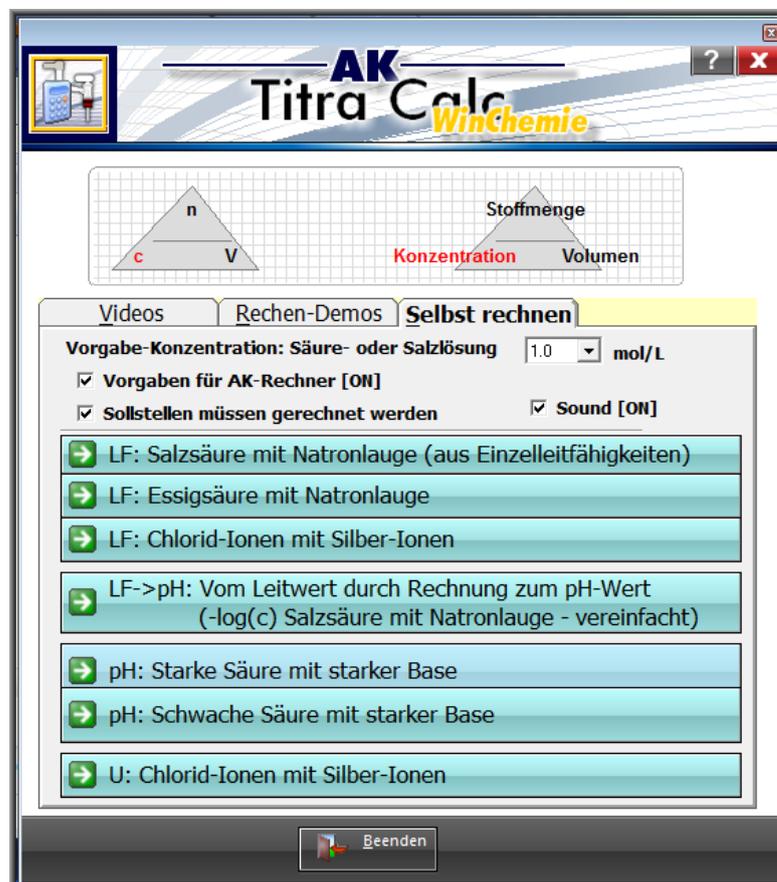




| | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Kategorie | Rechnen und Nachschlagen | | |
| Übungsmodus | ja | Testmodus | auch Automatik |
| Schwierigkeitsgrade | - | vorwählbare Aufgabenzahl | 1 |
| Aktueller Notenstand | - | Highscore | - |
| Musik zur Belobigung | - | Spezielle Hilfen: | |
| Steuerung durch Master: | ja; auch: Aufgabe | Auswertung im Master | nein |
| Eignung für Whiteboard: | ja | AK Minilabor | nein |
| Besonderheit: | | | |

Programmbeschreibung:

Mit Hilfe von TitraCalc lernt man, die Konzentrationen der jeweiligen Stoffe in einer Lösung nach einzelnen Titrationschritten zu berechnen. Während der Zugabe des Titrators zur Vorlage werden modellhaft die Vorgänge im chemischen Bereich erläutert. Die Rechnungen im Einzelnen: Berechnung der **elektrischen Leitfähigkeit** bei der Titration von starken Säuren mit starken Basen und - schwachen Säuren mit starken Basen. Berechnung des **pH-Wertes** bei der Titration von starken Säuren mit starken Basen und - schwachen Säuren mit starken Basen. Berechnung des **Potentials** bei der Titration von Chlorid- mit Silber- Ionen.



Man kann sich die Rechnungen auch in einem Demo-Modus Schritt für Schritt ansehen. Bei sehr wichtigen Berechnungen kann man die Einzelschrittrechnungen in einem Video vor seinem Auge vorbei ziehen lassen.

Bei Fehlern erhält der Kandidat sehr kleinschrittige Hilfsanweisungen. Wenn er dann noch nicht zum Ziel kommt, wird die Lösung eingeblendet.

Die Ergebnisse werden in einem Diagramm dargestellt, um so zu zeigen, wie gut die Rechnungen mit der Praxis übereinstimmen.

Dieses Programm ist besonders für den Chemieunterricht geeignet, da gemessene und berechnete "Kurven" miteinander verglichen werden können.

Beispiel: konduktometrische Titration von Salzsäure mit Natronlauge

Aktuelle Stoffmengenbilanz

- H₃O⁺: 8 mmol
- Cl⁻: 8 mmol
- Na⁺: 0 mmol
- OH⁻: ~0 mmol

Aktuelle Volumenbilanz

- V₁(Salzsäure) = 98 mL
- V₂(Natronlauge) = 0 mL
- V_(gesamt) = 98 mL

Aufgabenzettel

Lasse mit der Pipette 10 mL Salzsäure (c = 1 mol/L) in das Becherglas fließen. Damit die Elektroden bedeckt werden, sind schon 90 mL dest. Wasser vorgelegt.

