

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2020 - JULIO**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. Dados los elementos Ba (Z=56), Tl (Z=81) y Bi (Z=83):

a) Escriba la configuración electrónica para cada uno de ellos. (0,45 p)

Ba (Z=56): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2$

Tl (Z=81): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^1$

Bi (Z=83): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$

También puede darse (p.ej., para el Bi):

- En función del gas noble anterior: $[\text{Xe}] 6s^2 5d^{10} 4f^{14} 6p^3$

- Ordenada por capas: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^3$

b) ¿Cuál de los tres elementos tendrá un mayor radio atómico? Justifique su respuesta. (0,4 p)

El Ba, porque los tres se encuentran en el mismo periodo, y el radio disminuye a medida que se avanza en un periodo, debido a que aumenta la carga nuclear efectiva y la nube electrónica está cada vez más atraída por el núcleo.

c) ¿Alguno de ellos tendrá como número de oxidación principal +1? Justifique su respuesta. (0,35 p)

El Tl, porque tiene tendencia a perder su único electrón 6p

d) Escriba un posible conjunto de números cuánticos (n,l,m,s) para el electrón diferenciador del Ba. (0,4 p)

(6, 0, 0, +1/2) o (6, 0, 0, -1/2) (Es un electrón 6s)

e) ¿Cuál de los tres elementos es el menos electronegativo? Justifique su respuesta. (0,4 p)

El Ba. Es el que se encuentra más hacia la izquierda en la Tabla Periódica. Tiene una baja afinidad electrónica y un bajo potencial de ionización. Tiene mucha tendencia a perder electrones y muy poca tendencia a ganarlos. Es el que menos tendencia tiene a atraer hacia sí los electrones de su enlace con otro átomo.

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

2. a) Las siguientes sustancias se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente: LiI , Li y I_2 . Explique si en esas condiciones dichas sustancias conducen o no la corriente eléctrica, y por qué. (0,6 p)

El $\text{LiI}(s)$ no conduce la corriente eléctrica porque es un sólido iónico: los iones están fijos en la red iónica y, por tanto, no es conductor.

El $\text{Li}(s)$ sí conduce la corriente eléctrica porque es un metal: los electrones pueden moverse a lo largo de la estructura y, por tanto, es un buen conductor de la electricidad.

El $\text{I}_2(s)$ no conduce la electricidad porque es un sólido molecular: los electrones están localizados en los enlaces y, por tanto, no conduce la electricidad.

- b) ¿Cuál de las tres sustancias anteriores será más soluble en agua? Justifique su respuesta. (0,4 p)

El LiI , porque es un sólido iónico. El Li es un metal, y no será soluble en agua, mientras que el I_2 está formado por moléculas apolares, por lo que no será muy soluble en agua.

- c) Ordene, justificadamente, según su punto de fusión: H_2O , LiF , CH_4 y CH_3COCH_3 . (1 p)

El LiF será la de mayor punto de fusión, pues es un sólido iónico con una gran energía de red. El metano (CH_4) será la de menor punto de fusión, pues es una molécula apolar que establece únicamente enlaces de dispersión de London (de hecho, es un gas a temperatura ambiente). Entre la acetona (CH_3COCH_3) y el agua (H_2O), que son ambas sustancias covalentes con moléculas polares, las interacciones intermoleculares serán mayores en el agua, pues puede establecer enlaces de hidrógeno. Por tanto, el orden es:



En concreto, los valores de los puntos de fusión son:



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

3. Una reacción química transcurre a través las siguientes etapas elementales:

- i) $\text{H}_2 + \text{ICl} \longrightarrow \text{HI} + \text{HCl}$ lenta
ii) $\text{HI} + \text{ICl} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{HCl}$ rápida

a) Escriba la ecuación global para la reacción. (0,4 p)



b) ¿Cuál será la ecuación de velocidad de la reacción, el orden de reacción global y las unidades de la constante de velocidad? (0,9 p)

$$v = k [\text{H}_2][\text{ICl}]$$

(La etapa lenta determina la velocidad de la reacción global, y al ser un proceso elemental la ecuación de velocidad de una etapa puede escribirse a partir de su ecuación química)

