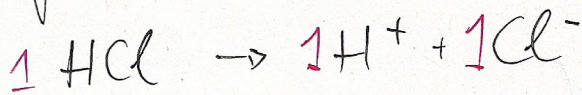


PROBLEMAS DE QUÍMICA. M. J. SIENKO
Equivalente gramo, p 75. Ácido-Base

171

¿Cuántos gramos de HCl habrá en un equivalente gramo de HCl?

¿g HCl? 1 eq HCl



1 mol 1 mol
36.46g 1 eq

$$P_{eq} = \frac{P_{un}}{n^{\circ}H} = \frac{P_{un}}{1}$$

Otra forma:

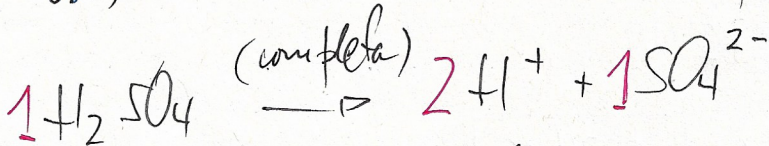
$$m(\text{HCl}) = \frac{n^{\circ}eq \times P_{eq}}{1} = 1 \text{ eq} \times \frac{36.46g}{1} = \boxed{36.46g}$$

$$n^{\circ}eq = \frac{m(g)}{P_{eq}}$$

172

tenemos 0.15 mol de H_2SO_4 . ¿Cuántos equivalentes gramo tenemos para reacción completa?

0.15 mol H_2SO_4 $\xrightarrow{\text{completa}}$ ¿eq?



1 mol 2 mol
2 eq.

0.15 mol

0.30 mol
0.30 eq

$$P_{eq} = \frac{P_{un}}{n^{\circ}H} = \frac{P_{un}}{2}$$

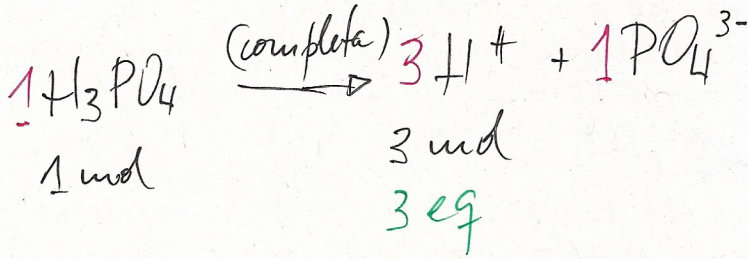
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n^{\circ}eq \times P_{eq}}{1} = 0.30 \times \frac{98.00}{2} = \boxed{14.7g}$$

$$n^{\circ}eq = \frac{m(g)}{P_{eq}}$$

173

tenemos 0.15 mol de H_3PO_4 para reacción completa.
¿Cuántos gramos de H_3PO_4 tenemos?

0.15 mol H_3PO_4 (completa) \rightarrow ¿m H_3PO_4 ?



0.15 mol

0.45 mol
0.45 eq

$$P_{eq} = \frac{P_m}{n^{\circ}H} = \frac{P_m}{3}$$

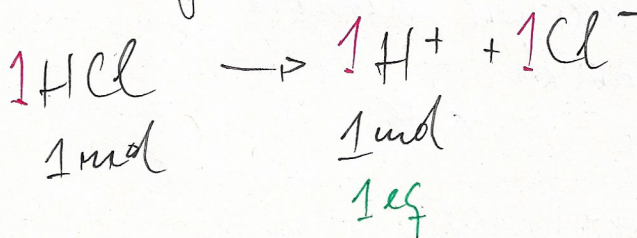
$$m(H_3PO_4) = n^{\circ}eq \times P_{eq} = 0.45 \times \frac{97.97 g}{3} = \boxed{14.7 g}$$

$$n^{\circ}eq = \frac{m(g)}{P_{eq}}$$

174

tenemos 1.00 g HCl. ¿Cuántos equivalentes gramos son?

1.00 g HCl \rightarrow ¿eq?



$$\frac{1 g}{36.46 g/mol} = 0.0274 \text{ mol} \quad \boxed{0.0274 \text{ eq}}$$

Otra forma:

$$m(HCl) = n^{\circ}eq \times P_{eq}$$

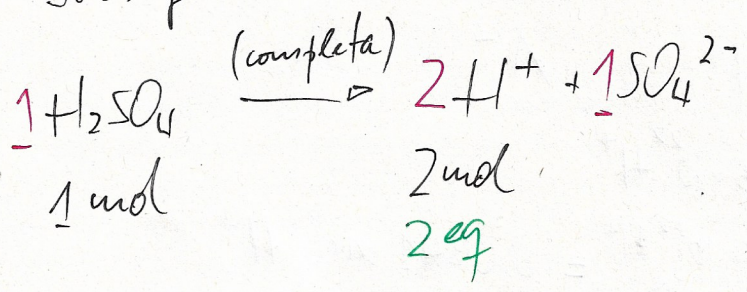
$$n^{\circ}eq = \frac{m(HCl)}{P_{eq}} = \frac{1 g}{\frac{P_m}{1}} = \frac{1}{36.46} = \boxed{0.0274 \text{ eq}}$$

$$P_{eq} = \frac{P_m}{1}$$

175

tenemos 3.65 g de H₂SO₄. ¿A cuántos equivalentes gramo de H₂SO₄ equivale para una reacción completa?