Einfüllen der Salzsäure

Aktuelle Stoffmengenbilanz

- H₃O⁺: 10 mmol
- Cl⁻: 10 mmol
- Na⁺: 0 mmol
- OH⁻: ~0 mmol

Aktuelle Volumenbilanz

- V₁(Salzsäure) = 100 mL
- V₂(Natronlauge) = 0 mL
- V_(gesamt) = 100 mL

Aufgabenzettel

1. Berechnung des Gesamtvolumens
 $V_{(gesamt)} = V_1(HCl) + V_2(NaOH)$
 $V_{(gesamt)} = 100 \text{ mL} (= \text{cm}^3)$

2. Berechnung der einzelnen Ionenleitfähigkeiten
 $\kappa_{(ion)} = \frac{n(\text{Ion})}{V_{(gesamt)}} \cdot \kappa_{(ion)}$
 Einheiten: mmol / cm³ · mS·cm² / mmol = mS/cm

| |
|---|
| $\kappa(H_3O^+) = 10 / 100 \cdot 349,8 = 34,98$ |
| $\kappa(Cl^-) = 10 / 100 \cdot 76,4 = 7,64$ |
| $\kappa(Na^+) = 0 / 100 \cdot 50,1 = 0,00$ |
| $\kappa(OH^-) = 0 / 100 \cdot 198,6 = 0,00$ |

3. Berechnung der Summe
 Gesamtleitfähigkeit $\kappa_{(gesamt)}$ in mS: **42,62**

Berechnung der Einzel- und Gesamtleitfähigkeiten

Aktuelle Stoffmengenbilanz

- H₃O⁺: 10 mmol
- Cl⁻: 10 mmol
- Na⁺: 1 mmol
- OH⁻: ~0.1 mmol

Aktuelle Volumenbilanz

- V₁(Salzsäure) = 100 mL
- V₂(Natronlauge) = 1 mL
- V_(gesamt) = 101 mL

Aufgabenzettel

Klick auf die Burette

Einzelschritt (Demo)

Erste Zugabe von Natronlauge

Aktuelle Stoffmengenbilanz

- H₃O⁺: ~0 mmol
- Cl⁻: 10 mmol
- Na⁺: 10 mmol
- OH⁻: ~0 mmol

Aktuelle Volumenbilanz

- V₁(Salzsäure) = 100 mL
- V₂(Natronlauge) = 10 mL
- V_(gesamt) = 110 mL

Aufgabenzettel

Klick auf die Burette

Einzelschritt (Demo)

Der Neutralpunkt ist erreicht

Aktuelle Stoffmengenbilanz

- H₃O⁺: ~0 mmol
- Cl⁻: 10 mmol
- Na⁺: 10 mmol
- OH⁻: ~0 mmol

Aktuelle Volumenbilanz

- V₁(Salzsäure) = 100 mL
- V₂(Natronlauge) = 10 mL
- V_(gesamt) = 110 mL

Aufgabenzettel

1. Berechnung des Gesamtvolumens
 $V_{(gesamt)} = V_1(HCl) + V_2(NaOH)$
 $V_{(gesamt)} = 110 \text{ mL} (= \text{cm}^3)$

2. Berechnung der einzelnen Ionenleitfähigkeiten
 $\kappa_{(ion)} = \frac{n(\text{Ion})}{V_{(gesamt)}} \cdot \kappa_{(ion)}$
 Einheiten: mmol / cm³ · mS·cm² / mmol = mS/cm

| |
|---|
| $\kappa(H_3O^+) = 0 / 110 \cdot 349,8 = 0,00$ |
| $\kappa(Cl^-) = 10 / 110 \cdot 76,4 = 6,95$ |
| $\kappa(Na^+) = 10 / 110 \cdot 50,1 = 4,55$ |
| $\kappa(OH^-) = 0 / 110 \cdot 198,6 = 0,00$ |

