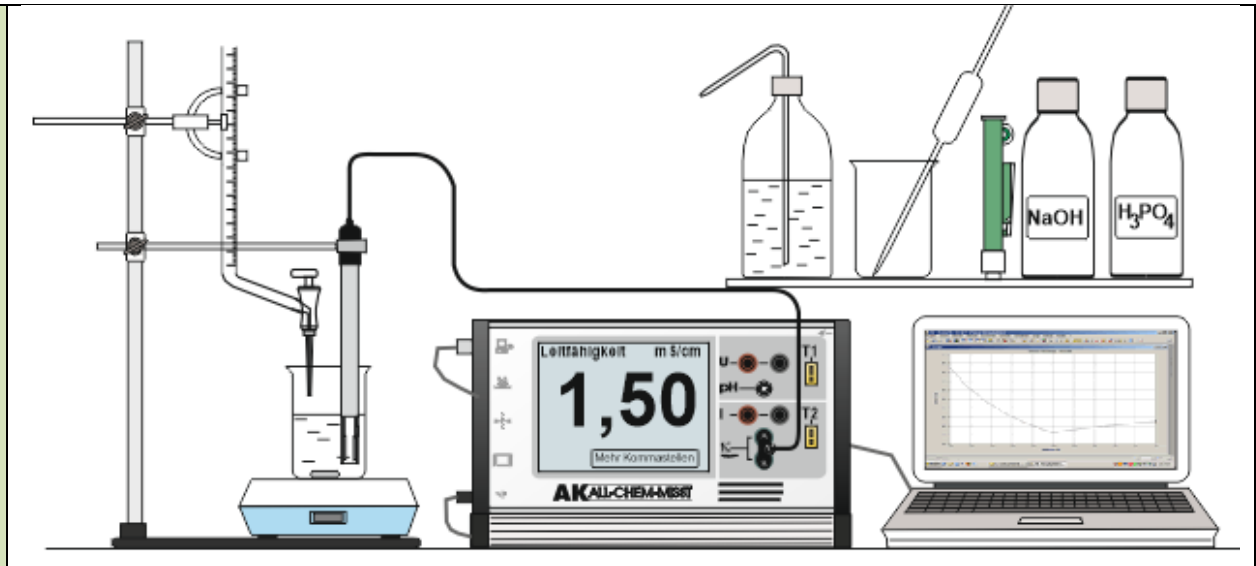




Prinzip

Da sich bei der Neutralisation die Leitfähigkeit ändert, kann man die Titration auch konduktometrisch verfolgen. Die Phosphorsäure mit ihren unterschiedlichen Protolysenstufen eignet sich recht gut zum Studium des unterschiedlichen Verhaltens der Ionen.



**Aufbau
und
Vorbe-
reitung**

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"/> Stativ |
| <input type="checkbox"/> Computer | <input type="checkbox"/> Muffe |
| <input type="checkbox"/> LF-Elektrode | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme |
| <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 mL | <input type="checkbox"/> Elektrodenklemme |
| <input type="checkbox"/> "Spülbecherglas", 250 mL | <input type="checkbox"/> Magnetprüher |
| <input type="checkbox"/> Pipette, 10 mL | <input type="checkbox"/> Rührmagnet |
| <input type="checkbox"/> Pipettierhilfe | |

Verwendete Chemikalien

- Natronlauge, $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ⚠
- Phosphorsäure, $c = 0,1 \text{ mol/L}$
- destilliertes Wasser

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen.
- ▶ 10 mL Phosphorsäure mit der Pipette in das Becherglas füllen.
- ▶ Rührfisch dazugeben und Becherglas auf den Magnetprüher stellen.
- ▶ Die Bürette mit der Natronlauge spülen und füllen. Auf die Nullmarkierung einstellen.
- ▶ Die LF- Elektrode gründlich mit dest. Wasser abspülen und in die Lösung tauchen.
- ▶ Dest. Wasser zugeben, bis die Platinbleche gut bedeckt werden. Der Rührmagnet sollte sich unter der LF-Elektrode drehen.
- ▶ - Die Bananenstecker der LF- Elektrode in die entsprechenden LF- 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)** $\kappa(\text{LF})$ **Weiter**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen:** **Volumen** dann: **Tastatur** ,
 Volumenintervall: **0,5** mL, Gesamtvolumen: **40,0** mL, x-Komma **1**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen:** **Leitfähigkeit** y-Untergrenze im Graphen **0,00** mS/cm
 y-Obergrenze **5,00** mS/cm y-Nachkomma **2** – Bestätigen mit **Akzeptieren**
- ▶ dann **Weiter**