3.65 g H₂SO₄ → ¿eq?



$$\frac{3.65 \text{ g}}{98.08 \text{ g/mol}} = 0.0372 \text{ mol}$$

$$\frac{0.0744 \text{ mol}}{0.0744 \text{ eq}}$$

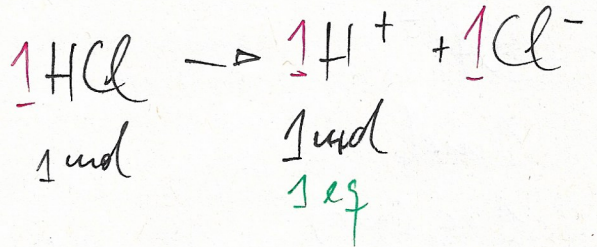
Otra forma:

$$\begin{aligned}
 m(\text{H}_2\text{SO}_4) &= n^{\circ} \text{ eq} \times P_{\text{eq}} \\
 n^{\circ} \text{ eq} &= \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{P_{\text{eq}}} = \frac{3.65 \text{ g}}{P_{\text{eq}}/2} = \frac{2 \times 3.65}{98.08} = \boxed{0.0744 \text{ eq}} \\
 P_{\text{eq}} &= \frac{P_{\text{m}}}{2}
 \end{aligned}$$

176

¿Cuántos equivalentes gramo son 3.66 x 10²² moléculas de HCl?

3.66 x 10²² moléculas HCl → ¿eq?

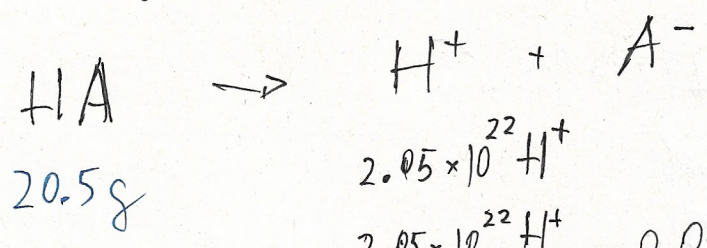
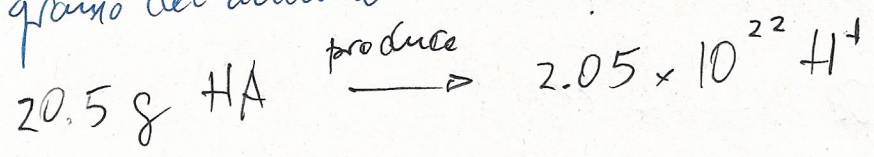


$$\frac{3.66 \times 10^{22} \text{ moléculas HCl}}{6.02 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}} = 0.0608 \text{ mol HCl}$$

$$\frac{0.0608 \text{ mol H}^+}{0.0608 \text{ eq}}$$

177

Nos dan 20.5 g de un ácido desconocido y nos dicen que dicho peso produce $2.05 \times 10^{22} H^+$. ¿Cuál es el peso de los equiv. gramo del ácido desconocido?



$\frac{2.05 \times 10^{22} H^+}{6.02 \times 10^{23} H^+ / \text{mol}} = 0.0341 \text{ mol } H^+$

Para tener 0.0341 mol H^+ tiene que haber 0.0341 eq. del ácido

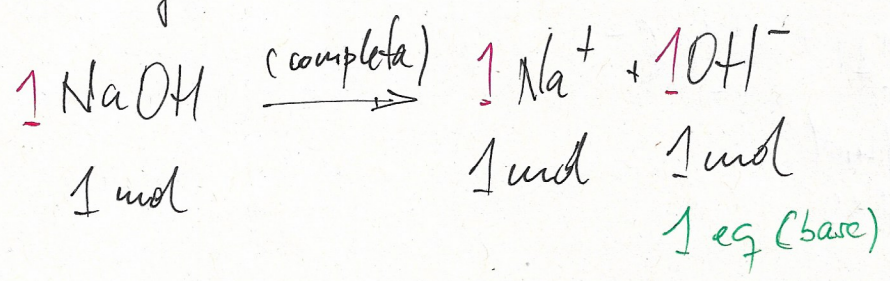
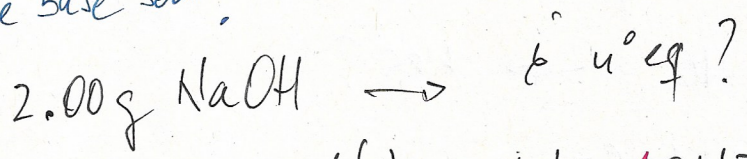
0.0341 eq

$m(\text{ácido}) = n^{\circ} \text{eq} \times P_{\text{eq}}$

$P_{\text{eq}} = \frac{m(\text{ácido})}{n^{\circ} \text{eq}} = \frac{20.5}{0.0341} = 601 \text{ g}$

178

Nos dan 2.00g de NaOH. ¿Cuántos equivalentes gramo de base son?



