



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 2010

QUÍMICA

INDICACIONES

1. Debe elegir una opción completa. Cada problema tiene una calificación de 2 PUNTOS. Cada cuestión tiene una calificación de 2 PUNTOS.
2. Separe claramente unos problemas de otros y unas cuestiones de otras.

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

Problemas [2 PUNTOS CADA UNO]

1. La gasolina es una mezcla de hidrocarburos entre C_5 y C_{10} . Calcula:

- a) Calor desprendido en la combustión de 5 L de una gasolina que contiene 50% de octano, 30% de hexano y 20% de pentano (porcentaje en peso).
- b) La entalpía de formación del pentano.

DATOS: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1.

ΔH° formación $CO_2(g) = -393$ KJ/mol; $H_2O(l) = -286$ KJ/mol; octano = -250 KJ/mol

ΔH° combustión: pentano = -3537 KJ/mol; hexano = -4163 KJ/mol

Densidad de la gasolina = 0.83 g/cm³

2. Una mezcla de óxidos de hierro (III) (Fe_2O_3) y de óxido de Zn (II) (ZnO) de masa 0,174 g se disuelven en ácido clorhídrico (HCl) concentrado y mediante las operaciones oportunas el hierro (III) se reduce a hierro (II). El líquido resultante se valora con permanganato potásico ($KMnO_4$) 0,02 M gastándose 15,0 ml.

- a) Ajusta la reacción de oxidación-reducción de la valoración, sabiendo que el ión permanganato se reduce a Mn^{2+} .
- b) Calcula el tanto por ciento de óxido de Fe (III) y de óxido de Zn (II) en la muestra

DATOS: Masas atómicas: Fe = 55,9; Zn = 65,4; O = 16.

Cuestiones [2 PUNTOS CADA UNA]

A. [2 PUNTOS] a) Tenemos un indicador ácido-base cuya forma no disociada HA es incolora, y su forma iónica A^- es roja. Indíquese razonadamente que cambio de color se observará en la valoración de ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de sodio (NaOH) si se utiliza el indicador anterior.

- b) Explíquese si el pH de las disoluciones acuosas de los siguientes compuestos será mayor, menor o igual a 7; cloruro de amonio (NH_4Cl), cloruro de potasio (KCl), acetato de sodio ($NaOOC-CH_3$)

B. [2 PUNTOS] Se estudia el siguiente equilibrio: $N_2O_4(g) \leftrightarrow 2NO_2(g)$, cuya K_p a 298 K es 0,15

Justifica:

- a) ¿En que sentido evolucionará, hasta alcanzar el equilibrio, una mezcla inicial de ambos gases cuya presión parcial sea la misma e igual a 1 atm.?
- b) Si una vez alcanzado el equilibrio se comprime la mezcla, ¿qué le ocurrirá a la cantidad de NO_2 ? ¿Cómo será la descomposición de N_2O_4 , exotérmica o endotérmica, si un aumento de la temperatura provoca un aumento de la concentración de NO_2 ?

C. [2 PUNTOS] Dado tres elementos del Sistema Periódico: A, B y C, de números atómicos 8, 16 y 19, respectivamente:

- a) Escribe su configuración electrónica.
- b) Indica el elemento cuyo primer potencial de ionización sea mayor. Razónalo.
- c) Indica el tipo de enlace y dos propiedades características de los compuestos formados por los elementos A y B. Razónalo.

SOLUCIÓN EXAMEN OPCIÓN DE EXAMEN N° 1 (SEPTIEMBRE 2010)

PROBLEMAS

1.- (2 p) La gasolina es una mezcla de hidrocarburos entre C_5 y C_{10} . Calcula:

DATOS:	Masas atómicas	C = 12	O = 16	H = 1
	ΔH° formación:	$CO_2(g) = -393$ kJ/mol	$H_2O(l) = -286$ kJ/mol	
		octano = -250 kJ/mol		
	ΔH° combustión:	pentano = -3537 kJ/mol	hexano = -4163 kJ/mol	
	Densidad de la gasolina	= 0,83 g/cm ³		

- a) Calor desprendido en la combustión de 5 L de una gasolina que contiene 50% de octano, 30% de hexano y 20% de pentano (porcentaje en peso).

