



88046108

**QUÍMICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 2**

Miércoles 17 de noviembre de 2004 (tarde)

2 horas 15 minutos

Código del colegio

--	--	--	--	--	--

Código del alumno

--	--	--	--	--	--

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

- Escriba el código del colegio y su código de alumno en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B. Conteste a las preguntas en las hojas de respuestas. Escriba el código del colegio y su código de alumno en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen los números de las preguntas que ha contestado y la cantidad de hojas que ha utilizado.

**SECCIÓN A**

*Conteste todas las preguntas en los espacios provistos.*

1. Se disuelven en agua 27,82 g de cristales de carbonato de sodio hidratado,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , y se lleva a  $1,000 \text{ dm}^3$ . Se neutralizan  $25,00 \text{ cm}^3$  de esta solución con  $48,80 \text{ cm}^3$  de ácido clorhídrico de concentración  $0,1000 \text{ mol dm}^{-3}$ .

(a) Escriba la ecuación que representa la reacción entre el carbonato de sodio y el ácido clorhídrico. [2]

.....

(b) Calcule la concentración molar de la solución de carbonato de sodio neutralizada por el ácido clorhídrico. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(c) Determine la masa de carbonato de sodio neutralizada por el ácido clorhídrico y, a partir de ella, la masa de carbonato de sodio presente en  $1,000 \text{ dm}^3$  de solución. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta 1: continuación)*

- (d) Calcule la masa de agua presente en los cristales hidratados y, a partir de ella, calcule el valor de  $x$ .

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Los alcanos son una *serie homóloga* de los *hidrocarburos saturados*.

(a) Indique el significado de los siguientes términos.

(i) *serie homóloga* [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) *hidrocarburo* [1]

.....  
.....

(iii) *saturado* [1]

.....  
.....

(b) (i) Indique y explique la tendencia de los puntos de ebullición de los cinco primeros alcanos. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Explique por qué los valores de las entalpías de combustión de los alcanos son negativos. [1]

.....  
.....

(c) Indique los productos que se obtienen por combustión completa de los alcanos. [1]

.....  
.....

3. La ecuación de descomposición del carbonato de calcio es la siguiente.



A 500 K, el valor de  $\Delta H$  para esta reacción es de  $+177 \text{ kJ mol}^{-1}$  y el de  $\Delta S$  es de  $+161 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

(a) Explique por qué el valor de  $\Delta H$  para la reacción anterior no se puede describir como  $\Delta H_f^\ominus$ . [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(b) Indique el significado del término  $\Delta S$ . [1]

.....  
.....

(c) Calcule el valor de  $\Delta G$  a 500 K y determine si la reacción será o no espontánea. Justifique su respuesta. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. El indicador azul de bromofenol,  $\text{HIn}(\text{aq})$ , tiene una forma amarilla y otra forma,  $\text{In}^-(\text{aq})$ , que es azul.

(a) Escriba una ecuación que muestre cómo el azul de bromofenol actúa como indicador. [1]

.....

(b) Indique y explique el color del azul de bromofenol [3]

(i) cuando se le añade un ácido fuerte.

.....  
.....  
.....

(ii) en el punto de equivalencia de una titulación.

.....  
.....  
.....

5. Los elementos cuyos números atómicos están comprendidos entre el 21 y el 30 pertenecen al bloque d.

(a) Identifique cuáles de estos elementos **no** se consideran como elementos de transición típicos. [1]

.....  
.....

(b) Los iones complejos están formados por un ion metálico central rodeado de ligandos. Defina el término *ligando*. [2]

.....  
.....  
.....

(c) Complete la siguiente tabla para mostrar el estado de oxidación del **elemento de transición**. [3]

ion	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$[\text{CuCl}_4]^{2-}$	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
estado de oxidación			

(d) Identifique **dos** elementos de transición usados como catalizadores en procesos industriales. En cada caso indique el proceso. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(e) Indique otras **dos** propiedades de los elementos de transición, aparte de la formación de iones complejos y su uso como catalizadores. [2]

.....  
.....

