

## XV OLIMPIADA QUÍMICA 2001

### CUESTIONES

Elige la respuesta correcta, a cada una de las siguientes cuestiones

- Dadas las siguientes cantidades de propano. ¿En cuál de ellas existen únicamente 11 átomos?
  - 1.- 22,4 litros de propano en c.n.
  - 2.- Un mol de propano en c.n.
  - 3.- 44 g de propano.
  - 4.-  $7,31 \cdot 10^{-23}$  g de propano
- La ecuación de velocidad de la reacción:  $\text{CO(g)} + \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO(g)}$  a  $300^\circ\text{C}$  es  $v = K [\text{NO}_2]^2$  y a  $400^\circ\text{C}$   $v = K [\text{NO}_2] \cdot [\text{CO}]$   
¿Qué conclusión se puede sacar de estos datos?
  - Son falsas, pues la ecuación de velocidad para una reacción química siempre es la misma.
  - El mecanismo es distinto a  $300^\circ\text{C}$  que a  $400^\circ\text{C}$
  - A  $300^\circ\text{C}$  la reacción es más rápida
  - A  $300^\circ\text{C}$  no reacciona el CO (g)
- La energía de activación de la reacción:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl(g)}$  es  $E_a = 50$  kcal y la entalpía de formación del HCl(g)  $\Delta H_f^\circ = -22,1$  kcal/mol ¿Cuál será la energía de activación de la siguiente reacción?  
$$2 \text{HCl(g)} \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$$
  - 94,2 kcal
  - 72,1 kcal
  - 27,9 kcal
  - 5,8 kcal
- De las siguientes proposiciones ¿Cuál es cierta?
  - Un mol de carbono tiene una masa mayor que un mol de neón.
  - La masa de un mol de metano es la masa de una molécula de metano.
  - El nº de átomos de  $1,00 \cdot 10^{-10}$  moles de  $\text{CO}_2$  es  $5 \cdot 10^{24}$
  - La masa de un átomo de plata es  $1,792 \cdot 10^{-22}$ .
- En una mezcla inerte de gases hay  $3,00 \cdot 10^{23}$  moléculas de A y  $1,50 \cdot 10^{24}$  moléculas de B si la presión total de la mezcla es 600 torr, las presiones parciales de A y B en torr serán respectivamente:
  - 104 y 416
  - 100 y 500
  - No se puede saber, porque no tenemos datos de temperatura
  - 251 y 261.

6. Se analizan tres muestras sólidas, formada cada una por un compuesto de los elementos X e Y. En la primera se encontró un contenido de 4,31 g de X y 7,6 g de Y. La segunda se componía de 35,9% de X y el 64,1% de Y. Por otra parte, se observó que 0,718 g de X reaccionaban con Y para formar 2,00 g de la tercera muestra. ¿Qué se deduce de esto?:
- Las tres muestras son el mismo compuesto.
  - Las tres muestras son de distintos compuestos.
  - Las tres muestras tienen la misma fórmula empírica.
  - Sólo las muestras primera y tercera tienen la misma fórmula molecular.
7. ¿En cuál de los siguientes procesos se absorbe calor, pero se mantiene la temperatura constante?
- Se considera 0,1 mol de  $N_2(l)$  en su punto normal de fusión.
  - Se expande 0,1 mol de  $N_2(g)$  desde  $V = 22,4$  L y  $P = 1$  atm en un recipiente totalmente aislado.
  - Se evapora 0,1 mol de  $N_2(l)$  en su punto normal de ebullición.
  - Se comprime 0,1 mol de  $N_2(g)$  desde  $V = 2,63$  L y  $P = 0,90$  atm en un recipiente totalmente aislado.
8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones son falsas?
- El método más preciso para calcular  $\Delta H$  de una reacción es a partir de las energías de enlace.
  - El calor de formación de  $Hg(s)$  es cero
  - El calor de formación del  $Cl(g)$  es cero
  - El valor de  $\Delta H$  de una reacción puede hallarse restando a las energías de enlace de los productos las energías de enlace de los reactivos.
- Todas
  - I, II y III
  - I, III y IV
  - III y IV
9. A elevada temperatura y presión cte. Es imposible invertir la siguiente reacción:
- $$2 \text{KClO}_3(s) \rightarrow 2 \text{KCl}(s) + 3 \text{O}_2(g); \quad \Delta H = -10,6 \text{ kcal.}$$
- Por tanto  $\Delta S$  debe ser:
- Positivo
  - Negativo
  - Cero
  - $\Delta S > \Delta H$
10. ¿Qué semejanza hay entre los núclidos, Teluro-130, Xenon-130 y Bario-130?
- Sus propiedades químicas.
  - El nº de neutrones de los núclidos.
  - La masa
  - El nº de protones de sus núcleos.
11. En las capas altas de la atmósfera se producen disociaciones y iones al incidir sobre las moléculas radiaciones de distintas longitudes de onda:
- |      | $\Delta H$                                  |             |
|------|---|-------------|
| I.   | $\text{NO} \rightarrow \text{N} + \text{O}$ | 632 kJ/mol  |
| II.  | $\text{NO} \rightarrow \text{NO}^+ + e^-$   | 892 kJ/mol  |
| III. | $\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2^+ + e^-$ | 1165 kJ/mol |
| IV.  | $\text{N}_2 \rightarrow \text{N}_2^+ + e^-$ | 1510 kJ/mol |
- ¿Cuál de estas reacciones podría ser producida por una radiación de mayor longitud de onda?
- La I