$\frac{2.00 \text{ g}}{39.997 \text{ g/mol}} = 0.0500 \text{ mol}$

0.0500 mol
 0.0500 eq

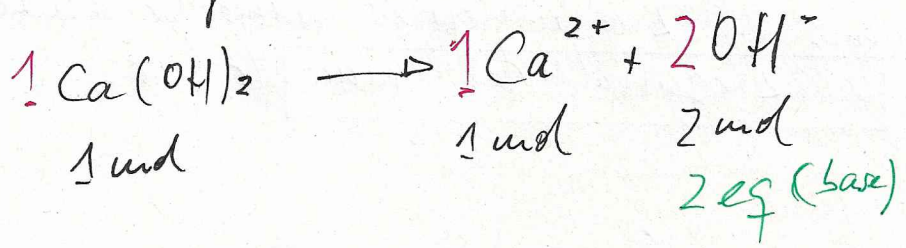
Otra forma:
 $n^{\circ} \text{eq} = \frac{m(\text{g})}{P_{\text{eq}}}$
 $P_{\text{eq}} = \frac{P_{\text{m}}}{1}$

$n^{\circ} \text{eq} = \frac{m(\text{g})}{\frac{P_{\text{m}}}{1}} = \frac{2.00 \text{ g}}{39.997 \text{ g/eq}} = 0.0500 \text{ eq}$

179

Nos dan 2.00g de Ca(OH)_2 . ¿Cuántos equivalentes gramo de base son (reacción completa)?

2.00g Ca(OH)_2 (completa) \rightarrow ¿eq?



$$\frac{2.00 \text{ g}}{74.09 \text{ g/mol}} = 0.0270 \text{ mol}$$

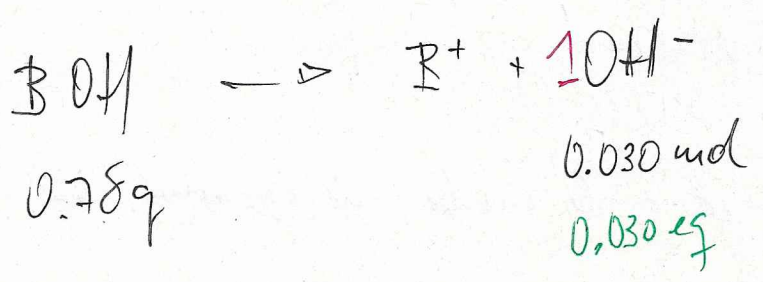
$$\begin{array}{l}
 0.0540 \text{ mol} \\
 \boxed{0.0540 \text{ eq}}
 \end{array}$$

Otra forma:

$$\left. \begin{array}{l}
 n^{\circ} \text{ eq} = \frac{m(\text{g})}{P_{\text{eq}}} \\
 P_{\text{eq}} = \frac{P_{\text{m}}}{2}
 \end{array} \right\} n^{\circ} \text{ eq} = \frac{m(\text{g})}{\frac{P_{\text{m}}}{2}} = \frac{2.00 \text{ g}}{37.04 \text{ g/eq}} = \boxed{0.0540 \text{ eq}}$$

180

Una base desconocida produce 0.030 mol de OH^- por 0.78g de base. ¿Cuál es el peso equivalente gramo de la base?



El P_{eq} de la base:

$$\begin{array}{l}
 n^{\circ} \text{ eq} = \frac{m(\text{g})}{P_{\text{eq}}} \\
 P_{\text{eq}} = \frac{m(\text{g})}{n^{\circ} \text{ eq}} = \frac{0.78 \text{ g}}{0.030 \text{ eq}} = \boxed{26 \text{ g}}
 \end{array}$$

181

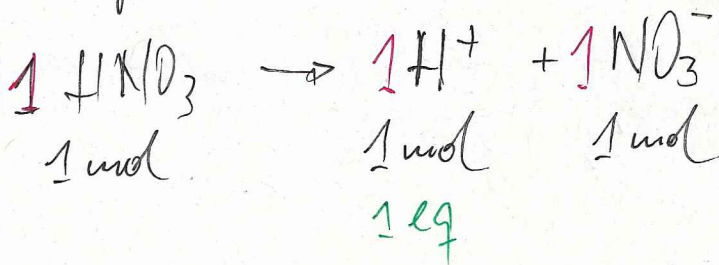
Nos dan 0.032 equivalentes gramo de HCl. ¿Cuántos equivalentes gramo de una base X necesitamos para neutralizarlos?

Hace falta un equivalente gramo de cualquier ácido para neutralizar un equivalente gramo de cualquier base. Por tanto, si tenemos 0.032 equivalentes gramo de ácido, necesitamos 0.032 equivalentes gramo de base.

182

Tenemos 2.00 g de HNO_3 . ¿Cuántos gramos de NaOH necesitamos para neutralizarlos?

2.00 g $\text{HNO}_3 \longrightarrow$ ¿m(g) NaOH?