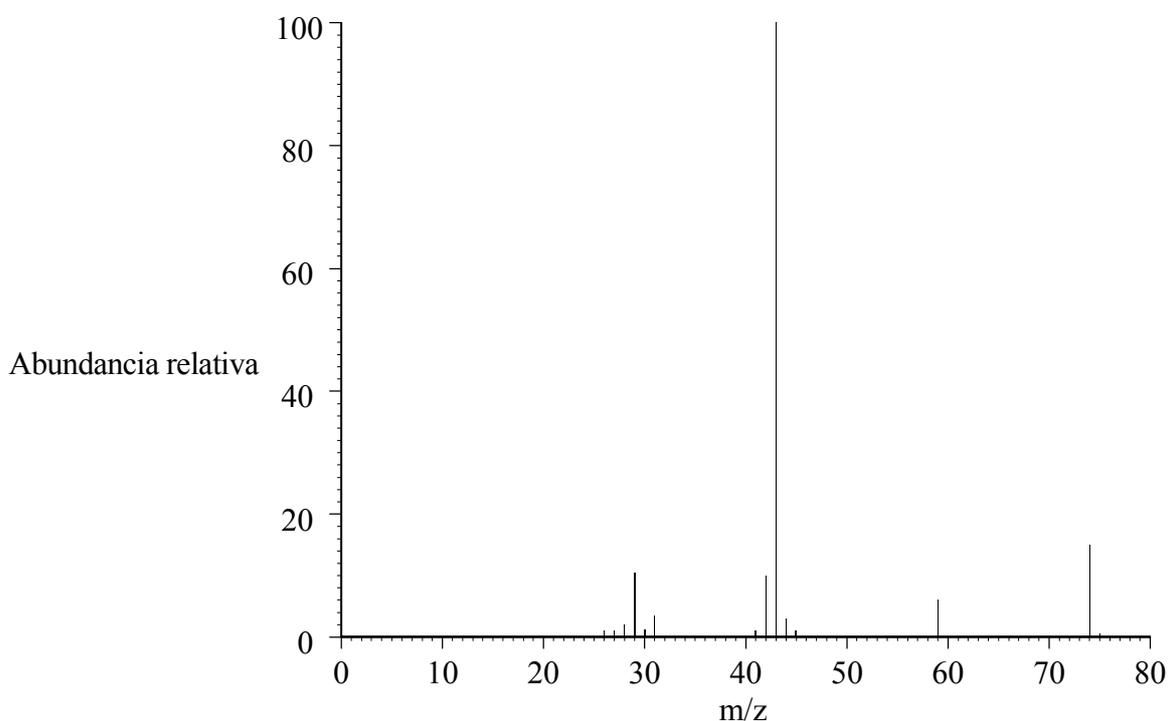
## SECCIÓN B

Conteste **dos** preguntas. Conteste a las preguntas en las hojas de respuestas provistas. Escriba el código del colegio y su código de alumno en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.

6. El compuesto orgánico  $X$  está formado por carbono, hidrógeno y oxígeno. Su composición porcentual en masa es de 48,63 % de carbono y 8,18 % de hidrógeno.

(a) Calcule la fórmula empírica de  $X$ . [4]

(b) A continuación se transcribe el espectro de masas de  $X$ .



[Fuente: NIST Centro de datos de espectros de masas, S E Stein, director, "IR and Mass Spectra" en NIST Chemistry WebBook, NIST Base de datos estándar de referencia número 69, Ed P J Linstrom y W G Mallard, julio 2001, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, Gaithersburg MD, 20899 (<http://webbook.nist.gov>)]

