

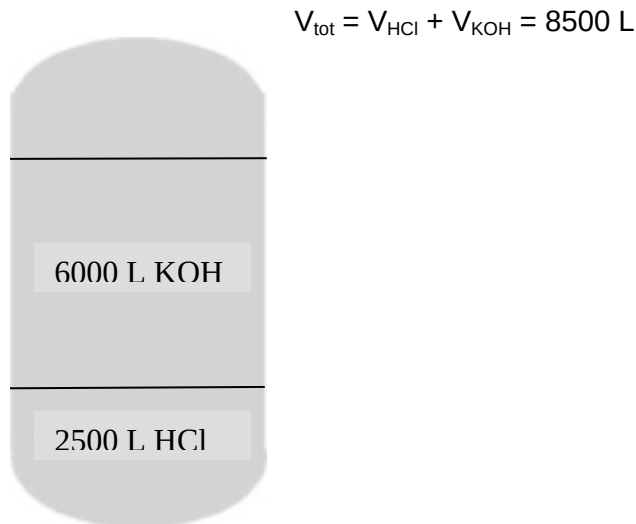
Lösungen zu den pH-Berechnungen II

1.) a.)

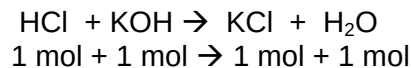
Ges.: 2500 L HCl; pH 1.4

Geg.: 6000 L KOH; $c(\text{KOH}) = 0.017 \text{ mol/L}$

Skizze:



Reaktionsgleichung:



Lösungsweg:

Überschuss KOH $\rightarrow c(\text{OH}^-) \rightarrow \text{pOH} \rightarrow \text{pH}$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1.4} = 0.03981 \text{ mol/L}$$

Es gilt: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{HCl})$

$$\begin{aligned} 1 \text{ L} &\rightarrow 0.03981 \text{ mol HCl} \\ 2500 \text{ L} &\rightarrow x \text{ mol HCl} \\ x &= 99.526 \text{ mol HCl rein} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ L} &\rightarrow 0.017 \text{ mol KOH} \\ 6000 \text{ L} &\rightarrow y \text{ mol KOH} \\ y &= 102.0 \text{ mol KOH rein} \end{aligned}$$

Das Gesamtvolumen wird später während der Lösung benötigt

Die Stoffmengen von HCl und KOH reagieren 1:1

Siehe Reaktionsgleichung!!

Aus der gegebenen HCl $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ ausrechnen

einwertige, starke Säure
vollständig dissoziiert

Stoffmenge an HCl berechnen

Stoffmenge an KOH berechnen

HCl und KOH reagieren 1:1, d.h.
für 99.526 mol HCl benötigt man

Überschuss an KOH:

$$102.0 \text{ mol} - 99.526 \text{ mol} = 2.474 \text{ mol}$$

Wichtig: Überschuss ist
Im Gesamtvolumen von
8500 L!!!

$$8500 \text{ L Lsg.} \rightarrow 2.474 \text{ mol KOH}$$

$$1 \text{ L Lsg.} \rightarrow z \text{ mol KOH}$$

$$z = 0.000291 \text{ mol KOH}$$

Es gilt: $c(\text{KOH}) = c(\text{OH}^-)$

$$\text{pOH} = -\log \cdot c(\text{OH}^-) = -\log 0.000291 = 3.536$$

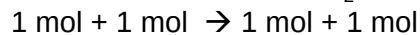
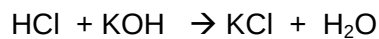
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3.536 = 10.464$$
$$= \mathbf{10.46}$$

1.) b.)

Ges.: Wieviele kg KCl entstehen?

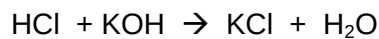
Geg.: 99.526 mol HCl

Reaktionsgleichung:



Lösungsweg:

Reaktionsgleichung $\rightarrow n(\text{HCl}) \rightarrow n(\text{KCl}) \rightarrow \text{Masse KCl}$



$$99.526 \text{ mol} \rightarrow x \text{ mol KCl}$$

$$\rightarrow x = 99.526 \text{ mol KCl}$$

$$1 \text{ mol KCl} \rightarrow 0.07456 \text{ kg}$$

$$99.526 \text{ mol KCl} \rightarrow y \text{ kg}$$

$$y = \mathbf{7.42 \text{ kg KCl}}$$

99.526 mol KOH!