Orden de reacción 2 Las unidades de k son $\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ (o $\text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

c) Explique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio. (0,3 p)

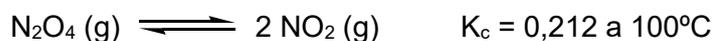
Sí, el HI es un intermedio porque se forma en la primera etapa y se consume en la segunda. (No aparece en la ecuación global de la reacción ni en la ecuación de velocidad).

d) ¿Qué le ocurre a la velocidad de reacción (v) durante el transcurso de la reacción (aumenta, disminuye o permanece constante)? Explique su respuesta. (0,4 p)

Disminuye con el transcurso de la reacción, porque disminuyen las concentraciones de los reactivos.

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

4. El tetraóxido de dinitrógeno se disocia para dar dióxido de nitrógeno según el siguiente equilibrio:



En una mezcla de los dos gases, a 100°C , sus concentraciones son: $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,10 \text{ M}$ y $[\text{NO}_2] = 0,12 \text{ M}$.

a) ¿Se encontrará dicha mezcla en equilibrio? Justifique numéricamente su respuesta. En caso de no ser así, ¿cuáles serán las concentraciones de ambos gases cuando se alcance el equilibrio? (1,75 p)

b) ¿Cómo afectará al equilibrio un aumento de la presión total del sistema? Justifique su respuesta. (0,25 p)

a) Se escribe la expresión para el cociente de reacción Q_c :

$$Q_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{0,12^2}{0,10} = 0,144$$

Como $K_c = 0,212$, resulta que $Q_c < K_c$, por tanto, el sistema no está en equilibrio

Estamos a la izquierda del equilibrio y este se desplazará hacia la derecha.

Planteamos el equilibrio:



Concentraciones iniciales: 0,10 0,12

Concentraciones en el equilibrio: 0,10-x 0,12 + 2x

Se plantea la ecuación para K_c :

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(0,12 + 2x)^2}{0,10 - x} = 0,212$$

Operando, queda: $4x^2 + 0,692x - 0,0068 = 0$

Siendo la solución, $x = 0,0093 \text{ M}$

Luego las concentraciones en el equilibrio serán:

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,10 - 0,0093 = 0,0907 \text{ M}$$

$$[\text{NO}_2] = 0,12 + 2 \cdot 0,0093 = 0,1386 \text{ M}$$

COMPROBACIÓN:

Si sustituyo estos valores en la expresión de K_c , se obtiene el valor correcto de la constante:

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{0,1386^2}{0,0907} = 0,212$$

b) Un aumento de la presión hará que el equilibrio se desplace hacia la izquierda, donde hay menos moles de sustancias gaseosas. (Por tanto, aumentará la $[\text{N}_2\text{O}_4]$ y disminuirá la $[\text{NO}_2]$)

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

5. a) El amoniaco es una base débil, cuya constante de basicidad es $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Calcule el pH de una disolución de NH_3 de concentración $c = 0,15 \text{ M}$. (1 p)

El NH_3 es una base débil (nos dan su K_b). Su equilibrio de disociación es:



Concentraciones, inicio:	0,15	0	0
Conc. Equilibrio:	0,15-x	x	x

La $[\text{OH}^-]$ la podemos obtener de la expresión de K_b :

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,15 - x}$$

Como se trata de una base débil, podemos suponer que $x \ll 0,15$:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,15} ; \quad x = 1,64 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Luego, } \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (1,64 \cdot 10^{-3}) = 2,8$$

$$\text{pH} = 14 - 2,8 = \mathbf{11.2}$$

- b) Explique si una disolución de cloruro amónico (NH_4Cl) en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos, pero sí explicar los procesos químicos que tienen lugar. (1 p)

