

222 QUÍMICA EBAU2023 - JUNIO

1. Considere el elemento con $Z = 35$, y un anión mononegativo de dicho elemento.

- a) Indique el nombre y símbolo atómico del elemento. **(0,25 p)** **Bromo (Br)**
- b) Indique el número de protones, neutrones y electrones del anión mononegativo, sabiendo que el isótopo más abundante de este elemento tiene una masa de 80 u. **(0,30 p)**
35 protones, 36 electrones y 45 neutrones
- c) Escriba la configuración electrónica del anión. **(0,50 p)**
(La configuración electrónica del Br es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ o $[Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^5$)
Por tanto, la del anión bromuro (Br^-), será: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ o $[Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^6$
- d) ¿Qué elemento de la Tabla Periódica es isoelectrónico con dicho anión? **(0,25 p)** **El Kriptón (Kr)**
- e) Razone cómo será el radio del anión, comparado con el del elemento (mayor, menor o igual). **(0,25 p)**
Los radios de los aniones siempre son mayores que los de los correspondientes átomos neutros, ya que al ganar electrones aumentan las repulsiones interelectrónicas y la nube electrónica se expande.
- f) Explique si los siguientes conjuntos de números cuánticos pueden corresponder a un electrón de un átomo de dicho elemento, en su estado fundamental: **(0,45 p)**
- i) $(4, 3, 2, +\frac{1}{2})$: **No, porque sería un electrón 4f, y el subnivel 4f no está ocupado en este elemento en su estado fundamental.**
 - ii) $(3, 2, 0, +\frac{1}{2})$: **Sí, porque se trata de un electrón 3d**
 - iii) $(3, 0, 1, +\frac{1}{2})$: **No, porque si $l = 0$ (orbital s), m sólo puede valer 0**
- No se pregunta si los conjuntos de números cuánticos son posibles, sino si pueden corresponder a un electrón de un átomo de dicho elemento, en su estado fundamental**

2. Considere el gas metano y el gas butano y, basándose en las características de su enlace:

- a) Indique qué tipo de compuestos son (metálicos, iónicos, covalentes atómicos o covalentes moleculares). **(0,40 p)** **Son compuestos covalentes moleculares**
- b) Razone cuál de ellos tendrá un mayor punto de ebullición. **(0,60 p)**
Al tratarse de compuestos covalentes moleculares, sus puntos de ebullición dependerán de las fuerzas intermoleculares. Como se trata de moléculas apolares (en general, debido a la baja diferencia de electronegatividad entre C e H, todos los hidrocarburos se consideran moléculas apolares), sus moléculas estarán unidas por fuerzas de dispersión de London (fuerzas de van der Waals dipolo instantáneo-dipolo inducido). Estas fuerzas aumentan al aumentar el tamaño de las moléculas, por lo que el punto de ebullición del butano (C_4H_{10}) será mayor que el del metano (CH_4). (En concreto, el punto de ebullición del butano es de $-1^\circ C$ mientras que el del metano es de $-161.6^\circ C$).
- c) Explique si serán conductores de la electricidad. **(0,40 p)**
Al ser compuestos covalentes no son conductores de la electricidad, pues los electrones se encuentran localizados en los enlaces.
- d) Explique cómo será su solubilidad en agua, comparada con la del amoníaco (NH_3). **(0,60 p)**
Al formar moléculas apolares, el metano y el butano serán mucho menos solubles en agua que el NH_3 , que es un compuesto covalente molecular cuyas moléculas sí son polares y que además pueden formar puentes de H con el agua.
(La solubilidad del NH_3 en agua, a $20^\circ C$, es de 34 g en 100 mL, mientras que la del butano es de 6.1 mg/100mL y la del metano de 2.2 mg/100 mL. Además, las disoluciones de NH_3 en agua son básicas, formándose hidróxido amónico, NH_4OH).

NOTA: pueden despreciarse los 4 mL añadidos frente al V inicial de 1 L (es decir, considerar que el V de la mezcla es 1 L). La conclusión sería la misma y el ejercicio se considerará también bien resuelto.

