

## REACCIONES DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN ( I)

### CONCEPTO DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN

#### a)Concepto clásico

Oxidación:combinación de una sustancia con el oxígeno o la eliminación de hidrógeno y reducción es la disminución del contenido de oxígeno o la adicción de hidrógeno.

#### b)Concepto electrónico

El concepto clásico es muy restringido pues abarca poco número de procesos por lo que se ha ido ampliando y generalizando. Hoy en día entendemos:

**Oxidación:**proceso en el que se **pierden electrones**

**Reducción:** proceso en el que se **ganan electrones**

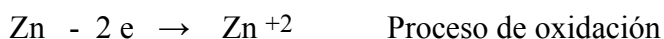
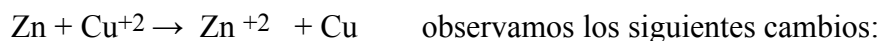
Esto es, una sustancia se oxida cuando pierde electrones y se reduce cuando gana electrones.

De esta definición se deduce que no puede haber procesos de oxidación o reducción aislados, pues si una sustancia pierde electrones otra debe ganarlos. Por ello todo proceso de oxidación va unido necesariamente a uno de reducción.

Estas reacciones donde una sustancia se oxida y otra se reduce se conocen como **reacciones de oxidación-reducción o proceso REDOX**. Así como las reacciones ácido-base se pueden interpretar como procesos donde se transfieren protones , las reacciones redox son procesos donde hay una transferencia de electrones.

Por otro lado, es muy común, llamar **oxidante** al que provoca la oxidación de otro( **él se debe reducir**) y **reductor** al que provoca la reducción de otro( **él se debe oxidar**).Esto es, la sustancia que se reduce provoca la oxidación de otra, es el oxidante y el que se oxida provoca la reducción de otra, es el reductor.

Los procesos redox son fáciles de ver en procesos donde intervienen sustancias en forma iónica. Veamos un ejemplo:



El Zn ha perdido electrones, se ha oxidado, es el agente reductor.

El Cu <sup>+2</sup> ha ganado electrones, se ha reducido, es el agente oxidante.

A cada una de las ecuaciones en que se puede dividir el proceso redox, la de oxidación y la de reducción, se la denomina **semiecuación o semireacción**, de modo que siempre habrá una semiecuación de reducción y otra de oxidación.

Sin embargo donde intervienen sustancias covalentes , no es fácil ver a simple vista el intercambio de electrones que ha tenido lugar. Para resolver estos casos usaremos los **números de oxidación** de los átomos. Vamos a recordar las **reglas** para determinarlos :

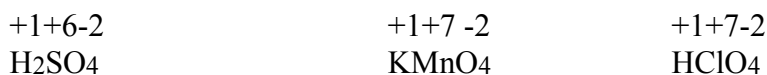
a) El número de oxidación de los elementos es cero.

b)El número de oxidación del oxígeno en usu compuestos es -2, excepto en peróxidos que es -1.

c)El número de oxidación del H en sus compuestos es +1, excepto en hidruros metálicos que será -1.

d)El número de oxidación de los metales combinados es siempre su valencia positiva: +valencia.

e)En una molécula la suma de los números de oxidación es cero.



f) En un ión, la suma de los números de oxidación es igual a la carga del ión:

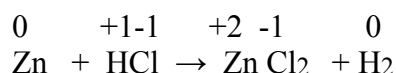


Este nuevo concepto de número de oxidación permite dar una nueva definición( análoga a la electrónica) de oxidación-reducción:

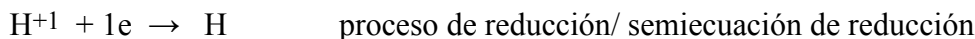
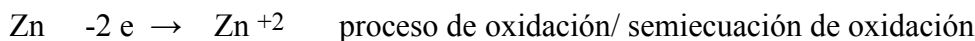
Un elemento **se oxida** cuando **aumenta su número de oxidación**.

Un elemento **se reduce** cuando **disminuye su número de oxidación**.

