

**Se ha de elegir UNA de las dos PROPUESTAS presentadas.
Cada propuesta consta de cinco preguntas.
Cada pregunta será calificada con un máximo de dos puntos.
El tiempo disponible para la realización de la prueba es de 1,5 horas.**

PROPUESTA I

- 1 Dados los elementos $^{32}_{16}\text{X}$ y $^{40}_{20}\text{Y}$. Responde a las siguientes cuestiones, justificando las respuestas:**
- Cuántos protones y neutrones están presentes en el núcleo de cada uno de ellos. Indicar un isótopo de cada uno. (0,6 puntos).**
 - Indicar el número atómico y la configuración electrónica de cada elemento (0,4 puntos).**
 - Razonar qué tipo de enlace se forma cuando se unen X e Y y cuál sería la fórmula del compuesto resultante. (1 punto).**

Solución.

- El elemento X tiene un número atómico 16, es decir, tiene 16 electrones y como debe ser eléctricamente neutro tendrá entonces 16 protones. Su número másico, es decir, protones más neutrones es de 32 por lo tanto si tiene 16 protones, por diferencia tendrá 16 neutrones. En lo que respecta al elemento Y, al ser su número atómico 20 tendrá 20 electrones y por consiguiente 20 protones. Como el número másico es de 40 unidades y se ellas 20 son protones, tendrá 20 neutrones. Se entiende por isótopos a aquellos átomos de un mismo elemento que se diferencian en el número de neutrones, por lo tanto, posibles isótopos serían: $^{33}_{16}\text{X}$ y $^{41}_{20}\text{Y}$.
- Elemento X ($Z = 16$) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Elemento Y ($Z = 20$) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.
- El elemento X dispone de seis electrones en su capa de valencia (nivel más externo) por lo tanto le hacen falta dos electrones para adquirir la configuración de gas noble, luego su tendencia sería a capturar dos electrones. Por su parte el elemento Y dispone de 2 electrones en la capa más externa y su tendencia es a ceder esos dos electrones para así adquirir la configuración de gas nobles con la capa anterior completa. Por todo ello podemos decir que el enlace entre estos dos elementos es un **enlace iónico** y su fórmula sería; **XY**.

----- ooo0ooo -----

- 2.- a) Explicar de forma razonada por qué muchas reacciones endotérmicas tienen lugar de forma espontánea a temperaturas elevadas (1 punto).**
- b) Un proceso exotérmico y con aumento de orden ¿será siempre espontáneo?. Razonarlo (1 punto)**

Solución.

- La espontaneidad de una reacción química viene determinada por la variación de la energía libre de Gibbs (ΔG) y que viene dada por la expresión: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Si la reacción es endotérmica, el término entrálpico $T\Delta S$ debe ser mayor que ΔH , para que la reacción sea espontánea $\Delta G < 0$, lo que ocurre a temperaturas altas, o bien a valores negativos de entropía.
- Si el proceso es exotérmico, entonces $\Delta H < 0$ y si experimenta un aumento del orden, $\Delta S < 0$. Si tenemos en cuenta la expresión de la variación de energía libre, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, el término entrálpico es negativo y el término entrópico es negativo pero al tener el signo menos delante determina que el término entrópico es positivo $T\Delta S > 0$, y por lo tanto el valor de $\Delta G < 0$, solo se puede conseguir cuando $|\Delta H| > |T\Delta S|$, es decir, a temperaturas bajas, será siempre una reacción espontánea.

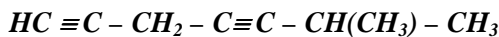
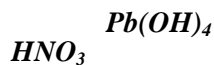
----- ooo0ooo -----

3.- a) **Formular** las siguientes especies químicas: (0,125 puntos c/u)

Seleniuro férrico [(Seleniuro de hierro (III))]
 Peróxido de sodio (dióxido de disodio)
 6-metil-1,4-heptadiino (6-metilhepta-1,4-diino)
 3-metil-4-pental (3-metilpent-4-enal)

Hidróxido plúmbico [(Hidróxido de plomo (IV))]
 Ácido nítrico [(Ácido trioxonítrico (V))]
 1-etil-4-propilbenceno (*p*-etilpropilbenceno)
N-metilpropilamina.