3. Berechnung der Summe
 Gesamtleitfähigkeit $\kappa_{(gesamt)}$ in mS: **11,50**

Berechnung der Einzel- und Gesamtleitfähigkeiten am Neutralpunkt

Aktuelle Stoffmengenbilanz

- H₃O⁺: ~0 mmol
- Cl⁻: 10 mmol
- Na⁺: 20 mmol
- OH⁻: 10 mmol

Aktuelle Volumenbilanz

- V₁(Salzsäure) = 100 mL
- V₂(Natronlauge) = 20 mL
- V_(gesamt) = 120 mL

Aufgabenzettel

1. Berechnung des Gesamtvolumens
 $V_{(gesamt)} = V_1(HCl) + V_2(NaOH)$
 $V_{(gesamt)} = 120 \text{ mL} (= \text{cm}^3)$

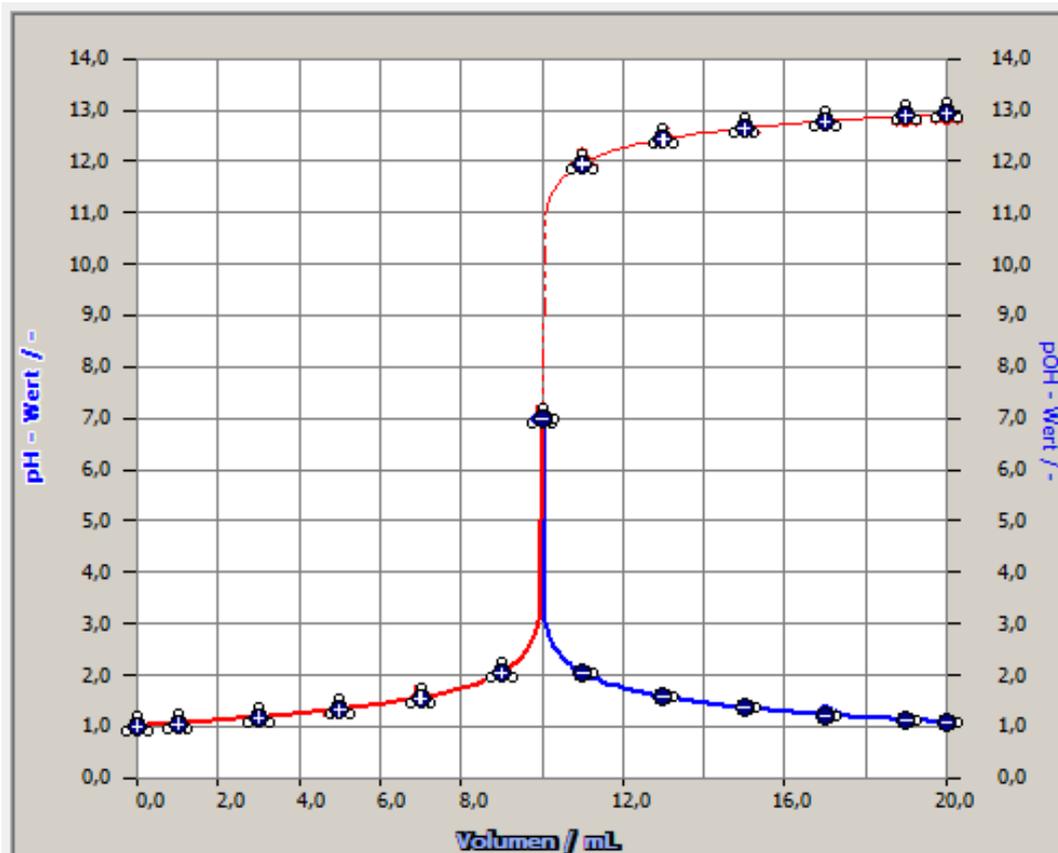
2. Berechnung der einzelnen Ionenleitfähigkeiten
 $\kappa_{(ion)} = \frac{n(\text{Ion})}{V_{(gesamt)}} \cdot \kappa_{(ion)}$
 Einheiten: mmol / cm³ · mS·cm² / mmol = mS/cm

| |
|---|
| $\kappa(H_3O^+) = 0 / 120 \cdot 349,8 = 0,00$ |
| $\kappa(Cl^-) = 10 / 120 \cdot 76,4 = 6,37$ |
| $\kappa(Na^+) = 20 / 120 \cdot 50,1 = 8,35$ |
| $\kappa(OH^-) = 10 / 120 \cdot 198,6 = 16,55$ |

3. Berechnung der Summe
 Gesamtleitfähigkeit $\kappa_{(gesamt)}$ in mS: **31,27**

Das Ende der Titration. Durch das zusätzliche Einzeichnen der Gesamtleitfähigkeit lässt sich schön zeigen, dass sie sich additiv aus den Einzelleitfähigkeiten zusammensetzt.

Besonders schön kann man von dieser Titration ausgehend den pH- bzw. pOH-Wert einführen:



Hier sind jetzt nur noch die Konzentrationen der H_3O^+ und OH^- Ionen (logarithmisch) gegen das Volumen der Natronlauge aufgetragen:

- pH-Wert = $-\log(c(\text{H}_3\text{O}^+))$ rote Kurve
- pOH-Wert = $-\log(c(\text{OH}^-))$ blaue Kurve und
- pH-Wert = $14 - \text{pOH-Wert}$ rot gepunktete Kurve