



QUÍMICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 2

Martes 7 de noviembre del 2000 (tarde)

2 horas 15 minutos

Nombre

--

Número

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

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

- Escriba su nombre, apellido(s) y número de alumno en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: Conteste todas las preguntas de la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: Conteste dos preguntas de la sección B. Puede utilizar las hojas con renglones que hay al final de la prueba y continuar si es necesario en un cuadernillo de respuestas adicional, o utilizar únicamente este último. Indique el número de cuadernillos utilizados en la casilla de abajo. Escriba su nombre, apellido(s) y número de alumno en la portada de los cuadernillos de respuestas adicionales y adjúntelos a esta prueba usando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas de abajo los números de las preguntas de la sección B que ha contestado.

PREGUNTAS CONTESTADAS		EXAMINADOR	LÍDER DE EQUIPO	IBCA
SECCIÓN A	TODAS	/40	/40	/40
SECCIÓN B				
PREGUNTA	.....	/25	/25	/25
PREGUNTA	.....	/25	/25	/25
NÚMERO DE CUADERNILLOS ADICIONALES UTILIZADOS	.....	TOTAL /90	TOTAL /90	TOTAL /90

SECCIÓN A

Los alumnos deben contestar **todas** las preguntas utilizando los espacios provistos.

Para recibir la nota total en la sección A, se debe mostrar el método utilizado y los pasos que se han seguido para obtener la respuesta. Si el resultado final no es correcto, puede que aun reciba algunos puntos si muestra el trabajo de resolución. En los cálculos numéricos, debe prestar la debida atención a las cifras significativas.

1. (a) La siguiente tabla proporciona información sobre cierto número de sustancias puras desconocidas identificadas con las letras A, a la F. Use esta información para contestar las preguntas (i) a (vi).

Sustancia	Punto de fusión / K	Punto de ebullición / K	Solubilidad en agua
A	14	20	Insoluble
B	953	Se descompone antes de hervir	Se descompone cuando se añade al agua originando una solución de pH > 7
C	158	188	muy soluble, la solución tiene pH < 7
D	195	240	muy soluble; la solución tiene pH > 7
E	922	1380	insoluble (pero reacciona con vapor)
F	1683	2628	Insoluble

- (i) Identifique **tres** sustancias que sean gaseosas a temperatura y presión ambientes. [1]

.....

- (ii) Identifique **una** de las sustancias mencionadas en (i) que sea, con mayor probabilidad, una sustancia molecular simple con enlaces covalentes no polares. [1]

.....

- (iii) Indique qué tipo de enlace existe **entre** las moléculas de la sustancia identificada en (ii) en su estado sólido. [1]

.....

- (iv) La sustancia D forma enlaces de hidrógeno en estados sólido y líquido. Nombre un elemento (distinto del hidrógeno) que podría estar presente en la sustancia D y que contribuya al enlace de hidrógeno. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 1 (a): continuación)

- (v) Basándose en los datos de los puntos de fusión/ebullición, indique cuál es la sustancia que más probablemente exista en forma de red covalente gigante. Explique su razonamiento. [1]

.....
.....

- (vi) De las sustancias enumeradas, sólo E conduce la electricidad tanto en estado sólido como en estado líquido, aunque F también lo hace levemente en esos estados. ¿Qué tipo de sustancia es [2]

E?

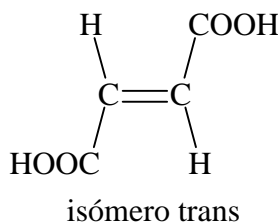
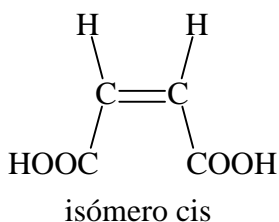
F?

(b) En cada uno de los siguientes casos, utilice esquemas, para explicar los siguientes hechos:

- (i) la masa molecular relativa, M_r , del ácido etanoico disuelto en benceno es igual a 120 mientras que su M_r en solución acuosa es sólo 60. [2]

.....
.....

- (ii) el ácido cis-butenodioico tiene menor punto de fusión que el isómero trans. [2]



.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 1 (b): continuación)

(iii) el punto de ebullición del etanol es de 78 °C mientras que el punto de ebullición de su isómero, CH₃OCH₃ es de -25 °C.

