



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Universidad de León



Universidad  
de Valladolid



## Olimpiada de Química de Castilla y León año 2015

### Cuestiones

1. El sulfato de cobre hidratado es de color azul. Cuando se calienta y pierde su agua de hidratación se vuelve blanco. Con cuántas moléculas se encuentra hidratada esta sal si al calentar en un crisol 0,3428 g del sólido azul, encontramos que el peso final de sólido blanco en el crisol es 0,2192 g
  - a. 2 moléculas de agua ( $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
  - b. 3 moléculas de agua ( $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )
  - c. 4 moléculas de agua ( $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )
  - d. 5 moléculas de agua ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) (\*)
  
2. Se tiene una bombona de  $\text{N}_2$  de 50 L en un laboratorio en el que la temperatura es  $20^\circ\text{C}$ . La lectura del manorreductor que hay conectado a la bombona es 100 bares. ¿Cuál es la densidad del gas contenido en la bombona?
  - a.  $115 \text{ g/cm}^3$
  - b.  $115 \text{ g/L}$  (\*)
  - c.  $0,115 \text{ g/L}$
  - d.  $11,5 \text{ g/cm}^3$

**Dato:**  $1 \text{ atm} = 1,0134 \text{ bares}$
  
3. Se dispone de dos disoluciones. La primera es de ácido clorhídrico de concentración 0,3 M y la segunda es del mismo ácido y de 0,2 M.
  - a. La cantidad de ácido en 20 mL de la primera es igual a la cantidad de ácido en 30 mL de la segunda. (\*)
  - b. Si mezclamos 20 mL de la primera con 20 mL de la segunda, la concentración resultante del ácido es 0,5.
  - c. La concentración del ácido en 20 mL de la primera es igual a la de 30 mL de la segunda.
  - d. Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

4. Un vino tinto tiene una densidad de 0,995 kg/L y una graduación de 11 °. Ese valor es, en realidad, un porcentaje en volumen del etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH) que contiene el vino. ¿Cuál es la molaridad del etanol en el vino, si la densidad del etanol es 0,793 kg/L?
- 2,375 M
  - 0,1893 M
  - 1,893 M (\*)
  - 0,2375 M

5. El nombre específico del objeto de laboratorio de la siguiente imagen es:



- Matraz erlenmeyer (\*)
  - Matraz kitasato
  - Bureta
  - Pipeta
- 6.Cuál de estas sustancias no presenta enlaces de hidrógeno:
- H<sub>2</sub>O
  - HF
  - H<sub>2</sub>Te (\*)
  - CH<sub>3</sub>OH
7. Indique que afirmación es correcta para las moléculas: HCN , H<sub>2</sub>S, CF<sub>4</sub> y O<sub>2</sub>
- H<sub>2</sub>S y O<sub>2</sub> son moléculas polares
  - Sólo tienen geometría lineal H<sub>2</sub>S y HCN.
  - Todas ellas, menos el oxígeno, tienen carácter ácido.
  - O<sub>2</sub> y HCN presentan algún enlace múltiple. (\*)
8. En un recipiente cerrado se produce la reacción
- $$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_r = +113 \text{ kJ}$$
- ¿Qué debemos hacer para evitar la formación de NO y O<sub>2</sub>?
- Aumentar el volumen del recipiente y mantener constante la temperatura.
  - Disminuir el volumen sin controlar la temperatura.
  - Disminuir la temperatura. (\*)
  - Retirar el oxígeno que se va formando y sustituirlo por un gas inerte.

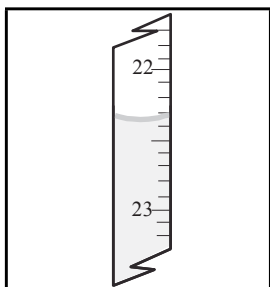
9. Tenemos una disolución 0,1 M de NaCl y  $10^{-2}$  M de  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ . Teniendo en cuenta que  $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,2 \cdot 10^{-10}$  y  $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,7 \cdot 10^{-12}$ , ¿qué ocurrirá si le añadimos poco a poco una disolución  $10^{-3}$  M de  $\text{AgNO}_3$ ?

