

Leitfähigkeiten von wässrigen Elektrolyt- und Nichtelektrolyt-Lösungen (Konduktometrie)

Einführung:

Wässrige Elektrolyt-Lösungen leiten den elektrischen Strom. Diese Leitfähigkeit beruht darauf, dass Säuren, Basen und Salze in wässriger Lösung elektrisch geladene Teilchen (Ionen) bilden. Im elektrischen Feld wandern die Ionen (die Anionen zur positiv geladenen Anode, die Kationen zur negativ geladenen Kathode) und transportieren pro Mol Äquivalentteilchen stets die gleiche Elektrizitätsmenge, nämlich 96 494 Coulomb, zu den Elektroden.

Jeder Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit liegt eine Widerstandsmessung zugrunde. Der Leitwert G und der Widerstand R sind durch die Bestimmungsgleichung $G \cdot R = 1$ miteinander verknüpft. Der Widerstand ist der Länge des Leiters l direkt, seinem Querschnitt q umgekehrt proportional:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{q} \quad (1)$$

ρ ist der spezifische Widerstand der Elektrolytlösung und bezieht sich auf einen Würfel von 1 cm Kantenlänge. Die elektrische Leitfähigkeit κ ist als reziproker Wert des spezifischen Widerstandes ρ definiert.

$$\kappa = \frac{1}{\rho} \quad (2)$$

Mit (1) ergibt sich für κ :

$$\kappa = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{q} [\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}] \quad (3)$$

Mit der Einheit Siemens (S) $\{1\text{S} = 1\Omega^{-1}\}$ ergibt sich für die Leitfähigkeit die Einheit S/cm.

In einfacher Weise erfolgt eine Bestimmung der Leitfähigkeit durch Messung des Widerstandes einer wässrigen Lösung, die sich zwischen zwei Elektroden mit einer Oberfläche von 1 cm² und einem Abstand von 1 cm befindet.

In der Praxis ist für industriell gefertigte Messzellen die jeweilige Zellkonstante (Quotient l/q in cm⁻¹) individuell durch Kalibrierung mit einer Lösung bekannten κ -Wertes zu bestimmen (z.B. $c(\text{KCl}) = 0,01 \text{ mol/L}$; $\kappa = 0,001413 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$, es sind auch Angaben in $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ gebräuchlich). Zur Vermeidung einer Elektrolyse müssen die Untersuchungen mittels Wechselstrom durchgeführt werden.

Die Abhängigkeit der Leitfähigkeitswerte von der Art und Konzentration des Elektrolyten im Wasser ist im Script beschrieben. Die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen ist auch von der Zähigkeit der Lösung abhängig. Da sich diese Zähigkeit mit der Temperatur verändert, ergibt sich die Notwendigkeit, auf Temperaturkonstanz während der Messungen zu achten.

Testfragen:

1. Was ist die elektrische Leitfähigkeit? Welche Teilchen werden dabei geleitet? Gibt es noch andere Leitfähigkeiten?
2. Worauf beruht die elektrische Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen? Welche Faktoren beeinflussen die Leitfähigkeit?
3. Was sind starke und schwache, echte und potenzielle Elektrolyte? Welche Definition trifft auf welchen Stoff zu?
4. Wie groß ist die Leitfähigkeit von Reinstwasser bei Raumtemperatur?
5. Wie lauten die Dissoziationsgleichungen für die untersuchten Stoffe?

Aufgabe:

Bestimmen Sie mit dem Leitfähigkeits-Taschenmessgerät LF 340 die Leitfähigkeit von verschiedenen ausstehenden wässrigen Lösungen unterschiedlicher Verbindungen und Verbindungsgemische und erklären Sie die Messergebnisse!