Solución.



b) **Nombrar** (de una sola forma), las siguientes especies químicas: (0,125 puntos c/u)

CS₂
 FeH₂
 HC ≡ C - CH₂ - CH = CH - CH(CH₃) - CH₃
 H₃C - CH₂ - CH(OH) - CH₂ - COOH

HClO₄
 Na₂CO₃
 H₃C - CH₂ - CH(CH₃) - COO - CH₃
 H₃C - CH(Br) - CH(OH) - CH₃

Solución.

Disulfuro de carbono-Sulfuro carbónico.

Ácido perclórico-Tetraoxclorato (VII) de hidrógeno.

Dihidruro de hierro (II)-Hidruro ferroso.

Carbonato sódico-Trioxocarbonato (IV) de sodio.

6-metil-4-hepten-1-ino-[6-metilhept-4-en-1-ino]

2-Metilbutanoato de metilo.

Ácido 3-hidroxipentanoico.

3-Bromo-2-butanol-[3-Bromobutan-2-ol]

----- 0000000 -----

4.- El carácter ácido del vinagre es debido a su contenido en ácido acético (ácido etanoico; CH₃ - COOH) (K_a = 1,8.10⁻⁵).

- Calcular el grado de disociación del ácido acético de una disolución que se obtiene a partir de 30 gramos de ácido acético al que se le añade agua hasta un volumen final de 500 mL (1,2 puntos).
- Calcular el pH de dicha disolución. (0,8 puntos).

Datos: mas. Atóm. (C) = 12 ; mas. Atóm. (O) = 16; mas. Atóm. (H) = 1

Solución.

- Procedemos en primer lugar a calcular la concentración inicial de ácido acético. La masa molecular del ácido acético sería: $M = 2 \times 12 + 2 \times 16 + 4 \times 1 = 60 \text{ g/mol}$

$$M = \frac{30 \text{ g}}{\frac{60 \text{ g/mol}}{0,500 \text{ L}}} = 1 \text{ mol/L} = 1 \text{ M}$$

Conocida la concentración inicial del ácido acético procedemos a plantear el equilibrio de disociación.



Conc. Inicial:	1M	0	0
Conc. Disociado:	- x	x	x
Conc. Equilibrio:	1 - x	x	x

Aplicando la constante de hidrólisis del ácido tenemos que:

$$K_a = \frac{[H_3C - COO^-][H_3O^+]}{[H_3C - COOH]} = \frac{x^2}{1 - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Teniendo en cuenta que el valor de K_a es muy pequeño, ya que se trata de un ácido débil, podemos hacer la aproximación: $1 - x \cong 1$, con lo cual la expresión anterior nos queda:

$$x^2 = 1,8 \cdot 10^{-5}, \text{ de donde resulta que } x = 0,00424$$

el grado de disociación viene dado por la expresión: $c_{eq} = \alpha \times c_o$ y como conocemos la concentración en el equilibrio ($c_{eq} = 0,00424 \text{ M}$) y la concentración inicial ($c_o = 1 \text{ M}$) tendremos entonces que el grado de disociación es pues:

$$\alpha = 0,00424/1 = 0,00424:$$

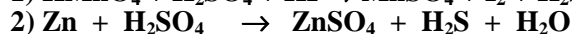
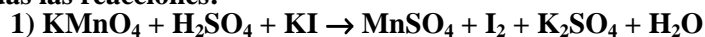
Si lo expresamos como porcentaje de disociación: $\% \alpha = 0,424$.

b) Conocido el grado de disociación, tenemos que la concentración de los iones H_3O^+ es:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,00424, \text{ de donde } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4,24 \cdot 10^{-3} = 2,37.$$

----- 0000000 -----

5.- Dadas las reacciones:



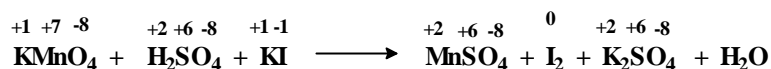
Se pide:

a) Indicar en cada caso cuáles son los agentes oxidantes y reductores (0,4 puntos).

b) Ajustarlas por el método del ión-electrón (1,6 puntos).

