((9))

# 2 Chemie

## 2.1 Allgemeine Formeln

### Avogardro-Konstante

N\_A =N/n

N\_A: Avogadro-Konstante  
N: Anzahl der Teilchen  
n: Stoffmenge

### Molare Masse

M =m/n

M: molare Masse  
m: Masse  
n: Stoffmenge

### Molares Volumen

V\_m =V/n

V\_m: Molares Volumen  
V: Volumen  
n: Stoffmenge

### Allgemeine Gasgleichung

P \*V =n \*R \*T

p: Druck  
V: Volumen  
n: Stoffmenge  
R: ideale Gaskonstante  
T: Temperatur

### Stoffmengenkonzentration

c(A) =\frac{n(A)}{V(Lsg)}

c(A): Stoffmengenkonzentration der Teilchen A  
n(A): Stoffmenge der Teilchen A  
V(Lsg): Volumen der Lösung

### Massenkonzentration

~b(A) =\frac{m(A)}{V(Lsg)}

~b(A): Massenkonzentration des Bestandteils A  
m(A): Masse des Bestandteils A  
V(Lsg): Volumen der Lösung

### Massenanteil

~w(A) =\frac{m(A)}{m(Gem)}

~w(A): Massenanteil des Bestandteils A  
m(A): Masse des Bestandteils A  
m(Gem): Masse des Gemisches

((10))

### Volumenanteil

~f(A) =\frac{V(A)}{V(A) +V(B)}

~f(A): Volumenanteil des Bestandteils A  
V(A): Volumen des Bestandteils A  
V(B): Volumen des Bestandteils B

## 2.2 Gleichgewichtsreaktionen

### Massenwirkungsgesetz

Für eine allgemeine Reaktion  
aA+bB \rlh cC+dD gilt:

K\_c =\frac{c^c(C) \*c^d(D)}{c^a(A) \*c^b(B)}

K\_c: Gleichgewichtskonstante  
c: Stoffmengenkonzentration  
a, b, c, d: stöchiometrische Koeffizienten

### Löslichkeitsprodukt

Für A\_mB\_n \rlh mA^{n^+} +nB^{m^-} gilt:

K\_L =c^m(A^{n^+}) \*c^n(B{m^-})

pK\_L =-lg{K\_L}

K\_L: Löslichkeitsprodukt  
c(A^{n^+}): Stoffmengenkonzentration des Kations  
n: Anzahl der positiven Ladungen, stöchiometrischer Koeffizient  
c(B^{m^-}): Stoffmengenkonzentration des Anions  
m: Anzahl der negativen Ladungen, stöchiometrischer Koeffizient  
{K\_L}: Zahlenwert von K\_L

## 2.3 Protonenübergänge

### Ionenprodukt des Wassers

K\_W =c(H\_3O^+) \*c(OH^-)

pK\_W =-lg{K\_W}

pK\_W =pH +pOH

K\_w: Ionenprodukt des Wassers  
{K\_w}: Zahlenwert von K\_w  
c: Stoffmengenkonzentration

((11))

### pH-Wert und pOH-Wert

pH =-lg{c(H\_3O^+)}

pOH =-lg{c(OH^-)}

c: Stoffmengenkonzentration  
{c(H\_3O^+)}: Zahlenwert von c(H\_3O^+)  
{c(OH-)}: Zahlenwert von c(OH^-)

### Säurekonstante und Säureexponent

Für HA +H\_2O \rlh A^- +H\_3O^+ gilt:

K\_S =\frac{c(H\_3O^+) \*c(A^-)}{c(HA)}

pK\_S =-lg{K\_S}

K\_S: Säurekonstante  
c: Stoffmengenkonzentration  
pK\_S: Säureexponent  
{K\_S}: Zahlenwert von K\_S

### Basenkonstante und Basenexponent

Für H\_2O +B \rlh OH^- +HB^+ gilt:

K\_B =\frac{c(OH^-) \*c(HB^+}{c(B)}

pK\_B =-lg{K\_B}

K\_B: Basenkonstante  
c: Stoffmengenkonzentration

pK\_B: Basenexponent  
{K\_B}: Zahlenwert von K\_B

### Oxonium-Ionen-Konzentration und pH-Wert

#### Oxonium-Ionen-Konzentration in sauren Lösungen

c(H\_3O^+) \apx -\frac{K\_S}{2} +\s{(\frac{K\_S}{2})^2 +K\_S \*c\_0(HA)}

c: Stoffmengenkonzentration  
K\_S: Säurekonstante  
C\_0: Anfangskonzentration

#### pH-Wert bei vollständiger Protolyse

pH \apx -lg{c\_0(HA)}

c\_0: Anfangskonzentration  
{c\_0(HA)}: Zahlenwert von c\_0(HA)

#### pH-Wert bei unvollständiger Protolyse

pH \apx 1/2 \*(pK\_S -lg{c\_0(HA)})

pK\_S: Säureexponent  
{c\_0(HA)}: Zahlenwert von c\_0(HA)

((12))

#### pH-Wert von Pufferlösungen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)

pH =pK\_S +lg{\frac{c(A^-)}{c(HA)}}

pK\_S: Säureexponent  
c: Stoffmengenkonzentration

## 2.4 Elektronenübergänge

### Berechnung der Zellspannung

~DE =E(K) -E(A)

