

## UNIDAD 4

### PROCESOS DE EQUILIBRIO

#### EJERCICIOS RESUELTOS

1. Calcule:

- El pH de una disolución de zumo de pomelo en la cual la  $[H^+]$  vale  $5,0 \times 10^{-3}$  M.
- La  $[H^+]$  de la sangre humana cuyo pH vale 7,4.

Solución:

- $pH = -\log(5,0 \times 10^{-3}) = -(-2,30) = 2,20$
- $7,4 = -\log[H^+]$ , luego  $[H^+] = 10^{-7,4} = 4,0 \cdot 10^{-8} M$

2. Escribir las reacciones de disolución de cada una de las especies siguientes en agua:

- HClO
- $HC_3H_5O_3$
- $H_2PO_4^-$
- $Fe^{3+}$

En todos los casos se produce un protón ( $H^+$ ) que hace ácida a la disolución. Todas las reacciones son equilibrios.

- $HClO(ac) \rightleftharpoons H^+(ac) + ClO^-(ac)$
- $HC_3H_5O_3(ac) \rightleftharpoons H^+(ac) + C_3H_5O_3^-(ac)$
- $H_2PO_4^-(ac) \rightleftharpoons H^+(ac) + HPO_4^{2-}(ac)$
- $Fe^{3+}(ac) + H_2O \rightleftharpoons H^+(ac) + Fe(OH)^{2+}(ac)$

3. Prediga el carácter ácido, básico o neutro de cada una de las especies en disolución acuosa:

- $NO_2^-$
- $H_2CO_3$
- $NO_3^-$
- $NH_4^+$
- $Mg^{2+}$

Solución:

- $NO_2^-(ac) + H_2O \rightleftharpoons HNO_2(ac) + OH^-$  : Carácter Básico
- $H_2CO_3(ac) + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^-(ac) + H_3O^+$  : Carácter Ácido
- $NO_3^-$  no sufre ninguna reacción de hidrólisis: Carácter neutro
- $NH_4^+(ac) + H_2O \rightleftharpoons NH_3(ac) + H_3O^+$  : Carácter Ácido
- $Mg^{2+}(ac) + H_2O \rightleftharpoons Mg(OH)^+(ac) + H^+$  : Carácter Ácido

4. Escribir la ecuación iónica neta de cada una de las siguientes reacciones en disolución acuosa:

- a) Ácido nitroso, HNO<sub>2</sub>, con NaOH.
- b) Acetato potásico, KC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>, con ácido perclórico, HClO<sub>4</sub>.
- c) Ácido bromhídrico, HBr, con hidróxido potásico, KOH

a) El ácido nitroso es débil y el hidróxido sódico es una base fuerte (se disocia 100%), luego la reacción ácido-base es:



b) Tanto el acetato potásico, una sal, como el HClO<sub>4</sub>, un ácido fuerte, se disocian completamente en sus iones:



La reacción se produce entre el ion H<sup>+</sup> y la base débil C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub><sup>-</sup>.



c) El HBr es un ácido fuerte, y el KOH es una base fuerte, que ambos se disocian completamente.



La reacción se produce entre el ion H<sup>+</sup> y el OH<sup>-</sup>.



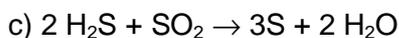
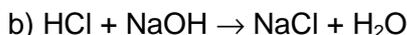
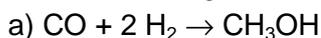
5. Hallar el número de oxidación de cada elemento en las siguientes especies químicas moleculares o iónicas

- |  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| a) KMnO <sub>4</sub>                               | g) K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>               | m) H <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> |
| b) SrSO <sub>3</sub>                               | h) (NH <sub>4</sub> )MoO <sub>4</sub>                          | n) H <sub>2</sub> N-NH <sub>2</sub> |
| c) Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>               | i) Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>               | o) CH <sub>3</sub> OH               |
| d) Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | j) UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>                               | p) HCHO                             |
| e) PbCl <sub>4</sub>                               | k) Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>               | q) HCOOH                            |
| f) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                   | l) K <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | r) HOOC-COOH                        |

Respuesta:

- |                        |                             |                       |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| a) K=+1, Mn= +7, O=-2  | g) K=+1, Cr=+6, O=-2        | m) H=+1, Pt=+4, Cl=-1 |
| b) Sr=+2, S= +4, O= -2 | h) N=-3, H=+1, Mo= +6, O=-2 | n) H=+1, N=-2         |
| c) Fe= +3, N=+5, O=-2  | i) Na=+1, S=+2, O=-2        | o) C=-2, H=+1, O=+1   |
| d) Ca=+2, P=+5, O=-2   | j) U=+6, O=-2               | p) H=+1, O=-2, C=0    |
| e) Pb=+4, Cl=-1        | k) Na=+1, B=+3, O=-2        | q) H=+1, C=+2, O=-2   |
| f) H=+1, O=-1          | l) K=+1, H=+1, P=+5, O=-2   | r) H=+1, O=-2, C=+3   |

6. Dadas las siguientes reacciones:



Deducir si son redox o no, y, en caso afirmativo, indicar qué elementos se oxidan y cuáles de reducen.

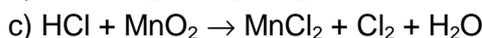
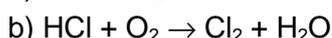
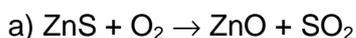
Solución:

a) En la reacción:  $\overset{+2}{\text{C}}\overset{-2}{\text{O}} + 2\overset{0}{\text{H}_2} \rightarrow \overset{-2}{\text{C}}\overset{+1}{\text{H}_3}\overset{-2}{\text{O}}\overset{+1}{\text{H}}$ , el número de oxidación del carbono disminuye desde (+2) a (-2), es decir, el carbono se reduce; el n<sup>o</sup> de oxidación del hidrógeno pasa de 0 a +1 (esto es, el hidrógeno se oxida). Se trata, por consiguiente de una reacción redox.

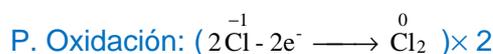
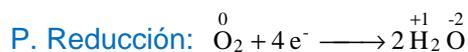
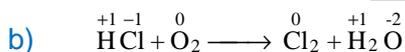
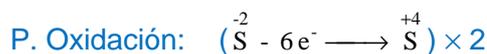
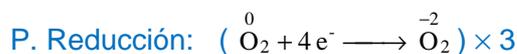
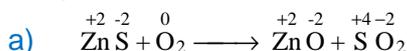
b) En la reacción:  $\overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{Cl}} + \overset{+1}{\text{Na}}\overset{-2}{\text{O}}\overset{+1}{\text{H}} \longrightarrow \overset{+1}{\text{Na}}\overset{-1}{\text{Cl}} + \overset{+1}{\text{H}_2}\overset{-2}{\text{O}}$ , no hay variación alguna de los números de oxidación. No es una reacción redox, sino ácido-base.

c) En la tercera reacción:  $2\overset{+1}{\text{H}_2}\overset{-2}{\text{S}} + \overset{+4}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}_2} \longrightarrow 3\overset{0}{\text{S}} + 2\overset{+1}{\text{H}_2}\overset{-2}{\text{O}}$ , el n<sup>o</sup> de oxidación del azufre en el H<sub>2</sub>S pasa de -2 a 0 (oxidación), mientras que en el SO<sub>2</sub> disminuye de +4 a 0 (reducción). Es una reacción redox.

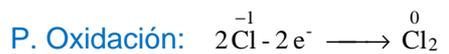
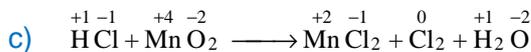
7. Ajustar las reacciones redox que a continuación se esquematizan, empleando el método del n<sup>o</sup> de oxidación o el método del ión-electrón:



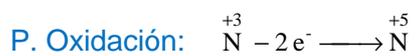
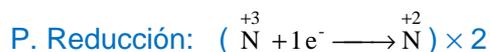
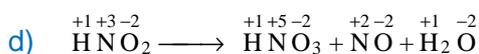
Respuesta:



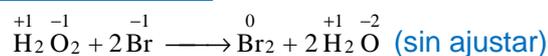
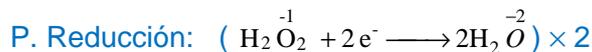
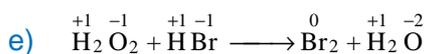
Luego, ajustando:  $4 \text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



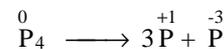
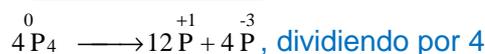
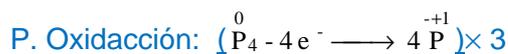
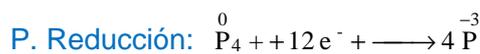
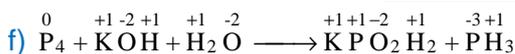
Luego ajustando:  $4 \text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



Luego ajustando  $3 \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + 2 \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$



Luego ajustando  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Luego ajustando  $\text{P}_4 + 3 \text{KOH} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{KPO}_2\text{H}_2 + \text{PH}_3$

8. La reacción entre el permanganato de potasio y el yoduro de potasio en presencia de hidróxido de potasio acuoso conduce a la formación de manganato de potasio (K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>), yodato de potasio y agua. Ajustar la reacción por el método de ion-electrón.