Calculamos la entalpía de combustión del octano a partir de las entalpías de formación:



$$\Delta H^\circ = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r$$

$$\Delta H^\circ = 8 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} + 9 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{H_2O(l)} - (\Delta H_f^\circ)_{C_8H_{18}(l)} - \frac{25}{2} \cdot (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = 8 \cdot (-393) + 9 \cdot (-286) - (-250) - \frac{25}{2} \cdot 0 = -5468 \text{ kJ/mol}$$

Calculamos el número de moles de cada hidrocarburo en los 5 L de gasolina:

$$m_{\text{gasolina}} = 5000 \text{ mL} \cdot 0,83 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 4150 \text{ g}$$

$$m_{\text{pentano}} = 4150 \cdot 0,2 = 830 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{pentano}} = \frac{830 \text{ g}}{72 \text{ g/mol}} = 11,53 \text{ mol}$$

$$m_{\text{hexano}} = 4150 \cdot 0,3 = 1245 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{hexano}} = \frac{1245 \text{ g}}{86 \text{ g/mol}} = 14,48 \text{ mol}$$

$$m_{\text{octano}} = 4150 \cdot 0,5 = 2075 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{octano}} = \frac{2075 \text{ g}}{114 \text{ g/mol}} = 18,2 \text{ mol}$$

Por lo tanto, la energía desprendida es:

$$\Delta H = n_{\text{pentano}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustión pentano}} + n_{\text{hexano}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustión hexano}} + n_{\text{octano}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustión octano}}$$

$$\Delta H = 11,53 \cdot (-3537) + 14,48 \cdot (-4163) + 18,2 \cdot (-5468) = -2 \cdot 10^5 \text{ kJ}$$

En la combustión de los 5 L de gasolina se desprenden $2 \cdot 10^5$ kJ

- b) La entalpía de formación del pentano.

Podemos calcular la entalpía de formación del octano a partir de su entalpía de combustión:



$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} = 5 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} + 6 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{H_2O(l)} - (\Delta H_f^\circ)_{C_5H_{12}(l)} - 8 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$-3537 = 5 \cdot (-393) + 6 \cdot (-286) - (\Delta H_f^\circ)_{C_5H_{12}(l)} - \frac{25}{2} \cdot 0 \Rightarrow (\Delta H_f^\circ)_{C_5H_{12}(l)} = -144 \text{ kJ/mol}$$

2.- (2 p) Una mezcla de óxidos de hierro (III) (Fe_2O_3) y de óxido de Zn (II) (ZnO) de masa 0,174 g se disuelven en ácido clorhídrico (HCl) concentrado y mediante las operaciones oportunas el hierro (III) se reduce a hierro (II). El líquido resultante se valora con permanganato potásico (KMnO_4) 0,02 M gastándose 15,0 mL.

DATOS: Masas atómicas Fe = 55,9 Zn = 65,4 O = 16.

- a) Ajusta la reacción de oxidación-reducción de la valoración, sabiendo que el ion permanganato se reduce a Mn^{2+} .

Semirreacción de oxidación: $(\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+3} + 1 e^-) \times 5$

Semirreacción de reducción: $\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 e^- \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O}$

Reacción global iónica: $\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Fe}^{+3}$

- b) Calcula el tanto por ciento de óxido de Fe (III) y de óxido de Zn (II) en la muestra

$$m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,015 \text{ L KMnO}_4 \cdot \frac{0,02 \text{ mol KMnO}_4}{1 \text{ L}} \cdot \frac{5 \text{ mol Fe}^{+2}}{1 \text{ mol KMnO}_4} \cdot \frac{5 \text{ mol Fe}^{+3}}{5 \text{ mol Fe}^{+2}} \cdot \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}^{+3}} \cdot \frac{159,8 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

$$m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,12 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

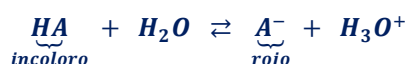
$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \left(\frac{0,12}{0,174} \right) \cdot 100 = 69\% \Rightarrow \% \text{ZnO} = 100 - 69 = 31\%$$

CUESTIONES

A.- (2 p)

- a) Tenemos un indicador ácido-base cuya forma no disociada HA es incolora, y su forma iónica A^- es roja. Indíquese razonadamente que cambio de color se observará en la valoración de ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de sodio (NaOH) si se utiliza el indicador anterior.

