

### INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

La prueba consta de dos partes. En la **primera parte** se propone un conjunto de cinco cuestiones de las que el alumno resolverá únicamente tres. La **segunda parte** consiste en dos opciones de problemas, A y B. Cada una de ellas consta de dos problemas; el alumno podrá optar por una de las opciones y resolver los dos problemas planteados en ella, sin que pueda elegir un problema de cada opción. Cada cuestión o problema puntuará sobre un máximo de dos puntos. No se contestará ninguna pregunta en este impreso.

**TIEMPO:** una hora y treinta minutos

### PRIMERA PARTE

**Cuestión 1.**– A las siguientes especies:  $X^-$ , Y y  $Z^+$ , les corresponden los números atómicos 17, 18 y 19, respectivamente.

- Escriba la configuración electrónica de cada una de ellas.
- Ordene razonadamente, de menor a mayor, las diferentes especies según su tamaño y su energía de ionización.
- ¿Qué especies son  $X^-$  e Y?
- ¿Qué tipo de enlace presenta ZX? Describa brevemente las características de este enlace.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

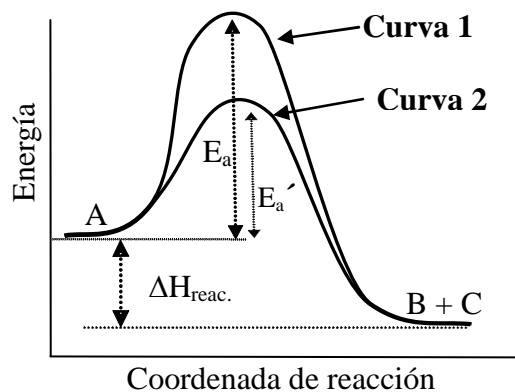
**Cuestión 2.**– Dadas las siguientes moléculas:  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $SH_2$ ,  $BH_3$ .

- Justifique sus geometrías moleculares en función de la hibridación del átomo central.
- Razone qué moléculas serán polares y cuáles apolares.
- ¿De qué tipo serán las fuerzas intermoleculares en el  $CH_4$ ?
- Indique, razonadamente, por qué el  $NH_3$  es el compuesto que tiene mayor temperatura de ebullición.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Cuestión 3.**– Considerando el diagrama de energía que se muestra, para la reacción  $A \rightarrow B + C$ , conteste razonadamente a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál puede ser la causa de la diferencia entre la curva 1 y la 2?
- ¿Para cuál de las dos curvas la reacción transcurre a mayor velocidad?
- ¿Qué les sucederá a las constantes de velocidad de reacción si se aumenta la temperatura?
- ¿La reacción es exotérmica o endotérmica?



Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Cuestión 4.**– En una pila electroquímica, el ánodo está formado por una barra de cobre sumergida en una disolución acuosa de nitrato de cobre (II), mientras que el cátodo consiste en una lámina de plata sumergida en una disolución acuosa de nitrato de plata.

- a) Formule las semirreacciones del ánodo y del cátodo.
- b) Formule la reacción global iónica y molecular de la pila.
- c) Explique de forma justificada por qué se trata de una pila galvánica.
- d) Indique razonadamente el signo de  $\Delta G^\circ$  para la reacción global.

Datos.  $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Cuestión 5.**– Para el siguiente compuesto:  $\text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3$

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

- a) Indique su nombre sistemático
- b) Escriba su reacción con yoduro de hidrógeno e indique el nombre del producto mayoritario.
- c) Formule y nombre los isómeros de posición del compuesto del enunciado.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

## SEGUNDA PARTE

### OPCIÓN A

**Problema 1.**– Para la reacción de hidrogenación del eteno ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ), determine:

- La entalpía de reacción a 298 K.
- El cambio de energía Gibbs de reacción a 298 K.
- El cambio de entropía de reacción a 298 K.
- El intervalo de temperaturas para el que dicha reacción no es espontánea.

Datos a 298 K	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}_3$
$\Delta H_f^\circ / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	52,3	-84,7
$\Delta G_f^\circ / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	68,1	-32,9

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Problema 2.**– Una disolución acuosa de amoníaco de uso doméstico tiene una densidad de  $0,962 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  y una concentración del 6,5 % en peso. Determine:

- La concentración molar de amoníaco en dicha disolución.
- El pH de la disolución.
- El pH de la disolución resultante al diluir 10 veces.

Datos. Masas atómicas: N = 14, H = 1;  $K_b(\text{amoníaco}) = 1,8\cdot 10^{-5}$ .

Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

### OPCIÓN B

**Problema 1.**– El valor de la constante de equilibrio a 700 K para la reacción  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  es 0,0183. Si se introducen 3,0 moles de HI en un recipiente de 5 L que estaba vacío y se deja alcanzar el equilibrio:

- ¿Cuántos moles de  $\text{I}_2$  se forman?
- ¿Cuál es la presión total?
- ¿Cuál será la concentración de HI en el equilibrio si a la misma temperatura se aumenta el volumen al doble?

