

FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA - I. Eléctrica - septiembre 2015 - RESERVA

PROBLEMA (2,5 puntos)

Calcular el potencial de una celda galvánica formada por una semicelda en la cual se sumerge un alambre de plata en una solución Ag^+ (0,20 M) Y otra por un electrodo de Zn en una solución Zn^{2+} (0,0099 M).

Datos: $E^\circ \text{Ag}^+/\text{Ag} = 0,80 \text{ V}$ $E^\circ \text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,76 \text{ V}$

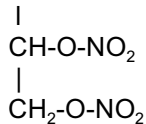
PROBLEMA (2,5 puntos)

La biomasa es un recurso natural que mediante tratamiento adecuado puede sustituir a los productos petroquímicos. Tal es el caso del sebo en cuyo tratamiento con metanol se transforma en biodiesel y glicerina. A partir de esta última puede obtenerse un producto explosivo denominado trinitroglicerina

¿Cuántos Kg de trinitroglicerina se obtendrían con el metanol obtenido en la gasificación de una tonelada de carbón al reaccionar con la cantidad estequiométrica de sebo? ¿Cuantos kilos de sebo de Pm 270 g/mol se necesitaron?

Datos: masa atómica (g/mol) del C = 12,0 ; O = 16,0 ; H = 1,0; N = 14,0

trinitroglicerina: $\text{CH}_2\text{-O-NO}_2$



Represente todas las reacciones que participan en el proceso, y considere que todos los pasos del mismo transcurren con un rendimiento del 100%.

PREGUNTAS 5,0 puntos)

Cada pregunta puntúa 0,5 puntos

1.- Formúle los siguientes compuestos

Fosfato cálcico
Ácido cianhídrico
Hidróxido de aluminio
Permanganato potásico
Carbonato ácido de amonio

Los siguientes compuestos orgánicos debe representarlos en su forma desarrollada

2,4 -hexadieno
2-hidroxi-2-metil propano
3- metil-1-cloro butano
o-xileno
acetato de etilo

2.- La temperatura de congelación de una disolución acuosa de 5 gr de cloruro magnésico en un litro de agua es :

- a) - 1,345 °C
- b) - 0,236 °C
- c) -0,472 °C
- d) - 1,007 °C

Datos: Cte crioscópica molal del agua = 1,86 °C/molal; Factor *i* de Van't Hoff = 2,4. Masa atómica (g/mol) de Cl = 35,5 ; Mg = 24,0

3.- En la tostación de la pirita (disulfuro de hierro) se obtiene dióxido de azufre y trióxido de dihierro. La cantidad de este óxido que se obtiene a partir de una tonelada de pirita del 88% de dióxido de azufre en el proceso de tostación es :

Datos: masa atómica (g/mol) de S= 32,0; Fe = 58,8 ; O = 16,0

- a) 1,188. 10^{-3} Kg
- b) 0,945. 10^{-3} Kg
- c) 0,594. 10^{-3} Kg
- d) 2,054. 10^{-3} Kg

4.- El pH de una disolución acuosa 0,25M de ácido acético es

- a) 4,10
- b) 3,50
- c) 2,67
- d) 1,92

datos K_a del ácido acético (ácido etanoico) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

5.- Algunos productos de limpieza contienen ácido clorhídrico. Nunca deben mezclarse con lejía (hipoclorito sódico) pues en la reacción se genera cloro gaseoso. Escriba la semirreacción ajustada que tiene lugar en el hipoclorito e indique si se trata de una reacción de:

- a) oxidación
- b) reducción
- c) neutralización
- d) condensación

6.- Señale las afirmaciones correctas:

- a) Los compuestos orgánicos son más polares que los compuestos inorgánicos.
- b) los compuestos isómeros tienen la misma fórmula química.
- c) la antracita es el carbón que presenta más contenido en Hidrógeno.
- d) en la hidrogenación del carbón se aumenta el contenido de hidrógeno en el mismo.

7.- Señale las afirmaciones que son correctas:

- a) el craqueo catalítico del petróleo conduce a gasolinas de mayor índice de octano.
- b) el reformado catalítico del petróleo transforma las parafinas en cicloparafinas.
- c) el gas de síntesis es una mezcla de metano e hidrógeno.
- d) el bioalcohol y el biodiesel se obtienen en la destilación de la fracción pesada del petróleo.