- a. Precipitará primero el cromato de plata porque su constante de solubilidad es menor que la del cloruro de plata.
- b. Precipitará primero el cromato de plata porque la concentración del cromato sódico es menor que la del cloruro sódico.
- c. No se formará ningún precipitado porque la concentración del nitrato de plata que se añade es menor que la de cloruro sódico y que la del cromato sódico
- d. Precipita primero el cloruro de plata porque es lo que indican los valores de las concentraciones y las constantes. (\*)

10. ¿Cuál de estas configuraciones electrónicas corresponde al elemento con mayor afinidad electrónica?

- a.  $1s^2 2s^2 2p^3$
- b.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- c.  $1s^2 2s^2 2p^5$  (\*)
- d.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

11. ¿Cuál es el valor correcto para la lectura del volumen en la bureta de la figura?



- a. 22.3 mL (\*)
- b. 22.30 mL
- c. 22.36 mL
- d. 22.40 mL

12. El análisis de un compuesto que sólo contiene Mg, P y O da los valores 21.8% Mg, 27.7% P y 50.3% O. ¿Cuál es su fórmula empírica?

- a.  $\text{MgPO}_2$
- b.  $\text{MgPO}_3$
- c.  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  (\*)
- d.  $\text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_8$

13. ¿Para cuál de las siguientes especies  $\Delta H_f^\circ$  es distinta de cero?
- $\text{Br}_2(\text{l})$
  - $\text{Fe}(\text{s})$
  - $\text{I}_2(\text{s})$
  - $\text{O}_3(\text{g})$  (\*)
14. ¿Cuántos electrones desapareados tiene un átomo gaseoso de fósforo, P, en su estado fundamental?
- 1
  - 3 (\*)
  - 5
  - 7
15. El concepto de resonancia se usa para describir estructuras moleculares que
- oscilan entre dos estructuras.
  - tienen imágenes especulares.
  - pueden tener distintos isómeros.
  - tienen más de una estructura de Lewis posible. (\*)
16. Para las siguientes sustancias, ¿cuál es la secuencia correcta en la que va aumentando el número de oxidación del oxígeno?
- $\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{OF}_2, \text{H}_2\text{O}_2$
  - $\text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}_2, \text{O}_2, \text{OF}_2$  (\*)
  - $\text{H}_2\text{O}_2, \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{OF}_2$
  - $\text{OF}_2, \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$
17. El óxido de mercurio(II),  $\text{HgO}$ , se descompone al calentar de acuerdo con la ecuación  $2\text{HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
- ¿Cuál es la expresión de la constante de equilibrio para ese proceso?
- $$K = \frac{[\text{Hg}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{HgO}]^2}$$
  - $$K = [\text{Hg}]^2 [\text{O}_2]$$
  - $$K = \frac{[\text{Hg}][\text{O}_2]}{[\text{HgO}]}$$
  - $$K = [\text{O}_2]$$
 (\*)

