

Table of Contents

| | |
|--|-----|
| Gehaltsangaben | 1 |
| Periodensystem der Elemente | 3 |
| Säure und Basen | 5 |
| Chemisches Gleichgewicht | 15 |
| Redoxreaktionen | 17 |
| Aldehyde, Ketone | 18 |
| Alkane | 22 |
| Alkene | 30 |
| Alkohole | 37 |
| Carbonsäuren | 42 |
| Cycloalkane | 46 |
| DH-Werte | 48 |
| Elemente und Namen | 56 |
| Molare Standard - und Verdampfungsenthalpien | 64 |
| Molare Standard - Bildungsenthalpien | 65 |
| Molare Standard Entropien | 70 |
| Numerische Prefixe | 75 |
| Redox-tabelle | 79 |
| Spezifische Verbrennungswärmen | 84 |
| Alphabet | 86 |
| Exotische Umwandlungen | 89 |
| Gaskonstanten | 92 |
| Luft-dichte | 95 |
| Naturkonstanten | 97 |
| Präfixe | 99 |
| S.I. - Basisgrößen | 101 |
| Praktikum Theorie | 102 |
| Tonintervalle | 103 |
| Wasser-dichte | 104 |
| Widerstands Ringe | 110 |
| Zahl Prefixe | 114 |
| Dokumentation | 116 |
| Elektrischer Widerstand | 118 |
| Halbleiterdiode | 121 |
| Kondensator im Wechselstromkreis | 124 |

| | |
|--|-----|
| Kondensator | 127 |
| Transformator | 130 |
| Transistor | 131 |
| Widerstand im Wechselstromkreis | 136 |
| Elektrische Feld | 138 |
| Elektrische Stromkreis | 141 |
| Halbleiter | 145 |
| Magnetische Feld | 149 |
| Wechselstromtechnik | 156 |
| Basisformeln | 159 |
| Filterschaltungen | 160 |
| RC - Parallelschaltung | 163 |
| RC - Reihenschaltung | 166 |
| RL - Parallelschaltung | 169 |
| RLC - Parallelschaltung | 172 |
| RLC - Reihenschaltung | 174 |
| Cloud Computing | 177 |
| Data Warehouse | 183 |
| Natural Language Processing | 199 |
| Codes | 200 |
| Grundlagen der Digitaltechnik | 202 |
| Grundlagen der Informationstheorie | 207 |
| Grundlagen der Informationstheorie | 212 |
| Mikroprozessorarchitektur | 218 |
| Minimierung und Schaltungsentwurf | 222 |
| Schaltnetze | 226 |
| Schaltwerke | 231 |
| Zahlensysteme der Informatik | 235 |
| Java Array Lists | 239 |
| Java Basics | 241 |
| Java Problems Types | 246 |
| LATEX Basics | 253 |
| Machine Learning | 263 |
| Python â Full Course | 273 |
| Vorsilben | 281 |
| Zahlenbereiche der Bin rzahlen | 282 |
| CSS | 283 |
| HTML | 289 |

| | |
|--|-----|
| Eléments d'arithmétique | 295 |
| Nombres Complexes | 298 |
| Puissances et règles de priorité | 308 |
| Continuité | 311 |
| Dérivation | 314 |
| Développement en séries de Taylor | 317 |
| Équations différentielles | 321 |
| Fonctions de plusieurs variables | 332 |
| Intégrale de Riemann | 350 |
| Intégrales impropres | 361 |
| Intégration | 367 |
| Limites | 372 |
| Primitives | 377 |
| Séries numériques | 386 |
| Analysis Basics | 393 |
| Axiom of Completeness | 394 |
| Continuity | 397 |
| Differential Equations | 401 |
| Differentiation | 402 |
| Functions | 409 |
| Limits of functions | 420 |
| Sequences | 424 |
| Taylor expansion | 433 |
| Démonstrations des fonctions dérivées | 434 |
| Fonction exponentielle | 442 |
| Fonction logarithme népérien | 453 |
| Conditions Mathématiques utiles | 461 |
| Géométrie dans l'espace | 463 |
| Théorème de Pythagore | 471 |
| Théorème de Thalès | 472 |
| Trigonométrie dans un cercle | 474 |
| Trigonometrie dans un triangle rectangle | 475 |
| Trigonometrie | 478 |
| Vecteurs | 480 |
| Eigenvectors and Eigenvalues | 486 |
| Finite-Dimensional Vector Spaces | 488 |
| Invertibility and Isomorphic Vector Spaces | 501 |
| Linear Maps | 507 |

