

OLIMPIADA DE QUÍMICA 2000-2001
FASE LOCAL: UNIVERSITAT JAUME I (2-2-2001)

Se dispone de un tiempo máximo de noventa minutos para resolver esta parte de la prueba.

PROBLEMAS

1. En el origen de la Tierra, la corteza sólida estaba rodeada de una atmósfera constituida por CH_4 , NH_3 , CO_2 , H_2 y vapor de agua. Esta atmósfera, sometida a la radiación solar, descargas eléctricas y erupciones volcánicas, originó el medio físico-químico en el que se formaron los primeros seres vivos.

En 1952, S. Miller y H. Urey introdujeron en un aparato CH_4 , NH_3 , H_2 y CO_2 y, después de someter la mezcla a la acción de descargas eléctricas, comprobaron, al cabo de unos días, la formación de moléculas sencillas:

Formaldehído HCHO (metanal)

Ácido láctico $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ (ácido 2-hidroxi-propanoico)

Glicina $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ (ácido aminoacético)

Urea NH_2CONH_2

De esta manera se pensó que, en condiciones semejantes en la atmósfera primitiva, se sintetizaron los primeros monómeros, que al depositarse sobre la superficie terrestre y arrastrados hacia el mar, originaron el caldo de cultivo en el que se producirían los primeros polímeros, origen de los seres vivos.

En una experiencia de laboratorio que reproduce el experimento de Miller se partió exclusivamente de CH_4 , NH_3 y H_2O . Al final de la experiencia el análisis dió el siguiente resultado:

0.1273 g de formaldehído,

0.1068 g de ácido acético,

0.0543 g de ácido láctico,

0.0962 g de glicina,

0.1190 g de urea,

y H_2 molecular.

Calcula el peso de las tres sustancias de partida y la cantidad (peso) de hidrógeno molecular final.

2. El octano, C_8H_{18} (l), es un hidrocarburo líquido de densidad 0.79 kg/L.

Conocidas las siguientes entalpías de formación estándar:

$$\Delta H_f^0 [C_8H_{18} (l)] = -249.9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 [CO_2 (g)] = -395.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 [H_2O (l)] = -285.8 \text{ kJ/mol}$$

calcula:

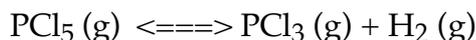
a) El cambio de entalpía molar de combustión del octano, C_8H_{18} (l), en condiciones estándar.

b) El cambio de energía interna de la reacción anterior en condiciones estándar.

c) ¿Cuál será el volumen de octano que debe quemarse para evaporar 100 g de agua inicialmente a una temperatura de 25 °C, si la entalpía de vaporización del H_2O , ΔH_{vap} , tiene un valor de +40.6 kJ/mol?

$$DATOS: c_e(H_2O) = 4.18 \text{ J/g}^\circ C$$

3. Cuando se introducen 3.13 g de PCl_5 en un recipiente de 200 mL y se calienta a 450 K, se establece el equilibrio:



y la presión total en el equilibrio es 3.69 atm. Calcula K_p y K_c .

En un recipiente de 1 litro se introducen 0.1 moles de PCl_3 , 0.1 moles de Cl_2 y 0.1 moles de PCl_5 y se calienta a 450 K. Calcula la composición del sistema en equilibrio.

Calcula el grado de disociación del PCl_5 a 450 K y a la presión total de 5 atm.

DATOS:

Masas atómicas relativas:

$$C=12$$

$$H=1$$

$$O=16$$

$$N=14$$

$$P=31$$

$$Cl=35.5$$

Se dispone de un tiempo máximo de setenta y cinco minutos para resolver esta parte de la prueba.

CUESTIONES

1. Indica el compuesto químico cuya composición porcentual es C (62.1%), H (10.3%) y O (27.6%).

- a) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ b) $\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$ c) CH_3COOH d) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

2. La fermentación de la glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, para producir etanol tiene lugar de acuerdo con la reacción (no ajustada):



Calcula la cantidad de etanol (en kg) que produciría la fermentación de 2.5 kg de glucosa si el rendimiento de la reacción es del 25%.

- a) 1.28 kg b) 5 kg c) 0.32 kg d) 0.96 kg

3. La primera energía de ionización del Na es 500 kJ/mol. Calcula la energía necesaria para extraer un electrón a un átomo de Na.

4. De los siguientes sólidos, ¿cuáles serán conductores de la electricidad?

- a) NaCl b) SiO_2 c) Fe d) C (grafito)

5. En las moléculas que se indican, señala las que presentan momento dipolar permanente:

- a) H_2O b) SiH_4 c) CS_2 d) CCl_4

6. Indica cuáles de las siguientes moléculas tienen geometría tetraédrica:

- a) XeF_4 b) SF_4 c) SO_4^{2-} d) ClO_4^-

7. Calcula la entalpía de formación del ácido acético a partir de las ecuaciones termoquímicas siguientes:



8. Ordena, dentro de cada pareja:

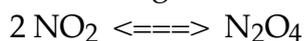
a) La especie de mayor tamaño

a.1) Na^+ , F^- a.2) N^{3-} , F^- a.3) N, O a.4) Si, N a.5) Fe^{2+} , Fe^{3+}

b) La especie de mayor (primera) energía de ionización

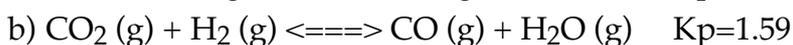
b.1) Na, Be b.2) Mg, Al b.3) Al, C b.4) N, O b.5) S, F

9. El NO_2 es de color pardo y el N_2O_4 es incoloro. Cuando se tiene un recipiente que contiene NO_2 y N_2O_4 en equilibrio se aprecia que su color se oscurece al introducirlo en agua caliente. Indica si el proceso:

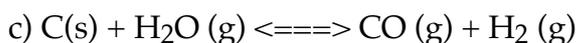


es endotérmico o exotérmico.

10. Las constantes de equilibrio de las reacciones siguientes se han obtenido a 1273 K:



Con esos datos, calcula para la misma temperatura la constante de equilibrio de la reacción:



DATOS:

Masas atómicas relativas:

$C=12$

$H=1$

$O=16$