

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE**NOTA IMPORTANTE**

El examen consta de 10 cuestiones, de las que se ha de contestar un MÁXIMO DE CINCO (2 puntos cada una). En el caso de que se responda a un número de preguntas superior, solo se corregirán las cinco primeras contestadas.

1. Considere los siguientes elementos químicos, consecutivos en la Tabla Periódica: Cl (Z=17), Ar (Z=18), K (Z=19).
- a) Escriba la configuración electrónica de cada uno de ellos y en base a ella explique cuál será su número de oxidación más importante. **(0,75 p)**
- Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ su número de oxidación principal será -1, porque tiende a completar el nivel 3, adquiriendo la configuración electrónica del gas noble Ar
- Ar: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ su número de oxidación principal será 0, pues no tiene tendencia ni a perder ni a ganar electrones, al tener su capa de valencia completa
- K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ su número de oxidación principal será +1, pues tiene tendencia a perder el electrón 4s y adquirir la configuración electrónica del gas noble Ar
- (Las especies Cl^- , Ar y K^+ son iones isoelectrónicos, pues tienen la misma configuración electrónica)
- b) Al ser consecutivos en la Tabla Periódica, ¿es de esperar que la reactividad de estos tres elementos sea similar? Justifique brevemente su respuesta. **(0,5 p)**
- No, porque la reactividad depende de la configuración electrónica, que va cambiando entre los distintos grupos. Por tanto, elementos consecutivos en la Tabla pueden tener reactividades muy diferentes, como ocurre en este caso.
- c) Indique, justificando brevemente su respuesta, cuál de los tres elementos tendrá:
- c1) Un mayor radio atómico. **(0,25 p)**
El K, porque tiene un nivel electrónico más
- c2) Un mayor potencial de ionización. **(0,25 p)**
El Ar, porque al tener la capa de valencia completa, es al que más cuesta arrancarle un electrón.
- c3) Una mayor electronegatividad. **(0,25 p)**
El Cl, porque es el que está más hacia la derecha en la Tabla Periódica, exceptuando a los gases nobles, cuya EN es 0.

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

2. a) Dibuje el ciclo de Born-Haber para la formación del LiF(s) a partir de Li(s) y F₂(g), y determine su energía de red, $\Delta H_{\text{red}}[\text{LiF(s)}]$, a partir de los siguientes datos: **(1,5 p)**

Entalpía de formación del LiF(s): $\Delta H_{\text{f}}^{\circ} = -594,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

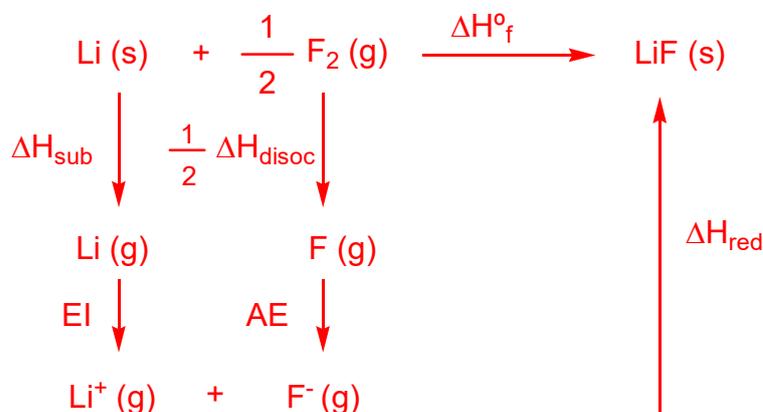
Entalpía de sublimación del Li: $\Delta H_{\text{sub}} = 155,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Entalpía de disociación del F₂: $\Delta H_{\text{disoc}} = 150,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Energía de ionización del Li: $EI = 520 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Afinidad electrónica del F: $AE = -333 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Representamos el ciclo de Born-Haber para el LiF(s):