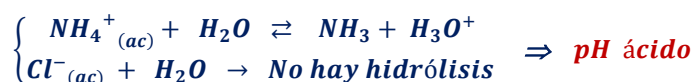
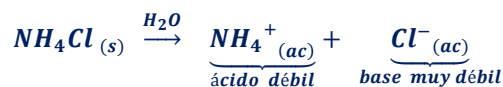
El indicador se comporta como una especie ácido/base débil:



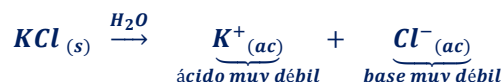
Inicialmente la disolución será incolora, ya que el indicador está en medio ácido, por lo que el equilibrio está desplazado hacia la izquierda y predominará la forma HA. Cuando se sobrepase el punto de equivalencia (en el que el pH es neutro), la disolución se vuelve básica, por lo que el equilibrio se desplaza hacia la derecha, y el indicador tomará su color en forma básica (rojo), ya que predominará su forma iónica A^- .

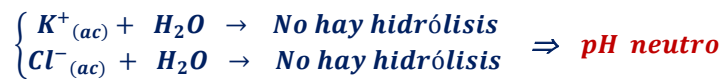
- b) Explíquese si el pH de las disoluciones acuosas de los siguientes compuestos será mayor, menor o igual a 7; cloruro de amonio (NH_4Cl), cloruro de potasio (KCl), acetato de sodio ($\text{CH}_3\text{-COONa}$)

Cloruro de amonio (sal de ácido fuerte-base débil)

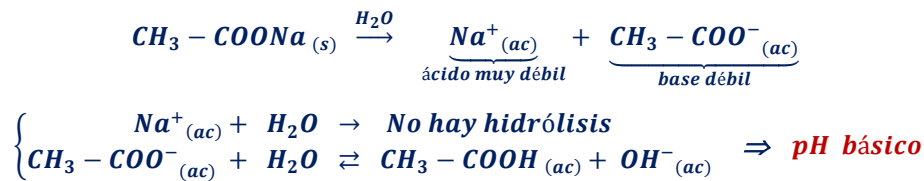


Cloruro de potasio (sal de ácido fuerte-base fuerte)





Acetato de sodio



B.- (2 p) Se estudia el siguiente equilibrio: $N_2O_4 (g) \rightleftharpoons 2 NO_2 (g)$, cuya K_p a 298 K es 0,15. Justifica:

- a) ¿En qué sentido evolucionará, hasta alcanzar el equilibrio, una mezcla inicial de ambos gases cuya presión parcial sea la misma e igual a 1 atm?

Para comprobar el sentido de la evolución calculamos el cociente de reacción:

$$Q = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{1^2}{1} = 1 \Rightarrow Q > K_p$$

Esto implica que **la reacción, para alcanzar el equilibrio, evolucionará hacia la izquierda.**

- b) Si una vez alcanzado el equilibrio se comprime la mezcla, ¿qué le ocurrirá a la cantidad de NO_2 ?
¿Cómo será la descomposición de N_2O_4 , exotérmica o endotérmica, si un aumento de la temperatura provoca un aumento de la concentración de NO_2 ?

Si se comprime la mezcla, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, ya que un aumento de presión (o una disminución de volumen) desplaza el equilibrio en el sentido en el que disminuye el número de moles de gas. Por lo tanto, disminuirá la cantidad de NO_2 .