Solución.

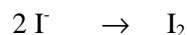
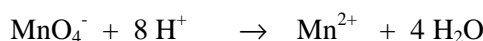
a) Procedemos en primer lugar a determinar el número de oxidación de cada una de las especies presentes en las dos reacciones a fin de determinar qué especie se oxida y cual se reduce.



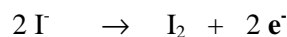
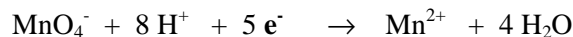
El Mn pasa de un estado de oxidación +7 a estado de oxidación +2, es decir **se reduce**, luego sería el **agente oxidante** el KMnO_4 . Por el contrario el I pasa de estado de oxidación -1 a estado de oxidación 0, es decir **se oxida**, por lo tanto el **agente reductor** es el KI.

b) Una vez que hemos determinado las especies oxidante y reductoras en cada caso procedemos a plantear las semirreacciones correspondientes y ajustarlas:

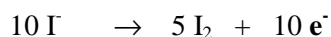
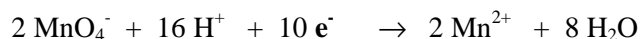
Primero en masa:



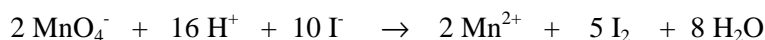
Segundo en carga:



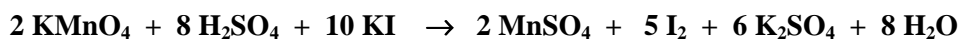
Multiplicamos la primera ecuación por 2 y la segunda ecuación por 5 y nos queda que:



Sumando tenemos que:

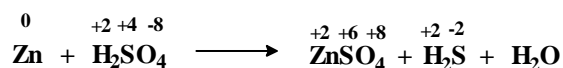


Expresandola en forma molecular y llevando a cabo un nuevo ajuste al existir sustancias que no intervienen en el proceso redox (caso del K_2SO_4) nos queda que:



Repitiendo el proceso para la otra ecuación nos queda:

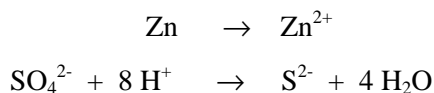
- c) Procedemos en primer lugar a determinar el número de oxidación de cada una de las especies presentes en las dos reacciones a fin de determinar qué especie se oxida y cual se reduce.



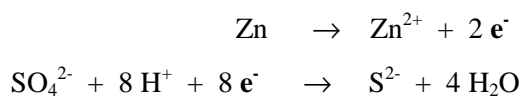
El S pasa de un estado de oxidación +6 a estado de oxidación -2, es decir **se reduce**, luego sería el **agente oxidante** sería el H_2SO_4 . Por el contrario el Zn pasa de estado de oxidación 0 a estado de oxidación +2, es decir **se oxida**, por lo tanto se trata del **agente reductor**.

- d) Una vez que hemos determinado las especies oxidante y reductoras en cada caso procedemos a plantear las semirreacciones correspondientes y ajustarlas:

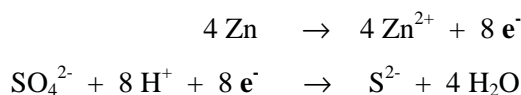
Primero en masa:



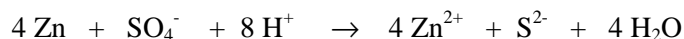
Segundo en carga:



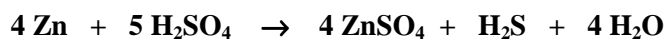
Multiplicamos la primera ecuación por 4 y nos queda que:



Sumando tenemos que:



Expresandola en forma molecular:



----- ooo0ooo -----

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

PROPUESTA I.

