

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Los números atómicos de tres elementos A, B y C son 11, 17 y 20 respectivamente:

- Escribe sus configuraciones electrónicas e indica de qué elementos se trata: nombre, símbolo, familia y período.
- ¿Cuáles serían los iones más estables que se obtendrían de los mismos? Justifica la respuesta.
- Si se compara A con B, ¿cuál es más electronegativo? ¿Cuál tiene menor energía de ionización? Justifica la respuesta.
- Explica qué tipo de enlace se podrá formar entre B y C, y cuál será la fórmula del compuesto resultante.

CUESTIÓN 2.- Dado el siguiente equilibrio: $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$, responde de forma razonada a las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo afectaría al equilibrio un aumento de la presión?
- Si se elimina O_2 a medida que se va formando, ¿hacia donde se desplaza el equilibrio?
- Dado que al aumentar la temperatura el equilibrio se desplaza hacia la formación de NO, ¿la reacción será exotérmica o endotérmica?
- ¿Afectaría la adición de un catalizador el valor de la constante de este equilibrio?

CUESTIÓN 3.- a) Formula las siguientes especies químicas:

Hidruro de aluminio; Cloruro de calcio; Ácido perclórico; Nitrato de mercurio (I); 3-metil-2 butanol; 2-butenal; Pentanoato de etilo; Ácido propanoico.

b) Nombra las siguientes especies químicas:

H_2S ; $\text{Al}(\text{OH})_3$; KMnO_4 ; HNO_3 ; $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--C}(\text{CH}_3)_2\text{--CH}_2\text{OH}$; $\text{CH}_3\text{--CO--CH}_3$; $\text{CH}_3\text{--CHOH--CH}_2\text{--CHO}$; $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--NH}_2$.

PROBLEMA 1.- A temperatura ambiente los calores de combustión del carbono y el calor de formación del etanol líquido, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, son respectivamente $-394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ y $-278 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, y el de formación del agua líquida es $-286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Calcula:

- ¿Cuál será el valor de la entalpía de combustión del etanol líquido aplicando la ley de Hess?
- Calcula la energía que se desprende en la combustión de 1 kg de etanol.

DATOS: $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Resultado: a) $\Delta H_c^\circ = -1368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; b) $Q = 29739,13 \text{ kJ}$.

PROBLEMA 2.- El ácido hipocloroso, HClO , es un ácido débil cuya constante de ionización en agua es $K_a = 3 \cdot 10^{-8}$. Si se añaden 26,25 g de ácido hipocloroso en la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución, calcula:

- El grado de disociación.
- El pH de la disolución resultante.

DATOS: $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Resultado: a) $\alpha = 1,73 \cdot 10^{-2} \%$; b) $\text{pH} = 3,76$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Responde, razonando la respuesta, a las siguientes cuestiones que se plantean indicando si son verdaderas o falsas:

- Un hidrocarburo está constituido por carbono, hidrógeno y oxígeno.
- El 2-butanol, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CHOH--CH}_3$, y el 1-butanol, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{OH}$, son isómeros de cadena.
- La combustión de un hidrocarburo produce dióxido de carbono y agua.
- En los alquenos existe algún enlace doble $\text{C} = \text{C}$.

CUESTIÓN 2.- a) De las siguientes especies químicas, señala de forma razonada las que son ácidos o bases según la teoría de Brönsted-Lowry, e indica, escribiendo la correspondiente reacción, la especie conjugada, en disolución acuosa, de cada una de ellas: CN^- ; NH_4^+ ; SO_4^{2-} .

b) Indica, razonando la respuesta, el carácter ácido, básico o neutro de las disoluciones acuosas de las siguientes sales: KCl ; NH_4NO_3 ; CH_3COONa .

CUESTIÓN 3.- a) Formula las siguientes especies químicas:

Hidróxido de plomo (IV); Cloruro de estaño (II) Ácido sulfúrico; Carbonato de calcio;
3-bromopropanal; Propadieno; Etanoato de butilo; Ácido butanoico.

b) Nombra las siguientes especies químicas:

P_2O_5 ; FeCl_2 ; H_3PO_4 ; NaClO ; $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$;
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$; $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CONH}_2$.

