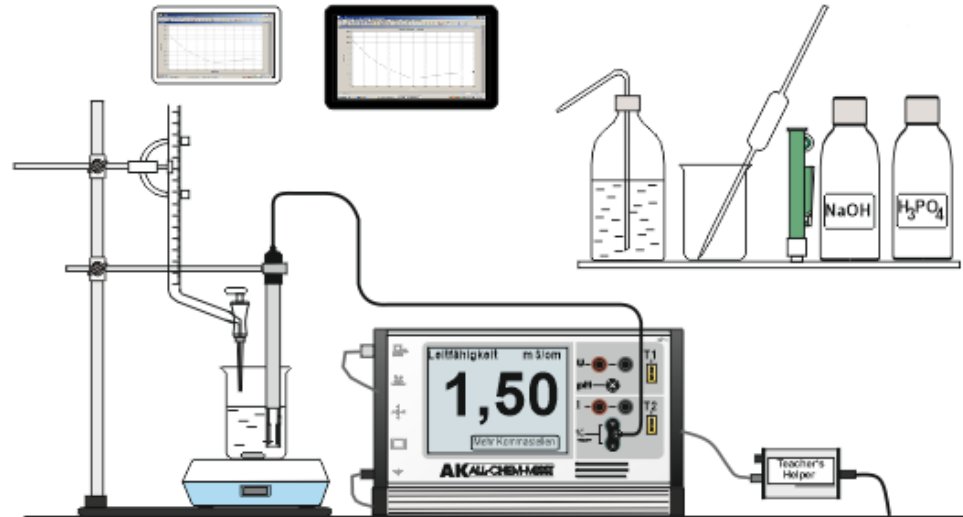




Prinzip

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
Vorbereitung**

Benötigte Geräte

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ALL-CHEM-MISST II / Junior | <input type="checkbox"/> Pipettierhilfe |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil | <input type="checkbox"/> Bürette, 25 mL |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil | <input type="checkbox"/> Stativ |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <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"/> Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Pipette, 10 mL | <input type="checkbox"/> Rührmagnet |

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 Magnetrührer 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 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 erscheinenden Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) untereinander angeordnet sein.
- ▶ Icon 'Messen' (2. Von links) und **Mit Messgerät verbinden** auswählen
- ▶ **Messgrößen-Auswahl:** **Leitfähigkeit(L)**
- ▶ **Konfiguration-Methode** y-Achse L Min **0,0 mS/cm** und Max **5,0 mS/cm**
Nachkomma **2** und Linie **ja**



- ▶ x-Achse: Volumen (auf Tastendruck)
 - ▶ x-Achse Vol. Intervall 0,5 mL und Vol. Max 40,0 mL
Nachkomma 1 und
- Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.

Durchführung

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei 0,0 mL drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit **speichern**.
- ▶ Zum Beenden

Speichern

- ▶ Icon oben links und wählen
 - ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) und

Excel-Export

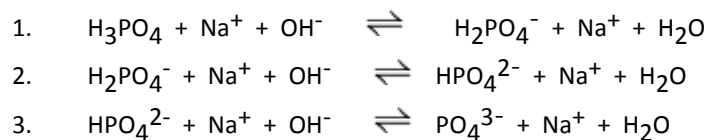
- ▶ Icon oben links und wählen
Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt auswählen und
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen!

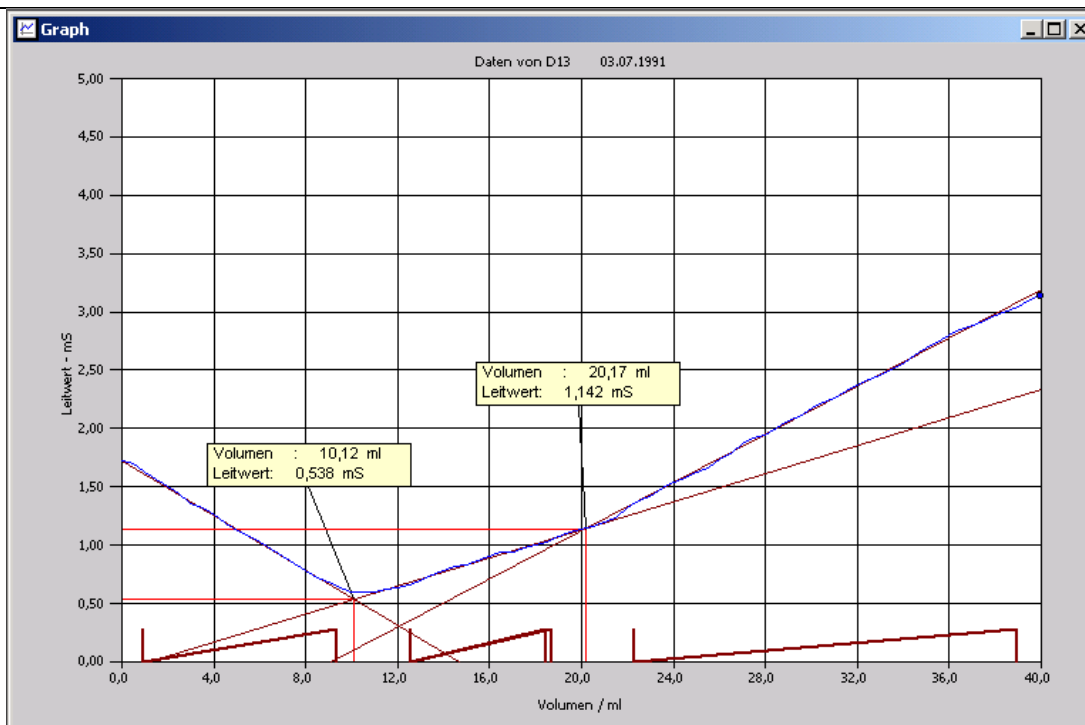
Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) eingeben. -
- ▶ Icon oben links und "Projekt Laden" direkt auswählen und → anklicken

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 Leitfähigkeitstirration 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.

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Zwei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (Legen Sie die Bereiche der zwei Ausgleichsgeraden durch Tippen, gedrückt halten und ziehen fest) **1.** für die **Vorperiode** und **2.** für die **Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.

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