La variación global de energía en el proceso será igual a la suma de las variaciones de energía de las diferentes etapas:

$$\Delta H_{\text{f}}^{\circ} = \Delta H_{\text{sub}} + \frac{1}{2} \Delta H_{\text{disoc}} + EI + AE + \Delta H_{\text{red}}$$

$$-594,1 = 155,2 + 75,3 + 520 - 333 + \Delta H_{\text{red}}$$

Despejando, sale que $\Delta H_{\text{red}} = -1011,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

- b) Indique si la energía de red del NaCl(s) será mayor o menor (en valor absoluto) que la del LiF(s). Justifique su respuesta. **(0,5 p)**

Será menor, porque las cargas de los iones son las mismas que en el LiF, pero su tamaño es mayor en el NaCl, por lo que la distancia entre los iones será mayor, y por tanto la energía reticular será menor (según la ecuación de Born-Landé).

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

3. Se sabe que la reacción $A + B \longrightarrow C$ es de segundo orden con respecto a A y de primer orden con respecto a B.

a) Escriba la ecuación de velocidad de la reacción. **(0,25 p)**

$$v = k[A]^2[B]$$

b) ¿Es dicha reacción un proceso elemental? Justifique su respuesta. **(0,25 p)**

No lo es, porque entonces la ecuación de velocidad sería $v = k[A][B]$ (es decir, la reacción sería de primer orden en A y en B).

c) ¿Cuáles son las unidades de la velocidad de reacción (v) y de la constante de velocidad (k)? **(0,5 p)**

Las unidades de v son siempre $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

Las unidades de k se obtienen despejando:

$$\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1} = k \text{ mol}^2\cdot\text{L}^{-2}\cdot\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad \text{unidades de k: } \text{L}^2\cdot\text{mol}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}, \text{ (o } \text{s}^{-1}\cdot\text{M}^{-2}\text{)}$$

d) ¿Cómo variarán la velocidad de reacción (v) y la constante de velocidad (k) si se duplica la concentración del reactivo A? **(0,5 p)**

La velocidad de reacción se multiplicará por 4, pero la constante de velocidad no cambiará.

e) ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción (v) y a la constante de velocidad (k) una disminución de la temperatura? **(0,5 p)**

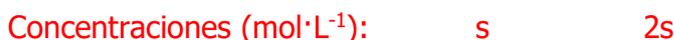
Ambas disminuirán. (k disminuirá, según la Ec. de Arrhenius, y por tanto v disminuirá también).

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

4. a) En un recipiente se encuentra una disolución saturada de $\text{Ni}(\text{OH})_2$ en agua, en equilibrio con 2,0 g de $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$.

a1) Si la concentración de iones hidroxilo en la disolución es $[\text{OH}^-] = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, ¿cuál será la $[\text{Ni}^{2+}]$?
(0,6 p)

Expresamos el equilibrio de solubilidad para el $\text{Ni}(\text{OH})_2$:



Si $[\text{OH}^-] = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ M} = 2\text{s}$, entonces $[\text{Ni}^{2+}] = \text{s} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

a2) Si se extrae del recipiente 1,0 g del precipitado de $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$, ¿qué ocurrirá con las concentraciones $[\text{OH}^-]$ y $[\text{Ni}^{2+}]$ (aumentarán, disminuirán o permanecerán constantes)? Justifique su respuesta. (0,3 p)

No variarán, porque la cantidad de sólido en equilibrio con la disolución saturada no afecta a la solubilidad.

a3) Si se adiciona al recipiente una disolución saturada de NiCl_2 en agua, de forma que la $[\text{Ni}^{2+}]$ en la disolución aumenta, ¿qué ocurrirá con el precipitado de $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$ (su masa aumentará, disminuirá o permanecerá constante)? Justifique su respuesta. (0,3 p)

Aumentará, porque al aumentar la concentración de una de las especies en disolución, el equilibrio se desplazará hacia la izquierda.

b) Calcule la constante del producto de solubilidad (K_{ps}) del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a 25°C si su solubilidad en agua a dicha temperatura es $\text{s} = 1,96 \cdot 10^{-10} \text{ M}$. (0,8 p)

