

- ***Azterketa honek bi aukera ditu. Haietako bati erantzun behar diozu.***
- ***Ez ahaztu azterketako orrialde bakoitzean kodea jartzea.***
- ***Ez erantzun ezer inprimaki honetan.***

- Aukera bakoitzak bost galdera ditu (2 problema eta 3 galdera). Nota gorena izateko (parentesi artean agertzen da galdera bakoitzaren amaieran), ariketak zuzen ebazteaz gainera, argi azaldu eta ongi arrazoitu behar dira, eta sintaxia, ortografia, hizkuntza zientifikoa, kantitate fisikoen arteko erlazioak, sinboloak eta unitateak ahalik eta egokien erabili.
- Galdera guztiei erantzuteko behar diren **datu orokorrak** orrialde honen atzealdean daude. Erabil itzazu kasu bakoitzean behar dituzun datuak soilik.
- **Datu espezifikoak** galdera bakoitzean adierazten dira.

- ***Este examen tiene dos opciones. Debes contestar a una de ellas.***
- ***No olvides incluir el código en cada una de las hojas de examen.***
- ***No contestes ninguna pregunta en este impreso.***

- Cada opción consta de cinco preguntas (2 problemas y 3 cuestiones). La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que, además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.
- Los **datos generales** necesarios para completar todas las preguntas se incluyen conjuntamente en el reverso de esta hoja. Aplica únicamente los datos que necesites en cada caso.
- Los **datos específicos** están en cada pregunta.

DATU OROKORRAK

Konstante unibertsalak eta unitate baliokideak:

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

Zenbaki atomikoak $H = 1$, $S = 16$, $P = 15$, $F = 9$

Elektronegatibitatea: $H = 2,1$; $S = 2,5$; $P = 2,1$; $F = 4,0$

Laburdurak:

(aq): ur-disoluzioa

DATOS GENERALES

Constantes universales y equivalencias de unidades:

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

Números Atómicos $H=1$, $S= 16$, $P= 15$, $F=9$

Electronegatividad: $H=2,1$; $S=2,5$; $P= 2,1$; $F=4,0$

Abreviaturas:

(aq): disolución acuosa

OPCIÓN A

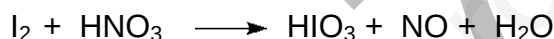
PUNTOS

P1. En un recipiente de 10 L se hacen reaccionar, a 450 °C, 0,75 moles de H₂ y 0,75 moles de I₂, según la ecuación: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

Sabiendo que a esa temperatura $K_c = 50$, calcular:

- a) El número de moles en el equilibrio de H₂, I₂ y de HI . (1,00)
- b) El valor de K_p . (0,50)
- c) La presión total en el recipiente. (0,50)
- d) ¿Qué le ocurre al equilibrio si el volumen se reduce a la mitad manteniendo constante la temperatura de 450 °C? (0,50)

P.2. Dada la siguiente ecuación química:



- a) Escribir y ajustar las semirreacciones de oxidación y reducción por el método del ión-electrón. (1,00)
- b) Escribir la reacción molecular ajustada. (1,00)
- c) Indicar justificando la respuesta, el agente oxidante y el reductor. (0,50)

C.1 Dadas las especies químicas H₂S y PF₃ :

- a) Representarlas mediante estructuras de Lewis. (0,50)
- b) Predecir la geometría de las especies anteriores según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia. (1,00)
- c) Razonar si cada una de esas moléculas es polar o no polar. (0,50)

C.2. Indicar, razonando la respuesta, si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:

- a) La energía libre depende de la temperatura. (0,50)
- b) Todas las reacciones exotérmicas son espontáneas. (0,50)
- b) La variación de entropía de una reacción espontánea es siempre negativa. (0,50)

C.3. Dado el compuesto 4-penten -1-ol

- a) Escribir su fórmula. (0,50)
- b) Escribir la reacción de adición de Br₂ y nombrar el compuesto resultante. (0,50)
- b) Escribir la reacción de deshidratación con H₂SO₄ concentrado y nombrar el compuesto resultante. (0,50)

OPCIÓN B

PUNTOS

P1. Se dispone de un ácido monoprótico débil, HA, con una constante $K_a = 1,85 \cdot 10^{-5}$

- a) Calcular el grado de disociación de una disolución 0,02 M de dicho ácido. (1,00)
- b) Calcular el pH de la disolución 0,02 M de ese ácido. (0,50)
- c) Se valora este ácido con una base fuerte, NaOH. ¿Cómo será la disolución en el punto de equivalencia de la valoración del ácido HA, neutra, ácida o básica? Razonar. (1,00)

P2. El producto de solubilidad K_{ps} del hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 , en agua a 25 °C es $6,5 \cdot 10^{-6}$.

