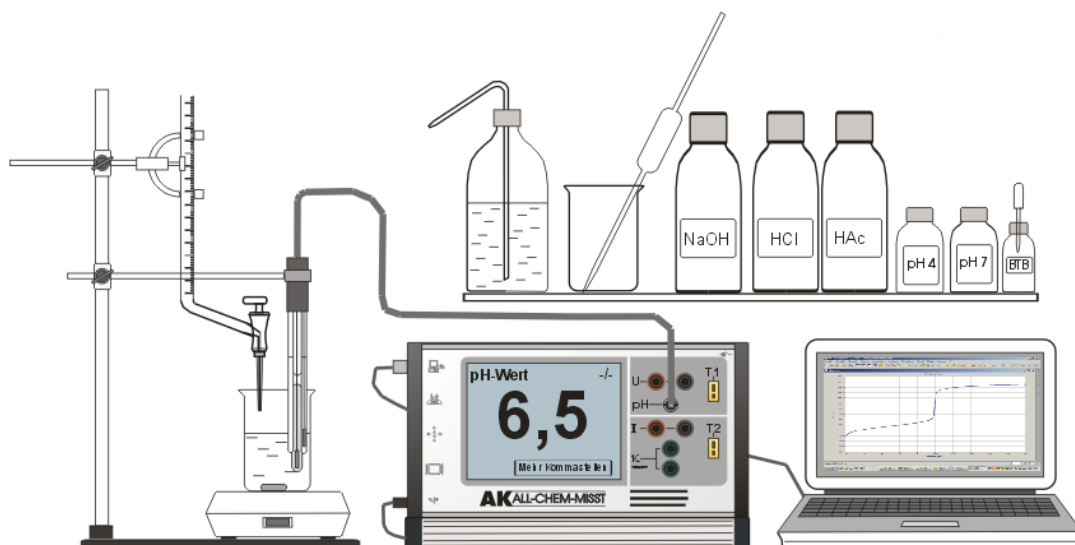


Prinzip: Das Gemisch aus Salz- und Essigsäure wird mit Natronlauge titriert. Durch Ermittlung der Äquivalenzpunkte lässt sich der Gehalt der beiden Säuren berechnen.

Versuchsaufbau:



Materialliste:

Geräte:

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 1 ALL-CHEM-MISST II / Netzteil | 1 Titrierstativ |
| 1 Computer | 1 Bürette, 25 mL |
| 1 USB- oder serielles Kabel | 1 Stativ |
| 1 pH- Elektrode | 1 Muffe |
| 1 Becherglas, 100 mL | 1 Greifklemme, klein |
| 1 „Spülbecherglas“, 250 mL | 1 Magnetrührer |
| 1 Pipette, 10 mL | 1 Rührmagnet |

Chemikalien:

- Natronlauge, $c = 0.1 \text{ mol/L}$
 Säuregemisch, $c \approx 0.1 \text{ mol/L}$
 dest. Wasser
 Evtl. Pufferlösung $\text{pH} = 7$
 Evtl. Pufferlösung $\text{pH} = 2$

Vorbereitung des Versuches:

- Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- 10 mL Säuregemisch (bzw. Analysenlösung) 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.

Computerprogramm AK Analytik 32.NET (→ Schnellstarter → ALL-CHEM-MISST_II 1-Kanal)

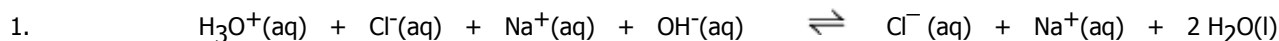
Messgröße:	pH-Wert		
pH Kalibrieren	Ja	Anweisungen befolgen und entsprechende Werte eingeben.	
Für Grafik	0 - 14 pH	Bei Volumenintervall: 0,5 mL	Gesamtvol.:(für Grafik) 20 mL
Titration über Volumen auf Tastendruck		Direkt zur Messung	

Durchführung des Versuches:

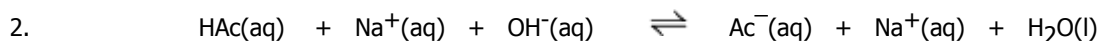
- pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- Zur Messwertaufnahme bei 0,0 mL mit der Maus auf den Button klicken oder besser auf die drücken.
- Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach jeweils 0,5 mL einen Messwert mit Leertaste oder Maus speichern.
- Beenden mit Klick auf oder mit der Taste **Esc**.

