



# Cheat Sheet

## 1. Chemische Grundlagen

### 1.1. Formelzeichen

Dichte	$\rho$
Masse	$m$
molare Masse	$M$
Stoffmenge	$n$
Stoffmengenkonzentration	$c$
Volumen	$V$
Liter	$l$

### 1.2. Dichte

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

### 1.3. Mol und Molare Masse

Definition atomare Masseneinheit

$$1u = \frac{1}{12}(\text{^{12}_6C}) = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Definition Mol

1 Mol eines Stoffes sind  $6,02 \cdot 10^{23}$  Teilchen dieses Stoffes.

Im PSDE ist die relative Atommasse gleich der Masse eines Mols in g.

Beispiel für Molare Masse eines Moleküls:

$$\text{Molare Masse von } H_2O: M(H_2O) = 2 \cdot M(H) + M(O) = 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

### 1.4. Stoffmenge und Konzentration

$$\text{Stoffmenge: } n = \frac{m}{M}$$

$$\text{Stoffmengenkonzentration: } c = \frac{n}{V}$$

### 1.5. Atommodell nach Bohr

Hauptschalen entweder 1..8 oder K...R.

Nebenschalen mit maximaler Elektronenzahl: s(2), p(6), d(10), f(14)

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p 8s

He — Ne — Ar — — Kr — — Xe — — Rn — — →

### 1.6. Quantenmechanisches Atommodell

- Hauptquantenzahl (Hauptschale 1 - 8) →  $n$
- Nebenquantenzahl (Unterschalen 1 - 4 bzw. s - f) →  $l$
- Magnetische Quantenzahl (für  $2 e^-$ ) →  $-l$  bis  $+l$  →  $m_l$
- Magnetische Spinzquantenzahl  $m_s \rightarrow \pm \frac{1}{2}$

$n \setminus l$	0 = s	1 = p	2 = d
1:K	$m = 0$ 	$m = -1, 0, 1$ 	$m = -2, -1, 0, 1, 2$ 
2:L			
3:M			

SI-Präfixe		Vorsatz	Faktor	Symbol	Vorsatz	Faktor
Y	Yotta	$10^{24}$	d	Dezi	$10^{-1}$	
Z	Zetta	$10^{21}$	c	Zenti	$10^{-2}$	
E	Exa	$10^{18}$	m	Milli	$10^{-3}$	
P	Peta	$10^{15}$	$\mu$	Mikro	$10^{-6}$	
T	Tera	$10^{12}$	n	Nano	$10^{-9}$	
G	Giga	$10^9$	p	Piko	$10^{-12}$	
M	Mega	$10^6$	f	Femto	$10^{-15}$	
k	Kilo	$10^3$	a	Atto	$10^{-18}$	
h	Hekto	$10^2$	z	Zepto	$10^{-21}$	
da	Deka	$10^1$	y	Yoko	$10^{-24}$	

## 2. Korrosion

- Ausgangsstoff für chemische Reaktion = Edukt.
- Resultierende Verbindung aus Reaktion = Produkt.
- Gibbs-Helmholtz-Beziehung:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .
  - Wird Energie frei  $\Delta G < 0$  exothermer Vorgang.
  - Wird Energie verbraucht  $\Delta G > 0$ , endothermer Vorgang.

### Regeln zur Bestimmung der Oxidationszahl

- Im Element ist die Oxidationszahl immer  $\pm 0$ .
- Bei einfachen Ionen entspricht die Oxidationszahl immer der Ionenladung.
- Die Summe der Oxidationszahlen aller Atome einer Verbindung ergibt die Gesamtladung der Verbindung.
- Fluor besitzt in Verbindungen immer die Oxidationszahl  $-1$ .
- Sauerstoff besitzt in den meisten Fällen die Oxidationszahl  $-2$ .
- Wasserstoff besitzt in der Regel die Oxidationszahl  $+1$  (Ausnahme: Hydride).
- Metalle besitzen in der Regel positive Oxidationszahlen.
- Oxidationszahlen anderer Atome in einer Verbindung werden durch Differenzbildung zur Gesamtladung ermittelt.
- Bei kovalenten Verbindungen werden die Elektronenpaare dem elektronegativeren Partner zugeordnet.

