

SOLUCIONES

PREGUNTA 1

La guerra de Ucrania, iniciada en 2014 con la ocupación por parte de Rusia de la península de Crimea, y que posteriormente experimentó una importante escalada bélica a partir del 24 de febrero de 2022, ha puesto sobre la mesa la dependencia europea de los combustibles gaseosos procedente de Rusia y que, mayoritariamente eran transportados por medio de gasoductos como el Nord Stream 1 y el Soyuz Brotherhood.

Los principales combustibles gaseosos empleados en Europa son:

- El gas natural (compuesto mayoritariamente por metano)
- El propano y el butano (que son principalmente gases licuados del petróleo)

En la tabla se recogen los valores de entalpías estándar de combustión junto a otros parámetros de interés:

	$\Delta H^\circ_{\text{combustión}}$ (kJ/mol)	Punto de ebullición (°C)	Punto de inflamabilidad (°C)
Metano (gas natural)	-885,4	-162	-188
Propano	-2219,2	-42	-104
Butano	-2878,6	-1	-60

a) Teniendo en cuenta que, en España, la tradicional “bombona de gas” contiene 12,5 kg de gas. Calcula cuál de los tres gases produce un mayor calor de combustión por bombona.

b) De la información proporcionada de estos 3 combustibles gaseosos ¿Se puede encontrar un motivo por el que el propano y el gas natural se empleen más en las zonas de frío intenso, mientras que el butano lo haga en las zonas más templadas? Justifique su respuesta.

c) Enuncia la ley de Hess y, haciendo uso de ella, calcule las entalpías estándar de formación del propano y del butano, empleando para ello los datos que se incluyen en esta pregunta.

Datos: Masas atómicas. C=12 u. H=1 u. O=16 u.

Entalpías estándar de formación: $\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$

Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos; b) 0,5 puntos; c) 1,0 puntos.

a) Para el metano $-885,4 \text{ kJ/mol} \cdot 781,25 \text{ moles} = -691718,7 \text{ kJ}$

- Para el propano $-2219,2 \text{ kJ/mol} \cdot 284,09 \text{ moles} = -630454,5 \text{ kJ}$

- Para el butano $-2878,6 \text{ kJ/mol} \cdot 215,52 \text{ moles} = -620395,8 \text{ kJ}$

De los datos obtenidos se desprende que $Q(\text{metano}) > Q(\text{propano}) > Q(\text{butano})$

b) El punto de ebullición del butano, por ser (-1°C) próximo a 0°C tendería a estar en estado líquido en esas regiones. frías.

c) las reacciones estándar de formación del propano y el butano que son las que queremos calcular:

$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) + 4 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_c(\text{C}_3\text{H}_8) = -104,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) + 5 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_c(\text{C}_4\text{H}_{10}) = -124,8 \text{ kJ/mol}$$

PREGUNTA 2

PROPUESTA 2A

- 2A.- a) Indique el número de protones, neutrones y electrones que tendrá el ion X^{2+} de $Z=20$ y $A=43$, así como el grupo y periodo del elemento X en la tabla periódica.
- b) Escriba la configuración electrónica del elemento ${}^{73}_{34}\text{Z}$ y justifique su posible valencia iónica.
- c) Razone, a partir de sus configuraciones electrónicas, cuál de los dos elementos X o Z tendrá una mayor energía de ionización.
- d) Formule o nombre los siguientes compuestos:
- 1) NaHSO_4 2) H_3BO_3 3) K_2Se 4) pentacloruro de antimonio - - [*cloruro de antimonio (V)*]
 - 5) nitrato de zinc [*trioxidonitrato de zinc*]

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

- a) Protones=20; neutrones=23; electrones= 18
Está en el periodo 4 y el grupo 2 (alcalinotérreos o IIA)
- b) $Z = 1s^2; 2s^2; 2p^6; 3s^2; 3p^6; 4s^2; 4p^4$ Su valencia iónica sería (-2)
- c) El elemento Z tiene una mayor fuerza nuclear, y su configuración electrónica está más próxima a s^2p^6 será por tanto este elemento el que tenga una mayor energía de ionización.
- d) d.1) hidrogenosulfato de sodio - - hidrogeno(tetraoxidosulfato) de sodio
d.2) ácido bórico - - trihidrogeno(trioxidoborato)
d.3) selenuro de potasio - - selenuro de dipotasio
d.4) SbCl_5
d.5) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

PROPUESTA 2B

2B.- Para las moléculas: disulfuro de silicio y tribromuro de fósforo:

- a) Escriba sus estructuras de Lewis e indique si hay pares de electrones no compartidos en el átomo central.
- b) Razone la geometría de ambas moléculas.
- c) Justifique la posible polaridad de ambas moléculas.
- d) Formule o nombre los siguientes compuestos:
- 1) KHSO_3 2) SnO 3) Ácido brómico - - [*hidrogeno(trioxidobromato)*] 4) Arsano - - [*trihidruro de arsénico*] 5) $\text{Pd}(\text{OH})_4$

Datos: Números atómicos (Z): S=16; Si=14; Br = 35; P = 15.