- a) Escribir el equilibrio de solubilidad del hidróxido de calcio en agua. (0,75)
- b) Calcular su solubilidad molar. (1,00)
- c) Indicar la verdad o falsedad de la siguiente afirmación: "El desplazamiento de un equilibrio de solubilidad de un compuesto insoluble hacia la solubilización del precipitado puede hacerse retirando uno de los iones que forman la sal insoluble". (0,75)

C1. Dados los elementos A ($Z = 20$) y B ($Z = 17$). Responder, razonando, a las siguientes cuestiones:

- a) Indicar las configuraciones electrónicas de dichos elementos. (0,25)
- b) Indicar la opción correcta que muestra los números cuánticos del electrón más energético del elemento de $Z=20$:
 a) (4, 1, -1, $\frac{1}{2}$) ; b) (4, 0, -1, $-\frac{1}{2}$) ; c) (3, 2, -2, $\frac{1}{2}$) ; d) (4, 0, 0, $-\frac{1}{2}$). (0,50)
- c) Indicar a qué grupo y periodo pertenecen los dos elementos. (0,25)
- d) Indicar cuál de ellos tendrá mayor potencial de ionización. (0,50)
- e) Razonar qué tipo de enlace se podrá formar entre A y B y cuál será la fórmula del compuesto resultante. (0,50)

C2. Los potenciales de reducción estándar de los electrodos Sn^{2+}/Sn y Ag^+/Ag son, respectivamente, $E^\circ (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$ y $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$. Si se monta una pila utilizando láminas de ambos metales y disoluciones 1 M de sus iones, indicar:

- a) Las reacciones que se producen en los electrodos de esta pila. (0,50)
- b) Identificar el ánodo y el cátodo de la pila. (0,50)
- c) Calcular el potencial estándar de la pila formada con estos dos electrodos. (0,50)

C3. Contestar.

- a) Indicar, razonando, a partir de qué compuestos de los siguientes puedes obtener un ácido por oxidación. (0,50)
 - a) 1-pentanol. (También llamado pentan-1-ol)
 - b) 2-butanol. (También llamado butan-2-ol)
 - c) 1,1-dicloro-1-propanol. (También llamado 1,1-dicloro-propan-1-ol)
 - d) Propanal.
 - e) Propanona.
- b) Indicar un isómero de posición del 1-pentanol (o pentan-1-ol). (0,50)
- c) Razonar si la propanona puede tener isómeros de posición. (0,50)

OPCIÓN A

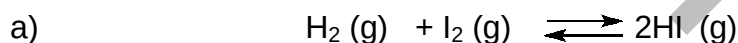
PUNTOS

P1. En un recipiente de 10 L se hacen reaccionar, a 450 °C, 0,75 moles de H₂ y 0,75 moles de I₂, según la ecuación: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

Sabiendo que a esa temperatura $K_c = 50$, calcular:

- a) El número de moles en el equilibrio de H₂, I₂ y de HI . (1,00)
- b) El valor de K_p . (0,50)
- c) La presión total en el recipiente. (0,50)
- d) ¿Qué le ocurre al equilibrio si el volumen se reduce a la mitad manteniendo constante la temperatura de 450 °C? (0,50)

SOLUCION



Inicial (moles) 0,75 0,75 0

Equilibrio (moles) 0,75-x 0,75-x 2x

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{2x \text{ mol}}{10 \text{ L}}\right)^2}{\left(\frac{(0,75-x) \text{ mol}}{10 \text{ L}}\right)\left(\frac{(0,75-x) \text{ mol}}{10 \text{ L}}\right)} = \frac{4x^2}{0,5625 + x^2 - 1,5x} = 50$$

Resolviendo $x = 0,585$

Moles de H₂ = moles de I₂ = $0,75 - x = 0,75 - 0,585 = 0,165$

Moles de HI = $2x = 2 \cdot 0,585 = 1,17$

b) Como $\Delta n = 0$ entonces $K_c = K_p = 50$

c) El valor de la presión se calcula con el número total de moles, (que será el mismo que inicialmente ya que $\Delta n = 0$), con la ecuación de los gases perfectos:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$n_{\text{Total}} = 0,75 + 0,75 = 1,5 \text{ moles}$$

$$T = (273 + 450)\text{K}$$

$$P_T \cdot 10 \text{ L} = 1,5 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 723 \text{ K}$$

$$P_T = 8,89 \text{ atm}$$

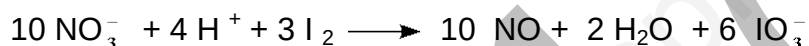
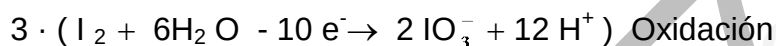
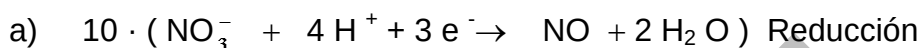
d) Puesto que $\Delta n = 0$ una variación de volumen no produce un desplazamiento del equilibrio y por lo tanto, los moles de cada sustancia en el equilibrio serán los mismos.

