QUÍMICA

Después de leer atentamente el examen, responda cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.
TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán con un máximo de 2 puntos.
El estudiante deberá indicar la agrupación de preguntas que responderá. La selección de preguntas deberá realizarse conforme a las instrucciones planteadas, no siendo válido seleccionar preguntas que sumen más de 10 puntos, ni agrupaciones de preguntas que no coincidan con las indicadas, lo que puede conllevar la anulación de alguna pregunta que se salga de las instrucciones.

1.A (2,0 puntos)

En 750 mL de una disolución acuosa saturada de hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$, a 25 ºC, hay 9 mg de sal disueltos.

i. Calcule el valor de la constante del producto de solubilidad del $Mg(OH)_2$ en agua a 25ºC.

(**1,5 puntos**)

ii. Calcule la concentración máxima de Mg^{2+} que puede estar disuelto en una disolución acuosa que presenta un pH=12, a 25 ºC. (**0,5 puntos**)

Datos. Masas atómicas: Mg=24,3 u; H=1 u; O=16 u.

1.B (2,0 puntos)

La disolución resultante de disolver en agua 270 mg de ácido cianhídrico, HCN, hasta alcanzar un volumen final de disolución de 50 mL presenta un pH=4,92 a 25ºC. Calcule el valor del grado de ionización y de la constante Ka del ácido en la disolución acuosa a 25 ºC.

Datos. Masas atómicas: C = 12 u; N = 14 u; H = 1 u.

2.A (2,0 puntos)

En un recipiente cerrado de 5 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se depositan 207 g de N_2O_4 y se eleva la temperatura hasta 330 K. Sabiendo que la presión total en el interior del recipiente es de 14 atmósferas cuando se alcanza el equilibrio $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$,

i. Calcule el valor de la presión parcial de $NO_2(g)$ en el equilibrio y el valor de las constantes Kc y Kp de la reacción. (**1,5 puntos**)

ii. ¿Aumentará la concentración de $NO_2(g)$ si se reduce el volumen del recipiente a la mitad?

(**0,5 puntos**)

Datos: R= 0,082 atm L K^{-1} mol^{-1}; Masas atómicas: N=14 u; O=16 u;

2.B (2,0 puntos)

Determine la ecuación de velocidad de reacción, calcule el valor de la constante de velocidad, k, e indique sus unidades, para la reacción experimentada entre el flúor y el dióxido de cloro:

$F_2(g) + 2ClO_2(g) \rightarrow 2FClO_2(g)$, sabiendo que, a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición del flúor varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla:

Experimento	*$[F_2]_0$ (M)*	*$[ClO_2]_0$ (M)*	*Velocidad inicial (Ms^{-1})*
1	0,10	0,010	$1,2 \times 10^{-3}$
2	0,10	0,040	$4,8 \times 10^{-3}$
3	0,20	0,010	$2,4 \times 10^{-3}$

3.A (2,0 puntos)

La determinación de la concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2, en un agua oxigenada puede llevarse a cabo en el laboratorio mediante la valoración denominada permanganimetría, de acuerdo con la siguiente reacción química:

$$2\ KMnO_4(ac) + 5\ H_2O_2(ac) + 3\ H_2SO_4(ac) \rightarrow 2\ MnSO_4(ac) + 5\ O_2(g) + 8\ H_2O(l) + K_2SO_4(ac)$$

i. Indique cuál es el material de laboratorio utilizado en dicha determinación e identifique dónde se colocaría la disolución de permanganato potásico y dónde se colocaría el agua oxigenada.

(**0,5 puntos**)

ii. Indique cómo se lleva a cabo la detección del punto final de la valoración. (**0,5 puntos**)

iii. La valoración exacta de una disolución preparada diluyendo 2 mL de agua oxigenada con agua hasta alcanzar un volumen final de 20 mL consume, en el punto de equivalencia, 15 mL de una disolución acuosa de permanganato de potasio 0,01 M. Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada, expresando el resultado en gramos de peróxido de hidrógeno por litro de agua oxigenada. (**1,0 punto**)

Datos: Masas atómicas: H = 1 u; O = 16 u.