$c(\text{KOH})$ für 1 L Lösung
ausrechnen

einwertige, starke Base,
vollständig dissoziiert

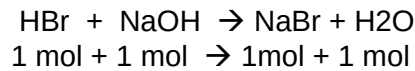
siehe Teilaufgabe 1a!

Stoffmengen reagieren 1:1!!!

2.) Ges.: pH-Wert der Natronlaugemischung nach der Reaktion

Geg.: 16050 L HBr rein
500 kg NaOH, w = 2%
800 kg NaOH, w = 2.34%
k (Natronlaugemischung) = 1.333 g/mL

Reaktionsgleichung:



Lösungsweg:

Mischungsgleichung $\rightarrow w_m \rightarrow$ Masse NaOH rein $\rightarrow$
 $n(\text{HBr}) + n(\text{NaOH}) \rightarrow$ Überschuss NaOH $\rightarrow c(\text{OH}^-) \rightarrow$
pOH $\rightarrow$ pH

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_m$$

$$500 \cdot 2 + 800 \cdot 2.34 = (500 + 800) \cdot x$$
$$1000 + 1872 = 500x + 800x$$
$$2872 = 1300x \quad // :1300$$
$$2.209 = x$$
$$w_m = 2.209\%$$

100.0 kg NaOH-Lsg. $\rightarrow$ 2.209 kg NaOH rein
1300 kg NaOH-Lsg. $\rightarrow$ y kg NaOH rein
y = 28.72 kg NaOH rein

0.040 kg NaOH $\rightarrow$ 1 mol
28.72 kg NaOH $\rightarrow$ z mol
z = 718 mol NaOH rein

22.4 L HBr $\rightarrow$ 1 mol
16050 L HBr $\rightarrow$ x mol
x = 716.51 mol HBr

Überschuss NaOH:
718 mol - 716.51 mol = 1.482 mol NaOH

1.333 g $\rightarrow$ 0.001 L NaOH-Mischung
1300000 g $\rightarrow$ y L NaOH-Mischung
y = 975.24 L NaOH-Mischung

975.24 L NaOH-Mischung $\rightarrow$ 1.482 mol
1 L NaOH-Mischung $\rightarrow$ z mol
z = 0.0015196 mol NaOH

pH = 14 - pOH = 14 - (-log c(OH⁻)) =
14 - (-log 0.0015196) = **11.18**

HBr und NaOH reagieren 1:1

Mischungsgleichung allgemein formulieren, dann ausrechnen

Massenanteil der NaOH-Mischung ist 2.209%!!!

Befindet sich in der Mischung

Weil HBr und NaOH 1:1 reagieren, wird nicht die ganze NaOH-Menge verbraucht!

Stoffmenge NaOH pro Liter Lösung

- 3.) Ges.: $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ im Blut
Geg.: pH 7.39

Lösungsweg:

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-7.39} = \mathbf{4 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}}$$

- 4.) Ges.: Aussage
Geg.: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0.00005 \text{ mol/L}$

Lösungsweg:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{pH} \rightarrow \text{Aussage}$$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\log 0.00005 = 5.3$$

Die Lösung ist sauer

- 5.) a.)
Ges.: pH-Wert
Geg.: $c(\text{HCl}) = 0.23 \text{ mol/L}$

Lösungsweg:

$$c(\text{HCl}) \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{pH}$$

$$\text{Es gilt: } c(\text{HCl}) = c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\log 0.23 = \mathbf{0.638}$$

einwertige, starke Säure,
vollständig dissoziiert

- 5.) b.)
Ges.: pH-Wert
Geg.: $c(\text{NaOH}) = 0.14 \text{ mol/L}$

Lösungsweg:

$$c(\text{NaOH}) \rightarrow c(\text{OH}^-) \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{pH}$$

$$\text{Es gilt: } c(\text{NaOH}) = c(\text{OH}^-)$$

$$\text{pOH} = -\log c(\text{OH}^-) = -\log 0.14 = 0.8538$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0.8538 = \mathbf{13.15}$$

starke, einwertige Base, voll-
ständig dissoziiert

- 5.) c.)
Ges.: pH-Wert
Geg.: $c(\text{Essigsäure}) = 0.89 \text{ mol/L}$
Dissoziationsgrad = 0.4%

Lösungsweg:

$c(\text{Essigsäure}), \text{Dissoziationsgrad} \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{pH}$