P.2. Dada la siguiente ecuación química:



- Escribir y ajustar las semirreacciones de oxidación y reducción por el método del ión-electrón. **(1,00)**
- Escribir la reacción molecular ajustada. **(1,00)**
- Indicar justificando la respuesta, el agente oxidante y el reductor. **(0,50)**

SOLUCION



- b) Una vez que ya tenemos ajustada la ecuación iónica, añadimos los iones necesarios para obtener la ecuación molecular.



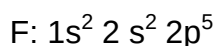
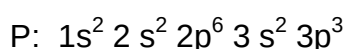
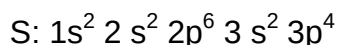
- c) El oxidante es el HNO_3 ya que gana electrones, y el I_2 es el reductor ya que pierde electrones.

C.1 Dadas las especies químicas H_2S y PF_3 :

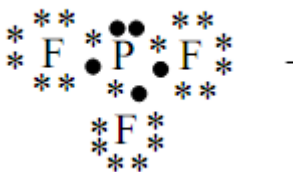
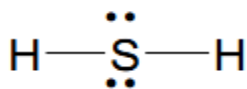
- Representarlas mediante estructuras de Lewis. **(0,50)**
- Predecir la geometría de las especies anteriores según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia. **(1,00)**
- Razonar si cada una de esas moléculas es polar o no polar. **(0,50)**

SOLUCION

Configuraciones electrónicas:



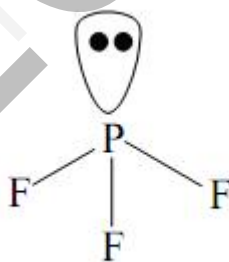
- a) Las estructuras de Lewis son:



- b) En H_2S , El S aporta sus seis electrones de valencia ($3s^2 3p^4$) y cada hidrógeno aporta uno por lo que el azufre está rodeado de cuatro pares de electrones de los que dos son compartidos y dos sin compartir. Es una molécula del tipo AB_2E_2 , (dos pares de electrones enlazantes y dos no enlazantes). Su geometría será angular.



En PF_3 , el P contribuye con cinco electrones ($3s^2 3p^3$) y cada fluor aporta uno, por lo que el átomo central (el fósforo) está rodeado de cuatro pares de electrones de los que tres son compartidos y uno no compartido. La molécula de PF_3 es una molécula del tipo AB_3E , (tres pares de electrones enlazantes y uno no enlazante), por lo que presenta una geometría de pirámide trigonal.



- c) En la molécula H_2S , debido a la pequeña diferencia de electronegatividad entre los átomos de H y S, sus enlaces poseen cierta polaridad dirigida hacia el azufre, por lo que, el momento dipolar resultante, (la molécula es angular) reforzado por los pares de electrones no compartidos, hacen que la molécula sea polar.

En el caso del PF_3 , los enlaces están polarizados y además la presencia del par de electrones libres proporciona cierto valor al momento dipolar de la molécula, por lo que será polar.

C.2. Indicar, razonando la respuesta, si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:

- a) La energía libre depende de la temperatura. (0,50)
- b) Todas las reacciones exotérmicas son espontáneas. (0,50)
- c) La variación de entropía de una reacción espontánea es siempre negativa. (0,50)

SOLUCION

a) Verdadero. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Tal como vemos, ΔG depende del término entrópico ($-T\Delta S$) y este depende de la temperatura.

b) Falso. Una reacción es espontánea cuando $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$. En las reacciones exotérmicas se cumple que $\Delta H < 0$. Sin embargo, aquellas reacciones exotérmicas en las que la variación de entropía sea negativa y el término entrópico ($-T\Delta S$) predomine sobre el entálpico (ΔH), no serán espontáneas

c) Falso. La reacción es espontánea cuando $\Delta G < 0$, indistintamente del valor de la variación de entropía ΔS .