Expresamos el equilibrio de solubilidad para el $\text{Fe}(\text{OH})_3$:



$$K_{\text{ps}} = [\text{Fe}^{2+}] [\text{OH}^-]^3 = \text{s}(3\text{s})^3 = 27\text{s}^4 = 4,0 \cdot 10^{-38}$$

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

5. Calcule el volumen de una disolución de Ca(OH)_2 0,5 M necesario para:

a) Preparar 0,5 L de una disolución de $\text{pH} = 13$. (1 p)

Como $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, resulta que $\text{pOH} = 1$

Como $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$, resulta que $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$ y por $[\text{OH}^-] = 10^{-1} = 0.1 \text{ M}$

El Ca(OH)_2 es una base fuerte que se ioniza completamente en disolución según la ecuación:



Cada mol de Ca(OH)_2 genera dos moles de hidroxilos

Para preparar 0.5 L de una disolución 0.1 M en OH^- necesitaremos 0.05 moles de OH^- y por tanto 0.025 moles de Ca(OH)_2 .

Si necesitamos 0.025 moles de Ca(OH)_2 y tenemos una disolución de Ca(OH)_2 0.5 M, el volumen que necesitaremos tomar de la disolución es de $V = 0.025 / 0.5 = 0.05 \text{ L}$ (50 mL)

b) Neutralizar 100 mL de una disolución de HCl 1 M. (1 p)

Se trata de la reacción entre un ácido fuerte y una base fuerte:



En 100 mL de una disolución de HCl 1 M hay 0.1 moles de HCl

Como la reacción ocurre con estequiometría 1:2, se necesitarán 0.05 moles de Ca(OH)_2

Si necesitamos 0.05 moles de Ca(OH)_2 y tenemos una disolución de Ca(OH)_2 0.5 M, el volumen que necesitaremos tomar de la disolución es de $V = 0.05 / 0.5 = 0.1 \text{ L}$ (100 mL)



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
 EBAU2020 - SEPTIEMBRE

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HIO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

a) Explique cuál es el agente oxidante y cuál el agente reductor. **(0,5 p)**

El agente oxidante es el IO_3^- (o el HIO_3) que se reduce a I_2

El agente reductor es el SO_3^{2-} (o el H_2SO_3) que se oxida a SO_4^{2-} (o a H_2SO_4)

b) Ajuste la reacción mediante el método del ion-electrón. **(1,5 p)**

Semirreacción de reducción: $2 \text{IO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación: $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

Para igualar el número de electrones intercambiados, multiplicamos la semirreacción de oxidación por 5:

Semirreacción de oxidación: $5 \text{SO}_3^{2-} + 5 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 5 \text{SO}_4^{2-} + 10 \text{H}^+ + 10 \text{e}^-$

Sumamos las dos semirreacciones:

$2 \text{IO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 5 \text{SO}_3^{2-} + 5 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{SO}_4^{2-} + 10 \text{H}^+$

Ponemos en forma molecular, eliminando además moléculas de H_2O en cada lado de la reacción:

$2 \text{HIO}_3 + 5 \text{H}_2\text{SO}_3 \longrightarrow 5 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

COMPROBAMOS que hay el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:

H: 12; I: 2; O: 21, S: 5

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

8. Teniendo en cuenta los siguientes potenciales estándar de reducción:

$$E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}; \quad E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}; \quad E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V};$$

a) Explique qué metal es más reductor: el Cu, el Fe o el Zn. Justifique su respuesta. **(0,5 p)**

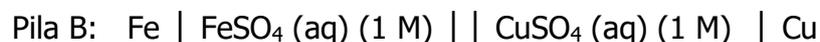
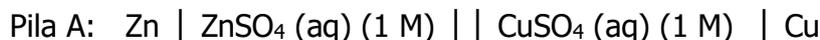
El metal más reductor es el Zn, porque es el que tiene un menor potencial estándar de reducción, (es decir, es el que tiene menor tendencia a reducirse y mayor tendencia a oxidarse, y reducir a otros).

b) Explique si se producirá alguna reacción redox espontánea al adicionar virutas de Cu a una disolución de FeSO_4 , en condiciones estándar. **(0,75 p)**

No se producirá reacción, ya que por los potenciales estándar vemos que el Fe^{2+} no tiene tendencia a reducirse ($E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$ es negativo) ni el Cu tiene tendencia a oxidarse ($E^{\circ}(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = -0.34 \text{ V}$).