18. Según la TRPEV, ¿cuál de las siguientes especies tiene todos los átomos en el mismo plano?
- 1:  $\text{CH}_3^+$     2:  $\text{CH}_3^-$
- Sólo 1 (\*)
  - Sólo 2
  - Tanto 1 como 2
  - Ninguna de las dos
19. ¿Cuáles son las fuerzas intermoleculares más fuertes entre moléculas vecinas de tetracloruro de carbono,  $\text{CCl}_4$ ?
- Fuerzas dipolo-dipolo
  - Fuerzas de dispersión (\*)
  - Enlaces de hidrógeno
  - Enlaces covalentes
20. Calcule la cantidad de energía desprendida cuando 0,100 moles de diborano,  $\text{B}_2\text{H}_6$ , reacciona con oxígeno para producir  $\text{B}_2\text{O}_3$  sólido y vapor de agua.
- $\Delta H_f^\circ \text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) = 35 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) = -1272 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,
- $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -241 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 203 kJ (\*)
  - 216 kJ
  - 330 kJ
  - 343 kJ
21. Las ondas de radio y los rayos X se propagan:
- Con una velocidad inversamente proporcional a su longitud de onda.
  - Con una velocidad inversamente proporcional a su frecuencia.
  - A la misma velocidad en el vacío. (\*)
  - Si existe un medio material a través del cual hacerlo
22. El modelo atómico de Bohr plantea, entre otras cosas, que:
- Los electrones están distribuidos en orbitales llamados s, p, d, f, etc.
  - En cada orbital puede haber un máximo de dos electrones.
  - Los electrones giran a velocidad constante. (\*)
  - Los electrones saltan de una órbita a otra sin emisión ni absorción de energía.
23. Considerando el átomo de Ne y el catión  $\text{Mg}^{2+}$ :
- Ambos tienen el mismo número de protones.
  - Los dos tienen el mismo número de electrones. (\*)
  - El tamaño del catión  $\text{Mg}^{2+}$  es mayor que el del átomo de Ne.
  - Ambos tienen el mismo número de electrones que de protones.

24. ¿Cuál es la longitud de onda, en nm, de la radiación cuya energía es  $550 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ?

Datos:  $h = 6,626\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $c = 2,9979\cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

- a. 0,217
- b. 0,419
- c. 157
- d. 217(\*)

25. Los iones Mn (II) y Ni (II) son, respectivamente:

- a.  $[\text{Ar}] 3d^5$  y  $[\text{Ar}] 3d^7$ .
- b. Para ambos  $[\text{Ar}] d^5$ .
- c.  $[\text{Ar}] d^5$  y  $[\text{Ar}] d^8$ .(\*)
- d. Ninguna de las anteriores es correcta.

26. ¿Es posible que un estado excitado del átomo de H, tenga un electrón en un orbital 4p? ¿Y para un átomo de Ca?

- a. Es posible en ambos casos.(\*).
- b. Es sólo posible en el átomo de Ca.
- c. No es posible en ninguno de los dos átomos.
- d. Es sólo posible en el átomo de H.

27. La radiación de longitud de onda 242,4 nm es la longitud de onda más larga que produce la fotodisociación del  $\text{O}_2$ . ¿Cuál es la energía de un fotón de esta radiación?

Datos: Velocidad de la luz =  $2,9979\cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Constante de Planck =  $6,626\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

- a.  $9,232\cdot 10^{-10} \text{ J}$
- b.  $8,196\cdot 10^{-19} \text{ J}$  (\*)
- c.  $9,133\cdot 10^{-21} \text{ J}$
- d.  $8,214\cdot 10^{-21} \text{ J}$

28. ¿En qué dirección o direcciones es máxima la probabilidad de encontrar un electrón para un orbital: i) s, ii) px, iii) dxy?

- |                                                     |                 |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| a. i) en todas direcciones                          | ii) en el eje x | iii) en los ejes x e y  |
| b. i) en el eje x                                   | ii) en el eje y | iii) en los ejes x e y  |
| c. i) en todas direcciones<br>de los ejes x e y (*) | ii) en el eje x | iii) en las bisectrices |
| d. i) en todas direcciones                          | ii) en el eje y | iii) en los ejes x e y  |

29. Los diferentes isótopos de un elemento químico dado se caracterizan por

- a. Las mismas propiedades químicas, las mismas masas.
- b. Las mismas propiedades químicas, las masas diferentes.(\*).
- c. Las propiedades químicas diferentes, las masas diferentes.
- d. Las propiedades físicas diferentes, las mismas masas.

30. ¿Cuál de las siguientes ondas electromagnéticas tiene una longitud de onda más larga?

Dato: Velocidad de la luz,  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- a.  $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
- b. 350 nm
- c.  $1800 \text{ cm}^{-1}$
- d. 400 MHz (\*)

31. Dadas las moléculas  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  y  $\text{C}_2\text{H}_2$ , señale cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- a. El átomo de carbono en la molécula de  $\text{CH}_4$  posee hibridación  $\text{sp}^3$ . (\*)
- b. La molécula de  $\text{C}_2\text{H}_2$  es angular.
- c. Los dos átomos de carbono de la molécula  $\text{C}_2\text{H}_4$  poseen hibridación  $\text{sp}$ .
- d. La molécula de  $\text{CH}_4$  tiene estructura cuadrada plana.