C.3. Dado el compuesto 4-penten -1-ol

- a) Escribir su fórmula. (0,50)
- b) Escribir la reacción de adición de Br_2 y nombrar el compuesto resultante. (0,50)
- b) Escribir la reacción de deshidratación con H_2SO_4 concentrado y nombrar el compuesto resultante. (0,50)

SOLUCION

a) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$

b) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$

4,5-dibromo-1-pentanol

(También puede nombrarse como 4,5-dibromo-pentan-1-ol)

c) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$

1,4-pentadieno

(También puede nombrarse como penta-1,4-dieno)

OPCIÓN B

PUNTOS

P1. Se dispone de un ácido monoprótico débil, HA, con una constante $K_a = 1,85 \cdot 10^{-5}$.

- Calcular el grado de disociación de una disolución 0,02 M de dicho ácido. **(1,00)**
- El pH de la disolución 0,02 M de ese ácido. **(0,50)**
- Se valora este ácido con una base fuerte, NaOH. ¿Cómo será la disolución en el punto de equivalencia de la valoración del ácido HA, neutra, ácida o básica? Razonar. **(1,00)**

SOLUCIÓN

a) Para calcular el grado de disociación planteamos el equilibrio y utilizamos los datos:



Concentración inicial 0,02

Concentración en el equilibrio $0,02 \cdot (1 - \alpha)$ $0,02 \cdot \alpha$ $0,02 \cdot \alpha$

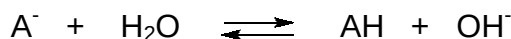
$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{0,02 \cdot \alpha \cdot 0,02 \cdot \alpha}{0,02 \cdot (1 - \alpha)} = \frac{0,02 \cdot \alpha^2}{1 - \alpha} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

Resolviendo, $\alpha = 0,03$

b) Calculamos el pH:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (0,02 \cdot \alpha) = -\log 6,0 \cdot 10^{-4} = 3,22$$

d) En el punto de equivalencia todo el ácido ha formado la sal sódica correspondiente. Como se trata de un ácido débil, su base conjugada (A^-) dará una reacción de hidrólisis que hará aumentar la concentración de iones hidroxilo OH^- con respecto a la concentración en agua pura.



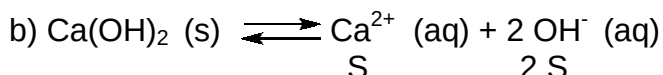
Por tanto, la disolución será básica.

P2. El producto de solubilidad K_{ps} del hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, en agua a 25 °C es $6,5 \cdot 10^{-6}$.

- Escribir el equilibrio de solubilidad del hidróxido de calcio en agua. **(0,75)**
- Calcular su solubilidad molar. **(1,00)**
- Indicar la verdad o falsedad de la siguiente afirmación: "El desplazamiento de un equilibrio de solubilidad de un compuesto insoluble hacia la solubilización del precipitado puede hacerse retirando uno de los iones que forman la sal insoluble". **(0,75)**

SOLUCIÓN

a) El equilibrio de disociación del hidróxido es:



De la estequiometría del equilibrio de solubilidad se deduce que, si la solubilidad de la base en disolución es S moles $\cdot \text{L}^{-1}$, la solubilidad de los iones Ca^{2+} es S , y la de los iones OH^- es $2 \cdot S$.

El producto de solubilidad es:

$$K_{\text{ps}} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = S \cdot (2 \cdot S)^2 = 4 \cdot S^3 = 6,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{De donde se obtiene que } S = \sqrt[3]{\frac{6,5 \cdot 10^{-6}}{4}} = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

c) Verdadero, según el Principio de Le Chatelier el equilibrio se desplazara hacia la derecha, aumentando así la solubilidad.

C1. Dados los elementos A ($Z=20$) y B ($Z=17$). Responder, razonando, a las siguientes cuestiones:

- a) Indicar las configuraciones electrónicas de dichos elementos. **(0,25)**
- b) Indicar la opción correcta que muestra los números cuánticos del electrón más energético del elemento de $Z=20$: **(0,50)**
 a) $(4, 1, -1, \frac{1}{2})$; b) $(4, 0, -1, -\frac{1}{2})$; c) $(3, 2, -2, \frac{1}{2})$; d) $(4, 0, 0, -\frac{1}{2})$.
- c) Indicar a qué grupo y periodo pertenecen los dos elementos. **(0,25)**
- d) Indicar cuál de ellos tendrá mayor potencial de ionización. **(0,50)**
- e) Razonar qué tipo de enlace se podrá formar entre A y B y cuál será la fórmula del compuesto resultante. **(0,50)**

SOLUCION

a) Las configuraciones electrónicas son:

Para A ($Z = 20$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Para B ($Z = 17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

b) El elemento de $Z = 20$ tiene la siguiente estructura electrónica abreviada: $[\text{Ar}] 4s^2$.