| | |
|--|-----|
| Matrices and Linear Maps | 511 |
| Matrices | 519 |
| Null Spaces and Ranges | 534 |
| Systems of Linear Equations | 540 |
| Vector Spaces | 548 |
| Foundations of Set Theory | 557 |
| Démonstrations | 564 |
| Logique Élémentaire | 566 |
| Vectors | 570 |
| Probabilités | 571 |
| Statistiques | 578 |
| Collection des Formules des Figures Géométriques | 579 |
| Collection des formules exponentielles | 581 |
| collection des formules trigonometriques | 582 |
| Tableau Fonctions-Dérivées | 585 |
| Tableau des primitives de fonctions | 589 |
| Ensembles des nombres | 591 |
| Messtechnik | 593 |
| Gravitation | 597 |
| Grundlagen der Physik | 602 |
| Formelsammlung Radioaktivität | 606 |
| Radioaktivität | 608 |
| Arbeit, Energie, Leistung | 615 |
| Auftrieb | 619 |
| Druck | 622 |
| Formelsammlung Wärme | 626 |
| Grundlagen der Mechanik | 629 |
| Hook'sches Gesetz | 631 |
| Impuls | 632 |
| Kinematik | 641 |
| Kreisbewegungen | 645 |
| Reibung | 649 |
| Formelsammlung Strahlenoptik | 652 |
| Formelsammlung Wellenoptik | 654 |
| Strahlenoptik | 655 |
| Wellenoptik | 670 |
| Cinématique | 680 |
| Électrostatique | 687 |

| | |
|--|-----|
| Formelsammlung Quantenmechanik | 693 |
| Quantenmechanik | 695 |
| Formelsammlung Relativitätstheorie | 703 |
| Relativitätstheorie | 705 |
| Astronomische Daten | 709 |
| Sonnensystem | 713 |
| Gasgesetze | 714 |
| Kalirometrie | 715 |
| Längenausdehnung | 716 |
| Temperatur | 719 |
| Thermodynamics | 723 |
| Volumenänderung | 726 |
| Arbeit, Energie, Leistung | 727 |
| Mechanische Wellen | 730 |
| Schwingungen | 735 |
| Stehende Wellen | 742 |
| Energieeffizienz | 746 |
| Festigkeitslehre | 748 |
| Zahnradtriebe | 754 |
| Luftschadstoffe | 756 |
| Treibhauseffekt | 762 |
| Kernkraftwerke | 765 |
| Ottomotor | 776 |
| Stirlingmotor | 778 |
| Wärmepumpe | 779 |
| Kreisprozesse | 782 |
| Werkstoff-eigenschaften | 785 |
| Astellungen | 786 |
| Changelog | 787 |
| Read Me | 809 |

GEHALTSANGABEN

Stoffmengen

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_m}$$

$$n(X) = \frac{N(X)}{N_A}$$

Bemerkung

N_A ist die Avogadrokonstante, sie ist eine Naturkonstante.

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$$

Gehaltsangaben in Lösungen

Stoffmengenkonzentration

$$c(X) = \frac{n(X)}{V_{Lsg}}$$

Massenkonzentration

$$\beta(X) = \frac{m(X)}{V_{Lsg}}$$

Massenanteil

$$w(X) = \frac{m(X)}{m_{Lsg}}$$

Bemerkung

Lsg steht für Lösung.