32. ¿Cuáles de las siguientes moléculas tienen carácter polar?

1.  $\text{CH}_4$       2.  $\text{CH}_3\text{Cl}$       3.  $\text{NH}_3$       4.  $\text{HCN}$       5.  $\text{CO}_2$

- a. 2, 3, 4 y 5
- b. 1, 2 y 3
- c. 2, 3 y 4 (\*)
- d. 2, 3 y 5

33. La composición porcentual en masa de H, P y O en un compuesto de fórmula  $\text{H}_3\text{PO}_4$  es:

- a. 4,59 %; 46,92 %; 48,48 %.
- b. 3,69 %; 37,77 %; 58,54 %.
- c. 3,09 %; 31,60 %; 65,31 %. (\*)
- d. 2,49 %; 38,24 %; 59,27 %.

34. La fórmula empírica de un ácido orgánico es:

- a.  $\text{C}_{3,407}\text{H}_{4,54}\text{O}_{3,406}$
- b.  $\text{C}_{6,818}\text{H}_{9,08}\text{O}_{6,812}$
- c.  $\text{C}_1\text{H}_{1,33}\text{O}_1$
- d.  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  (\*)

35. La fórmula empírica de un compuesto que tiene la siguiente composición porcentual en masa: K = 24,75 %, Mn = 34,77 % y O = 40,51 % es:

- a.  $\text{KMnO}_4$  (\*)
- b.  $\text{K}_2\text{MnO}_4$
- c.  $\text{K}_3\text{MnO}_4$
- d.  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{MnO}_2$

36. El signo de la variación de entropía de la reacción  $\text{HCl(g)} + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl(s)}$  es:
- $\Delta S > 0$ .
  - $\Delta S < 0$ . (\*)
  - $\Delta H < 0$ .
  - $\Delta S = 0$ .
37. El momento dipolar del HBr es 0,79 D y la distancia de enlace Br - H = 1,40 Å. ¿Cuál es el porcentaje de carácter iónico del enlace Br -H?  
**Dato:**  $1 \text{ D} = 3,33 \cdot 10^{-30} \text{ C}\cdot\text{m}$
- 17,6 %.
  - 11,7 % . (\*)
  - 41,3 %.
  - 4,9 %.
38. La forma geométrica de la molécula  $\text{POCl}_3$  es:
- cuadrada plana.
  - tetraédrica. (\*)
  - triangular.
  - piramidal.
39. ¿Cuál es la diferencia de energía, en eV, entre el estado fundamental del hidrógeno y el estado excitado en el que su electrón emite un fotón de longitud de onda igual a 125 nm para volver al estado fundamental?  
**Datos:**  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- 13,6 eV.
  - 9,9 eV. (\*)
  - 10,2 eV.
  - 1,21 eV.
40. Los átomos de hidrógeno puede absorber radiación ultravioleta de longitud de onda 1216 Å. ¿Entre que niveles tiene lugar esta transición electrónica?  
**Datos:**  $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ .
- $n = 1, m = 2$ . (\*)
  - $n = 1, m = 3$ .
  - $n = 1, m = 4$ .
  - $n = 2, m = 3$ .





UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Universidad de León



Universidad  
de Valladolid



## Olimpiada de Química de Castilla y León año 2015

### Problemas

1. Se mezclan 70 mL de una disolución 0,23 M de HCl de densidad 1,10 g/cm<sup>3</sup>, con 4 mL de otra disolución del mismo ácido de riqueza 36% y densidad 1,18 g/cm<sup>3</sup>.
- ¿Cuál es la riqueza de la disolución resultante?
  - ¿Cuál sería su densidad, suponiendo que los volúmenes son aditivos?
  - ¿Qué volumen de esa disolución resultante hemos de tomar para preparar otra de concentración 0,12 M en un matraz de 200 mL.
  - ¿Cuántos gramos de magnesio metálico podríamos disolver con la nueva disolución preparada, si sabemos que se forma cloruro de magnesio en disolución y se desprende gas hidrógeno?
  - ¿Cuánto volumen más de disolución necesitaríamos para disolver la masa de magnesio calculada, si el rendimiento de ese proceso fuese del 83%?