Hace falta 1 eq-g de base para neutralizar 1 eq-g de ácido.

$$\frac{2.00 \text{ g}}{63.01 \text{ g/mol}} = 0.0317 \text{ mol} \quad \begin{array}{l} 0.0317 \text{ mol} \\ 0.0317 \text{ eq} \end{array}$$

Si tenemos 0.0317 eq-g de ácido, necesitamos 0.0317 eq-g de NaOH

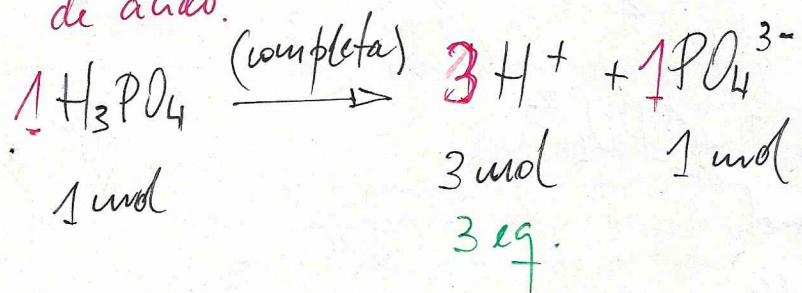
$$n^{\circ} \text{ eq} = \frac{m(\text{g})}{P_{\text{eq}}}$$

$$P_{\text{eq}} = \frac{P_{\text{m}}}{n^{\circ} \text{ OH}} = \frac{P_{\text{m}}}{1} = P_{\text{m}} = 39.997 \text{ g/eq}$$

$$m(\text{g}) = n^{\circ} \text{ eq} \times P_{\text{eq}} = 0.0317 \text{ eq} \times 39.997 \text{ g/eq} = \boxed{1.27 \text{ g NaOH}}$$

183) Nos dan 0.206 equivalentes gramo de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Suponiendo una reaccion completa, ¿cuántos gramos de H_3PO_4 habrán falta para neutralizarlos?

tenemos 0.206 eq de base; por tanto, necesitamos 0.206 eq. de ácido.

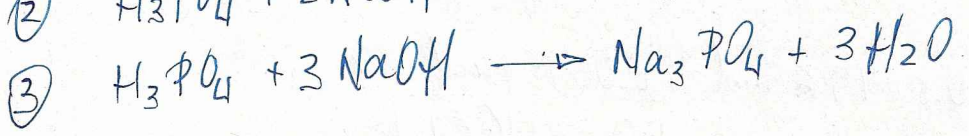
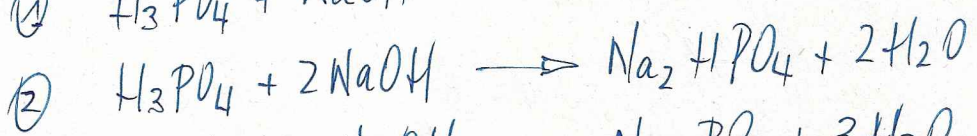
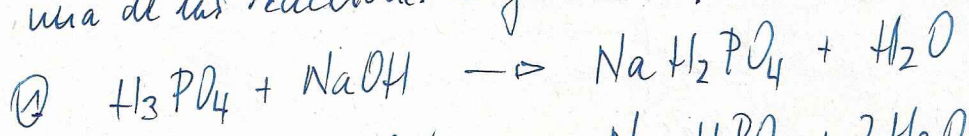


Para tener 0.206 eq. de ácido H_3PO_4 , necesitamos:

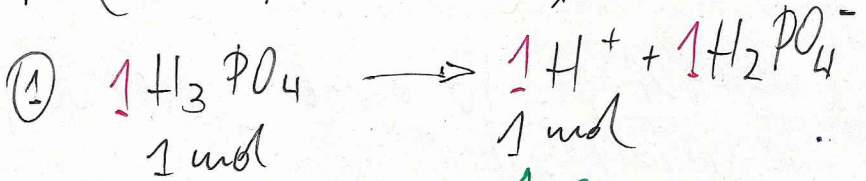
$$0.206 \text{ eq } \text{H}_3\text{PO}_4 \times \frac{1 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4}{3 \text{ eq } \text{H}_3\text{PO}_4} = 0.0687 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4$$

$$0.0687 \text{ mol } \text{H}_3\text{PO}_4 \times \frac{97.995 \text{ g}}{\text{mol } \text{H}_3\text{PO}_4} = \boxed{6.73 \text{ g } \text{H}_3\text{PO}_4}$$

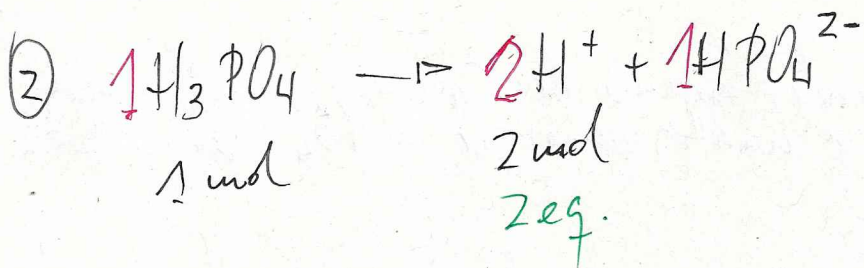
184) ¿Cuál es el peso de un equivalente gramo de H_3PO_4 en cada una de las reacciones siguientes?