8.- Señale los compuestos que son aromáticos y represente su fórmula química:

- a) tolueno
- b) propileno
- c) naftaleno
- d) butanona

9.- Represente mediante fórmulas químicas el proceso de obtención del jabón.

10.-. Represente de forma desarrollada y nombre los compuestos isómeros de fórmula molecular $C_5H_{10}O$

SOLUCIONES

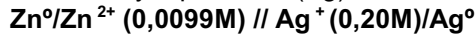
PROBLEMA 1

Calcular el potencial de una celda galvánica formada por una semicelda en la cual se sumerge un alambre de plata en una solución Ag^+ (0,20 M) Y otra por un electrodo de Zn en una solución Zn^{2+} (0,0099 M).

Datos: $E^\circ Ag^+/Ag = 0,80 V$ $E^\circ Zn^{2+}/Zn = -0,76 V$

RESOLUCION

La representación de esta pila galvánica, en la cual el ánodo corresponde al electrodo de menor potencial (Zn) y el cátodo al de mayor potencial (Ag)



Las reacciones anódica, catódica y total que tienen lugar son:



Para calcular el potencial de esta pila hemos de aplicarle la Ecuación de Nernst, ya que las concentraciones de las especies en los electrodos no son 1M:

$$E = \Sigma E^\circ - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln Kc$$

Donde: - **n**: Nº de electrones intercambiados en el proceso

- **F**: Faraday = 96486 Culombios

- **R**: Constante de los gases ideales = 8,314 J/mol.°K

- **T**: Temperatura absoluta a la cual tiene lugar el proceso

- **E**: Potencial de la pila

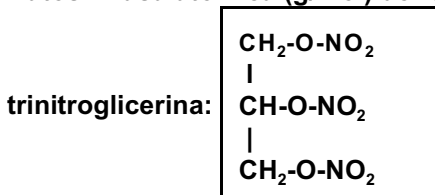
Para este caso concreto, será: $E = E^\circ(Zn^0/Zn^{2+}) + E^\circ(Ag^+/Ag^0) - \frac{8,314 \cdot 298}{2 \cdot 96486} \ln \frac{[Zn^{2+}]}{[Ag^+]^2}$;

$$E = 0,76 + 0,80 - \frac{8,314 \cdot 298}{2 \cdot 96486} \ln \frac{[0,0099]}{[0,20]^2} ; \quad E = 0,76 + 0,80 + 0,018 = + 1,578 V$$

PROBLEMA 2

La biomasa es un recurso natural que mediante tratamiento adecuado puede sustituir a los productos petroquímicos. Tal es el caso del sebo en cuyo tratamiento con metanol se transforma en biodiesel y glicerina. A partir de esta última puede obtenerse un producto explosivo denominado trinitroglicerina ¿Cuántos Kg de trinitroglicerina se obtendrían con el metanol obtenido en la gasificación de una tonelada de carbón al reaccionar con la cantidad estequiométrica de sebo? ¿Cuántos kilos de sebo de Pm 270 g/mol se necesitaron?

Datos: masa atómica (g/mol) del C = 12,0 ; O = 16,0 ; H = 1,0; N = 14,0



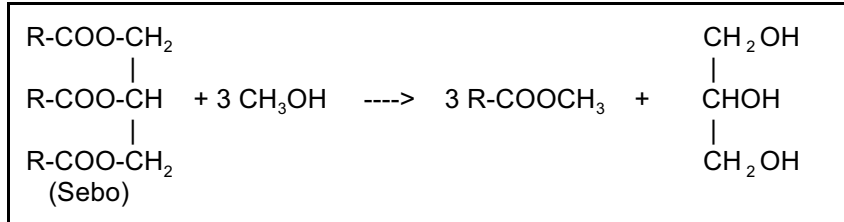
Represente todas las reacciones que participan en el proceso, y considere que todos los pasos del mismo transcurren con un rendimiento del 100%

SOLUCIÓN

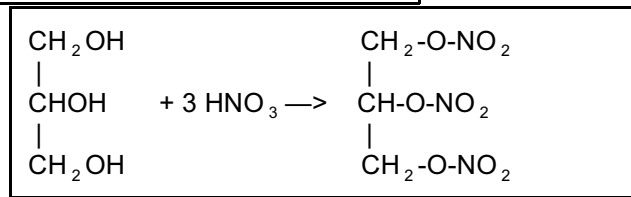
La reacción de gasificación del carbón para obtener “gas de síntesis” o “gas de agua”, que es una mezcla de CO y H₂ se hace pasando vapor de agua sobre carbón al rojo. La reacción que tiene lugar es:
 $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$.