PROBLEMA 1.- En un recipiente de 1,5 L se introducen 3 moles de pentacloruro de fósforo, PCl_5 . Cuando se alcanza el equilibrio a 390 K, el PCl_5 se ha disociado un 60 % según el equilibrio:



Calcula:

- Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.
- K_c y K_p .

Resultado: a) $[\text{PCl}_5] = 0,8 \text{ M}$; $[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 1,2 \text{ M}$; b) $K_c = 1,8 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$; c) $K_p = 57,56 \text{ atm}$.

CUESTIÓN 4.- Dada la siguiente reacción: $\text{KIO}_3 + \text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{I}_2 + \text{AlCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.

- Deduce, razonando la respuesta, qué sustancia se oxida y cuál se reduce.
- ¿Cuál es la sustancia oxidante y cuál la reductora?
- Escribe y ajusta las semirreacciones de oxidación-reducción y la reacción global.

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Los números atómicos de tres elementos A, B y C son 11, 17 y 20 respectivamente:

- Escribe sus configuraciones electrónicas e indica de qué elementos se trata: nombre, símbolo, familia y período.**
- ¿Cuáles serían los iones más estables que se obtendrían de los mismos? Justifica la respuesta.**
- Si se compara A con B, ¿cuál es más electronegativo? ¿Cuál tiene menor energía de ionización? Justifica la respuesta.**
- Explica qué tipo de enlace se podrá formar entre B y C, y cuál será la fórmula del compuesto resultante.**

Solución:

a) A ($Z = 11$): $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; B ($Z = 17$): $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;
C ($Z = 20$): $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.

De las configuraciones electrónicas se deduce que:

El elemento A se encuentra situado en el período 3º ($n = 3$), grupo 1 (un electrón 3s). Se trata del sodio, Na, y pertenece a la familia de los alcalinos.

El elemento B pertenece al período 3º ($n = 3$), grupo 17 ($12 + 5$ electrones 3p), que corresponde al cloro, Cl, y pertenece a la familia de los halógenos.

El C es un elemento alcalinotérreo y se encuentra en el período 4º ($n = 4$), grupo 2 (2 electrones 4s), y es el elemento calcio, Ca.

b) Los iones más estables que producen estos elementos son:

Los metales A y C, para adquirir configuración estable del gas noble más próximo (el anterior), pierden uno y dos electrones, respectivamente, siendo sus iones A^+ y C^{2+} . El elemento B, no metálico, adquiere configuración estable del gas noble más próximo (el siguiente) ganando un electrón, siendo B^- el ión que forma.

c) La electronegatividad es una propiedad periódica que mide la tendencia de un átomo de atraer hacia sí los electrones del enlace que lo une a otro átomo distinto. En los períodos aumenta con el número atómico de los elementos, mientras que en los grupos disminuye con el aumento del número atómico. Por tanto, de los elementos A y B que se encuentran en el mismo período, el más electronegativo es el B por tener un mayor número atómico.

Energía de ionización es la energía que hay que suministrar a un átomo neutro, gaseoso y en su estado electrónico fundamental, para arrancarle un electrón y convertirlo en catión monovalente. Es una propiedad periódica que aumenta con el número atómico, pues al crecer éste y situarse el electrón en el mismo nivel energético, la fuerza atractiva núcleo-electrón más externo se va haciendo cada vez mayor, y por ello, se necesita más energía para arrancar el electrón. Esto pone de manifiesto, que el elemento A, de menor número atómico es el de menor energía de ionización.

d) El elemento alcalinotérreo C y el halógeno B, debido a los iones estables que forman, se unen por medio de un enlace iónico, siendo la fórmula del compuesto que originan CB_2 .

PROBLEMA 1.- A temperatura ambiente los calores de combustión del carbono y el calor de formación del etanol líquido, C_2H_5O , son respectivamente -394 kJ/mol y -278 kJ/mol, y el de formación del agua líquida es -286 kJ/mol. Calcula:

- ¿Cuál será el valor de la entalpía de combustión del etanol líquido aplicando la ley de Hess?**
- Calcula la energía que se desprende en la combustión de 1 kg de etanol.**

DATOS: $A_r(C) = 12$ u; $A_r(O) = 16$ u; $A_r(H) = 1$ u.

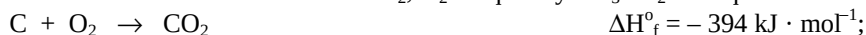
Solución:

$M(C_2H_5OH) = 46$ g $\cdot$ mol $^{-1}$.