3.B (2,0 puntos)

Para la determinación del contenido en ácido acético, CH_3COOH, de un vinagre comercial, 15 mL de vinagre se diluyen con agua hasta un volumen final de 50 mL. La neutralización exacta de esta disolución consume 7,5 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH, 0,2 M.

i. Calcule la concentración del ácido acético en el vinagre comercial, expresando el resultado en % en masa (considere la densidad de la disolución de vinagre como de 1 g/mL). (**1,0 punto**)

ii. Indique dónde se aloja el indicador durante la valoración y justifique, de forma razonada, si sería adecuado utilizar el Naranja de Metilo como indicador para detectar el punto final de la valoración. (**1,0 punto**)

Datos: Intervalo de pH de cambio de color del Naranja de Metilo: 3,2-4,4.

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

4.A (2,0 puntos)

a) Deduzca y represente la estructura de Lewis de la molécula de SF_2, e indique, justificándolo en base a su geometría molecular deducida según la TRPECV, si se trata de una molécula polar o apolar.

Datos: S (Z=16); F (Z=9). Valores de la electronegatividad: χ (S) = 2,58; χ (F) = 3,98. (**1,0 punto**)

b) Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos F y Na e indique a qué bloque y periodo de la tabla periódica pertenece cada uno de ellos. Ordene, de forma razonada, los dos elementos, F y Na, de mayor a menor radio atómico. (**1,0 punto**)

Datos: F (Z=9); Na (Z=11).

4.B (2,0 puntos)

a) Explique, justificando la respuesta, las variaciones observadas en las propiedades de las siguientes sustancias:

i. El I_2 (masa molar=253,8 g/mol) es un sólido a temperatura ambiente, mientras que el Cl_2 (masa molar=70,9 g/mol) es un gas. (**0,5 puntos**)

ii. La temperatura de ebullición del H_2O es 100 ºC mientras que la del H_2S es −60ºC. (**0,5 puntos**)

b) Dados los siguientes números cuánticos **n = 4** y **m_l = −3**, indique, justificando la respuesta:

i.- el valor del número cuántico l.

ii.- la notación del subnivel electrónico.

iii.- el número de orbitales en el subnivel.

iv.- el número máximo de electrones en el subnivel. **(1,0 punto)**

5.A (2,0 puntos)

a) Indique, razonadamente, qué elemento, Na o Cl, tendrá el mayor valor de la primera energía de ionización. (**0,5 puntos**)

Datos: Na (Z=11); Cl (Z=17)

b) Indique a qué tipo de reacción orgánica corresponde el proceso de deshidratación del etanol con ácido sulfúrico. Escriba, de forma esquemática, la reacción química correspondiente. Nombre el producto de la reacción y escriba su fórmula semidesarrollada. (**1,5 puntos**)

5.B (2,0 puntos)

a) Indique, razonadamente, el número de protones, neutrones y electrones de la siguiente especie $^{130}_{56}X$. (**0,5 puntos**)

b) Nombre y escriba las fórmulas semidesarrolladas de los posibles isómeros estructurales de cadena con la fórmula molecular C_5H_{12}. (**1,5 puntos**)

QUÍMICA

1.A (2,0 puntos)

En 750 mL de una disolución acuosa saturada de hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$, a 25 ºC, hay 9 mg de sal disueltos.

i. Calcule el valor de la constante del producto de solubilidad del $Mg(OH)_2$ en agua a 25ºC. (**1,5 puntos**)

ii. Calcule la concentración máxima de Mg^{2+} que puede estar disuelto en una disolución acuosa que presenta un pH=12, a 25 ºC. (**0,5 puntos**)

Datos. Masas atómicas: Mg=24,3 u; H=1 u; O=16 u.

Solución

i. Relación entre K_{PS} y la solubilidad de la sustancia.

$Mg(OH)_2$ (s) ⇌ $Mg(OH)_2$ (disuelto) → Mg^{2+} (ac) + $2OH^-$ (ac) (**0,25 puntos**)

s s 2s (**0,25 puntos**)

$K_{PS}(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}][OH^-]^2$

$K_{PS}(Mg(OH)_2) = s \times (2s)^2 = 4s^3$ (**0,25 puntos**)

Determinación del valor de s (solubilidad)

$$n(Mg(OH)_2)_{disueltos} = 9mg \times \frac{1g}{1000\ mg} \times \frac{1mol\ Mg(OH)_2}{58{,}3\ g\ Mg(OH)_2} = 1{,}54 \times 10^{-4}\ mol\ Mg(OH)_2$$