Si un aumento de la temperatura desplaza el equilibrio hacia la derecha, implica que el equilibrio de descomposición del N_2O_4 es endotérmico, ya que un aumento de la temperatura siempre desplaza el equilibrio en el sentido endotérmico.

C.- (2 p) Dados tres elementos de la Tabla Periódica: A, B y C de números atómicos 8, 16 y 19, respectivamente.

- a) Escribe sus configuraciones electrónicas en estado fundamental

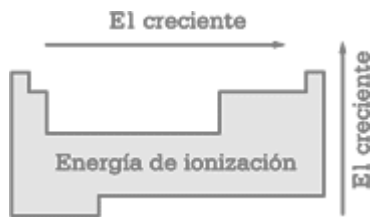


- b) Indica el elemento cuyo primer potencial de ionización sea mayor. Razónalo.

La energía de ionización es la energía mínima que hay que suministrar para arrancar un mol de electrones a un mol de átomos, cuando el elemento se encuentra en estado gaseoso y configuración fundamental (mínima energía).

- Los elementos de mayor energía de ionización son los gases nobles

- Dentro de cada periodo la energía de ionización aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha (sentido en el que aumenta la carga nuclear efectiva debido al aumento de Z)
- Dentro de cada grupo la energía de ionización disminuye a medida que descendemos en el mismo (sentido en el que disminuye la carga nuclear efectiva debido al aumento del efecto pantalla de los electrones externos)



- c) Indica el tipo de enlace y dos propiedades características de los compuestos formados por los elementos A y B. Razónalo.

A y B son dos no-metales, por lo que formarán un enlace covalente. Como ambos elementos presentan, por su configuración electrónica covalencia 2 (tienen 2 e^- desapareados en estado fundamental), la estequiometría el compuesto será AB.

Formarán un compuesto covalente molecular, algunas de cuyas propiedades son: bajo punto de fusión y ebullición, soluble en disolventes apolares y poco soluble o insoluble en disolventes polares y aislante o mal conductor de la electricidad.

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

Problemas [2 PUNTOS CADA UNO]

1. En un matraz de 2L de capacidad, en el que inicialmente se ha hecho el vacío, hay hidrógenocarbonato de sodio (NaHCO_3) sólido. Se calienta hasta $100\text{ }^\circ\text{C}$ y se produce la descomposición formando carbonato de sodio (Na_2CO_3) sólido, dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) en fase gaseosa. La presión total del sistema en equilibrio a $100\text{ }^\circ\text{C}$ es de $0,962\text{ atm}$.
- Calcula la constante de equilibrio del sistema
 - La cantidad de hidrógenocarbonato de sodio descompuesto

DATOS: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1; Na = 23.
R = $0.082\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

2. Una mezcla de $46,3\text{ g}$ de hidróxido de potasio (KOH) y $27,6\text{ g}$ de hidróxido de sodio (NaOH) puros se disuelven en agua hasta alcanzar 500 ml exactamente. Calcular el volumen de una disolución $0,5\text{ M}$ de ácido sulfúrico que se necesitará para neutralizar 30 ml de la disolución alcalina anterior.

DATOS: Masas atómicas: Na = 23; K = 39; O = 16; H = 1.

Cuestiones [2 PUNTOS CADA UNA]

- A. [2 PUNTOS] En las tablas de potenciales estándar de reducción de los diferentes pares redox (en medio ácido) se encuentran los siguientes valores: $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,77\text{ V}$; $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,68\text{ V}$
- Escribe las semirreacciones ajustadas que muestran el comportamiento del agua oxigenada como oxidante y como reductor.
 - Cuando una reacción redox es espontánea el potencial de la pila formada por las dos semirreacciones que la componen es positivo. ¿Justifica si es espontánea la descomposición del H_2O_2 ?

