



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
322 – QUÍMICA EBAU2024 - JULIO

1. Dados los **elementos S** ( $Z = 16$ ), **Se** ( $Z = 34$ ), **Sr** ( $Z = 38$ ), **Sn** ( $Z = 50$ ) y **Sb** ( $Z = 51$ ):

a) Indique, en cada caso, cuál de ellos (pueden repetirse elementos):

a1) Es un metal alcalinotérreo. (0,25 p) El Sr

a2) No presenta afinidad electrónica. (0,25 p) El Sr (los alcalinotérreos no tienen AE)

a3) Es el más electronegativo. (0,25 p) El S (está más arriba y a la derecha en la Tabla Periódica)

a4) Tiene el mayor radio atómico. (0,25 p) El Sr (está más abajo y a la izquierda en la Tabla)

a5) Presenta como números de oxidación importantes +3 y +5. (0,25 p) El Sb (perdiendo los  $e^-$   $5s^2 5p^3$ )

a6) Al ganar dos electrones, es isoelectrónico con el Kr. (0,25 p) El Se ( $Se^{2-} : [Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^6$ )

b) Elija dos de ellos que formen entre sí un compuesto iónico de fórmula general **AB** (hay varios posibles). Formule y nómbrelo, e indique si será conductor de la electricidad en estado sólido. (0,50 puntos)

Puede tratarse de un sulfuro o de un selenuro, de estroncio(II) o de estaño(II):

**SrS**: sulfuro de estroncio

**SnS**: sulfuro de estaño(II) o monosulfuro de estaño

**SrSe**: selenuro de estroncio

**SnSe**: selenuro de estaño(II) o monoselenuro de estaño

(Para el estroncio no es necesario indicar la valencia 2, porque es la única que tiene)

No será conductor en estado sólido (en los sólidos iónicos los  $e^-$  no tienen movilidad a través de la red)

2. Considere los **compuestos covalentes**:  $H_2CO_3$ ,  $CO_2$ ,  $SiO_2$ .

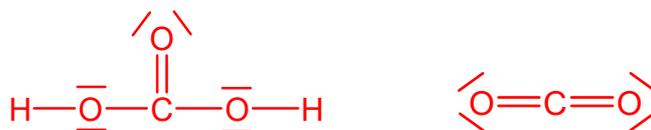
a) Nómbralos. (0,50 p)

**$H_2CO_3$** : ácido carbónico. También: dihidroxidooxidocarbono; dihidrogeno(trioxidocarbonato)

**$CO_2$** : dióxido de carbono, óxido de carbono(IV)

**$SiO_2$** : dióxido de silicio, u óxido de silicio (no se indica el e.o. IV porque es el único que tiene)

b) Represente las estructuras de Lewis del  $H_2CO_3$  y del  $CO_2$  y, en base a ellas, indique cómo será la geometría en torno a los átomos de C de cada uno de estos compuestos, así como en torno a los átomos de O de los grupos OH del  $H_2CO_3$ . (1,00 puntos)



La geometría en torno al átomo de C del  $H_2CO_3$  será trigonal (geometría tipo  $AB_3E_0$ )

La geometría en torno al átomo de C del  $CO_2$  será lineal (geometría tipo  $AB_2E_0$ )

La geometría en torno a los átomos de O de los OH del  $H_2CO_3$  será angular (tipo  $AB_2E_2$ )

c) Para cada uno de los tres compuestos, indique si es un compuesto covalente atómico o molecular y, basándose en esta respuesta, indique cuál de los tres tendrá un mayor punto de fusión. (0,50 puntos)

El  $H_2CO_3$  y el  $CO_2$  son compuestos covalentes moleculares (en el apartado anterior se han pedido sus estructuras de Lewis).

El  $SiO_2$  es un compuesto covalente atómico y por tanto es el de mayor punto de fusión.