Auswertung des Versuches:

Prinzip: Die Reaktion **verläuft** nach folgenden Gleichungen:



Der pH-Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Salzsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Es kommt also während der Titration zu einem pH-Sprung (1.Äquivalenzpunkt).



Wenn die Salzsäure nahezu vollständig neutralisiert ist, beginnt die Reaktion der Essigsäure mit der Natronlauge. Essigsäure ist zunächst kaum dissoziiert, so dass nicht sehr viele Oxoniumionen in der Lösung vorhanden sind.

Im Laufe der Titration muß die Essigsäure dissoziieren, da die H_3O^+ -Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert werden. Dabei steigt der pH-Wert nur geringfügig, besonders in der Nähe des Halbäquivalenzpunktes. Beim Erreichen des 2. Äquivalenzpunktes steigt der pH-Wert durch die Zugabe der Hydroxidionen wiederum sprunghaft an.

Die Bestimmung der Äquivalenzpunkte erfolgt nach der Drei-Geraden-Methode (Tangentenmethode) oder mit Hilfe der im Programm vorgesehenen automatischen Wendepunktbestimmung.

1. Äquivalenzpunkt (Konzentration der Salzsäure)

Auswerten aufrufen mit: oder im Hauptmenü: ⇒Auswerten ⇒ „Drei-Geraden-Methode“	
Folgen Sie den Anweisungen für die 1. Vorperiode , 2. Hauptperiode und 3. Nachperiode ; dann:	
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 5,404 mL / zugehöriger pH-Wert: 2,799	
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes	Eintragen der Werte: Ende:

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

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

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

Auswerten aufrufen im Hauptmenü: ⇒Extras ⇒ „Konzentrationsberechnung“	
Alle wichtigen Daten (z.B.: Volumen: 5,404 mL) sind schon eingetragen. Ergebnis: 0,054 mol/L	

2. Äquivalenzpunkt (Konzentration der Essigsäure)

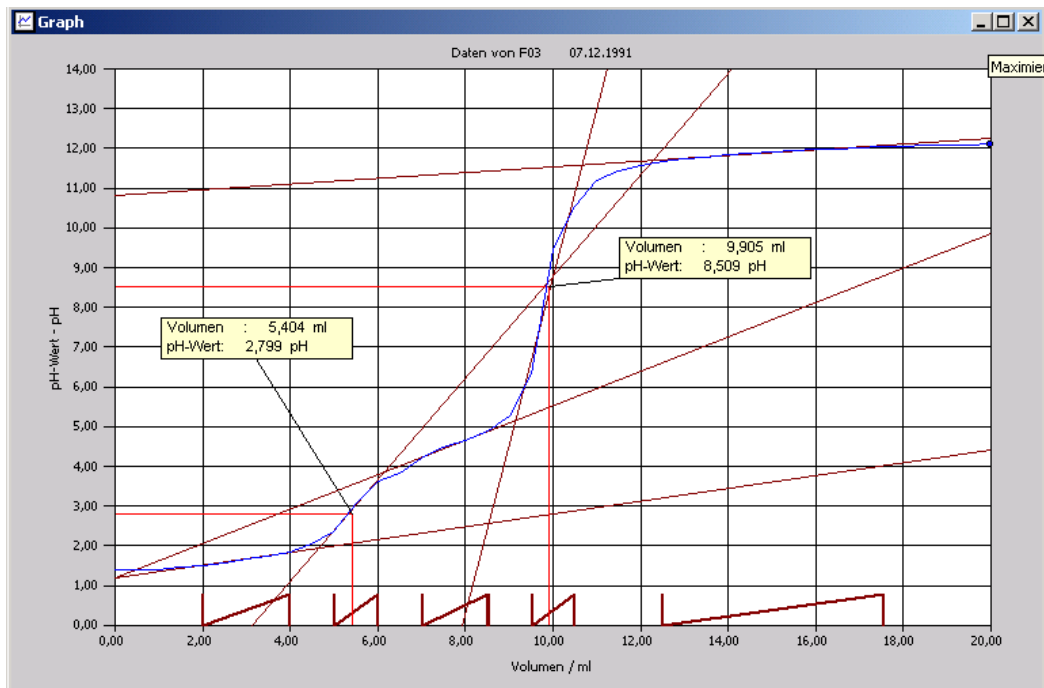
Auswerten aufrufen mit: oder im Hauptmenü: ⇒Auswerten ⇒ „Drei-Geraden-Methode“	
Folgen Sie den Anweisungen für die 1. Vorperiode , 2. Hauptperiode und 3. Nachperiode ; dann:	
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 9,905 mL / zugehöriger pH- Wert: 8,509	
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes	Eintragen der Werte: Ende:

