

$M$  = molare Masse (PSE) g/mol

$n$  = Stoffmenge mol

$m$  = Masse g

$c$  = Konzentration mol/L

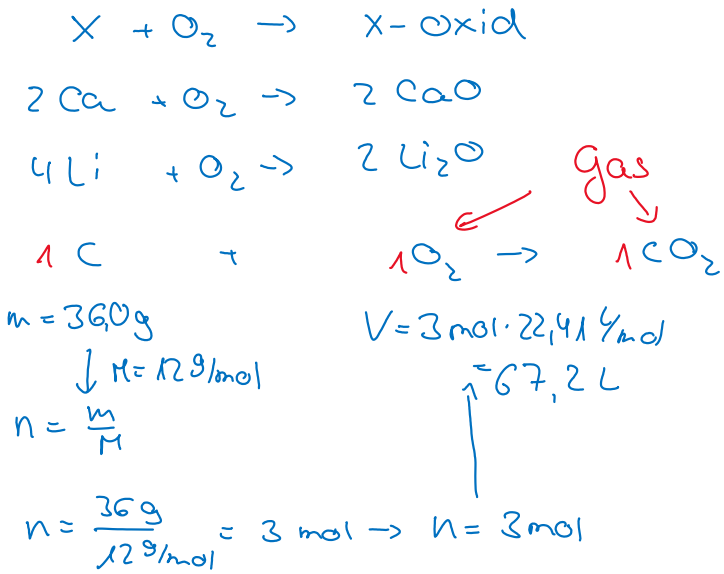
$\tilde{c} = \beta$  = Massenkonzentration g/L

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$\beta = \frac{m}{V}$$

ii) Wie viel Liter Sauerstoff (O<sub>2</sub>) unter Normalbedingungen benötigen Sie, um 36,0 g Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid zu verbrennen?



ideales Gas  
 $1 \text{ mol} \hat{=} 22,41 L$

Zustandsgleichung  
 $p \cdot V = nRT$   
 $\uparrow$   
 allgemeine Gaskonstante  
 J/K · mol

Welcher Massenanteil an Eisen ist in Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) enthalten?

$$\omega = \frac{M(3 \cdot Fe)}{M(Fe_3O_4)} = \frac{167,58 \text{ g/mol}}{231,53 \text{ g/mol}} = 0,72$$

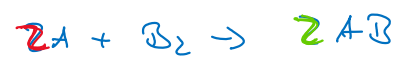
$\Rightarrow 72 \% \text{ von } Fe_3O_4$

$$\omega = \frac{m(\text{gesucht})}{m(\text{gesamt})}$$

Massenwirkungsgesetz:

gleichgewichtskonstante  
 $\frac{1}{p \cdot T}$

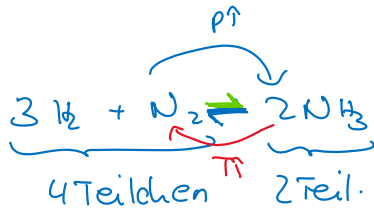
$$K_c = \frac{k_{\text{Hin}}}{k_{\text{Rück}}} = \frac{c(\text{Produkte})}{c(\text{Edukte})}$$



$$1, \dots \frac{c^2(AB)}{c(A) \cdot c(B)}$$



$\Delta H < 0$   
exotherm



$$K_c = \frac{c^2(AB)}{c^2(A) \cdot c(B_2)}$$

$$K_c = \frac{c^2(CO_2)}{c^3(H_2) \cdot c(CO)} = 5$$

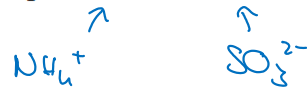
Le Chatelier: Druck  $\uparrow$  : ggw verschiebt sich auf Seite mit weniger Teilchen

Temperatur  $\uparrow$ : ggw verschiebt sich auf endotherme Seite

Satz: Dissoziation in Lösung



14 (2P) Formulieren Sie die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt  $K_L$  von Ammoniumsulfid!



$$c = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$K_c = \frac{c^2(NH_4^+) \cdot c(SO_3^{2-})}{c((NH_4)_2SO_3)}$$

$\uparrow$   $\uparrow$   
 2 1

Löslichkeitsprod.  $K_L = c^2(NH_4^+) \cdot c(SO_3^{2-})$

19 (2P) Formulieren Sie die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt  $K_L$  von  $Ca_5(PO_4)_3F$ !



$$K_L = c^5(Ca^{2+}) \cdot c^3(PO_4^{3-}) \cdot c(F^-)$$

13 (3P) Das Löslichkeitsprodukt von Calciumhydroxid beträgt  $K_L(\text{Ca(OH)}_2) = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ .

a) Welche der folgenden Reaktionsgleichungen gibt die Reaktionsgleichung für den Dissoziationsvorgang von Calciumhydroxid korrekt wieder?  
(Tragen Sie die richtige Lösung (A-G) in das Lösungsfeld ein)

