

Conteste en el mismo papel de examen, rodeando con un círculo la **única** respuesta correcta para cada pregunta. En caso de corrección (cambio de respuesta), tache la que no desee señalar y rodee con un círculo la respuesta correcta.

Después rellene la plantilla de respuestas.

1.- ¿Cuál de las siguientes cantidades de sustancias contiene mayor número de moléculas?

- A. 5,0 g CO₂ Masas atómicas: H = 1; O = 16; C = 12; Cl = 35,5
B. 5,0 g CO
C. 5,0 g H₂O
D. 5,0 g O₃
E. 5,0 g Cl₂

2.- Un anillo de plata que pesa 7,275g se disuelve en ácido nítrico y se añade un exceso de cloruro de sodio para precipitar toda la plata como AgCl. Si el peso de AgCl(s) es 9,000g, ¿cuál es el porcentaje de plata en el anillo?

- A. 6,28% Masa atómica: Ag = 107,9
B. 75,26%
C. 93,08%
D. 67,74%
E. 80,83%

3.- El análisis químico elemental de la nicotina da la siguiente composición: 74,04% C; 8,70% H; 17,24% N. Si la masa molecular de la nicotina es 162,2, la fórmula molecular es

- A. CH₂N Masa atómica: N = 14
B. C₂₀H₂₈N₄
C. C₂H₅N
D. C₅H₇N
E. C₁₀H₁₄N₂

4.- ¿Cuántos iones se encuentran presentes en 2,0 L de una disolución de sulfato potásico, K₂SO₄ que tiene una concentración de 0,855 mol L⁻¹ ?

- A. 1,03 x 10²²
B. 3,09 x 10²²
C. 1,81 x 10²²
D. 3,09 x 10²⁴
E. 1,03 x 10²⁴

5.- Si se comparan 1 mol de Cl₂ y 2 moles de neón, en condiciones normales, se puede afirmar que

- A. Contienen el mismo número de moléculas.
B. Tienen la misma energía cinética media.
C. Ocupan el mismo volumen .
D. Tienen la misma velocidad cuadrática media.
E. Tienen la misma velocidad de efusión.

6.- La hipótesis de Avogadro:

- A. Permite distinguir entre gases ideales y gases reales.
B. Explica la ley de los volúmenes de Gay-Lussac suponiendo que las moléculas de los elementos gaseosos comunes son diatómicas.
C. Establece que el volumen de un gas es directamente proporcional al número de moles.
D. Permite demostrar la ley de las proporciones múltiples.

7.- Dadas las siguientes configuraciones de átomos neutros:

X : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; Y : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$

- A. La energía para arrancar un electrón es igual en X que en Y.
- B. Las configuraciones de X e Y corresponden a diferentes elementos.
- C. La configuración de Y representa a un metal de transición..
- D. Para pasar de X a Y se consume energía.
- E. La configuración de Y corresponde a un átomo de aluminio.

8.- El espectro de emisión del hidrógeno atómico se puede describir como

- A. Un espectro continuo.
- B. Series de líneas igualmente espaciadas respecto a la longitud de onda.
- C. Un conjunto de series de cuatro líneas.
- D. Series de líneas cuyo espaciado disminuye al aumentar el número de ondas.
- E. Series de líneas cuyo espaciado disminuye al aumentar la longitud de onda.

9.- El conjunto de números cuánticos que caracteriza al electrón externo del átomo de cesio en su estado fundamental es

- A. 6, 1, 1, 1/2
- B. 6, 0, 1, 1/2
- C. 6, 0, 0, -1/2
- D. 6, 1, 0, 1/2
- E. 6, 2, 1, -1/2

10.- Si la primera energía de ionización del helio es $2,37 \text{ MJ mol}^{-1}$, la primera energía de ionización del neón en MJ mol^{-1} es

- A. 2,68
- B. 0,11
- C. -2,68
- D. 2,37
- E. 2,08

11.- ¿Cuál de los siguientes átomos tiene la primera energía de ionización más baja?