[2]

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

2. Esta pregunta se refiere a la estructura atómica del hierro.

- (a) (i) Complete la siguiente tabla indicando la configuración electrónica (incluido el spin de los electrones) del hierro y sus iones positivos: [3]

	4s	3d				
Fe ⁰ :						
Fe ²⁺ :						
Fe ³⁺ :						

- (ii) ¿Cuál es el estado de oxidación del hierro en el $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$? [1]

.....

- (iii) El hierro, puede existir además en el estado de oxidación +6. Escriba la fórmula de una especie que sólo contenga hierro y oxígeno en la que sea posible la existencia del Fe(VI). [1]

.....

- (b) (i) Defina el término *ligando*. [1]

.....

- (ii) De acuerdo con las teorías ácido-base, ¿qué tipo de reacción es la de formación del ion $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ a partir del Fe^{2+} y agua? Explique su respuesta. [2]

.....

- (iii) Explique por qué los iones complejos $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ y $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ tienen distinto color. [2]

.....

3. El óxido nitroso se descompone originando nitrógeno y oxígeno, de acuerdo con la siguiente ecuación:



(a) La descomposición es una reacción de primer orden, en presencia de oro como catalizador. El período de semirreacción de la reacción catalizada a 834 °C es de $1,62 \times 10^4$ s.

(i) Calcule la constante de velocidad, k , para la reacción a esta temperatura e indique las unidades de k . [1]

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

(ii) Calcule la energía de activación de la reacción a esta temperatura, dado el valor de la constante de Arrhenius, $A = 25 \text{ s}^{-1}$. [2]

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

(iii) La descomposición del óxido nitroso sin catalizador es bimolecular. Sugiera un mecanismo posible para la reacción e indique la ecuación de cada etapa: [2]

Etapas lentas:

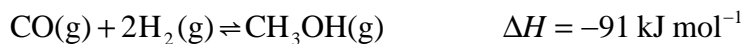
.....

Etapas rápidas:

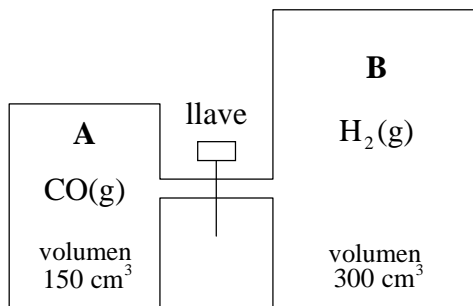
.....

(b) Dibuje un diagrama rotulado en el que represente la variación de energía potencial durante la reacción catalizada y no catalizada dada anteriormente. [2]

4. El metanol es un importante disolvente industrial y un combustible. Se lo puede obtener a partir de monóxido de carbono e hidrógeno, de acuerdo con la siguiente ecuación:



Se investigó el efecto de diferentes catalizadores sobre la reacción utilizando el siguiente aparato:



El recipiente **A** contiene 1 mol de monóxido de carbono y el recipiente **B** contiene 2 moles de hidrógeno. Los gases de ambos recipientes están a la misma presión y temperatura. Al comenzar el experimento, la llave está cerrada.

- (a) Si se produjera, ¿cuál sería la variación de presión observada al abrir la llave
- (i) y permitir que los gases se mezclen (pero antes de que comiencen a reaccionar)? [1]
-
- (ii) durante el transcurso de la reacción? [1]
-
- (b) (i) ¿Qué sucederá con la temperatura a medida que los gases comiencen a reaccionar? [1]
-
- (ii) ¿Qué sucederá con la concentración de metanol si se permite que el sistema alcance el equilibrio a menor temperatura? [1]
-

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 4: continuación)

(c) (i) Escriba la expresión de equilibrio para la reacción anterior e indique las unidades de K_c . [1]

.....
.....

(ii) Calcule el valor de K_c si el rendimiento máximo de metanol es del 85 %. [3]

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

(iii) Cuando esta reacción se lleva a cabo a escala industrial, el rendimiento es cercano al 60 %. Sugiera una razón que justifique este hecho. [1]

.....

(iv) El cobre es un buen catalizador para esta reacción. ¿Qué efecto tendrá la adición de cobre sobre el valor de K_c , si es que lo tiene? [1]

.....

SECCIÓN B

Conteste **dos** preguntas. Puede utilizar las hojas con renglones que hay al final de la prueba y continuar si es necesario en un cuadernillo de respuestas adicional, o utilizar únicamente este último. Escriba su nombre, apellido(s) y número de alumno en la portada de los cuadernillos de respuestas adicionales y adjúntelos a esta prueba usando los cordeles provistos.

