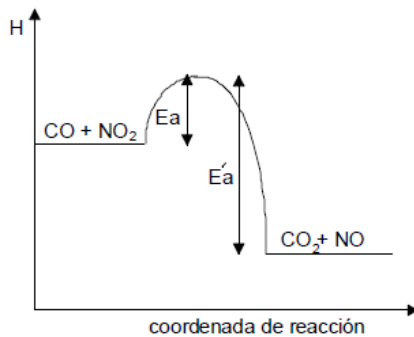


# XXVI OLIMPIADA DE QUÍMICA – ASTURIAS 2012

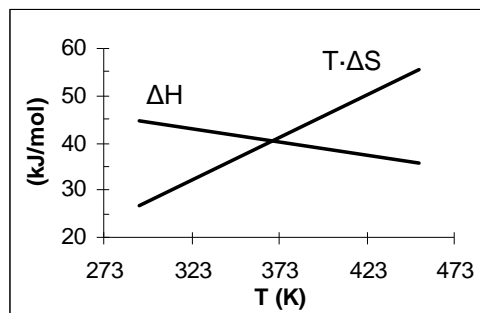
## CUESTIONES

- La frase “la masa atómica del aluminio es 27,0” sugiere cuatro interpretaciones. Señalar la **FALSA**.
  - La masa de un átomo de aluminio es 27,0 u.
  - La masa de un átomo de aluminio es 27,0 g.
  - La masa de un mol de átomos de aluminio es 27,0 g.
  - Un átomo de aluminio tiene 2,52 veces más masa que un átomo de carbono-12.
- La expresión del producto de solubilidad ( $K_{ps}$ ) para el  $Pb(IO_3)_2$  es:
  - $[Pb^{4+}] \cdot [IO_3^{2-}]$
  - $[Pb^{2+}] \cdot [2 IO_3^-]$
  - $[Pb^{2+}] \cdot [IO_3^-]^2$
  - $[Pb^{2+}] \cdot [2 IO_3^-]^2$
- Teniendo en cuenta que el ion  $CH_3COO^-$  es la base conjugada del ácido acético ( $CH_3COOH$ ), que es un ácido débil, señale cual de las siguientes afirmaciones es **FALSA**:
  - El anión  $CH_3COO^-$  es una base débil.
  - Las sales formadas por el anión  $CH_3COO^-$  modifican el pH al disolverse en agua destilada.
  - El anión  $CH_3COO^-$  reacciona con el agua según:  $CH_3COO^-(ac) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(ac) + OH^-(ac)$ .
  - La sal  $CH_3COONa$  dará una disolución acuosa de  $pH < 7$ .
- La entalpía de la reacción química, cuyo diagrama entálpico se presenta en la figura, es de  $-226$  kJ y la energía de activación de la reacción inversa es 360 kJ. Se puede afirmar que la energía de activación de la reacción directa es:
 
  - $-586$  kJ
  - $-134$  kJ
  - $+134$  kJ
  - $+586$  kJ
- Tenemos el siguiente equilibrio:  $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$  cuya  $K_c = 5$ . En un recipiente se introducen las concentraciones siguientes:  $[CO] = 2$  M;  $[Cl_2] = 2$  M;  $[COCl_2] = 20$  M.
  - El sistema se encuentra en equilibrio y no cambian las concentraciones iniciales.
  - El sistema no se encuentra en equilibrio y aumenta  $[Cl_2]$  y  $[CO]$ .
  - El sistema no se encuentra en equilibrio y aumenta  $[COCl_2]$ .
  - Introduciendo un catalizador aumentará  $[COCl_2]$ ,  $[Cl_2]$  y  $[CO]$ .
- En el laboratorio se estudian las propiedades físicas de una sustancia, encontrándose que es soluble en agua, pero no en tolueno, tiene un punto de fusión elevado y no conduce la corriente eléctrica en estado sólido. Señale de cuál de las siguientes sustancias puede tratarse:
  - Dióxido de silicio
  - Permanganato de potasio
  - Yodo
  - Cobre
- Para preparar 0,5 L de una disolución de amoníaco 1,5 M, se hace reaccionar suficiente sulfato amónico con hidróxido potásico. Si el rendimiento de la reacción es de un 90 %, la cantidad de sal necesaria expresada en gramos es:  
 Datos: Masas atómicas:  $N = 14,0$  u;  $H = 1,0$  u;  $O = 16,0$  u;  $S = 32,0$  u;  $K = 39,1$  u.
  - 37,9
  - 42,1
  - 55,0
  - 75,7

