LEHRERINFO ZUM VIDEO

Chemisches Gleichgewicht

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Chemie	Gymnasium (Klasse 10–12)	13 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- umkehrbare Reaktionen und das dynamische Gleichgewicht beschreiben,
- das Massenwirkungsgesetz aufstellen und K berechnen,
- Gleichgewichtskonzentrationen mit einer Tabelle (Anfang – Änderung – Gleichgewicht) bestimmen,
- mit dem Reaktionsquotienten Q und dem Prinzip von Le Chatelier vorhersagen, wohin sich ein Gleichgewicht verschiebt,
- das Haber-Bosch-Verfahren als Kompromiss zwischen Gleichgewichtslage und Geschwindigkeit begründen.

02 Voraussetzungen

Advanced-Folgen 8 (Konzentration), 9 (Stöchiometrie) und 10 (Reaktionsgeschwindigkeit, ΔH, Katalysator). Säure-Base-Gleichgewichte (Ks, pKs, Puffer) folgen in 12A; Gleichgewicht und Zellspannung in 13A. Diese Folge gibt es nur als Advanced.

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND BEISPIEL
0:00	Einstieg	Sprudelflasche · Ident · Serien-Fahrplan, Zellen-Baustein 8
0:38	Was du brauchst	Geschwindigkeit, Katalysator, mol/L
1:02	Hin und zurück	Doppelpfeil · Modell zwei Becken, zwei Becher
1:48	Dynamisches Gleichgewicht	v(hin) = v(rück), Konzentrationen konstant (Merksatz 1)
2:23	Massenwirkungsgesetz	K, Lage · Messwerte N_2O_4/NO_2 → 4,6 · 10^{-3} mol/L (Merksatz 2) PAUSE-FRAGE MWG für SO_3

3:54	Rechnen mit der Tabelle	Veresterung: 67 %, mit Ethanol-Überschuss 90 %
4:55	Reaktionsquotient	Q < K, Q > K, Q = K
5:19	Prinzip von Le Chatelier	Konzentration, Druck, Temperatur · NO_2/N_2O_4 im Eis- und Heisswasserbad (nur Video) · Katalysator (Merksatz 3) PAUSE-FRAGE Druck auf Ammoniak-Synthese
6:52	Dünger aus Luft	Haber-Bosch: 450 °C, 200 bar, Eisenkatalysator, NH_3 abtrennen
7:45	Gleichgewichte überall	Tropfsteinhöhle · CO und Hämoglobin · Ozean
8:24	Zellen-Baustein 8	leer = Gleichgewicht · Daniell $K \approx 10^{37}$
8:55	Prüfungsfallen	fünf Fallen (siehe 04)
9:42	Zusammenfassung	fünf Kernaussagen
10:12	Quiz	4 Fragen · Endkarte Folge 12 Advanced

04 Prüfungsfallen

- „Im Gleichgewicht ist die Reaktion beendet“ – Hin- und Rückreaktion laufen gleich schnell weiter.
- „Im Gleichgewicht sind die Konzentrationen gleich“ – sie sind konstant, nicht gleich.
- „Ein Katalysator erhöht die Ausbeute“ – er beschleunigt nur die Einstellung.
- „Druck verschiebt jedes Gleichgewicht“ – nur bei Änderung der Gasteilchenzahl; Feststoffe und Wasser als Lösungsmittel stehen nicht im MWG.
- „Bei Temperaturänderung bleibt K gleich“ – die Temperatur ändert K selbst.

05 Einsatz im Unterricht

Modellversuch: Stechheber-Versuch mit zwei Messzylindern und zwei unterschiedlich dicken Glasröhren – Werte pro Runde notieren und auftragen.

Lehrerversuch: NO_2/N_2O_4-Ampullen im Eis- und Heisswasserbad (geschlossen, Abzug).

Rechnen: Aufgaben 2–6 mit der Tabelle; jede Lösung mit Q = K kontrollieren.

Repetition: Kapitel 10–13 vor der Prüfung; Quiz pausieren und begründen lassen.

