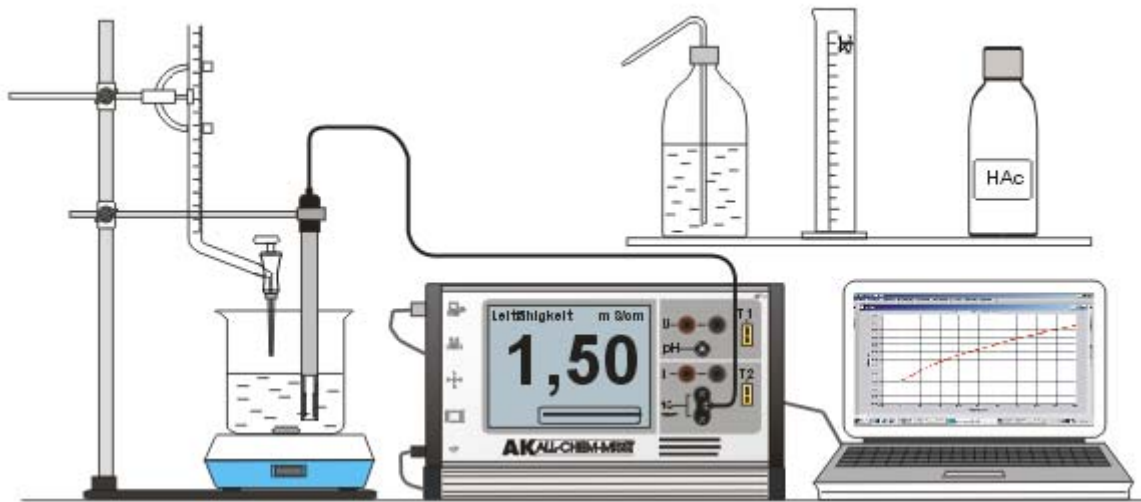


Arbeitskreis Kappenberg	Bestimmung der Dissoziationskonstanten von Essigsäure (Variante nach R. Nagel)	D 05 Konduktometrie
----------------------------	---	-------------------------------

Prinzip: Essigsäure ist ein schwacher Elektrolyt. Die Leitfähigkeit bei sehr kleinen unterschiedlichen Verdünnungen wird gemessen und graphisch die Dissoziationskonstante bestimmt.

Versuchsaufbau:



Materialliste:

Geräte:	1 Titrierstativ	1 Magnetrührer
1 Computer	1 Bürette , 25 mL	1 Rührmagnet
1 ALL-CHEM-MISST	1 Stativ	
1 USB-/ serielles Kabel	1 Muffe	Chemikalien:
1 LF- Elektrode	1 Greifklemme, klein	Essigsäure, c=0.05 mol/L
1 Becherglas, 600 mL	1 Messzylinder, 100 mL	dest. Wasser



Vorbereitung des Versuches:

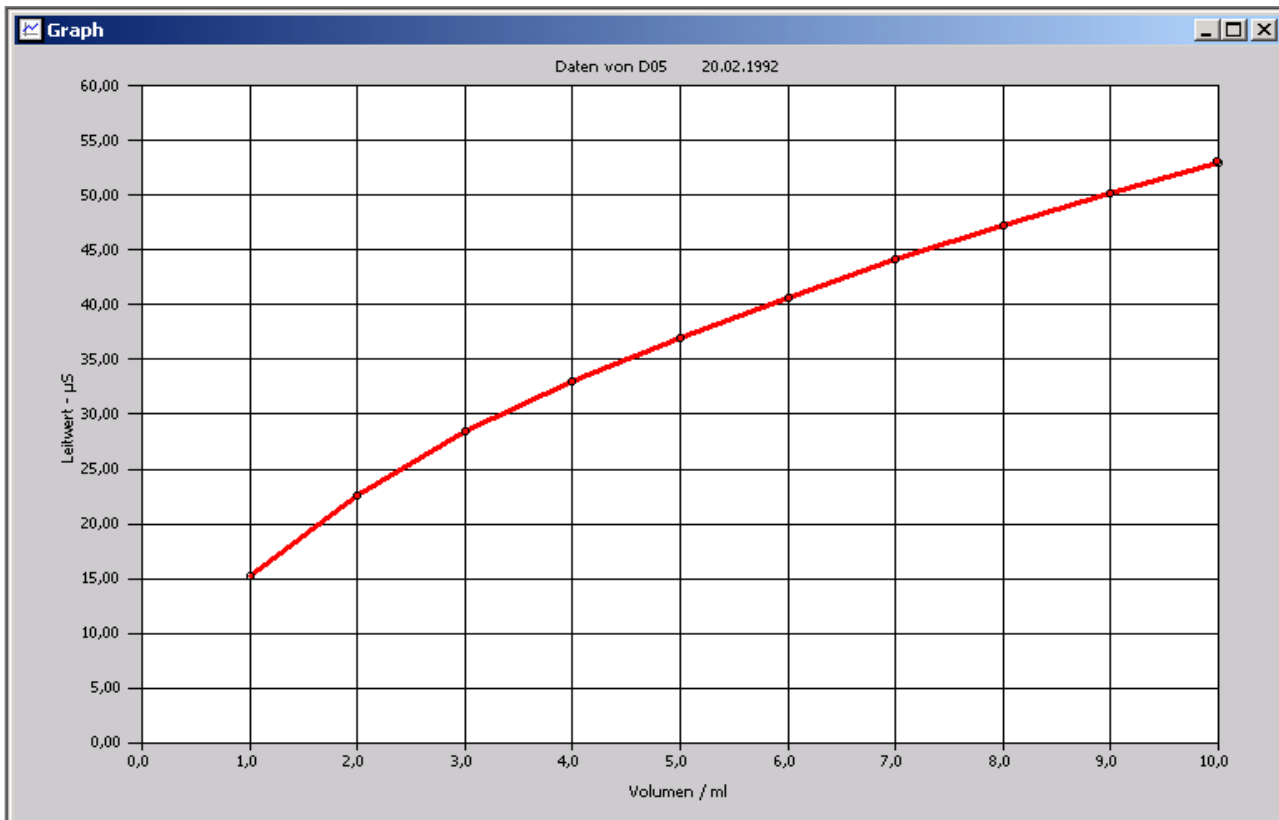
- 350 mL dest. Wasser in das Becherglas füllen.
- Rührfisch dazugeben und Becherglas auf den Magnetrührer stellen.
- Die Bürette mit der Essigsäure spülen und füllen. Auf die Nullmarkierung einstellen.
- Die LF-Elektrode gründlich mit dest. Wasser abspülen und in die Lösung tauchen.
- Darauf achten, dass die Platinbleche gut bedeckt werden. Der Rührmagnet sollte sich unter der LF-Elektrode drehen.
- Die Bananenstecker der LF- Elektrode in die entsprechende LF - Buchsen stecken.

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

Angezeigte Messgröße: Leitwert	Kanal	κ (LF)	
Für Grafik 0 - 60 μS	Volumenintervall:	1 mL	Gesamtvol.:(für Grafik) 10 mL
Titration über Volumen auf Tastendruck		Direkt zu Messung	

Durchführung des Versuches:

- 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 Leitfähigkeit von schwachen Elektrolyten wird vom Massenwirkungsgesetz beschrieben. Eine ausführliche Herleitung findet sich auf dem Arbeitsblatt D00

$$K_S = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} \cdot c_0 \quad (7)$$

$$\alpha = \frac{\Lambda_c}{\Lambda_\infty} \quad (8)$$

Setzt man nun Gleichung (8) in Gleichung (7) ein, ergibt sich

$$K_S = \frac{\Lambda_c^2}{\Lambda_\infty^2} \cdot c_0 = \frac{\Lambda_c^2}{\Lambda_\infty \cdot (\Lambda_\infty - \Lambda_c)} \cdot c_0 \quad (9)$$

durch weitere Umwandlung gelangt man zu:

$$\Lambda_c^2 \cdot c_0 = -K_S \Lambda_\infty \cdot \Lambda_c + K_S \cdot \Lambda_\infty^2 \quad (11)$$

Das entspricht der Geradengleichung:

$$y = m \cdot x + b \quad (12)$$

Man trägt also in einem Graphen $\Lambda_c^2 \cdot c_0$ gegen Λ_c auf und ermittelt die Steigung

$$m = -K_S \cdot \Lambda_\infty \quad \text{bzw.} \quad \Lambda_\infty = -\frac{m}{K_S} \quad (13, 14)$$

und den y- Abschnitt

$$b = K_S \cdot \Lambda_\infty^2 \quad \text{bzw.} \quad K_S = \frac{b}{\Lambda_\infty^2} \quad (15, 16)$$