### Solución

a.

$$0,07 \text{ L} \cdot 0,23 \frac{\text{moles}}{\text{L}} \cdot 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,587 \text{ g soluto (HCl)}$$

$$4 \text{ mL Dis} \cdot 1,18 \frac{\text{g Dis}}{\text{mL Dis}} \cdot \frac{36 \text{ g Sol}}{100 \text{ g Dis}} = 1,699 \text{ g soluto (HCl)}$$

$$\text{Masa total} = 70 \text{ mL} \cdot 1,10 \frac{\text{g}}{\text{mL}} + 4 \text{ mL} \cdot 1,18 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 81,72 \text{ g disolución}$$

$$\text{Riqueza} = \frac{1,699 + 0,587}{81,72} \cdot 100 = 2,797\%$$

b.

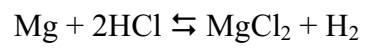
$$\text{Volumen total} = 70 + 4 = 74 \text{ mL}$$

$$\text{Densidad} = \frac{81,72 \text{ g}}{74 \text{ mL}} = 1,104 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

c.

$$0,2 \text{ L} \cdot 0,12 \frac{\text{moles}}{\text{L}} \cdot 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{100 \text{ g Dis}}{2,797 \text{ g Sol}} \cdot \frac{1 \text{ mL Dis}}{1,104 \text{ g Dis}} = 28,34 \text{ mL Disolución}$$

**d.**



$$0,2 \text{ L} \cdot 0,12 \frac{\text{moles HCl}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ mol Mg}}{2 \text{ moles HCl}} \cdot 24,31 \frac{\text{g Mg}}{\text{mol Mg}} = 0,2917 \text{ g Mg}$$

**e.**

$$0,2 \text{ L} \cdot \frac{100}{83} = 240,96 \text{ mL Disolución}$$

$$240,96 - 200 = 40,96 \text{ mL más}$$

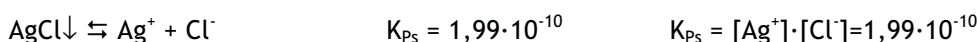
2.- Una disolución contiene los siguientes cationes  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{Pb}^{2+}$  y  $\text{Hg}_2^{2+}$  en concentración  $10^{-2}$  M. A esta disolución se la va añadiendo lentamente una disolución de NaCl.

- ¿Cuál será el orden de precipitación de los iones en forma de cloruro del metal?
- Considerando que la separación será completa cuando en disolución queda menos del 0,1% de la concentración inicial, ¿se podrá separar cuantitativamente por precipitación alguno de dichos iones metálicos de la disolución?

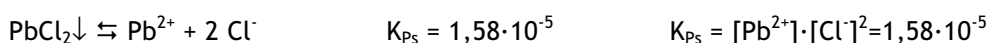
**Datos:**  $K_{Ps}(\text{AgCl}) = 1,99 \cdot 10^{-10}$      $K_{Ps}(\text{PbCl}_2) = 1,58 \cdot 10^{-5}$      $K_{Ps}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,25 \cdot 10^{-18}$

### Solución

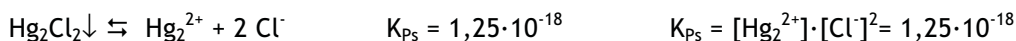
a.- Veamos qué concentraciones de  $\text{Cl}^-$  se necesita para que comiencen a precipitar las sales:



$$10^{-2} \cdot [\text{Cl}^-] = 1,99 \cdot 10^{-10} \quad [\text{Cl}^-] = 1,99 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$



$$10^{-2} \cdot [\text{Cl}^-]^2 = 1,58 \cdot 10^{-5} \quad [\text{Cl}^-] = 3,97 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$



$$10^{-2} \cdot [\text{Cl}^-]^2 = 1,25 \cdot 10^{-18} \quad [\text{Cl}^-] = 1,12 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

