

# Übung – 29.10.13

## Massenanteil eines Stoffes X [%]

$$w(X) = m(X) / \sum m_i$$

$m(X)$  Masse des Stoffes X

$\sum m_i$  Masse aller Komponenten i

## NaCl (Kochsalz)

$$w(\text{Na}^+) = m(\text{Na}^+) / m(\text{NaCl}) = 23 \text{ g} / 58,5 \text{ g} = 0,393 = 39,3 \%$$

$$w(\text{Cl}^-) = m(\text{Cl}^-) / m(\text{NaCl}) = (1 - 0,393) = 0,607 = 60,7 \%$$

$$w(\text{Cl}^-) = m(\text{Cl}^-) / m(\text{NaCl}) = 35,5 \text{ g} / 58,5 \text{ g} = 60,7 \%$$

## SiO<sub>2</sub> (Quarz)

$$w(\text{Si}^{4+}) = m(\text{Si}^{4+}) / m(\text{SiO}_2) = 28,09 \text{ g} / 60,088 \text{ g} = 46,75 \%$$

$$w(\text{O}^{2-}) = 2 \cdot m(\text{O}^{2-}) / m(\text{SiO}_2) = 32 \text{ g} / 60,088 \text{ g} = 53,25 \%$$

(Anmerkung: der Einfachheit halber wurde hier genau 1 mol der Stoffe eingesetzt um die Massen in [g] zu erhalten. )

# Übung – 29.10.13

H<sub>2</sub>O:

$$w(\text{H}^+) = 2 m(\text{H}^+) / m(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ g} / 18 \text{ g} = 11,11 \%$$

$$w(\text{O}^{2-}) = m(\text{O}^{2-}) / m(\text{H}_2\text{O}) = 16 \text{ g} / 18 \text{ g} = 88,88 \%$$

weitere Beispiele zum selbst rechnen: NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, HCl

NO<sub>2</sub>:

$$w(\text{N}) = m(\text{N}) / m(\text{NO}_2) = 14 \text{ g} / 46 \text{ g} = 30,5 \%$$

$$w(\text{O}) = 2 m(\text{O}) / m(\text{NO}_2) = 32 \text{ g} / 46 \text{ g} = 69,6 \%$$

CO<sub>2</sub>:

$$w(\text{C}) = m(\text{C}) / m(\text{CO}_2) = 12 \text{ g} / 44 \text{ g} = 27,3 \%$$

$$w(\text{O}) = 2 m(\text{O}) / m(\text{CO}_2) = 32 \text{ g} / 44 \text{ g} = 72,7 \%$$

HCl:

$$w(\text{H}) = m(\text{H}) / m(\text{HCl}) = 1 \text{ g} / 36,5 \text{ g} = 2,7 \%$$

$$w(\text{Cl}) = m(\text{Cl}) / m(\text{HCl}) = 35,5 \text{ g} / 36,5 \text{ g} = 97,3 \%$$

# Übung – 29.10.13

## Elektronenkonfiguration:

[Cu]:

$1s^2 2s^2 2p^6$  (entspricht der Edelgaskonfiguration von Neon! Abkürzung: [Ne]) =>

$3s^2 3p^6$  (entspricht der Edelgaskonfiguration von Argon [Ar]!) =>

$4s^2 3d^9$  (wenn man lediglich nach Schema vorgeht und die Elektronen einfüllt)

Bei Kupfer ist allerdings die Spinpaarungsenergie für das zweite Elektron im 4s-Orbital so groß, dass lieber die 3d-Schale vollständig gefüllt wird und dafür das 4s-Orbital nur halb besetzt wird.

-->  $4s^1 3d^{10}$  (halb und vollständig gefüllte Orbitale sind energetisch günstig!)

[Ca<sup>2+</sup>]: [Ne]  $3s^2 3p^6 4s^0$  (anstatt [Ne]  $3s^2 3p^6 4s^2$  für Ca)

[Cl<sup>-</sup>]: [Ne]  $3s^2 3p^6$  (anstatt [Ne]  $3s^2 3p^5$  für Cl)

# Übung – 29.10.13

## Kästchenschreibweise

Hauptquantenzahl  $n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) steht für die Periode

Nebenquantenzahl  $l$  ( $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ) steht für die Art des Orbitals (s, p, d, f,)

Magnetische Quantenzahl  $m$  ( $m = -l, \dots, -1, 0, 1, \dots, l$ ) steht indirekt für die Anzahl der Orbitale

Spinquantenzahl  $s$  ( $s = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ ) steht für Spin des Elektrons

## Beispiele

$$n = 1 \rightarrow l = 0 \rightarrow m = 0 \rightarrow s = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$$

$$n = 2 \rightarrow l = 0, 1 \rightarrow m_{l=0} = 0 ; m_{l=1} = -1, 0, 1 \rightarrow s = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$$

# Übung – 29.10.13

HQZ

NQZ

MQZ

1s

0

0

2s

0

0

2p

1

-1,0,1

3s

0

0

3p

1

-1,0,1

3d

2

-2,-1,0,1,2

...

