

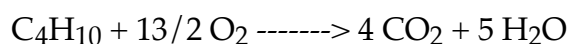
**OLIMPIADA DE QUÍMICA 1998-99**  
**FASE LOCAL: UNIVERSITAT JAUME I (24-2-99)**

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

**CUESTIONES**

1. Contesta verdadero o falso a las afirmaciones siguientes, justificando la respuesta:

En la reacción de combustión:



se cumple:

- a) Cuando se quema 1 mol de butano se forman 4 moles de CO<sub>2</sub>.
- b) Cuando se quema 1 mol de butano que pesa 58 g/mol, se forman 266 g de productos.
- c) Cuando se queman 10 litros de butano en condiciones normales se forman 40 litros de CO<sub>2</sub> en las mismas condiciones.
- d) Cuando se queman 5 g de butano se forman 20 g de CO<sub>2</sub>.

*Datos: Masas atómicas (g/mol): C=12, O=16, H=1.*

2. Contesta verdadero o falso a las afirmaciones siguientes, justificando la respuesta:

- a) Todos los puntos de la teoría atómica de Dalton se aplican en la actualidad.
- b) La teoría atómica de Dalton no puede explicar la ley de conservación de la materia.
- c) La teoría atómica de Dalton no puede explicar la ley de los volúmenes gaseosos de Gay-Lussac.
- d) Todos los elementos del sistema periódico son o monoatómicos como He, Li,... o diatómicos como O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>,...

3. Contesta verdadero o falso a las afirmaciones siguientes, justificando la respuesta:

De la famosa ecuación de Schrödinger:

$$\nabla^2 \psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \psi = 0$$

se puede decir:

a) Esta ecuación diferencial representa el comportamiento de los electrones en los átomos.

b)  $\square$  no tiene sentido físico, sino que es simplemente una función matemática.

c)  $V$  representa la energía potencial del electrón.

d)  $E$  representa la energía cinética del electrón.

4. Del siguiente grupo de números cuánticos para los electrones, ¿cuál es falso? Justifica la respuesta.

a) 2, 1, 0, -1/2

b) 2, 1, -1, 1/2

c) 2, 0, 0, -1/2

d) 2, 2, 1, 1/2

5. Indica en cada caso qué compuesto presenta un mayor ángulo O-X-O:

a)  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$

b)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$

c)  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

d)  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$

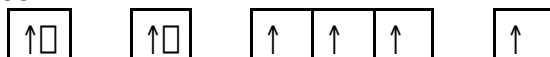
e)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$

f)  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$

6. Contesta verdadero o falso a las afirmaciones siguientes, justificando la respuesta:

Para el oxígeno ( $Z=8$ ),

a)  $1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$



es un estado prohibido.

b)  $1s^1 2s^2 2p^5$



es un estado prohibido.

c)  $1s^2 2s^2 2p^4$



es un estado excitado.

d)  $1s^2 2s^2 2p^4$



es un estado fundamental.

7. Utilizando el ciclo de Born-Haber unos alumnos resuelven el siguiente problema:

A partir de los datos de la tabla, a 25 °C, determinar la energía reticular (U) del compuesto AX (s). (A representa un metal alcalino y X un halógeno):

	Valor absoluto (en kcal/mol)
Energía de formación del AX (s)	150
Potencial de ionización de A (g)	95.9
Afinidad electrónica de X (g)	90.7
Energía de disociación de X <sub>2</sub> (g)	57.6
Energía de sublimación de A (s)	20.6

Cinco alumnos dan cinco respuestas, sólo una es correcta. Justifica cuál.

