

**Rechnen Sie mit allen hier angegebenen Stellen der Konstanten & Molmassen!**
**Konstanten**

Planck'sches Wirkungsquantum	$h$	$6,6261 \cdot 10^{-34}$	J s (= kg m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )
Elementarladung	$e$	$1,6022 \cdot 10^{-19}$	C (= A s)
Vakuumlichtgeschwindigkeit	$c$	$2,9979 \cdot 10^8$	m s <sup>-1</sup>
Avogadrokonstante	$N_A$	$6,0221 \cdot 10^{23}$	mol <sup>-1</sup>
Allgem. Gaskonstante	$R$	8,3145	J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> (= Pa m <sup>3</sup> K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )
Faradaykonstante	$F$	96 485	C mol <sup>-1</sup> (= A s mol <sup>-1</sup> )

Teilchenmassen

Elektronenmasse	$m_e$	$9,1094 \cdot 10^{-31}$	kg
		$5,4858 \cdot 10^{-4}$	u
Protonenmasse	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	kg
		1,0073	u
Neutronenmasse	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27}$	kg
		1,0087	u

**Umrechnungen und Zusammenhänge**

0°C = 273,15K	1J = 1Nm = 1Pa m <sup>3</sup>
1cal = 4,184J	1PS = 765,5W (1 Watt = 1J s <sup>-1</sup> )
1bar = 10 <sup>5</sup> Pa	1atm = 101 325Pa = 760Torr
1eV = 1,6022 · 10 <sup>-19</sup> J	1u (amu) = 1,6605 · 10 <sup>-27</sup> kg

**Formeln und Zusammenhänge**

Flächen, Volumina  $A_{\text{Kreis}} = r^2\pi$      $A_{\text{Kugel}} = 4r^2\pi$      $V_{\text{Kugel}} = \frac{4r^3\pi}{3}$

Logarithmen  $\ln x \cdot \log e = \log x$

quadratische Gleichung  $x^2 + px + q = 0 \Rightarrow x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$

Radioaktiver Zerfall  $A_t = -\frac{dN_t}{dt} = \lambda N_t$     und     $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$

Halbwertszeit  $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Plancksche Beziehung  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

Wellen  $c = \lambda\nu$

Grundlagen  $n = \frac{m}{M}$   $c = \frac{n}{V}$   $\rho = \frac{m}{V}$   $N = nN_A$

Allgemeine Gasgleichung  $pV = nRT$

Stoffmengenanteil,  
Partialdruck  $x_i = \frac{n_i}{n_{\text{ges}}}$   $p_i = x_i \cdot p_{\text{ges}}$

---

Doppelbindungsäquivalente  $DBA = \frac{1}{2} (2n_C + 2 - n_H - n_{\text{Einwertige}} + n_{\text{Dreiwertige}})$

---

spezif. Wärmekapazität  $c$   $q = c \cdot m \cdot \Delta T$

Thermoch. Reaktionsgrößen  
( $H, S, G$ )  $\Delta_R X^\ominus = \sum_{\text{Produkte}} \nu_i X - \sum_{\text{Edukte}} \nu_i X$

Standard-Gibbs-Energie  $\Delta_R G^\ominus = \Delta_R H^\ominus - T \Delta_R S^\ominus = -RT \ln K_{th}$

Redox/Elektrochemie  $\Delta_R E^\ominus = E^\ominus_{\text{Red}} - E^\ominus_{\text{Ox}} = E^\ominus_{\text{Kathode}} - E^\ominus_{\text{Anode}}$

Nernst-Gleichung  $\Delta_R E = \Delta_R E^\ominus - \frac{RT}{zF} \ln Q$   $Q \dots$  Reaktionsquotient

$E = E^\ominus - \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{\text{RM}}}{c_{\text{OM}}}$  für die Reakt:  $\text{OM} + z e^- \longrightarrow \text{RM}$

Standard-Gibbs-Energie  $\Delta_R G^\ominus = -zF \Delta_R E^\ominus$

Faradaysche Gesetze  $n = \frac{It}{zF} \eta$

---

Gleichgewichtskonstanten für  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

bei Gasen:  $K_{th} \approx K_p = \frac{p_C^c p_D^d}{p_A^a p_B^b}$  Partialdrücke  $p_i$  in bar

in Lösung  $K_{th} \approx K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$  Konzentrationen  $[X]$  in  $\text{mol L}^{-1}$