El NH_4Cl es una sal y estará completamente ionizada en agua:



El anión Cl^- no sufre hidrólisis, pues es la base conjugada de un ácido fuerte (el HCl). Sin embargo, el catión NH_4^+ es el ácido conjugado de una base débil (el NH_3) y por tanto sí sufre hidrólisis según el siguiente equilibrio:



Por tanto, la disolución de NH_4Cl será ácida ($\text{pH} < 7$):

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

6. a) Calcule el pH de la disolución obtenida al mezclar 40 mL de HCl 0,25 M con 25 mL de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,2 M (considere los volúmenes aditivos). (1,25 p)

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



En 40 mL de disolución 0,25 M de HCl hay 0.010 moles de HCl

En 25 mL de la disolución 0,2 M de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hay 0.005 moles de $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Como la estequiometría de la reacción es de 1 mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por 2 moles de HCl, los dos reactivos están en cantidades estequiométricas, así que la neutralización será completa. No sobrará ni $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ni HCl, y el pH de la disolución resultante será neutro, $\text{pH} = 7$.

- b) Calcule el pH de una disolución de $\text{K}(\text{OH})$ 0,05 M. (0,75 p)

Como es una base fuerte, estará completamente ionizada:



Por tanto, la $[\text{OH}^-]$ será de 0.05 M. El pOH será: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0.05) = 1.3$

Luego el $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12.7$

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

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción: $\text{HNO}_3 + \text{KI} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$

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

El agente oxidante es el NO_3^- (o el HNO_3) que se reduce a NO .

El agente reductor es el I^- (o el KI) que se oxida a I_2 .

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

Semirreacción de reducción: $\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \longrightarrow \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación: $2 \text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$

Para igualar el número de electrones intercambiados, multiplicamos la semirreacción de reducción por 2 y la de oxidación por 3:

Semirreacción de reducción: $2 \text{NO}_3^- + 8 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación: $6 \text{I}^- \longrightarrow 3 \text{I}_2 + 6 \text{e}^-$

Sumamos las dos semirreacciones: $2 \text{NO}_3^- + 8 \text{H}^+ + 6 \text{I}^- \longrightarrow 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{I}_2$

Ponemos en forma molecular: $8 \text{HNO}_3 + 6 \text{KI} \longrightarrow 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{I}_2 + 6 \text{KNO}_3$

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

H: 8; N: 8; O: 24; K: 6; I: 6

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

8. En una celda electrolítica se está produciendo la obtención de cobre metálico a partir de CuCl_2 fundido, mediante la siguiente reacción: $\text{CuCl}_2 (\text{l}) \longrightarrow \text{Cu} (\text{s}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$

a) Escriba las semirreacciones que están teniendo lugar en el ánodo y en el cátodo, indicando si se trata de una oxidación o de una reducción (0,5 p)



b) Si la intensidad de la corriente eléctrica es de 1,5 A, calcule cuánto cobre metálico se habrá obtenido al cabo de 2 horas. Datos: $F = 96.500 \text{ C}$, Masa atómica del Cu = $63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (1 p)

Según la Ley de Faraday: $I \cdot t = n_e \cdot F$, donde n_e son los moles de electrones que circulan por la celda electrolítica

La masa de Cu depositada (m) está relacionada con el n_e de la siguiente forma, teniendo en cuenta que para reducir el Cu^{2+} a Cu se necesitan 2 electrones:

$$m = \frac{n_e}{2} M_{\text{Cu}}$$

Despejando n_e y sustituyendo en la Ley de Faraday y despejando entonces m queda que:

$$m = \frac{M_{\text{Cu}} \cdot I \cdot t}{2 \cdot F}$$

Sustituyendo por los valores correspondientes (t tiene que darse en segundos):

$$m = \frac{63,5 \cdot 1,5 \cdot 7200}{2 \cdot 96500} = 3,55 \text{ g de Cu}$$

c) Explique brevemente la principal diferencia entre una celda electrolítica (como la descrita en este ejercicio) y una celda galvánica (también llamada pila galvánica o voltaica). (0,5 p)