222 QUÍMICA EBAU2023 - JUNIO

5. a) 5 mL de una disolución de NaOH se mezclan con 10 mL de una disolución de HCl 0,2 M. La disolución así obtenida tiene pH = 2. Calcule la concentración de la disolución inicial de NaOH. **(1,50 p)**

Se mezclan un ácido fuerte con una base fuerte: $\text{NaOH (aq)} + \text{HCl (aq)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{NaCl (aq)}$

No sabemos los moles de NaOH iniciales, pero sí los de HCl:

$$0.01 \text{ L} \cdot 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ moles de HCl había inicialmente}$$

Sólo una parte de esos $2 \cdot 10^{-3}$ moles de HCl se han neutralizado con el NaOH, ya que la mezcla resultante es ácida con pH = 2, es decir, tiene una $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} = 0.01 \text{ M}$, que en un V_{total} de 15 mL suponen:

$$0.015 \text{ L} \cdot 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ moles H}_3\text{O}^+ \text{ quedan en la mezcla resultante}$$

(Como el HCl es un ácido fuerte, está totalmente ionizado: $\text{HCl (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} + \text{Cl}^- \text{ (aq)}$), así que los moles de H_3O^+ son los moles de HCl que han quedado sin neutralizar)

Si había $2 \cdot 10^{-3}$ moles de HCl y quedan $1.5 \cdot 10^{-4}$, se han neutralizado $1.85 \cdot 10^{-3}$ moles de HCl.

Por tanto, **había también $1.85 \cdot 10^{-3}$ moles de NaOH en la disolución**. Como su V era de 5 mL, su concentración era: $1.85 \cdot 10^{-3} \text{ moles} / 0.005 \text{ L} = 0.37 \text{ M}$

- b) Se valoran 10 mL de la disolución de NaOH del apartado anterior con el HCl 0,2 M del apartado anterior. Si se llena la bureta con 20 mL del HCl 0,2 M, razone si serán suficientes para llegar al punto de equivalencia. (NOTA: este apartado puede contestarse sin conocer el resultado del anterior). **(0,50 p)**

Sí será suficiente, porque según el apartado anterior, para 5 mL de la disolución de NaOH y 10 mL de HCl 0,2M, sobraba HCl, así que para el doble de NaOH, sobrará también con el doble de HCl.

Podemos comprobarlo si tenemos la $[\text{NaOH}]$ calculada en el apartado anterior (0.37 M):

En el punto de equivalencia: $V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}}$

$$10 \text{ mL} \cdot 0.37 \text{ M} = V_{\text{HCl}} \cdot 0.2 \text{ M}; \quad V_{\text{HCl}} = 18.5 \text{ mL}, \text{ luego 20 mL sí son suficientes}$$

6. a) Calcule el pH de una disolución de $\text{CH}_3\text{COOH (aq)}$ ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$), de concentración $c = 0,2 \text{ M}$. **(1,0 p)**

El CH_3COOH es un ácido débil: $\text{CH}_3\text{COOH (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- \text{ (aq)} + \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)}$

Concentraciones, inicio:	c	0	0
Concentraciones, equilibrio:	c-x	x	x

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x$, donde x lo podemos sacar de la expresión de K_a :

$$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c - x} \quad \text{Como se trata de un ácido débil, podemos suponer que } x \ll c:$$

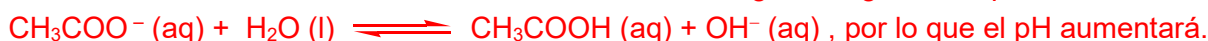
$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c}; \quad 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2 = x^2; \quad x = 1,9 \cdot 10^{-3} \quad \text{Luego, } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x = 2,72$$

- b) Explique cómo variará el pH (aumentará, disminuirá o permanecerá igual), si a 100 mL de la disolución anterior se le adicionan 100 mL de una disolución 0,2 M de CH_3COONa . **(0,50 p)**

El CH_3COONa (un sal), estará completamente ionizado: $\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{CH}_3\text{COO}^- \text{ (aq)}$

El catión Na^+ no afecta al pH, pero el anión CH_3COO^- tendrá el efecto de desplazar el equilibrio de disociación del CH_3COOH hacia la izquierda, por lo que disminuirá la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ y el pH aumentará.