(En concreto, el  $SiO_2$  es un sólido con un pf. de  $1713^\circ C$ , mientras que el  $CO_2$  es un gas en condiciones normales y el  $H_2CO_3$  es un compuesto covalente molecular de bajo p.f. y p. ebul. (es inestable y difícil de aislar en su forma molecular; mientras que en disolución acuosa descompone a  $CO_2$  y  $H_2O$ ))



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
322 – QUÍMICA EBAU2024 - JULIO

3. Considere la siguiente reacción en fase gaseosa:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H = -8 \text{ kJ}$   
 Datos: Entalpías de enlace ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H-I: 297; I-I: 151; Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H = 1, I = 126,9
- a) Nombre las sustancias que intervienen en la reacción. **(0,50 puntos)**  
**H<sub>2</sub>: dihidrógeno; I<sub>2</sub>: diyodo, o diiodo; HI: yoduro de hidrógeno, o yodano.**  
 (El HI (g) no se debe nombrar como ácido yodhídrico porque se especifica que está en fase gaseosa).
- b) Calcule la energía que se desprende al formarse 10 kg de HI (g). **(0,75 puntos)**  
 Este apartado se puede resolver de varias formas, siendo válido cualquier procedimiento que sea correcto. P. ej., se puede calcular  $\Delta H$  en  $\text{kJ/mol}$ , se pueden usar factores de conversión, reglas de 3, etc.  
 El peso molecular del HI es  $127,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , luego en 10 kg (10.000 g) habrá 78,2 moles.  
 Al formarse 2 moles de HI se desprenden 8 kJ, luego al formarse 78,2 moles se desprenderán;
- $$\left. \begin{array}{l} \text{Si con 2 moles de HI} \longrightarrow \text{se desprenden 8 kJ} \\ \text{Con 78,2 moles de HI} \longrightarrow \text{se desprenderán } x \text{ kJ} \end{array} \right\} x = \frac{78,2 \cdot 8}{2} = \mathbf{312,8 \text{ kJ}}$$
- c) Calcule la entalpía del enlace H-H:  $\Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H})$ . **(0,75 puntos)**  
 Las **entalpías o energías de enlace** se dan con signo positivo (en valor absoluto) cumpliéndose que:
- $$\Delta H^\circ_{\text{r}} = \sum(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{rotos}} - \sum(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{formados}} = \sum(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{reactivos}} - \sum(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{productos}}$$
- En esta reacción se rompe un enlace H-H y un enlace I-I y se forman dos enlaces H-I:  
 $\Delta H^\circ_{\text{r}} = \Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H}) + \Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{I-I}) - 2\Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-I}); \quad -8 = \Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H}) + 151 - 2 \cdot 297;$   
 Luego:  $\Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H}) = 594 - 151 - 8 = \mathbf{435 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}}$
4. A 298 K la **solubilidad** (s) del **Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** en agua es  $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- a) Nombre el compuesto Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, y escriba su equilibrio de solubilidad. **(0,40 puntos)**  
 Es el **cromato de plata (o de diplata), tetraoxidocromato de plata, o tetraoxidocromato(2-) de plata.**  
 Su equilibrio de solubilidad es:  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$
- b) Exprese la solubilidad en gramos por cada 100 mL. **(0,40 puntos)**  
 Datos: Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): Ag = 107,9; Cr = 52; O = 16  
 El peso molecular del Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> es  $331,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 $1,3 \cdot 10^{-4}$  moles son por tanto  $4,3 \cdot 10^{-2}$  gramos (en 1 L de agua),  
 por lo que en 100 mL la solubilidad será  $4,3 \cdot 10^{-3}$  g en 100 mL
- c) Calcule el producto de solubilidad (K<sub>ps</sub>) del Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> en agua, a 298 K. **(0,70 puntos)**  
 El equilibrio de solubilidad es:  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$   
 Concentraciones en el equilibrio ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )  $\qquad\qquad\qquad 2s \qquad\qquad\qquad s$   
 $K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \cdot s = 4s^3 = 8,8 \cdot 10^{-12}$
- d) Si una disolución saturada de Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> está en equilibrio con 1 g de Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>(s), razone cualitativamente qué ocurrirá con la [CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] en disolución si:
- d1) Se retiran iones Ag<sup>+</sup> de la disolución (por ejemplo, precipitándolos como AgI). **(0,25 puntos)**  
 La [CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] **aumentará**, porque al retirar iones Ag<sup>+</sup> el equilibrio se desplaza hacia la derecha.
- d2) Se adiciona otro gramo de Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (s). **(0,25 puntos)**  
 La [CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] en disolución **no variará**, porque la cantidad de sólido en equilibrio con la disolución saturada no afecta a la solubilidad.