- A. B
- B. N
- C. O
- D. Ne
- E. Be

12.- Los sucesivos potenciales de ionización de un elemento (en eV), son: 8,3; 25,1; 37,9; 259,3..... Señale la proposición correcta

- A. La configuración electrónica externa del elemento es ns^1
- B. La configuración electrónica externa del elemento es ns^2p^1
- C. El elemento pertenece al grupo 4A del sistema periódico.
- D. El elemento pertenece al grupo de los alcalinotérreos.
- E. No pertenece a ninguno de los grupos anteriores.

13.- ¿Qué geometrías son posibles para las moléculas o iones cuyos enlaces se pueden describir mediante orbitales híbridos sp^2 ?

- A. Tetraédrica y angular
- B. Piramidal trigonal y angular
- C. Trigonal plana y angular
- D. Trigonal plana y octaédrica
- E. Trigonal plana y piramidal trigonal

13.- Para las siguientes moléculas: NH_3 , SH_2 , CH_4

- A. La única lineal es SH_2 .
- B. La única molécula no polar es NH_3 .
- C. En los tres casos el átomo central presenta hibridación sp^3 .
- D. El ángulo H-C-H es menor que el ángulo H-N-H.
- E. Las tres moléculas tienen momento dipolar.

14.- ¿Cuántos enlaces σ y π , respectivamente, hay en la molécula SCl_2 ?

- A. 2 y 2
- B. 2 y 0
- C. 2 y 1
- D. 3 y 0
- E. 3 y 1

15.- Utilice la teoría de orbitales moleculares para predecir cuál de las siguientes especies tiene la mayor energía de enlace.

- A. OF^+
- B. NO^-
- C. CF^+
- D. NF
- E. O_2

16.- Una sustancia desconocida tiene un punto de fusión bajo, es soluble en CCl_4 , ligeramente soluble en agua, y no conduce la electricidad. Esta sustancia probablemente es

- A. Un sólido covalente o atómico.
- B. Un metal.
- C. SiO_2
- D. Un sólido iónico.
- E. Un sólido molecular.

17.- Señale la proposición correcta:

- A. El agua pura hierve a menor temperatura en Madrid que en Almería.
- B. Un sólido sublima cuando la presión del punto triple es inferior a 1 atm.
- C. La presión de vapor de un líquido depende de la cantidad de líquido.
- D. Cualquier gas puede licuarse a temperatura ambiente si se aumenta suficientemente la presión.
- E. La temperatura de fusión de un sólido varía mucho con la presión.

18.- El aumento progresivo de los puntos de fusión del cloro, bromo y yodo ($-103\text{ }^\circ\text{C}$, $-7\text{ }^\circ\text{C}$ y $114\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente), puede explicarse porque:

- A. Las fuerzas de Van der Waals se hacen más fuertes a medida que aumenta la masa molecular.
- B. El cloro y bromo forman sólidos moleculares, mientras que el yodo da origen a un sólido atómico.
- C. El cloro forma un sólido molecular, el bromo un sólido atómico y el yodo un sólido metálico.
- D. Los tres sólidos son moleculares, pero, a diferencia de los otros, en el yodo actúan fuerzas de tipo dipolo-dipolo.
- E. La electronegatividad disminuye del cloro al yodo.

19.- ¿Cuál de los siguientes procesos no conduce a un aumento en la entropía?

- A. La fusión de hielo a 298 K
- B. La disolución de NaCl(s) en agua.
- C. El movimiento de los electrones en sus orbitales alrededor del núcleo.
- D. La evaporación del agua.
- E. La combustión de gasolina.

20.- Si un proceso es a la vez exotérmico y espontáneo a cualquier temperatura, se puede afirmar que

- A. $\Delta U = 0$
- B. $\Delta G > 0$
- C. $\Delta H < 0$
- D. $\Delta S > 0$
- E. $\Delta S < 0$

21.- Para la siguiente reacción: $\text{HCOOH(l)} \rightleftharpoons \text{HCOOH(g)}$

Si las variaciones de entalpía, entropía y energía libre estándar a 298 K son $46,60 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $122 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ y $10,3 \text{ kJ mol}^{-1}$, respectivamente, calcule el punto de ebullición normal del HCOOH(l) .