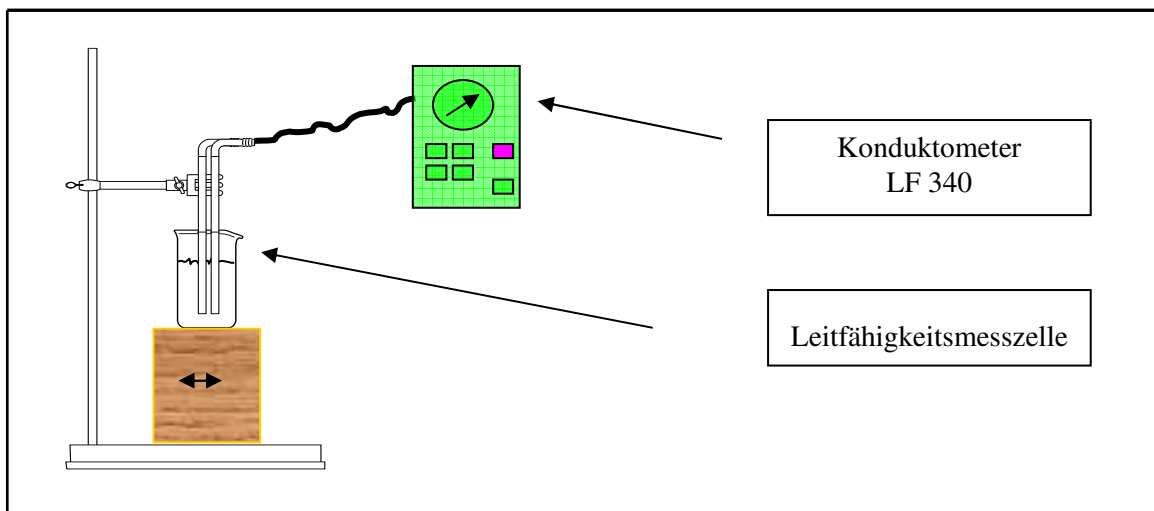
Durchführung:

Spülen Sie die Messzelle gründlich mit VE-Wasser und trocknen Sie sie vorsichtig ab. Insgesamt 9 zu untersuchende Lösungen stehen in Bechergläsern aus, vermessen Sie die Lösungen exakt in der ausstehenden Reihenfolge (Erklären Sie im Protokoll warum!)

Schalten Sie das Leitfähigkeits-Taschenmessgerät ein (nur *ON/OFF* betätigen, es ist ein Automatikmodus aktiviert) und warten Sie den Displaytest ab. Nach kurzer Zeit wird eine Leitfähigkeit von 0,0 - 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und die aktuelle Temperatur angezeigt (notieren!).

Tauchen Sie die Messelektrode in die Versuchslösung und bewegen sie das Becherglas etwa 10 Sekunden leicht kreisend. Tragen Sie den Leitfähigkeitswert in die Tabelle ein. Zwischen jeder Messung ist die Messelektrode gründlich mit VE-Wasser zu spülen und vorsichtig zu trocknen. Vermessen Sie jede Lösung dreimal und bilden Sie den Mittelwert!

Benutzen Sie für Ihre Versuchsserie ausschließlich die bereitgestellten Lösungen, um eine eventuelle Beschädigung der Messelektrode zu verhindern.



Messwerttabelle

Temperatur:

wässrige Lösung	Leitfähigkeit			
	Wert 1	Wert 2	Wert 3	Mittelwert
VE-Wasser („destilliertes Wasser“)				
Zucker-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$)				
Mineralwasser				
Leitungswasser				
Salzsäure ($c = 0,001 \text{ mol/L}$)				
Essigsäure ($c = 0,1 \text{ mol/L}$)				
Natriumacetat-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$)				
Natriumchlorid-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$)				
Calciumchlorid-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$)				

Erklären Sie die gemessenen Leitfähigkeiten für jede Lösung im Protokoll und vergleichen Sie die Lösungen miteinander. Erklären Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Recherchieren Sie die Leitfähigkeit von Reinstwasser bei Raumtemperatur und erklären Sie diesen Wert.

Führen Sie diesen Versuch zu zweit durch und fertigen dazu ein Protokoll an!