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Puntuación máxima por apartado: a) 1 punto, b) y c) 0,5 puntos.

**Problema 2.**– El ácido clorhídrico se obtiene industrialmente calentando cloruro de sodio con ácido sulfúrico concentrado.

- Formule y ajuste la reacción que tiene lugar.
- ¿Cuántos kilogramos de ácido sulfúrico de una concentración del 90 % en peso se necesitará para producir 100 kg de ácido clorhídrico concentrado al 35 % en peso?
- ¿Cuántos kilogramos de cloruro de sodio se emplean por cada tonelada de sulfato de sodio obtenido como subproducto?

Datos. Masas atómicas: H = 1, O = 16; Na = 23; S = 32; Cl = 35,5.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

## QUÍMICA

### CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

Cada cuestión se podrá calificar con un máximo de 2 puntos; por ello, la máxima puntuación que se podrá alcanzar en la PRIMERA PARTE será de 6 puntos. Cada problema se podrá calificar igualmente con un máximo de dos puntos, por lo que la SEGUNDA PARTE podrá tener una puntuación máxima de 4 puntos.

Si se han contestado más de tres cuestiones, únicamente deberán corregirse las tres que se encuentren en primer lugar.

Si se resuelven problemas de más de una opción, únicamente se corregirán los de la opción a la que corresponda el problema resuelto en primer lugar.

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

- 1.- Claridad de comprensión y exposición de conceptos.
- 2.- Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico.
- 3.- Capacidad de análisis y relación.
- 4.- Desarrollo de la resolución de forma coherente y uso correcto de unidades.
- 5.- Aplicación y exposición correcta de conceptos en el planteamiento de los problemas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio:

#### **CUESTIONES**

- Cuestión 1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Cuestión 2.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Cuestión 3.- 0,5 puntos cada uno de los apartados  
Cuestión 4.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Cuestión 5.- 0,5 puntos apartado a) y 0,75 puntos apartados b) y c).

#### **PROBLEMAS**

Opción A

- Problema 1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Problema 2.- 0,5 puntos apartado a) y 0,75 puntos apartados b) y c).

Opción B

- Problema 1.- 1 punto apartado a) y 0,5 puntos apartados b) y c).  
Problema 2.- 0,5 puntos apartado a) y 0,75 puntos apartados b) y c).

## QUÍMICA SOLUCIONES

### (ORIENTACIONES PARA EL CORRECTOR)

**Cuestión 1.**— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Las tres configuraciones coinciden:  $X^- = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ;  $Y = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  y  $Z^+ = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .
- b) Al ser isoelectrónicas, cuanto mayor sea su carga nuclear, menor será su tamaño y mayor será su energía de ionización, es decir:  $r(Z^+) < r(Y) < r(X^-)$  y  $EI(X^-) < EI(Y) < EI(Z^+)$ .
- c) Las especies  $X^-$  e  $Y$  corresponden al ión  $Cl^-$  y al Ar, respectivamente.
- d) Se trata de un enlace iónico. Es un enlace químico entre elementos con gran diferencia de electronegatividad, formándose dos iones de carga contraria, de tal manera que la interacción electrostática entre los iones los mantiene unidos.

**Cuestión 2.**— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a)  $CH_4$ : hibridación  $sp^3$ , 4 átomos unidos al central, geometría tetraédrica.  
 $NH_3$ : hibridación  $sp^3$ , 3 átomos unidos al central y un par de electrones sin compartir, geometría piramidal trigonal.  
 $SH_2$ : hibridación  $sp^3$ , 2 átomos unidos al central y 2 pares de electrones sin compartir, geometría angular.  
 $BH_3$ : hibridación  $sp^2$ , 3 átomos unidos al central, geometría triangular plana.
- b)  $CH_4$  y  $BH_3$  son moléculas apolares ya que son simétricas y se anulan los momentos dipolares.  $NH_3$  y  $SH_2$  son moléculas polares, ya que sus momentos dipolares no se anulan.
- c) Las fuerzas intermoleculares en el  $CH_4$ , por ser una molécula apolar sin enlaces de hidrógeno, son fuerzas de dispersión de London.
- d) Porque es el único que forma enlaces de hidrógeno y por tanto el que tiene una fuerza intermolecular mayor.

**Cuestión 3.**— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) La causa puede ser que en la curva 1 la reacción no está catalizada y en la 2 está catalizada,  $E_a > E_a'$ .
- b) La reacción transcurre a mayor velocidad para la curva 2, ya que los reactivos han de superar una energía de activación menor.
- c) Al aumentar la temperatura, las constantes de velocidad aumentan ya que según la ecuación de Arrhenius  $k = A \cdot \exp(-E_a/RT)$ .  
(También puede razonarse por la teoría cinética de los gases, al aumentar la temperatura, aumentan la velocidad y la energía media de las moléculas, por tanto la reacción es más rápida y la constante de velocidad más alta).
- d) El estado energético de los productos B y C es más bajo que el del reactivo A, por tanto el cambio de entalpía de reacción es negativo y la reacción es exotérmica.