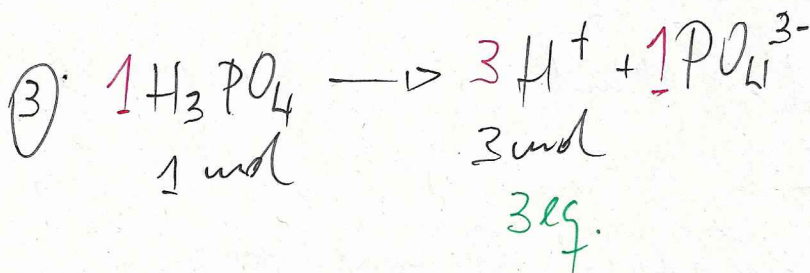
$$P_m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 97.995 \text{ g/mol}$$



$$P_{\text{eq}} = \frac{P_m}{n^{\circ}\text{H}} = \frac{P_m}{1} = \frac{97.995 \text{ g}}{1 \text{ eq}} = \boxed{97.995 \text{ g/eq}}$$

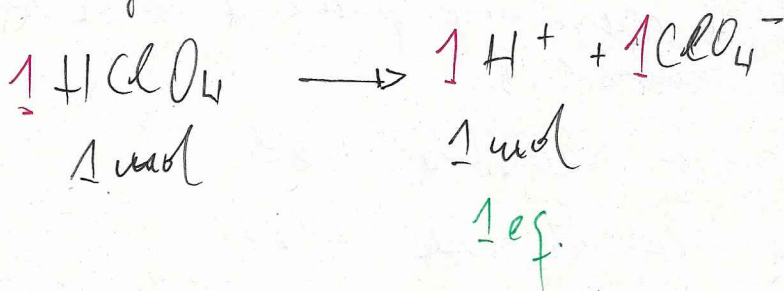
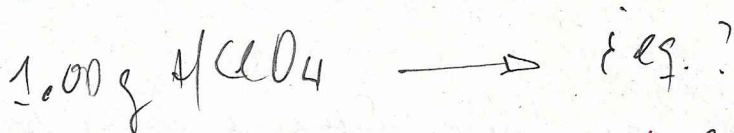


$$P_{\text{eq}} = \frac{P_m}{n^{\circ}\text{H}} = \frac{P_m}{2} = \frac{97.995 \text{ g}}{2} = \boxed{48.998 \text{ g/eq}}$$



$$P_{\text{eq}} = \frac{P_m}{n^{\circ}\text{H}} = \frac{P_m}{3} = \frac{97.995 \text{ g}}{3} = \boxed{32.665 \text{ g/eq}}$$

$\textcircled{185}$ ¿Cuántos equivalentes gramo de ácido hay en 1.00 g de HClO_4 ?



$$\frac{1.00 \text{ g}}{100.45 \text{ g/mol}} = 0.00996 \text{ mol} \quad \frac{0.00996 \text{ mol}}{0.00996 \text{ eq}} = \boxed{0.00996 \text{ eq}}$$

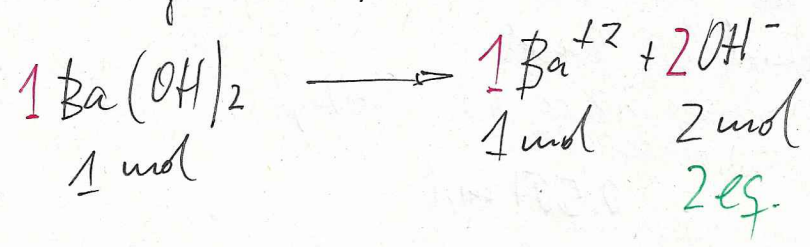
Otra forma:

$$n^{\circ}\text{eq} = \frac{m(\text{HClO}_4)}{P_{\text{eq}}} = \frac{1.00 \text{ g}}{100.45 \text{ g/eq}} = \boxed{0.00996 \text{ eq. HClO}_4}$$

$$P_{\text{eq}} = \frac{P_m}{n^{\circ}\text{H}} = \frac{100.45 \text{ g}}{1} = 100.45 \text{ g/eq.}$$

186 ¿Cuántos equivalentes gramo hay en 1.00 g de Ba(OH)₂, suponiendo reacción completa?

1.00 g Ba(OH)₂ (completa) → ¿eq?



$$\frac{1.00 \text{ g}}{171.33 \text{ g/mol}} = 0.00584 \text{ mol} \quad 0.0117 \text{ mol}$$

$$\boxed{0.0117 \text{ eq}}$$

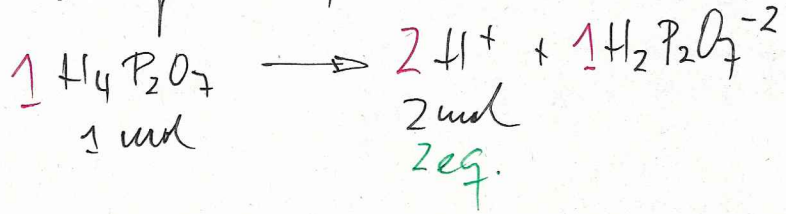
Otra forma:

$$n^{\circ} \text{ eq} = \frac{m(\text{Ba(OH)}_2)}{P_{\text{eq}}} = \frac{1.00 \text{ g}}{85.67 \text{ g/eq}} = \boxed{0.0117 \text{ eq Ba(OH)}_2}$$

$$P_{\text{eq}} = \frac{P_{\text{m}}}{n^{\circ} \text{ OH}} = \frac{P_{\text{m}}}{2} = \frac{171.33 \text{ g}}{2} = 85.67 \text{ g/eq.}$$

187 ¿Cuántos equivalentes gramo de ácido hay en 1.00 g. de H₄P₂O₇, si solamente se consumen dos de los cuatro protones?