~DE: Zellspannung  
E(K): Potenzial der Kathoden-Halbzelle  
E(A): Potenzial der Anoden-Halbzelle

#### Nernst-Gleichung

Für ein konjugiertes Redoxpaar  
Red \rlh Ox +ze^- gilt bei T =298,15K:

E =E^0 +\frac{0,059V}{z} \*lg{\frac{c(Ox)}{c(Red)}}

Red: reduzierte Form  
Ox: oxidierte Form  
E: Potenzial des Redoxpaares  
E^0: Standardpotenzial des Redoxpaares  
z: Anzahl der übertragenen Elektronen  
c(Ox): Konzentration der oxidierten Form  
{c(Ox)}: Zahlenwert von c(Ox)  
c(Red): Konzentration der reduzierten Form  
{c(Red)}: Zahlenwert von c(Red)

### Faraday-Gleichung

n \frac{I \*t}{z \*F}

n: Stoffmenge  
I: elektrische Stromstärke  
t: Zeit  
z: Anzahl der übertragenen Elektronen  
F: Faraday-Konstante

### Elektrolyse

U\_Z =E(A) +~j(A) –(E(K) +~j(K))

U\_Z: Zersetzungsspannung  
E (A): Potenzial der Anoden-Halbzelle  
E (K): Potenzial der Kathoden-Halbzelle  
~j(A): Überspannung der Anoden-Halbzelle  
~j(K): Überspannung der Kathoden-Halbzelle

((13))

## 2.5 Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen

### Mittlere Reaktionsgeschwindigkeit

Für eine allgemeine Reaktion A \ra B gilt:

\ol(v) =\frac{~Dc(A)}{~Dt} = +\frac{~Dc(B)}{~Dt}

\ol(v): mittlere Reaktionsgeschwindigkeit  
~Dc(A): Änderung der Stoffmengenkonzentration des Eduktes A  
~Dc(B): Änderung der Stoffmengenkonzentration des Produktes B  
~Dt: Zeitintervall

### Erster Hauptsatz der Thermodynamik

Für geschlossene Systeme gilt:  
~DU =Q +W

Bei konstantem Druck gilt:  
~DH =Q\_p

~DU: Änderung der inneren Energie eines geschlossenen Systems  
Q: Wärme  
W: Volumenarbeit  
~DH: Änderung der Enthalpie

### Volumenarbeit

W =-p \*~DV

W: Volumenarbeit  
p: Druck  
~DV: Änderung des Volumens

### Kalorimetrie

Im geschlossenen System gilt bei konstantem Druck unter Vernachlässigung der Temperaturänderung des Kalorimeters:

Q =c \*m \*~DT

Q: Wärme  
c: spezifische Wärmekapazität der Kalorimeterflüssigkeit  
m: Masse der Kalorimeterflüssigkeit  
~DT: Änderung der Temperatur der Kalorimeterflüssigkeit

Enthalpie bezogen auf 1 mol der Teilchen X:

~D\_r H =-\frac{Q}{n(X)}

~D\_r H: Reaktionsenthalpie  
Q: Wärme  
n(X): umgesetzte Stoffmenge der Teilchen X

((14))

### Änderung der Enthalpie

Für eine allgemeine Reaktion   
aA +bB \ra cC +dD bei T =298,15K und p =101,325kPa gilt:

~DH =[n\_c \*~D\_f H^0(C) +n\_d \*~D\_f H^0(D)] -[n\_a\*~D\_f H^0(A) +n\_b \*~D\_f H^0(B)]

~DH: Änderung der Enthalpie  
~D\_f H^0: Standardbildungsenthalpie  
n\_a, n\_b, n\_c, n\_d: Stoffmengen im stöchiometrischen Verhältnis

### Änderung der Entropie

Für eine allgemeine Reaktion   
aA +bB \ra cC +dD bei T =298,15K und p =101,325kPa gilt:

~DS =[n\_c \*S^0(C) +n\_d \*S^0(D)] -[n\_a \*S^0(A) +n\_b \*S^0(B)]

~DS: Änderung der Entropie  
S^0: Standardentropie  
n\_a, n\_b, n\_c, n\_d: Stoffmengen im stöchiometrischen Verhältnis

### Gibbs-Helmholtz-Gleichung

~DG =~DH -T \*~DS

~DG: Änderung der freien Enthalpie  
~DH: Änderung der Enthalpie  
T: Temperatur  
~DS: Änderung der Entropie

## 2.6 Qualitative Analyse – Chromatografie

R\_f =S/F

R\_f: Retentionsfaktor  
S: Abstand Startlinie – Substanzfleck  
F: Abstand Startlinie – Laufmittelfront

## 2.7 Quantitative und instrumentelle Analyse

### Lambert-Beer'sches Gesetz

E\_{~l} =~e\_{~l} \*c \*d

E\_{~l}: Extinktion bei der Wellenlänge ~l  
~e\_{~l}: molarer Extinktionskoeffizient bei der Wellenlänge ~l  
c: Stoffmengenkonzentration  
d: Schichtdicke der Messküvette

### Optische Aktivität

~a =[~a]^{~h}\_{~l} \*~b \*l

~a: Drehwinkel  
[~a]^{~h}\_{~l}: spezifischer Drehwinkel bei der Temperatur ~h und der Wellenlänge ~l  
~b: Massenkonzentration  
l: Probenrohrlänge