(**0,25 puntos**)

$$s\ (Mg(OH)_2) = [Mg(OH)_2]_{saturado} = \frac{n(Mn(OH)_2)_{disuelto}}{V_{disoluci\ ón}} = \frac{1{,}54 \times 10^{-4}\ mol\ Mg(OH)_2}{0{,}75\ L} = 2{,}1 \times 10^{-4} M$$

(**0,25 puntos**)

Determinación del valor de Kps

$$Kps(Mg(OH)_2) = 4s^3 = 4 \times (s)^3 = 4 \times (2 \times 10^{-4})^3 = 3{,}5 \times 10^{-11}$$

(**0,25 puntos**)

ii. *Concentración máxima de Mg^{2+} que puede estar disuelto*

A la temperatura de 25 ºC, debe cumplirse siempre la expresión de la constante del producto de solubilidad para una disolución saturada $K_{PS}(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}][OH^-]^2$

Puesto que, en la disolución, pH=12, pOH=2 y entonces $[OH^-] = 10^{-2}$ M, la $[Mg^{2+}]_{máx}$ corresponde a la de la disolución saturada, que tiene el valor: (**0,25 puntos**)

$$[Mg^{2+}]_{max} = \frac{K_{PS}(Mg(OH)_2)}{[OH^-]^2} = \frac{3{,}5 \times 10^{-11}}{(10^{-2})^2} = 3{,}5 \times 10^{-7}\ M \quad (\mathbf{0{,}25\ puntos})$$

1.B (2,0 puntos)

La disolución resultante de disolver en agua 270 mg de ácido cianhídrico, HCN, hasta alcanzar un volumen final de disolución de 50 mL presenta un pH= 4,92 a 25ºC. Calcule el valor del grado de ionización y de la constante Ka del ácido en la disolución acuosa a 25 ºC.

Datos. Masas atómicas: C = 12 u; N=14 u; H = 1 u.

Solución

Cálculo de la concentración inicial del ácido en la disolución acuosa.

$$\frac{270\ mg\ HCN}{50\ mL\ disolución} \times \frac{1\ g}{1000\ mg} \times \frac{1000\ mL}{1\ L} \times \frac{1\ mol\ HCN}{27\ g\ HCN} = 0{,}2\frac{mol\ HCN}{L\ dlon.} = 0{,}2\ M$$

(**0,25 puntos**)

Equilibrio de transferencia de protones

	$HCN_{(ac)}$ +	H_2O ⇌	$CN^-_{(ac)}$	+ $H_3O^+_{(ac)}$	(**0,25 puntos**)
Inicial (M)	0,2	0	0	0	
Reaccionan (M)	$-\alpha$		$+\alpha$	$+\alpha$	(**0,25 puntos**)
Equilibrio (M)	$0{,}2(1-\alpha)$		$0{,}2\alpha$	$0{,}2\alpha$	(**0,25 puntos**)

Cálculo del valor de α

pH = 4,92 $[H_3O^+]_{eq} = 10^{-pH}$ $[H_3O^+]_{eq} = 1{,}2 \times 10^{-5}$ M **(0,25 puntos)**

$[H_3O^+]_{eq} = 0{,}2\ \alpha$ $\alpha = 6 \times 10^{-5}$ **(0,25 puntos)**

Cálculo del valor de la constante Ka del ácido

$$K_a = \frac{[CN^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[HCN]_{eq}} = \frac{(0{,}2\ \propto) \times (0{,}2\ \propto)}{0{,}2(1-\propto)} = \frac{(0{,}2\ \propto)^2}{0{,}2(1-\propto)} = \frac{0{,}2\ \propto^2}{(1-\propto)}$$

(0,25 puntos)

$1-\alpha \approx 1$ $K_a(HCN)=7{,}2\times10^{-10}$ **(0,25 puntos)**

ALTERNATIVA

Cálculo de la concentración inicial del ácido en la disolución acuosa.

$$\frac{270\ mg\ HCN}{50\ mL\ disolución} \times \frac{1\ g}{1000\ mg} \times \frac{1000\ mL}{1\ L} \times \frac{1\ mol\ HCN}{27\ g\ HCN} = 0{,}2\ \frac{mol\ HCN}{L\ dlon.} = 0{,}2\ M$$

(**0,25 puntos**)