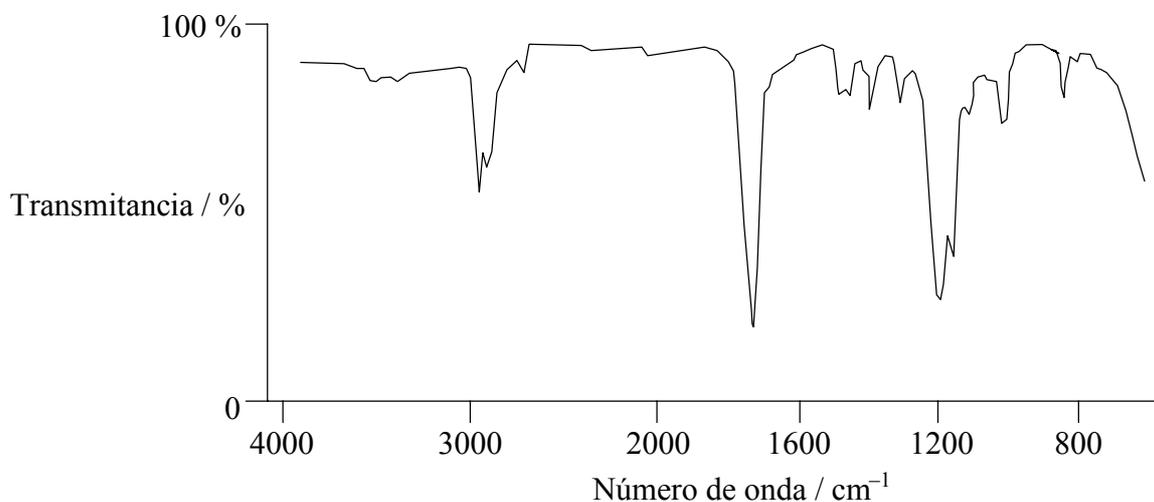
(i) Deduzca la fórmula molecular de  $X$ . Justifique su respuesta. [2]

(ii) Identifique las fórmulas de los fragmentos iónicos de valores m/z 45 y 29. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 6: continuación)

(c) El espectro infrarrojo de  $X$  es el siguiente.



[Fuente: NIST (Instituto nacional de estándares y tecnología), colección del SRDP (programa de materiales de referencia estándar) © Secretaría de comercio de Estados Unidos, en nombre del gobierno de Estados Unidos.]

Usando el espectro anterior,

- (i) explique por qué  $X$  **no** es un ácido carboxílico. [1]
- (ii) identifique **tres** enlaces presentes en el compuesto  $X$ . Justifique su respuesta. [3]
- (d) Deduzca la fórmula estructural más probable de  $X$  sobre la base de sus respuestas a los apartados (b) y (c). Indique el nombre de  $X$  y **un** uso de los compuestos pertenecientes a esta serie homóloga. [3]
- (e) Indique y explique cuántos picos aparecerán en el espectro de baja resolución de <sup>1</sup>H RMN del compuesto  $X$ . [2]
- (f) Indique los nombres de **dos** compuestos que sean capaces de reaccionar entre sí para formar  $X$ . Identifique el tipo de reacción y escriba la ecuación, para la reacción. [4]
- (g) Explique el término *isomería*. [1]
- (h) Escriba las fórmulas estructurales de **dos** posibles isómeros de  $X$ . [2]
- (i) Prediga si usted esperaría que el compuesto  $X$  fuera o no soluble en agua. Justifique su respuesta. [1]

7. (a) En 1954 Linus Pauling recibió el Premio Nobel de química por su trabajo sobre la naturaleza del enlace químico. Los enlaces covalentes son un ejemplo de enlaces intramoleculares.

Explique la formación de los siguientes enlaces.

(i) enlaces  $\sigma$  [2]

(ii) enlaces  $\pi$  [2]

(iii) enlaces dobles [1]

(iv) enlaces triples [1]

- (b) Los orbitales atómicos se pueden mezclar por hibridación para formar nuevos orbitales para el enlace.

Identifique el tipo de hibridación presente en cada una de las **tres** siguientes moléculas. Deduzca y explique sus formas.

(i)  $\text{OF}_2$  [3]

(ii)  $\text{H}_2\text{CO}$  [3]

(iii)  $\text{C}_2\text{H}_2$  [3]

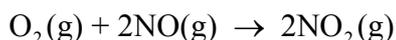
- (c) Tres científicos compartieron el Premio Nobel de química en 1996 por el descubrimiento de los fulerenos. Los fulerenos, como el diamante y el grafito, son alótropos del elemento carbono.