Veamos un ejemplo:



Los cambios en los números de oxidación son:

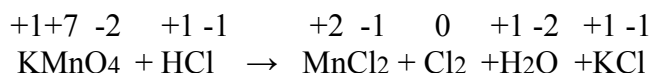


**Una regla nemotécnica** sencilla para hacer balances de electrones consiste en recordar que una **suma algebraica será una resta de electrones** y una **resta algebraica será una suma de electrones**.

### AJUSTES DE PROCESOS REDOX: MÉTODO DEL IÓN ELECTRÓN

El ajuste estequiométrico de procesos redox conlleva a veces gran dificultad cuando se pretende hacerlo del modo clásico, esto es por tanteo. Es por ello que se han ideado muchos métodos pero el más efectivo es del ión- electrón. Este método se puede concretar en los siguientes pasos:

1) Determinación de las sustancias que se han oxidado y reducido mediante la identificación de los números de oxidación.

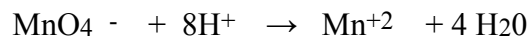


2. Escribir las dos semireacciones correspondientes a las dos especies que cambiaron el número de oxidación, en forma iónica:

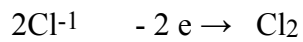
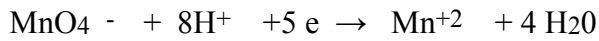


Al hacer este paso conviene recordar que se disociarán SÓLO los ácidos, bases y sales .

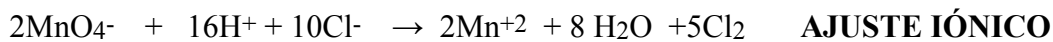
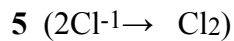
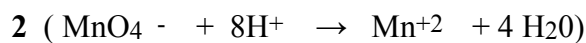
3. Ajuste de masa , esto es, que el número de átomos en la izquierda y derecha de las dos semireacciones sean los mismos. Si necesitamos hidrógenos y estamos en medio ácido los ajustaremos con protones y si estamos en medio básico con hidroxilos. Los oxígenos necesarios se ajustan con agua.



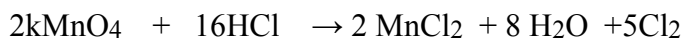
4. Ajustar de carga de las dos semireacciones ganando o perdiendo electrones:



5. Igualar el número de electrones y sumar las dos semireacciones; de esta forma obtenemos la reacción ajustada en forma iónica.



6. Pasar la reacción ajustada de forma iónica a forma molecular, para ello tenemos que tener en cuenta de que sustancias moleculares proceden los iones.



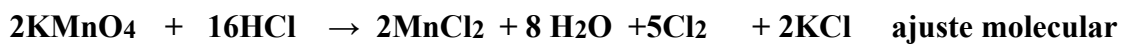
hemos de ver que hemos introducido al pasar de una a otra que no estuviese y esto añadirlo donde falta.

Izquierda metí : 2 K<sup>+</sup>, 6 Cl<sup>-</sup>

derecha metí : 4 Cl<sup>-</sup>

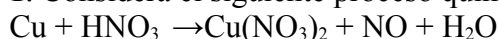
para que ese introdujese lo mismo en ambos lados **falta en la derecha 2K<sup>+</sup> y 2 Cl<sup>-</sup>**, esto es,

2KCl que añadimos en la derecha.



## REACCIONES REDOX

1. Considera el siguiente proceso químico de oxidación-reducción:



a) Ajusta la reacción por el método del ión-electrón; Indica que especie química se oxida y cual se reduce b) Calcula el volumen de NO medido en condiciones normales que se desprenderá por cada 100 g de cobre que reaccionan si el rendimiento del proceso es del 80 %.

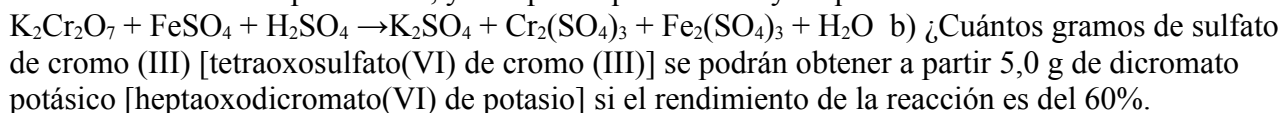
2. a) Ajuste la siguiente reacción por el método del ión-electrón:



indica la especie química que actúa de oxidante y cual de reductor.

b) Calcule los gramos de permanganato de potasio [tetraoxomanganato(VII) de potasio] necesario para obtener 200 g de sulfato de manganeso (II) [tetraoxosulfato(VI) de manganeso(II)] si el rendimiento de la reacción es del 65,0% .