Visto de otra forma, el anión CH_3COO^- sufrirá hidrólisis según el siguiente equilibrio:



- c) ¿Cuál será la concentración de iones Na^+ en la disolución resultante del apartado b)? **(0,50 p)**

Como los iones Na^+ no participan en ningún equilibrio, la cantidad total de iones Na^+ no varía. Como el V final es de 200 mL, la $[\text{Na}^+]$ en la mezcla será la mitad que la inicial, es decir 0.1 M

222 QUÍMICA EBAU2023 - JUNIO

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción (sin ajustar): $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$

a) Indique cuál es el agente oxidante y el reductor, y cómo varía su estado de oxidación. (0,60 p)

Es una reacción de desproporción o dismutación, ya que el Cl_2 actúa a la vez como:

Agente oxidante (reduciéndose de Cl_2 a Cl^-) Pasa de e.o. 0 a -1

Agente reductor (oxidándose a ClO^-) Pasa de e.o. 0 a +1

b) Ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción, indicando los electrones intercambiados. (1,20 p)

Semirreacción de oxidación: $\text{Cl}_2 + 4 \text{OH}^- \longrightarrow 2 \text{ClO}^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$

También se admite: $\text{Cl}_2 + 4 \text{KOH} \longrightarrow 2 \text{KClO} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{K}^+ + 2 \text{e}^-$

O en medio ácido: $\text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ClO}^- + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

Semirreacción de reducción: $\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{Cl}^-$ (o $1/2 \text{Cl}_2 + 1 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-$)

c) Escriba la reacción global completamente ajustada. (0,20 p)

$2 \text{Cl}_2 + 4 \text{OH}^- \longrightarrow 2 \text{ClO}^- + 2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$

$2 \text{Cl}_2 + 4 \text{KOH} \longrightarrow 2 \text{KClO} + 2 \text{KCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$ ($\text{Cl}_2 + 2 \text{KOH} \longrightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$)

8. Se realiza la electrolisis de una disolución acuosa de AgNO_3 empleando dos electrodos de grafito. En uno de ellos se deposita Ag(s) y en el otro se desprende un gas. Teniendo en cuenta que el agua puede sufrir los siguientes procesos redox: $\text{H}_2\text{O} + 1 \text{e}^- \longrightarrow 1/2 \text{H}_2 + \text{OH}^-$ y $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1/2 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$, y que ni el grafito ni el nitrato participan en la reacción, conteste a las siguientes cuestiones:

a) ¿En qué electrodo (cátodo o ánodo) se depositará la Ag ? Escriba esta semirreacción ajustada. (0,50 p)

La Ag(s) se forma a partir de los cationes Ag^+ , así que sufre una reducción, que ocurrirá en el cátodo.

La semirreacción es: $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + 1 \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag} (\text{s})$

b) Explique qué gas se desprenderá en el otro electrodo y escriba la semirreacción correspondiente, así como la reacción global de la celda electrolítica. NOTA: no se necesitan los potenciales redox. (0,75 p)

El otro electrodo será el ánodo. En él tiene que tener lugar una oxidación. El H_2 se forma por reducción de los H^+ del agua y el O_2 por oxidación de los OH^- . Por tanto, en el ánodo se desprenderá oxígeno.

La semirreacción es: $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1/2 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ ($2 \text{OH}^- \longrightarrow 1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$)

La reacción global es: $2 \text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow 1/2 \text{O}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{Ag} (\text{s})$

O, más completa: $2 \text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow 1/2 \text{O}_2 (\text{g}) + 2 \text{HNO}_3 (\text{aq}) + 2 \text{Ag} (\text{s})$

c) ¿Cuántos moles de Ag se habrán depositado al cabo de 3 h de electrolisis, si la corriente aplicada es de 2 A? Dato: $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$. NOTA: no se necesita el peso atómico de la Ag para contestar. (0,75 p)

