



Ostwaldsches Verdünnungsgesetz

1 Aufgaben

1. Experimentelle Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit einer Carbonsäure als Funktion ihrer Konzentration.
2. Ermittlung der Grenzleitfähigkeit Λ_0 und der Dissoziationskonstanten K_S der Carbonsäure.

2 Theoretische Grundlagen

Die Dissoziationskonstante K_S einer schwachen Säure HA in Wasser ist gegeben durch die Lage des Gleichgewichtes $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ mit der Gleichgewichtskonstanten

$$K_S = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

In dieser Gleichung bezeichnen eckige Klammern die Konzentration der Stoffe im Gleichgewicht. Das Ausmaß der Dissoziation der Säure wird durch den Dissoziationskoeffizienten α charakterisiert:

$$\alpha = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]_0}$$

mit $[\text{HA}]_0 = [\text{HA}] + [\text{A}^-]$. α hängt von der Konzentration ab:

$$K_S = \frac{\alpha^2 [\text{HA}]_0}{1 - \alpha} \quad (1)$$

Dieses Gleichgewicht kann durch Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit κ ($[\kappa] = \text{S}/\text{cm}$) der gelösten Säure als Funktion ihrer Konzentration bestimmt werden. Die molare Leitfähigkeit Λ_c bei der Konzentration c ($[\Lambda] = \text{S cm}^2/\text{mol}$) ergibt sich wie folgt:

$$\Lambda_c = \frac{\kappa}{c} \quad (2)$$

Ist Λ_0 die Grenzleitfähigkeit eines Elektrolyten bei unendlicher Verdünnung und Λ_c seine Leitfähigkeit bei der Konzentration c , so ist

$$\alpha = \frac{\Lambda_c}{\Lambda_0}.$$

Damit lässt sich Gl. 1 formulieren als (Ostwaldsches Verdünnungsgesetz):

$$K_S = \frac{\Lambda_c^2 [\text{HA}]_0}{\Lambda_0^2 \cdot (1 - \alpha)}. \quad (3)$$

Gl. 3 lässt sich linearisieren zu:

$$\frac{1}{\Lambda_c} = \frac{1}{K_S \Lambda_0^2} \cdot \Lambda_c [\text{HA}]_0 + \frac{1}{\Lambda_0}. \quad (4)$$

Berücksichtigung von Gl. 2 erlaubt es, Gl. 4 in die folgende Form zu bringen:

$$\frac{1}{\Lambda_c} = \frac{1}{K_S \Lambda_0^2} \cdot \varkappa + \frac{1}{\Lambda_0}. \quad (5)$$

Tragen wir $1/\Lambda_c$ über \varkappa auf, so erhalten wir eine Gerade, deren Ordinatenabschnitt Λ_0 und deren Steigung K_S enthält. Achten Sie bei der Auswertung auf die verwendeten Einheiten.

3 Durchführung

Die Messung wird mit Hilfe eines kommerziell erhältlichen Konduktometers durchgeführt. Das Konduktometer liefert Leitfähigkeit in der Einheit S/cm. Die Anleitung liegt am Versuchsplatz aus. Sie ist als pdf-Datei unter der Web-Adresse

<http://userpage.chemie.fu-berlin.de/%7Epcprakt/baCond.pdf>

abrufbar.

1. Kalibrieren Sie das Konduktometer mit Hilfe der bereitgestellten Kalibrierlösung. Achten Sie auf eine konstante Temperatur von 25 °C.
2. Stellen Sie eine Verdünnungsreihe aus der bereitgestellten 0,1-n Lösung einer Carbonsäure her, in dem Sie die Konzentration jeweils halbieren, bis Sie bei $1/128$ der ursprünglichen Konzentration angekommen sind. Nutzen Sie hierzu die bereit gestellten

Maßkolben. Messen Sie jeweils die Leitfähigkeit dieser Lösungen und achten Sie auf Temperaturkonstanz. Beginnen Sie mit der am stärksten verdünnten Lösung, um keine Fehler einzuschleppen.

3. Messen Sie die elektrische Leitfähigkeit des verwendeten Wassers.

4 Auswertung

1. Subtrahieren Sie die Leitfähigkeit des verwendeten Wassers zur Berechnung der korrigierten Leitfähigkeit. Achten Sie auf die korrekte Anzahl signifikanter Stellen.
2. Berechnen Sie aus den korrigierten Leitfähigkeiten die molare Leitfähigkeit der Carbonsäure und tragen Sie die Werte in die Tabelle ein.
3. Fertigen Sie eine Graphik entsprechend Gl. 4 an und bestimmen Sie die Grenzleitfähigkeit und die Dissoziationskonstante der Carbonsäure. Bestimmen Sie den statistischen Fehler und diskutieren Sie knapp mögliche systematische Fehler.

5 Zusatzfragen

1. Eine Carbonsäure weise einen K_S -Wert von $4.3 \cdot 10^{-4}$ auf.
 - a) Wie groß ist der pK_S -Wert?
 - b) Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante K der elektrolytischen Dissoziation?
 - c) Wieviel Prozent der Säure sind bei einer Verdünnung von 10^{-2} mol/L dissoziiert?
2. Ermitteln Sie aus Ihrer Auswertung den pK_S -Wert der von Ihnen untersuchten Carbonsäure. Um welche Säure könnte es sich handeln?

Version: Thu Feb 10 10:55:01 CET 2011 – RF