- A:  $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$
- B:  $\text{CaOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- C:  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
- D:  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$
- E:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- F:  $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- G:  $\text{CaOH} \rightarrow \text{Ca}^+ + \text{OH}^-$



$$K_L = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) \rightarrow c^2(\text{OH}^-) = \frac{K_L}{c(\text{Ca}^{2+})}$$

b) Berechnen Sie die maximale Konzentration von OH<sup>-</sup>-Ionen bei einer vorgegebenen Ca<sup>2+</sup>-Konzentration von  $c(\text{Ca}^{2+}) = 4,0 \text{ mol/L}$

$$K_L = 4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3} = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-)$$

$$4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot c^2(\text{OH}^-) = 4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}$$

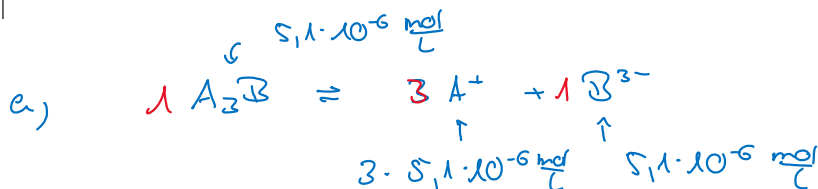
$$c^2(\text{OH}^-) = 10^{-6} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{10^{-6} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}} = 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Bei 25°C lösen sich  $5,1 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$  der Verbindung A<sub>3</sub>B, die aus A<sup>+</sup> und B<sup>3-</sup>-Ionen besteht.

- a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für den Dissoziationsvorgang.
- b) Formulieren Sie die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt von A<sub>3</sub>B.
- c) Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von A<sub>3</sub>B.

Geben Sie das Ergebnis mit der korrekten Einheit mit einer Nachkommastelle an (Bsp.  $3,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^x/\text{L}^x$ )

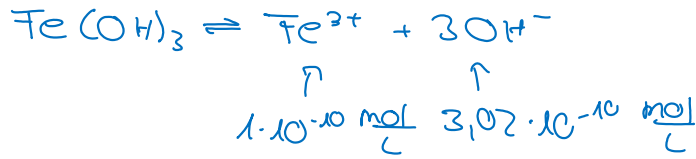


$$\text{b) } K_L = c^3(\text{A}^+) \cdot c(\text{B}^{3-})$$

$$= (1,53 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}})^3 \cdot 5,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

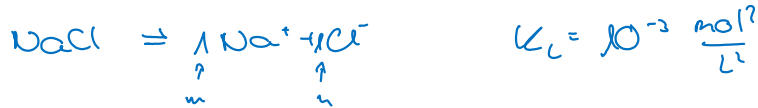
21 (3P) Die Konzentration an OH<sup>-</sup>-Ionen in einer gesättigten Fe(OH)<sub>3</sub> beträgt 3,02 · 10<sup>-10</sup> mol/L. Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt der Eisen(III)-Hydroxidlösung?

Geben Sie das Ergebnis mit der korrekten Einheit mit einer Nachkommastelle in wissenschaftlicher Schreibweise an (Bsp.: 1,0 · 10<sup>-3</sup> mol/L<sup>x</sup>).



$$K_L = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c(\text{OH}^-)^3 = 1 \cdot 10^{-10} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot (3,02 \cdot 10^{-10} \frac{\text{mol}}{\text{L}})^3$$

Löslichkeit  
c(Edukt)  $\curvearrowright$   $L = \sqrt[m+n]{\frac{K_L}{m^m \cdot n^n}}$

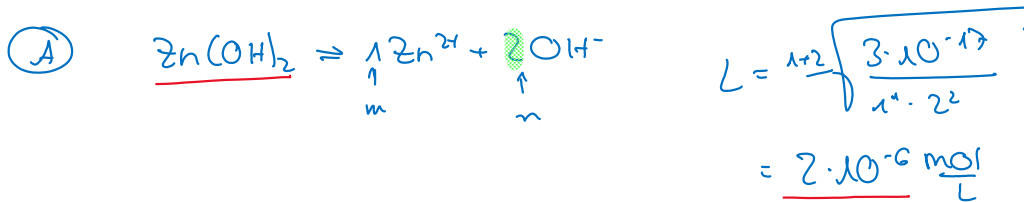


$$L = \sqrt[2]{\frac{10^{-3} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}}{1^1 \cdot 1^1}}$$

15 (3P) Sortieren Sie folgende Verbindungen nach aufsteigender Anionenkonzentration in gesättigter Lösung! Beginnen Sie links mit der kleinsten Konzentration.