5. (a) En la tabla 7 del cuadernillo de datos encontrará la energía de primera ionización de los elementos desde el Na al Ar.
- (i) Justifique el aumento **general** de la energía de ionización a lo largo del período. [2]
 - (ii) Explique por qué la energía de primera ionización del aluminio es menor que la del magnesio. [2]
 - (iii) Explique por qué la energía de primera ionización del azufre es menor que la del fósforo. [2]
- (b) Escriba las fórmulas de los cloruros de Na, Mg, Al, Si y P. ¿Por qué no existe el cloruro de argón? Escriba el nombre de los enlaces presentes en el cloruro de silicio dentro de las moléculas y entre ellas. [5]
- (c) Clasifique el carácter ácido-base de **un** óxido de **cada** uno de los elementos del período comprendido entre el Na y el S. Ejemplifique su respuesta escribiendo ecuaciones químicas ajustadas para representar la reacción del óxido de magnesio y de un óxido de fósforo con agua. Explique por qué el agua 'pura' de lluvia tiene pH levemente ácido (pH 5,7). [6]
- (d) (i) Escriba ecuaciones ajustadas para mostrar cómo reacciona el óxido de aluminio con ácido clorhídrico y con hidróxido de sodio. [2]
- (ii) Escriba una ecuación ajustada para mostrar qué sucede cuando se añade FeCl_3 al agua. [1]
- (e) Describa y explique las reacciones redox del Cl_2 , el Br_2 y el I_2 con iones Cl^- , Br^- y I^- . [5]

6. Cuando el sulfato de cobre (II) pentahidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, de color azul, pierde agua, se produce sulfato de cobre (II) monohidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, que es un sólido de color blanco. Este proceso se representa por medio de la siguiente ecuación:



Los datos termodinámicos de las sustancias que intervienen en este proceso reversible, son:

	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$S^\circ / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	-2278	305
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$	-1084	150
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-242	189

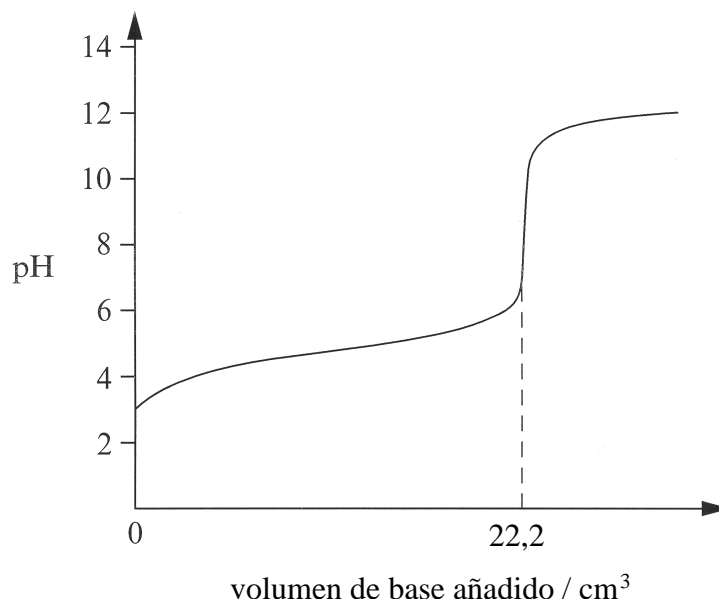
- (a) (i) Nombre y defina los términos ΔH_f° y S° y explique el símbolo 'A'. [5]
- (ii) Explique por qué, en el caso de S° , no se incluye el símbolo 'Δ'. [1]
- (iii) ¿Cuál es el valor de ΔH_f° para el cobre elemental? [1]
- (b) (i) Calcule el valor de ΔH° para la reacción anterior e indique qué información proporciona sobre esta reacción el signo de ΔH° . [4]
- (ii) Calcule el valor de ΔS° para la reacción e indique el significado del signo obtenido. [4]
- (iii) Identifique la función termodinámica que se puede utilizar para predecir la espontaneidad de la reacción e indique sus unidades. [2]
- (c) (i) Utilice los valores obtenidos en (b) para determinar si la siguiente reacción es o no espontánea a 25 °C:



Identifique cuál es el compuesto más estable a 25 °C, si el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ o el $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$. [5]

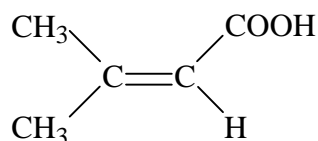
- (ii) Utilice los valores obtenidos en (b) para determinar la temperatura Centígrada por encima de la cual el otro compuesto determinado en (c) (i) es más estable. [3]

