

### IX OLIMPIADA QUÍMICA 1995

ESTE EJERCICIO CONSTA DE 10 PREGUNTAS Y 5 PROBLEMAS. . ALGUNA DE LAS PREGUNTAS CONSTA DE VARIAS RESPUESTAS. SEÑALA CON UN CIRCULO LA(S) RESPUESTA(S) ADECUADA(S).

1. Considere la reacción:  $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . Indique como afectan los siguientes cambios al equilibrio considerando que: NO = no se ve afectado, DERECHA = evoluciona hacia la derecha, IZQUIERDA = evoluciona hacia la izquierda:

a. Se saca algo de NO	NO	DERECHA	IZQUIERDA
b. Se añade H <sub>2</sub> O	NO	DERECHA	IZQUIERDA
c. Se añade un catalizador	NO	DERECHA	IZQUIERDA
d. Se saca algo de O <sub>2</sub> NO	NO	DERECHA	IZQUIERDA
e. Se disminuye la presión total	NO	DERECHA	IZQUIERDA
2. Sabiendo que los potenciales estándar de reducción de Al<sup>3+</sup>/Al, I<sub>2</sub>/I<sup>-</sup> y Cu<sup>2+</sup>/Cu son respectivamente -1,66 V, +0,53 V y +0,34 V, ¿podrá el Cu reducir al Al<sup>3+</sup> y/o al I<sub>2</sub>? Si la respuesta es afirmativa, escriba la(s) ecuación(es) ajustada(s) y calcule el potencial de la pila construida.

a. $2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{Cu} \rightarrow 2 \text{Al} + 3 \text{Cu}^{2+}$	$E^\circ = 1,32 \text{ V}$
b. $2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{Cu} \rightarrow 2 \text{Al} + 3 \text{Cu}^{2+}$	$E^\circ = 2,00 \text{ V}$
c. $\text{I}_2 + \text{Cu} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{Cu}^{2+}$	$E^\circ = 0,87 \text{ V}$
d. $\text{I}_2 + \text{Cu} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{Cu}^{2+}$	$E^\circ = 0,19 \text{ V}$
3. Clasifique cada uno de los siguientes procesos por el signo de su variación de entropía, positivo (+), negativo (—) o nulo (no) en cada ecuación:

a. $\text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$	+	—	no
b. $2 \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 4 \text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$	+	—	no
c. $\text{P}_4(\text{s}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$	+	—	no
d. $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{COCl}_2(\text{g})$	+	—	no
e. $\text{CaSO}_4(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	+	—	no
4. En 2,50 mL de mercurio (masa atómica = 200,59 uma) de densidad 13,6 g/mL el número de átomos que hay es:

  - $5,52 \cdot 10^{20}$
  - $7,50 \cdot 10^{21}$
  - $1,02 \cdot 10^{23}$
  - $1,70 \cdot 10^{20}$
5. El cobre y el oxígeno pueden formar varios óxidos, sabiendo que sus masas atómicas respectivas son 63,55 y 16,00 uma, con 5,00 g de cobre puede reaccionar una masa de:

  - 1,52· uma de oxígeno
  - 7,58· uma de oxígeno
  - 2,52 g de oxígeno
  - 3,78 g de oxígeno

6. Considere que hay una cantidad determinada de gas en un recipiente rígido y que el volumen del gas no cambia. Calcule la presión que ejercería ese gas si partiendo de una presión de 302 torr a 273 K se variase su temperatura a 105 °C.
- 0,550 atm
  - 116 torr
  - 418 torr
  - 0,153 atm
7. Indique para cada una de las siguientes combinaciones de elementos el tipo de enlace predominante y su(s) fórmula(s) más probable(s):
- sodio y yodo
  - cromo y azufre
  - cloro y bromo
  - carbono y oxígeno
8. Escriba las configuraciones electrónicas de cada una de las siguientes especies:
- Ni (Z = 28)
  - Se<sup>2-</sup> (Z = 34)
  - P (Z = 15)
  - K<sup>+</sup> (Z = 19)
9. Dé el número másico, el número atómico, el número de electrones, el de protones y el de neutrones que tienen las siguientes especies:
- ${}_{19}^{39}\text{K}$
  - ${}_{25}^{55}\text{Mn}$
  - ${}_{3}^{7}\text{Li}^{+}$
  - ${}_{9}^{19}\text{F}^{-}$
10. Complete y ajuste las siguientes ecuaciones, indique el tipo de reacción al que pertenecen y nombre las especies químicas que en ellas intervienen:
- Fe + CuSO<sub>4</sub> →
  - B.- (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH + HI →
  - C.- CH<sub>3</sub>-COOH + CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH →
  - Ba(OH)<sub>2</sub> + HNO<sub>3</sub> →
  - CH<sub>3</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + Br<sub>2</sub> →

### PROBLEMA 1

Como consecuencia de la combustión de 0,342 g de glucosa,  $C_xH_yO_z$ , se recogen 255 mL de  $CO_2$  medidos en condiciones normales y 366 mL de  $H_2O$  medidos a 725 torr y 100 °C.

- Determine la fórmula empírica de la glucosa.
- Determine su fórmula molecular sabiendo que una disolución conocida como D5W es isotónica con la sangre y contiene 54,3 g de glucosa por litro de disolución.

Datos: masas atómicas: H = 1,008 uma; C = 12,01 uma; O = 16,00 uma;  $\pi(\text{sangre a } 37\text{ }^\circ\text{C}) = 7,68\text{ atm}$ ;  $R = 0,0821\text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ .

### PROBLEMA 2

Para la reacción de disociación de un mol de pentacloruro de fósforo  $K_c$  a 250°C es  $9,00\cdot 10^{-3}$  y  $\Delta H^\circ = 92,5\text{ kJ}$ .

- Calcule  $K_p$  a esa temperatura
- Se introducen en un recipiente de 3,00 L, previamente vacío, 20,0 g de pentacloruro de fósforo y 25,0 g de cada uno de los productos y se calientan a 250 °C, calcule las concentraciones y las presiones parciales en el equilibrio.
- Cuando la mezcla está en equilibrio se comunica el recipiente con otro de igual volumen, ¿en qué sentido evolucionará el sistema?
- Cuando de nuevo se haya alcanzado el equilibrio, se calienta el recipiente hasta 2500 °C, ¿en qué sentido evolucionará el sistema?, ¿variará la constante de equilibrio?

Datos: masas atómicas: P = 30,97 uma, Cl = 35,45 uma.  $R = 0,0821\text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

### PROBLEMA 3

- Se quieren preparar 1000,0 mL de una disolución acuosa 0,500 M de amoníaco a partir del contenido de una botella del laboratorio, en cuya etiqueta figuran: densidad = 1,22 g/mL; tanto por ciento en peso = 64,6%, ¿qué volumen de disolución amoniacal deberá utilizar?, ¿y de agua? Suponga que la disolución es ideal.
- Calcule las concentraciones de todas las especies presentes en la disolución de amoníaco preparada en a) si se valora con ácido nítrico cuando:
  - no se haya añadido ácido,
  - se hayan añadido 5,45 g de ácido,
  - se hayan añadido 32,5 g de ácido.

Datos:  $K_b = 1,76\cdot 10^{-5}$  a 25 °C; masas atómicas: H = 1,008 uma; O = 16,00 uma ; N = 14,01 uma.

### PROBLEMA 4

- En una empresa pretenden saber la temperatura a partir de cual la combustión del monóxido de carbono será espontánea. ¿Qué temperatura les aconsejaría? ¿Podría decirles qué ocurrirá a 25,00C?
- Calcule la constante de equilibrio a 25,0°C.

Datos:  $\Delta H^\circ_f$ , en kJ:  $CO = -110,5$ ;  $CO_2 = -393,5$ ;  $S^\circ$ , en  $J/(\text{mol}\cdot\text{K})$ :  $O_2 = 205,0$ ;  $CO = 197,6$ ;  $CO_2 = 213,6$ .  $R = 8,314\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ .

### PROBLEMA 5

El pH de una disolución saturada de hidróxido de magnesio en agua pura es 10,49. Calcule el pH si a 500,0 mL de la disolución se le añaden 5,350 g de cloruro de magnesio.

Suponga que la sal está totalmente disociada en sus iones y que su volumen es despreciable.

Datos: masas atómicas: H = 1,008 uma; O = 16,00 uma; Cl = 35,45 uma; Mg = 24,30 uma.