Sicherheit: Stickstoffdioxid ist sehr giftig – nur in zugeschmolzenen Ampullen. Ethylacetat-Synthese mit konzentrierter Schwefelsäure nur im Schullabor unter Aufsicht.

06 Quellen

- Gleichgewichtsdaten $N_2O_4 \rightleftharpoons 2\ NO_2$ (25 °C) und $\Delta H \approx -57$ kJ/mol für $2\ NO_2 \rightarrow N_2O_4$ (Lehrbuchwerte)
- Veresterung Essigsäure/Ethanol: $K \approx 4$ (Berthelot/Péan de Saint-Gilles)
- Haber-Bosch: $\Delta H = -92$ kJ/mol; typische Bedingungen 400–500 °C, 150–300 bar; Bedeutung für die Welternährung (Smil, Enriching the Earth, 2001)
- Daniell-Element: $E° = 1{,}10$ V → $K = e^{(zFE°/RT)} \approx 10^{37}$

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Chemisches Gleichgewicht

1 Merksätze ergänzen ●○○

Im Gleichgewicht laufen Hin- und Rückreaktion _____; die Konzentrationen bleiben _____.

K = _____ durch _____, jeweils hoch Koeffizient.

Ein Gleichgewicht weicht einem _____ aus.

2 Massenwirkungsgesetz aufstellen ●○○

a) $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ b) $N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$ c) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

3 K berechnen ●●○

Im Gleichgewicht $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ misst man $c(H_2) = c(I_2) = 0{,}10$ mol/L und $c(HI) = 0{,}70$ mol/L. Berechne K. Wo liegt das Gleichgewicht?

4 Tabelle ●●●

Veresterung (K = 4) mit 2,0 mol Essigsäure und 1,0 mol Ethanol. Wie viel Ester entsteht? (Tipp: $3x^2 - 12x + 8 = 0$)

5 Le Chatelier ●●○

$N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$ (exotherm). Wohin verschiebt sich das Gleichgewicht bei a) mehr N_2, b) Druckerhöhung, c) Temperaturerhöhung, d) Zugabe eines Katalysators?

6 Reaktionsquotient ●●○

Für $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ ($K = 49$) liegen $c(H_2) = c(I_2) = 0{,}20$ mol/L und $c(HI) = 0{,}50$ mol/L vor. Berechne Q. In welche Richtung läuft die Reaktion?

---

7 Quiz aus dem Video – kreuze an ●○○

a) gleich im Gleichgewicht ☐ Konzentrationen ☐ Geschwindigkeiten

b) K = 10^{10} ☐ fast nur Edukte ☐ fast nur Produkte

c) Katalysator verschiebt ☐ ja ☐ nein

d) exotherm, erwärmt ☐ zu den Produkten ☐ zu den Edukten

Lösungen

1 Merksätze

gleich schnell · konstant · Produkte · Edukte · Zwang

2 MWG

a) $K = c^2(HI) / (c(H_2) \cdot c(I_2))$ b) $K = c^2(NH_3) / (c(N_2) \cdot c^3(H_2))$ c) $K = c(CO_2)$ – Feststoffe stehen nicht im MWG

3 K berechnen

$K = 0{,}70^2 : (0{,}10 \cdot 0{,}10) = 0{,}49 : 0{,}010 = 49$ → das Gleichgewicht liegt auf der Seite des HI.

4 Tabelle

$x^2 / ((2 - x)(1 - x)) = 4 \rightarrow 3x^2 - 12x + 8 = 0 \rightarrow x = (12 - \sqrt{48}) : 6 \approx 0{,}85$ mol Ester (85 % bezogen auf Ethanol).

5 Le Chatelier

a) nach rechts b) nach rechts (4 → 2 Gasteilchen) c) nach links (K wird kleiner) d) keine Verschiebung, nur schnellere Einstellung

6 Reaktionsquotient

$Q = 0{,}50^2 : (0{,}20 \cdot 0{,}20) = 0{,}25 : 0{,}040 = 6{,}25 < 49$ → die Reaktion läuft nach rechts (mehr HI).

7 Quiz

a) Geschwindigkeiten b) fast nur Produkte c) nein d) zu den Edukten