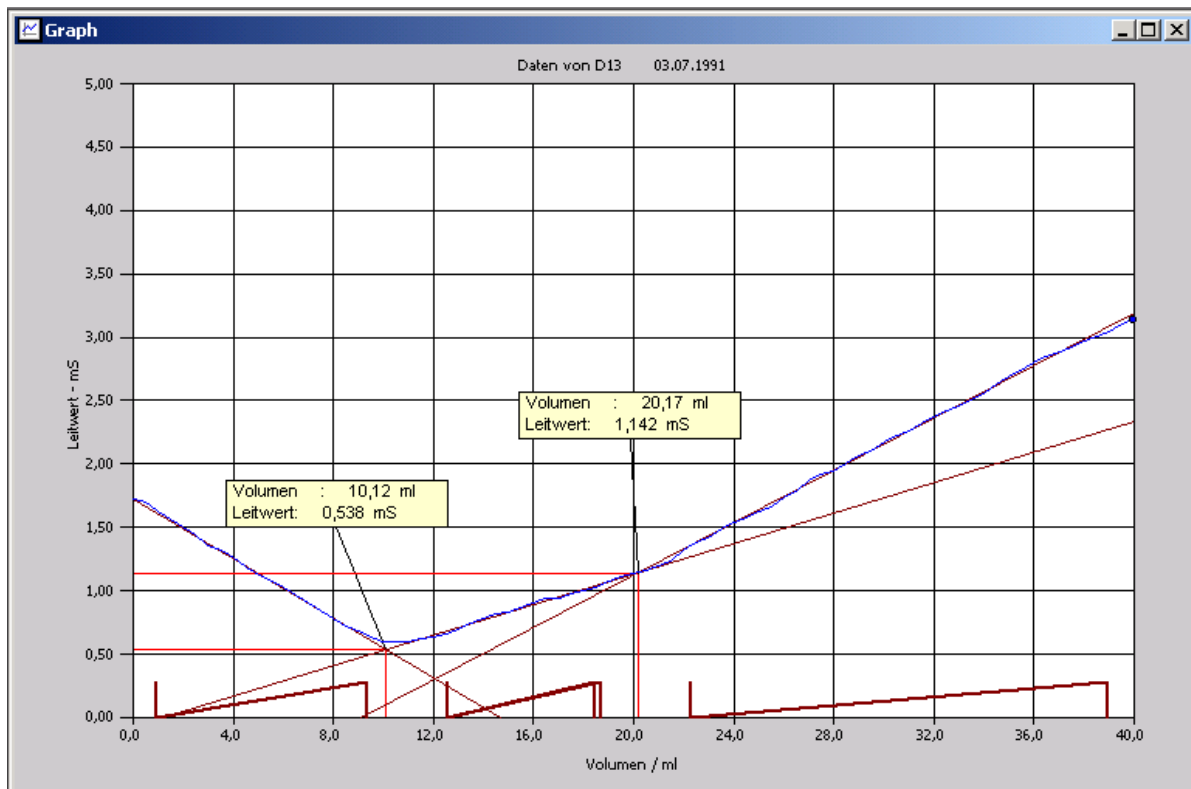
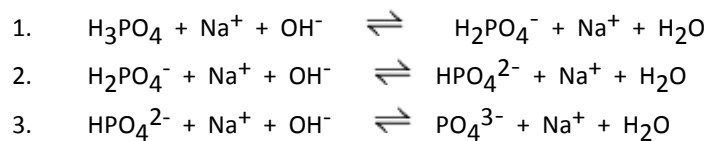
Durchführung

- ▶ 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

Entsprechend der konduktometrischen Bestimmung starker Säuren (Arbeitsblatt D10) bzw. schwacher Säuren (Arbeitsblatt D11) verhält sich die Leitfähigkeit bei der Titration mehrbasiger Säuren.

Die Reaktion verläuft nach folgenden Gleichungen:



Die erste Titrationsstufe der Phosphorsäure ist eine relativ starke Säure. Deshalb sinkt die Leitfähigkeit im ersten Teil des Graphen, während sie im zweiten Teil nur wenig ansteigt. Die dritte Stufe der Phosphorsäure ist bei der Leitfähigkeitstiteration nicht auszumachen. Die Leitfähigkeit steigt durch die Zugabe der Hydroxidionen mit relativ hoher Ionenleitfähigkeit wieder stärker an. Die Bestimmung des 1. Äquivalenzpunktes erfolgt durch die Ermittlung des Schnittpunktes der Ausgleichsgeraden in den beiden Bereichen.

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



Der zweite Äquivalenzpunkt wird entsprechend bestimmt: Volumen: 20.17 mL bzw. Leitfähigkeit: 1,142 mS/cm. Wie man schon an der Kurve sieht, kann man einen 3. Äquivalenzpunkt nicht ermitteln.

Berechnung des Gehaltes:

Prinzip: Im Äquivalenzpunkt der ersten Stufe gilt schon: $c(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$

Berechnung: $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 10,127 \text{ mL} / 10 \text{ mL} = 0,101 \text{ mol/L}$

Eine Auswertung über den 2. Äquivalenzpunkt ist ebenso möglich. Er ist allerdings nicht so ausgeprägt.

Beachten:



Entsorgung

Ausguss (nach evtl. Neutralisation)

Literatur

Analog: F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988, S. 142, Verlag Dr. Flad, Stuttgart