PROFESSOR ERKLÄRBÄR

Serie Chemie · Folge 12 · Advanced

CHEMIE

LEHRERINFO ZUM VIDEO

Säure-Base-Chemie und pH-Wert

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

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- Säuren und Basen nach Brønsted definieren und korrespondierende Säure-Base-Paare angeben,
- mit dem Ionenprodukt des Wassers ($K_W = 10^{-14}$) zwischen pH und pOH umrechnen,
- den pH-Wert starker und schwacher Säuren und Basen berechnen ($pH = -\lg c_0$ bzw. $pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_S - \lg c_0)$),
- eine Säure-Base-Titration auswerten und Titrationskurven deuten (Äquivalenz- und Halbäquivalenzpunkt),
- die Wirkung eines Puffers erklären und seinen pH mit der Henderson-Hasselbalch-Gleichung berechnen.

02 Voraussetzungen

Grundlagen-Folge 12 (Oxonium- und Hydroxid-Ionen, pH-Skala, Neutralisation), Advanced-Folgen 8 (Konzentration, n = c · V) und 11 (Massenwirkungsgesetz, K). Logarithmus zur Basis 10. Redoxreaktionen und Nernst-Gleichung folgen in 13A.

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND BEISPIEL
0:00	Einstieg	Blut-pH 7,35–7,45 · Ident · Serien-Fahrplan, Zellen-Baustein 9
0:44	Was du brauchst	Oxonium- und Hydroxid-Ionen, pH-Skala, MWG
1:12	Brønsted	Protonendonator/-akzeptor · HCl/Cl^-, NH_4^+/NH_3 · Wasser als Ampholyt (Merksatz 1)
2:05	Autoprotolyse und pH	$K_W = 10^{-14}$ · pH + pOH = 14

2:50	Starke Säuren und Basen	HCl 0,1 mol/L → pH 1 · NaOH 0,01 mol/L → pH 12 PAUSE-FRAGE HCl 0,001 und NaOH 0,05 mol/L
3:45	Schwache Säuren	K_S, pK_S-Tabelle · Speiseessig pH ≈ 2,4 (Merksatz 2) PAUSE-FRAGE NH_4Cl 0,1 mol/L
5:17	Titration	Essig mit NaOH: 0,83 mol/L ≈ 5 % · Titrationskurven · pH = pK_S am Halbäquivalenzpunkt · Phenolphthalein
6:32	Puffer	Essigsäure/Acetat · Henderson-Hasselbalch · 4,76 → 4,67 statt 7 → 2 (Merksatz 3)
7:32	Puffer in Körper und Meer	Blut CO_2/HCO_3^-: 6,1 + lg 20 = 7,4 · Hyperventilieren · Ozean 8,2 → 8,1 (+26 % H_3O^+)
8:32	Zellen-Baustein 9	Zitronenbatterie: Zn → Zn^{2+}, am Kupfer H_3O^+ → H_2 · Ausblick Nernst
9:10	Prüfungsfallen	vier Fallen (siehe 04)
9:57	Zusammenfassung	sechs Kernaussagen
10:31	Quiz	4 Fragen · Endkarte Folge 13 Advanced

04 Prüfungsfallen

- Formel für schwache Säuren auf starke anwenden (oder umgekehrt) – zuerst den pK_S prüfen: unter 1 stark, etwa 4 bis 10 schwach.
- „Am Äquivalenzpunkt ist der pH immer 7“ – nur bei starker Säure und starker Base; mit einer schwachen Säure liegt er im Basischen.
- „Ein Puffer hält jede Säuremenge aus“ – nur, solange seine Pufferkapazität reicht.
- ln statt lg, mmol/L statt mol/L eingesetzt – für den pH immer den Zehnerlogarithmus der Konzentration in mol/L.

05 Einsatz im Unterricht

Schülerversuch: Titration von Speiseessig (1 : 10 verdünnt) mit NaOH 0,1 mol/L und Phenolphthalein – Ergebnis mit der Angabe auf der Flasche vergleichen.

Puffervergleich: je 50 mL Wasser und Acetatpuffer mit gleich vielen Tropfen Salzsäure versetzen, pH messen.

Zuhause: Zitronenbatterie mit verzinktem Nagel und Kupferblech, Spannung messen; mehrere Zitronen in Reihe.