Equilibrio de transferencia de protones

	$HCN_{(ac)}$ +	H_2O ⇌	$CN^-_{(ac)}$	+ $H_3O^+_{(ac)}$	(**0,25 puntos**)
Inicial (M)	0,2	0	0	0	
Reaccionan (M)	-x		+x	+x	(**0,25 puntos**)
Equilibrio (M)	0,2-x		x	x	(**0,25 puntos**)

Cálculo del valor de α

pH = 4,92 $[H_3O^+]_{eq} = 10^{-pH}$ $[H_3O^+]_{eq} = 1{,}2\times10^{-5}$ M **(0,25 puntos)**

$[H_3O^+]_{eq} = x$ $x=0{,}2\ \alpha$ $\alpha = 6\times10^{-5}$ **(0,25 puntos)**

Cálculo del valor de la constante Ka del ácido

$$K_a = \frac{[CN^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[HCN]_{eq}} = \frac{(x) \times (x)}{(0{,}2 - x)} == \frac{x^2}{(0{,}2 - x)}$$

(0,25 puntos)

$1-x \approx 1$ $K_a(HCN)=7{,}2\times10^{-10}$ **(0,25 puntos)**

2.A (2,0 puntos)

En un recipiente cerrado de 5 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se depositan 207 g de N_2O_4 y se eleva la temperatura hasta 330 K. Sabiendo que la presión total en el interior del recipiente es de 14 atmósferas cuando se alcanza el equilibrio $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$,

i. Calcule el valor de la presión parcial de $NO_2(g)$ en el equilibrio y el valor de las constantes Kc y Kp de la reacción. (**1,5 puntos**)

ii. ¿Aumentará la concentración de $NO_2(g)$ si se reduce el volumen del recipiente a la mitad?

Datos: R= 0,082 atm L K^{-1} mol^{-1}; Masas atómicas: N=14 u; O=16 u; (**0,5 puntos**)

Solución

i.

Cálculo del número de moles de N_2O_4 introducidos en el recipiente.

$$\text{n moles } N_2O_4 = 207 \text{ g } N_2O_4 \ \frac{1 \text{ mol } N_2O_4}{92 \text{ g } N_2O_4} = 2{,}25 \text{ moles } N_2O_4$$

(0,25 puntos)

Cálculos estequiométricos en el equilibrio a 330 K.

	$N_2O_4(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NO_2(g)$
Inicial (M)	2,25		0
Reaccionan (M)	-x		+2x
Equilibrio (M)	2,25-x		2x

(**0,25 puntos**)

Conociendo que la presión total en el recipiente, cuando se alcanza el equilibrio, es 14 atm:

PV=nRT P_{total}= 14 atm → n_{total}= 2,6 mol en total

2,6 moles total = 2,25-x+2x x=0,35 mol nº moles de NO_2=2x0,35=0,70 moles

(**0,25 puntos**)

$$p(NO_2)_{eq} = \frac{\text{x moles}}{5 \text{ L}} \text{ x R} \left(\frac{\text{atm L}}{\text{K mol}}\right) \text{x T (K)}$$

$$p(NO_2)_{eq} = \frac{0{,}70 \text{ moles}}{5 \text{ L}} \text{ x } 0{,}082 \left(\frac{\text{atm L}}{\text{K mol}}\right) \text{x } 330 \text{ (K)} = 3{,}8 \text{ atm}$$

(**0,25 puntos**)

$$\mathrm{Kc} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{\left[\frac{0{,}70\ \text{moles}}{5\ L}\right]^2}{\left[\frac{2{,}25 - 0{,}35}{5\ L}\right]} = \mathbf{0{,}05}$$

(0,25 puntos)

$\mathrm{K_C} = \mathrm{K_P}(\mathrm{RT})^{-\Delta n}$ $\Delta n = 1$ $\mathrm{K_C} = \mathrm{K_P}(\mathrm{RT})^{-1}$

$$0{,}05 = \frac{K_p}{(0{,}082 \text{ x } 330)}$$

K_p**= 1,353** **(0,25 puntos)**

ii. Cálculo de las presiones parciales de los componentes de la mezcla.

Una reducción del volumen del reactor da lugar a un aumento en la presión. Según el principio de Le Chatelier, un aumento de presión en un sistema en equilibrio desplaza ese equilibrio en el sentido en el que disminuya la presión → es decir hacia el sentido en el que haya menor número de moles gaseosos. **(0,25 puntos)**

Así pues, al disminuir el volumen del reactor a la mitad el equilibrio de desplaza hacia la izquierda (←).