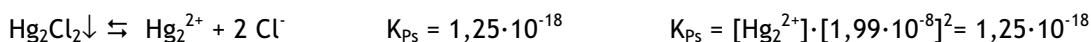
La menor concentración de  $\text{Cl}^-$  se necesita para precipitar el  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ . Después precipitará el  $\text{AgCl}$  y por último el  $\text{PbCl}_2$ , que es el que requiere mayor concentración de cloruros en disolución para comenzar a precipitar.

El orden de precipitación será: 1º:  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , 2º:  $\text{AgCl}$  y 3º:  $\text{PbCl}_2$

b.- Considerando que la separación será completa cuando en disolución queda menos del 0,1% de la concentración inicial, como inicialmente tenemos  $10^{-2}$  M de cada uno de ellos, la separación será cuantitativa o completa cuando al comenzar a precipitar el  $\text{AgCl}$ , la concentración en la disolución de  $\text{Hg}_2^{2+}$  sea de  $10^{-5}$  M.

$$10^{-2} \text{ M} \cdot \frac{0,1}{100} = 10^{-5} \text{ M}$$

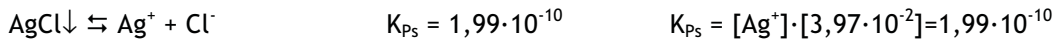
Para que comience a precipitar  $\text{AgCl}$ , la  $[\text{Cl}^-] = 1,99 \cdot 10^{-8}$  M; en ese momento calculamos la concentración de  $\text{Hg}_2^{2+}$  que queda en disolución:



$[\text{Hg}_2^{2+}] = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ; valor superior a  $10^{-5} \text{ M}$ .

Por lo tanto, NO se pueden separar cuantitativamente  $\text{AgCl}$  y  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$   $\text{Ag}^+$  de  $\text{Hg}_2^{2+}$

Veamos si cuando comienza a precipitar  $\text{PbCl}_2$ , ya ha precipitado cuantitativamente todo el  $\text{Ag}^+$  en forma de  $\text{AgCl}$ :



$[\text{Ag}^+] = 5,01 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ ; valor inferior a  $10^{-5} \text{ M}$ .

Por lo tanto, SI se pueden separar cuantitativamente  $\text{AgCl}$  y  $\text{PbCl}_2$   $\text{Ag}^+$  de  $\text{Pb}^{2+}$

Veamos si cuando comienza a precipitar  $\text{PbCl}_2$ , ya ha precipitado cuantitativamente todo el  $\text{Hg}_2^{2+}$  en forma de  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ :



Por lo tanto, SI se pueden separar cuantitativamente  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  y  $\text{PbCl}_2$   $\text{Hg}_2^{2+}$  de  $\text{Pb}^{2+}$

3.- Las entalpías de combustión del acetileno ( $C_2H_2$ ), hidrógeno y etano ( $C_2H_6$ ) en condiciones estándar son respectivamente  $-1297 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $-285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  y  $-1550,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

a. Escriba completas y ajustadas las tres reacciones de combustión.

b. Calcule la entalpía de la reacción de hidrogenación de acetileno a etano:

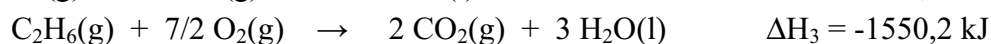
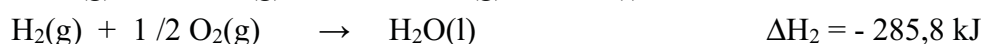
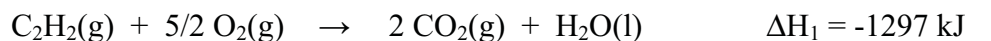
i. Aplicando la ley de Hess

ii. Considerando los valores de las entalpías de enlace siguientes:  $H-H = 436 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;