4f

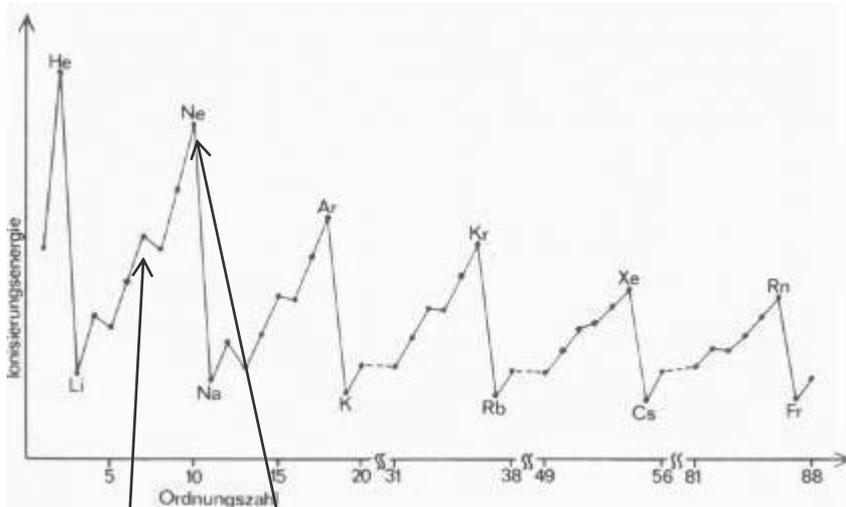
3

-3,-2,-1,0,1,2,3

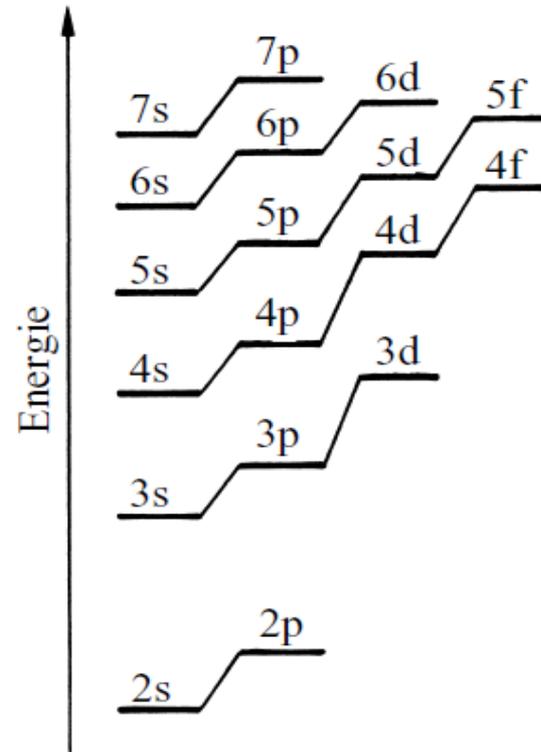
# Übung – 29.10.13

Energetische Abfolge der  
Orbitalbesetzung  
(siehe Hollemann / Wiberg)

ISBN 978-3-11-017770-1



(halb und vollständig gefüllte Orbitale sind energetisch günstig!)