No tiene lugar un aumento en la concentración de NO_2. **(0,25 puntos)**

2.B (2,0 puntos)

Determine la ecuación de velocidad de reacción, calcule el valor de la constante de velocidad, k, e indique sus unidades, para la reacción experimentada entre el flúor y el dióxido de cloro: $F_2(g) + 2ClO_2(g) \rightarrow 2FClO_2(g)$, sabiendo que, a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición del flúor varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla:

Experimento	***$[F_2]_0$ (M)***	***$[ClO_2]_0$ (M)***	***Velocidad inicial (Ms^{-1})***
1	0,10	0,010	$1{,}2 \times 10^{-3}$
2	0,10	0,040	$4{,}8 \times 10^{-3}$
3	0,20	0,010	$2{,}4 \times 10^{-3}$

Solución

Ley de velocidad general $v=k\,[F_2]^m[ClO_2]^n$

Aplicación de la ley de velocidad general a cada experimento:

$v_1=k\,[0,1]^m[0,010]^n = 1,2 \times 10^{-3}$

$v_2=k\,[0,1]^m[0,040]^n = 4,8 \times 10^{-3}$ **(0,25 puntos)**

$v_3=k\,[0,2]^m[0,010]^n = 2,4 \times 10^{-3}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4,8 \times 10^{-3}}{1,2 \times 10^{-3}} = \left(\frac{0,04}{0,01}\right)^n$$

(0,25 puntos)

$4 = 4^n$ n=1 (Orden de reacción respecto de ClO_2) **(0,25 puntos)**

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{2,4 \times 10^{-3}}{1,2 \times 10^{-3}} = \left(\frac{0,20}{0,10}\right)^m$$

(0,25 puntos)

$2 = 2^m$ m=1 (Orden de reacción respecto de F_2) **(0,25 puntos)**

Ecuación de velocidad: $v=k\,[F_2]\,[ClO_2]$ **(0,25 puntos)**

Cálculo del valor de k

$v_1=k\,[0,1]^1[0,010]^1 = 1,2 \times 10^{-3}$ $k = \frac{1,2 \text{ x } 10^{-3}}{0,001} = 1,2$ (**0,25 puntos**)

Unidades de k $\frac{M\,s^{-1}}{M^2} = M^{-1}s^{-1}$ (**0,25 puntos**)

3.A (2,0 puntos)

La determinación de la concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2, en un agua oxigenada puede llevarse a cabo en el laboratorio mediante la valoración denominada permanganimetría, de acuerdo con la siguiente reacción química:

$$2\,KMnO_4(ac) + 5\,H_2O_2(ac) + 3\,H_2SO_4(ac) \rightarrow 2\,MnSO_4(ac) + 5\,O_2(g) + 8\,H_2O(l) + K_2SO_4(ac)$$

i. Indique cuál es el material de laboratorio utilizado en dicha determinación e identifique dónde se colocaría la disolución de permanganato potásico y dónde se colocaría el agua oxigenada.

(**0,5 puntos**)

ii. Indique cómo se lleva a cabo la detección del punto final de la valoración. (**0,5 puntos**)

iii. La valoración exacta de una disolución preparada diluyendo 2 mL de agua oxigenada con agua hasta alcanzar un volumen final de 20 mL consume, en el punto de equivalencia, 15 mL de una disolución acuosa de permanganato de potasio 0,01 M. Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada, expresando el resultado en gramos de peróxido de hidrógeno por L de agua oxigenada. (**1,0 punto**)

Datos: Masas atómicas: H = 1 u; O = 16 u.

Solución

i.

1. Bureta con soporte, aloja a la disolución de permanganato de potasio.
2. Erlenmeyer, aloja a la muestra de agua oxigenada.
3. Pipeta aforada.
4. Probeta u otro material relevante.

Si se indica todo el material necesario. (**0,25 puntos**)

Si se indica correctamente dónde se ubican la disolución de permanganato de potasio y el agua oxigenada. (**0,25 puntos**).

ii.

En estas valoraciones no es necesario utilizar un indicador para detectar el punto final ya que el mismo $KMnO_4$ actúa como tal, pues en la forma oxidada es de color violeta rojizo e incoloro en la reducida.