Posteriormente, por reacción entre ambos se obtiene metanol:
 $CO + 2.H_2 \rightarrow CH_3OH$

Finalmente, mediante un proceso de transesterificación, este metanol se hace reaccionar con las grasas (sebo) para obtener glicerina y el correspondiente éster metílico, que es el biodiesel, que se utiliza ya sea solo o mezclado con el diesel convencional. La reacción de transesterificación es:



Esta glicerina se hace reaccionar con ácido nítrico en presencia de ác. Sulfúrico para obtener la trinitroglicerina:



Si hacemos los cálculos en moles:

1ª reacción: obtención del gas de síntesis:

1 mol de C (Carbón) nos da 1 mol de CO (si R=100%) $n = \frac{10^6}{12} = 83333$ moles de C

2ª reacción: Obtención del metanol a partir del gas de síntesis

1 mol de CO nos da 1 mol de CH₃OH (si R=100%) n = 83333 moles de CH₃OH

3ª reacción: entre el sebo y el metanol, para dar biodiesel y glicerina

- 1 mol de grasa reacciona con 3 moles de metanol para dar 3 moles de biodiesel y 1 mol de glicerina
 Para reaccionar con los 83.333 moles de metanol de los que se dispone, de sebo se necesitan:

$ \begin{array}{l} 3 \text{ moles metanol} \text{ ----- } 1 \text{ mol de sebo} \\ 83.333 \text{ ----- } X \end{array} $	X = 27.777 moles de sebo
---	--------------------------

Puesto que ese sebo tiene un peso molecular de 270 g/mol:

- g. de sebo = 270 . 27777 = 7499790 g = **7499,79 Kg de sebo se necesitarán**

y con esa cantidad de sebo obtendremos:

$ \begin{array}{l} 3 \text{ moles metanol} \text{ ----- } 1 \text{ mol de glicerina} \\ 83.333 \text{ ----- } X \end{array} $	X = 27.777 moles de glicerina
--	-------------------------------

4ª reacción: obtención de la trinitroglicerina (se obtiene 1 mol por cada mol de glicerina), por lo que se obtendrán 27.777 moles de trinitroglicerina a partir de 1 Tm inicial de Carbón

El peso molecular de la trinitroglicerina es 227 g/mol, por lo que la cantidad de la misma que se obtiene será:

- g. de trinitroglicerina = 227.27777 = 6305379 g = **6305,38 Kg de trinitroglicerina**

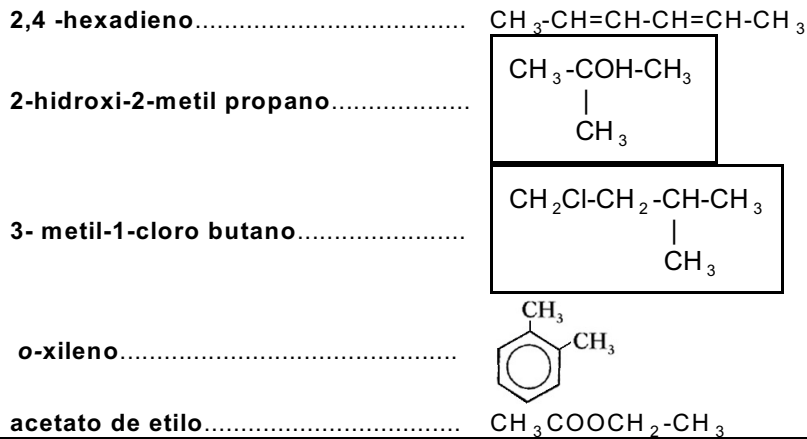
PREGUNTAS 5,0 puntos)

Cada pregunta puntúa 0,5 puntos

1.- Formúle los siguientes compuestos

- Fosfato cálcico..... Ca₃(PO₄)₂
- Ácido cianhídrico..... HCN
- Hidróxido de aluminio..... Al(OH)₃
- Permanganato potásico..... K MnO₄
- Carbonato ácido de amonio..... NH₄HCO₃

Los siguientes compuestos orgánicos debe representarlos en su forma desarrollada



2.- La temperatura de congelación de una disolución acuosa de 5 gr de cloruro magnésico en un litro de agua es :