0.89 mol Essigsäure $\rightarrow$ 100%
x mol Essigsäure $\rightarrow$ 0.4%
x = 0.0356 mol Essigsäure

Es gilt: $c(\text{Essigsäure dissoziiert}) = c(\text{H}_3\text{O}^+)$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\log 0.0356 = 2.449 \\ = \mathbf{2.45}$$

- 5.) d.)
Ges.: pH-Wert
Geg.: $k(\text{HNO}_3) = 2.45 \text{ g/50 mL}$

Lösungsweg:

$K(\text{HNO}_3) \rightarrow 1 \text{ L Lösung} \rightarrow \text{Molmasse HNO}_3 \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{pH}$

2.45 g HNO_3 rein $\rightarrow$ 50 mL
x g HNO_3 rein $\rightarrow$ 1000 mL
x = 49.0 g HNO_3 rein

63.0 g HNO_3 rein $\rightarrow$ 1 mol
49.0 g HNO_3 rein $\rightarrow$ y mol
y = 0.7777 mol HNO_3 rein

Es gilt: $c(\text{HNO}_3) = c(\text{H}_3\text{O}^+)$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\log 0.7777 = \mathbf{0.1091}$$

0.0356 mol Essigsäure sind dissoziiert und dementsprechend für die Berechnung des pH relevant
einwertige, schwache Säure, Dissoziationsgrad berücksichtigt!

Molmasse HNO_3 in 1 L Lsg.

einwertige, starke Säure, vollständig dissoziiert

6.) Ges.: pH-Wert
Geg.: K_3PO_4 - Lsg., $k = 8.29 \text{ g/150 mL}$

Lösungsweg:

$k(\text{HNO}_3) \rightarrow \text{Masse } \text{K}_3\text{PO}_4 \text{ in } 30 \text{ mL} \rightarrow n(\text{H}_3\text{PO}_4) \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{pH}$

$8.29 \text{ g } \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow 150 \text{ mL}$
 $x \text{ g } \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow 30 \text{ mL}$
 $x = 1.658 \text{ g } \text{K}_3\text{PO}_4$

Es gilt: 1 mol K_3PO_4 ergeben 1 mol H_3PO_4 im Ionenaustauscher

1 mol $\text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow 212.28 \text{ g}$
 $y \text{ mol } \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow 1.658 \text{ g}$
 $y = 0.00781 \text{ mol } \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow 0.00781 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4$

$0.00781 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 30 \text{ mL}$
 $z \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 1000 \text{ mL}$
 $z = 0.2603 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4$

$1000 \text{ mL} \rightarrow 0.2603 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ rein}$

Es gilt: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot 3$

$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0.2603 \text{ mol/L} \cdot 3 = 0.7810 \text{ mol/L}$

$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\log 0.7810 = \mathbf{0.1073}$

7.) a.)
Ges.: $k(\text{HCl})$ in mg/mL
Geg.: pH 2.2

Lösungsweg:

$\text{pH} \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow c(\text{HCl}) \rightarrow \text{Masse HCl} \rightarrow k(\text{HCl})$

$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.2} = 0.006309 \text{ mol/L}$

$36500 \text{ mg HCl} \rightarrow 1 \text{ mol}$
 $x \text{ mg HCl} \rightarrow 0.006309 \text{ mol}$
 $x = 230.28 \text{ mg HCl}$

$1000 \text{ mL HCl} \rightarrow 230.28 \text{ mg}$
 $1 \text{ mL HCl} \rightarrow y \text{ mg}$
 $y = 0.230 \text{ mg HCl rein}$

$k(\text{HCl}) = \mathbf{0.230 \text{ mg/mL}}$

In 1000 mL Lsg. sind
 $0.2603 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4$

dreiwertige, starke Säure, vollständig dissoziiert

Masse HCl rein

7.) b.)
Ges.: $c(\text{H}_3\text{O}^+)$
Geg.: pH 10.8

Lösungsweg:

pH $\rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+)$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10.8} = \mathbf{1.584 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}}$$

7.) c.)
Ges.: $k(\text{KOH})$ in g/m^3
Geg.: pH 8.3

Lösungsweg:

pOH $\rightarrow c(\text{OH}^-) \rightarrow c(\text{KOH}) \rightarrow \text{Masse KOH} \rightarrow k(\text{KOH})$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 8.3 = 5.7$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-5.7} = 0.000001995 \text{ mol/L}$$