Así pues, cuando se consume todo el H_2O_2 (punto de equivalencia), una gota de $KMnO_4$ en exceso añadido a la disolución contenida en el Erlenmeyer permanece en su estado oxidado (no es reducido por el H_2O_2 puesto que ya se ha consumido totalmente) tiñendo la disolución de un color violeta-rojizo intenso. (**0,50 puntos**)

iii.

Cálculo del número de moles de $KMnO_4$ que han reaccionado en el punto de equivalencia

$$15\ mL\ KMnO_4\ x\ \frac{0{,}01\ \text{mol de}\ KMnO_4}{1000\ mL\ disolución} = 1{,}5\ x\ 10^{-4}\ mol\ KMnO_4$$

(**0,25 puntos**).

Cálculo del número de moles de H_2O_2 presentes en la alícuota tomada.

$$1{,}5\ x\ 10^{-4}\ mol\ MnO_4^-\ x\ \frac{5\ mol\ \mathrm{H_2}O_2}{2\ mol\ MnO_4^-} = 3{,}75\ x\ 10^{-4}\ mol\ \mathrm{H_2}O_2$$

(**0,25 puntos**).

Cálculo de $[H_2O_2]$ en la disolución inicial.

$$[\mathrm{H_2}O_2] = \underbrace{\frac{3{,}75\ x\ 10^{-4}\ mol\ \mathrm{H_2}O_2}{2\ mL\ disolución\ agua\ oxigenada}}_{(\textbf{0,25 puntos})}\ x\ \underbrace{\frac{34\ g\ \mathrm{H_2}O_2}{1\ mol\ \mathrm{H_2}O_2}\ x\ 1000\ mL = \frac{6{,}375\ g\ \mathrm{H_2}O_2}{L\ agua\ oxigenada}}_{(\textbf{0,25 puntos})}$$

3.B (2,0 puntos)

Para la determinación del contenido en ácido acético, CH_3COOH, de un vinagre comercial, 15 mL de vinagre se diluyen con agua hasta un volumen final de 50 mL. La neutralización exacta de esta disolución consume 7,5 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH, 0,2 M.

i. Calcule la concentración del ácido acético en el vinagre comercial, expresando el resultado en % en masa (Nota: considere la densidad de la disolución de vinagre como de 1 g/mL). (**1,0 punto**)

ii. Indique dónde se aloja el indicador durante la valoración y justifique, de forma razonada, si sería adecuado utilizar el Naranja de Metilo como indicador para detectar el punto final de la valoración.

(**1,0 punto**)

Datos: Intervalo de pH de cambio de color del Naranja de Metilo: 3,2-4,4.

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

Solución

i.

Reacción de neutralización.

$NaOH(ac) + CH_3COOH(ac) \rightarrow NaCH_3COO(ac) + H_2O$ (**0,25 puntos**)

En el punto de equivalencia:

$n(NaOH) = n(CH_3COOH)$ (**0,25 puntos**)

n(NaOH)=0,0075 L disolución x 0,20 moles NaOH /1 L disolución=1,5 x 10^{-3} moles de NaOH

Concentración de CH_3COOH en la disolución de vinagre inicial.

1,5 x 10^{-3} moles de CH_3COOH/0,015 L disolución vinagre=0,10 M (**0,25 puntos**)

$$0{,}10\ M = \frac{0{,}10\ mol\ CH_3COOH}{1L\ vinagre} \times \frac{60\ g\ CH_3COOH}{1mol\ CH_3COOH}\ x\ \frac{1\ L\ vinagre}{1000\ g\ vinagre} \times 100 = 0{,}6\%$$ (**0,25 puntos**)

ALTERNATIVA.

$NaOH(ac) + CH_3COOH(ac) \rightarrow NaCH_3COO(ac) + H_2O$ (**0,25 puntos**)

$V_{NaOH} \times C_{NaOH} = V_{CH3COOH} \times C_{CH3COOH}$ (**0,25 puntos**)

0,0075 L disolución x (0,20 moles de NaOH /1 L disolución)=0,050 L disolución x $C_{CH3COOH}$

$C_{CH3COOH}$=0,03 M en la disolución valorada

En los 15 mL de la disolución inicial de vinagre:

5 x 10^{-2} L disolución valorada x (0,03 moles CH_3COOH/1 L disolución)=1,5 x 10^{-3} moles

$[CH_3COOH]_i$= 1,5 x 10^{-3} moles/0,015 L disolución=0,1M (**0,25 puntos**)

$$0{,}10\ M = \frac{0{,}10\ mol\ CH_3COOH}{1L\ vinagre} \times \frac{60\ g\ CH_3COOH}{1mol\ CH_3COOH}\ x\ \frac{1\ L\ vinagre}{1000\ g\ vinagre} \times 100 = 0{,}6\ \%$$

(**0,25 puntos**)

ii.