Al electrón más energético, $4s^2$, le corresponden los siguientes números cuánticos:

$n = 4$ (cuarto nivel de energía); $l = 0$ (subnivel s); $m = 0$; $s = \frac{1}{2}$ ó $-\frac{1}{2}$ La respuesta correcta es la d.

c) Para ver a qué grupo y periodo pertenecen, estudiamos los números cuánticos del último electrón. Como son elementos de los grupos representativos, n coincide con el periodo en el que se encuentran. Para determinar el grupo, se examina el tipo de orbital en el que se encuentra el último electrón

Para el $Z = 20$, el periodo es el cuarto ($n = 4$) y el grupo es el 2, alcalinotérreos, (se trata del Ca) y para el $Z = 17$, el periodo es el tercero ($n = 3$) y el grupo es el 17, de los halógenos, (se trata del Cl).

d) La energía de ionización o potencial de ionización es la energía necesaria para separar un electrón en su estado fundamental de un átomo, de un elemento en estado de gas.

La energía de ionización aumenta hacia la derecha según avanzamos en un período por estar más próximos a un estado de octeto estable y disminuye hacia abajo según descendemos en un grupo por estar los electrones más alejados del núcleo. Por tanto, la energía de ionización del $Z=17$ será mayor que la del $Z= 20$ ya que costará menos arrancar un electrón de la última capa del Ca que del Cl.

e) Entre A y B se formará un enlace de tipo iónico, en el que A cederá dos electrones a dos átomos de B, para que ambos consigan una configuración ns^2np^6 , estabilizándose. Su fórmula, por tanto, será AB_2 , y será una red iónica.

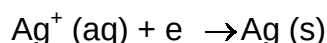
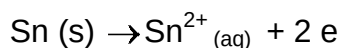
C2. Los potenciales de reducción estándar de los electrodos Sn^{2+}/Sn y Ag^+/Ag son, respectivamente, $E^0 (Sn^{2+}/Sn) = -0,14 \text{ V}$ y $E^0 (Ag^+/Ag) = 0,80 \text{ V}$. Si se monta una pila utilizando láminas de ambos metales y disoluciones 1 M de sus iones, indicar:

- Las reacciones que se producen en los electrodos de esta pila. (0,50)
- Identificar el ánodo y el cátodo de la pila. (0,50)
- Calcular el potencial estándar de la pila formada con estos dos electrodos. (0,50)

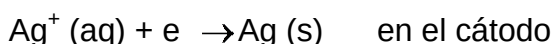
SOLUCION

a) Como el potencial de reducción, $E^0 (Ag^+/Ag)$ es mayor que el $E^0 (Sn^{2+}/Sn)$, el ión Ag^+ se reduce a Ag, mientras que el Sn se oxida a Sn^{2+} .

Las reacciones en los electrodos son:



b) $Sn (s) \rightarrow Sn^{2+} (aq) + 2 e$ en el ánodo



c) $E^0_{pila} = E^0_{cátodo} - E^0_{ánodo} = 0,80 \text{ V} - (-0,14\text{V}) = 0,94 \text{ V}$

C3. Contestar.

- a) Indicar, razonando, a partir de qué compuestos de los siguientes puedes obtener un ácido por oxidación. **(0,50)**
- a) 1-pentanol. (También llamado pentan-1-ol)
 - b) 2-butanol. (También llamado butan-2-ol)
 - c) 1,1-dicloro-1-propanol. (También llamado 1,1-dicloro-propan-1-ol)
 - d) Propanal.
 - e) Propanona.
- b) Indicar un isómero de posición del 1-pentanol (o pentan-1-ol) **(0,50)**
- c) Razonar si la propanona puede tener isómeros de posición. **(0,50)**

SOLUCION

a) Podríamos obtener un ácido por oxidación a partir de los compuestos a), ya que es alcohol primario. También a partir de d), pues es un aldehído, producto intermedio en la oxidación de alcoholes primarios a ácidos carboxílicos.

El compuesto b), el 2-butanol, es un alcohol secundario, que daría una cetona como producto de la oxidación.

b) Podría indicarse : El 2-pentanol (o pentan-2-ol) o el 3-pentanol (o pentan-3-ol)

c) La propanona no tiene ningún isómero de posición, pues el grupo cetónico -CO- debe ser un carbono secundario, y en una cadena de tres carbonos solo existe una posibilidad.