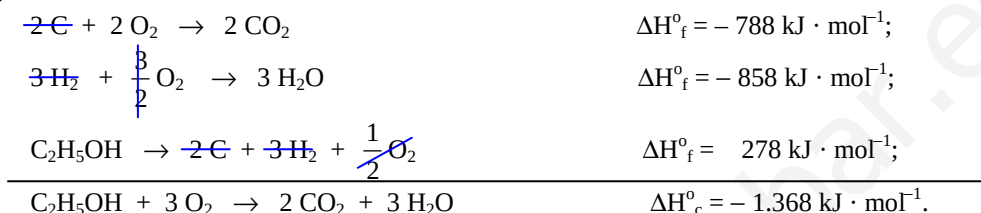
a) La ley de Hess dice que si una reacción puede obtenerse como suma de otras intermedias, su entalpía es la suma de las entalpías de todas las etapas.

Con frecuencia, antes de sumar las reacciones para obtener la buscada, alguna de las reacciones se multiplica por un coeficiente, incluida la entalpía, y se invierte el sentido de otra cambiando el signo a la entalpía.

Las reacciones de formación del CO_2 , H_2O líquida y $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ líquido son:



Multiplicando la reacción de formación del CO_2 por 2, incluida su entalpía, la de formación del H_2O (l) por 3, incluida su entalpía, e invirtiendo el sentido de la reacción de formación del $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, se cambia el signo de la entalpía, y sumándolas se obtiene la reacción de combustión del alcohol (ley de Hess):



b) Para obtener la energía desprendida (signo menos) en la combustión de 1 kg de etanol hay que multiplicar la masa por los correspondientes factores de conversión, fracciones de equivalencia:

$$1 \text{ kg } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot \frac{1000 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ kg } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \cdot \frac{-1368 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 29739,13 \text{ kJ}.$$

Resultado: a) $\Delta H_c^\circ = -1368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; b) $Q = 29739,13 \text{ kJ}$.

PROBLEMA 2.- El ácido hipocloroso, HClO , es un ácido débil cuya constante de ionización en agua es $K_a = 3 \cdot 10^{-8}$. Si se añaden 26,25 g de ácido hipocloroso en la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución, calcula:

a) El grado de disociación.

b) El pH de la disolución resultante.

DATOS: $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Solución:

$$M(\text{HClO}) = 52,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\text{a) La concentración de la disolución es: } M = \frac{n \text{ moles}}{V \text{ litros}} = \frac{\frac{a \text{ gramos}}{M(\text{HClO})}}{V} = \frac{26,25 \text{ g}}{52,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,5 \text{ L}} = 1 \text{ M}.$$

Siendo α el grado de disociación del HClO , las concentraciones al inicio y en el equilibrio son:



y llevando estos valores a la constante de acidez del HClO , despreciando α en el denominador por ser muy pequeño frente a 1, y operando:

$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]} \Rightarrow 3 \cdot 10^{-8} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} \Rightarrow \alpha = \sqrt{3 \cdot 10^{-8}} = 1,73 \cdot 10^{-4} = 1,73 \cdot 10^{-2} \text{ \%}.$$

b) La concentración de H_3O^+ es: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, y el pH de la disolución es:

$$\text{pH} = -\log 1,73 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 1,73 = 4 - 0,24 = 3,76.$$

Resultado: a) $\alpha = 1,73 \cdot 10^{-2} \text{ \%}$; b) $\text{pH} = 3,76$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Responde, razonando la respuesta, a las siguientes cuestiones que se plantean indicando si son verdaderas o falsas:

- a) Un hidrocarburo está constituido por carbono, hidrógeno y oxígeno.
- b) El 2-butanol, $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$, y el 1-butanol, $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$, son isómeros de cadena.
- c) La combustión de un hidrocarburo produce dióxido de carbono y agua.
- d) En los alquenos existe algún enlace doble $\text{C} = \text{C}$.