Es gilt: $c(\text{OH}^-) = c(\text{KOH})$

$$\begin{aligned} 56.11 \text{ g} &\rightarrow 1 \text{ mol KOH} \\ x \text{ g} &\rightarrow 0.000001995 \text{ mol KOH} \\ x &= 0.0001119 \text{ g KOH rein} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ L} &\rightarrow 0.0001119 \text{ g KOH rein} \\ 1000 \text{ L} &\rightarrow y \text{ g KOH rein} \\ y &= 0.1119 \text{ g KOH rein} \end{aligned}$$

$$\mathbf{k(\text{KOH}) = 0.1119 \text{ g/m}^3}$$

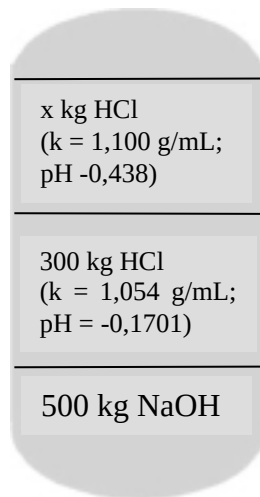
einwertige, starke Base

Masse KOH rein

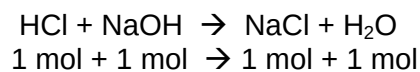
8.) Ges.: Wieviele kg HCl ($k = 1.100 \text{ g/mL}$; $\text{pH} = -0.438$) werden für die Mischung benötigt?

Geg.: 500 kg NaOH ; $k = 1.333 \text{ g/mL}$;
 $c = 10 \text{ mol/L}$
 300 kg HCl ($k = 1.054 \text{ g/mL}$;
 $\text{pH} = -0.1701$)

Skizze:



Reaktionsgleichung:



Lösungsweg:

$$n(\text{NaOH}) \rightarrow n(\text{HCl})_{\text{total}} \rightarrow n(\text{HCl})_{\text{bekannt}}$$

$$n(\text{HCl})_{\text{unbekannt}} \rightarrow \text{Masse HCl unbekannt}$$

$$\text{Dichte} = m / V$$

$$\rightarrow V = 500 \text{ kg} / 1.333 \text{ kg/L} = 375.09 \text{ L}$$

$$1 \text{ L NaOH} \rightarrow 10.00 \text{ mol}$$

$$375.09 \text{ L NaOH} \rightarrow x \text{ mol}$$

$$x = 3750.93 \text{ mol NaOH rein}$$

1.Schritt: w der bekannten Säure ausrechnen

$$\text{Es gilt: } c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{HCl})$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-(-0.1701)} = 1.479 \text{ mol/L}$$

HCl und NaOH reagieren 1:1

in der HCl-Mischung müssen
 also 3750.93 mol HCl rein sein!!!
 => siehe Reaktionsgleichung!

einwertige, starke Säure voll-
 ständig dissoziiert

1 mol HCl $\rightarrow$ 36.5 g
1.479 mol HCl $\rightarrow$ y g
y = 53.98 g HCl rein

sind in 1 L Lösung

1 mL HCl $\rightarrow$ 1.054 g
1000 mL HCl $\rightarrow$ z g
z = 1054 g

Masse eines Liters

1054 g HCl-Lsg. $\rightarrow$ 53.98 g HCl rein
100 g HCl-Lsg. $\rightarrow$ x g HCl rein
x = 5.121 g HCl rein
 $\Rightarrow$ d.h., $w(\text{HCl}) = 5.121 \text{ g}/100\text{g}$

2.Schritt: Berechnen, wieviele kg HCl rein in den
300 kg bekannter Säure sind

5.121 kg HCl rein $\rightarrow$ 100.0 kg Lösung
x kg HCl-rein $\rightarrow$ 300.0 kg Lösung
x = 15.363 kg HCl rein

3.Schritt: Berechnung der Masse an unbekannter Säure

1 mol HCl $\rightarrow$ 0.0365 kg
3750.93 mol HCl $\rightarrow$ y kg
y = 136.908 kg HCl rein

136,908 kg HCl rein müssen
gesamthaft in der Mischng sein
 $\Rightarrow$ siehe Seite 11, mitte

Masse an unbekannter Säure:

$$m_{\text{total}} - m_{\text{HCl bekannt}} = m_{\text{HCl unbekannt}}$$

$$136.908 \text{ kg} - 15.363 \text{ kg} = 121.545 \text{ kg} \\ = 121.545 \text{ kg HCl rein}$$