1.00 g H₄P₂O₇ 2 protones → ¿eq?



$$\frac{1.00 \text{ g}}{177.94 \text{ g/mol}} = 0.00562 \text{ mol} \quad 0.0124 \text{ mol H}^+$$

$$\boxed{0.0124 \text{ eq H}_4\text{P}_2\text{O}_7}$$

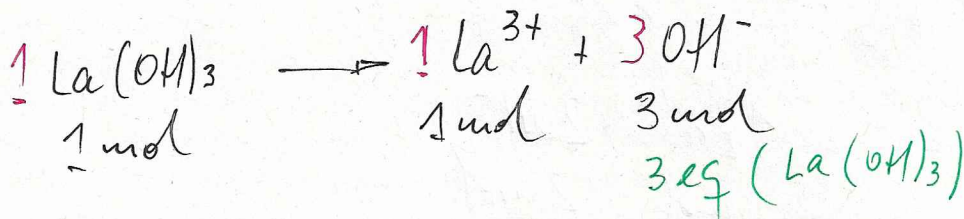
Otra forma:

$$n^{\circ} \text{ eq} = \frac{m(\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7)}{P_{\text{eq}}} = \frac{1.00 \text{ g}}{88.97 \text{ g/eq}} = \boxed{0.0124 \text{ eq H}_4\text{P}_2\text{O}_7}$$

$$P_{\text{eq}} = \frac{P_{\text{m}}}{n^{\circ} \text{ H}} = \frac{P_{\text{m}}}{2} = \frac{177.94 \text{ g}}{2} = 88.97 \text{ g/eq.}$$

188 ¿Cuántos equivalentes gramos hay en 0.169 mol $\text{La}(\text{OH})_3$, suponiendo una neutralización completa?

0.169 mol $\text{La}(\text{OH})_3$ $\xrightarrow{\text{(completa)}}$ ¿eq?

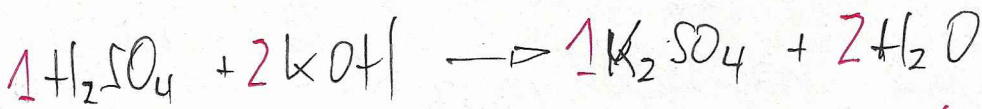


0.169 mol

0.507 mol

0.507 eq $\text{La}(\text{OH})_3$

189 Suponiendo una neutralización completa, ¿cuántos gramos y de qué reactivo quedarán después de reaccionar 0.100 equivalentes gramo de H_2SO_4 y 0.150 equivalentes gramo de KOH ?



Hacen falta 0.100 eq de KOH para neutralizar 0.100 eq de H_2SO_4 , luego sobrarán 0.050 eq de KOH .

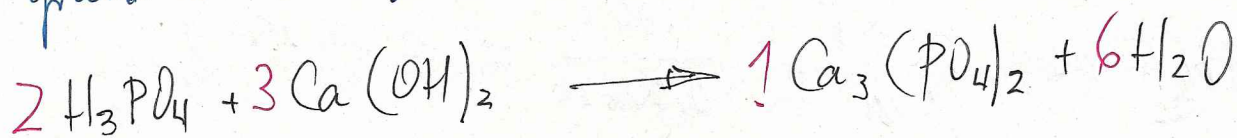
$$n^{\circ} \text{eq} = \frac{m(\text{KOH})}{P_{\text{eq}}}$$

$$m(\text{KOH}) = n^{\circ} \text{eq} \times P_{\text{eq}} = 0.050 \text{ eq} \times 56.10 \frac{\text{g}}{\text{eq}} = \underline{2.80 \text{ g KOH}}$$

$$P_{\text{eq}} = \frac{P_m}{1} = \frac{56.10 \text{ g}}{1} = 56.10 \text{ g/eq.}$$

190

Suponiendo que se forma $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ¿cuántos gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ deberán reaccionar con 2.85×10^{-3} equivalentes gramos de H_3PO_4 ?



0.00285 eq ¿m?

0.00285 eq de H_3PO_4 requieren para neutralización completa de 0.00285 eq de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

$$n^\circ \text{ eq} = \frac{m(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{P_{\text{eq}}}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n^\circ \text{ eq} \times P_{\text{eq}} = 0.00285 \text{ eq} \times 37.04 \text{ g/eq} = \boxed{0.106 \text{ g}}$$

$$P_{\text{eq}} \text{ Ca}(\text{OH})_2 = \frac{P_m}{n^\circ \text{ OH}} = \frac{74.09}{2} \text{ g/eq} = 37.04 \text{ g/eq}.$$

191

Nos dan 1.00 g de un ácido desconocido X que puede ser A, B, u otro cualquiera. Los pesos equivalentes gramos de A y B son, respectivamente, 90.0 y 115.0 g. Si son necesarios 0.350 g de KOH para neutralizar el peso dado de ácido, ¿cuál es dicho ácido?

$$P_{\text{eq}}(\text{A}) = 90.0 \text{ g/eq}.$$

$$P_{\text{eq}}(\text{B}) = 115. \text{ g/eq}.$$



1.00 g.