- A. 84,4 K
- B. 84,4 °C
- C. 262 °C
- D. 109 °C
- E. 382 °C

22.- Para la reacción: $2\text{CuBr}_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CuBr}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g})$

Si la presión de vapor de equilibrio del $\text{Br}_2(\text{g})$ es $1,90 \times 10^{-6} \text{ kPa}$ a 298 K, calcule ΔG a 298 K cuando se produce $\text{Br}_2(\text{g})$ a una presión de $1,90 \times 10^{-6} \text{ kPa}$.

- A. $19,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
- B. $32,6 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C. $44,1 \text{ kJ mol}^{-1}$
- D. 0
- E. $75,1 \text{ kJ mol}^{-1}$

23.- La presión de vapor del refrigerante freón-12, CCl_2F_2 , es 3,27 atm a 298 K. Si la presión de vapor es 0,526 atm a 229 K, el calor de vaporización del freón-12 es

- A. $13,7 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - B. $9,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - C. $15,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - D. $-15,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - E. $0,274 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $R = 8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

24.- El punto de ebullición normal del disulfuro de carbono es 319 K. Si el calor de vaporización del disulfuro de carbono es $26,8 \text{ kJ mol}^{-1}$, calcule la presión de vapor a 298 K.

- A. 0,270 kPa
 - B. 49,7 kPa
 - C. 372 kPa
 - D. 19,7 kPa
 - E. 101 kPa
- 1 atm = 101,325 kPa

25.- La entalpía de sublimación del yodo a 25 °C y 101,3 kPa es igual a

- A. La entalpía de vaporización menos la entalpía de fusión del yodo.
- B. La entalpía de vaporización del yodo.
- C. La entalpía de formación del $\text{I}_2(\text{g})$.
- D. La energía de enlace I-I
- E. La entalpía de atomización del yodo.

26.- Para la siguiente reacción: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Si inicialmente $[N_2O_4] = [H_2O] = 3,60 \text{ mol L}^{-1}$, en el equilibrio $[H_2O] = 0,60 \text{ mol L}^{-1}$. Calcule la concentración de equilibrio de $O_2(g)$ en mol L^{-1}

- A. 2,40
- B. Se necesita la constante de equilibrio para el cálculo.
- C. 3,50
- D. 3,00
- E. 0,70

27.- Para la reacción: $MgCl_2(s) + 1/2O_2(g) \rightleftharpoons MgO(s) + Cl_2(g)$, $K_p = 2,98$. Calcule la constante de equilibrio para la reacción: $2Cl_2(g) + 2MgO(s) \rightleftharpoons 2MgCl_2(s) + O_2(g)$

- A. 0,113
- B. -8,88
- C. 0,336
- D. 1,73
- E. 5,99

28.- ¿Cuál es el pH de una disolución etiquetada como NaF $0,136 \text{ mol L}^{-1}$? K_a para el ácido HF es $6,8 \times 10^{-4}$

- A. 2,02
- B. 8,15
- C. 3,17
- D. 11,98
- E. 5,85

29.- El indicador rojo de metilo (cambio de color a pH 5) es adecuado para la valoración

- A. HCN + KOH
- B. $HClO_4 + Ca(OH)_2$
- C. $HNO_3 + NaOH$
- D. $HCl + (CH_3)_3N$
- E. $HF + NaOH$

30.- La constante de equilibrio para la reacción de un ácido débil (K_a) con NaOH es

- A. $1/K_a$
- B. K_a
- C. $K_a K_w$
- D. K_a / K_w
- E. K_w

31. Una disolución reguladora contiene concentraciones iguales de una base débil, B, y su ácido conjugado, BH^+ . Si K_b para B es $1,0 \times 10^{-9}$, el pH de la disolución reguladora es

- A. 7,0
- B. 13,0
- C. 9,0
- D. 1,0
- E. 5,0

32.- A $60^\circ C$ el agua destilada tiene $pH = 6,51$ y por lo tanto:

- A. La concentración de OH^- no es igual a la de H_3O^+
- B. La reacción $H_2O \rightarrow OH^- + H_3O^+$ es exotérmica
- C. El valor de K_w es $(10^{-6,51})^2$
- D. Debe cumplirse la ecuación $pH + pOH = 14$
- E. Es imposible. El agua neutra debe tener $pH = 7$

33.- La relación entre la solubilidad en agua, s , y K_{ps} para el sólido iónico $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ es