4.Schritt: w der gesuchten Säure ausrechnen

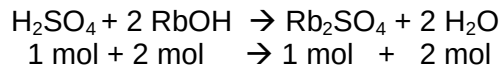
1100 g HCl-Lsg. $\rightarrow$ 100 g HCl rein
100 g HCl-Lsg. $\rightarrow$ x g HCl rein
x = 9.09 g HCl rein
 $w(\text{HCl}) = 9.09\text{g}/100\text{g}$

5.Schritt: Berechnen der Masse der gesuchten Säure

100.0 kg HCl-Lsg. $\rightarrow$ 9.09 kg HCl rein
y kg HCl-Lsg. $\rightarrow$ 121.545 kg HCl rein
y = 1337.12 kg
= 1337 kg HCl-Lösung mit w = 9.09g/100g

- 9.) a.)
 Ges.: Übrige RbOH-Moleküle
 Geg.: H_2SO_4 , $c = 1.250 \text{ mol/L}$
 $1.7 \cdot 10^{24}$ RbOH-Moleküle

Reaktionsgleichung:



Lösungsweg:

$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow \text{Reaktionsgleichung} \rightarrow$
 Überschuss RbOH $\rightarrow$ übrige RbOH-Moleküle

$$6.022 \cdot 10^{23} \text{ RbOH-Moleküle} \rightarrow 1 \text{ mol}$$

$$1.7 \cdot 10^{24} \text{ RbOH-Moleküle} \rightarrow x \text{ mol}$$

$$x = 2.822 \text{ mol}$$

RbOH-Moleküle

Es gilt: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 2$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot 1.250 \text{ mol/L} = 2.50 \text{ mol/L}$$

Überschuss an RbOH:

$$2.822 \text{ mol} - 2.50 \text{ mol} = 0.322 \text{ mol RbOH-Moleküle}$$

$$6.022 \cdot 10^{23} \text{ RbOH-Moleküle} \rightarrow 1 \text{ mol}$$

$$y \text{ RbOH-Moleküle} \rightarrow 0.322 \text{ mol}$$

$$y = \mathbf{1.939 \cdot 10^{23} \text{ RbOH-Moleküle}}$$

- 9.) b.)
 Ges.: pH-Wert
 Geg.: 0.322 mol/L RbOH

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\log 0.322) = \mathbf{13.51}$$

zweiwertige, starke Säure, vollständig dissoziiert

H_2SO_4 und RbOH reagieren 1:2, dies wurde in $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ schon berücksichtigt

=> siehe Teilaufgabe 9a!

- 10.) Ges.: $V_{\text{HI-Lösung}}$ in km^3
 Geg.: kugelförmiger Lagertank, Durchm. = 20 m
 HI rein bei 1013 mbar, 273.15 K
 pH-Wert der HI-Lösung: 5

Lösungsweg:

$$V_{\text{HI}} \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \rightarrow V_{\text{HI-Lösung}}$$

$$V = 4\pi r^3/3 = 4\pi \cdot 10^3 \text{m}^3 / 3 = 4188.79 \text{ m}^3 \text{ HI}$$

$$\begin{aligned} 22.4 \text{ L HI} &\rightarrow 1 \text{ mol} \\ 4188790.2 \text{ L HI} &\rightarrow x \text{ mol} \\ x &= 186999.56 \text{ mol HI rein} \end{aligned}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5} = 0.00001 \text{ mol/L}$$

$$\text{Es gilt: } c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{HI})$$

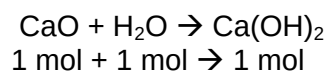
$$\begin{aligned} 1 \text{ L} &\rightarrow 0.00001 \text{ mol HI rein} \\ y \text{ L} &\rightarrow 186999.56 \text{ mol HI rein} \\ y &= 1.8699 \cdot 10^{10} \text{ L HI-Lösung} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ km}^3 &\rightarrow 10^{12} \text{ L HI-Lösung} \\ z \text{ km}^3 &\rightarrow 1.8699 \cdot 10^{10} \text{ L HI-Lösung} \\ z &= 0.018699 \text{ km}^3 \\ &= \mathbf{0.01870 \text{ km}^3 \text{ HI-Lösung}} \end{aligned}$$