- b. La II  
c. La III  
d. La d
12. Dadas las configuraciones electrónicas de las especies hipotéticas A, B, D y E
- I.  ${}_3\text{A}: 1s^2 2p^1$   
II.  ${}_{16}\text{B}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$   
III.  ${}_6\text{D}: 1s^2 2s^2 2p^1 2d^1$   
IV.  ${}_8\text{E}: 1s^2 2s^2 2p^3$
- ¿cuál de las siguientes contestaciones es correcta?
- a. (I) estado fundamental de un átomo; (II) Ion positivo; (III) Estado excitado; (IV) Estado imposible  
b. (I) Estado excitado; (II) estado fundamental de un átomo; (III) Estado imposible; (IV) Ion positivo  
c. (I) Estado excitado; (II) Ion positivo; (III) Estado imposible; (IV) estado fundamental de un átomo  
d. (I) Ion positivo; (II) Estado imposible; (III) estado fundamental de un átomo; (IV) Ion negativo
13. ¿Cuáles de las siguientes series de n<sup>o</sup>s cuánticos son aplicables a electrones desapareados del Cr en su estado fundamental?
- I. (4,0,0,+1/2)  
II. (3,1,0,-1/2)  
III. (4,1,1,-1/2)  
IV. (3,2,-1,+1/2)
- a. I y III  
b. II y IV  
c. I y IV  
d. II y III
14. ¿Cuáles de las siguientes proposiciones son ciertas?
- I. Un átomo A y su catión A<sup>+</sup> tienen el mismo radio  
II. Un átomo X tiene mayor radio que su anión X<sup>-</sup>  
III. El átomo de oxígeno, tiene menor su primer potencial de ionización que el átomo de nitrógeno.  
IV. El ion Na<sup>+</sup> tiene menor radio que el ion O<sup>2-</sup>.
- a. Todas  
b. Sólo I, II y IV  
c. Sólo III y IV  
d. Sólo II, III y IV
15. Cuatro elementos distintos tienen las siguientes configuraciones electrónicas:
- A:  $1s^2 2s^2 2p^2$   
B:  $1s^2 2s^2 2p^5$   
C:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$   
D:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- ¿Cuáles son las fórmulas que B puede formar con todos los demás?
- a. AB<sub>4</sub>, CB<sub>3</sub>, DB  
b. AB<sub>2</sub>, CB, DB.  
c. A<sub>4</sub>B, C<sub>3</sub>B, D<sub>2</sub>B.  
d. AB<sub>4</sub>, CB, DB<sub>2</sub>
16. La hibridación del carbono en los siguientes compuestos: A.- CH<sub>3</sub>Cl; B.- CO<sub>2</sub>; C.- HCHO es:
- a. A: sp<sup>3</sup>, B: sp; C.- sp.