0.350 g

0.350 g

56.10 g/mol

= 0.00624 mol

0.00624 eq. (KOH)

Para neutralización completa se requieren 0.00624 eq de ácido.

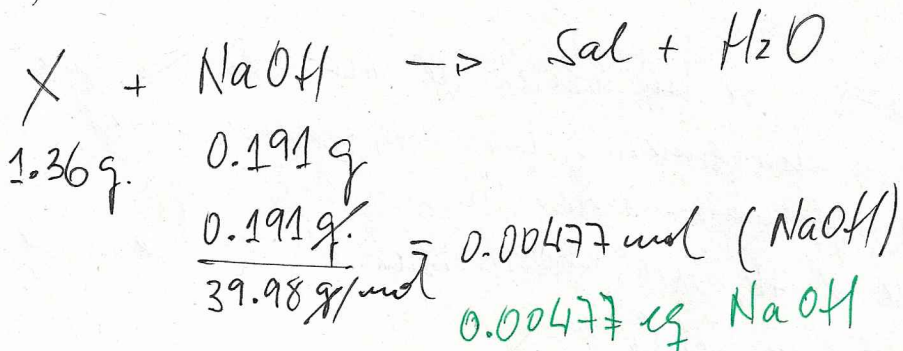
$$n^{\circ} \text{eq} = \frac{m(X)}{P_{\text{eq}}(X)}$$

$$P_{\text{eq}}(X) = \frac{m(X)}{n^{\circ} \text{eq}} = \frac{1.00 \text{ g.}}{0.00624} = 160.25 \text{ g/eq.}$$

Con un $P_{\text{eq}}(X) = 160.25$, no puede ser ni A, ni B.

192 Acabamos de sintetizar una nueva sustancia X que puede actuar como ácido y como base. Experimentalmente hallamos que 1.36 g X pueden neutralizar 0.191 g de NaOH, y que el mismo peso de X neutraliza también 0.522 g de HCl. ¿Cuál es el peso equivalente grammo de X como ácido y como base?

a) X como ácido:

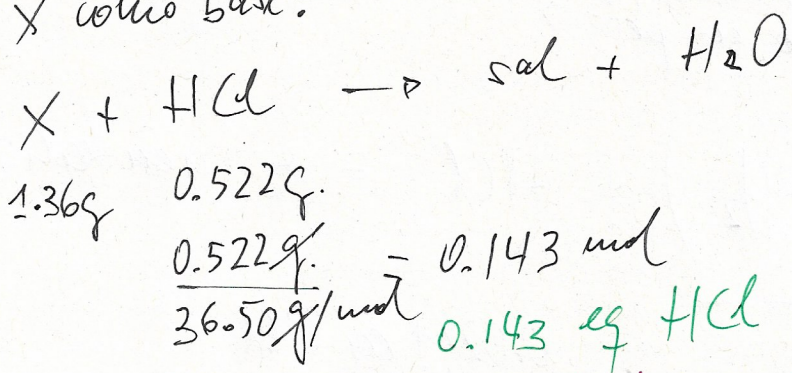


Necesitamos 0.00477 eq. de ácido X:

$$n^{\circ} \text{eq}(X) = \frac{m(X)}{P_{\text{eq}}(X)}$$

$$P_{\text{eq}}(X) = \frac{m(X)}{n^{\circ} \text{eq}(X)} = \frac{1.36 \text{ g.}}{0.00477 \text{ eq}} = \boxed{285 \text{ g/eq.}}$$

b) X como base:

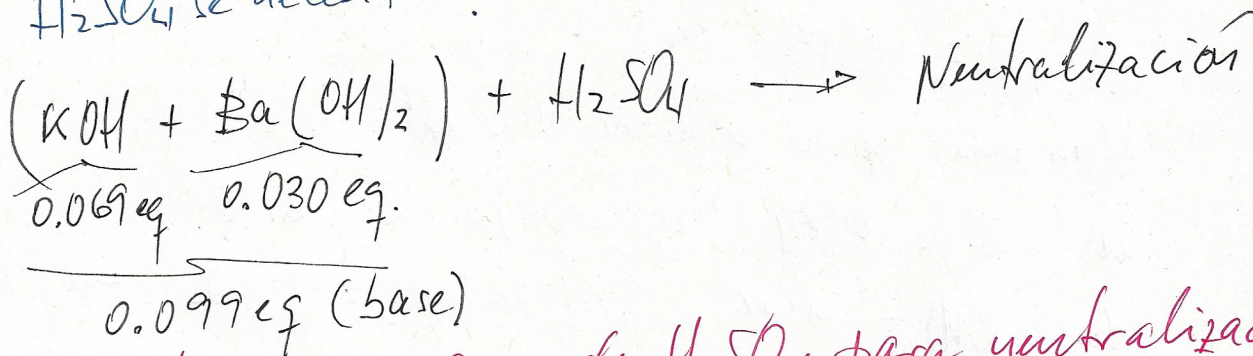


Necesitamos 0.143 eq de base X:

$$\text{Pef}(X) = \frac{m(X)}{n^{\circ}\text{eq}(X)} = \frac{1.36\text{g}}{0.143\text{eq}} = \boxed{95.1\text{ g/eq}}$$

193

Para neutralizar completamente una mezcla que contiene 0.069 equivalentes gramo de KOH y 0.030 equivalentes gramo de $\text{Ba}(\text{OH})_2$, ¿cuántos mol de H_2SO_4 se necesitan?



Necesitamos 0.099 eq de H_2SO_4 para neutralización

$$n^{\circ}\text{eq} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\text{Pef}(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

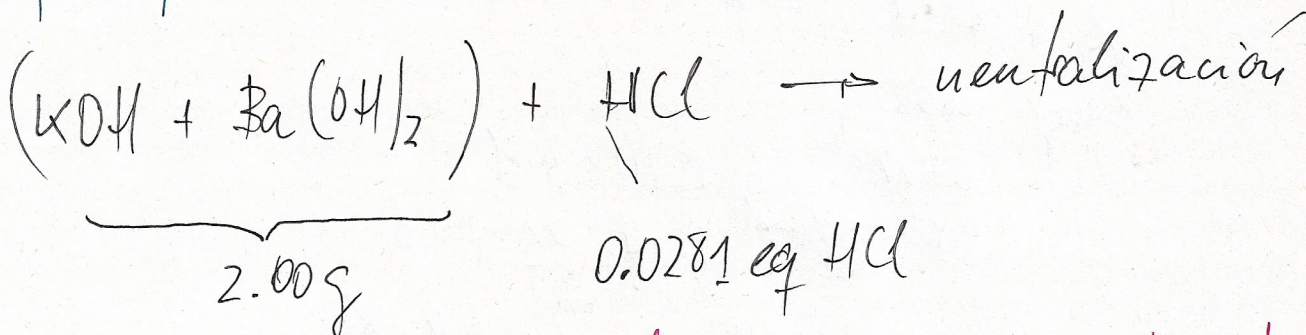
$$\text{Pef}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{P_m}{n^{\circ}\text{H}} = \frac{98.08\text{g}}{2} = 49.04\text{ g/eq}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n^{\circ}\text{eq} \times \text{Pef} = 0.099\text{ eq} \times 49.04\text{ g/eq} = 4.85\text{ g}$$

$$\text{mol}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4.85\text{g}}{98.08\text{g/mol}} = \boxed{0.0495\text{ mol}}$$

194

Una mezcla formada por KOH y $\text{Ba}(\text{OH})_2$ pesa 2.00g. Si hacen falta 0.0281 equivalentes gramos de HCl para neutralizar la mezcla, ¿cuál es su composición en tanto por ciento en peso?



Para neutralización completa se requieren 0.0281 eq base

$$P_{\text{eq}} \text{KOH} = \frac{P_{\text{m}}}{n^{\circ} \text{OH}} = \frac{56.10\text{g}}{1} = 56.10 \text{ g/eq.}$$

$$P_{\text{eq}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = \frac{P_{\text{m}}}{n^{\circ} \text{OH}} = \frac{171.33\text{g}}{2} = 85.67 \text{ g/eq.}$$

$$n^{\circ} \text{eq} = \frac{m(\text{g})}{P_{\text{eq}}(\text{g})}$$

$$m(\text{g}) = n^{\circ} \text{eq} \times P_{\text{eq}}(\text{g})$$

llamamos x al n° de eq de KOH

$$m(\text{KOH}) = n^{\circ} \text{eq} \times P_{\text{eq}}(\text{KOH}) = x \cdot 56.10$$

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n^{\circ} \text{eq} \times P_{\text{eq}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = (0.0281 - x) \cdot 85.67$$

Plantamos la ecuación:

$$m(\text{KOH}) + m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2.00$$

$$56.10x + 85.67(0.0281 - x) = 2.00$$

Resolviendo:

$$x = 0.013771 \text{ eq KOH} \quad \text{y} \quad 0.014329 \text{ eq Ba}(\text{OH})_2$$

$$m(\text{KOH}) = n^{\circ}_{\text{eq}} \times P_{\text{eq}} = 0.013775 \text{ eq} \times 56.1 \frac{\text{g}}{\text{eq}} = 0.773 \text{ g}$$

$$m(\text{Ba(OH)}_2) = n^{\circ}_{\text{eq}} \times P_{\text{eq}} = 0.014325 \text{ eq} \times 85.67 \frac{\text{g}}{\text{eq}} = 1.227 \text{ g}$$

Los porcentajes son:

$$\% \text{ KOH} = \frac{0.773}{2.00} \times 100 = \boxed{38.65\%}$$

$$\% \text{ Ba(OH)}_2 = \frac{1.227}{2.00} \times 100 = \boxed{61.35\%}$$