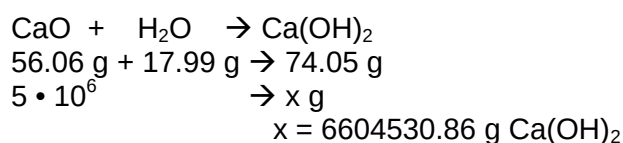
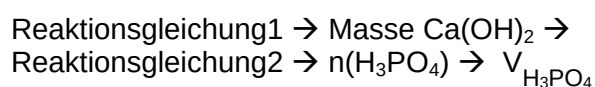
einwertige, starke Säure, vollständig dissoziiert

- 11.) a.)
 Ges.: $V_{\text{H}_3\text{PO}_4}$
 Geg.: H_3PO_4 , pH 4.5
 5000 kg CaO

Reaktionsgleichung 1:



Lösungsweg:

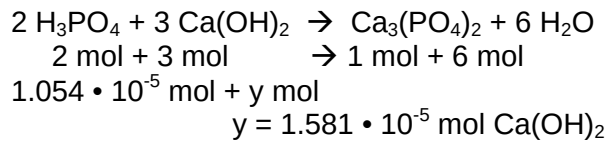


$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4.5} = 0.00003162 \text{ mol/L}$$

Es gilt:

$$c(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{H}_3\text{O}^+) / 3 = 0.00003162 \text{ mol/L} / 3 \\ = 0.00001054 \text{ mol/L}$$

Reaktionsgleichung 2:



$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Ca(OH)}_2 \rightarrow 74.05 \text{ g} \\ z \text{ mol Ca(OH)}_2 \rightarrow 6604530.86 \text{ g} \\ z = 89190.15 \text{ mol Ca(OH)}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1.054 \cdot 10^{-5} \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 1.581 \cdot 10^{-5} \text{ mol Ca(OH)}_2 \\ x \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 89190.15 \text{ mol Ca(OH)}_2 \\ x = 59460.1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ L} \rightarrow 1.054 \cdot 10^{-5} \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \\ y \text{ L} \rightarrow 59460.1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \\ y = 5641375927 \text{ L H}_3\text{PO}_4 \\ = \mathbf{5641376 \text{ m}^3 \text{ H}_3\text{PO}_4 \text{ mit pH 4.5}} \end{array}$$

11.) b.)
Ges.: $n(\text{Ca(OH)}_2)$
Geg.: 5000 kg CaO. $w = 82 \%$
vom Ca(OH)_2 werden nur 70%
umgesetzt

Lösungsweg:

$\text{CaO} \rightarrow \text{CaO rein} \rightarrow \text{Reaktionsgleichung} \rightarrow \text{Differenz an}$
 $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow n(\text{Ca(OH)}_2)$

$$5000 \text{ kg CaO} \cdot 0.82 = 4100 \text{ kg CaO rein}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} & \rightarrow & \text{Ca(OH)}_2 \\ 56.06 \text{ g} + 17.99 \text{ g} & \rightarrow & 74.05 \text{ g} \\ 4.1 \cdot 10^6 \text{ g} & \rightarrow & x \text{ g} \\ & x = 5415715.305 \text{ g Ca(OH)}_2 & \end{array}$$

$$5415715.30 \text{ g Ca(OH)}_2 \cdot 0.70 = 3791000.71 \text{ g Ca(OH)}_2$$

Restliches Ca(OH)_2 :
 $5415715.31 \text{ g} - 3791000.71 \text{ g} = 1624714.59 \text{ g Ca(OH)}_2$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Ca(OH)}_2 \rightarrow 74.05 \text{ g} \\ y \text{ mol Ca(OH)}_2 \rightarrow 1624714.59 \text{ g} \\ y = 21940.77 \text{ mol} \\ = \mathbf{21941 \text{ mol Ca(OH)}_2} \end{array}$$

Siehe Reaktionsgleichung 2!!!

siehe oben!

werden umgesetzt

- 12.) a.)
 Ges.: Masse Sodalösung
 Geg.: 6000 L HCl, pH 1
 Na₂CO₃-Lsg., w = 8 %

Reaktionsgleichung:



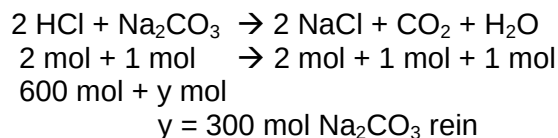
Lösungsweg:

pH $\rightarrow$ c(H₃O⁺) $\rightarrow$ n(HCl) $\rightarrow$ Reaktionsgleichung $\rightarrow$
 n(Na₂CO₃) $\rightarrow$ Masse Na₂CO₃

