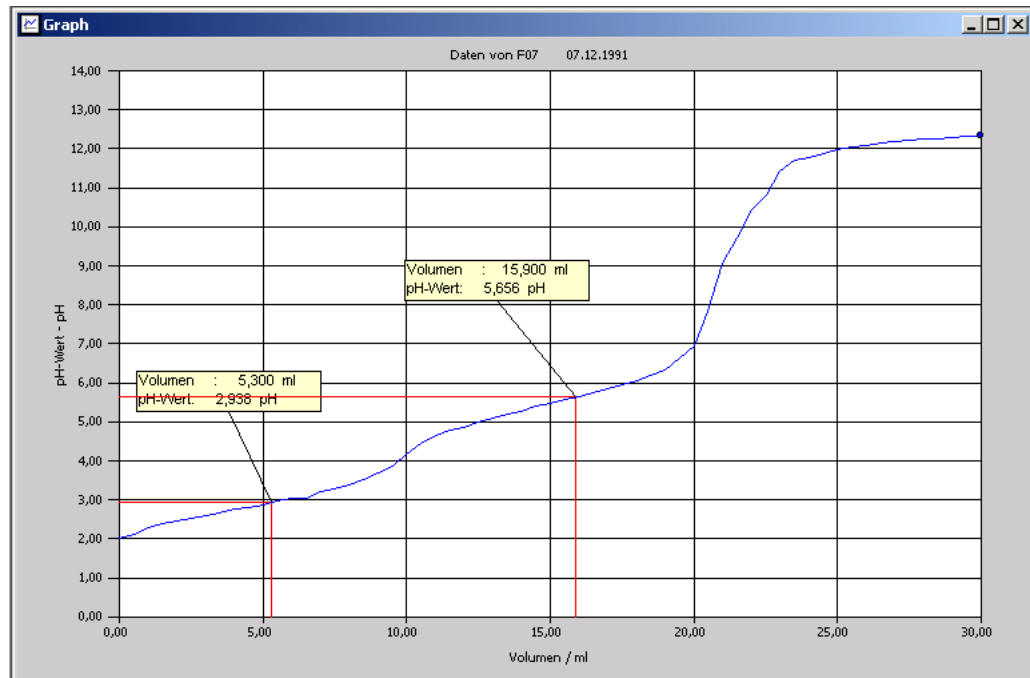


Bestimmung der pKs- Werte:

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

- ▶ Auswerten im Hauptmenü **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen
- ▶ **Halbäquivalenzpunkt** (Achtung: es folgen **Beispielwerte**!)
- ▶ **Linker x-Wert:** **0,0** mL, **Rechter x-Wert:** **10,6** mL **Stützpunkte:** **30** und **Berechnen**
- ▶ **Akzeptieren** **Koordinaten Zeichnen** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**

- ▶ Auswerten im Hauptmenü **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen
- ▶ **Halbäquivalenzpunkt** (Achtung: es folgen **Beispielwerte**!)
- ▶ **Linker x-Wert:** **10,6** mL, **Rechter x-Wert:** **21,2** mL **Stützpunkte:** **30** und **Berechnen**
- ▶ **Akzeptieren** **Koordinaten Zeichnen** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**



Beachten:



Entsorgung

Ausguss nach Neutralisation

Literatur

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