## 3. Kunststoffe

Bestehen im wesentlichen aus C,H,N und O

**Polymerisation:** Reaktion von Monomeren mit Doppelbindungen zu makromolekularen Ketten

**Polykondensation:** Reaktion von Monomeren mit reaktiven Endgruppen unter Abspaltung von z.B.  $H_2O$  oder  $HCl$

**Polyaddition:** Vernetzung von Epoxiden mit Aminen oder Alkoholen ohne weiteres Reaktionsprodukt

**Polymerisationsgrad** =  $\frac{\text{Molare Masse der Makromoleküle}}{\text{Molare Masse der Monomere}}$

Typ	Kunststoff	Verwendung
Thermoplaste	PE(Polyethen)	Schlüsselelemente Eimer Bierkästen Einwegbecher Schuhabsätze Flaschen Styropor Einwegbecher Tonbandkassetten Kabelummantelungen Duschvorhänge Abflussrohre
	PP(Polypropen)	PA(Polyamid)
	PS(Polystyrol)	Nylonstrümpfe Angelschnur Brillengestelle
	PVC(Polyvinylchlorid)	Kabelummantelungen Duschvorhänge Abflussrohre
	PA(Polyamid)	Kochlöffel Bakelit Küchenmöbeloberflächen Elektr. Isoliermaterial Elektroinstallationen
	Duroplaste	MF(Phenoplaste)
		Matratzen Wärmedämmung Kabelummantelungen
	UF(Aminoplaste)	
	Elastomere	PUR(Polyuretan)

## 4. Moleküle Bindungstypen

Bindung	Eigenschaften	Energie
Ionisch	Elektronenaustausch, stark, starr	3.4 eV
Kovalent	Gemeinsame Elektronen	
Metallisch	„Elektronensee“	
Dipol	Coulombkräfte von Partialladungen	

### 4.0.1. Ionenbindung

**Voraussetzung:** unterschiedliche Atome leicht zu ionisieren Je größer die Differenz der Elektronegativitätswerte der beteiligten Atome ist, desto stärker ist der ionische Charakter einer Verbindung ausgeprägt.

- Coulombanziehung nicht gerichtet → positive und negative Ionen lagern so dicht aneinander wie möglich → Ionenkristall (nicht verformbar)
- Elektronen sind an den Ionen lokalisiert → keine freien Elektronen vorhanden → Isolator

Wichtige Anionen:

Formel	Name
$SO_4^{2-}$	Sulfat
$SO_3^{2-}$	Sulfit
$HSO_4^-$	Hydrogensulfat
$HSO_3^-$	Hydrogensulfit
$CO_3^{2-}$	Carbonat
$HCO_3^-$	Hydrogencarbonat
$PO_4^{3-}$	Phosphat
$HPO_4^{2-}$	Monohydrogenphosphat
$H_2PO_4^{2-}$	Dihydrogenphosphat
$NO_3^-$	Nitrat
$CN^-$	Cyanid.

Das Verhältnis von Kationen zu Anionen ist immer derart, dass das Molekül elektrisch neutral ist.

### 4.0.2. Kovalente Bindung (Elektronenpaarbindung)

Spinabsättigung der äußeren Elektronenschale durch gemeinsame Elektronen

- Valenz-Elektronen zwischen den Atomen lokalisiert
- keine Kugelsymmetrische Ladungsverteilung mehr im Atom
- Die Anzahl der Elektronen mit umgekehrtem Spin zeigt an wie vielfache kovalente Bindungen eingegangen werden können
- treten bei und zwischen Elementen der IV. bis VII. Hauptgruppe auf
- gerichtete Bindungen → mögliche Kristallstrukturen werden eingeschränkt
- Differenz der Elektronegativität meist  $\Delta E < 1.7$
- kovalente gebundene Kristalle sind üblicherweise schlechte Leiter

### 4.0.3. Metallische Bindung

Sonderfall der kovalenten Bindung, bei der die Valenz-Elektronen nicht lokalisiert sind.

- Vorwiegend Elemente mit nur wenigen Außenelektronen
- freie Elektronen → hohe elektrische Leitfähigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit
- Bindung nicht gerichtet
- Bindungen mit gleich- und ungleichartigen Metallen eingegangen werden
- Metallische Bindung ist schwächer als die ionische oder kovalente Bindung
- Bindungsstärke hängt von der Zahl der Leitungselektronen ab

### 4.0.4. Dipolbindung

- zwischen Molekülen mit permanentem Dipolmoment → Moleküle mit positiver und negativer Ladung
- Dipole ordnen sich im Dipolfeld der Nachbaratome so an, dass möglichst geringe Abstand und durch die Coulombkräfte gebunden werden

### 4.0.5. Van-der-Waals-Bindung:

- Atome/Moleküle haben kein permanentes Dipolmoment
- Bindung zwischen Dipolen durch statistische Fluktuationen der Ladungsschwerpunkte.
- Sehr schwache Bindung

### 4.0.6. Wasserstoffbrückenbindung

Voraussetzung: Äußere Schale > vier Elektronen, zwischen 2 Atomen.

