



# 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 →  $n$
- Nebenquantenzahl →  $l$
- Magnetische Quantenzahl →  $m_l$

$n \ 1 \ m_l \ \text{Max. e}^-$  Schale im Bohr Atommodell

1	0	0	2	1s
---	---	---	---	----

2	0	0	2	2s
1	-1	2	2p	
0	2	2	2p	
1	2	2	2p	

3	0	0	2	3s
1	-1	2	3p	
2	0	2	3p	
1	2	2	3p	
-2	2	2	3d	
-1	2	2	3d	
0	2	2	3d	
1	2	2	3d	
2	2	2	3d	

Man nennt die Atomzustände mit  $l = 0$  auch s-Orbitale, die Zustände mit  $l = 1$  p-Orbitale, die Zustände mit  $l = 2$  d-Orbitale und die Zustände mit  $l = 3$  f-Orbitale.

## 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.
- Der pH Wert einer Lösung ist der negative dekadische Logarithmus des Zahlenwertes der Hydroxoniumionenkonzentration.

$$pH = -\lg \cdot c_{H_3O^+}$$

### 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

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

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

## 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 Außen elektronen
- 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. Physik

### 5.1. 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)

### 5.2. Bewegungen

#### Gleichförmige Bewegung

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

#### Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und freier Fall

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

$$\text{Zurückgelegte } s \text{ bei gleichmäßiger } a: s(t) = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$$

$$\text{Zurückgelegte Strecke: } s = \frac{1}{2} \cdot v_{end} \cdot t$$

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

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

#### Kreisförmige Bewegungen

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

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

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

### 5.3. Kräfte

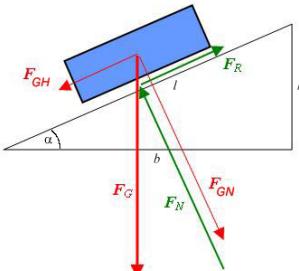
#### Newton'scher Bewegungssatz:

- Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.
- 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)
- $F = m \cdot a$   
 $[F] = [m] \cdot [a] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{m}{s^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot m}{s^2} = 1 \text{ N}$ .  
 Ein Newton ist die Kraft, die eine Masse von 1kg die Beschleunigung von  $1m/s^2$  verleiht.

Drehmoment = Kraft  $\cdot$  Hebelarm

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

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



### 5.4. 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 5.5. 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

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	1,5
1317	5,4	9,3
Lithium	Beryllium	

2	Na	Mg
22,989770	[Ne]3s <sup>1</sup>	[Ne]3s <sup>2</sup>
98	1,0	1,2
89	5,1	7,6
Natrium	Magnesium	

3	K	Ca
39,09818	[Ar]4s <sup>1</sup>	[Ar]4s <sup>2</sup>
64	0,9	1,0
774	4,3	6,1
Kalium	Calcium	

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

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

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

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

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	3,4
3454	1,1	5,6
Lanthan	Cer	

7	Th	Pa
[227]	[Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
1047	1,0	4,5
3197	6,9	7,0
Actinium	Thorium	

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	[He]2s <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup>
272	-269	24,6
He		

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	

# Periodensystem der Elemente

<http://www.pse-online.de>

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA

4. Hg IVA

5. Hg VA

6. Hg VIA

7. Hg VIIA

8. Hg VIIIA

1. Hg IA

2. Hg IIA

3. Hg IIIA