

A.1 Considere los elementos A (un halógeno cuyo anión contiene $18 e^-$), B (un metal alcalinotérreo del tercer periodo) y C (un elemento del grupo 16 que contiene $16 e^-$).

- a) (1 punto) Identifique los elementos A, B y C con su nombre y símbolo, y escriba la configuración electrónica de cada uno de ellos en su estado fundamental.
- b) (1 punto) Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
- b.1. El elemento C es el que presenta una mayor energía de ionización.
- b.2. El elemento con mayor radio atómico es el B.

- a) A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 C: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Atendiendo a sus configuraciones electrónicas, A es el cloro (Cl), B es el magnesio (Mg) y C, el azufre (S)

- b)
- b.1. El elemento C es el que presenta una mayor energía de ionización.
 Falso. A es el elemento con mayor energía de ionización ya que al pertenecer todos al mismo periodo, la energía de ionización será mayor en el elemento que más a la derecha esté en la tabla periódica. Esto se debe a que los electrones de su última capa estarán más atraídos por el núcleo, que tiene mayor número de protones. Por tanto, la energía necesaria para arrancar un electrón de su última capa será mayor.
- b.2. El elemento con mayor radio atómico es el B.
 Verdadero. Al pertenecer todos los elementos al mismo periodo, el que tiene mayor radio atómico será el que más a la izquierda se encuentre. Esto se debe a que al avanzar en un periodo, aumenta el número de electrones y por tanto el número de protones que atraen con más fuerza los electrones del átomo, produciendo una disminución de tamaño.

A.2. Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y responda a las cuestiones:

- a) (0,5 puntos) Los compuestos butanal y butanona son isómeros de función del but-3-en-1-ol. Escriba la fórmula semidesarrollada y nombre y señale el grupo funcional de cada uno de los tres compuestos.
- b) (0,5 puntos) En la reacción de adición del ácido bromhídrico al propeno se obtiene como producto mayoritario 1-bromopropano. Formule la reacción e indique la regla que sigue.
- c) (0,5 puntos) En la reacción de eliminación del pentan-2-ol con ácido sulfúrico y calor se

obtiene como producto mayoritario pent-2-eno. Formule la reacción e indique la regla que sigue.

d) (0,5 puntos) El policloruro de vinilo (PVC) se obtiene a partir de cloroetano o cloruro de vinilo mediante una reacción de polimerización por condensación.

a) Butanal: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$

Butanona: $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$

But-3-en-1-ol: $\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH=CH-CH}_3$

Verdadero, los 3 tienen el mismo número de átomos y en la misma cantidad.

b) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{Br})\text{-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2(\text{Br})$

Según la regla de Markonikov, el producto mayoritario será aquel en el que el hidrógeno de HBr se une al carbono con más cantidad de H.

En este caso el producto mayoritario es el 2-bromo-propano

Falso

c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$

+ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$

Según la regla de Saytzeff, el doble enlace se va a formar entre el C del que sale el OH y el carbono adyacente que contenga menos H. En este caso, el producto mayoritario será el penta-2-eno.

Verdadero

d) Falso, se forma por polimerización de adición.

A.3. Para la reacción $2 \text{NO} (\text{g}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$ el orden parcial de cada reactivo es uno.

a) (0,5 puntos) Escriba una expresión para su ecuación de velocidad y calcule el orden total de la reacción.

b) (0,75 puntos) Para un valor inicial de $[\text{NO}]$ y $[\text{H}_2]$ de $0,0025 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ y $0,075 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente, la velocidad es $4,5\cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. Determine la constante de velocidad y sus unidades.

c) (0,75 puntos) Razone cómo afectará la presencia de un catalizador a la velocidad de la reacción, la energía de activación, ΔH , ΔS y ΔG .

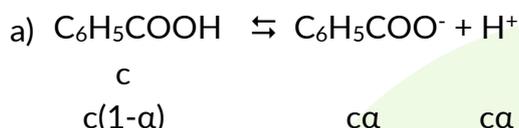
a) $v = k[\text{H}_2][\text{NO}]$

El orden total de la reacción es 2.