- Bindungen über Wasserstoffbrücken der Form A-H-A
- Das H-Atom geht eine kovalente Bindung mit Atom der Sorte A ein und gibt sein Elektron ab. Das Proton bleibt fest an Reaktionspartner gebunden und bindet nun zusätzlich das andere negative Atom
- Bindungsenergie ist gering ( $0.1 \text{ eV}$ )

## 5. pH-Wert Berechnung

Stärke der Base / Säure:

$pK_S/pK_A$	Stärke
$< -0,35$	sehr stark
$-0,35 - 0,35$	stark bis mittelstark
$> 0,35$	schwach

starke Säure:  $pH = -\log \cdot c_S$

schwache Säure:  $pH = \frac{1}{2}(pK_S - \log \cdot c_S)$

starke Base:  $pH = 14 - (-\log \cdot c_B)$

schwache Base:  $pH = 14 - \frac{1}{2}(pK_B - \log \cdot c_B)$

## 6. Physik

### 6.1. Formelzeichen

Größe	Formelzeichen	Einheit
Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$
Strecke	$s$	m
Kraft	$F$	N(Newton)
Fläche	$A$	$m^2$
Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$
Drehzahl	$n$	-
Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	1/s
Frequenz	$f$	Hz
Periodendauer	$T$	$\frac{1}{f}$
Arbeit	$W$	J(Joule)

### 6.2. Bewegungen

#### Gleichförmige Bewegung

$$v = \frac{s}{t}$$

#### Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und freier Fall

$$\text{Beschleunigung: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{Zurückgelegte Strecke: } s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\text{Endgeschwindigkeit: } v_{end} = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$$

$$\text{Endgeschwindigkeit: } v_{end} = v_0 + a \cdot t$$

#### Kreisförmige Bewegungen

$$\text{Umfangsgeschwindigkeit: } v_u = n \cdot 2 \cdot r \cdot \pi.$$

$$\text{Winkelgeschwindigkeit: } \omega = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

$$\text{Radialbeschleunigung: } a_{rad} = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot n^2$$

### 6.3. Kräfte

#### Newton'scher Bewegungssatz:

1. Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.

2. Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio)

$$3. F = m \cdot a \\ [F] = [m] \cdot [a] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{m}{s^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot m}{s^2} = 1 \text{ N.}$$

Ein Newton ist die Kraft, die eine Masse von 1kg die Beschleunigung von  $1 \text{ m/s}^2$  verleiht.

Drehmoment = Kraft  $\cdot$  Hebelarm

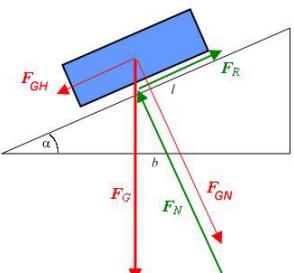
$$\text{Verhältnis aus Kraft zu Hebelarm: } \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}.$$

$$\text{Reibungszahl: } \mu = \frac{F_R}{F_N}$$

$$F = FH - FR$$

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \text{ und mit } a = \frac{v^2}{2} \text{ folgt:}$$

$$\mu = \tan \alpha - \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot s} = \mu$$



### 6.4. Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad

Ein Joule ist die Arbeit, die aufgebracht werden muss, um eine Kraft von 1 Newton entlang eines Weges von 1 Meter wirken zu lassen.