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
322 – QUÍMICA EBAU2024 - JULIO

5. Considere los siguientes ácidos débiles: HIO ( $K_a = 2 \cdot 10^{-11}$ ) y HF ( $K_a = 6.7 \cdot 10^{-4}$ ).

a) Nombre ambos ácidos. (0,40 puntos)

HIO: ácido hipoyodoso; También: hidroxidoyodo; hidrogeno(oxidoyodato)

HF: ácido fluorhídrico. También se acepta fluorano o fluroruro de hidrógeno

b) Explique brevemente cuál de ellos es un ácido más débil. (0,25 puntos)

Será más débil el ácido que tenga una  $K_a$  menor, es decir el HIO

c) Calcule el pH de una disolución 0,1 M de HIO. (0,75 puntos)

El equilibrio de disociación:  $\text{HIO (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{IO}^- \text{ (aq)} + \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)}$

Concentraciones, inicio: 0.1 0 0

Concentraciones, equilibrio: 0.1-x x x

$$K_a = 2 \cdot 10^{-11} = \frac{x^2}{0.1 - x} \quad \text{Por ser un ácido débil, podemos suponer que } x \ll 0$$

$$2 \cdot 10^{-11} = \frac{x^2}{0.1}; \quad 2 \cdot 10^{-12} = x^2; \quad 1,41 \cdot 10^{-6} = x; \quad \text{y } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x = -\log (1,41 \cdot 10^{-6}) = 5,85$$

d) Si en una disolución 0,1 M de HF,  $\text{pH} = 3$ , calcule el grado de disociación  $\alpha$  de este ácido. (0,60 puntos)

$\text{HF (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{F}^- \text{ (aq)} + \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)}$

Concentraciones, inicio: 0.1 0 0

Concentraciones, equilibrio: 0.1(1- $\alpha$ ) 0.1 $\alpha$  0.1 $\alpha$

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]; \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} = 0.001 \text{ M}; \quad \text{Como } [\text{H}_3\text{O}^+] = c\alpha; \quad 0.001 = 0.1\alpha; \quad \alpha = 0.01 \quad (\alpha = 1\%)$

6. En una valoración ácido-base se tienen 30 mL de una disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,40 M en un vaso y se va adicionando desde la bureta una disolución de NaOH 0,20 M. Se adicionan al vaso con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  unas gotas de azul de bromotimol, que es un indicador de color amarillo en medio ácido y azul en medio básico.

a) Nombre los compuestos  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y NaOH. (0,30 puntos) NaOH: Hidróxido de sodio

$\text{H}_2\text{SO}_4$ , ácido sulfúrico; También: dihidroxidodioxidoazufre; dihidrogeno(tetraoxidosulfato)

b) Calcule el pH de la disolución de NaOH 0,20 M que se encuentra en la bureta. (0,35 puntos)

Se trata de una base fuerte, totalmente disociada:  $\text{NaOH (aq)} \longrightarrow \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$

Por tanto, la concentración de  $\text{OH}^-$  será igual a la concentración de NaOH

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0,2) = 0,7; \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,7 = 13,3$$

c) Al inicio de la valoración, ¿cómo será el color de las disoluciones del vaso y la bureta? (0,30 puntos)

En el vaso (contiene  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y el indicador), el pH será ácido, así que el color será amarillo

En la bureta (contiene NaOH y no contiene indicador), no habrá color (será incolora)

d) Escriba la reacción que tiene lugar durante la valoración y nombre la sal que se forma. (0,35 puntos)

La reacción que tiene lugar es:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{ NaOH (aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)}$

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , sulfato de sodio, sulfato de disodio, tetraoxidosulfato o tetraoxidosulfato(2-) de sodio

e) ¿Cuántos mL de la disolución de NaOH se consumen hasta el punto de equivalencia? (0,50 puntos)