- A. $s^3 = K_{ps}$
- B. $s = K_{ps}$
- C. $s^2 = K_{ps}$
- D. $4s^3 = K_{ps}$
- E. $2s^2 = K_{ps}$

34.- Para la siguiente reacción: $\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(\text{aq})$, $K = 1,6 \times 10^7$. Calcule la solubilidad molar del $\text{AgCl}(\text{s})$ en una disolución en la que la concentración de equilibrio de NH_3 es 2,0 M. $K_{ps} [\text{AgCl}(\text{s})] = 1,8 \times 10^{-10}$

- A. 0,107
- B. 0,000013
- C. 0,049
- D. 0,0087
- E. 0,0029

35.- Cuando se añade H_2SO_4 a una disolución de KI , se forma I_2 y se detecta olor a H_2S . Cuando se ajusta la ecuación para esta reacción, el número de electrones transferidos es

- A. 4
- B. 1
- C. 0
- D. 8
- E. 2

36.- La semirreacción ajustada que representa $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ actuando como agente reductor en disolución ácida es

- A. $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- B. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$
- C. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- D. $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$
- E. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

37.- Para la siguiente célula electroquímica: $\text{Al}(\text{s}) / \text{Al}^{3+} (0,18\text{M}) // \text{Fe}^{2+} (0,85\text{M}) / \text{Fe}(\text{s})$. Si los potenciales de reducción estándar del Al^{3+} y del Fe^{2+} son $-1,676$ y $-0,440$ V respectivamente, el potencial de la célula es

- A. 0,500 V
- B. 1,243 V
- C. 1,236 V
- D. $-2,116$ V
- E. $-1,236$

38.- ¿Cuántos moles de $\text{O}_2(\text{g})$ se producen en la electrólisis de $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, si se hace pasar una corriente de 0,120 A a través de la disolución durante 65,0 min exactamente?

- A. 0,0000808 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$
- B. 0,00485
- C. 0,00242
- D. 0,00121
- E. 0,0000202

39.- En una célula electroquímica, el tipo de iones atraído hacia el ánodo y el cátodo, respectivamente y el signo del ánodo y el cátodo, respectivamente, son

- A. Cationes, aniones; +, -
- B. Cationes, aniones; -, +
- C. Aniones, cationes; -, +
- D. Aniones, cationes; +, -
- E. Coinciden con los de una célula electrolítica.

40.- El agente reductor más fuerte es

- A. Al(s)
- B. Cu(s)
- C. Zn(s)
- D. $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$
- E. $\text{Cu}^+(\text{ac})$

$E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76$; $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0,15 \text{ V}$

41.- Si la ecuación ajustada correspondiente a la reacción en una pila se multiplica por dos:

- A. La intensidad de la corriente eléctrica permanece constante.
- B. El potencial de la pila se duplica.
- C. El potencial no varía.
- D. El potencial se eleva al cuadrado.
- E. El potencial se reduce a la mitad.

42.- Indique cuál de las siguientes reacciones de hidrólisis es la correcta:

- A. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$
- B. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + 3\text{CaO}$
- C. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$
- D. $4\text{Ca}_3\text{N}_2 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HNO}_3 + 5\text{NH}_3 + 12\text{Ca}$
- E. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{HCl}$

43.- Se produce una reacción redox entre los siguientes reactivos

- A. H_2SO_4 con $\text{Al}(\text{OH})_3$
- B. HCl con KMnO_4
- C. H_3PO_4 con Na_2S
- D. HCl con ZnO
- E. H_2S con Cu^{2+}

44.- Se producirá mayor corrosión en el caso de

- A. Hierro en ambiente seco.
- B. Hierro revestido con zinc.
- C. Hierro revestido de níquel.
- D. Hierro sumergido en una disolución de NaCl.
- E. Hierro sumergido en agua.

45.- El bromuro de hidrógeno puede obtenerse por:

- A. Reacción de KBr con ácido fluorhídrico concentrado y caliente.
- B. Reacción de KBr con ácido nítrico concentrado y caliente.
- C. Reacción de KBr con ácido fosfórico concentrado y caliente.
- D. Electrólisis de una disolución acuosa de NaBr.
- E. Hidrólisis de bromato sódico.