El indicador se aloja en el Erlenmeyer durante la valoración. (**0,25 puntos**)

En el punto de equivalencia se produce la neutralización exacta y se forma la sal $NaCH_3COO$. De los dos iones en disolución procedentes de la disociación de esta sal, el Na^+ no reacciona con el agua y no modifica el pH. Sin embargo, los iones CH_3COO^- en disolución procedentes de la

disociación de esta sal reaccionan con el agua aceptando protones. En consecuencia, el pH en el punto de equivalencia será básico (pH>7,0).

(**0,25 puntos**)

ALTERNATIVA.

$$CH_3COO^-(ac) + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH(ac) + OH^-(ac)$$

Genera una disolución de pH básico (pH > 7). (**0,25 puntos**)

El indicador propuesto cambia netamente de color a pH << 7 por lo que variará de color mucho antes de llegar al punto de equivalencia. (**0,25 puntos**)

Este indicador no será válido para llevar a cabo la determinación (**0,25 puntos**)

4.A (2,0 puntos)

a) Deduzca y represente la estructura de Lewis de la molécula de SF_2, e indique, justificándolo en base a su geometría molecular deducida según la TRPECV, si se trata de una molécula polar o apolar.

Datos: S (Z=16); F (Z=9). Valores de la electronegatividad: χ (S) = 2,58; χ (F) = 3,98.

(**1,0 punto**)

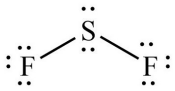
b) Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos F y Na e indique a qué bloque y periodo de la tabla periódica pertenece cada uno de ellos. Ordene, de forma razonada, los dos elementos, F y Na, de mayor a menor radio atómico. **(1,0 punto)**

Datos: F (Z=9); Na (Z=11).

Solución

a)

La estructura de Lewis del SF_2 *es:*



Estructura de Lewis **(0,25 puntos)**

Carácter polar-apolar de la molécula:

La molécula de SF_2 presenta dos enlaces covalentes idénticos S-F. La diferencia de electronegatividad entre el S y el F es de 1,4. Por ello, el enlace entre ambos átomos es un enlace covalente polar. (**0,25 puntos**)

Geometría molecular:

El átomo de S tiene un entorno AX_2E_2, y por ello la geometría será angular. (**0,25 puntos**)

Debido a la geometría molecular angular, los dipolos de la unión S-F de los dos enlaces no se cancelan entre sí y la molécula de SF2 es de naturaleza polar. (**0,25 puntos**)

b)

F = $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ bloque p, periodo 2 (**0,25 puntos**)

Na = $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ bloque s, periodo 3 (**0,25 puntos**)

El radio aumenta al bajar en un grupo y disminuye al avanzar en un periodo. (**0,25 puntos**)

El flúor está al final del segundo periodo y, por tanto, es más pequeño que el Na.

(**0,25 puntos**)

4.B (2,0 puntos)

a) Explique, justificando la respuesta, las variaciones observadas en las propiedades de las siguientes sustancias:

i. El I_2 (masa molar=253,8 g/mol) es un sólido a temperatura ambiente, mientras que el Cl_2 (masa molar=70,9 g/mol) es un gas. (**0,5 puntos**)

ii. La temperatura de ebullición del H_2O es 100 ºC mientras que la del H_2S es −60ºC. (**0,5 puntos**)

b) Dados los siguientes números cuánticos **n = 4** y **m_l = −3**, indique, justificando la respuesta: i.- el valor del número cuántico l; ii.- la notación del subnivel electrónico; iii.- el número de orbitales en el subnivel; iv.- el número máximo de electrones en el subnivel. **(1,0 punto)**