- a) - 1,345 °C
 b) - 0,236 °C
 c) -0,472 °C
 d) - 1,007 °C

Datos: Cte crioscópica molal del agua = 1,86 °C/molal; Factor *i* de Van't Hoff = 2,4. Masa atómica (g/mol) de Cl = 35,5 ; Mg = 24,0

RESOLUCIÓN

Las propiedades coligativas pueden aplicarse a los solutos electrolitos o salinos (aquellos que al disolverse se disocian) los cuales al disociarse originan un número mayor de partículas por lo que se les aplica un factor de corrección: el Factor de Van't Hoff que viene dado por la relación: $i = \frac{\text{Valor real de la propiedad coligativa}}{\text{Valor teorico de la propiedad coligativa}}$ El valor de *i* es 1 para solutos ideales y mayor de 1 para solutos que sean electrolitos.

Las fórmulas para calcular las diferentes propiedades coligativas serán, por tanto:

- Presión de vapor: $P_v = i \cdot p^\circ \cdot X_{\text{dvtc}}$; - Crioscopia y Ebulloscopia: $\Delta T = i \cdot K \cdot m$

Presión osmótica : $\Pi = i \cdot M \cdot R \cdot T$;

En el límite, y suponiendo una disociación total, el valor del factor de Van't Hoff "*i*" depende de la estequiometría de disociación (así en el $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, sería 2. Pero ésto es válido solamente para disoluciones a dilución infinita (disoluciones ideales de electrolitos) pues la realidad es que a medida que aumenta la concentración, la disociación del electrolito disminuye, y por consiguiente, el factor "*i*" también disminuye.

Para este caso, será: $\Delta T = 2,4 \cdot 1,86 \cdot \frac{5}{95,1} = 0,23^\circ\text{C}$ Este es el descenso de la temperatura

de congelación sobre el del disolvente (para el agua es 0°C), por lo que la temperatura de congelación de esta disolución será de **T = -0,23°C (Apartado b)**

3.- En la tostación de la pirita (disulfuro de hierro) se obtiene dióxido de azufre y trióxido de dihierro. La cantidad de este óxido que se obtiene a partir de una tonelada de pirita del 88% de dióxido de azufre en el proceso de tostación es :

Datos: masa atómica (g/mol) de S= 32,0; Fe = 58,8 ; O = 16,0

- a) 1,188. 10³ Kg
 b) 0,945. 10³ Kg
 c) 0,594. 10³ Kg
 d) 2,054. 10³ Kg

RESOLUCIÓN

La estequiometría de esta reacción es: 1Tm de pirita del 88% tiene: $\frac{88}{100} \cdot 10^6 = 8,8 \cdot 10^5$ g de FeS_2

	4.FeS₂ +	11.O₂	—>	8.SO₂ +	2.Fe₂O₃	$X = \frac{2.165.688.10^5}{4.122,8} = 593355 \text{ g} =$ 593,3 Kg (Opción c*)
Esteq.	4.122,8				2.165,6	
Reacción	8,8.10 ⁵				X	

(*) En el enunciado real, todas las posibles soluciones se ofrecían con 10⁻³, lo cual suponemos que se trataba de un error de transcripción

4.- El pH de una disolución acuosa 0,25M de ácido acético es

- a) 4,10

- b) 3,50
c) 2,67
d) 1,92

datos K_a del ácido acético (ácido etanoico) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

RESOLUCIÓN

En el equilibrio de disociación del ácido acético (H Ac) vamos a llamar “x” al número de moles de ácido que se disocian, por lo que se formarán también “x” moles de ion acetato (Ac^-) y “x” moles de iones hidronio (H_3O^+), quedando sin disociar: (0,25 - x) moles (la cantidad inicial menos la cantidad que se ha disociado), no obstante, dado que la constante de disociación es muy pequeña, a la hora de realizar los cálculos, podemos despreciar “x” frente a 0,25. Así, el equilibrio de disociación será:

	H Ac	\rightleftharpoons	Ac^- +	H_3O^+
Inicial	0,25		---	---
En el equilibrio	0,25 - x		x	x

La expresión de la constante de disociación para el ácido acético es: $K_a = \frac{[H_3O^+][Ac^-]}{[HAc]}$ en la

cual al sustituir todos los valores nos queda: $1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{(0,25 - x)} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{(0,25)}$ desde donde se

despeja “x”: $x = \sqrt{0,25 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = 2,12 \cdot 10^{-3}$