- b) Sustituyendo en $v=k[H_2][NO]$, se obtiene una constante de $k=2,4 \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$
- c) La presencia de un catalizador afecta a la energía de activación disminuyéndola, aumentando así la velocidad de la reacción. En cuanto a la entalpía, la entropía y la energía libre, no se ven afectadas por la presencia de un catalizador.

A.4. Una disolución acuosa de ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$) 0,100 M tiene un grado de disociación del 2,5%.

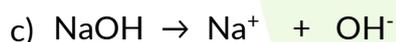
- a) (0,75 puntos) Determine la constante de disociación del ácido y la constante de basicidad de su base conjugada.
- b) (0,5 puntos) Calcule el pH de la disolución.
- c) (0,75 puntos) Determine el volumen de disolución de NaOH 0,0500 M que habría que añadir a 50,0 mL de la disolución del ácido para neutralizarlo completamente. Razone si el pH final será ácido, básico o neutro.



$$K_c = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0,1 \cdot 0,025^2}{1-0,025} = 6,41 \cdot 10^{-5}$$

b)

$$pH = -\log([H^+]) = -\log(0,1 \cdot 0,025) = 2,6$$



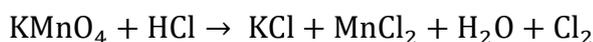
$$V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = V_{\text{benzoico}} \cdot M_{\text{benzoico}} \rightarrow V_{\text{NaOH}} = \frac{0,05 \cdot 0,1}{0,05} = 0,1 \text{ L}$$

A.5. El permanganato de potasio reacciona con el ácido clorhídrico produciendo cloruro de potasio, cloruro de manganeso (II), agua y cloro molecular.

- a) (1 punto) Ajuste las reacciones iónica y molecular utilizando el método del ion-electrón. Indique las especies oxidante y reductora.
- b) (1 punto) Determine el volumen de ácido clorhídrico comercial del 36% de riqueza en peso y densidad $1,18 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ que se necesitará para que reaccionen completamente 5,00 g de permanganato de potasio.

Datos. Masas atómicas (u): H = 1,0; O = 16,0; Cl = 35,5; K = 39,1; Mn = 55,0.

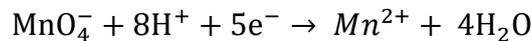
a)



Semirreacción de oxidación:



Semirreacción de reducción:



Reacción igualada:



Especie oxidante: MnO_4^-

Especie reductora: Cl^-

b)

$$\text{moles de KMnO}_4 = \frac{m_{\text{MnO}_4}}{M_{\text{KMnO}_4}} = \frac{5}{4 \cdot 16 + 55 + 39,1} = 0,0316 \text{ mol}$$

$$\text{moles de HCl} = \frac{16}{2} \cdot 0,0316 = 0,25 \text{ mol}$$

$$\text{masa de HCl (puro)} = \text{moles de HCl} \cdot M_{\text{HCl}} = 0,25 \cdot (1 + 35,5) = 9,125 \text{ g}$$

$$\text{masa de HCl (comercial)} = \frac{36}{100} \text{ masa de HCl (puro)} = 25,35 \text{ g}$$

$$d = \frac{\text{masa de HCl (comercial)}}{V} \rightarrow V = \frac{\text{masa de HCl (comercial)}}{d} = \frac{25,35}{1,18} = 21,481 \text{ mL} \\ = 0,021481 \text{ L}$$

B.1 Considere las moléculas NaBr, NH₃, CH₄ y HCl.

