

2º D - BACHILLERATO - QUÍMICA - 1ª evaluación - (14-diciembre-2009)

CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN.

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.

DATOS GENERALES.

Los valores de las constantes de equilibrio que aparecen en los problemas deben entenderse que hacen referencia a presiones expresadas en atmósferas y concentraciones expresadas en mol U'. Constantes universales:

$$N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$u = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Constante de Rydberg para el H} = 1,097 \cdot 10^7 \text{ cm}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 1,0133 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Constante crioscópica molal para el C Cl}_4: K_c = -5,02 \text{ }^\circ\text{C/m}$$

- 1º - El cloro se prepara por electrólisis de una disolución acuosa de cloruro de sodio, obteniéndose hidróxido de sodio, hidrógeno gaseoso y cloro gaseoso. A) Escribir y ajustar la reacción que tiene lugar. B) Si el hidrógeno y el cloro se recogen separados al 8 atm y 20°C, ¿Qué volumen de cada uno puede obtenerse a partir de 1,5 Kg de cloruro de sodio del 90% de riqueza? C) Si se recogieran ambos gases en un recipiente de 15 litros a 25°C, ¿Cuales serían la presión parcial de cada gas en ese recipiente y cual sería la presión total?
- 2º - La energía del primer nivel electrónico del átomo de hidrógeno tiene un valor de -13,60 eV. Calcular: a) La frecuencia de la radiación emitida al caer un electrón desde el segundo nivel al primero. b) La energía total desprendida por un mol de átomos de hidrógeno que experimentan la transformación indicada en el apartado anterior.
- 3º - Se mezclan las siguientes cantidades de hidróxido de calcio en un matraz: 0,435 g; $1,55 \cdot 10^{-3}$ moles; 30 ml de una disolución 0,011 M en esta sustancia; 50 ml de una disolución que contiene 0,61 moles de este compuesto en 1 litro de disolución. Suponiendo que el volumen final de disolución es de 78 ml y que la densidad de la disolución final es igual a 1,035 g / ml.
Calcule: a) La molaridad de la disolución resultante. b) La molalidad de la misma.
- 4º - La combustión de 7,49 g de un compuesto orgánico formado por C, H y O produce 14,96 g de dióxido de carbono y 6,13 g de agua. Para determinar su peso molecular, se disuelven 19,04 g del mismo en 150 g de tetracloruro de carbono, obteniéndose un descenso del punto de congelación de 3,62°C.
Calcular sus fórmulas empírica y molecular.
- 5º - Razone si existe o no un elemento que posea los números cuánticos de su electrón diferenciador que se indican. En caso afirmativo represente su configuración electrónica, de que elemento se trata, a que grupo y periodo pertenece y diga también si el elemento es paramagnético (tiene electrones desapareados) o diamagnético (sin electrones desapareados).
a) $n = 2; l = 2; m = -2 \text{ y } s = -1/2$ b) $n = 4; l = 2; m = 0 \text{ y } s = +1/2$

SOLUCIONES

- 1º - El cloro se prepara por electrólisis de una disolución acuosa de cloruro de sodio, obteniéndose hidróxido de sodio, hidrógeno gaseoso y cloro gaseoso.
A) Escribir y ajustar la reacción que tiene lugar.
B) Si el hidrógeno y el cloro se recogen separados al 8 atm y 20°C, ¿Qué volumen de cada uno puede obtenerse a partir de 1,5 Kg de cloruro de sodio del 90% de riqueza?
C) Si se recogieran ambos gases en un recipiente de 15 litros a 25°C, ¿Cuales serían la presión parcial de cada gas en ese recipiente y cual sería la presión total?

RESOLUCIÓN

a) La reacción, ajustada ya, es: $2 \cdot \text{NaCl}_{(aq)} + 2 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{electrolisis}} 2 \cdot \text{NaOH} + \text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$

b) La cantidad de cloruro de sodio puro es el 90% de 1500 g: **1350 g de cloruro de sodio puro.**

Las relaciones estequiométricas en la reacción son:



donde vemos que el nº de moles de Cloro y de Hidrógeno (X e Y) son iguales :

$$X = Y = \frac{1 \cdot 1350}{116,9} = 11,55 \text{ moles de H}_2 \text{ y de Cl}_2 \text{ se obtienen} \quad \text{las cuales se recogen a 8 atm y}$$

20°C, por lo que ocuparán: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T \implies 8 \cdot V = 11,55 \cdot 0,082 \cdot 293$; **V = 34,69 litros de H₂ y de Cl₂**

c) Si se recogen conjuntamente en un recipiente de 15 l a 25°C, la presión parcial de cada uno será

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \implies P_{\text{PARCIAL}} \cdot 15 = 11,55 \cdot 0,082 \cdot 298 ; P_{\text{PARCIAL}} = 18,82 \text{ atm para el H}_2 \text{ y para el Cl}_2$$

La Presión total será la suma de las presiones parciales de ambos:

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{Cl}_2} = 18,82 + 18,82 = 37,64 \text{ atm}$$

2º - La energía del primer nivel electrónico del átomo de hidrógeno tiene un valor de -13,60 eV. Calcular:

a) La frecuencia de la radiación emitida al caer un electrón desde el segundo nivel al primero.

b) La energía total desprendida por un mol de átomos de hidrógeno que experimentan la transformación indicada en el apartado anterior.