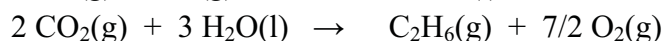
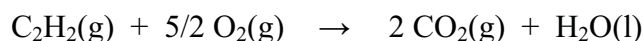
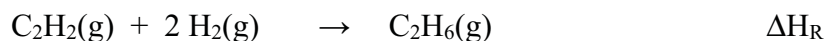
$C-H = 414 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $C-C = 347 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $C\equiv C = 812 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

### Solución

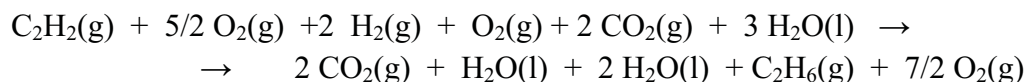
a.



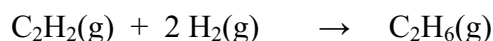
b.1.



sumando:

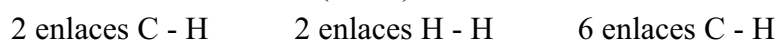
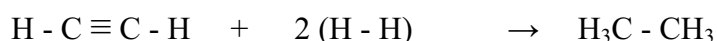


simplificando:



$$\Delta H_R = \Delta H_1 + 2 \Delta H_2 - \Delta H_3 = -1297 + 2(-285,8) + 1550,2 = -318,4 \text{ kJ}$$

b.2.



$$\Delta H_R = (1 \text{ enlace } C \equiv C + 2 \text{ enlaces } H - H) - (4 \text{ enlaces } C - H + 1 \text{ enlace } C - C) = \\ (812 + 436 \times 2) - (4 \times 414 + 347) = 1684 - 2003 = -319 \text{ kJ}$$

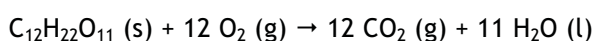
4.- Un ciclista consume, durante las carreras, 40 kJ/min de energía por encima de sus necesidades cotidianas. Calcule el volumen de una bebida energética, que contiene una fracción molar de sacarosa 0,02 y tiene una densidad 1,35 g/cm<sup>3</sup>, que ha de tomar para compensar las necesidades extra de energía al disputar una etapa de 6 horas.

**Datos:** Fórmula de la sacarosa: C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>;

$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -2225 \text{ kJ/mol}$

## Solución

La ecuación química ajustada correspondiente a la combustión de la sacarosa es:



De acuerdo con el concepto de entalpía de reacción:

$$\Delta H_r^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{productos}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reactivos})$$

$$\Delta H_r^\circ = (11 \cdot -285,8 \text{ kJ} + 12 \cdot -393,5 \text{ kJ}) - (1 \cdot -2225 \text{ kJ})$$

Se obtiene,  $\Delta H_r^\circ = -5640,8 \text{ kJ}$ .

Con la entalpía de reacción y el consumo energético que se va a realizar durante la carrera se obtiene la cantidad de sacarosa que se necesita:

$$6 \text{ h} \cdot \frac{-40 \text{ kJ}}{\text{min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{-5640,8 \text{ kJ}} = 2,55 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

Para relacionar el número de moles de soluto con el volumen de disolución es preciso saber el volumen que ocupa una cierta masa de disolución.

Si la fracción molar de soluto es 0,02:

$$\frac{0,02 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{0,02 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 0,98 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0,02$$

La masa de sacarosa es:

$$0,02 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \frac{342 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = 6,84 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

Y la de agua:

$$0,98 \text{ mol H}_2\text{O} \cdot \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 17,64 \text{ g H}_2\text{O}$$

Sumando las dos:

$$6,84 + 17,64 = 24,48 \text{ g disolución}$$

$$24,48 \text{ g disolución} \cdot \frac{1 \text{ mL disolución}}{1,35 \text{ g disolución}} = 18,1 \text{ mL disolución}$$

El volumen de bebida energética que se necesita para la carrera es:

$$2,55 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \frac{18,1 \text{ mL disolución}}{0,02 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = 2315 \text{ mL disolución}$$