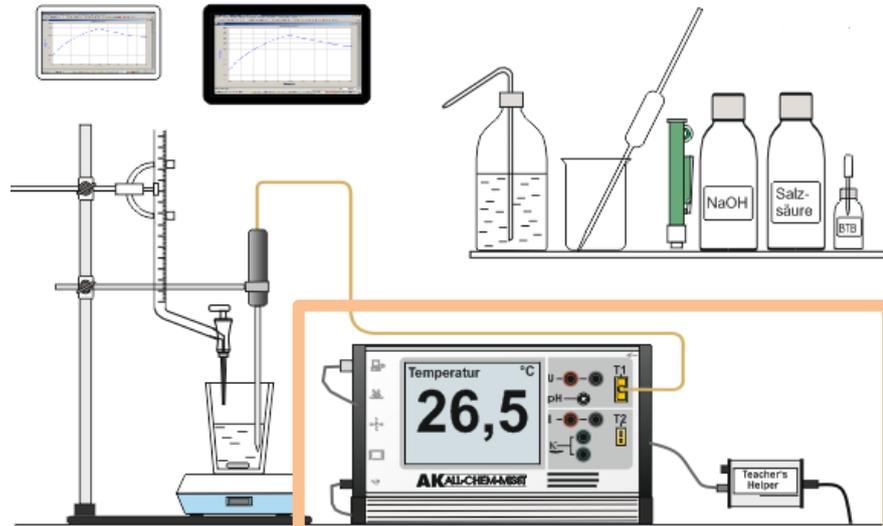




Prinzip

Da die Neutralisation eine exotherme Reaktion ist, kann man die Titration auch thermometrisch verfolgen. Die Qualität der Endpunkterkennung soll anhand der Neutralisation von Reaktionspartnern unterschiedlicher Konzentration beurteilt werden.

Aufbau und Vorbereitung



Benötigte Geräte

Eins der folgenden Geräte:

- a) ALL-CHEM-MISST II oder Junior -Netzteil
 - b) ACM I / USB-Adapter / Netzteil
 - c) AK MultiAdapter T/T
 - d) Vernier Go!Link + TCA-BTA o. Go!Temp)
 - e) Greisinger T GMH32XXX / SS-Adapter)
 - f) LD Mobile Cassy + NiCr/Ni Adapter S oder Chemie-Box
- Spülbecherglas, 100 ml
 - Bürette, 25 ml
 - Stativ
 - 2 Muffen
 - Bürettenklemme
 - Greifklemme
 - Magnetrührer
 - Rührfisch
 - 1 Styroporbecher, 250 ml
 - Pipette, 10 ml
 - Pipettierhilfe

Verwendete Chemikalien

- Salzsäure, c = 1 mol/L
- Natronlauge, c = 1 mol/L
- evtl. Bromthymolblau-lösung
- dest. Wasser

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung (hier als Beispiel All-Chem-Misst II dargestellt) bereitstellen.
- ▶ 10 mL Salzsäure (bzw. Analysenlösung) mit der Pipette in den Styroporbecher geben, um den Wärmeaustausch zu minimieren (aber: es tut's auch ein Becherglas).
- ▶ Rührfisch dazugeben und Becher auf den Magnetrührer stellen.
- ▶ Die Bürette mit der Natronlauge spülen und füllen. Auf die Nullmarkierung einstellen.
- ▶ Den Temperaturfühler in die Buchse T(1) 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 die Google-Suchzeile!) <http://labor.ak> eingeben. Es erscheinen 3 Bildschirme...
- ▶ Anschluss und Einschalten der Messgeräte: Den Teacher's Helper (TH) mit Strom versorgen!
 - a) ACM II oder ACM II Junior mit Netzteil verbinden, dann **nach 7 s!!** über USB mit TH verbinden
 - b) ACM I mit Netzteil und über USB-A. mit TH verbinden. Linker Drehschalter in Stellung „200°C T1“.
 - c) AK MultiAdapter pH/L bzw. d) Vernier Go!Link mit Messmodul und über USB mit TH verbinden
 - e) Greisinger GMH 32XXX über USB-Schnittstellenkonverter mit TH verbinden und mit „**ON**“ anschalten Ein Temperaturwert muss zu sehen sein! Evtl. Fehler vorher beheben!
 - f) LD Mobile Cassy mit Messmodul und per USB TH verbinden und mit „**Menü**“ anschalten oder Netzteil anschließen. Ein Temperaturwert muss zu sehen sein, sonst mit den Tasten „91“ einstellen