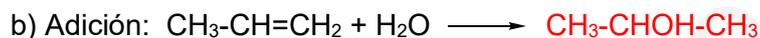
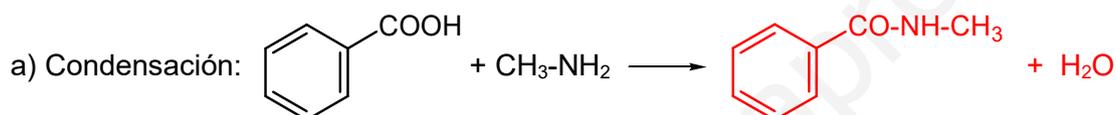
La principal diferencia es la espontaneidad del proceso redox implicado. En una pila galvánica el proceso es espontáneo, y genera una corriente eléctrica. En una celda electrolítica, el proceso no es espontáneo, y se necesita una corriente eléctrica para que tenga lugar.

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

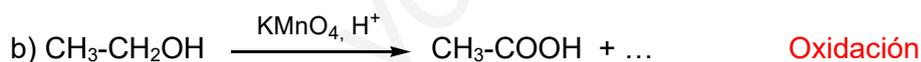
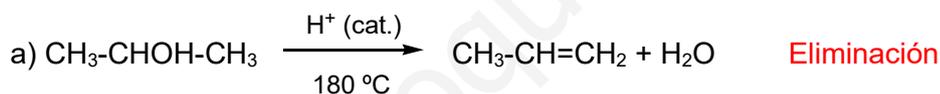
9. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 p)

a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$; b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-NH}_2$; c) etilenglicol; d) propil vinil éter; e) 1-nitropropanoa) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$ heptano-2,5-diona / 2,5-heptanodionab) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-NH}_2$ propanamida / propionamidac) etilenglicol $\text{CH}_2\text{OH-CH}_2\text{OH}$ d) propil vinil éter..... $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ e) 1-nitropropano $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NO}_2$

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 - JULIO

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

a) Pentan-2-amina $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-CH}_3$ b) $\text{CH}_3\text{-CN}$ **acetonitrilo / etanonitrilo (cianuro de metilo, metilcianuro)**

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)

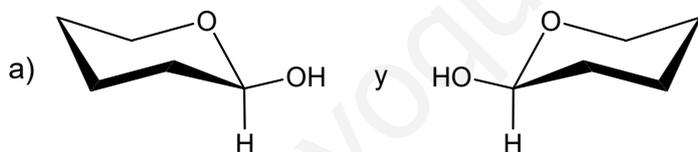
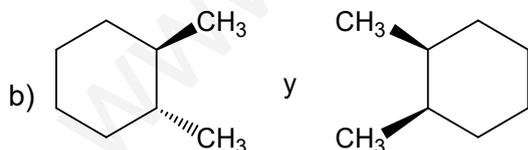
a) Ácido 3-butenoico y propenoato de metilo

ácido 3-butenoico: $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-COOH}$ **propenoato de metilo: $\text{CH}_2=\text{CH-COO-CH}_3$** **Isomería estructural (o constitucional) de función, porque el grupo funcional cambia (de ácido carboxílico a éster)**

b) Isobutanol y n-butanol.

isobutanol: $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{OH}$ n-butanol: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ **Isomería estructural (o constitucional) de cadena, porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado. En ambos compuestos el grupo hidroxilo está en posición 1: isobutanol es el metilpropan-1-ol y n-butanol es el butan-1-ol**

III) Indique justificadamente el tipo y subtipo de isomería que presentan los siguientes pares de compuestos orgánicos: (0,6 p)

**Presentan isomería espacial (o estereoisomería) óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de un carbono quiral).****Isomería espacial (o estereoisomería) geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un cicloalcano.****(NOTA: no son isómeros ópticos, porque no son imágenes especulares)**