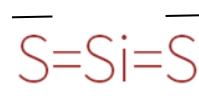
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

- a) b) c) Estructura de Lewis

El Si no tiene pares de electrones no compartidos

Geometría: AX_2E_0 . La molécula será **lineal**.

Aunque la electronegatividad del S es mayor que la del Si, por la geometría su momento dipolar resultante será nulo, por lo que el compuesto será **apolar**.

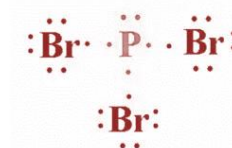


- a) b) c) Las configuraciones electrónicas de los átomos que forman parte del PBr_3 son:

Estructura de Lewis:

El P tiene un par de electrones no compartidos

Geometría: AX_3E_1 Estructura de **pirámide triangular o trigonal**.



Polaridad:

Los enlaces Br – P son polares pero por su geometría la molécula tendrá un momento dipolar no nulo y será por lo tanto **polar**.

- d) d.1) hidrogenosulfito de potasio - - [hidrogeno(trioxidosulfato) de potasio]
d.2) óxido de estaño [monóxido de estaño] Aceptado por IUPAC 2005
d.3) HBrO_3
d.4) AsH_3
d.5) hidróxido de paladio (IV) - - [tetrahidróxido de paladio]

PREGUNTA 3

PROPUESTA 3A

3A.-a) Nombre o formule los siguientes compuestos:

- a.1) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$ a.2) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHCl-COOH}$ a.3) Butanonitrilo - - [1-cianopropano]
a.4) 2,3-dihidroxipentanamida a.5) 2-oxobutanoato de etilo

b) Formule y nombre dos isómeros de función con fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$

c) El ácido láctico [$\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$] ¿Presentará isomería óptica? Justifique su respuesta.

d) El formiato de etilo [metanoato de etilo] es uno de los responsables del sabor de las frambuesas. Escriba las fórmulas y nombres de los compuestos orgánicos que nos permitan obtener este compuesto.

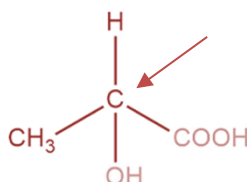
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) a.1) 4-metil-2-pentanona - - 4-metilpentan-2-ona
a.2) ácido 2-clorobutanoico
a.3) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CN}$
a.4) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CHOH-CONH}_2$
a.5) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-COO-CH}_2\text{-CH}_3$

b)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ (ácido propanoico) // $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{OH}$ (1-hidroxipropanona) // $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$ (etanoato de metilo) - - (acetato de metilo)

c) El ácido láctico (ácido 2-hidroxipropanoico) presentará actividad óptica por tener un carbono asimétrico (quiral) unido a 4 grupos diferentes en C-2



d) HCOOH + $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ → $\text{HCOOCH}_2\text{-CH}_3$ + H_2O
ácido metanoico // etanol // metanoato de etilo
ácido fórmico alcohol etílico formiato de etilo

PROPUESTA 3B

3B.- a) Formule o nombre los siguientes compuestos:

- a.1) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$ a.2) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ a.3) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{Cl})\text{-CONH}_2$
a.4) etil metil éter - - [metoxietano] a.5) 3-metil-3-pental - - [3-metilpent-3-en-1-al]

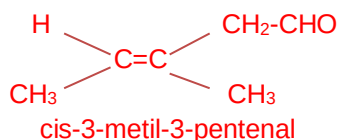
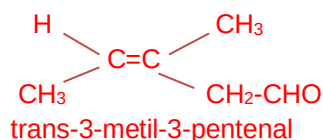
b) Justifique si el compuesto a.5) presentará isomería geométrica y en su caso formule y nombre los correspondientes isómeros.

c) Cuando los compuestos a.1) y a.2) se hacen reaccionar en medio ácido se obtiene un único compuesto orgánico. Formule y nombre dicho compuesto. ¿Qué tipo de reacción tiene lugar?