XII OLIMPIADA NACIONAL DE QUIMICA

Almería. 17. 18 y 19 de Abril de 1999

Problema 1.

Calcule el pH de las siguientes disoluciones:

- A) Una disolución acuosa de ácido acético de concentración 0,2 M.
- B) Una disolución preparada disolviendo 8,2 gramos de acetato sódico en agua destilada hasta obtener 500 mL de disolución.

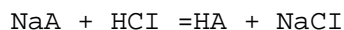
Una disolución formada por un ácido débil cualquiera (HA) y una sal del ácido con una base fuerte (NaA), se denomina *disolución amortiguadora de pH* y tiene la propiedad característica de manifestar pequeñas variaciones de pH por efecto de la dilución o de la adición de cantidades moderadas de ácidos o bases. El pH de este tipo de disoluciones se calcula a partir de la fórmula

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \left[\frac{\text{sal}}{\text{ácido}} \right]$$

Siendo Ka la constante de acidez del ácido HA.

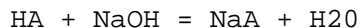
- C) Calcule el pH de una disolución obtenida al mezclar 500 mL de la disolución del apartado A) con los 500 mL, de la disolución del apartado B)

La adición de un ácido fuerte (por ejemplo HCl), en cantidad moderada, a esta solución, provoca la reacción:



Es decir, aumenta un poco la concentración del ácido débil, y disminuye la concentración de la sal.

La adición de una base fuerte (por ejemplo NaOH), en cantidad moderada, provoca la reacción:



Que aumenta un poco la concentración de la sal y disminuye en otro tanto la del ácido débil.

- D) Calcule el pH de:

- 1) Una disolución preparada al agregar 10 mL de ácido clorhídrico 1M a la disolución del apartado C)
- 2) Una disolución obtenida al agregar 10 mL de ácido clorhídrico 1M a un litro de agua destilada.

Datos: K. (ácido acético) = $1,8 \cdot 10^{-5}$. Masas atómicas: C=12; O=16; Na=23; H=1

Problema 2.

El contenido en hierro de una muestra determinada, se puede conocer mediante una valoración de oxidación-reducción. Para ello, en primer lugar, se disuelve la muestra en un ácido fuerte, reduciendo después todo el hierro(III) a ión ferroso, utilizando un reductor adecuado. Esta disolución, se valora utilizando como reactivo un oxidante, por ejemplo dicromato potásico (disolución patrón) que vuelve a pasar todo el ión ferroso a férrico, añadiendo un indicador que nos avise de la finalización de la valoración.

A) Exprese: las semirreacciones de estos procesos, indicando la oxidación y la reducción, así como la reacción iónica de la valoración.

B) Se prepara una disolución patrón que contiene 4,90 gramos de dicromato potásico en un litro de disolución acuosa, con el fin de llevar a cabo una dicromatometría en medio ácido. Una muestra de mineral de hierro que pesaba exactamente 500 miligramos se disolvió en medio ácido fuerte y posteriormente se trató con un reductor de Jones para reducir el hierro(III) a ión ferroso. La disolución resultante se valoró exactamente con 35,0 mL de la disolución patrón de dicromato potásico en presencia de un indicador adecuado. Exprese el resultado del análisis, en porcentaje de hierro en la muestra.

C) Sabiendo que el potencial normal del sistema $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ es 1.33 V, deducir la fórmula que determina como afecta el pH en medio ácido al potencial redox de Nernst del sistema dicromato /ión crómico.

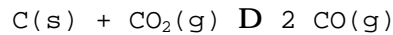
D) ¿En cuanto varía el potencial del sistema dicromato/ión crómico, al aumentar el pH en una unidad?.

Datos: masas atómicas Cr = 52; O = 16; K = 39; Fe = 56.

$E_0 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+} = 1.33 \text{ V}$

Problema 3.

En un matraz de un litro de capacidad, se introducen 4,4 gramos de CO_2 y 0,6 gramos de C(s) a $1000\text{ }^\circ\text{C}$. La reacción que tiene lugar es:



Cuando el sistema reaccionante alcanza el equilibrio, la presión en el interior del matraz es de 13,9 atm.