Beziehungen zwischen den Größen

$$c(X) = \frac{n(X)}{V_{Lsg}} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V_{Lsg}} = \frac{\beta(X)}{M(X)}$$

$$\beta(X) = c(X) \cdot M(X)$$

$$c(X) = \frac{n(X)}{V_{Lsg}} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V_{Lsg}} = \frac{w(X) \cdot m_{Lsg}}{M(X) \cdot V_{Lsg}} = \frac{w(X) \cdot \rho_{Lsg}}{M(X)}$$

$$\beta(X) = \frac{m(X)}{V_{Lsg}} = \frac{w(X) \cdot m_{Lsg}}{V_{Lsg}} = w(X) \cdot \rho_{Lsg}$$

Verdünnen von Lösungen

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$da, \quad n_1 = n_2$$

PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE

| Periodensystem der Elemente | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Gruppe | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | 1 H 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 3 Li 6,9 | 4 Be 9,0 | | | | | | | | | | | 5 B 10,8 | 6 C 12,0 | 7 N 14,0 | 8 O 16,0 | 9 F 19,0 |
| 3 | 11 Na 23,0 | 12 Mg 24,3 | | | | | | | | | | | 13 Al 27,0 | 14 Si 28,1 | 15 P 31,0 | 16 S 32,1 | 17 Cl 35,5 |
| 4 | 19 K 39,1 | 20 Ca 40,1 | 21 Sc 45,0 | 22 Ti 47,9 | 23 V 50,9 | 24 Cr 52,0 | 25 Mn 54,9 | 26 Fe 55,8 | 27 Co 58,9 | 28 Ni 58,7 | 29 Cu 63,5 | 30 Zn 65,4 | 31 Ga 69,7 | 32 Ge 72,6 | 33 As 74,9 | 34 Se 79,0 | 35 Br 79,9 |
| 5 | 37 Rb 85,5 | 38 Sr 87,6 | 39 Y 88,9 | 40 Zr 91,2 | 41 Nb 92,9 | 42 Mo 95,9 | 43 Tc 99 | 44 Ru 101,1 | 45 Rh 102,9 | 46 Pd 106,4 | 47 Ag 107,9 | 48 Cd 112,4 | 49 In 114,8 | 50 Sn 118,7 | 51 Sb 121,8 | 52 Te 127,6 | 53 I 126,9 |
| 6 | 55 Cs 132,9 | 56 Ba 137,3 | 57 – 71 | 72 Hf 178,5 | 73 Ta 180,9 | 74 W 183,8 | 75 Re 186,2 | 76 Os 190,2 | 77 Ir 192,2 | 78 Pt 195,1 | 79 Au 197,0 | 80 Hg 200,6 | 81 Tl 204,4 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 209,0 | 84 Po 209 | 85 At 210 |
| 7 | 87 Fr 223 | 88 Ra 226 | 89 – 103 | 104 Rf 261 | 105 Db 262 | 106 Sg 263 | 107 Bh 262 | 108 Hs 265 | 109 Mt 268 | 110 Ds 269 | 111 Rg 272 | 112 Cn 277 | 113 Nh | 114 Fl | 115 Mc | 116 Lv | 117 Ts |
| Lanthanoide | | | 57 La 138,9 | 58 Ce 140,1 | 59 Pr 140,9 | 60 Nd 144,2 | 61 Pm 147 | 62 Sm 150,4 | 63 Eu 152,0 | 64 Gd 157,3 | 65 Tb 158,9 | 66 Dy 162,5 | 67 Ho 164,9 | 68 Er 167,3 | 69 Tm 168,9 | 70 Yb 173,0 | 71 Lu 175,0 |
| Actinoide | | | 89 Ac 227 | 90 Th 232 | 91 Pa 231 | 92 U 238 | 93 Np 237 | 94 Pu 244 | 95 Am 243 | 96 Cm 247 | 97 Bk 247 | 98 Cf 251 | 99 Es 252 | 100 Fm 257 | 101 Md 258 | 102 No 259 | 103 Lr 260 |
| - 3 - | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Legende

- Rot : Alkalimetalle
- Hellrot : Erdalkalimetalle
- Hellblau : Übergangsmetalle
- Grau : Metalle
- Braun : Halbmetalle
- Grün : Nichtmetalle
- Gelb : Halogene
- Lila : Edelgase
- Zahl über dem Atom : Ordnungszahl
- Zahl unter dem Atom : Atomgewicht

SÄURE UND BASEN

Säure und Basen nach Brønsted

Definition

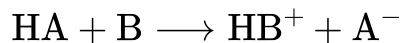
Teilchen, die bei Reaktionen Protonen (H^+ -Ionen) abgeben nennt man Säuren. Säuren sind Protonendonatoren. Teilchen die bei Reaktionen Protonen aufnehmen nennt man Basen. Basen sind Protonenakzeptoren.

