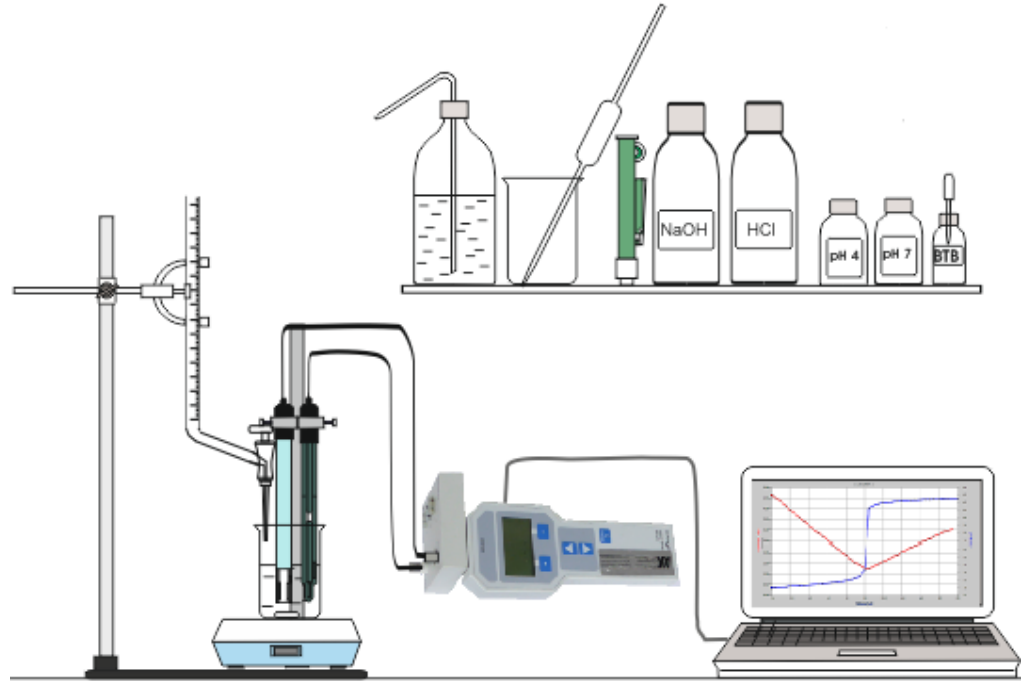


Prinzip

Da sich bei der Neutralisation die Leitfähigkeit und der pH-Wert ändern, kann man die Titration sowohl konduktometrisch wie auch potenziometrisch verfolgen.
Mit dem (Mobile / Pocket) Cassy / AK Analytik kann man Leitfähigkeit und pH-Wert gleichzeitig aufnehmen.

**Aufbau
und
Vorbe-
reitung**



Benötigte Geräte

- Mobile Cassy / USB-Kabel
- Chemie-Box
- Computer/Laptop **Eee06**
- LF-Elektrode
- pH-Elektrode
- Becherglas, 150 mL
- Bürette, 25 mL
- Muffe

- "Spülbecherglas", 250 mL
- Pipette, 10 mL
- Magnetrührer
- Rührfisch
- 2 Stative
- Bürettenklemme
- Doppelelektrodenhalter
- Pipettierhilfe

Verwendete Chemikalien

- Natronlauge (c = 0,1 mol/L)
- Salzsäure (c = 0,1 mol/L)
- dest. Wasser
- Pufferlösung, pH 7
- Pufferlösung, pH 4
- evtl. Bromthymolblaulösung

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen, aufbauen und verbinden.
- ▶ 10 mL Salzsäure (bzw. Analysenlösung) mit der Pipette in das Becherglas geben.
- ▶ Rührfisch dazugeben und Becherglas auf den Magnetrührer stellen.
- ▶ pH-Elektrode in das halb mit Leitungswasser gefüllte „Spülbecherglas“ stellen.
- ▶ Leitfähigkeitselektrode in die Chemiebox-Buchse stecken und am Elektrodenhalter befestigen.
- ▶ Die Bürette mit Natronlauge füllen und auf die Nullmarkierung einstellen.
- ▶ Chemie-Box über Mobile oder Pocket Cassy und USB-Kabel mit dem Computer verbinden.