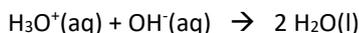
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ AK MiniAnalytik wählen. Im erscheinenden Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) - untereinander angeordnet sein. ▶ Icon 'Messen'  (2. Von links) und Mit Messgerät verbinden (Gerätename) antippen. ▶ Messgrößen-Auswahl: <input checked="" type="checkbox"/> Temp. 1 (T1) <input type="checkbox"/> OK ▶ Konfiguration-Methode: Y-Achse T1 Min <input type="text" value="22,00"/> °C und T1 Max <input type="text" value="32,00"/> °C T1 Nachkomma <input type="text" value="2"/> und Linien <input checked="" type="checkbox"/> ja ▶ <input checked="" type="checkbox"/> X-Achse: Volumen (auf Tastendruck) ▶ X-Achse Vol. Intervall <input type="text" value="0,5"/> ml und Vol. Max <input type="text" value="20,0"/> ml Vol. Nachkomma <input type="text" value="1"/> und <input type="checkbox"/> OK ▶ Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.
<p>Durchführung</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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
<p>Speichern</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Icon oben links  und Speichern unter wählen ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) <input type="text" value="G15 User"/> und <input type="checkbox"/> OK
<p>Excel-Export</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Icon oben links  und Datenreihen exportieren wählen ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt <input checked="" type="checkbox"/> G15 User auswählen und Speichern ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen
<p>Öffnen bei Bedarf</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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! <input type="text" value="http://labor.ak"/> eingeben. ▶ AK MiniAnalytik wählen. ▶ Icon oben links  und Laden "Projekt Laden" G15 User direkt auswählen und →anklicken



Auswertung

a) Bestimmung des Äquivalenzpunktes

Die Neutralisationsreaktion verläuft nach folgender Gleichung:



Die Temperatur wird durch die Neutralisationsenthalpie und durch die Temperatur der zutropfenden Base bestimmt. Da im Programm eine Routine zur Auswertung des Schnittpunktes zweier exponentieller Kurven noch fehlt, benutzt man sinnvollerweise die „Zwei-Geraden-Methode“, legt aber nur sehr kurze Geraden in die Nähe des gesuchten Schnittpunktes.

b) Berechnung des Gehaltes

(Bedeutung der Indizes: v = vorgelegt – z = zugegeben bis zum Äquivalenzpunkt)

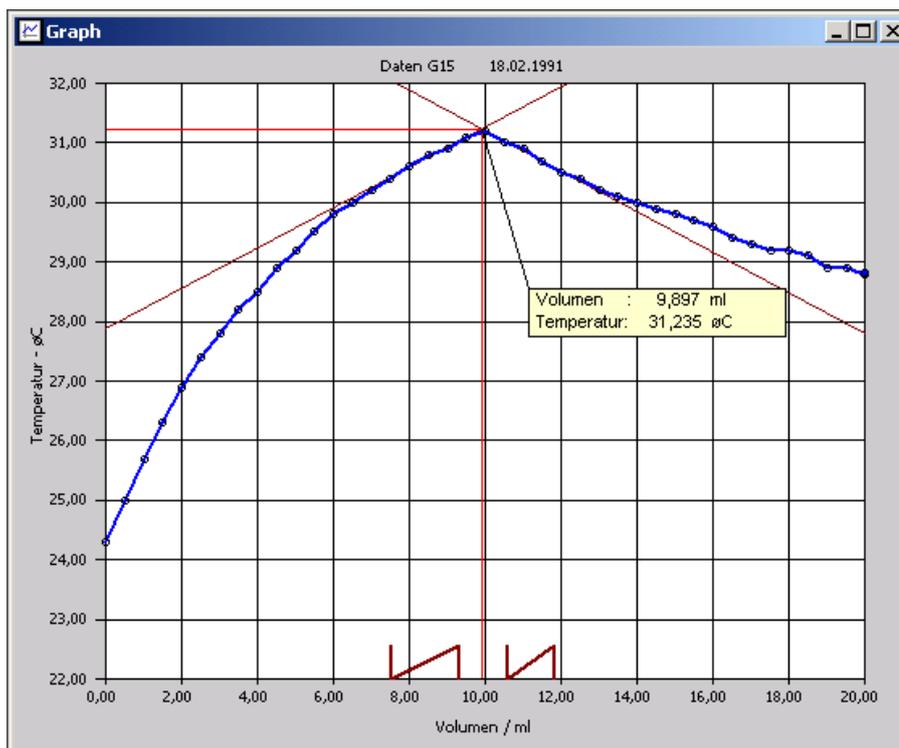
Bei Äquivalenz gilt: $n_v(\text{HCl}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HCl}) \cdot V_v(\text{HCl}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})$

$$\Rightarrow c_v(\text{HCl}) = \frac{c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})}{V_v(\text{HCl})}$$

Bestimmung am Computer

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

Auswertung



Tipp **Achtung:** Keine zu verdünnten Lösungen benutzen, sonst ist die Reaktionswärme zu gering!

Beachten:



Entsorgung

Ausguss nach Neutralisation

Literatur

F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988, S. 83, Verlag Dr. Flad, Stuttgart