RESOLUCIÓN

a) Para calcular la frecuencia o energía desprendida al caer un electrón de una órbita a otra más interior, se utiliza la

fórmula de Balmer: $\bar{\nu} = R_H \cdot \left(\frac{1}{n_{\text{final}}^2} - \frac{1}{n_{\text{inicial}}^2} \right)$ donde R_H es la constante de Rydberg = $109.677,6 \text{ cm}^{-1}$;

“número de ondas” : $\bar{\nu}$, que es: $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$; $\bar{\nu} = \frac{\nu}{c} \implies \nu = c \cdot \bar{\nu}$

y n_{inicial} y n_{final} son los niveles electrónicos, en este caso el nivel 2 y el 1, respectivamente.

Por tanto, tendremos: $\bar{\nu} = 109677,6 \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 82258,2 \text{ cm}^{-1}$ Que es el valor del número de ondas, por

lo que la frecuencia de esa radiación será:

$$\nu = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s} \cdot 82258,2 \text{ cm}^{-1} = 2,468 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

b) La energía correspondiente a una radiación se determina por la fórmula de Planck, que la relaciona con su frecuencia: $E = h \cdot \nu$, pero hemos de tener en cuenta que la frecuencia calculada en el apartado anterior corresponde al salto de UN ELECTRÓN, por lo que la energía así calculada será la correspondiente a un átomo, de manera que para cada mol de átomos, hemos de multiplicarla por el número de Avogadro: $6,023 \cdot 10^{23}$. Así, tendremos:

$$E = h \cdot \nu = 6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 2,468 \cdot 10^{15} = 1,635 \cdot 10^{-18} \text{ J/átomo} \implies \\ \implies E_{\text{mol}} = 1,635 \cdot 10^{-18} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 9,848 \cdot 10^5 \text{ Julios/mol}$$

3º - Se mezclan las siguientes cantidades de hidróxido de calcio en un matraz: 0,435 g; $1,55 \cdot 10^{-3}$ moles; 30 ml de una disolución 0,011 M en esta sustancia; 50 ml de una disolución que contiene 0,61 moles de este compuesto en 1 litro de disolución. Suponiendo que el volumen final de disolución es de 78 ml y que la densidad de la disolución final es igual a 1,035 g / ml. Calcule:

a) La molaridad de la disolución resultante.

b) La molalidad de la misma.

RESOLUCIÓN

Para calcular la concentración de la disolución final hemos de calcular la cantidad total de soluto (Hidróxido de calcio: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que existe en ella, que será la suma de las cantidades de este producto que se añaden con cada una de las partes que se mezclan.

El peso molecular del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es : $40,08 + 2 \cdot 16,00 + 2 \cdot 1,008 = 74,10$

- Cantidad A: $0,435 \text{ g} = \frac{0,435}{74,10} = 5,87 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$

- Cantidad B: $1,55 \cdot 10^{-3} \text{ moles} = 0,115 \text{ gramos}$

- Cantidad C: Al tratarse de una disolución, hemos de calcular la cantidad de soluto partiendo de la expresión que nos da el valor de la molaridad:

$$M = \frac{\text{moles soluto}}{\text{litro disolucion}} ; 0,011 = \frac{n}{0,030} ; n = 0,011 \cdot 0,030 = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ moles} = 0,024 \text{ gramos}$$

- **Cantidad D:** Se trata también de una disolución cuya concentración viene expresada en g/l, por lo que: $0,050 \text{ l} \cdot 0,61 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,0305 \text{ moles} = 2,26 \text{ gramos}$

CANTIDAD TOTAL DE SOLUTO: $0,435 \text{ g} + 0,115 \text{ g} + 0,024 \text{ g} + 2,26 \text{ g} = \mathbf{2,83 \text{ g}}$

$$\text{O bien : } 5,87 \cdot 10^{-3} + 1,55 \cdot 10^{-3} + 3,3 \cdot 10^{-4} + 0,0305 = \mathbf{0,038 \text{ moles}}$$

La disolución final tiene un volumen de 80 ml = 0,080 l, y, teniendo en cuenta su densidad, la masa será:

$$d = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} ; 1,035 = \frac{m}{78} ; m = \mathbf{80,73 \text{ g de disolución}}$$

pero teniendo en cuenta que en esa cantidad hay 2,83 g de soluto, la cantidad de disolvente será:

$$g_{\text{disolución}} = g_{\text{soluto}} + g_{\text{disolvente}} ; 80,73 = 2,83 + g_{\text{disolvente}} ; g_{\text{disolvente}} = 80,73 - 2,83 = \mathbf{77,90 \text{ g de disolvente}}$$

	soluto		Disolvente		Disolución	
Masa	2,83 g	+	77,90	=	80,73	g
Volumen			77,90		78	mL

a) Teniendo en cuenta que el volumen de la disolución es 78,0 ml de volumen, la Molaridad de la disolución será:

$$M = \frac{g_{\text{soluto}}}{Pm_{\text{soluto}} \cdot l_{\text{disoluc}}} ; M = \frac{2,83}{74,10 \cdot 0,078} = \mathbf{0,49 \text{ Molar}}$$

b) Para calcular la molalidad, tenemos en cuenta que hay 77,90 g de disolvente, por lo que partiendo de la expresión de la

$$\text{molalidad, tenemos que: } m = \frac{g_{\text{soluto}}}{Pm_{\text{soluto}} \cdot Kg_{\text{disolvente}}} ; m = \frac{2,83}{74,10 \cdot 0,07790} = \mathbf{0,49 \text{ molal}}$$