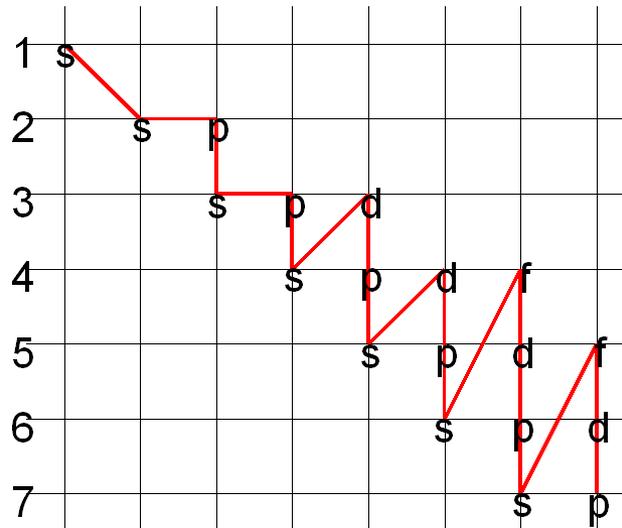


**Fig. 31** Energieniveau-Schema der s-, p-, d-, f-Atomzustände (nicht maßstäblich; 1s nicht berücksichtigt).

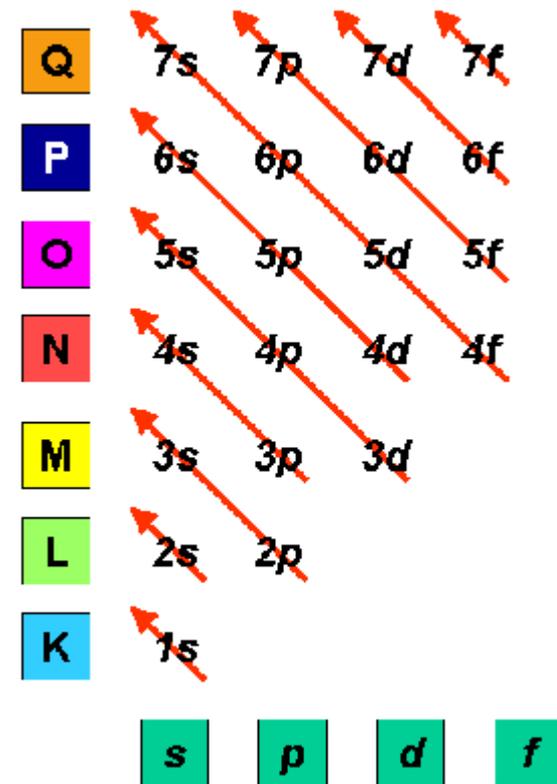
# Übung – 29.10.13

## Orbitalbesetzungsschema

Die Abfolge der Besetzung ergibt sich aus den vorigen Energieniveaus der Orbitale, d.h. es wird von niedrigen Niveaus ausgehend besetzt. 4s liegt energetisch unter 3d.



- s + p Hauptgruppen
- d Nebengruppen
- f Lanthanoide und Actinoide



## Übung – 29.10.13

Wie viel Gramm Natrium werden benötigt um 2 L einer Natronlauge der Konzentration  $c = 0,5 \text{ mol/L}$  herzustellen?



$$m(\text{Na}) = n(\text{Na}) \cdot M(\text{Na})$$

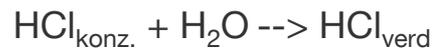
$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$n(\text{Na}) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ mol/L} \cdot 2 \text{ L} = 1 \text{ mol}$$

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol} \rightarrow m(\text{Na}) = 1 \text{ mol} \cdot 23 \text{ g/mol} = 23 \text{ g}$$

Welches Volumen konzentrierte Salzsäure (HCl) muss auf 1 L aufgefüllt werden um eine Lösung mit der Konzentration  $c = 2 \text{ mol/L}$  zu erhalten?

$$\{w(\text{HCl}) = 0,35, \rho = 1,3 \text{ kg/L}\}$$



$$V(\text{HCl}) = m_2 / \rho$$

$$m_2 = m_1 / w \rightarrow m_2 = n \cdot M \rightarrow n = c \cdot V$$

$$V(\text{HCl}) = m_2 / \rho = m_1 / (w \cdot \rho) = (n \cdot M) / (w \cdot \rho) = (c \cdot V \cdot M) / (w \cdot \rho)$$

$$V(\text{HCl}) = (2 \text{ mol/L} \cdot 1 \text{ L} \cdot 36 \text{ g/mol}) / (1300 \text{ g/L} \cdot 0,35) = 0,158 \text{ L}$$

$m_2$  muss substituiert werden um den Realgehalt ( $m_2$ ) an reinem HCl in der Salzsäure (= Wasser (65 Gew-%) + HCl-Gas (35 Gew-% =  $w = 0,35$ )) mit zu berücksichtigen. Unbekannte Parameter weiter substituieren, bis man bekannte Größen (hier  $c$ ,  $V$ ,  $M$ ,  $\rho$  und  $w$ ) hat.

## Übung – 29.10.13

Branntkalk (CaO) reagiert mit Wasser zu gelöschtem Kalk, der mit Kohlendioxid zu Calciumcarbonat reagiert.

a) Wieviel CaCO<sub>3</sub> entsteht aus 1 kg Branntkalk?

b) Welche Masse an CO<sub>2</sub> wird dabei verbraucht?