(i) Indique las estructuras y los enlaces presentes en el diamante y el grafito. [2]

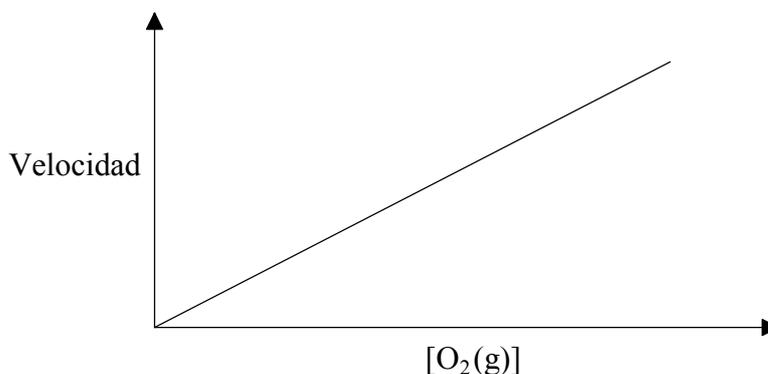
(ii) Compare y explique la dureza y la conductividad eléctrica del diamante y el grafito. [4]

(iii) Prediga y explique cómo se compararía la dureza y la conductividad eléctrica del fulereno,  $\text{C}_{60}$ , con las del diamante y el grafito. [4]

8. El oxígeno y el monóxido de nitrógeno reaccionan entre sí para formar dióxido de nitrógeno.



El siguiente gráfico muestra cómo varía la velocidad de reacción inicial durante un experimento en el que la  $[\text{NO}(\text{g})]$  inicial se mantuvo constante mientras se varió la  $[\text{O}_2(\text{g})]$  inicial.

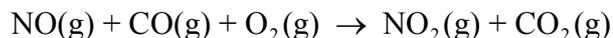


- (a) Deduzca el orden de reacción con respecto al  $\text{O}_2$ . Justifique su respuesta. [2]
- (b) En una serie de experimentos, se mantuvo constante la  $[\text{O}_2(\text{g})]$  inicial mientras que se modificó la  $[\text{NO}(\text{g})]$  inicial. Los resultados indicaron que se trataba de una reacción de segundo orden con respecto al NO. Dibuje un gráfico para mostrar cómo variaría la velocidad de la reacción si se aumentara la  $[\text{NO}(\text{g})]$  inicial. [2]
- (c) Deduzca el orden total de esta reacción. [1]
- (d) Indique y explique qué le sucedería a la velocidad de reacción inicial si la concentración inicial de NO se duplicara y la del  $\text{O}_2$  se redujera a la mitad. [3]
- (e) Cuando los valores iniciales son  $[\text{O}_2(\text{g})] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$  y  $[\text{NO}(\text{g})] = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , la velocidad inicial de la reacción es de  $6,3 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ . Escriba la expresión de velocidad para esta reacción y calcule la constante de velocidad, indicando sus unidades. [4]

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta 8: continuación)

- (f) El monóxido de nitrógeno también se puede convertir en dióxido de nitrógeno a elevada temperatura de acuerdo con la siguiente ecuación.



- (i) Represente en un gráfico la concentración de  $\text{NO}_2\text{(g)}$  producido en función del **tiempo** para esta reacción y señale en el gráfico cómo deducir la velocidad de reacción inicial. [3]
- (ii) A continuación se indican los resultados obtenidos en una serie de experimentos con esta reacción.  
Deduzca el orden de reacción con respecto a cada reactivo. Justifique su respuesta. [6]

Experimento	[NO(g)] / mol dm <sup>-3</sup>	[CO(g)] / mol dm <sup>-3</sup>	[O <sub>2</sub> (g)] / mol dm <sup>-3</sup>	Velocidad inicial / mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup>
1	1,00 × 10 <sup>-3</sup>	1,00 × 10 <sup>-3</sup>	1,00 × 10 <sup>-1</sup>	4,40 × 10 <sup>-4</sup>
2	2,00 × 10 <sup>-3</sup>	1,00 × 10 <sup>-3</sup>	1,00 × 10 <sup>-1</sup>	1,76 × 10 <sup>-3</sup>
3	2,00 × 10 <sup>-3</sup>	2,00 × 10 <sup>-3</sup>	1,00 × 10 <sup>-1</sup>	1,76 × 10 <sup>-3</sup>
4	4,00 × 10 <sup>-3</sup>	1,00 × 10 <sup>-3</sup>	2,00 × 10 <sup>-1</sup>	7,04 × 10 <sup>-3</sup>