Löslichkeitsprodukt für  $A_m B_n$   $K_L = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$  und  $pK_L = -\log K_L$

Säuren & Basen  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$   $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$   $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

$\text{p}K_a + \text{p}K_b = 14$  für konjugierte Paare

$\text{p}K_a = -\log K_a$   $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{x^2}{c_0(\text{HA}) - x}$

starke Sre:  $x \approx c_0(\text{HA})$  schw. Sre:  $c_0(\text{HA}) - x \approx c_0$

$\text{p}K_b = -\log K_b$   $K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{BH}^+]}{[\text{B}]} = \frac{x^2}{c_0(\text{B}) - x}$

starke Base:  $x \approx c_0(\text{B})$  schw. Base:  $c_0(\text{B}) - x \approx c_0$

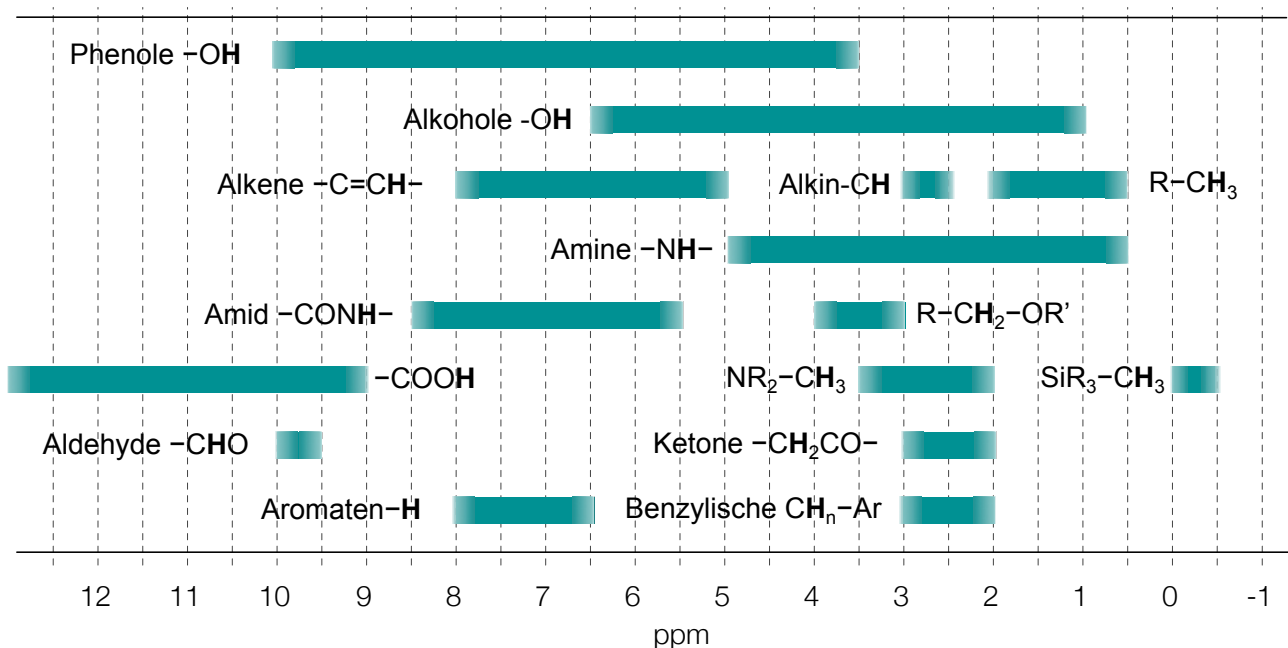
Puffer

$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \text{p}K_a + \log \frac{n_{\text{A}^-}}{n_{\text{HA}}}$

Dissoziationsgrad

$\alpha = \frac{[\text{A}^-]}{c_0(\text{HA})} \approx \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c_0(\text{HA})}$   $\alpha = \frac{[\text{BH}^+]}{c_0(\text{B})} \approx \frac{[\text{OH}^-]}{c_0(\text{B})}$