Repetition: Kapitel 9–12 vor der Prüfung; Quiz pausieren und begründen lassen.

Sicherheit: Natronlauge und Salzsäure (0,1 mol/L) reizen Augen und Haut – Schutzbrille. Phenolphthalein ist nach CLP als krebserzeugend eingestuft (Carc. 1B); im Schulversuch besser Thymolphthalein (Umschlag pH 9,3–10,5) verwenden. Die Zitronenbatterie ist ungefährlich; die Zitrone danach nicht essen.

06 Quellen

- pK_S-Werte bei 25 °C: Essigsäure 4,76, Kohlensäure 6,35, Ammonium 9,25, Phosphorsäure 2,1 (CRC Handbook of Chemistry and Physics); HCl ≈ −6, H_2SO_4 ≈ −3 (Lehrbuchwerte)
- Blut: pH 7,35–7,45; Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Puffer mit pK ≈ 6,1 bei 37 °C, Verhältnis ≈ 20 : 1 (physiologische Lehrbücher)
- Ozean: Oberflächen-pH seit Beginn der Industrialisierung von ≈ 8,2 auf ≈ 8,1 gesunken (IPCC AR6, NOAA)
- Speiseessig: etwa 5 % Essigsäure (Massenanteil)

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Säure-Base-Chemie und pH-Wert

1 Merksätze ergänzen ●○○

Säuren sind Protonen_____, Basen sind Protonen_____.

Schwache Säure: pH = ½ · (_____ − lg c_0).

Ein Puffer ist ein Paar aus _____ Säure und korrespondierender Base; am besten puffert er bei pH = _____.

2 Korrespondierende Paare ●○○

Gib die korrespondierende Base an: a) HNO_3 b) NH_4^+ c) H_2O d) HCO_3^-

3 Starke Säuren und Basen ●○○

Berechne den pH: a) HCl 0,01 mol/L b) NaOH 0,001 mol/L c) HCl 0,5 mol/L

4 Schwache Säure ●●○

Berechne den pH einer Essigsäure-Lösung mit c_0 = 0,1 mol/L (pK_S = 4,76).

5 Titration ●●○

20,0 mL Salzsäure verbrauchen bis zum Äquivalenzpunkt 12,5 mL Natronlauge mit c = 0,10 mol/L. Berechne c(HCl) und den pH der Salzsäure.

6 Puffer ●●●

Ein Liter Puffer enthält 0,10 mol Essigsäure und 0,20 mol Acetat (pK_S = 4,76). a) Berechne den pH. b) Welchen pH hat er nach Zugabe von 0,05 mol NaOH?

7 Quiz aus dem Video – kreuze an ●○○

a) korrespondierende Base von Wasser ☐ H_3O^+ ☐ OH^-

b) Essigsäure am Halbäquivalenzpunkt ☐ pH 7 ☐ pH 4,76

c) ÄP über 7, weil … ☐ Acetat eine Base ist ☐ zu viel Lauge drin ist

d) Hyperventilieren ☐ pH sinkt ☐ pH steigt

Lösungen

1 Merksätze

-donatoren · -akzeptoren · pK_S · schwacher · pK_S

2 Korrespondierende Paare

a) NO_3^- b) NH_3 c) OH^- d) CO_3^{2-}

3 Starke Säuren und Basen

a) pH = −lg 0,01 = 2 b) pOH = 3 → pH = 11 c) pH = −lg 0,5 ≈ 0,30

4 Schwache Säure

pH = ½ · (4,76 − lg 0,1) = ½ · (4,76 + 1) = 2,88 ≈ 2,9

5 Titration

n(NaOH) = 0,10 mol/L · 0,0125 L = 1,25 · 10^{-3} mol = n(HCl) → c(HCl) = 1,25 · 10^{-3} mol : 0,020 L = 0,0625 mol/L → pH = −lg 0,0625 ≈ 1,2

6 Puffer

a) pH = 4,76 + lg (0,20 / 0,10) = 4,76 + 0,30 = 5,06 b) OH^- macht aus 0,05 mol Essigsäure Acetat: 0,25 mol Acetat, 0,05 mol Essigsäure → pH = 4,76 + lg 5 = 4,76 + 0,70 = 5,46

7 Quiz

a) OH^- b) pH 4,76 c) Acetat eine Base ist d) pH steigt