- a) (1 punto) Justifique, mediante el tipo de enlace y las distintas fuerzas intermoleculares presentes, qué punto de ebullición corresponde a cada molécula: -33,3 °C, -85,1 °C, 1396 °C y -161,6 °C.
- b) (1 punto) Indique la hibridación del átomo central y la geometría de las moléculas NH₃ y CH₄.

a)

Compuesto	Tipo de enlace	Polaridad	Fuerzas intermoleculares	Punto de ebullición
NaBr	Iónico	Polar	Dipolos permanentes	1396 °C
NH ₃	Covalente	Polar	Dipolos permanentes Puentes de hidrógeno	-33,3 °C
CH ₄	Covalente	Apolar	Dipolos inducidos	-161,6 °C
HCl	Covalente	Polar	Dipolos permanentes	-85,1 °C

b) NH_3

N: $1s^2 2s^2 2p^3$

H: $1s^1$

El Nitrógeno hibrida a 4 orbitales sp^3 . 3 de ellos los usará para enlazarse con los átomos de hidrógeno. El orbital que queda estará ocupado por 2 electrones. Esto hace que el amoníaco tenga una geometría de pirámide trigonal.

CH_4

C: $1s^2 2s^2 2p^2$

H: $1s^1$

El carbono hibrida a 4 orbitales sp^3 . Todos ellos los usará para enlazarse con los átomos de hidrógeno. Por tanto, su geometría es tetraédrica.

B.2. Escriba todos los productos de las siguientes reacciones orgánicas, indique el tipo de reacción y nombre los compuestos orgánicos implicados.

a) (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl} + \text{NaOH} \rightarrow$

b) (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-CHO} + \text{H}_2 \rightarrow$

c) (0,5 puntos) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow$

d) (0,5 puntos) $\text{CH}_3\text{-C(OH)(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow$

a) 1-cloropropano + hidróxido de sodio \rightarrow propan-1-ol + cloruro de sodio

Es una reacción de sustitución en la que se cambia el Cl por el OH.

Propan-1-ol: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$

b) Etanal + hidrógeno molecular \rightarrow etanol

Es una reacción de reducción

c) Ácido benzoico + etanol \rightarrow benzoato de etilo + agua

Es una reacción de condensación llamada esterificación en la que a partir de un ácido y un alcohol se obtiene un éster más agua.

Benzoato de etilo: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$

d) 2-metil-butan-2-ol + ácido sulfúrico/calor \rightarrow $\text{CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH-CH}_2\text{-CH}_3$ (mayoritario) + $\text{CH}_2\text{=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Esta reacción se corresponde con la deshidratación de un alcohol, una reacción de eliminación en la que se forma un alqueno a partir de un alcohol en presencia de ácido sulfúrico. Para encontrar el producto mayoritario, hay que aplicar la regla de Saytzeff. Esta establece que el alqueno más probable es aquel en el que se extrae un hidrógeno del carbono adyacente al carbono con el grupo alcohol con menor número de átomos hidrógeno.

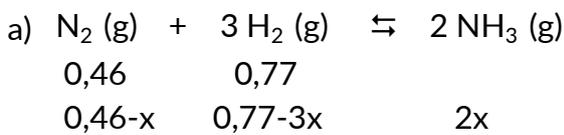
$\text{CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH-CH}_2\text{-CH}_3$: 2-metilpent-2-eno

$\text{CH}_2\text{=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$: 2-metilpent-1-eno

B.3. En un reactor se introducen 0,46 mol de N_2 y 0,77 mol de H_2 . Cuando se alcanza el equilibrio a 800 K: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ ($\Delta H = -107,2$ kJ), se han formado 0,012 mol de amoníaco y la presión total del recipiente es 13,1 atm.

- (1 punto) Calcule el valor de K_c .
- (0,5 puntos) Determine el valor de K_p .
- (0,5 puntos) Razone cómo se modificará el rendimiento de la reacción si se realiza a 1200 K.