7. (a) El siguiente gráfico representa la valoración de $25,0 \text{ cm}^3$ de solución de un ácido monoprótico HA de concentración $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ con una base MOH:

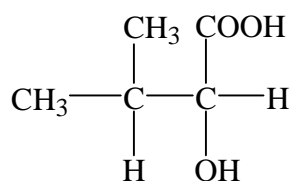


- (i) Indique si el ácido y la base utilizados son débiles o fuertes. Explique su respuesta. [4]
- (ii) Utilice los datos anteriores para determinar la concentración de la base e indique sus unidades. [2]
- (iii) Explique en forma cualitativa cómo funciona un indicador ácido-base, utilizando como ejemplo el HIn. [3]
- (iv) Escriba la expresión de equilibrio para el HIn y muestre cómo se relaciona el valor del pK_a del indicador con el pH al que cambia de color. [3]
- (v) Establezca qué valor de pK_a de un indicador será el más apropiado para utilizar en la valoración anterior. [1]
- (b) Explique por qué una solución de etanoato de sodio acuosa es básica mientras que una solución acuosa de etanoato de amonio es aproximadamente neutra. [4]
- (c) Si el pH del agua de una piscina aumenta por encima de 8, se le añade sulfato de aluminio, $Al_2(SO_4)_3$ para ajustar su pH. Utilice las fórmulas y propiedades ácido-base de los iones presentes para explicar cómo se produce este hecho. [3]
- (d) Un limpiador hogareño contiene amoníaco. Se diluye una muestra de 2,447 g del limpiador con agua hasta obtener un volumen de $20,00 \text{ cm}^3$. Esta solución requiere $28,51 \text{ cm}^3$ de una solución de ácido sulfúrico de concentración $0,4040 \text{ mol dm}^{-3}$ para alcanzar el punto de equivalencia.
- (i) Escriba la ecuación ajustada que representa la reacción entre el ácido sulfúrico y el amoníaco para formar sulfato de amonio. [1]
- (ii) Calcule la cantidad (moles) de ácido sulfúrico necesaria para esta reacción y la cantidad (moles), la masa y el porcentaje de amoníaco en masa que contiene el limpiador hogareño. [4]

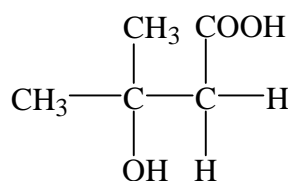
8. La molécula **A** contiene dos grupos funcionales importantes y su fórmula estructural es:



- (a) Para cada uno de los grupos funcionales de **A**, escriba **una** reacción química cuyo resultado indique la presencia de dicho grupo funcional en la molécula. [4]
- (b) (i) Utilice la tabla 18 del cuadernillo de datos para identificar **tres** rangos de absorción infrarroja característicos que correspondan a enlaces específicos del compuesto **A**. [2]
- (ii) Utilice la tabla 19 del cuadernillo de datos para identificar **tres** valores de desplazamiento químico característicos del ^1H RMN de **A**. Establezca la relación de las áreas de los picos obtenidos para el compuesto **A**. [3]
- (c) Cuando el compuesto **A** reacciona con agua en presencia de un catalizador ácido, se pueden obtener los productos **B** y **C**.



Compuesto **B**



Compuesto **C**

- (i) ¿Cuál de las dos técnicas, espectroscopía de IR o RMN será más útil para determinar si el producto se trata del producto **B** o del **C**? Explique su respuesta. [3]
- (ii) ¿Cómo se podrían diferenciar **B** y **C** por medio de una reacción química? Mencione el fundamento de la reacción, qué reactivo se podría utilizar y los resultados esperados tanto para **B** como para **C**. [4]
- (d) (i) Explique qué se entiende por *actividad óptica*. Describa la característica estructural de una molécula ópticamente activa. [2]
- (ii) Identifique qué compuesto, **B** o **C**, presenta actividad óptica. Dibuje las estructuras de los dos enantiómeros para ilustrar claramente la relación entre ellos. ¿En qué se diferencia la actividad óptica de ambos enantiómeros? [4]
- (e) Ambos compuestos, **B** y **C**, contienen dos grupos hidróxido, pero sólo uno de ellos tiene características ácidas. Escriba **dos** razones que justifiquen este hecho en este caso. [3]