Einsetzen von (14) in (16) liefert die Dissoziationskonstante:



$$K_S = \frac{b \cdot K_S^2}{m^2} = \frac{m^2}{b} \quad (17)$$

Entsprechendes gilt für die Bestimmung der Äquivalentleitfähigkeit bei unendlicher Verdünnung Λ_∞ :
Einsetzen von (17) in (14) ergibt:



$$\Lambda_\infty = -\frac{m \cdot b}{m^2} = -\frac{b}{m} \quad (18)$$

Für die Auswertung müssen die Daten entsprechend Gleichung (11) bzw. (12) aufbereitet werden.
Die Beispielwerte entsprechen der Versuchsvorschrift: $c(\text{HAc}) = 0.05 \text{ mol/L}$, Vorlage: 350 mL Wasser



1. Umrechnung der x- Werte von Volumen in Konzentration: $c = V \cdot c / V_{\text{neu}}$

Umrechnung aufrufen mit  oder im Hauptmenü: ⇒ Rechnen ⇒ „Umrechnen mit einzugebender Funktion“		
Eigene Funktion: eingeben: X= $(XA/1000 \cdot 0.05) / (0.35 + XA/1000)$	Als neue Datenreihe anlegen Ja	 OK



2. Umrechnung der y- Werte von Leitwert in Äquivalentleitfähigkeit $\Lambda_c = \kappa / c$

Umrechnung aufrufen mit  oder im Hauptmenü: ⇒ Rechnen ⇒ „Umrechnen mit einzugebender Funktion“		
Bei: Eigene Funktion den Term eingeben: Y= $YA / 1000 / XA$	Als neue Datenreihe anlegen Ja	 OK

3. Tauschen der Achsen: Λ_c auf die x- Achse und c auf die y-Achse

Umrechnung aufrufen mit  oder im Hauptmenü: ⇒ Rechnen ⇒ „Vertauschen der X/Y-Werte“		
	Als neue Datenreihe anlegen Ja	 OK

4. Multiplizieren der c-Werte mit Λ_c^2

Umrechnung aufrufen mit  oder im Hauptmenü: \Rightarrow Rechnen \Rightarrow „Umrechnen mit einzugebender Funktion“
Bei: Eigene Funktion den Term eingeben: $Y = \underline{YA * XA * XA}$ Als neue Datenreihe anlegen Ja  OK

5. Beschriften der Achsen - Zeichnen des Graphen

Die Beschriftungen müssen stark verändert werden, deshalb sind sie hier angegeben:

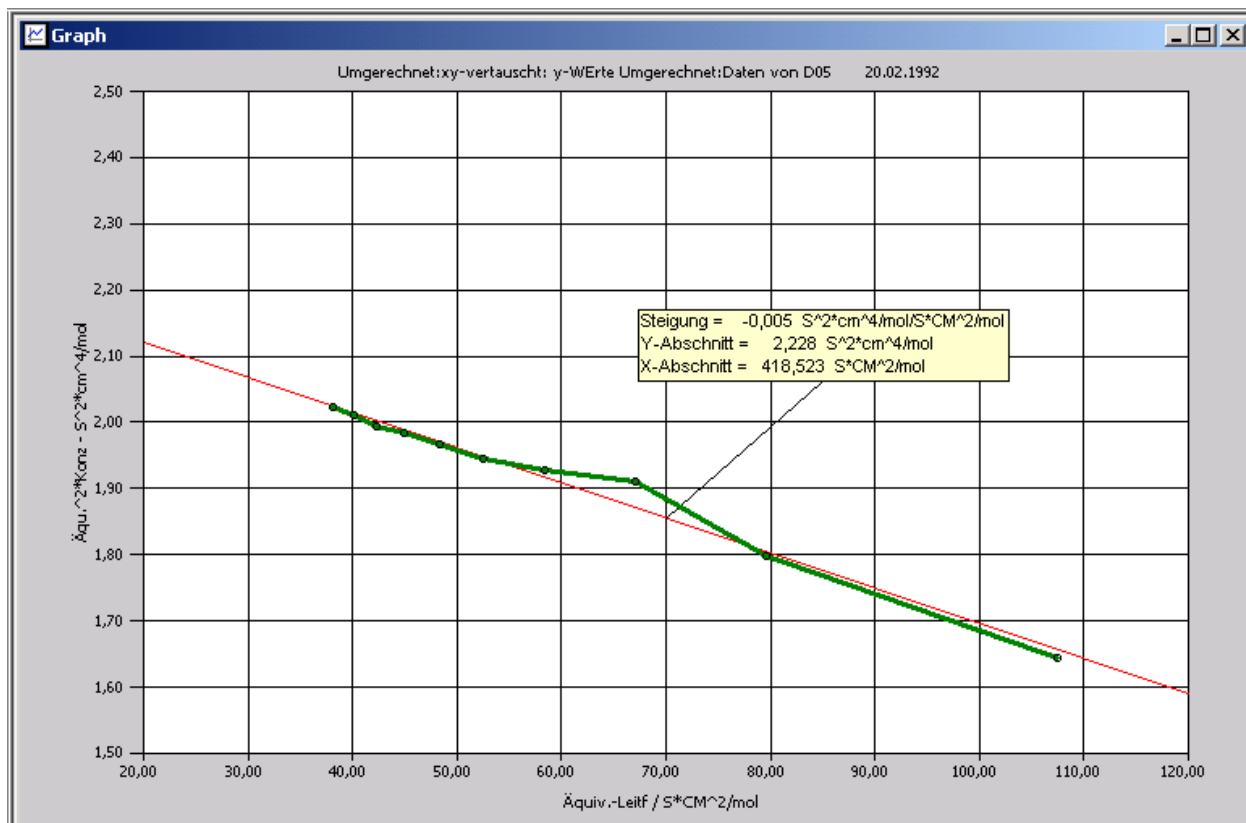
Im HM: Element \Rightarrow **Eigenschaften** \Rightarrow **Eigenschaften der Datenreihe** \Rightarrow **Skalierung**