**Cuestión 4.**— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

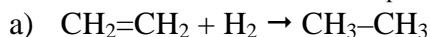
- a) Ánodo: semirreacción de oxidación:  $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$   
Cátodo: semirreacción de reducción:  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
- b) Reacción iónica:  $Cu + 2 Ag^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2Ag$   
Reacción molecular:  $Cu + 2 AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$
- c)  $E^\circ = E^\circ_{cátodo} - E^\circ_{ánodo} = 0.80 - 0.34 > 0 \Rightarrow$  Proceso espontáneo  $\Rightarrow$  pila galvánica.
- d)  $\Delta G^\circ = -nFE^\circ < 0$ . (También puede razonarse por tratarse de un proceso espontáneo  $\Rightarrow \Delta G^\circ < 0$ ).

**Cuestión 5.**— Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

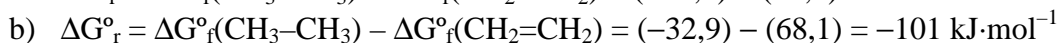
- a) 2-metil-2-buteno.
- b)  $CH_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}} = CH - CH_3 + HI \rightarrow CH_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}} - CH_2 - CH_3$                       2-metil-2-yodo butano
  
- $CH_2 = \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}} - CH_2 - CH_3$        $CH_2 = CH - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}} - CH_3$
- 2-metil-1-buteno                      3-metil-1-buteno

## Soluciones a los problemas:

## OPCIÓN A

**Problema 1.**— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{CH}_3-\text{CH}_3) - \Delta H_f^\circ(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = (-84,7) - (52,3) = -137 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$



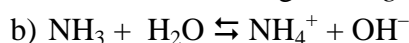
$$\Delta S_r^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ}{T} = \frac{-137 - (-101)}{298} = -0,121 \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = -121 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

d) A 298 K,  $\Delta G_r^\circ < 0$  y la reacción es espontánea, para determinar a qué temperatura se produce el cambio de signo:

$$\Delta G_r^\circ = 0 \Rightarrow T = \frac{\Delta H_r^\circ}{\Delta S_r^\circ} = \frac{-137}{-0,121} = 1132 \text{ K}$$

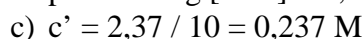
Por tanto la reacción no es espontánea si  $T > 1132 \text{ K}$ **Problema 2.**— Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

$$c = \frac{962 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{6,5 \text{ g } \text{NH}_3}{100 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{NH}_3}{17 \text{ g } \text{NH}_3} = 3,68 \text{ M}$$



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot [\text{NH}_3]} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \times 3,68} = 8,14 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

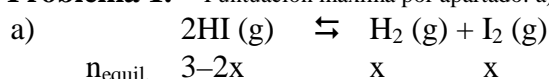
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 2,1; \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,1 = 11,9$$



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot [\text{NH}_3]} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \times 0,368} = 2,57 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 2,6; \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,6 = 11,4$$

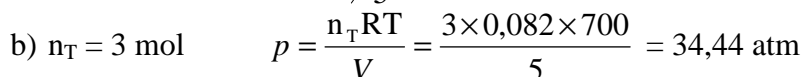
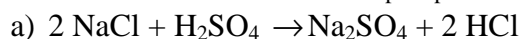
## OPCIÓN B

**Problema 1.**— Puntuación máxima por apartado: a) 1 punto, b) y c) 0,5 puntos.

$$n_{\text{equil.}} \quad 3-2x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{\frac{x^2}{5^2}}{(3-2x)^2 / 5^2} = \left( \frac{x}{3-2x} \right)^2 \Rightarrow x = 0,32$$

$$n(\text{I}_2) = x = 0,318 \text{ mol } \text{I}_2$$

c)  $x$  no cambia ya que hay igual número de moles gaseosos en los dos miembros;  $[\text{HI}] = (3-2x)/V = 0,236 \text{ M}$ **Problema 2.**— Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

$$b) n(\text{HCl}) = 100 \cdot 10^3 \cdot \frac{35}{100} \cdot \frac{1}{36,5} = 958,9 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{HCl}) / 2 = 479,5 \text{ mol}$$

$$m(\text{dis. H}_2\text{SO}_4) = 479,5 \cdot \frac{98}{1} \cdot \frac{100}{90} = 52212 \text{ g} = 52,2 \text{ kg}$$

$$c) n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 10^6 \cdot \frac{1}{142} = 7042 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaCl}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 14084 \text{ mol} \quad \text{y} \quad m(\text{NaCl}) = 14084 \times 58,5 = 823914 = 823,9 \text{ kg}$$