4º - **La combustión de 7,49 g de un compuesto orgánico formado por C, H y O produce 14,96 g de dióxido de carbono y 6,13 g de agua. Para determinar su peso molecular, se disuelven 19,04 g del mismo en 150 g de tetracloruro de carbono, obteniéndose un descenso del punto de congelación de 3,62°C. Calcular sus fórmulas empírica y molecular.**

RESOLUCIÓN

Al quemarse el compuesto, todo el C irá a parar al dióxido de carbono y todo el H irá al agua, por lo que las cantidades de ambos elementos pueden determinarse directamente, pero el O que contenía el compuesto se repartirá entre ambos, junto con el O del aire necesario para la combustión, por lo que la cantidad de oxígeno se determinará por diferencia entre la cantidad inicial de muestra y las cantidades de C e H.

$$g. \text{ de C en el } CO_2 = 14,96 \cdot \frac{12}{44} = 4,08 \text{ g de C} ; g. \text{ de H en el } H_2O = 6,13 \cdot \frac{2}{18} = 0,68 \text{ g de H}$$

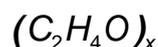
por lo que la cantidad de O que había en la cantidad inicial del compuesto orgánico es:

$$7,49 - 4,08 - 0,68 = 2,73 \text{ g de O}$$

Teniendo en cuenta estas cantidades, determinamos el número de átomos gramo de cada elemento que hay en estas cantidades

$$\left. \begin{array}{l} g \text{ de C: } \frac{4,08}{12} = 0,34 \\ g \text{ de H: } \frac{0,68}{1} = 0,68 \\ g \text{ de O: } \frac{2,729}{16} = 0,17 \end{array} \right\} \begin{array}{l} C : \frac{0,34}{0,17} = 2 \\ H : \frac{0,68}{0,17} = 4 \\ O : \frac{0,17}{0,17} = 1 \end{array}$$

por lo que la formula empirica es:



Para determinar el peso molecular de este hidrocarburo, hay que tener en cuenta la expresión que nos da el descenso del punto de congelación de una disolución: $\Delta T = -K \cdot m \implies \Delta T = -k \cdot \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot Kg_{DVTE}}$

donde, al sustituir: $3,62 = 5,02 \cdot \frac{19,04}{Pm \cdot 0,15}$; $Pm = \frac{5,02 \cdot 19,04}{3,62 \cdot 0,150} \implies Pm = 176,02$

Para determinar su fórmula molecular, dado que se conoce el peso molecular es 176,02, por lo que:
 $176,02 = x \cdot (2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 1 \cdot 16)$; $x = 4$ y así, la fórmula molecular es: **C₈H₁₆O₄**

5º - Demuestre si existe o no un elemento que posea los números cuánticos de su electrón diferenciador que se indican. En caso afirmativo represente su configuración electrónica, de que elemento se trata, a que grupo y periodo pertenece y diga también si el elemento es paramagnético o diamagnético.

a) $n = 2$; $l = 2$; $m = -2$ y $s = -1/2$

b) $n = 4$; $l = 2$; $m = 0$ y $s = +1/2$

RESOLUCIÓN

a) $n = 2$; $l = 2$; $m = -2$ y $s = -1/2$ NO EXISTE ningún electrón que tenga esos números cuánticos ya que los valores del nº cuántico secundario "l" van desde 0 hasta (n - 1), por lo que si n = 2, los posibles valores de "l" serán 0 y 1, pero nunca 2

b) $n = 4$; $l = 2$; $m = 0$ y $s = +1/2$ Corresponde al electrón **4d³** (n = 4; l = 2 => d), y dado que los valores de "m" y "s", ordenados, son: (-2, -1/2), (-1, -1/2), (0, -1/2), (+1, -1/2), (+2, -1/2), (-2, +1/2), (-1, +1/2), **(0, +1/2)**, (+1, +1/2), (+2, +1/2), así pues, se trata del 8º electrón.

m = -2	m = -1	m = 0	m = +1	m = +2
spin = -1/2, +1/2	spin = -1/2, +1/2	spin = -1/2, +1/2	spin = -1/2	spin = -1/2
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑

Su configuración electrónica total es: **1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ 5s² 4d⁸**, tiene DOS electrones desapareados: **(+1, -1/2), (+2, -1/2)** por lo que será paramagnético.

Se encuentra en el **5º periodo** (el nº cuántico principal más alto es el 5) y en la 8ª columna de las "d" (**grupo 5 ó 5b**): Se trata del **PALADIO**