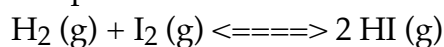
- a)  $U = 150 - 20.6 + 95.9 - 57.6 - 90.7 = 77 \text{ kcal/mol}$
- b)  $U = -150 - (20.6 + 95.9 + 57.6 - 90.7) = -233.4 \text{ kcal/mol}$
- c)  $U = -150 - (20.6 + 95.9 + 28.8 - 90.7) = -204.6 \text{ kcal/mol}$
- d)  $U = -150 - (20.6 + 95.9 + 28.8 + 90.7) = -385 \text{ kcal/mol}$
- e)  $U = -150 - (-20.6 + 95.9 + 28.8 - 90.7) = -163.4 \text{ kcal/mol}$

8. Contesta verdadero o falso a las afirmaciones siguientes, justificando la respuesta:

- a) La glucosa se disuelve en benceno, la disolución no conduce la corriente eléctrica.
- b) El naftaleno se disuelve en benceno, la disolución conduce la corriente.
- c) La glucosa se disuelve en agua destilada, la disolución no conduce la corriente.
- d) El KNO<sub>3</sub> se disuelve en benceno, la disolución conduce la corriente.
- e) El naftaleno se disuelve en agua destilada, la disolución conduce la corriente.

9. Contesta verdadero o falso a las afirmaciones siguientes, justificando la respuesta:

a) En un recipiente de un litro existen 2 moles de H<sub>2</sub> (g) y 1 mol de I<sub>2</sub> (g). El recipiente se calienta hasta una temperatura de equilibrio. Si la constante de equilibrio es K=4 para:



la reacción se desplazará de izquierda a derecha.

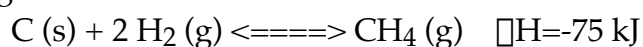
b) Para la misma reacción, la misma temperatura y la misma  $K$ , si inicialmente hay 2 moles de  $H_2$  (g), 1 mol de  $I_2$  (g) y 2 moles de  $HI$  (g), la reacción se desplazará de derecha a izquierda.

c) En las condiciones de b) la reacción se desplazará de izquierda a derecha.

d) Si inicialmente hay 35.4 moles de  $H_2$  (g) y 0.075 moles de  $HI$  (g), la reacción se desplazará de derecha a izquierda.

e) Si inicialmente hay 0.5 moles de  $H_2$  (g), 0.5 moles de  $I_2$  (g) y 0.5 moles de  $HI$  (g), la reacción se desplazará de izquierda a derecha.

10. Se dispone de un recipiente que contiene  $C$  (s),  $H_2$  (g) y  $CH_4$  (g) en equilibrio según:



Indicar si la concentración de metano aumentará, disminuirá o permanecerá constante si:

- a) aumenta la temperatura
- b) disminuye la temperatura
- c) aumenta la presión a  $T$  constante
- d) se introduce  $C$  (s) en el recipiente, a  $T$  constante
- e) se elimina parte del  $H_2$  presente, a  $T$  constante

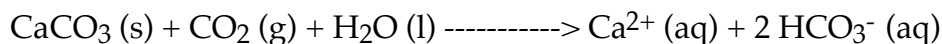
Indicar cómo se modificará la constante de equilibrio si:

- f) aumenta  $T$
- g) aumenta la presión
- h) se elimina metano del recipiente
- i) se introduce  $H_2$  (g) en el recipiente

## PROBLEMAS

Se dispone de un tiempo máximo de dos horas para resolver esta parte de la prueba.

1. El origen de la formación de una cueva se encuentra en la disolución del carbonato cálcico gracias al agua de lluvia que contiene cantidades variables de  $\text{CO}_2$ , de acuerdo con el proceso:



a) Suponiendo que una cueva (subterránea) tiene forma esférica y un radio de 4 metros, que el agua de lluvia contiene en promedio 20 mg/L de  $\text{CO}_2$ , que la superficie sobre la cueva es plana y, por tanto, el área donde cae la lluvia responsable de la formación de la cueva es circular, de 4 metros de radio, y que en promedio caen 240 litros/ $\text{m}^2$  al año en el lugar donde se ha formado la cueva, calcular el tiempo que se ha necesitado para que se formara la cueva.