## <sup>1</sup>H-NMR-Verschiebungen



# Periodensystem der Elemente

1,01 1 Wasserstoff																	4,00 2 <b>He</b> Helium
6,94 3 Lithium																	20,18 10 <b>Ne</b> Neon
22,99 11 Natrium																	39,95 18 <b>Ar</b> Argon
39,10 19 Kalium																	83,80 36 <b>Kr</b> Krypton
85,47 37 Rubidium																	131,29 54 <b>Xe</b> Xenon
132,90 55 Cäsium																	[222] 86 <b>Rn</b> Radon
87 0,9 <b>Fr</b> Francium																	[294] 118 <b>Og</b> Oganesson
<p>rel. Atommasse - 55,85 Ordnungszahl - 26 Eisen</p> <p><b>Fe</b> 1,6</p> <p>In [ ] die rel. Atommassen des längstlebigen Nuklides eines instabilen, natürlich nicht vorhandenen Elementes</p>																	
<p>2</p> <p>9,01 4 <b>Be</b> Beryllium</p> <p>24,31 12 <b>Mg</b> Magnesium</p> <p>40,08 20 <b>Ca</b> Calcium</p> <p>87,62 38 <b>Sr</b> Strontium</p> <p>137,33 56 <b>Ba</b> Barium</p> <p>226 88 <b>Ra</b> Radium</p>																	
<p>3</p> <p>44,96 21 <b>Sc</b> Scandium</p> <p>88,91 39 <b>Y</b> Yttrium</p> <p>47,87 22 <b>Ti</b> Titan</p> <p>91,22 40 <b>Zr</b> Zirkonium</p> <p>178,49 72 <b>Hf</b> Hafnium</p> <p>267 104 <b>Rf</b> Rutherfordium</p>																	
<p>4</p> <p>50,94 23 <b>V</b> Vanadium</p> <p>92,91 41 <b>Nb</b> Niob</p> <p>50,94 23 <b>V</b> Vanadium</p> <p>92,91 41 <b>Nb</b> Niob</p> <p>180,95 73 <b>Ta</b> Tantal</p> <p>[268] 105 <b>Db</b> Dubnium</p>																	
<p>5</p> <p>50,94 23 <b>V</b> Vanadium</p> <p>92,91 41 <b>Nb</b> Niob</p> <p>180,95 73 <b>Ta</b> Tantal</p> <p>[268] 105 <b>Db</b> Dubnium</p>																	
<p>6</p> <p>52,00 24 <b>Cr</b> Chrom</p> <p>95,95 42 <b>Mo</b> Molybdän</p> <p>183,84 74 <b>W</b> Wolfram</p> <p>[269] 106 <b>Sg</b> Seaborgium</p>																	
<p>7</p> <p>54,94 25 <b>Mn</b> Mangan</p> <p>[97] 43 <b>Tc</b> Technetium</p> <p>186,21 75 <b>Re</b> Rhenium</p> <p>[270] 107 <b>Bh</b> Bohrium</p>																	
<p>8</p> <p>55,85 26 <b>Fe</b> Eisen</p> <p>101,07 44 <b>Ru</b> Ruthenium</p> <p>190,23 76 <b>Os</b> Osmium</p> <p>[277] 108 <b>Hs</b> Hassium</p>																	
<p>9</p> <p>58,69 28 <b>Ni</b> Nickel</p> <p>106,42 46 <b>Pd</b> Palladium</p> <p>195,08 78 <b>Pt</b> Platin</p> <p>[281] 110 <b>Ds</b> Darmstadtium</p>																	
<p>10</p> <p>58,69 28 <b>Ni</b> Nickel</p> <p>106,42 46 <b>Pd</b> Palladium</p> <p>195,08 78 <b>Pt</b> Platin</p> <p>[281] 110 <b>Ds</b> Darmstadtium</p>																	
<p>11</p> <p>63,55 29 <b>Cu</b> Kupfer</p> <p>107,87 47 <b>Ag</b> Silber</p> <p>196,97 79 <b>Au</b> Gold</p> <p>[282] 111 <b>Rg</b> Roentgenium</p>																	
<p>12</p> <p>65,38 30 <b>Zn</b> Zink</p> <p>112,41 48 <b>Cd</b> Cadmium</p> <p>200,59 80 <b>Hg</b> Quecksilber</p> <p>[285] 112 <b>Cn</b> Copernicium</p>																	
<p>13</p> <p>10,81 5 <b>B</b> Bor</p> <p>26,98 13 <b>Al</b> Aluminium</p> <p>69,72 14 <b>Si</b> Silizium</p> <p>72,63 31 <b>Ga</b> Gallium</p> <p>69,72 31 <b>Ga</b> Gallium</p> <p>114,82 49 <b>In</b> Indium</p> <p>204,38 81 <b>Tl</b> Thallium</p> <p>[286] 113 <b>Nh</b> Nihonium</p>																	
<p>14</p> <p>12,01 6 <b>C</b> Kohlenstoff</p> <p>28,09 14 <b>Si</b> Silizium</p> <p>72,63 32 <b>Ge</b> Germanium</p> <p>72,63 32 <b>Ge</b> Germanium</p> <p>118,71 50 <b>Sn</b> Zinn</p> <p>207,20 82 <b>Pb</b> Blei</p> <p>[289] 114 <b>Fl</b> Flerovium</p>																	
<p>15</p> <p>14,01 7 <b>N</b> Stickstoff</p> <p>30,97 15 <b>P</b> Phosphor</p> <p>74,92 33 <b>As</b> Arsen</p> <p>74,92 33 <b>As</b> Arsen</p> <p>121,76 51 <b>Sb</b> Antimon</p> <p>208,98 83 <b>Bi</b> Bismut</p> <p>[290] 115 <b>Mc</b> Moscovium</p>																	
<p>16</p> <p>16,00 8 <b>O</b> Sauerstoff</p> <p>32,06 16 <b>S</b> Schwefel</p> <p>78,97 34 <b>Se</b> Selen</p> <p>78,97 34 <b>Se</b> Selen</p> <p>127,60 52 <b>Te</b> Tellur</p> <p>[209] 84 <b>Po</b> Polonium</p> <p>[293] 116 <b>Lv</b> Livermorium</p>																	
<p>17</p> <p>19,00 9 <b>F</b> Fluor</p> <p>35,45 17 <b>Cl</b> Chlor</p> <p>79,90 35 <b>Br</b> Brom</p> <p>79,90 35 <b>Br</b> Brom</p> <p>126,90 53 <b>I</b> Iod</p> <p>[210] 85 <b>At</b> Astat</p> <p>[294] 117 <b>Ts</b> Tenness</p>																	
<p>18</p> <p>4,00 2 <b>He</b> Helium</p> <p>20,18 10 <b>Ne</b> Neon</p> <p>39,95 18 <b>Ar</b> Argon</p> <p>83,80 36 <b>Kr</b> Krypton</p> <p>131,29 54 <b>Xe</b> Xenon</p> <p>[222] 86 <b>Rn</b> Radon</p> <p>[294] 118 <b>Og</b> Oganesson</p>																	