Säure - Base - Reaktionen

Eine chemische Reaktionen bei der ein Proton von einer Säure auf eine Base übertragen wird bezeichnet man als Säure-Base-Reaktion oder Protolyse (Protonenübertragungsreaktion)

Korrespondierende Säure-Base-Paare

Eine Säure HA wird in einer Säure-Base-Reaktion zur Base A^- , die Base B wird dabei zur Säure HB^+ . HA/A^- und HB^+/B bilden jeweils ein korrespondierendes Säure-Base-Paar.



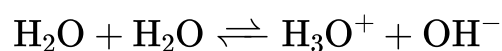
Ampholyte

Ampholyte sind Teilchen, die je nach Reaktionspartner entweder als Brønsted-Säure oder als Brønsted-Base reagieren können.

Autoprotolyse des Wassers

Den Protonenübergang zwischen zwei Wassermolekülen bezeichnet man als Autoprotolyse des Wassers. Es entstehen Oxoniumionen und Hydroxidionen.

Reaktionsgleichung



$$K = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)c(\text{OH}^-)}{c^2(\text{H}_2\text{O})}$$

$$K_W = \overbrace{K}^{\text{konstant}} \cdot \overbrace{c^2(\text{H}_2\text{O})}^{\text{konstant} - 5} = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$$

Ionenprodukt des Wassers

Das Produkt $K_W = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ bezeichnet man als Ionenprodukt des Wassers.

Der Wert von K_W ist abhängig von der Temperatur. Bei 25°C hat das Ionenprodukt einen Wert von $K_W = 1,00 \cdot 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$

Im reinen Wasser bei 25°C betragen die Ionenkonzentrationen

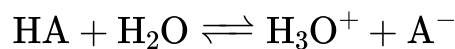
$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Wässrige Lösungen von Säuren und Basen

Auch in verdünnten wässrigen Lösungen gilt noch die Beziehung für das Ionenprodukt

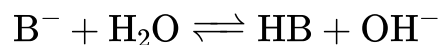
$$K_W = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

1. Säuren reagieren mit Wasser unter Bildung von Oxoniumionen



Nimmt $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ durch Zugabe einer Säure zu, so wird $c(\text{OH}^-)$ kleiner bis das Produkt $c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ wieder einen Wert von $10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$ erreicht (bei 25°C)
Jetzt ist $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ größer als $10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ und $c(\text{OH}^-)$ kleiner als $10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

2. Basen reagieren mit Wasser unter Bildung von Hydroxidionen



Nimmt $c(\text{OH}^-)$ durch Zugabe einer Base zu, so wird $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ kleiner bis das Produkt $c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ wieder einen Wert von $10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$ erreicht (bei 25°C)
Jetzt ist $c(\text{OH}^-)$ größer als $10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ und $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ kleiner als $10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

Jede wässrige Lösung enthält sowohl Oxoniumionen als auch Hydroxidionen, nur in wechselnden Verhältnissen.

1. neutrale Lösung: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OH}^-)$
2. saure Lösung: $c(\text{H}_3\text{O}^+) > c(\text{OH}^-)$
3. alkalische Lösung: $c(\text{H}_3\text{O}^+) < c(\text{OH}^-)$

In jedem Fall gilt:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

pH - Wert

Definition

Der pH-Wert ist ein Maß für die Stoffmengenkonzentration an Oxoniumionen in einer wässrigen Lösung.

$$\text{pH} = -\log [c(\text{H}_3\text{O}^+)]$$

oder

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}}$$

pOH - Wert

Bemerkung

In alkalischen Lösungen wird oft der pOH-Wert benutzt:

$$\text{pOH} = -\log [c(\text{OH}^-)]$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}}$$