Las concentraciones de las especies en equilibrio son, por tanto: $[Ac^-] = [H_3O^+] = x = 2,12 \cdot 10^{-3}$

el pH es: $pH = -\lg [H_3O^+] = -\lg 2,12 \cdot 10^{-3}$; **pH = 2,67 (Opción c)**

5.- Algunos productos de limpieza contienen ácido clorhídrico. Nunca deben mezclarse con lejía (hipoclorito sódico) pues en la reacción se genera cloro gaseoso. Escriba la semirreacción ajustada que tiene lugar en el hipoclorito e indique si se trata de una reacción de:

- a) oxidación
b) reducción
c) neutralización
d) condensación

RESOLUCIÓN

La lejía, en disolución acuosa se disocia: $NaClO \rightleftharpoons Na^+ + ClO^-$ y este ion hipoclorito reacciona con los iones cloruro procedentes de la disociación del ác. Clorhídrico para dar cloro gaseoso: $ClO^- + Cl^- + H^+ \rightarrow Cl_2 + H_2O$. Las semirreacciones de cada uno son:

- Hipoclorito (reducción): $2.ClO^- + 4.H^+ + 2.e^- \rightarrow Cl_2 + 2.H_2O$ (Opción b)
- Ác.clorhídrico (Oxidación) $2.Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2.e^-$

6.- Señale las afirmaciones correctas:

- a) Los compuestos orgánicos son más polares que los compuestos inorgánicos.
b) los compuestos isómeros tienen la misma fórmula química.
c) la antracita es el carbón que presenta más contenido en Hidrógeno.
d) en la hidrogenación del carbón se aumenta el contenido de hidrógeno en el mismo.

RESOLUCIÓN

- A) FALSA, en general los compuestos inorgánicos poseen enlaces iónicos mientras que en los compuestos orgánicos los enlaces son mayoritariamente covalentes, por lo que son más polares los compuestos inorgánicos.
B) CORRECTA. Los isómeros son compuestos con idéntica fórmula molecular, pero con diferencias en su fórmula desarrollada.
C) FALSA. La antracita corresponde a los carbones más antiguos, los cuales suelen contener mayor proporción de carbono y menor en heteroátomos.
D) CORRECTA. La hidrogenación del carbón tiene como fin principal pasar los componentes orgánicos del carbón a estado líquido mediante el aumento de la proporción H/C.

7.- Señale las afirmaciones que son correctas:

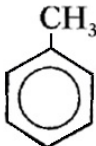
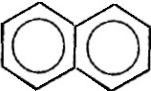
- a) el craqueo catalítico del petróleo conduce a gasolinas de mayor índice de octano.

- b) el reformado catalítico del petróleo transforma las parafinas en cicloparafinas.
 c) el gas de síntesis es una mezcla de metano e hidrógeno.
 d) el bioalcohol y el biodiesel se obtienen en la destilación de la fracción pesada del petróleo.

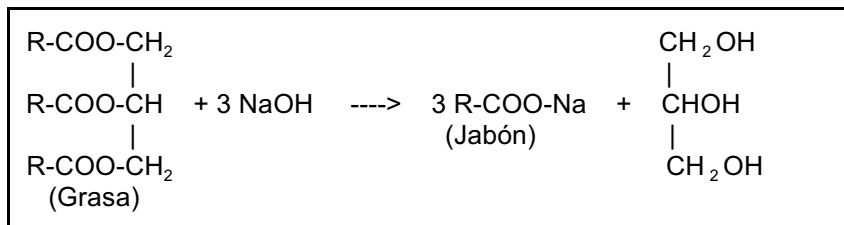
RESOLUCIÓN

- A) CORRECTA. (Ver pág. 551 del texto recomendado)
 B) CORRECTA (Ver pág. 552 del texto recomendado)
 C) FALSO. El gas de síntesis es una mezcla de CO e H (Ver pág. 541 del texto recomendado)
 D) FALSO. (Ver pág. 560 y sig. del texto recomendado)

8.- Señale los compuestos que son aromáticos y represente su fórmula química:

- a) tolueno..... 
- b) propileno..... $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
- c) naftaleno..... 
- d) butanona..... $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

9.- Represente mediante fórmulas químicas el proceso de obtención del jabón.