b) Calcular la concentración (en mol/L y en mg/L) que tendría el  $\text{Ca}^{2+}$  en el agua subterránea de esa cueva, suponiendo que la única fuente de agua fuera la lluvia y la única fuente de calcio fuera la reacción arriba indicada. Si se tomara un litro del agua subterránea de la cueva y se evaporara el agua, en estas condiciones, ¿que cantidad de bicarbonato de calcio se obtendría?

c) En realidad se ha analizado el agua de la cueva, observándose que tiene la siguiente composición, en mg/L:  $\text{Ca}^{2+}$  40.0,  $\text{Na}^+$  13.1,  $\text{Mg}^{2+}$  7.8,  $\text{HCO}_3^-$ , 153,  $\text{SO}_4^{2-}$  23.8,  $\text{Cl}^-$  10.9. Suponiendo que todo el  $\text{Ca}^{2+}$ , al evaporar **un litro** de agua mineral, se combina con el bicarbonato, calcular la masa de  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  formado; si el bicarbonato que sobra se combina con el sodio, calcular la masa de  $\text{NaHCO}_3$  formado; si el sodio sobrante se combina con cloruro, calcular la masa de cloruro de sodio que se forma; si el cloruro sobrante se combina con magnesio, calcular la masa de cloruro de magnesio obtenida; si el magnesio que sobra se combina con sulfato, calcular la masa de sulfato de magnesio obtenida; si finalmente el sulfato que sobra se combina con  $\text{K}^+$ , ¿cuánto  $\text{K}^+$  debe tener el agua (en mg/L), y cuánta masa de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  se formará?

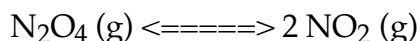
Datos: Masas atómicas, en g/mol; Ca=40, C=12, O=16, H=1, Na=23, Mg=24.3, S=32, Cl=35.5, K=39.1.

$$\text{Volumen de una esfera: } \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{Área de un círculo: } \pi r^2$$

$$\text{Densidad del CaCO}_3 (\text{s}): 2.930 \text{ g/cm}^3$$

2. En un recipiente vacío de 0.4 litros se introducen 1.15 g de  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Cuando se alcanza el equilibrio:



a 100°C, la presión en el interior del recipiente es 1300 mmHg. Calcula  $K_p$ ,  $K_c$  y el porcentaje de moles de  $N_2O_4$  que han reaccionado al alcanzarse el equilibrio a dicha temperatura.

En un recipiente de 1 litro se introduce 1 mol de  $N_2O_4$  y 1 mol de  $NO_2$  a 100°C. Calcula la composición de la mezcla en equilibrio (en moles).

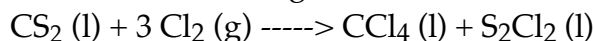
Calcula el grado de disociación del  $N_2O_4$  así como los moles de  $N_2O_4$  que se han de introducir en un recipiente vacío de 1 litro a 100°C si en el equilibrio la presión total es de 3 atm.

Datos: Masas atómicas (g/mol):  $N=14$ ,  $O=16$

Constante universal de los gases ideales:  $R=0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$1 \text{ atm}=760 \text{ mmHg}$

3. Determinar la entalpía de la reacción correspondiente a la obtención del tetracloruro de carbono según la ecuación:



sabiendo que las entalpías de formación de  $CS_2(l)$ ,  $CCl_4(l)$  y  $S_2Cl_2(l)$  son, respectivamente, 89.7, -135.44 y -143.5 kJ/mol.

Si la energía del enlace C-Cl es 322 kJ/mol, la del enlace Cl-Cl es 243 kJ/mol, la del enlace C=S es 477 kJ/mol, y la del enlace S-Cl es 255 kJ/mol, estimad la del enlace entre los átomos de azufre en el  $S_2Cl_2$ .

## TEMA

*Redactar un tema a elegir entre los dos siguientes, empleando como máximo un folio por las dos caras:*

I. La clasificación de los elementos.

II. Polaridad en las moléculas.