PROFESSOR ERKLÄRBÄR

Serie Chemie · Folge 7 · Advanced

CHEMIE

LEHRERINFO ZUM VIDEO

Zwischenmolekulare Kräfte

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Chemie	Gymnasium (Klasse 10–12)	14 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- Bindungen im Molekül und zwischenmolekulare Kräfte unterscheiden und erklären, was beim Schmelzen und Kochen überwunden wird,
- Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken und Ion-Dipol-Kräfte unterscheiden und ihre Stärke einordnen,
- Kochtemperaturen aus Elektronenzahl, Kontaktfläche (Form) und Polarität begründen,
- Löslichkeit und Mischbarkeit vorhersagen (hydrophil, hydrophob, Tenside) und das Lösen von Salzen mit Gitterenergie und Hydratation erklären,
- zwischenmolekulare Kräfte in Biologie und Technik erkennen (DNA, Gecko, Klebstoff, Frostschutz).

02 Voraussetzungen

Folge 7 Grundlagen (Dipol Wasser, Wasserstoffbrücken) und Folge 6 Advanced (Elektronegativität, EPA-Modell, Dipolmoleküle). Energie beim Lösen quantitativ (Lösungsenthalpie) in Folge 10 Advanced.

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND PRAXISBEISPIEL
0:00	Einstieg	Ethanol 78 °C gegen Dimethylether −24 °C · Ident · Zellen-Baustein 4
0:43	Was du brauchst	Dipol, Wasserstoffbrücken (07G) · ΔEN, Form (06A)
1:09	Innen und zwischen	Bindung ≈ 20 × Wasserstoffbrücke · Kochen lässt Moleküle ganz (Merksatz 1)
1:51	Van-der-Waals-Kräfte	spontaner und induzierter Dipol · Alkane −162 bis 126 °C · Edelgase · Pentan/Neopentan · Feuerzeug

3:32	Dipol-Dipol-Kräfte	Propan −42 °C gegen Dimethylether −24 °C · Aceton mischt sich mit Wasser
4:12	Wasserstoffbrücken	H an N, O, F · Hydride der 6. Hauptgruppe · NH_3/PH_3 · Ethanol (Merksatz 2) PAUSE-FRAGE Cl_2 oder Br_2
6:11	Löslichkeit	Alkohole · hydrophil/hydrophob · Tenside, Mizellen · Iod in Hexan · Fettfleck PAUSE-FRAGE Ethanol/Hexan
7:42	Salze lösen	Gitter aufbrechen + Hydratisieren · warm oder kalt · Zellen-Baustein 4: Elektrolyt
8:41	Kräfte im Alltag	Gecko · DNA · Föhnfrisur · Klebstoff · Frostschutz
9:45	Prüfungsfallen	vier Fallen (siehe 04)
10:34	Zusammenfassung	sechs Kernaussagen
11:07	Quiz	4 Fragen · Endkarte Folge 8 Advanced

04 Typische Fehlvorstellungen

- „Beim Kochen von Wasser brechen O–H-Bindungen“ – nur die Wasserstoffbrücken werden überwunden (Kapitel 1 und Fallen).
- „Jedes Molekül mit H bildet Wasserstoffbrücken“ – nur H an N, O oder F; Methan bildet keine (Kapitel 4).
- „Unpolare Stoffe haben keine zwischenmolekularen Kräfte“ – Van-der-Waals-Kräfte haben alle; Octan kocht höher als Wasser (Kapitel 2).
- „Die Masse allein bestimmt die Kochtemperatur“ – Form und Polarität zählen mit (Kapitel 2 und 3).
- „Beim Lösen wird immer Wärme frei“ – je nach Gitterenergie und Hydratation wird es warm oder kalt (Kapitel 6).

05 Einsatz im Unterricht

Einstieg: Kochtemperaturen von Propan, Dimethylether und Ethanol vorgeben – Erklärung vor dem Video sammeln.

Experiment: Iod in Wasser und in Hexan bzw. Waschbenzin (Lehrerversuch, Abzug); Mischbarkeit Ethanol/Wasser, Öl/Wasser.

Vertiefung: Kältepack und Wärmepack aus der Apotheke untersuchen (Ausblick Folge 10).

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

Hinweise: Die ≈ −80 °C für Wasser ohne Wasserstoffbrücken sind eine Extrapolation (Literatur −70 bis −90 °C). „Etwa 20-mal“: O–H-Bindungsenergie ≈ 460 kJ/mol gegen ≈ 20 kJ/mol pro Wasserstoffbrücke. Die Reihenfolge der Kräfte gilt für Moleküle ähnlicher Grösse.