Vorbereitung am Computer

- ▶ Vom Desktop **Cassy 4 Chemists/ AK Analytik 11** starten. Die Fühler werden automatisch erkannt.
- ▶ Häkchen bei **pH**
- ▶ Will man Kalibrieren: **Kalibrieren**

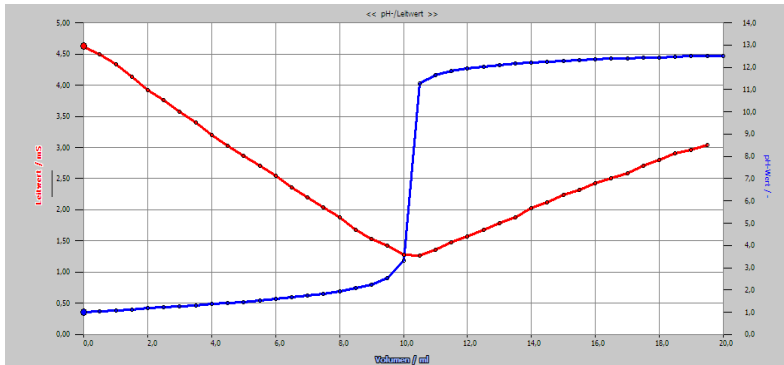
pH- Kalibrierung: Anweisungen befolgen/'abhaken' bzw. entsprechende Werte eingeben **Akzeptieren**

- ▶ Häkchen bei **L10**.
- ▶ **Intervall** **0,5 mL** und **Gesamtvolumen (Grafik):** **20 mL**
- ▶ **Titration über Volumen auf Tastendruck** **Direkt Zur Messung** AK Analytik öffnet sich automatisch.



Durchführung

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Rührfisch darf beim Drehen die Elektroden nicht berühren.
- ▶ So viel dest. Wasser zugeben, dass die Pt-Bleche der LF-Elektrode gut bedeckt sind.
- ▶ 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 **'Leertaste'** oder **Einzelwert** **speichern**.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden** drücken.



Speichern

- ▶ Icon oben links **Speichern**
- ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **N02a-6-2 user** und **Akzeptieren**

Excel-Export

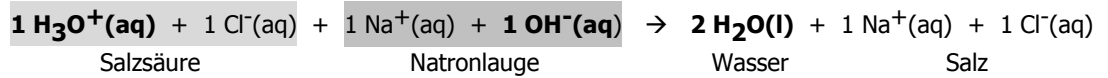
- ▶ (Evtl. Hauptmenü „Favoriten“) Icon mit Text **In Excel öffnen**
- ▶ Evtl. Bild minimieren , weil das auf dem Rechner vorhandene Excel-Blatt im Hintergrund geöffnet wird

Öffnen bei Bedarf

- ▶ **AK Analytik 11** **neu** starten;
- ▶ **Auswerten** "Entsprechendes Projekt" direkt auswählen oder **Anderes Projekt öffnen** und dann das gewünschte Projekt anklicken und **Akzeptieren**

Neutralisationstitation - Theorie

Die Neutralisationsreaktion verläuft nach folgender Gleichung:

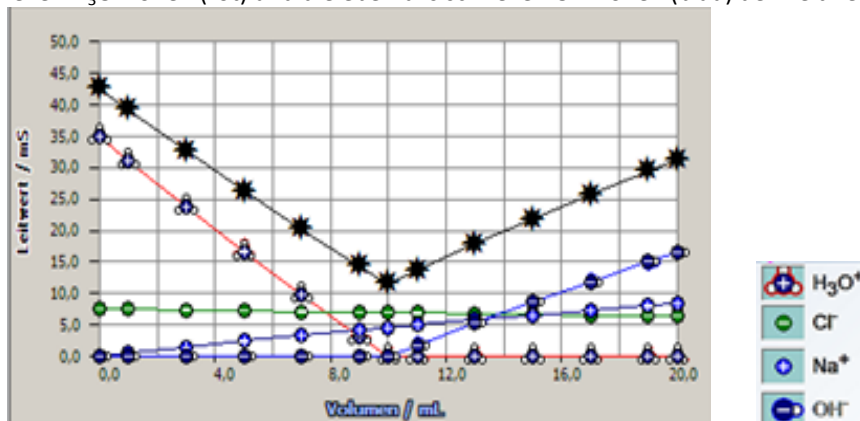


Es reagieren eigentlich nur die schon vorliegenden Oxoniumionen mit den zugetropften Hydroxidionen

1. Betrachtung der elektrischen Leitfähigkeit

Hier ist der Leitwert (elektrische Leitfähigkeit = einzig meßbarer Wert) als Summe der Einzelleitwerte von Oxonium-, Chlorid-, Natrium- und Hydroxidionen gegen das Titratorvolumen aufgetragen. Man erkennt, wie fast nur die sehr schnellen H_3O^+ -Ionen (rot) und die ebenfalls schnellen OH^- -Ionen (blau) den Leitwert beeinflussen.