En 30 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,4 M hay 0.012 moles de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Como por cada mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se necesitan dos moles de NaOH, se consumirán 0.024 moles de NaOH que, al ser una disolución 0,20 M, equivalen a 0.12 L, es decir, 120 mL

f) ¿Cómo será el color de la disolución del vaso, una vez pasado el punto de equivalencia? (0,20 puntos)

El pH será básico, porque al sobrepasar el punto de equivalencia, habrá en el vaso NaOH en exceso, pues ya se ha consumido todo el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por tanto, el color habrá virado de amarillo a azul



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
322 – QUÍMICA EBAU2024 - JULIO

7. Dada la siguiente reacción de **oxidación-reducción**:  $\text{P}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{HClO} \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$

a) Nombre los compuestos HClO,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  y HCl. **(0,45 puntos)**

**HClO**: ácido hipocloroso, hidroxidocloro; hidrogeno(oxidoclorato)

**$\text{H}_3\text{PO}_4$** : ácido fosfórico; trihidroxidooxidofosforo; trihidrogeno(tetraoxidofosfato)

**HCl**: ácido clorhídrico; cloruro de hidrógeno o clorano

b) Indique cuál es el agente oxidante y el reductor, y cómo varían sus números de oxidación. **(0,45 puntos)**

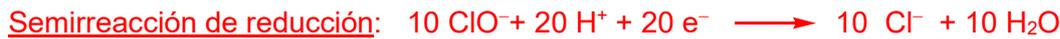
El agente oxidante es el  $\text{ClO}^-$  (o el HClO). (Se reduce a  $\text{Cl}^-$  (o a HCl)). Pasa de e.o. +1 a -1

El agente reductor es el  $\text{P}_4$ , (se oxida a  $\text{PO}_4^{3-}$ ). Pasa de e.o. 0 a +5.  $\text{P}_4$  es el fósforo blanco, P elemental

c) Ajuste la reacción mediante el método del ion-electrón. **(1,10 puntos)**



Para igualar el número de  $\text{e}^-$  intercambiados, multiplicamos la semirreacción de reducción x 10:



Ponemos en forma molecular, para lo que hay que sumar  $10 \text{H}^+$  a cada lado de la reacción:



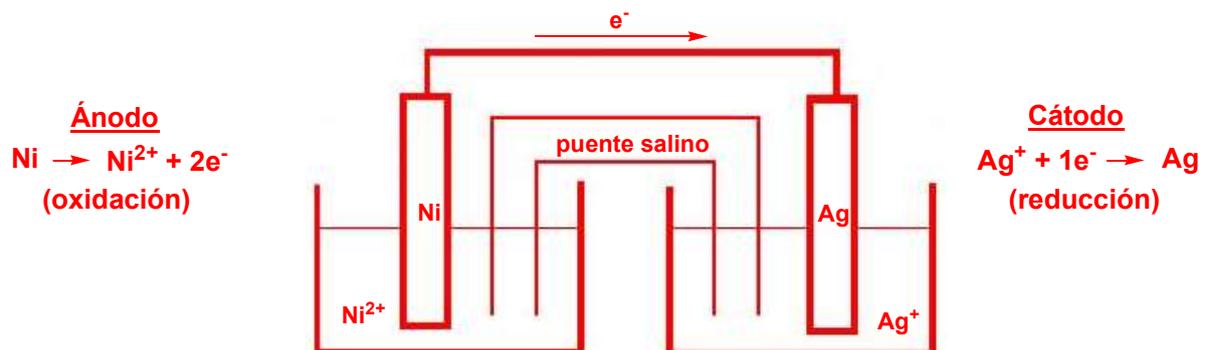
COMPROBAMOS el número de átomos a cada lado de la reacción: P: 4; Cl: 10; H: 22; O: 16

8. Considere una **pila galvánica** formada por un electrodo de Ni sumergido en una disolución de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  y un electrodo de Ag sumergido en una disolución de  $\text{AgNO}_3$ .