Berechnung des Gehaltes:

Die Berechnung erfolgt entsprechend. Diemasl darf natürlich nur das Volumen, das für die Essigsäure verbraucht wurde, eingesetzt werden also:

$$9,905 \text{ mL} - 5,404 \text{ mL} = 5,501 \text{ mL}$$

Auswerten aufrufen im Hauptmenü: ⇒Extras ⇒ „Konzentrationsberechnung“	
Bitte bei: Volumen: 5,501 mL eintragen. Ergebnis: 0,055 mol/L	



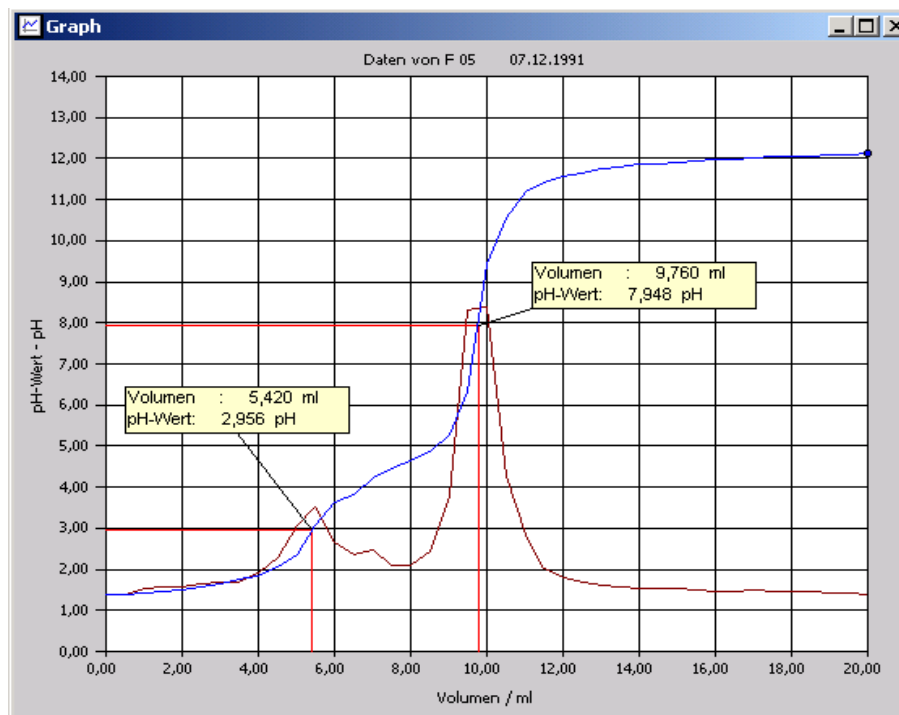
Weitere Möglichkeit über die Steigung (1.Ableitung)

Auswerten aufrufen mit: oder im Hauptmenü: ⇒Auswerten ⇒ Äquivalenzpunkte (1. Abl.)

Empfindlichkeit **0.662** ⇒OK

Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 5,420 mL und 9,760 mL.

Einzeichnen des Äquivalenzpunktes Zeichnen | Eintragen der Werte: Beschriften | Ende: Fertig



Entsorgung:

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