138,91 57 Lanthan	140,12 58 Cer	140,91 59 Praseodym	144,24 60 Neodym	150,36 62 Samarium	151,96 63 Europium	157,25 64 Gadolinium	162,50 66 Dysprosium	164,93 67 Holmium	168,93 69 Terbium	173,05 70 Ytterbium	174,97 71 Lutetium
[227] 89 <b>Ac</b> Actinium	232,04 90 Thorium	231,04 91 Protactinium	238,03 92 Uran	[244] 94 Plutonium	[243] 95 Americium	[247] 96 Curium	[251] 98 Californium	[252] 99 Einsteinium	[257] 100 Fermium	[259] 102 Nobelium	[266] 103 Lawrencium
138,91 57 Lanthan	140,12 58 Cer	140,91 59 Praseodym	144,24 60 Neodym	150,36 62 Samarium	151,96 63 Europium	157,25 64 Gadolinium	162,50 66 Dysprosium	164,93 67 Holmium	168,93 69 Terbium	173,05 70 Ytterbium	174,97 71 Lutetium
[227] 89 <b>Ac</b> Actinium	232,04 90 Thorium	231,04 91 Protactinium	238,03 92 Uran	[244] 94 Plutonium	[243] 95 Americium	[247] 96 Curium	[251] 98 Californium	[252] 99 Einsteinium	[257] 100 Fermium	[259] 102 Nobelium	[266] 103 Lawrencium