- 1.-a) Indicar número de protones y neutrones de cada elemento así como un isótopo
0,6 puntos.
- b) Indicar el número atómico y la configuración electrónica 0,4 puntos.
- c) Tipo de enlace entre los elementos y fórmula 0,4 puntos.
- 2.- Razonar cada una de las preguntas 1,0 puntos.
- 3.- Cada especie correcta 0,125 puntos.
- 4.- Apartado a) 1,2 puntos.
Apartado b) 0,8 puntos.
- 5.- Apartado a)
Semireacciones redox correctas 0,3 puntos.
Reacción global bien ajustada... 0,5 puntos.
Oxidante y reductor correctos..... 0,2 puntos.
- Apartado b)
Semireacciones redox correctas 0,3 puntos.
Reacción global bien ajustada..... 0,5 puntos.
Oxidante y reductor correctos..... 0,2 puntos.

----- 0000000 -----

PROPUESTA II

1.- Indica, de forma razonada, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) Los números cuánticos (2, 2, 0, 1/2) representan un orbital 2s. (0,5 puntos)
 - b) El radio de un elemento A es siempre menor que el radio de su ion A^+ (0,5 puntos)
 - c) Isótopos son átomos de un mismo elemento que difieren en el número de electrones. (0,5 puntos)
 - d) Los iones Na^+ [$Z(Na) = 11$], Mg^{2+} [$Z(Mg)=12$] y Al^{3+} [$Z(Al)=13$] ¿son isoelectrónicos?. (0,5 puntos)
- Nota: (isoelectrónicos = mismo número de electrones).

Solución

a) Los números cuánticos correspondiente a un electrón situado en un orbital 2s serían:

Número cuántico principal $n = 2$ (Indica el nivel energético).

Número cuántico secundario $l = 2$ (un orbital s implica un valor de $l = 0$).

Número cuántico magnético $m = 0$ (para valor de $l = 0$, $m = 0$).

Número cuántico de spin $s = 1/2$ ó $-1/2$.

En consecuencia los números cuántico indicados (2,2,0,1/2) **no es una combinación válida porque si $n = 2$, l nunca puede valer 2 (solo puede tener como máximo 1).**

b) Un ión positivo A^+ indica que el elemento del que proviene ha perdido un electrón. Como en un elemento neutro el número de cargas positivas (protones) es igual al número de cargas negativas (electrones), si se pierde un electrón queda un exceso de carga positiva que atraerá con más fuerza a los electrones restantes en consecuencia el radio del elemento disminuye: $R_A > R_{A^+}$. Luego es **falso**..

c) Los isótopos de un elemento son átomos que difieren en el número másico. Como en un elemento el número de electrones es igual al número de protones, lo que diferencia a un isótopo es el número de **neutrones** y no de electrones, por lo tanto la afirmación es **falsa**.

d) Si tenemos en cuenta los números atómicos de cada elemento, si el Na pierde un electrón quedará con 10. En el caso del Mg si pierde dos electrones también quedará con 10 y el Al al perder tres electrones quedará con 10, luego es **verdad** que los tres elementos son isoelectrónicos.

----- ooo0ooo -----

2.-Razonar las siguientes cuestiones (0,5 puntos c/u):

- a) Los alcanos pueden adicionar átomos de hidrógeno.
- b) ¿Cuántas moléculas de Br_2 puede adicionar el 2-propeno (prop-2-eno).
- c) Los alquenos pueden experimentar reacciones de adición de HCl.
- d) El metano (CH_4) presenta hibridación sp^3 .