Arbeit:  $W = F \cdot s$

Hubarbeit:  $W = g \cdot h$  bzw.  $W = m \cdot g \cdot h$

Reibungsarbeit:  $F_R = \mu \cdot F_N$

Arbeit bei schrägem Kraftantrieb:  $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$

Beschleunigungsarbeit:  $W = m \cdot a \cdot s; W = m \cdot \frac{a^2 \cdot t^2}{2}; W = m \cdot \frac{v^2}{2}$

Federkonstante:  $c = \frac{F}{s}$

Federspannarbeit:  $W = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s; W = \frac{1}{2} \cdot c \cdot s^2; W = \frac{F^2}{2 \cdot c}$

potenzielle Energie:  $W_{pot} = m \cdot g \cdot h$

kinetische Energie:  $W_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Leistung:  $P = \frac{W}{t}; P = F \cdot v$

Wirkungsgrad:  $\eta = \frac{P_{eff}}{P_{ind}}, \eta < 1$

Kraftstoß = Impuls:  $F \cdot \Delta t = \Delta v \cdot m$

Erhaltung des Impulses:  $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = 0$

### Zentraler elastischer Stoß

$$\text{kinetische Energie: } m_1 \cdot u_1^2 + m_2 \cdot u_2^2 = m_1 \cdot v_1^2 + m_2 \cdot v_2^2$$

$$\text{Impuls: } m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

$$\text{Geschwindigkeiten: } u_1 + v_1 = u_2 + v_2$$

$$v \text{ von } m_1 \text{ danach: } v_1 = 2 \cdot \frac{m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2}{m_1 + m_2} - u_1$$

$$v \text{ von } m_2 \text{ danach: } v_2 = 2 \cdot \frac{m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2}{m_1 + m_2} - u_2$$

$$\text{Zentraler unelastischer Stoß: } v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{Zentripetalkraft: } F_z = m \cdot a_r; F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r; F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$\text{Energie des rotierenden Körpers: } W_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \cdot \omega^2; W_{kin} = I \cdot \frac{\omega^2}{2}$$

$$\text{Massenträgheitsmoment: } I = m \cdot r^2$$

$$\text{Massenträgheitsmoment einer rotierenden Scheibe: } I = \frac{m}{2} \cdot r^2$$

### 6.5. Anziehungskräfte

$$\text{Anziehung zweier Massen: } F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$\text{Masse eines Himmelskörpers: } M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{\gamma \cdot T^2}$$

- M = gesuchte Masse
- r = Abstand der beiden Himmelskörper
- T = Umlaufdauer des umkreisenden Gestirns

## 7. Wärmelehre

### 7.1. Mischen von Flüssigkeiten

#### 7.1.1. Gleiche Material

$$\vartheta_m = \frac{m_1 \cdot \vartheta_1 + m_2 \cdot \vartheta_2}{m_1 + m_2}$$

#### 7.1.2. Verschiedene Materialien

$$\vartheta_m = \frac{C_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 + C_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2}{C_1 \cdot m_1 + C_2 \cdot m_2}$$

1	Hg	IA
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	1s <sup>1</sup>
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
	Wasserstoff	2. Hg IIA

Benennung mit Haupt- und Nebengruppen  
IUPAC - Empfehlung  
Von Chemical Abstracts Service bis 1986 verwendet

1	Li	Be
6,941	[He]2s <sup>1</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
181	1,0	1278
1317	5,4	2970
Lithium	Beryllium	

2	Na	Mg
22,989770	[Ne]3s <sup>1</sup>	[Ne]3s <sup>2</sup>
98	1,0	649
89	5,1	1107
Natrium	Magnesium	

3	K	Ca
39,09818	[Ar]4s <sup>1</sup>	[Ar]4s <sup>2</sup>
64	0,9	839
774	4,3	1487
Kalium	Calcium	

4	Rb	Sr
85,4678	[Kr]5s <sup>2</sup>	88,90585
39	1	769
688	0,9	10,1523
Rubidium	Strontrium	

5	Cs	Ba
132,90545	[Xe]6s <sup>1</sup>	[Xe]6s <sup>2</sup>
28	1	725
690	0,9	1,0
Cäsium	Barium	

6	Fr	Ra
[223]	[Rn]7s <sup>1</sup>	[Rn]7s <sup>2</sup>
27	1	700
677	0,9	1,0
Francium	Radium	

7	Ac	Lr
[226]	[Rn]7f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	*[262]
27	1	700
677	0,9	1,0
Actinium	Rutherfordium	

6	La	Ce
138,9055	[Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>
920	3	798
3454	1,1	3,4
Lanthan	Cer	

7	Th	Pa
[227]	[Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	[232]
1047	1,0	1750
3197	6,9	4787
Thorium	Protactinium	

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	Hg	IA
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	1s <sup>1</sup>
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002602	1s <sup>2</sup>	[He]2s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		Helium

1	H	
1,00794	[He]2s <sup>1</sup>	
-259	-1,1	2,2
-253		13,6
Wasserstoff	2. Hg IIA	

18	Hg	VIIIA
4,002		