PROFESSOR ERKLÄRBÄR

Serie Chemie · Folge 3 · Advanced

CHEMIE

LEHRERINFO ZUM VIDEO

Lösungen und Trennverfahren

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Chemie	Gymnasium (Klasse 10–12)	15 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- die Löslichkeit (g pro 100 g Wasser) angeben, Löslichkeitskurven lesen und die Ausbeute beim Umkristallisieren berechnen,
- gesättigte und übersättigte Lösungen unterscheiden und die Löslichkeit von Gasen in Abhängigkeit von Temperatur und Druck erklären,
- Massenanteil, Volumenanteil, Massenkonzentration und ppm verwenden und Verdünnungen berechnen,
- Gefrierpunkterniedrigung, Siedepunkterhöhung und Osmose auf Teilchenebene erklären,
- Destillation (Azeotrop), Extraktion (Verteilungskoeffizient) und Chromatographie (Rf-Wert) quantitativ beschreiben.

02 Voraussetzungen

Folge 3 Grundlagen (Gemische, Trennverfahren, Massenanteil) und Folge 2 Advanced (Dampfdruck, Phasendiagramm, überkritisches CO_2). Vor Folge 8 Advanced bewusst ohne Stoffmenge; die Stoffmengenkonzentration folgt dort. Polarität und „Gleiches löst sich in Gleichem“ in Folge 7 Advanced.

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND PRAXISBEISPIEL
0:00	Einstieg	Wärmekissen · Ident · Ausblick Zelle: Elektrolyt ist eine Lösung
0:46	Was du brauchst	homogen/heterogen, Trennen über Unterschiede, Massenanteil (03G) · Dampfdruck (02A)
1:19	Löslichkeit	Zucker, Kochsalz, Natron, Kalk · gesättigt · Löslichkeitskurven KNO_3/NaCl (Merksatz 1)

2:16	Umkristallisieren	110 g → 31,6 g: 78,4 g = 71 % · Meersalz durch Eindampfen · übersättigt: Wärmekissen, Kandiszucker
3:35	Gase in Wasser	CO_2 3,4 / 1,7 / 1,0 g/L · Cola, Fische · doppelter Druck · Taucherkrankheit
4:27	Gehaltsangaben	w, φ, β, ppm · 50 + 50 ≈ 96 mL · Essigessenz 25 % → 5 % PAUSE-FRAGE 200 g mit 3,5 % · Ausblick Zelle
6:26	Gelöste Teilchen zählen	Dampfdruck sinkt · Meerwasser −1,9 °C, Streusalz · Nudelwasser · Osmose, Umkehrosmose (Merksatz 2)
7:50	Destillation genauer	Anreicherung · Kolonne · Azeotrop ≈ 96 % · Schnaps: NICHT NACHMACHEN
8:55	Extraktion und Chromatographie	K = 4: 80 % gegen 89 % · Kaffee · Rf-Wert 0,40 · Gaschromatographie (Merksatz 3) PAUSE-FRAGE Rf = 0,30
11:16	Prüfungsfallen	vier Fallen (siehe 04)
12:01	Zusammenfassung	sechs Kernaussagen
12:40	Quiz	4 Fragen · Endkarte Folge 4 Advanced

04 Typische Fehlvorstellungen

- „Mehr Salz macht die Lösung immer konzentrierter“ – nur bis zur Sättigung (Kapitel 2).
- „Warmes Wasser löst alles besser“ – Feststoffe meist ja, Gase schlechter (Kapitel 4).
- „50 mL Alkohol + 50 mL Wasser = 100 mL“ – ≈ 96 mL; Volumen sind nicht additiv (Kapitel 5).
- „Salz im Nudelwasser lässt es heisser kochen“ – um weniger als 0,2 K (Kapitel 6).
- „Destillieren liefert reinen Alkohol“ – Grenze beim Azeotrop, ≈ 96 % (Kapitel 7).

05 Einsatz im Unterricht

Einstieg: Wärmekissen aus der Apotheke auslösen, Temperatur messen, danach im Wasserbad regenerieren.

Experiment: Papierchromatographie von Filzstiftfarben mit Rf-Werten; Gurkenscheiben in Salzwasser und Leitungswasser (Osmose, Massenänderung wiegen).

Vertiefung: Löslichkeitskurve von Kaliumnitrat im Schullabor aufnehmen; Volumenkontraktion Ethanol/Wasser im Messzylinder zeigen.

Repetition: Kapitel 9–11 vor der Prüfung; Quiz pausieren und begründen lassen.

Hinweise: Gefrierpunkterniedrigung und Siedepunkterhöhung sind kolligative Eigenschaften; die quantitative Behandlung ($\Delta T = K \cdot b$) braucht die Stoffmenge (Folge 8). Das Azeotrop Ethanol–Wasser liegt bei 95,6 % Massenanteil. Wärmekissen enthalten Natriumacetat-Trihydrat; die Kristallisationswärme erwärmt auf gut 50 °C.