Zusammenhang zwischen pH und pOH

Der Zusammenhang zwischen pH und pOH kann aus dem Ionenprodukt des Wassers hergeleitet werden:

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_W$$

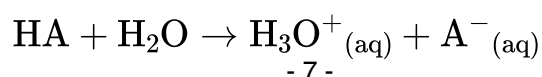
Bei 25°C:

$$\text{p}K_W = -\log(K_W) = -\log(10^{-14}) = 14$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Starke Säure

Starke Säuren sind in wässriger Lösung (fast) vollständig dissoziiert.

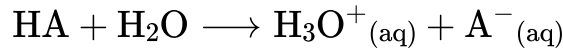


Für einprotonige Säuren:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) \simeq c_0(\text{HA}) \text{ und } c(\text{HA}) \simeq 0$$

Schwache Säure

Schwache Säuren sind in wässriger Lösung nur unvollständig dissoziiert. Die Dissoziation ist eine Gleichgewichtsreaktion.



Für einprotonige Säuren:

$$c(\text{HA}) \simeq c_0(\text{HA}) \text{ und } c(\text{H}_3\text{O}^+) \ll c_0(\text{HA})$$

(Sehr) starke einprotonige Säure

$$pK_S < 0$$

Das Gleichgewicht liegt stark auf der rechten Seite: die Protolyse verläuft (fast) vollständig. $c(\text{H}_3\text{O}^+) \simeq c_0(\text{HA})$.

Daraus folgt

$$pH = -\log [c(\text{H}_3\text{O}^+)]$$

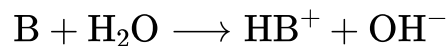
$$c(\text{H}_3\text{O}^+) \simeq c_0(\text{HA})$$

pH-Wert einer Lösung einer starken Säure

$$pH = -\log [c_0(\text{HA})]$$

(Sehr) starke einprotonige Base

$$pK_B < 0$$



Das Gleichgewicht liegt stark auf der rechten Seite: die Protolyse verläuft (fast) vollständig. $c(\text{OH}^-) \simeq c_0(\text{B})$.

Daraus folgt

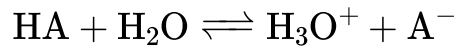
$$pOH = -\log [c_0(\text{B})]$$

Mit $pH = 14 - pOH$

$$pH = 14 + \lg [c_0(\text{B})]$$

Schwache einprotonige Säure

$$(pK_S > 0)$$



Die Dissoziation ist eine Gleichgewichtsreaktion:

$$K_S = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} \quad (1)$$

Hypothesen

1. Das Gleichgewicht ist stark nach links verschoben; Die Konzentrationsänderung der Säure durch die Protolyse ist vernachlässigbar klein.

$$c(\text{HA}) \simeq c_0(\text{HA}) \quad (2)$$

2. Die Oxonium-Ionen aus der Autoprotolyse des Wassers können vernachlässigt werden

$$c(\text{A}^-) \simeq c(\text{H}_3\text{O}^+) \quad (3)$$

$$(2), (3) \rightarrow (1)$$

$$K_S = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot \overbrace{c(\text{A}^-)}^{\simeq c(\text{H}_3\text{O}^+)}}{\underbrace{c(\text{HA})}_{\simeq c_0(\text{HA})}}$$

$$\Leftrightarrow K_S \simeq \frac{c^2(\text{H}_3\text{O}^+)}{c_0(\text{HA})}$$

$$\Leftrightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_S \cdot c_0(\text{HA})}$$

$$\Leftrightarrow \text{pH} = -\log \left\{ [K_S \cdot c_0(\text{HA})]^{\frac{1}{2}} \right\}$$

$$\Leftrightarrow \text{pH} = -\frac{1}{2} \log [K_S \cdot c_0(\text{HA})]$$

$$\Leftrightarrow \text{pH} = -\frac{1}{2} \log(K_S) - \frac{1}{2} \log[c_0(\text{HA})]$$

$$\Leftrightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} \{ pK_S - \log [c_0(\text{HA})] \}$$