- |                     |   |
|---------------------|---|
| A Zinkhydroxid      | ( $K_L = 3,0 \cdot 10^{-17} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ ) |
| B Aluminiumhydroxid | ( $K_L = 1,0 \cdot 10^{-33} \text{ mol}^4/\text{L}^4$ ) |
| C Silberbromid      | ( $K_L = 5,0 \cdot 10^{-13} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ ) |
| D Bleichlorid       | ( $K_L = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ )  |

$$L = \sqrt[m+n]{\frac{K_L}{m^m \cdot n^n}}$$

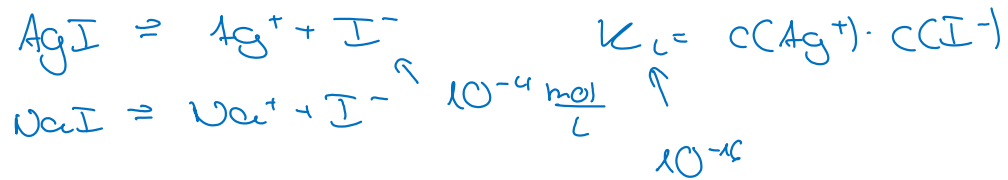


$$\Rightarrow c(\text{OH}^-) = 2 \cdot L = 4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

↪ gleichioniger Zusatz

Zu einer gesättigten Silberiodidlösung wird solange Natriumiodid zugegeben bis die Iodidkonzentration  $c = 10^{-4} \text{ mol/L}$  erreicht. Wie groß ist jetzt die Silberionenkonzentration, wenn das Löslichkeitsprodukt von Silberiodid  $K_L = 10^{-16} \text{ mol}^2/\text{L}^2$  beträgt?

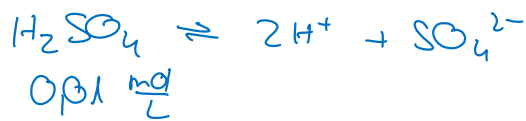
Geben Sie das Ergebnis in mol/L mit einer Nachkommastelle an (Bsp. 3,0 · 10<sup>-12</sup> mol/L)



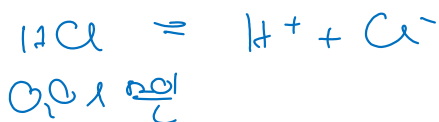
$$10^{-16} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2} = c(\text{Ag}^+) \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+)$$

stark  $\text{pH} = -\log c(\text{Säure})$



$$\text{pH} = -\log 2 \cdot 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$



$$\text{pH} = -\log 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{p}K_s < 3$$

$$\text{p}K_s = -\log K_s$$



$$K_s = \frac{c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c(\text{HA}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 55,56 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{p}K_s = -6$$

$$c(\text{HCl}) = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-2} = 2$$

$$c(\text{HCl}) = 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-3} = 3$$

schwache Säuren

$$\text{pH} = \frac{1}{2} [\text{p}K_s - \log c(\text{Säure})]$$

$$\text{p}K_s > 3$$



$$\text{p}K_s = 4,75$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} [4,75 - \lg 10^{-2}]$$

$$\frac{1}{2} \cdot 6,75 = 3,375$$

$$\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-)$$

starke Base  $\text{pOH} = -\lg c_0(\text{Base})$

schwache Base  $\text{pOH} = \frac{1}{2} [\text{p}K_B - \lg c_0(\text{Base})]$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$c(\text{NH}_3) = 0,02$$

$$\text{p}K_B = 4,75$$

gesucht pH

Schwache Base

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} [4,75 - \lg 2 \cdot 10^{-2}]$$

$$= 3,2$$

$$\text{pH} = 14 - 3,2 = \underline{\underline{10,8}}$$

Berechnen Sie die pH-Werte folgender Lösungen!  
Geben Sie die Ergebnisse jeweils mit einer Nachkommastelle an!

a) Salpetersäure,  $c_0(\text{HNO}_3) = 0,001 \text{ mol/L}$  stark

b) Ammoniumchlorid,  $c_0(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,001 \text{ mol/L}$  ← pH von Salzlösungen

$$\text{pH} = -\lg c(\text{Säure})$$

$$= -\lg 10^{-3} = \underline{\underline{3}}$$

Wie groß ist der pH-Wert, wenn 400 mL  $\text{HNO}_3$  ( $c_0 = 0,03 \text{ mol/L}$ ) mit 2 Liter Wasser verdünnt werden?

Geben sie das Ergebnis mit einer Nachkommastelle an!

$$c_0 = 0,03 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$c_1 =$$

$$V_0 = 0,4 \text{ L}$$

$$V_1 = 2,4 \text{ L}$$

Verdünnungsformel:

$$c_1 \cdot V_1 = c_0 \cdot V_0$$

$$\text{pH} = -\lg c(\text{Säure})$$

$$c_0 \cdot V_0 = c_1 \cdot V_1$$

$$\frac{0,03 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,1 \text{ l}}{2,4 \text{ l}} = c_1 = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\lg 5 \cdot 10^{-3} = 2,3$$