- A) Con los datos anteriores, calcule el valor de la constante de equilibrio, ΔG° de la reacción a 1000°C y los gramos de C(s) , $\text{CO}_2(\text{g})$ y CO(g) que hay contenidos en el matraz.
- B) ¿Qué cantidad de CO_2 tendría que haber introducido en el matraz para que en el equilibrio solo queden trazas de carbono, (10^{-5} g)?
- C) Cuando se alcanza el equilibrio en el apartado A), ¿qué cantidad de CO tendría que introducirse en el matraz para que queden 0,36 gramos de carbono en equilibrio?
- D) Si una vez alcanzado el equilibrio en el apartado A) aumentamos al doble el volumen del matraz, ¿cuál será la presión total de equilibrio y la composición en las nuevas condiciones?
- E) Si una vez alcanzado el equilibrio en el apartado A), se introducen 4 gramos de He (gas inerte) y 2 gramos de C(s) , ¿cuál será la nueva composición de equilibrio y la presión total?

Datos: $R = 0,082\text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}$; $R = 8,314\text{ J}/\text{K}\cdot\text{mol}$; Masas atómicas: $\text{C}=12$; $\text{O}=16$; $\text{He}=4$

Problema 4.

M. Faraday en 1825, al realizar la destilación fraccionada de un subproducto obtenido en la fabricación de gas de alumbrado a partir de aceite de ballena, obtuvo un hidrocarburo, que es una de las sustancias más importantes de la industria química orgánica. Actualmente, se obtiene, en primer lugar, a partir de petróleo y, en menor proporción a partir del alquitrán de hulla. Este compuesto se utiliza en la producción de polímeros y otras sustancias orgánicas.

Responda a los siguientes apartados:

A) La combustión de 1,482 gramos de este hidrocarburo produjo 1,026 gramos de agua y un gas que al ser absorbido en una disolución de hidróxido cálcico, se formaron 11,400 gramos de carbonato cálcico. Por otra parte, se determinó su masa molecular mediante el método de Dumas. Llevado a cabo el procedimiento operatorio, se obtuvo que 0,620 gramos del hidrocarburo en estado de vapor contenido en un matraz de 246,3 mL de capacidad, ejercieron una presión de 748 mm de Hg, a la temperatura de 100°C. Averigüe la fórmula molecular del compuesto.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm.L / K.mol}$; Masas atómicas: $C=12$; $O=16$; $Ca=40$; $H=1$

La destilación del alquitrán de hulla produce cinco fracciones: 1) "Petróleo ligero" formado por una mezcla de benceno y tolueno (metilbenceno); 2) "Aceite intermedio" (fenol, cresoles y naftaleno); 3) "Aceite pesado" (cresoles impuros y fenoles); "Aceite verde" (antraceno y fenantreno); y 5) Brea.

B) Se toma una muestra de "Petróleo ligero" y se lleva a un recipiente cerrado, a 20 °C de temperatura. Alcanzado el equilibrio entre la mezcla líquida y su vapor, se analiza el líquido e indica un contenido en benceno del 86,5%(en peso). Calcule la fracción molar del benceno en la mezcla vapor a dicha temperatura. Considere al sistema benceno-tolueno como una mezcla ideal.

Datos: A 20 °C: $P^\circ (\text{benceno}) = 75 \text{ mm Hg}$; $P^\circ (\text{tolueno}) = 22 \text{ mm Hg}$

La estructura de rayos X de los cristales de benceno sólido pone de manifiesto que la molécula es hexagonal plana, con longitud de enlace C-C de 140 pm, intermedia entre el enlace sencillo (154 pm) y doble (133 pm).

C) A partir de los siguientes datos de entalpías de hidrogenación, calcule la energía de resonancia de la molécula de benceno:

1) La hidrogenación es el proceso de adición de H a un doble enlace. La entalpía de hidrogenación del doble enlace en el ciclohexeno es de -118,8 kJ / mol y el de un doble enlace en el 1,3-ciclohexadieno es -110,9 kJ / mol.

2) El valor de la entalpía de hidrogenación del 1,3,5-ciclohexatrieno (de uno de sus tres dobles enlaces) puede ser estimado por extrapolación de los dos valores de las entalpías de hidrogenación anteriores.

3) La entalpía de la hidrogenación experimental del benceno a ciclohexano es de -206,3 kJ / mol.