Datos:  $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$ ;  $E^\circ (\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$ ;  $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

a) Nombre las sales  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  y  $\text{AgNO}_3$ . **(0,30 puntos)** Nitrato de níquel(II) y nitrato de plata

b) Dibuje un esquema de la pila, con todos sus elementos, etiquetando los electrodos como ánodo y cátodo e indicando el sentido de circulación de los electrones por el circuito externo. **(0,40 puntos)**



c) Escriba las semirreacciones que se producen en cada electrodo, indicando los electrones intercambiados y si se trata de una oxidación o de una reducción. **(0,40 puntos)**

d) Escriba la reacción global de la pila. **(0,25 puntos)**



e) Calcule su fuerza electromotriz ( $E^\circ_{\text{pila}}$ ), indicando si el proceso será espontáneo. **(0,40 puntos)**

$$E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,80 - (-0,25) = 1,05 \text{ V} \quad \text{Como es positiva, el proceso será espontáneo}$$

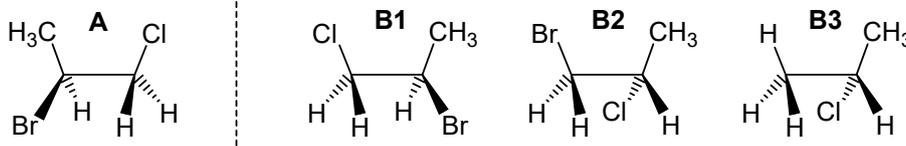
f) Calcule la variación de energía libre de la pila ( $\Delta G^\circ$ ). **(0,25 puntos)**

$$\Delta G^\circ = -n \cdot E^\circ \cdot F = -2 \cdot 1,05 \cdot 96.500 = -202.650 \text{ J} = -202,65 \text{ kJ}$$



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
322 – QUÍMICA EBAU2024 - JULIO

9. Observe atentamente los siguientes compuestos, **A**, **B1**, **B2** y **B3**:



a) Escriba sus fórmulas semidesarrolladas, y nómbralos (pueden repetirse nombres). (0,40 puntos)

**A:**



**B1:**



**B2:**



**B3:**



**A y B1:** 2-bromo-1-cloropropano

**B2:** 1-bromo-2-cloropropano

**B3:** 2-cloropropano

b) Explique brevemente para cada uno de ellos si tiene algún carbono asimétrico. (0,45 puntos)

Todos ellos tienen un carbono asimétrico, menos el **B3**, ya que en **A**, **B1** y **B2** hay un carbono (el C-2) que está unido a 4 sustituyentes diferentes, mientras que en **B3** no lo hay.

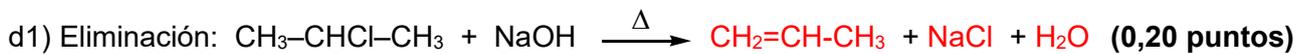
c) Indique para cada uno de los compuestos **B** (**B1**, **B2** o **B3**) si es isómero de **A** y, si lo es, de qué tipo y subtipo de isomería se trata. (0,75 puntos)

**B3** no es isómero de **A**, (porque su fórmula molecular es distinta:  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$  frente a  $\text{C}_3\text{H}_6\text{ClBr}$ )

**B2** es un isómero estructural de posición de **A** (cambia la posición de los sustituyentes Cl y Br)

**B1** es un isómero espacial de **A**, un enantiómero (es su imagen especular, no superponible).

d) Complete las siguientes reacciones a partir de **B3**, con todos los productos mayoritarios esperados:



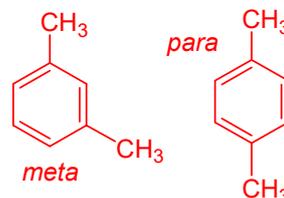
10. a) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: (0,95 puntos)

a1) pentan-3-ona y pentanal



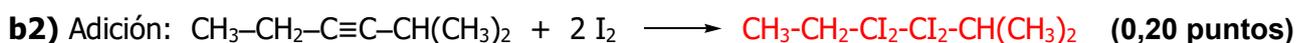
Isomería estructural de función

a2) *m*-dimetilbenceno y *p*-dimetilbenceno



isomería  
estructural  
de posición

b) Complete las siguientes reacciones orgánicas con todos los productos mayoritarios esperados:



c) Nombre los compuestos orgánicos de partida de las reacciones del apartado anterior. (0,45 puntos)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{I}$ : 1-yodopropano;  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{C-CH(CH}_3\text{)}_2$ : 2-metilhex-3-ino;  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ : etanol