- B. [2 PUNTOS] El número de protones de los núcleos de 5 elementos es:

Elemento :	A	B	C	D	E
Protones :	2	11	9	12	13

Indica, explicando y justificando la respuesta, la letra del elemento que:

- Es un gas noble
- Es el más electronegativo
- Es un metal alcalino
- Forma un nitrato de fórmula $\text{X}(\text{NO}_3)_2$

- C. [2 PUNTOS] Indique razonadamente cuáles han de ser los signos del incremento de entalpía y del incremento de entropía de una reacción para que:
- A cualquier temperatura, la reacción sea espontánea
 - A cualquier temperatura, la reacción no sea espontánea

SOLUCIÓN OPCIÓN DE EXAMEN N° 2 (SEPTIEMBRE 2010)

PROBLEMAS

1.- (2 p) En un matraz de 2 L de capacidad, en el que inicialmente se ha hecho el vacío, hay hidrogenocarbonato de sodio (NaHCO_3) sólido. Se calienta hasta 100°C y se produce la descomposición formando carbonato de sodio (Na_2CO_3) sólido, dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) en fase gaseosa. La presión total del sistema en equilibrio a 100°C es de 0,962 atm.

DATOS: Masas atómicas C = 12 O = 16 H = 1 Na = 23
 $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

a) Calcula la constante de equilibrio del sistema.

Se trata de un equilibrio heterogéneo sólido - gas:

	$2 \text{ NaHCO}_3 (\text{s})$	\rightleftharpoons	$\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s})$	+	$\text{CO}_2 (\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$
Conc. Inicial (mol/L)	a		-		--		--
Reacción (mol/L)	$-2x$		x		x		x
Conc. Equilibrio (mol/L)	$a - 2x$		x		x		x

La concentración total de moles gaseosos en el equilibrio es:

$$(C_T)_{eq} = (x) + (x) = 2x \text{ mol/L}$$

$$P_T = C_T \cdot R \cdot T \Rightarrow 0,962 = 2x \cdot 0,082 \cdot 373 \Rightarrow x = 0,0157 \text{ mol/L}$$

$$K_C = [\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2\text{O}] = x \cdot x = x^2 = 0,0157^2 = 2,46 \cdot 10^{-4}$$

b) La cantidad de hidrogenocarbonato de sodio descompuesto

$$m_{\text{NaHCO}_3} = (2x) \cdot V \cdot M_{\text{molar}} = (2 \cdot 0,0157) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 \text{ L} \cdot 84 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,275 \text{ g}$$

2.- (2 p) Una mezcla de 46,3 g de hidróxido de potasio (KOH) y 27,6 g de hidróxido de sodio (NaOH) puros se disuelven en agua hasta alcanzar 500 mL exactamente. Calcular el volumen de una disolución 0,5 M de ácido sulfúrico que se necesitará para neutralizar 30 mL de la disolución alcalina anterior.

DATOS: Masas atómicas Na = 23 K = 39 O = 16 H = 1

Como KOH y NaOH son bases fuertes se disocian totalmente:

$$n_{\text{KOH}} = \frac{46,3 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,827 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,827 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{27,3 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,6825 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,6825 \text{ mol}$$

Por lo tanto la disolución original tiene una concentración:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,827 + 0,6825}{0,5} = 3,02 \text{ mol/L}$$

Debemos tener en cuenta que el ácido sulfúrico es un ácido fuerte, que cuando se disocia genera dos protones.

Cuando se produce la neutralización completa de los hidróxidos con el ácido sulfúrico, tenemos:

$$[\text{OH}^-]_{(ac)} = [\text{H}^+]_{(ac)} \Rightarrow \frac{30 \text{ mL} \cdot 3,02 \text{ mol/L}}{(30 + x) \text{ mL}} = 2 \cdot \frac{x \text{ mL} \cdot 0,5 \text{ mol/L}}{(30 + x) \text{ mL}}$$

$$x = 90,6 \text{ mL de H}_2\text{SO}_4 \text{ 0,5 M}$$

CUESTIONES

A.- (2 p) En las tablas de potenciales estándar de reducción de los diferentes pares redox (en medio ácido) se encuentran los siguientes valores: $E^{\circ}(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$; $E^{\circ}(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,68 \text{ V}$.