Solución.

a) Los alcanos son aquellos compuestos orgánicos constituidos por átomos de carbono e hidrógeno donde cada átomo de carbono se une a otros cuatro átomos (de carbono ó de hidrógeno) mediante enlaces sencillos, por lo cual tienen sus valencias saturadas y **no pueden adicionar átomos de hidrógeno**.

b) La molécula del 2-propeno (Prop-2-eno) estaría mal nombrada, ya que el nombre correcto para un alqueno que esta constituida por 3 átomos de carbono sería el de **1-propeno**. Al ser un alqueno presenta un doble enlace entre dos átomos de carbono por lo tanto existe una insaturación y **la molécula será capaz de adicionar una molécula de bromo**.

c) Los alquenos son aquellos compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno que se caracterizan por

presentar uno ó más dobles enlaces entre los átomos de carbono por lo tanto **pueden experimentar reacciones de adición de HCl**.

d) En el metano el átomo de carbono se encuentra unido a cuatro átomos de hidrógeno mediante enlaces sencillos. Cada enlace estaría constituido por un par de electrones y teniendo en cuenta que el átomo de carbono dispone de electrones en los orbitales s y p tendríamos cuatro pares de electrones a disponer en cuatro orbitales que resultarían de la combinación de los orbitales atómicos s y p y **por lo tanto presentaría una hibridación sp^3** .

----- ooo0ooo -----

3.- a) **Formular** las siguientes especies químicas: (0,125 puntos c/u)

Óxido ferroso [(Óxido de hierro (II))]

Sulfato cuproso [Tetraoxosulfato (VI) de cobre (I)]

Pentanitrilo

3-pentanona (pentan-3-ona)

Solución.

FeO

CuSO₄

H₃C – CH₂ – CH₂ – CH₂ – C ≡ N

H₃C – CH₂ – CO – CH₂ – CH₃

Ácido fosfórico [(Tetraoxofosfato (V) de hidrógeno)]

Cloruro ferroso [cloruro de hierro (II)]

Etoxipropano

1,3-propanodiol (propan-1,3-diol)

H₃PO₄

FeCl₂

H₃C – CH₂ – O – CH₂ – CH₂ – CH₃

HO – CH₂ – CH₂ – CH₂ – OH

b) **Nombrar** (de una sola forma), las siguientes especies químicas: (0,125 puntos c/u)

CrBr₃

Ni₂(SO₃)₃

HC ≡ C – CH = CH – CH = CH₂

H₃C – CH = CH – CH₂ – CH₂ – CHO

Solución.

H₂O₂

Sr(OH)₂

H₃C – CH(OH) – CH₂ – CH₂ – COOH

H₃C – CH₂ – COO – CH₂ – CH(CH₃) – CH₃

Tribromuro de cromo. Bromuro de cromo (III)

Sulfito níquelico. Trioxosulfato (IV) de Níquel (III).

1,3-Hexadien-1-ino (Hepta-1,3-dien-5-ino)

4-Hexenal (Hex-4-enal)

Peróxido de hidrógeno. Agua oxigenada.

Hidróxido de estroncio.

Ácido 4-hidroxipentanoico.

Propanoato de 2-metilpropilo.

----- ooo0ooo -----

4.- Si se introduce 1 mol de trióxido de azufre (SO₃) en un recipiente de 1 litro a 25°C y 1 atm de presión, se produce el siguiente equilibrio:



Se pide:

- Calcular la composición de la mezcla resultante una vez alcanzado el equilibrio (1,0 puntos).
- Calcular el grado de disociación del trióxido de azufre (0,5 puntos).
- Calcular el valor de K_p (0,5 puntos).

Datos: $K_c = 0,675 \cdot 10^{-7}$

Solución.

a) Para el cálculo de las concentraciones de la mezcla en el equilibrio procedemos:

	$2 \text{SO}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$
Concentración inicial:	1 M 0 0
Moles reacción:	- x x x/2
Concentración equilibrio:	1 - x x x/2

La constante de equilibrio viene dada por la expresión:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{x^2 \cdot x/2}{(1-x)^2} = 0,675 \cdot 10^{-7}$$

Para poder resolver la ecuación y teniendo en cuenta el valor de K_c se observa que $x \lll 1$, por lo cual podemos hacer la aproximación de que $1 - x \cong 1$, con lo cual queda: $x = \sqrt[3]{1,35 \cdot 10^{-7}}$.