Según la Ley de Faraday: $I \cdot t = n_e \cdot F$ (t en segundos); $2 \cdot 10.800 = n_e \cdot 96.500$; $n_e = 0,224$ moles de e^-

Como para depositar un mol de Ag(s) se necesita un mol de electrones, los moles de Ag(s) depositada serán también 0,224 moles

También se puede partir de la siguiente ecuación:

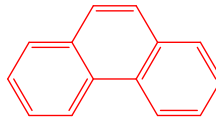
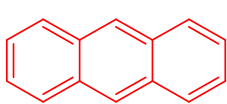
$$m = \frac{M_{\text{Ag}} \cdot I \cdot t}{1 \cdot F} = \frac{M_{\text{Ag}} \cdot 2 \cdot 10800}{1 \cdot 96500}; \quad \frac{m}{M_{\text{Ag}}} = \frac{2 \cdot 10800}{1 \cdot 96500} = 0,224$$

Como m/M_{Ag} es el número de moles de Ag , se llega a la misma solución que antes.

222 QUÍMICA EBAU2023 - JUNIO

9. a) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: **(1,10 p)**

i) antraceno y fenantreno



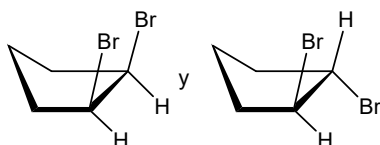
Isomería estructural de cadena
(también se acepta de posición)

ii) pentan-3-ona y pent-2-en-3-ol



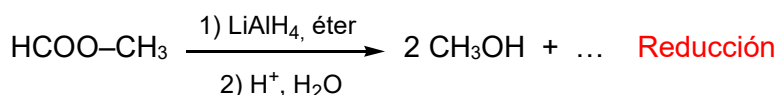
Isomería estructural de función

- b) Indique el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos: **(0,25 p)**



Isomería espacial (o estereoisomería) geométrica
(*cis-trans* o *Z/E*)

- c) Indique el tipo de reacción orgánica (una sola palabra es suficiente): **(0,25 p)**



Reducción

- d) Nombre las dos sustancias orgánicas que intervienen en la reacción anterior. **(0,40 p)**

formiato de metilo (metanoato de metilo), metanol

10. a) Formule o nombre: **(0,40 p)**

i) $\text{CH}_2=\text{CH--C}\equiv\text{C--CH}_2\text{--CH}_3$ hex-1-en-3-ino (1-hexen-3-ino)

ii) N-propilformamida $\text{HCO--NH--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$

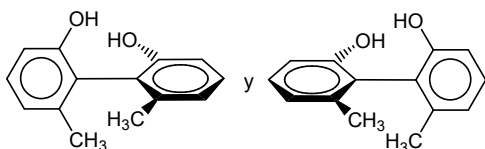
- b) Escriba las fórmulas semidesarrolladas del anisol y el fenilmetanol e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí estos dos compuestos. **(0,50 p)**

anisol: Ph--O--CH_3

fenilmetanol: $\text{Ph--CH}_2\text{OH}$

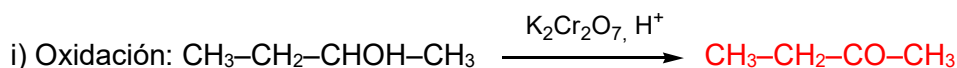
Isomería estructural de función

- c) Indique el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos: **(0,20 p)**

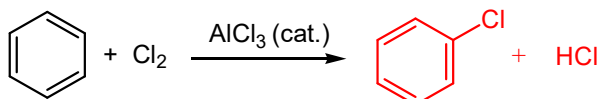


Isomería espacial (o estereoisomería) óptica
(son enantiómeros),

- d) Complete las siguientes reacciones orgánicas, según el tipo de reacción indicado: **(0,50 p)**



ii) Sustitución (electrófila aromática) (dos productos):



- e) Nombre los reactivos orgánicos de partida en las dos reacciones anteriores. **(0,40 p)**

i) butan-2-ol o 2-butanol

ii) benceno