

# 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
Redoxtabelle .....	79
Spezifische VerbrennungswÄrmen .....	84
Alphabet .....	86
Exotische Umwandlungen .....	89
Gaskonstanten .....	92
Luftdichte .....	95
Naturkonstanten .....	97
PrÃ¶fixe .....	99
S.I. - BasisgrÃ¶ßen .....	101
Praktikum Theorie .....	102
Tonintervalle .....	103
Wasserdichte .....	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 Problemes Types .....	246
LATEX Basics .....	253
Machine Learning .....	263
Python ■■■ Full Course .....	273
Vorsilben .....	281
Zahlenbereiche der BinÄÙzahlen .....	282
CSS .....	283
HTML .....	289

Éléments d'arithmétique .....	295
Nombres Complexes .....	298
Puissances et règles de priorités .....	308
Continuité .....	311
Dérivation .....	314
Développement en séries de Taylor .....	317
Équations différentielles .....	321
Fonctions de plusieurs variables .....	332
Intégrale de Riemann .....	350
Intégrales impropre .....	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 naturel .....	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
Eigenvalues and Eigenvectors .....	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
DÃ©monstrations .....	564
Logique Ã■lÃ©mentaire .....	566
Vectors .....	570
ProbabilitÃ©s .....	571
Statistiques .....	578
Collection des Formules des Figures GÃ©omÃ©triques .....	579
Collection des formules exponentielles .....	581
collection des formules trigonomÃ©triques .....	582
Tableau Fonctions-DÃ©rivÃ©es .....	585
Tableau des primitives de fonctions .....	589
Ensembles des nombres .....	591
Messtechnik .....	593
Gravitation .....	597
Grundlagen der Physik .....	602
Formelsammlung RadioaktivitÃ©t .....	606
RadioaktivitÃ©t .....	608
Arbeit, Energie, Leistung .....	615
Auftrieb .....	619
Druck .....	622
Formelsammlung WÃ¼rfe .....	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
CinÃ©matique .....	680
Ã■lectrostatique .....	687

Formelsammlung Quantenmechanik .....	693
Quantenmechanik .....	695
Formelsammlung Relativitsttheorie .....	703
Relativitsttheorie .....	705
Astronomische Daten .....	709
Sonnensystem .....	713
Gasgesetze .....	714
Kaliometrie .....	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

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

$$da, n_1 = n_2$$

# 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	
<i>Lanthanoide</i>			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	
<i>Actinoide</i>			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	

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***

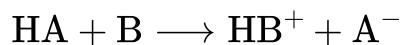
Teilchen, die bei Reaktionen Protonen ( $H^+$ -Ionen) abgeben nennt man Säuren. Säuren sind Protonendonatoren. Teilchen die bei Reaktionen Protonen aufnehmen nennt man Basen. Basen sind Protonenakzeptoren.

## **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 Protopolyse (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.



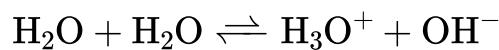
## **Ampholyte**

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***



$$K = \frac{c(H_3O^+)c(OH^-)}{c^2(H_2O)}$$

$$K_W = \overbrace{K}^{konstant} \cdot \overbrace{c^2(H_2O)}^{konstant} = c(H_3O^+) \cdot c(OH^-)$$

# 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  $25^\circ\text{C}$  hat das Ionenprodukt einen Wert von  $K_W = 1,00 \cdot 10^{14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$

Im reinen Wasser bei  $25^\circ\text{C}$  betragen die Ionenkonzentrationen

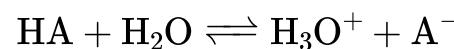
$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

## Wässrige Lösungen von Säuren und Basen

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

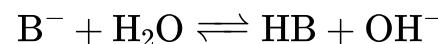
$$K_W = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

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  $25^\circ\text{C}$ )  
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  $25^\circ\text{C}$ )  
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:

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

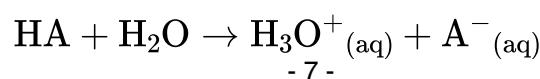
Bei 25°C:

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

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

## **Starke Säure**

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

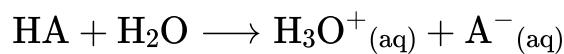


Für einprotonige Säuren:

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

## 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

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

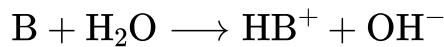
$$c(\text{H}_3\text{O}^+) \simeq c_0(\text{HA})$$

## *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

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

Mit  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

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

# 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*

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} K_S &= \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot \overbrace{c(\text{A}^-)}^{\simeq c(\text{H}_3\text{O}^+)} }{\underbrace{c(\text{HA})}_{\simeq c_0(\text{HA})}} \\ &\Leftrightarrow K_S \simeq \frac{c^2(\text{H}_3\text{O}^+)}{c_0(\text{HA})} \\ &\Leftrightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_S \cdot c_0(\text{HA})} \\ &\Leftrightarrow \text{pH} = -\log \left\{ [K_S \cdot c_0(\text{HA})]^{\frac{1}{2}} \right\} \end{aligned}$$

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