- b. A:  $sp^3$ , B:  $sp$  ; C:  $sp^2$
- c. A:  $sp^3$ , B:  $sp^2$  ; C.-  $sp^2$
- d. A:  $sp^2$ ; B:  $sp$  ; C:  $sp$

17. El benceno  $C_6H_6$  es ligeramente soluble en agua, mientras que la piridina,  $C_5H_5N$  lo es completamente,

- a. 1.- Porque la piridina es un compuesto no polar.
- b. 2.- Por la elevada cte. Dieléctrica del agua.
- c. 3.- Porque la piridina es polar y forma enlaces por puentes de hidrógeno con el agua.
- d. 4.- Por la posibilidad de resonancia en el benceno, que le da una mayor estabilidad.

18. ¿Cuál es la molalidad de una disolución acuosa en la que la fracción molar del soluto es 0,100?

- a. 0,010
- b. 6,17
- c. 0,610
- d. 0,100

19. La descomposición del  $NaHCO_3$  tiene lugar según la reacción:



Con  $K_c = 2,5 \cdot 10^4$  a  $100^\circ C$ . Si un matraz de 2,0 litros contiene 2,5 moles de  $NaHCO_3$ , 0,15 moles de  $Na_2CO_3$ ,  $2,5 \cdot 10^{-2}$  moles de  $CO_2$  y  $4,0 \cdot 10^{-2}$  moles de  $H_2O$  a  $100^\circ C$ . podemos afirmar que en el matraz:

- a. Nunca se alcanzará el equilibrio.
  - b. Para alcanzar el equilibrio se formará más  $NaHCO_3$
  - c. Se ha alcanzado el equilibrio.
  - d. Para alcanzar el equilibrio se formará más  $Na_2CO_3$ ,  $CO_2$  y  $H_2O$
20. En un matraz de 5 litros se establece el equilibrio:  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$   
¿Cuál sería el efecto al agregar 1 g de  $CaCO_3(s)$  a  $t^\circ$  constante?
- a. Aumentaría la  $[CO_2]$
  - b. Disminuiría la  $[CO_2]$
  - c. No variaría la  $[CO_2]$
  - d. Disminuiría la velocidad de la reacción.

## PROBLEMAS

1. a) Hállese la fórmula empírica de un compuesto con la siguiente composición centesimal: 45,86% de K, 37,65 % de O, y 16,49 % de nitrógeno.

N=14 O=16 K=39

- b) Una muestra de 2,5 g de un compuesto orgánico se disuelve en 100 g de benceno. Determinar la masa molecular del compuesto si la disolución solidifica a 4,93 °C. Punto de congelación del benceno 5,46 °C

2. Dada la reacción:  $2 \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -1552,8 \text{ kJ}$

- Calcula el calor de formación del metanol.
- Indica si el proceso es espontáneo en condiciones estándar.
- Supón el sistema en equilibrio. Justifica cómo afectaría al equilibrio un aumento de presión y un aumento de temperatura.

Datos:  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -2285,8 \text{ kJ/mol}$ .  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,13 \text{ kJ/mol}$ .  $S^\circ(\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})) = 126,8 \text{ J/mol}$ .  $S^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = 205,0 \text{ J/mol}$ .  $S^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = 70,0 \text{ J/mol}$

3. En un recipiente que tiene una capacidad de 2 litros se introducen 1,704 g de fosgeno,  $\text{COCl}_2$ , a una temperatura de 300 K, que se descompone en monóxido de carbono y cloro. Una vez establecido el equilibrio, la presión dentro del recipiente es de 230 mm de Hg.

Determina:

- El nº de moles de cada gas en el equilibrio
  - La fracción molar y la presión parcial de cada componente en el equilibrio.
  - Los valores de  $K_c$  y  $K_p$ .
  - Si aumentamos en 20 g la cantidad de cloro, calcula los moles de cada sustancia en el equilibrio.  
C=12, O=16, Cl=35,5
4. El acetileno (etino) es un combustible que se utiliza en el soplete oxiacetilénico. Antes de la combustión se mezclaron 62 g de acetileno del 80% de riqueza con 40 g de oxígeno.
- Escribe la ecuación ajustada.
  - ¿Cuál es el reactivo limitante?. ¿y el reactivo en exceso?.
  - ¿Cuántos gramos sobran del reactivo en exceso?.
  - ¿Cuántos litros de dióxido de carbono se obtienen a 720 mm de Hg y 25 °C si el rendimiento de la reacción es del 70%?.
  - Calcula el calor que se desprende en la combustión del acetileno.

Datos: C=12; H=1; O=16. Entalpía de combustión del acetileno = - 1304 kJ/mol