y-Achse :

Gitternetzlinien \Rightarrow 10
 Nachkomma: \Rightarrow 2
 Beschriftungen: \Rightarrow 10
 Obergrenze \Rightarrow 2,5
 Messgröße: $\Rightarrow S^2 \cdot \text{cm}^4 / \text{mol}$
 Einheit: $\Rightarrow \text{mS}$
 Untergrenze \Rightarrow 1,5

X-Achse:

Untergrenze \Rightarrow 20
 Messgröße: $\Rightarrow \text{Äquiv.-Leitf.}$
 Einheit: $\Rightarrow S^2 \cdot \text{cm}^2 / \text{mol}$
 Obergrenze \Rightarrow 120
 Gitternetzlinien \Rightarrow 10
 Nachkomma: \Rightarrow 2
 Beschriftungen: \Rightarrow 10



Auswerten aufrufen	Im HM \Rightarrow Auswerten \Rightarrow Ausgleichsgerade
Einzeichnen der Ausgleichsgeraden:  Zeichnen	Eintragen der Werte:  Beschriften Ende:  Fertig

Notieren Sie Steigung (-0.005) und y- Achsenabschnitt (2.2) !

6. Bestimmung der Dissoziationskonstanten K_S =Steigung² / y- Abschnitt (Gleichung 17)

Berechnung:	Im HM: ⇒Extras ⇒wiss. ´ Taschenrechner ´
<i>Termeingabe:</i> <u>$(-0.005 \cdot -0.005) / 2.2$</u>	⇒Eingabetaste drücken oder auf „=“ klicken

Als Ergebnis liefert der Rechner: $1,136 \cdot 10^{-5}$
Literaturwert: $10^{-4.76}$ bzw. $1.74 \cdot 10^{-5}$

7. Bestimmung der Grenzleitfähigkeit = - y-Abschnitt / Steigung (Gleichung 18)

Berechnung:	Im HM: ⇒Extras ⇒wiss. ´ Taschenrechner ´
<i>Term eingäbe:</i> <u>$- 2.2 / - 0.005$</u>	⇒Eingabetaste drücken oder auf „=“ klicken

Als Ergebnis liefert der Rechner: $440 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
Literaturwert: $390,7 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

TIP

- Achtung: Sie müssen bei diesem Versuch sehr sorgfältig arbeiten, (Temperatur einhalten, Zellkonstante beachten usw.) da die Ergebnisse durch Extrapolation der Messwerte erhalten werden müssen.
- Dazu sollte entsprechend dem Arbeitsblatt D04 mit einer Kalibrierlösung die Messanordnung kalibriert werden.

Literatur: R. Nagel, Praktikums - und Demonstrationsversuche zum Thema Leitfähigkeit in der Sekundarstufe II,
Fa. Phywe, Göttingen , 1984