Reaktionsgleichung:



a)

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3)$$

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaO})$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaCO}_3)$$

$$n(\text{CaO}) = m(\text{CaO}) / M(\text{CaO})$$

aus der Reaktionsgleichung ist ersichtlich, dass aus 1 mol CaO auch 1 mol CaCO<sub>3</sub> entsteht, man kann demnach die Stoffmengen gleichsetzen. Die Stoffmenge an CaO berechnet sich aus dessen Masse und Molekulargewicht

$$m(\text{CaCO}_3) = (m(\text{CaO}) / M(\text{CaO})) \cdot M(\text{CaCO}_3) = (1000 \text{ g} / 56 \text{ g/mol}) \cdot 100 \text{ g/mol} = 1785 \text{ g}$$

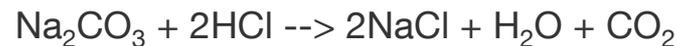
b)

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = n(\text{Ca(OH)}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 785 \text{ g}$$

# Übung – 29.10.13

## Hausaufgabe:

1 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $w = 0,97$ ) soll mit einer HCl-Lösung ( $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$ ) neutralisiert werden – wie viele mL der Lösung werden benötigt?



$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot M(\text{Na}) + M(\text{C}) + 3 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 23 \text{ g/mol} + 12 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16 \text{ g/mol} = 106 \text{ g/mol}$$

$$w = 0,97 \rightarrow m_{\text{effektiv}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ g} \cdot 0,97 = 0,97 \text{ g}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m / M = 0,97 \text{ g} / 106 \text{ g/mol} = 9,15 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$V = n / c \rightarrow V(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3) / c(\text{HCl}) = \\ = 2 \cdot 9,15 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,1 \text{ mol/L} = 183 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

2 mol HCl reagieren laut Reaktionsgleichung mit 1 mol Natriumcarbonat  
--> um 1 mol Natriumcarbonat umzusetzen benötige ich die doppelte Menge an Salzsäure, also 2 mol

## Übung – 29.10.13

Wie viel Wasser (in Gramm) muss zu 100 g CaO (Branntkalk) gegeben werden, damit gleiche Stoffmengen vorhanden sind?



$$n(\text{CaO}) = m(\text{CaO}) / M(\text{CaO}) = 100 \text{ g} / 56 \text{ g/mol} = 1,786 \text{ mol}$$

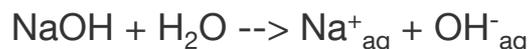
$$n(\text{CaO}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 1,786 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1,786 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 32,148 \text{ g}$$

Wie viel Prozent NaCl enthält eine Lösung, bei der 20 g NaCl mit 380 g Wasser gemischt wurden?

$$w(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / (m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})) = 20 \text{ g} / (20 \text{ g} + 380 \text{ g}) = 0,05 = 5 \%$$

Auf welches Volumen müssen 20 g NaOH mit Wasser aufgefüllt werden um eine Lösung der Konzentration  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$  zu erhalten?



$$V(\text{Lsg.}) = n(\text{NaOH}) / c(\text{NaOH}) = (m(\text{NaOH}) / M(\text{NaOH})) / c(\text{NaOH}) \Rightarrow$$

$$\geq (20 \text{ g} / 40 \text{ g/mol}) / 0,1 \text{ mol/L} = 5 \text{ L}$$

# Allgemeine und Anorganische Chemie

## Zusätzliche Informationen WS 2013/2014

---

Vorlesungs- und übungsbegleitende Unterlagen können von der Homepage des Lehrstuhls herunter geladen werden.  
(unter Lehre/WS13-14/Allg. u. Anorg. Chemie)

[www.bauchemie.ch.tum.de](http://www.bauchemie.ch.tum.de)

Passwort zum Download: „chemie13“

**Klausurtermin**  
**Umweltingenieure/WiTec/BBI/Restauratoren**  
**12.03.14 10:30 – 11:30**  
Raum steht dann in TUM Online

**Klausurtermin Geowissenschaftler:**

**Freitag, 07.02.14, 12:30-14:00 Uhr, HS N1179, N1070, N1080**

Informationen hierzu entnehmen Sie bitte **TUM Online** oder der Homepage des Lehrstuhls

Fragen zur Übung bzw. Organisation können per Mail gestellt werden

[tom.pavlitschek@bauchemie.ch.tum.de](mailto:tom.pavlitschek@bauchemie.ch.tum.de)