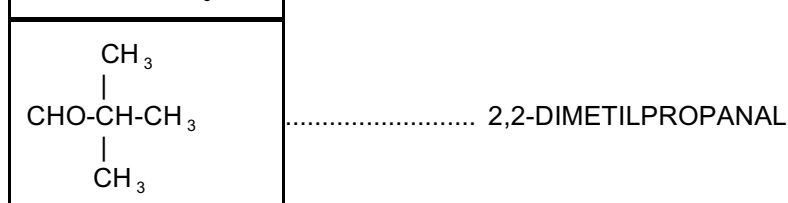
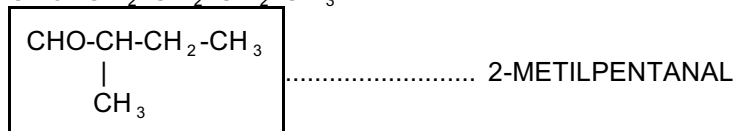
10.-. Represente de forma desarrollada y nombre los compuestos isómeros de fórmula molecular

$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$

RESOLUCIÓN

Por la cantidad de compuestos que son, unos 50, suponemos que la intención de esta pregunta era la de responder a los compuestos carbonílicos con esa fórmula empírica, pero en realidad son, al menos, todos los que se citan a continuación:

A) Los compuestos carbonílicos (Aldehidos y cetonas) saturados de cadena abierta con 5 C
 $\text{CHO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ PENTANAL



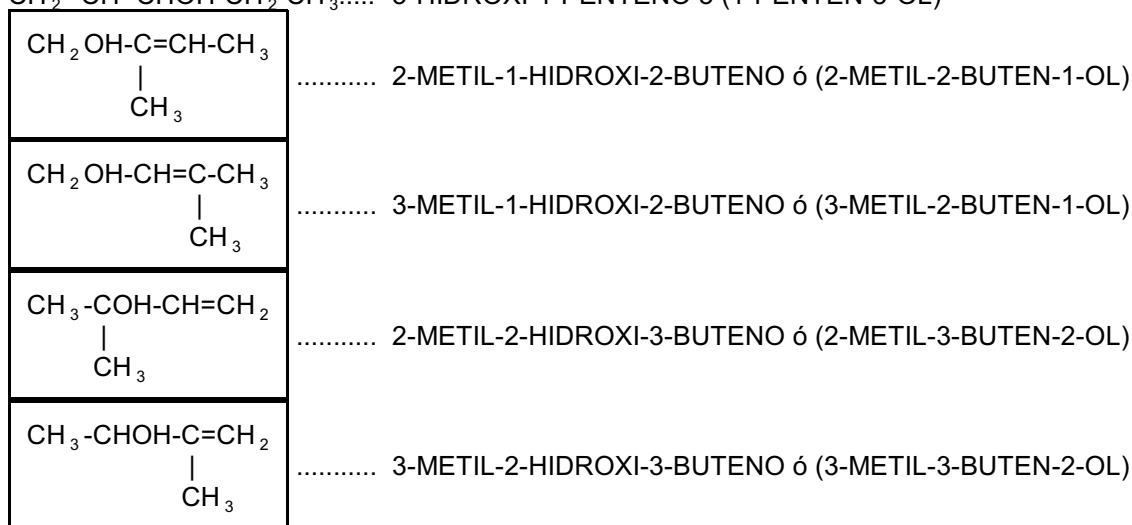
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 2-PENTANONA

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 3-PENTANONA

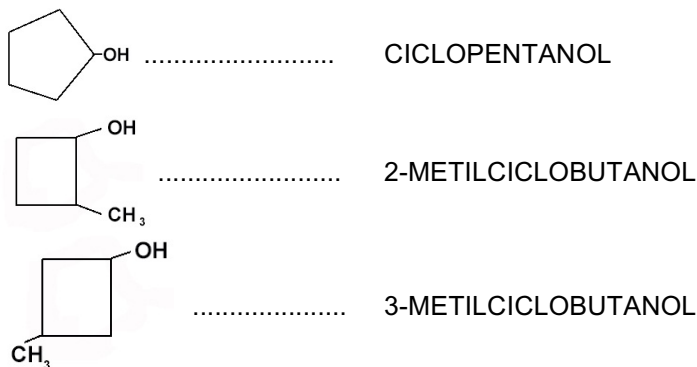


B) Los alcoholes monoinsaturados de cadena abierta y 5 átomos de C, lineales y ramificados:

$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 1-HIDROXI-2-PENTENO ó (2-PENTEN-1-OL)
 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 1-HIDROXI-3-PENTENO ó (3-PENTEN-1-OL)
 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1-HIDROXI-4-PENTENO ó (4-PENTEN-1-OL)
 $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 2-HIDROXI-3-PENTENO ó (3-PENTEN-2-OL)
 $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 2-HIDROXI-4-PENTENO ó (4-PENTEN-2-OL)
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 3-HIDROXI-1-PENTENO ó (1-PENTEN-3-OL)

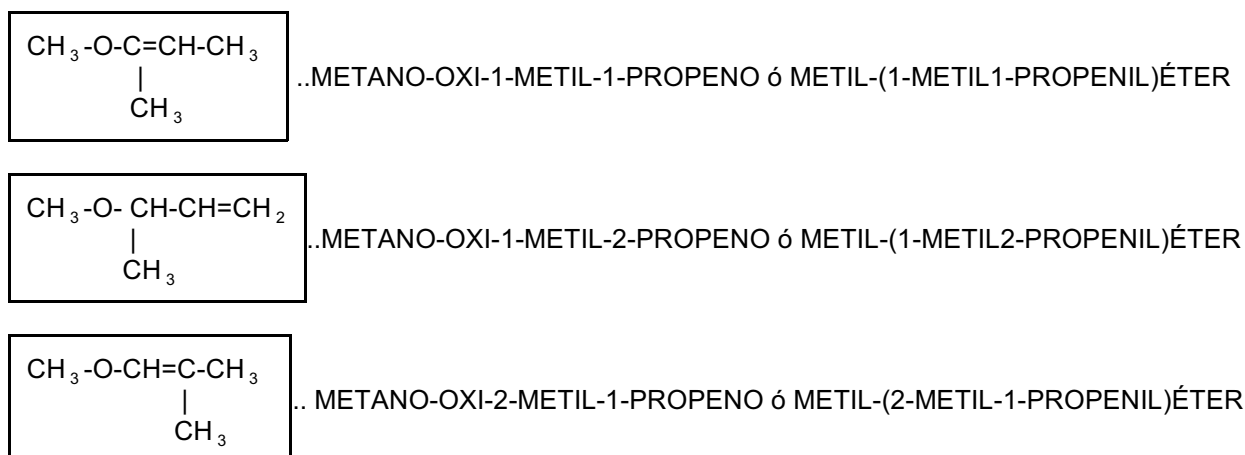


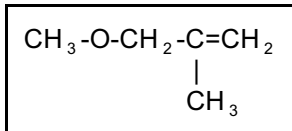
C) Los alcoholes cíclicos:



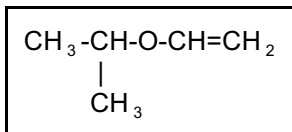
D) Los éteres monoinsaturados de cadena abierta y 5 átomos de C, lineales y ramificados:

$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ METANO-OXI-1-BUTENO ó METIL-(1-BUTENIL)ÉTER
 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ METANO-OXI-2-BUTENO ó METIL-(2-BUTENIL)ÉTER
 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ METANO-OXI-3-BUTENO ó METIL-(3-BUTENIL)ÉTER
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ ETANO-OXI-1-PROPENO ó ETIL-(1-PROPENIL)ÉTER
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ETANO-OXI-2-PROPENO ó ETIL-(2-PROPENIL)ÉTER
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ETENO-OXI-PROPANO ó ETENIL-PROPILÉTER

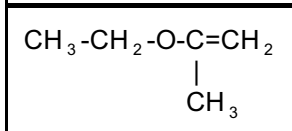




.. METANO-OXI-2-METIL-2-PROPENO ó METIL-(2-METIL-2-PROPENIL)ÉTER

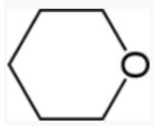


..... 1-METILETANO-OXI-ETENO ó 1-METILETILETEN ETER



..... ETANO OXI 1-METILETENO ó ETIL-1-METILETILEN ETER

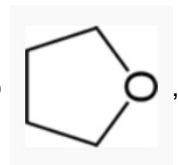
E) Y, finalmente, los heterociclos con oxígeno:



.....

TETRAHIDROPIRANO

En este grupo podríamos incluir también todos los Metilderivados del tetrahydrofurano



o los óxidos de etileno: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$, pero suponemos que no era esa la intención al enunciar esta pregunta