Dato. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.



$$2x = 0,012 \rightarrow x = 0,006 \text{ mol}$$

$$\text{Moles de } N_2 = 0,46 - 0,006 = 0,454 \text{ mol}$$

$$\text{Moles de } H_2 = 0,77 - 3 \cdot 0,006 = 0,752 \text{ mol}$$

$$pV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{p} = \frac{(0,454 + 0,752 + 0,012) \cdot 0,082 \cdot 800}{13,1} = 6,1 \text{ L}$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{\left(\frac{0,012}{6,1}\right)^2}{\frac{0,454}{6,1} \cdot \left(\frac{0,752}{6,1}\right)^3} = 0,028$$

b)

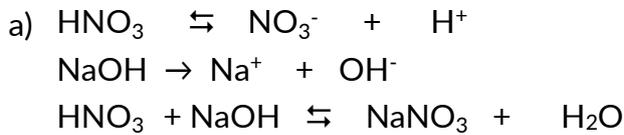
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 0,028(0,082 \cdot 800)^{-2} = 6,45 \cdot 10^{-6}$$

- Según Le Chatelier, un aumento de la temperatura, desplaza la reacción hacia el sentido endotérmico. El sentido endotérmico de esta reacción se corresponde con la reacción inversa. Esto significa que un aumento de temperatura desplaza el equilibrio hacia los reactivos, resultando en una disminución del rendimiento de la reacción.

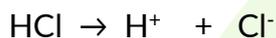
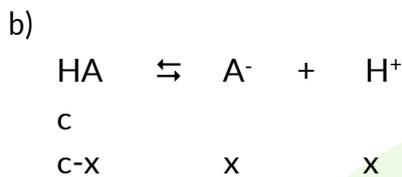
B.4. Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Tras la adición de hidróxido de sodio 0,20 M a 100 mL de ácido nítrico 0,050 M se obtiene una disolución de pH neutro. Escriba la reacción que tiene lugar y calcule el volumen que se añade de la base.
- (1 punto) El ácido láctico (HA) es un compuesto orgánico con una constante de acidez de $1,38 \cdot 10^{-4}$ y masa molecular $90,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Se preparan 100 mL de una disolución de

ácido láctico cuyo pH es el mismo que el de otra disolución de HCl 0,0200 M. Determine los gramos de ácido láctico necesarios para preparar la disolución.



$$V = \frac{M_{\text{HNO}_3} \cdot V_{\text{HNO}_3}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{0,05 \cdot 0,1}{0,2} = 0,025 \text{ L}$$



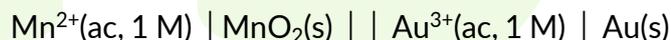
$$[\text{H}^+] = 0,02\text{M} = [\text{A}^-] = x$$

$$K_a = \frac{x \cdot x}{c - x} \rightarrow c = 2,92 \text{ M}$$

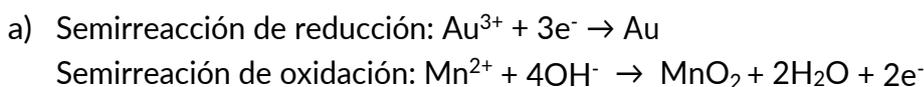
$$\text{moles de HA} = 2,92 \cdot 0,1 = 0,292 \text{ mol}$$

$$\text{gramos de HA} = 0,292 \cdot 90 = 26,27\text{g}$$

B.4. Una pila en medio básico tiene la siguiente notación:



- a) (1 punto) Escriba ajustadas por el método ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción, indicando el ánodo, el cátodo y qué especies actúan como oxidante y reductora.
- b) (1 punto) Determine el potencial de la pila y prediga la espontaneidad del proceso redox.
 Datos. E^0 (V): $\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+} = 1,23$; $\text{Au}^{3+}/\text{Au} = 1,50$.



La especie oxidante es Au^{3+} y la especie reductora es Mn^{2+} .

El cátodo es donde ocurre la semirreacción de reducción y el ánodo donde ocurre la de

oxidación.

$$b) E_{\text{pila}}^0 = E_{\text{cátodo}}^0 - E_{\text{ánodo}}^0 = 1,50 - 1,23 = 0,27$$

Es una reacción espontánea ya que el potencial de pila es positivo.