- (g) Explique por qué el orden de reacción no se puede obtener directamente de la ecuación estequiométrica. [1]
- (h) (i) El *periodo de semirreacción* de las reacciones de primer orden es constante. Defina la expresión *periodo de semirreacción* y explique por qué es constante para las reacciones de primer orden. [2]
- (ii) El valor de  $k$  para una reacción de primer orden es 440 s<sup>-1</sup>. Calcule el periodo de semirreacción para esta reacción. [1]

9. Los siguientes son potenciales de electrodo estándar.

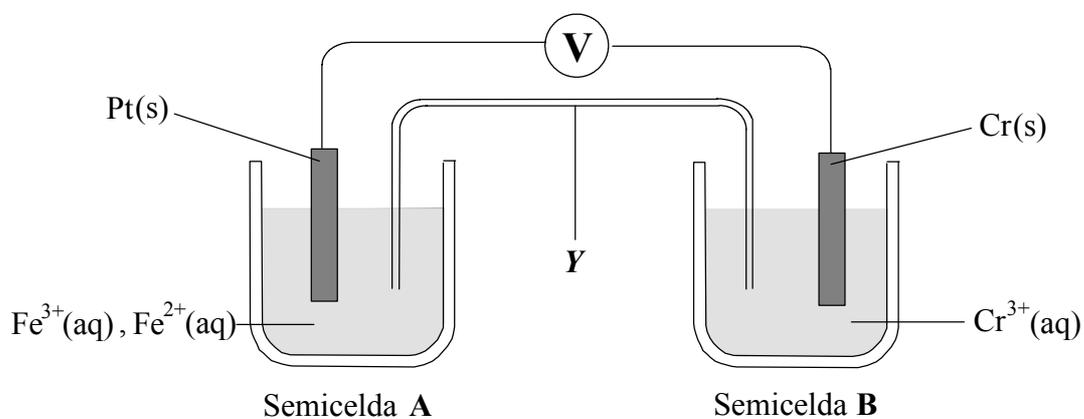
Semiecuación	$E^\ominus / \text{V}$
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	- 0,76
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})$	- 0,74
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	- 0,44
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	- 0,14
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+ 0,34
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+ 0,77

- (a) Estos valores se obtuvieron usando un electrodo estándar de hidrógeno. Describa los materiales y condiciones usadas en el electrodo estándar de hidrógeno. (Se aceptará un esquema rotulado adecuado.) [5]
- (b) Defina la expresión *agente oxidante* en términos de transferencia electrónica e identifique el agente oxidante más fuerte de la lista anterior. [2]
- (c) Se construyó una pila usando zinc en solución de sulfato de zinc y cobre en solución de sulfato de cobre(II), ambas soluciones en condiciones estándar.
- (i) Calcule el potencial de la pila. [1]
- (ii) Escriba la ecuación que representa la reacción espontánea de la pila. [2]
- (d) Tanto el zinc como el estaño se usan como revestimiento del hierro para prevenir su oxidación. Una vez que la superficie se ha deteriorado, el oxígeno y el agua que contiene iones disueltos entran en contacto con el hierro y el metal de revestimiento.
- (i) Indique y explique cuál de los metales, el zinc o el estaño, sería más efectivo para prevenir la oxidación del hierro en estas condiciones. [2]
- (ii) La electrodeposición se puede usar para revestir un metal con otro metal. Identifique los **tres** factores que afectan la cantidad de metal depositado durante la electrodeposición. [3]
- (iii) Explique por qué la electrólisis de sulfato de zinc no se usa para revestir un metal con zinc. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 9: continuación)

(e) Se construyó otra pila como se indica a continuación.



- (i) Identifique la parte de la pila señalada con la letra **Y** y resuma su función. [2]
- (ii) Escriba una ecuación que represente las reacciones iniciales en cada electrodo y a partir de ellas escriba la ecuación de la reacción de la pila. [4]
- (iii) Describa la dirección del flujo de electrones en el circuito externo. [1]
- (iv) Calcule el potencial de la pila. [1]