3. a) Ajuste por el método del ión-electrón la siguiente reacción química, indicando las semireacciones correspondientes, y la especie que se oxida y la que se reduce:



4. La reacción de ácido clorhídrico con dióxido de manganeso genera cloruro de manganeso (II), cloro y agua; a) Escriba la reacción redox ajustada, indicando las semireacciones correspondientes; b) ¿Qué volumen de cloro, medido a 0,92 atm y 30 oC, se obtiene al reaccionar 150 ml de ácido clorhídrico del 35% y densidad 1,17 g/ml, con la cantidad necesaria de dióxido de manganeso?

5. El cinabrio es un mineral que contiene sulfuro de mercurio (II). Una muestra de cinabrio se hace reaccionar con una disolución de ácido nítrico [trioxonitrato (V) de hidrógeno] concentrado, de manera que el sulfuro de mercurio (II) presente en el mineral reacciona con el ácido formando monóxido de nitrógeno, sulfato de mercurio (II) [tetraoxosulfato (VI) de mercurio (II)] y agua; a) ajusta la reacción molecular por el método del ión-electrón; b) calcule el volumen de ácido nítrico de concentración 12,0 M que reaccionará con el sulfuro de mercurio (II) presente en 10 g de cinabrio que contiene un 92,5% en peso de sulfuro de mercurio (II).

6. El estaño metálico reacciona con ácido nítrico concentrado y forma óxido de estaño (IV), dióxido de nitrógeno y agua. a) Ajusta la reacción que tiene lugar por el método del ión-electrón; indica la especie que se reduce y cual se oxida. b) Calcule el volumen de una disolución de ácido nítrico del 16,0% en masa y densidad 1,09 g.ml<sup>-1</sup>, que reaccionará con 2,00 g de estaño.

7. El dicromato de potasio, en medio ácido, oxida los iones cloruro hasta cloro, reduciéndose a una sal de cromo (III). a) Escriba y ajuste por el método el ión-electrón la ecuación iónica correspondiente; b) ¿Cuántos litros de cloro, medidos a 25 oC y 1,2 atm (121,6 kPa), se pueden obtener si 100 ml de disolución de dicromato de potasio 0,03 M reaccionan con un exceso de cloruro de potasio en medio ácido?

8. Se sabe que el ión  $\text{MnO}_4^-$  oxida el Fe(II) a Fe(III) en presencia de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , mientras que el manganeso se reduce a Mn(II). a) Escribe y ajusta por el método del ión-electrón la ecuación iónica global, indicando las semireacciones correspondientes; b) ¿Qué volumen de  $\text{KMnO}_4$

0,02 M se requiere para oxidar 40 ml de una disolución 0,1 M de FeSO<sub>4</sub> en disolución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

9. 100 ml de una disolución acuosa de cloruro de hierro (II) se hace reaccionar, en medio ácido, con una disolución 0,35 M de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> siendo necesarios 64,4 ml de esta última para completar la oxidación. En la reacción el hierro (II) se oxida a hierro (III) y el ión Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> se reduce a cromo (III). a) Ajuste la ecuación iónica de la reacción por el método del ión-electrón; b) Calcule la molaridad de la disolución de cloruro de hierro (II).

10. En el laboratorio se puede preparar cloro gas haciendo reaccionar permanganato de potasio con ácido clorhídrico concentrado. En el transcurso de la reacción se forma cloro, cloruro de manganeso (II), cloruro de potasio y agua. a) Ajuste la reacción molecular por el método del ión-electrón; Indica quien actúa de oxidante y quien de reductor. b) Calcule el volumen de cloro gas, a 20 °C y 1 atm (101,3 kPa) que se obtiene al hacer reaccionar 10 ml de ácido clorhídrico concentrado del 35,2 % en masa y densidad de 1,175 g.ml<sup>-1</sup> con un exceso de permanganato de potasio.