Se trata de una reacción redox en medio básico, en la que el yoduro de potasio se oxida a yodato:

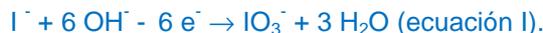


## Principios básicos de química. UNIDAD 4

OpenCourseWare Universidad Carlos III de Madrid 2011/2012

Autora: M<sup>a</sup> Eugenia Rabanal

Para igualar el oxígeno, se añaden tantas moléculas de agua (3) como oxígenos hay de más, y en el otro el doble de n<sup>o</sup> de iones hidróxido (6). Tenemos así:



En cuanto al permanganato que se reduce a manganato:



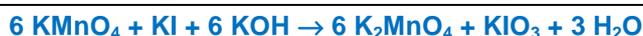
como la reacción está ajustada atómicamente, no tenemos más que proceder al ajuste electrónico



Las ecuaciones (I) y (II) corresponden a las semireacciones parciales de oxidación y reducción. Multiplicando la ecuación (II) por 6 y sumándola con la (I), obtenemos la ecuación iónica redox ajustada:



La ecuación molecular será:



9. Hallar los pesos equivalentes redox de las siguientes sustancias:

- Dicloruro de estaño cuando se oxida a SnCl<sub>4</sub>.
- Permanganato potásico actuando como oxidante en medio ácido.
- Permanganato de potasio como oxidante en medio básico

El peso equivalente redox de una sustancia coincide numéricamente con el cociente que resulta de dividir su masa molecular, atómica o iónica, entre el número de electrones ganados o perdidos en el proceso. Por lo tanto:

a) el Peq de reducción del SnCl<sub>2</sub> cuando se oxida a SnCl<sub>4</sub> se determina dividiendo su masa molecular entre 2, puesto que en proceso se ceden dos electrones

$$P_{eq}(\text{SnCl}_2) = \frac{M(\text{SnCl}_2)}{2} = \frac{189,6}{2}$$

b) el peso equivalente del permanganato de potasio actuando como oxidante en medio ácido (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 8 H<sup>+</sup> + 5 e<sup>-</sup> → Mn<sup>2+</sup> + 4 H<sub>2</sub>O) es igual a la quinta parte de su masa molecular.

$$P_{eq}(\text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{5} = \frac{158,046}{5}$$

c) si el KMnO<sub>4</sub> actúa como oxidante en medio básico, su peso equivalente será

$$P_{eq}(\text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{3} = \frac{158,046}{3}$$

ya que en este caso el proceso que tiene lugar es: MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 2 H<sub>2</sub>O + 3 e<sup>-</sup> → MnO<sub>2</sub> + 4 OH<sup>-</sup> intercambiándose 3 electrones.

10. ¿Cuántos gramos de permanganato potásico hay en 60 ml de una disolución 0,25N como oxidante en medio alcalino?

Cuando el permanganato actúa como oxidante en medio alcalino intercambia 3 electrones. En consecuencia:

$$60 \text{ ml disolución} \times \frac{1 \text{ l disolución}}{1000 \text{ ml disolución}} \times \frac{0,25 \text{ eq - g KMnO}_4}{1 \text{ l disolución}} \times \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{3 \text{ eq - g KMnO}_4} \times \frac{158 \text{ g KMnO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4} = 0,79 \text{ g de KMnO}_4$$

11. Al reaccionar el estaño con ácido nítrico, el estaño se oxida a SnO<sub>2</sub> y se desprende NO

a) Escribir la ecuación ajustada de esta reacción.

b) Si el estaño forma parte de una aleación, y de 1 kg de la misma se obtienen 0,382 kg de SnO<sub>2</sub>, hallar el porcentaje de pureza del estaño en la aleación.

Las semiecuaciones son las siguientes:



Ecuación iónica global:



Ecuación molecular:



b)

$$\frac{382 \text{ g SnO}_2}{1 \text{ Kg aleación}} \times \frac{1 \text{ mol SnO}_2}{150,69 \text{ g SnO}_2} \times \frac{1 \text{ mol Sn}}{1 \text{ mol SnO}_2} \times \frac{118,69 \text{ g Sn}}{1 \text{ mol Sn}} \times \frac{1 \text{ kg Sn}}{1000 \text{ g Sn}} \times 100 = 30,1\% \text{ de Sn}$$