06 Quellen

- Kochtemperaturen (°C): CH_4 −162, C_3H_8 −42, C_4H_{10} −0,5, n-C_5H_{12} 36, Neopentan 9,5, n-C_8H_{18} 126, $(CH_3)_2O$ −24, C_2H_5OH 78, H_2S −60, H_2Se −41, H_2Te −2, NH_3 −33, PH_3 −88, Cl_2 −34, Br_2 59, He −269, Xe −108 (CRC Handbook of

Chemistry and Physics)
- Löslichkeit von 1-Hexanol in Wasser ≈ 6 g/L (20 °C); Methanol bis 1-Propanol unbegrenzt mischbar
- Autumn, K. et al.: Adhesive force of a single gecko foot-hair, Nature 405 (2000) 681
- Watson, J. D.; Crick, F. H. C.: Molecular structure of nucleic acids, Nature 171 (1953) 737

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Zwischenmolekulare Kräfte

1 Merksätze ergänzen ●○○

Kochen und Schmelzen überwinden Kräfte _____ den Molekülen, nicht die Bindungen in ihnen.

Bei ähnlicher Grösse: Van-der-Waals < _____ < _____ < Ion-Dipol.

_____ löst sich in Gleichem.

2 Kräfte bestimmen ●○○

Welche zwischenmolekularen Kräfte wirken jeweils hauptsächlich? a) Methan b) Chlorwasserstoff c) Ammoniak d) Kochsalz in Wasser e) Iod

3 Kochtemperaturen ordnen ●●○

Ordne nach steigender Kochtemperatur und begründe: a) Ethan, Propan, Butan b) Methanol (32 u), Ethan (30 u), Methanal (30 u) c) n-Butan und Isobutan (verzweigt)

4 Löslichkeit ●●○

Löst sich der Stoff gut in Wasser oder in Hexan? Begründe: a) Glucose (viele OH-Gruppen) b) Kerzenwachs c) Aceton d) Speiseöl e) Butanol (teilweise – warum?)

5 Salze lösen ●●○

Ein Kältepack wird beim Lösen kalt, ein Wärmepack warm. Erkläre beides mit den zwei Schritten des Lösens.

6 Praxis: Frostschutz ●●●

Glykol (Ethandiol, zwei OH-Gruppen) mischt sich in jedem Verhältnis mit Wasser und senkt die Gefriertemperatur. Erkläre beides auf Teilchenebene.

7 Quiz aus dem Video – kreuze an ●○○

a) DNA-Stränge ☐ Ionenbindungen ☐ Wasserstoffbrücken ☐ Van-der-Waals

b) Neopentan kocht tiefer, weil ☐ leichter ☐ polar ☐ kleinere Kontaktfläche

c) Methan bildet Wasserstoffbrücken ☐ ja ☐ nein ☐ nur in Wasser

d) Gecko haftet durch ☐ Saugnäpfe ☐ Schleim ☐ Van-der-Waals

Lösungen

1 Merksätze

zwischen · Dipol-Dipol, Wasserstoffbrücken · Gleiches

2 Kräfte

a) Van-der-Waals b) Dipol-Dipol (+ Van-der-Waals) c) Wasserstoffbrücken d) Ion-Dipol e) Van-der-Waals (viele Elektronen, darum fest)

3 Kochtemperaturen

a) Ethan (−89 °C) < Propan (−42 °C) < Butan (−0,5 °C): mehr Elektronen und Kontaktfläche. b) Ethan (−89 °C) < Methanal (−19 °C, Dipol) < Methanol (65 °C, Wasserstoffbrücken). c) Isobutan (−12 °C) < n-Butan (−0,5 °C): verzweigt = kleinere Kontaktfläche.

4 Löslichkeit

a) Wasser (Wasserstoffbrücken) b) Hexan (unpolar) c) beides (polar, aber mit unpolaren Methylgruppen) d) Hexan e) teilweise in Wasser: Die OH-Gruppe bildet Brücken, der Rest aus vier C-Atomen ist schon recht gross und unpolar.

5 Salze lösen

Lösen = Gitter aufbrechen (kostet Energie) + Hydratisieren (setzt Energie frei). Kältepack: Das Aufbrechen kostet mehr, als die Hydratation bringt – die Energie wird der Umgebung entzogen. Wärmepack: umgekehrt.

6 Frostschutz

Glykol bildet mit seinen OH-Gruppen Wasserstoffbrücken zum Wasser und mischt sich deshalb. Die Glykolmoleküle stören das regelmässige Eisgitter – es bildet sich erst bei tieferer Temperatur.

7 Quiz

a) Wasserstoffbrücken b) kleinere Kontaktfläche c) nein d) Van-der-Waals