Prinzip:

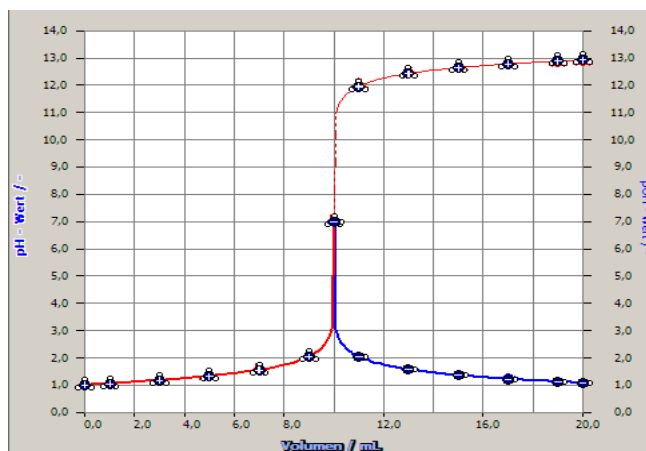


Die **Leitfähigkeit** fällt zunächst, weil die schnellen H_3O^+ -Ionen durch langsamere Na^+ -Ionen „ersetzt“ werden. Nach dem Äquivalenzpunkt steigt die Leitfähigkeit durch die etwas weniger beweglichen OH^- -Ionen wieder an. Der Äquivalenzpunkt ergibt sich aus dem Schnittpunkt der beiden Regressionsgeraden der zwei Phasen.

2. Betrachtung des pH-Wertes

Wir benutzen dieselben Konzentrationen wie oben und wählen nur eine andere Darstellung im Graphen:

- Es werden nur noch die H_3O^+ - und die OH^- -Ionen betrachtet.
- Auf der y Achse wird statt Leitwert der negative dekadische Logarithmus der Oxonium-/Hydroxid-Ionenkonzentrationen $\text{pH} = -\log(c(\text{H}_3\text{O}^+))$ gegen das Titratorvolumen aufgetragen.
- Im oberen Graphen ist im Äquivalenzpunkt die Konzentration der Oxoniumionen durch die Titration (fast) $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0 \text{ mol/L}$ Aber man kann noch einen pH-Wert messen: er beträgt: 7
- Ab dem Äquivalenzpunkt erhöht sich die Hydroxidionenkonzentration $c(\text{OH}^-)$. Daraus wird der pH-Wert berechnet: $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$.



Zu Beginn ist der **pH-Wert** ist sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die Oxoniumionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. In der Nähe des Äquivalenzpunktes aber steigt der pH-Wert bei weiterer Zugabe der Hydroxidionen sprunghaft an. Am Ende der Titration ist die Steigung wieder gering. Daher bietet sich hier die „3 Geradenmethode“ als Auswertemethode an.



Auswertung

Auswertung genau wie bei N02a 1-2 acm.dox

Quick-

Geräte und Chemikalien müssen schon aufgebaut, angeschlossen und eingeschaltet sein!

Einmal gespeicherte Einstellungen können für eine sofortige neue Messung benutzt werden.

Start

- ▶ **AK Analytik 11** neu starten;
- ▶ **Auswerten** und **Anders Projekt öffnen** und dann **N02a-5-2-QS.aka**
- ▶ Bei Hauptmenüpunkt **Messung**, bei "Einstellungen" **Weiter** **Alte Ergebnisse verwerfen**
- ▶ Weiter, wie bei **Durchführung** beschrieben.

Zeitbedarf									
Minuten	Aufbau (Exp):	Vorber. Rechn.	Durchführ.	Auswertung	Abbau	Intuitive Bedienung (+1-6)			

Beachten:



Entsorgung

Ausguss evtl. nach Neutralisation

Literatur

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