De donde tenemos que $x = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Así las concentraciones de las especies son: $[\text{SO}_3] = 0,095 \text{ mol/L}$

$[\text{SO}_2] = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

$[\text{O}_2] = 5,1 \cdot 10^{-3} / 2 = 2,56 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

b) Conocida la concentración en el equilibrio podremos calcular el grado de disociación.

$x = c \alpha$, de donde $5,1 \cdot 10^{-3} = 1 \alpha$, de donde $\alpha = 0,005$; $\alpha = 0,5\%$

c) Para el cálculo de K_p hacemos uso de la expresión que relaciona ambas constantes:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

Teniendo en cuenta que la variación del número de moles en estado gaseoso es: $\Delta n = 3 - 2 = 1$

Nos queda que: $K_p = 0,675 \cdot 10^{-7} (0,082 \times 298) = 1,649 \cdot 10^{-6}$.

----- 0000000 -----

5.- El bicarbonato sódico (NaHCO_3) además de combatir la acidez de estómago se utiliza en la cocina para evitar que el aceite se quemé, ya que al echarlo sobre el fuego se descompone dando CO_2 que contribuye a sofocar las llamas, según la siguiente reacción:



A partir de los datos que se indican:

- Calcular el calor de reacción y señalar si esta reacción de descomposición es exotérmica o endotérmica. (1,2 puntos).
- Calcular la cantidad de calor puesta en juego cuando se descomponen 100 g de bicarbonato sódico (0,8 puntos).

Datos:

$\Delta H_f^\circ (\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s})) = -1131 \text{ kJ/mol}$.

$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O} (\text{l})) = -285,9 \text{ kJ/mol}$.

$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2 (\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$.

$\Delta H_f^\circ (\text{NaHCO}_3 (\text{s})) = -947,7 \text{ kJ/mol}$.

mas. Atóm. (Na) = 23 mas. Atóm. (C) = 12 ; mas. Atóm. (O) = 16; mas. Atóm. (H) = 1

Solución.

a) El calor de reacción (variación de entalpía) vendría dado por la expresión:

$$\Delta H^\circ = \Sigma \Delta H_f^\circ (\text{productos}) - \Sigma \Delta H_f^\circ (\text{reactivos})$$

Para la reacción indicada esta expresión quedaría de la siguiente forma:

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = [\Delta H_f^\circ (\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s})) + \Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O} (\text{l})) + \Delta H_f^\circ (\text{CO}_2 (\text{g}))] - [2 \times \Delta H_f^\circ (\text{NaHCO}_3 (\text{s}))]$$

Sustituyendo los valores que nos indican los datos tendremos que:

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = [(-1131) + (-285,9) + (-393,5)] - [2 \times (-947,7)] = 85 \text{ kJ}$$

Como $\Delta H^\circ_{\text{R}} > 0$ se trata de un **proceso endotérmico**.

b) De acuerdo con el apartado b) nos indica que se absorben 85 kJ por cada 2 (dos) moles de bicarbonato sódico que se descomponen. La masa molecular del NaHCO_3 es de:

$$M (\text{NaHCO}_3) = 23 + 1 + 12 + 3 (16) = 84 \text{ g/mol}$$

Luego la descomposición 100 g de NaHCO_3 absorberían:

$$\text{Calor puesto en juego (100 g NaHCO}_3) = \frac{100 \text{ g de NaHCO}_3}{84 \text{ g/mol}} \times \frac{85 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NaHCO}_3} = 50,6 \text{ kJ}$$

----- 0000000 -----

PROPUESTA II.

- 1.- a) Cada apartado acertado pero mal razonado 0,1 puntos.
b) Cada apartado bien razonado pero no acertado 0,1 puntos
c) Cada apartado acertado y bien razonado 0,5 puntos.

- 2.- Cada apartado bien contestado 0,5 puntos

- 3.- Cada especie correcta 0,125 puntos.

- 4.- Apartado a) 1,0 puntos.
Apartado b) 0,5 puntos.
Apartado c) 0,5 puntos.

- 5.- Apartado a) 1,2 puntos.
Apartado b)..... 0,8 puntos.

----- 0000000 -----