Solución

a)

i. El I_2 y el Cl_2 son ambas moléculas covalentes. Las uniones entre ellas tienen lugar a través de fuerzas intermoleculares de van der Waals, en este caso de tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido (fuerzas de dispersión o de London) porque son moléculas apolares (diatómicas formadas por dos átomos idénticos). Las fuerzas de London son más intensas cuanto mayor

es el tamaño de la molécula. Por ello el I_2, que presenta un mayor tamaño, es sólido a temperatura ambiente, mientras que Cl_2 es gas a la misma temperatura. (**0,5 puntos**)

ii. Para que un compuesto molecular pase a fase gas se deben vencer las fuerzas intermoleculares. Por ello, cuanto más intensas sean estas fuerzas, mayor será la temperatura de ebullición. La molécula de agua H_2O y la de ácido sulfhídrico H_2S son geométricamente muy parecidas. Sin embargo, en el caso del H_2O se establecen enlaces de hidrógeno intermoleculares, significativamente más fuertes que las fuerzas de van der Waals existentes en la molécula de SH_2, lo que justifica su mayor punto de ebullición. (**0, 5 puntos**)

b)

i. Para el valor n = 4 los valores posibles de l son 0,1, 2, 3. Los valores posibles de ml van desde – l a + l pasando por 0. Para un valor de m_l = –3, l debe tener un valor de 3, que es su valor más elevado. Luego l = 3. (**0,25 puntos**)

ii. Para n = 4 y l = 3, la notación del subnivel electrónico es 4f. (**0,25 puntos**)

iii. El número de orbitales es igual al número de valores permitidos de m_l, luego habrá 7 orbitales. (**0,25 puntos**)

iv. Puesto que en cada orbital pueden alojarse, como máximo, 2 electrones, el número máximo de electrones en el subnivel es 14. (**0,25 puntos**)

5.A (2,0 puntos)

a) Indique, razonadamente, qué elemento, Na o Cl, tendrá el mayor valor de la primera energía de ionización. (**0,5 puntos**)

Datos: Na (Z=11); Cl (Z=17)

b) Indique a qué tipo de reacción orgánica corresponde el proceso de deshidratación del etanol con ácido sulfúrico. Escriba de forma esquemática la reacción química correspondiente. Nombre el producto de la reacción y escriba su fórmula semidesarrollada. (**1,5 puntos**)

Solución

a) El potencial de ionización (o primera energía de ionización) es la energía necesaria para arrancar un electrón de la capa atómica más externa. Esta energía crece al decrecer el período (los electrones están más próximos al núcleo) y crece al aumentar el grupo (por estar más próximos a un estado de octete estable). Na y Cl se encuentran en el mismo periodo, pero el Na se encuentra situado a la izquierda del Cl (en un grupo inferior).

(**0,25 puntos**)

Por lo tanto: Na < Cl (el Cl tendrá una mayor primera energía de ionización).

(**0,25 puntos**)

b) Calentando el alcohol con un ácido fuerte se libera agua y se forma un alqueno. En este caso, se trata de una reacción de eliminación (deshidratación de un alcohol en medio de ácidos fuertes). (**0,50 puntos**)

Ecuación química:

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[calor]{H_2SO_4} CH_2 = CH_2$$

(**0,50 puntos**)

Producto de la reacción es el eteno (o etileno) (**0,50 puntos**)

5.B (2,0 puntos)

a) Indique, razonadamente, el número de protones, neutrones y electrones de la siguiente especie $^{130}_{56}X$ (**0,5 puntos**)

b) Nombre y escriba las fórmulas semidesarrolladas de los posibles isómeros estructurales de cadena con la fórmula molecular C_5H_{12}. (**1,5 puntos**)

Solución

a)

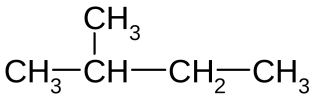
El número atómico es 56; luego, hay 56 protones. El número de masa es 130; por lo tanto, el número de neutrones es 130-56=74. El número de electrones es el mismo que el número de protones, es decir, 56.

(**0,5 puntos**)

b)

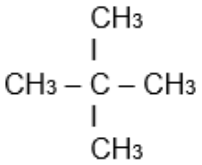
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$ (**0,25 puntos**)

pentano (**0,25 puntos**)



(**0,25 puntos**)

metilbutano (**0,25 puntos**)



(**0,25 puntos**)

dimetilpropano **(0,25 puntos)**