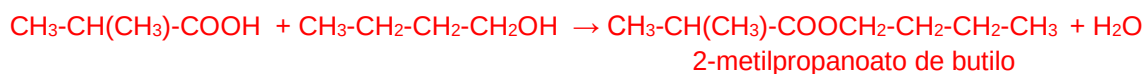
d) De los compuestos indicados en el apartado a) razone si alguno presenta isomería óptica, indicando en su caso el/los carbonos quirales o asimétricos con (*)

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

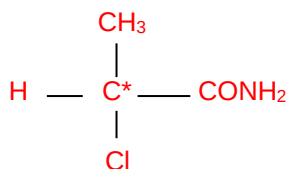
- a) a.1) ácido 2-metilpropanoico - - ácido metilpropanoico
 a.2) 1-butanol - - butan-1-ol
 a.3) 2-cloropropanamida
 a.4) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$
 a.5) $\text{CH}_3\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CHO}$
 b) El compuesto a.5) si presenta isomería geométrica por tener un doble enlace y no presentar simetría



- c) Cuando a.1) y a.2) se hacen reaccionar en medio ácido se produce una reacción de esterificación o condensación



- d) Para presentar isomería óptica es necesario tener un carbono quiral o asimétrico, es decir, un carbono con 4 sustituyentes diferentes. De los 5 compuestos solamente lo presenta el a.3)



PREGUNTA 4

PROPUESTA 4A

4A.- El ácido glicólico ($\text{CH}_2\text{OH-COOH}$) es un ácido monoprótico débil. Se disuelven 0,38 g del ácido en agua hasta alcanzar 50 mL de disolución. En esas condiciones su grado de disociación (α) es 0,038.

- a) Calcule el valor de su constante de acidez
 b) Determine el pH de la disolución.
 c) Justifique de qué modo se verá afectada la constante de acidez K_a si duplicamos la cantidad de ácido glicólico disuelto en ese mismo volumen.

Datos: Masas atómicas C=12 u.; H=1 u.; O=16 u.

Puntuación máxima por apartado; a) 1,0 puntos; b) 0,6 puntos; c) 0,4 puntos.

- a) $K_a = 1,5 \cdot 10^{-4}$
 b) $\text{pH} = 2,42$
 c) La constante de acidez, solo depende de la temperatura.

PROPUESTA 4B

4B.- Para una práctica de laboratorio disponemos de una disolución acuosa (A) de ácido nítrico 0.25 M, y necesitamos preparar otra disolución acuosa (B) de hidróxido de potasio (KOH) cuyo pH sea 13.

- a) Calcule la masa en gramos de KOH necesaria para preparar 500 mL de la disolución de ese pH.
 b) b.1) Escriba las correspondientes reacciones ácido-base conjugados, según la teoría de Brønsted-Lowry, para las disoluciones acuosas de (A) y (B), indicando la naturaleza ácida o básica de cada sustancia.
 b.2) Escriba la reacción de neutralización que tiene lugar al mezclar las disoluciones (A) y (B)
 c) Si mezclamos 50 mL de la disolución (A) y 80 mL de una disolución de (B), calcule el pH de la mezcla.

Datos: Masas atómicas K=39 u ; O=16 u ; H=1 u.

Puntuación máxima por apartado; a) 0,6 puntos; b) 0,6 puntos; c) 0,8 puntos.

- a) De (B) una base fuerte(KOH de pH 13). Necesitaremos = 2,8 g de KOH
- b) $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 Ácido 1 Base 2 Base Conj.2 Ácido Conj. 1
- $\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$
 Base 1 Ácido 2 Ácido Conj 1 Base Conj 2
- Reacción de neutralización $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,46$

PREGUNTA 5

PROPUESTA 5A

5A.- Para la siguiente reacción de oxidación-reducción:



- a) ¿Qué especie es la oxidante y cuál la reductora? Justifique qué elemento se oxida y cuál se reduce.
- b) Ajuste la reacción por el método del ion-electrón.
- c) Ajuste la reacción molecular.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,4 puntos; b) 1,0 puntos; c) 0,6 puntos.

- a) El yodo pasa de un estado de oxidación -1 a 0, se ha **oxidado**. El **agente reductor es el KI**.
 El cromo pasa de un estado de oxidación +6 a +3, es decir, se ha **reducido**, El **oxidante es el Na₂Cr₂O₇**.
- b) La reacción iónica ajustada es:



- c) La ecuación molecular ajustada será:



5B.- Uno de los procedimientos para obtener sodio metálico (Na) es por medio de una electrólisis, en la que se utiliza cloruro de sodio fundido. Si hacemos pasar una corriente de 15 A durante 30 minutos:

- a) Escriba las reacciones que ocurren en el ánodo y el cátodo. ¿Cuál será el polo (+) y el (-)?
- b) Calcule la masa en gramos de sodio metálico que se obtiene en ese tiempo.
- c) Calcule los moles de cloro - - (*dicloro*) que se desprenden y el volumen que ocupa medido a 25°C y 1 atm.

Datos: $1 \text{ F} = 96485 \text{ C. mol}^{-1}$; Masas atómicas: Na = 23 u.; Cl = 35,5 u.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,6 puntos; b) 0,6 puntos; c) 0,8 puntos.

Solución:

- a) Las semireacciones que tienen lugar en los dos electrodos son:



- b) La cantidad de Na (s) que se deposita es 6,44 g
- c) Los moles de Cl₂ que se desprenden en la electrólisis son 0,14 moles
 El volumen que ocupa en esas condiciones: 3,42 litros