Solución:

a) Falsa. Los hidrocarburos, como su propio nombre indica, son los compuestos constituidos sólo por carbono e hidrógeno.

b) Falsa. El 2-butanol y el 1-butanol son isómeros de posición, pues se diferencian en la posición que ocupa el grupo funcional en cada molécula.

c) Verdadera. Por estar constituido todo hidrocarburo por carbono e hidrógeno, su combustión da como productos de reacción dióxido de carbono y agua.

d) Verdadera. Los alquenos son los hidrocarburos en los que aparece, al menos en su molécula, un doble enlace entre carbonos contiguos

CUESTIÓN 2.- a) De las siguientes especies químicas, señala de forma razonada las que son ácidos o bases según la teoría de Brönsted-Lowry, e indica, escribiendo la correspondiente reacción, la especie conjugada, en disolución acuosa, de cada una de ellas: CN^- ; NH_4^+ ; SO_4^{2-} .

b) Indica, razonando la respuesta, el carácter ácido, básico o neutro de las disoluciones acuosas de las siguientes sales: KCl ; NH_4NO_3 ; CH_3COONa .

Solución:

a) Según Brönsted y Lowry, ácido es toda especie química capaz de ceder un protón a otra, y base es la especie química que es capaz de aceptar un protón de otra.

El ión CN^- , sin hidrógeno, acepta un protón del agua comportándose como una base. Su reacción en agua es: $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CNH} + \text{OH}^-$, siendo la especie CNH el ácido conjugado.

El ión NH_4^+ , con hidrógenos en su molécula, cede un protón al agua comportándose como ácido. Su reacción en agua es: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, siendo el NH_3 su base conjugada.

El ión SO_4^{2-} , sin hidrógeno en su molécula, se comporta como base al aceptar un protón del agua. Su reacción con el agua es: $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{OH}^-$, siendo el HSO_4^- el ácido conjugado.

b) La disolución de KCl es de carácter neutro, pues los iones K^+ y Cl^- , ácido y base conjugados muy débiles de la base y ácido muy fuertes KOH y HCl , no reaccionan con el agua, manteniéndose constante las concentraciones de OH^- y H_3O^+ procedentes de la disociación del agua.

La disolución acuosa de la sal NH_4NO_3 , totalmente disociada, presenta carácter ácido por ser el ión NH_4^+ , ácido conjugado relativamente fuerte de la base débil NH_3 , el que sufre hidrólisis con el agua según el equilibrio: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, proporcionando un aumento de la concentración de iones H_3O^+ . El ión NO_3^- , base conjugada muy débil del ácido muy fuerte HNO_3 , no reacciona con el agua.

La disolución acuosa de la sal CH_3COONa , totalmente disociada, presenta carácter básico por ser el ión CH_3COO^- , base conjugada relativamente fuerte del ácido débil CH_3COOH , el único que sufre

hidrólisis con el agua según el equilibrio: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$, y provocar un incremento de la concentración de iones OH^- .

El ión Na^+ , ácido conjugado extremadamente débil de la base muy fuerte NaOH , no reacciona con el agua.

PROBLEMA 1.- En un recipiente de 1,5 L se introducen 3 moles de pentacloruro de fósforo, PCl_5 . Cuando se alcanza el equilibrio a 390 K, el PCl_5 se ha disociado un 60 % según el equilibrio:



Calcula:

- Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.
- K_c y K_p .

Solución:

a) La concentración inicial del PCl_5 es: $M = \frac{n \text{ moles}}{V \text{ litros}} = \frac{3 \text{ moles}}{1,5 \text{ L}} = 2 \text{ M}.$

En el equilibrio, conocido el grado de disociación, las concentraciones son:

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3(\text{g})$	$+$	$\text{Cl}_2(\text{g})$
Concentraciones en el equilibrio:	$2 \cdot (1 - \alpha)$		$2 \cdot \alpha$		$2 \cdot \alpha$
	$2 \cdot (1 - 0,60) = 2 \cdot 0,40$		$2 \cdot 0,60$		$2 \cdot 0,60$
	0,80		1,20		1,20

- b) Sustituyendo las concentraciones anteriores en la constante de equilibrio y operando:

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{1,20^2 \text{ M}^2}{0,80 \text{ M}} = 1,8 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

De la relación entre K_c y K_p se obtiene el valor de ésta sabiendo que $\Delta n = 2 - 1 = 1$:

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = 1,8 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 390 \text{ K})^1 = 57,56 \text{ atm}.$$

Resultado: a) $[\text{PCl}_5] = 0,8 \text{ M}$; $[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 1,2 \text{ M}$; b) $K_c = 1,8 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$; c) $K_p = 57,56 \text{ atm}.$