La hipotética reacción sería: $\text{FeSO}_4 + \text{Cu} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CuSO}_4$ y su potencial estándar sería $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) - E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = -0.44 - 0.34 = -0.78 \text{ V}$, luego no tendrá lugar de forma espontánea.

c) ¿Cuál de las siguientes pilas galvánicas será más eficiente, en términos de fuerza electromotriz (diferencia de potencial eléctrico)? Justifique numéricamente su respuesta. **(0,75 p)**



Para la pila A, la fuerza electromotriz sería:

$$E^{\circ}_{\text{pila}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ánodo}} = 0,34 - (-0,76) = \mathbf{1,10 \text{ V}}$$

Para la pila B, sería: $E^{\circ}_{\text{pila}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ánodo}} = 0,34 - (-0,44) = \mathbf{0,78 \text{ V}}$

Luego es más eficiente la pila A.

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

9. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 p)

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ b) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$
 c) fenantreno d) ácido 4-metilpentanoico e) ciclohexeno

a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 2-metilbut-1-eno / 2-metil-1-butenob) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ butano-1,3-diol / 1,3-butanodiol

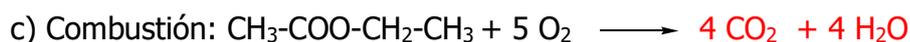
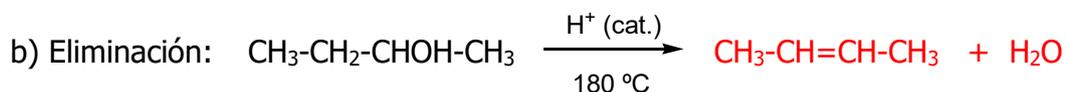
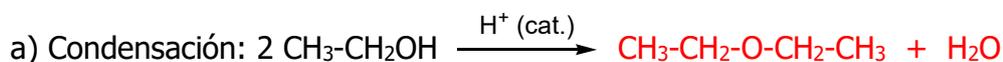
c) fenantreno

d) ácido 4-metilpentanoico $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

e) ciclohexeno



II) Complete las siguientes reacciones orgánicas con todos los productos mayoritarios esperados, según el tipo de reacción indicado: (0,6 p)



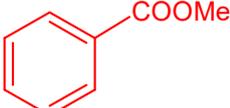
III) Indique el tipo de reacción orgánica que ha tenido lugar (una sola palabra es suficiente): (0,4 p)



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - SEPTIEMBRE

10. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (0,4 p)

a) 2-nitropentano $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{NO}_2)\text{-CH}_3$

b) benzoato de metilo 

II) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos orgánicos e indique justificadamente el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: (1 p)

a) 2,4-dimetilhexano y 3-etilhexano.

2,4-dimetilhexano: $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

3-etilhexano: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

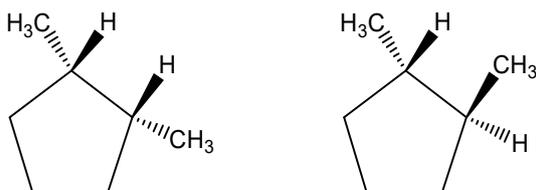
Isomería estructural (o constitucional) de cadena, porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado

b) Butanona y but-2-en-2-ol.

butanona: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$ but-2-en-2-ol: $\text{CH}_3\text{-C}(\text{OH})=\text{CH-CH}_3$

Isomería estructural (o constitucional) de función, porque el grupo funcional cambia (de cetona a enol)

III) Indique justificadamente el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos orgánicos: (0,6 p)



Isomería espacial (o estereoisomería) geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un cicloalcano.