06 Quellen

- Löslichkeiten (g pro 100 g Wasser, 20 °C): Saccharose 204, NaCl 35,9, $NaHCO_3$ 9,6, KNO_3 31,6 (60 °C: 110), $CaCO_3$ ≈ 0,001 (CRC Handbook of Chemistry and Physics)
- Löslichkeit von CO_2 (1 bar): 3,35 g/L (0 °C), 1,69 g/L (20 °C), 0,97 g/L (40 °C); O_2 in luftgesättigtem Wasser 14,6 / 9,1 / 6,4 mg/L
- Azeotrop Ethanol–Wasser: 95,6 % (Massenanteil), 78,2 °C; Eutektikum NaCl–H_2O: −21,1 °C
- Umkehrosmose-Entsalzung: Betriebsdruck ≈ 55–80 bar (osmotischer Druck von Meerwasser ≈ 27 bar)

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Lösungen und Trennverfahren

1 Merksätze ergänzen ●○○

Eine _____ Lösung enthält so viel gelösten Stoff, wie sie bei dieser Temperatur aufnehmen kann.

Gelöste Teilchen senken die _____ und heben die Siedetemperatur.

Jedes Trennverfahren nutzt einen _____ der Eigenschaften.

2 Umkristallisieren ●●○

Kaliumnitrat: 63,9 g pro 100 g Wasser bei 40 °C, 20,9 g bei 10 °C. Du sättigst 250 g Wasser bei 40 °C und kühlst auf 10 °C ab. Wie viel Kaliumnitrat kristallisiert aus, wie viel Prozent sind das?

3 Gehaltsangaben ●●○

a) Wie viel Zucker steckt in 330 g Limonade mit w = 10 %? b) Ein Mineralwasser enthält 120 mg Calcium pro Liter. Wie viel Calcium trinkst du mit 1,5 L? c) Wie viel Wasser brauchst du, um 50 g Essigessenz (25 %) auf 5 % zu verdünnen?

4 Gelöste Teilchen ●●○

Erkläre auf Teilchenebene, warum Salzwasser tiefer gefriert als reines Wasser und warum eine Gurke in Salz Wasser verliert.

5 Extraktion und Chromatographie ●●●

a) Ein Stoff hat den Verteilungskoeffizienten K = 9 (Lösungsmittel : Wasser). Du schüttelst 100 mL Wasser einmal mit 100 mL Lösungsmittel oder zweimal mit je 50 mL aus. Berechne beide Ausbeuten. b) Ein Farbstoff wandert 4,5 cm, das Fliessmittel 7,5 cm. Berechne den Rf-Wert.

6 Quiz aus dem Video – kreuze an ●○○

a) Warme Cola wird schal, weil ☐ Zucker zerfällt ☐ Gase sich schlechter lösen ☐ Flasche undicht

b) Streusalz wirkt, weil ☐ Salz warm ist ☐ Gefriertemperatur sinkt ☐ Eis rau wird

c) Der Rf-Wert gibt an ☐ relative Laufstrecke ☐ Farbe ☐ Masse

d) Alkohol durch Destillieren höchstens ☐ 100 % ☐ ≈ 96 % ☐ 50 %

Lösungen

1 Merksätze

gesättigte · Gefriertemperatur · Unterschied

2 Umkristallisieren

Gelöst bei 40 °C: 2,5 · 63,9 g = 159,8 g. Gelöst bei 10 °C: 2,5 · 20,9 g = 52,3 g. Es kristallisieren 107,5 g aus, also 107,5 : 159,8 ≈ 67 %.

3 Gehaltsangaben

a) 330 g · 10 % = 33 g Zucker b) 1,5 L · 120 mg/L = 180 mg Calcium c) Säure: 50 g · 25 % = 12,5 g → Lösung mit 5 %: 12,5 g : 5 % = 250 g → 200 g Wasser dazugeben.

4 Gelöste Teilchen

Gelöste Ionen stören den Aufbau des Eisgitters und besetzen einen Teil der Oberfläche; Salzwasser gefriert erst unter 0 °C. Die Gurkenhaut lässt Wasser durch, aber kaum Salz: Wasser wandert aus der Gurke zur konzentrierteren Salzlösung (Osmose).

5 Extraktion und Chromatographie

a) Einmal 100 mL: 900 : (900 + 100) = 90 %. Zweimal 50 mL: Je Runde bleibt 100 : (450 + 100) = 2/11 zurück, nach zwei Runden $(2/11)^2 \approx 0{,}033$ → ≈ 97 %. b) Rf = 4,5 : 7,5 = 0,60.

6 Quiz

a) Gase lösen sich schlechter b) Gefriertemperatur sinkt c) relative Laufstrecke d) ≈ 96 %