- a) Escribe las semirreacciones ajustadas que muestran el comportamiento del agua oxigenada como oxidante y como reductor.



- b) Cuando una reacción redox es espontánea el potencial de la pila formada por las dos semirreacciones que la componen es positivo. ¿Justifica si es espontánea la descomposición del H_2O_2 ?

La suma de las dos semirreacciones anteriores es la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno (agua oxigenada):



Si esta reacción ocurriese en una pila, el electrodo donde el peróxido de hidrógeno actúa como oxidante sería el cátodo de la pila y el electrodo donde actúa como reductor sería el ánodo. De modo que el potencial de la pila sería:

$$E_{\text{pila}}^{\circ} = E_{\text{cátodo}}^{\circ} - E_{\text{ánodo}}^{\circ} = E_{(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O})}^{\circ} - E_{(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)}^{\circ} = 1,77 - 0,68 = 1,09 \text{ V}$$

Como el potencial de la pila es positivo, la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno es espontánea.

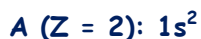
B.- (2 p) El número de protones de los núcleos de 5 elementos es:

Elemento:	A	B	C	D	E
Protones:	2	11	9	12	13

Indica, explicando y justificando la respuesta, la letra del elemento que:

- a) Es un gas noble

En primer lugar vamos a establecer la configuración electrónica de los 5 elementos:



Es un gas noble el elemento **A**, ya que los gases nobles se caracterizan por tener una configuración electrónica donde todos los niveles ocupados están completos. Presentan en su nivel de valencia la configuración $ns^2 np^6$, a excepción del gas noble del primer período que presenta una configuración en el nivel de valencia $1s^2$

- b) Es el más electronegativo.

La electronegatividad es la tendencia relativa que tienen los átomos de atraer hacia sí los electrones compartidos en un enlace covalente.

Varía en la tabla periódica de la siguiente forma:

- Los gases nobles tienen electronegatividad nula.

- Entre elementos del mismo grupo la electronegatividad aumenta a medida que ascendemos en el grupo, debido al aumento de la carga nuclear efectiva.
- Entre elementos del mismo período la electronegatividad aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha, debido al aumento de la carga nuclear efectiva. Esta variación es más acusada que entre los elementos de un mismo grupo, lo que hace que los no-metales sean los elementos más electronegativos.

Entre los 5 elementos hay un no-metal, el elemento **C** (ya que tiene su electrón diferenciante en un subnivel p incompleto), por lo que éste será el más electronegativo.

- c) Es un metal alcalino.

Los metales alcalinos se caracterizan por tener una configuración en el nivel de valencia de tipo ns^1 , por lo que **B** es el elemento alcalino.

- d) Forma un nitrato de fórmula $X(NO_3)_2$

X tiene que ser un elemento metálico de valencia +2, por lo que debe de tener una configuración en el nivel de valencia de tipo ns^2 (salvo $1s^2$, que es un gas noble), por lo que se trata del elemento **D**.

C.- (2 p) Indique razonadamente cuáles han de ser los signos del incremento de entalpía y del incremento de entropía de una reacción para que:

- a) A cualquier temperatura, la reacción sea espontánea.

Para que una reacción sea espontánea, la variación de la energía libre de Gibbs debe ser negativa:

$$\Delta G < 0 \Rightarrow \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$$

Para que una reacción sea espontánea a cualquier temperatura, $\Delta H < 0$ (reacción exotérmica) y $\Delta S > 0$ (aumento de la entropía), ya que para cualquier temperatura $\Delta G < 0$.

- b) A cualquier temperatura, la reacción no sea espontánea.

Para que una reacción sea espontánea, la variación de la energía libre de Gibbs debe ser negativa:

$$\Delta G < 0 \Rightarrow \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$$

Para que una reacción sea espontánea a cualquier temperatura, $\Delta H > 0$ (reacción endotérmica) y $\Delta S < 0$ (disminución de la entropía), ya que para cualquier temperatura $\Delta G > 0$.