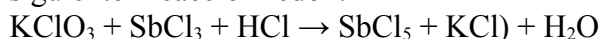
11. El hierro (II) puede ser oxidado por una disolución ácida de dicromato de potasio de acuerdo con la ecuación iónica: Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> + Fe<sup>2+</sup> → Cr<sup>3+</sup> + Fe<sup>3+</sup> a) Ajuste la reacción iónica por el método del ión-electrón; b) Si se utilizan 26,0 mL de una disolución de dicromato de potasio 0,0250 M para valorar 25,0 mL de una disolución que contiene Fe<sup>2+</sup> ¿Cuál es la concentración de la disolución de Fe<sup>2+</sup>?

12. Por oxidación del ión bromuro con ión permanganato en medio ácido, se obtiene bromo (Br<sub>2</sub>) y la sal de manganeso(II):

a) Escribe la reacción iónica y ajústala por el método del ión-electrón.

b) Calcula cuántos gramos de permanganato de potasio pueden ser reducidos por 250 cm<sup>3</sup> de una disolución de bromuro de potasio de concentración 0,1 mol/dm<sup>3</sup>, a sal de manganeso(II).

13. a) Empleando el método del ión-electrón ajusta la ecuación química que corresponde a la siguiente reacción redox:



b) Calcula los gramos de KClO<sub>3</sub> que se necesitan para obtener 200 g de SbCl<sub>5</sub>, si el rendimiento de la reacción es del 50 %.

14. El ión antimonio(III) se puede valorar en medio ácido oxidándolo a ión antimonio(V) empleando una disolución de ión bromato que se convierte en ión bromuro. Para valorar 25,0 cm<sup>3</sup> de una disolución de cloruro de antimonio(III) se gastan 30,4 cm<sup>3</sup> de una disolución de bromato de potasio de concentración 0,102 mol/dm<sup>3</sup>:

a) Ajusta la ecuación iónica redox, indicando las semirreacciones de oxidación y reducción.

b) ¿Cuál es la molaridad de la disolución de cloruro de antimonio(III)?

15. El K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> oxida al yoduro de sodio en medio ácido sulfúrico formándose, entre otros, sulfato de sodio, sulfato de potasio, sulfato de cromo (III) y I<sub>2</sub>.

a) Ajusta las reacciones iónica y molecular por el método del ión-electrón.

b) Si tenemos 120 cm<sup>3</sup> de disolución de yoduro de sodio y se necesitan para su oxidación 100 cm<sup>3</sup> de disolución de dicromato de potasio de concentración 0,2 mol/dm<sup>3</sup>, ¿cuál es la concentración de la disolución de yoduro de sodio?

16. El ácido nítrico concentrado reacciona con el cobre para formar nitrato de cobre(II), dióxido de nitrógeno y agua.

- a) Escribe la reacción ajustada.
- b) ¿Cuántos cm<sup>3</sup> de HNO<sub>3</sub> del 95 % de pureza y densidad 1,5 g/cm<sup>3</sup> se necesitan para que reaccionen totalmente 3,4 gramos de cobre?
- c) ¿Qué volumen de NO<sub>2</sub> se formará, medido a 29 ° de temperatura y 748 mmHg de presión?

**17.** El cloro gas se obtiene por la oxidación del HCl con el HNO<sub>3</sub> produciéndose además NO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

- a) Ajusta la reacción molecular por el método del ión-electrón.
- b) Calcula el volumen de cloro obtenido, a 25 ° y 1 atm (101,3 kPa), cuando reaccionan 500 cm<sup>3</sup> de una disolución acuosa de concentración 2 mol/dm<sup>3</sup> de HCl con HNO<sub>3</sub> en exceso, si el rendimiento de la reacción es del 80 %.

**18.** En medio ácido sulfúrico, el aluminio reacciona con una disolución acuosa de dicromato de potasio K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, formándose óxido de aluminio, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Cr<sup>3+</sup> entre otros productos.

- a) Ajusta la ecuación iónica por el método del ión-electrón.
- b) Calcula el volumen de disolución acuosa de dicromato de potasio de densidad 1,124 g/cm<sup>3</sup> y del 15 % en masa que se necesita para oxidar 0,50 kg de aluminio.

**19.** Empleando el método del ión electrón ajusta la ecuación química que corresponde a la siguiente reacción redox:

