



XXIV OLIMPIADA DE QUÍMICA

ASTURIAS-2010

CUESTIONES

- Un recipiente cerrado de 10 litros de capacidad, que se mantiene a temperatura constante, está lleno de agua hasta la mitad. Si del mismo se extraen 2 litros de líquido, ¿se modificará el número de moléculas vaporizadas?
 - No, ya que la concentración de moléculas en el vapor es igual.
 - No, porque la temperatura no cambia.
 - No, porque la P_v es la misma.
 - Sí, porque aumentó el volumen disponible para el vapor.
- Dadas las configuraciones electrónicas de los siguientes átomos neutros:
 $X = 1s^2 2s^2 2p^4$ $Y = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ $Z = 1s^2 2s^2 2p^5$, se puede afirmar:
 - Dos átomos de X se unirán entre sí por un enlace covalente doble.
 - X forma con Y un compuesto iónico de fórmula YX.
 - Todos los elementos son muy electronegativos.
 - X forma con Z un compuesto predominantemente covalente de fórmula XZ.
- Para preparar exactamente una disolución de ácido acético 0,1 M se ha de medir un volumen determinado de una disolución más concentrada (1 M) y hacer la dilución correspondiente. Indica cuál de las combinaciones de material volumétrico es la forma más exacta de hacerlo:
 - Probeta de 10 mL y matraz aforado de 100 mL.
 - Pipeta de 25 mL y matraz aforado de 250 mL.
 - Pipeta de 25 mL y erlenmeyer de 250 mL.
 - Pipeta de 10 mL y erlenmeyer de 100 mL.
- A una disolución acuosa saturada de $BaSO_4$ y a temperatura constante, se le añaden unos gramos de Na_2SO_4 hasta su total disolución. ¿Cuál será el efecto sobre la disolución de $BaSO_4$?
 - Disminuye $[Ba^{2+}]$.
 - Disminuye $[SO_4^{2-}]$.
 - Aumenta la solubilidad del $BaSO_4$.
 - Aumenta el Ps del $BaSO_4$.

5. Para el oxígeno, sólo una de las expresiones es **correcta**:

- a) $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow estado prohibido
1s 2s 2p 3s
- b) $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow estado excitado
1s 2s 2p
- c) $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\uparrow$ \uparrow \uparrow estado prohibido
1s 2s 2p
- d) $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ estado fundamental
1s 2s 2p

6. Si dejamos caer unas gotas de una disolución de ácido clorhídrico sobre 10 mL de una disolución que contenga ácido acético y acetato de sodio, el pH de dicha disolución:

- a) Aumentará.
b) Disminuirá.
c) Desaparece.
d) Prácticamente no se modificará.

7. Cuando se hacen reaccionar 10 g de hidrógeno y 10 g de dióxígeno se obtienen:

- a) Un mol de agua.
b) 20 g de agua.
c) 30 g de agua.
d) $3,76 \times 10^{23}$ moléculas de agua.

Masas atómicas: H=1 u; O=16 u

8. De los siguientes compuestos: Acetona; metano; fluoruro de hidrógeno, metanol, poseen enlace de hidrógeno:

- a) Fluoruro de hidrógeno y metanol
b) Acetona, metano y metanol
c) Fluoruro de hidrógeno
d) Acetona, metano, fluoruro de hidrógeno y metanol

9. Al añadir unas gotas de un indicador ácido-base a una disolución acuosa desconocida se observa color verde. El indicador tiene un intervalo de viraje de 3,8 a 5,4; a pH < 3,8 es amarillo a pH > 5,4 es azul, y entre ambos pH es verde. ¿Cuál de las soluciones siguientes, todas ellas de la misma concentración, 0,5 M, puede ser la solución desconocida?

- a) Ácido nítrico
b) Cloruro de amonio
c) Hidróxido de potasio
d) Hipoclorito de sodio

10. El $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es un compuesto muy poco soluble en agua pura. ¿Qué ocurrirá si a una disolución precipitada de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se le añade NH_4Cl ?

- a) Precipitará más hidróxido al modificar el pH.
- b) La solubilidad del hidróxido no se verá afectada.
- c) La solubilidad aumenta porque el pH disminuye.
- d) No se puede contestar sin el dato del Producto de Solubilidad.

11. Del siguiente grupo de números cuánticos para los electrones, ¿cuál es **falso**?:

- a) 2, 1, 0, -1/2
- b) 2, 1, -1, +1/2
- c) 2, 2, 1, +1/2
- d) 2, 0, 0, -1/2

12. La isomería geométrica se encuentra principalmente en:

- a) Alcanos.
- b) Alquenos.
- c) Alcoholes.
- d) Aldehídos.

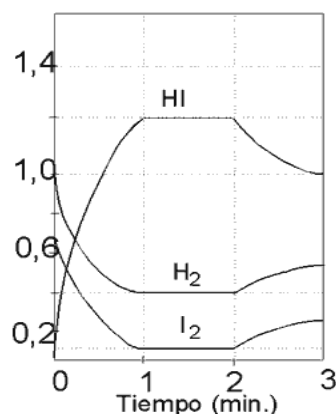
13. ¿Cuál de los siguientes enunciados, relacionados con las propiedades de los elementos de la tabla periódica, es correcto?

- a) El tamaño atómico decrece hacia abajo en un grupo.
- b) El tamaño atómico se incrementa desde el francio en el grupo 1 hasta el flúor en el grupo 17
- c) El tamaño atómico decrece de izquierda a derecha en un periodo.
- d) Todos los átomos del mismo grupo tienen el mismo tamaño.

14. La reacción entre el $\text{I}_2(\text{g})$ y el $\text{H}_2(\text{g})$ se describe por la ecuación:

$\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$; $\Delta H < 0$. En la figura se muestra la variación de la concentración de los diferentes componentes en función del tiempo. ¿Qué cambio se ejerció sobre el sistema en equilibrio a partir del minuto

- a) Aumentó la presión.
- b) Aumentó la temperatura.
- c) Se añadió $\text{H}_2(\text{g})$.
- d) Disminuyó el volumen del recipiente.



de la
¿Qué
dos?

15. El pH de una disolución de ácido acético 0,1M ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) es:

- a) 0,1
- b) 1,34
- c) 2,4
- d) 3

16. Tenemos dos disoluciones de concentraciones 1M de Sn^{2+} y Cu^{2+} . ¿Cuál podrá ser reducido por una corriente de hidrógeno a $P=1\text{atm}$, $T=25^\circ\text{C}$ y concentración de protones 1M? $E^\circ (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn} = -0,14 \text{ V})$; $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = 0,34 \text{ V})$
- El Cu^{2+}
 - El Sn^{2+} y el Cu^{2+}
 - El Sn^{2+}
 - Ninguno de los dos

17. En la siguiente reacción química: $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}^+$, podemos decir:
- El Cl_2 es el agente oxidante y el OH^- es el agente reductor.
 - El Cl_2 es el agente reductor y el OH^- es el agente oxidante.
 - No es una reacción de oxidación-reducción.
 - El Cl_2 es a la vez el agente oxidante y el reductor.

18. Cuando el cambio de entalpía es positivo para la disolución de soluto en agua en un vaso de acero ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se observará?:
- Se liberará calor hacia el medio que lo rodea y el vaso se sentirá frío.
 - Se liberará calor hacia el medio que lo rodea y el vaso se sentirá caliente.
 - Se absorberá calor desde el medio que lo rodea y el vaso se sentirá caliente.
 - Se absorberá calor desde el medio que lo rodea y el vaso se sentirá frío.

19. En un recipiente existe un compuesto puro. Realizado un análisis se encuentra: 1,80 moles de carbono; $2,89 \cdot 10^{24}$ átomos de hidrógeno y 9,6g de oxígeno. El compuesto es:
- H_2CO_3
 - $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
 - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
 - $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$

Masas atómicas: C = 12 u; H= 1 u; O = 16 u.

20. En cuáles de las siguientes reacciones el equilibrio se desplazará al disminuir la presión en el mismo sentido que al aumentar la temperatura?
- $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g})$; $\Delta H < 0$
 - $2 \text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2(\text{g})$; $\Delta H < 0$
 - $2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$; $\Delta H > 0$
 - $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H > 0$
- A y D
 - B y C
 - Todas.
 - B, C y D

21. El pH resultante al añadir 140 cm^3 de una disolución de NaOH $0,1 \text{ M}$ a $0,1 \text{ L}$ de HCl $0,1 \text{ M}$ es:

- a) 12,2
- b) 7
- c) 1,8
- d) 0,1

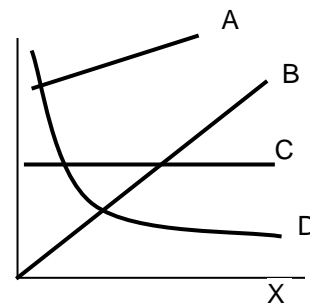
22. Si nos dan los siguientes potenciales normales de reducción: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0) = +0,34 \text{ V}$ y $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$,

El proceso redox que se puede producirse de forma espontánea con esos dos electrodos es:

- a) $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0 \parallel \text{Ag}^0/\text{Ag}^+$
- b) $\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+} \parallel \text{Ag}^+/\text{Ag}^0$
- c) $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0 \parallel \text{Ag}^+/\text{Ag}^0$
- d) $\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+} \parallel \text{Ag}^0/\text{Ag}^+$

23. ¿Cuál es la línea gráfica que se debería obtener al representar, la presión a la que está sometida una masa gaseosa ideal (Y) frente a la inversa del volumen ocupado dicha masa (X) a temperatura constante?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D



por

24. Si se quema 1 g de fósforo en una atmósfera de cloro a la presión constante de 1 atm , se obtiene $\text{PCl}_3(\text{g})$ y se liberan $9,87 \text{ kJ}$ de energía. La entalpía estándar de formación del $\text{PCl}_3(\text{g})$ es:

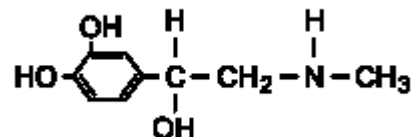
- a) $-9,87 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- b) $-31,0 \times 9,87 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- c) $+31,0 \times 9,87 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- d) $-137 \times 9,87 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Masas atómicas: P = 31 u ; Cl = $35,4 \text{ u}$

25. Si la combustión del ácido benzoico se realiza en una bomba calorimétrica a 25°C , ¿qué se verifica?

- a) $Q < 0, W = 0, \Delta U < 0$
- b) $Q = 0, W = 0, \Delta U = 0$
- c) $Q < 0, W < 0, \Delta U > 0$
- d) $Q < 0, W > 0, \Delta U < 0$

26. La fórmula de la derecha es la representación de la molécula de la adrenalina. De acuerdo con ésta, se puede establecer que las funciones orgánicas presentes en la adrenalina son:



- a) fenol, alcohol y amina.
- b) alqueno, alcano, alcohol y amida.
- c) cicloalcano, alqueno y amida.
- d) fenol, alcohol, amina y éster.

27. Dadas dos disoluciones de dos ácidos de la misma concentración: ácido acético ($k_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) y ácido metanoico ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$), la que posee un pH más ácido es:

- a) La de ácido acético.
- b) Las dos igual.
- c) La de ácido metanoico.
- d) Faltan datos para decidirse.

28. Se disuelven 5 g de nitrato de calcio en agua hasta completar 250 cm^3 de solución. Suponiendo que la sal está totalmente ionizada, la concentración molar de iones nitrato será:

- a) 0,03 M
- b) 0,06 M
- c) 0,12 M
- d) 0,24 M

Masas atómicas: Ca = 40 u; N = 14 u; O = 16 u.

29. Para la reacción $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ $\Delta H^0 = -40 \text{ kJ/mol}$ $\Delta S^0 = -40 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ a 25°C . Suponiendo que las variaciones de entalpía y entropía no se modifiquen con la temperatura :

- a) Se trata de una reacción espontánea siempre.
- b) Se trata de una reacción espontánea a $298,15^\circ\text{K}$ que se invierte a 1°K .
- c) Se trata de una reacción espontánea a $298,15^\circ\text{K}$ que se invierte a 100°K .
- d) Se trata de una reacción espontánea a $298,15^\circ\text{K}$ que se invierte a 1000°K .

30. El $\text{CaCO}_3(\text{s})$ descompone por calcinación generando $\text{CaO}(\text{s})$ y $\text{CO}_2(\text{g})$, según la ecuación:



Dos experimentadores colocaron la misma cantidad de $\text{CaCO}_3(\text{s})$, uno en una cápsula de porcelana abierta al exterior (primer experimento), el otro en un recipiente cerrado herméticamente (segundo experimento).

Ambos calentaron la muestra a 900°C . Señala la afirmación correcta:

- a) En ambos experimentos podrá descomponer todo el $\text{CaCO}_3(\text{s})$ inicial.
- b) En el segundo experimento podrá descomponer mayor cantidad de $\text{CaCO}_3(\text{s})$ que en el primero.
- c) Sólo en el primer experimento podrá descomponer todo el $\text{CaCO}_3(\text{s})$.
- d) Sólo en el segundo experimento podrá descomponer todo el $\text{CaCO}_3(\text{s})$.

XXIV OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS-2010

PROBLEMAS

1. En una vasija de 2560 mL de capacidad se introdujeron 50 mL de disolución de hidróxido de bario y se tapó inmediatamente. A continuación se agitó durante unos minutos hasta que todo el dióxido de carbono presente en el aire reaccionó con el hidróxido de bario. Finalmente la disolución resultante se valoró con ácido oxálico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,01 M, consumiéndose 58,4 mL.
- Por otra parte, el mismo volumen de hidróxido de bario se valoró en ausencia de aire con el mismo ácido consumiéndose 63,2 mL.
- Si la presión dentro de la vasija era de 760 mmHg y la temperatura 20°C , calcular el porcentaje en volumen de dióxido de carbono en el aire de la vasija. **(1,4 puntos)**
- ¿Qué indicador debería de usarse para la valoración del hidróxido de bario con el ácido oxálico, uno que vire en un intervalo de pH entre 3,5 y 6,2 u otro que vire entre 7,6 y 9,5? ¿Por qué? **(0,6 puntos)**
2. En un recipiente de 5 litros de capacidad se introducen 0,1 mol de una sustancia A, 0,1 mol de otra sustancia B y 0,1 mol de otra C. El sistema alcanza el equilibrio a la temperatura de 500 K, de acuerdo a la ecuación química: $2 \text{A} (\text{g}) + \text{B} (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{C} (\text{g})$ siendo entonces la presión en el recipiente de 2,38 atm.
- Se sabe que el valor de K_c está comprendido entre 100 y 150. Con estos datos:
- a) Razonar en qué sentido evolucionará la reacción hasta que alcance el equilibrio. **(0,3 puntos)**
- b) Calcular las concentraciones de cada especie en el equilibrio. **(0,9 puntos)**
- c) Determinar el valor exacto de K_c . **(0,2 puntos)**
- d) ¿Cuál será la presión parcial de cada uno de los gases en el equilibrio? **(0,6 puntos)**
3. El Carbonato de magnesio es un sólido blanco que existe en la naturaleza como mineral. El de alta pureza se utiliza como antiácido y como aditivo para la sal de mesa, para que escurra mejor. Además, el carbonato de magnesio, conocido más comúnmente como "tiza", es utilizado para secar las manos en escalada, gimnasia y halterofilia.
- (a) Al disolver 0,203 g de magnesio en 100 g de un ácido clorhídrico diluido en un vaso de poliestireno la temperatura del ácido ascendió en $10,2^\circ\text{C}$.
- Calcular el calor liberado en el experimento y, a partir de este dato, la variación de entalpía estándar de la reacción en kJ/mol de magnesio. **(0,9 puntos)**
- (Tómese como calor específico de la disolución resultante después de la reacción $\approx 4,20 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)
- (b) En un experimento semejante se hizo reaccionar carbonato de magnesio sólido con exceso de ácido clorhídrico diluido y se encontró que la variación de entalpía de reacción era de $-90,4 \text{ kJ}$ por cada mol de carbonato de magnesio. **(1,1 puntos)**
- Utilizando alguno de los datos anteriormente obtenidos y las entalpías de formación del $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ y del $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$, calcular la entalpía de formación del $\text{MgCO}_3(\text{s})$. Masa atómica del magnesio: 24,32 u.