Es gilt: c(H₃O⁺) = c(HCl)

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1} = 0.1000 \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ L HCl} &\rightarrow 0.1000 \text{ mol HCl rein} \\ 6000 \text{ L HCl} &\rightarrow x \text{ mol HCl rein} \\ x &= 600 \text{ mol HCl rein} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 &\rightarrow 105.78 \text{ g} \\ 300 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 &\rightarrow z \text{ g} \\ z &= 31734 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ rein} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 100.0 \text{ kg Sodalsg.} &\rightarrow 8.00 \text{ kg Na}_2\text{CO}_3 \text{ rein} \\ x \text{ kg Sodalsg.} &\rightarrow 31.734 \text{ kg Na}_2\text{CO}_3 \text{ rein} \\ x &= 396.67 \text{ kg} \\ &\rightarrow \mathbf{397 \text{ kg Sodalösung}} \end{aligned}$$

einwertige, starke Säure, vollständig dissoziiert

- 12.) b.)
 Ges.: Minimumradius für einen kugelförmigen Transportbehälter
 Geg.: 6000 L HCl, pH 1
 397 kg Sodalsg, k = 1.080 g/mL

Lösungsweg:

Gesamtvolumen Lösung $\rightarrow$ Minimumvolumen Kugel $\rightarrow$
 Radius Kugel

$$\text{Dichte (Sodalösung)} = m/V$$

$$V = 397 \text{ kg} / 1.080 \text{ kg/l} = 367.59 \text{ L Sodalösung}$$

siehe Teilaufgabe 12 a

$$V_{\text{total}} = V_{\text{HCl}} + V_{\text{Sodalösung}}$$

$$V_{\text{total}} = 6000 \text{ L} + 367.59 \text{ L} = 6367.59 \text{ L}$$

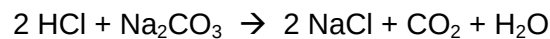
$$V = 4 \pi r^3 / 3$$

$$r = 1.150 \text{ m}$$

12.) c.)
 Ges.: Volumen CO₂ in m³
 Geg.: 1013 mbar, 273.15 K
 600 mol HCl

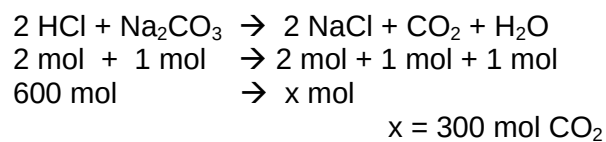
siehe Teilaufgabe 12 a

Reaktionsgleichung:



Lösungsweg:

Reaktionsgleichung $\rightarrow n(\text{HCl}) \rightarrow n(\text{CO}_2) \rightarrow \text{Volumen CO}_2$



$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ mol CO}_2 & \rightarrow & 22.4 \text{ L} \\ 300 \text{ mol CO}_2 & \rightarrow & y \text{ L} \\ & & y = 6720 \text{ L} \\ & & = \mathbf{6.72 \text{ m}^3 \text{ CO}_2} \end{array}$$

12.) d.)
 Ges.: Wieviele Batterien sind zum abfüllen
 nötig?
 Wieviele L CO₂ sind in der
 letzten Batterie?

siehe Teilaufgabe 12 a

Geg.: 6720 L CO₂, 1013 mbar, 273.15 K
 Batterien à 500 L

Lösungsweg:

allg. Gasgleichung $\rightarrow$ Anzahl Batterien

$$p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$$

$$\begin{array}{l} p_1 = 1.013 \text{ bar} \\ T_1 = 273.15 \text{ K} \\ V_1 = 6720 \text{ L} \\ T_2 = 303.15 \text{ K} \\ p_2 = 4.5 \text{ bar} \end{array}$$

$$V_2 = p_1 \cdot V_1 \cdot T_2 / T_1 \cdot p_2 = 1678.89 \text{ L}$$

Anzahl Batterien:

$$1678.89 \text{ L} / 500 \text{ L} = 3.35 \rightarrow \mathbf{4 \text{ Batterien}}$$

$$1678.89 \text{ L} - 1500 \text{ L} = 178.89 \text{ L} \\ \rightarrow \mathbf{178.9 \text{ L CO}_2}$$

In der letzten Batterie befinden sich **178.9 L CO₂**.