8. Tomemos dos recipientes de 20 L, uno con nitrógeno y otro con helio, sometidos ambos a 100 °C y 0,5 atm. El recipiente que contiene N<sub>2</sub> tiene:
- Doble masa que el de helio.
  - El mismo número de átomos que el de helio.
  - El mismo número de moles que el de helio.
  - Densidad doble que el de helio.
9. Para un cierto sistema en equilibrio,  $K = 1 \times 10^{-15}$ . Esto significa que:
- La reacción ocurre lentamente.
  - La reacción ocurre rápidamente.
  - El sistema en equilibrio contiene sobre todo productos.
  - El sistema en equilibrio contiene sobre todo reactivos.
10. A 50°C, el  $K_w = 2,5 \times 10^{-14}$ . Si se tiene agua pura a esa temperatura. Señale la afirmaciones **FALSA**:
- $[H_3O^+] > 10^{-7}$
  - $[H_3O^+] = [OH^-]$
  - pH = 6,8
  - pH = 7
11. Para las siguientes afirmaciones señala la respuesta correcta:
- Dos masas iguales de diferentes compuestos químicos en las mismas condiciones de presión y temperatura contienen el mismo número de partículas componentes.
  - La masa atómica de un elemento es la masa, en gramos, de un átomo de dicho elemento.
  - El número de átomos que hay en 5 g de oxígeno atómico es igual al número de moléculas que hay en 10 g de oxígeno molecular.
  - En cierta cantidad de gas helio, la cantidad de átomos de helio es doble que la de moléculas de gas.
12. Al hacer una reacción a volumen constante, se desprendieron 100kJ. Si la misma reacción se hace a presión constante se desprenden 90kJ. El trabajo desarrollado en esta reacción será de:
- 10 kJ
  - 90 kJ
  - + 10 kJ
  - + 90 kJ
13. El nombre correcto del compuesto cuya fórmula se da, es:
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
- 3-metil-4-hexeno
  - 4-metil-2-hexeno
  - 4-etil-2-penteno
  - 2-etil-3-penteno
14. Al realizar una valoración añadiendo un ácido fuerte sobre una base débil:
- El pH del punto de equivalencia es siete.
  - El pH del punto de equivalencia es menor que siete
  - En el punto de equivalencia hay una sal (disociada) que sufre una hidrólisis básica.
  - Una vez superado el punto de equivalencia, si se añade más ácido se forma una disolución reguladora.
15. Se preparan 672,3 mL de una disolución de ácido clorhídrico del 25% en masa y densidad 1,19 g/mL. A esta disolución se le añaden 200 g de agua con lo que el porcentaje en masa de la nueva disolución será:
- 2,5 %
  - 8,3 %
  - 15 %
  - 20 %
16. Señala la especie química para la cual es mayor la energía necesaria para arrancarle otro electrón.  
Números atómicos: Na = 11; Mg = 12; Al = 13; Cl = 17.
- Na<sup>+</sup>
  - Mg<sup>+</sup>
  - Al<sup>+</sup>
  - Cl<sup>+</sup>

17. Estudiando el siguiente diagrama para el proceso:  $\text{Zn (l)} \rightarrow \text{Zn (g)}$ , se sacaron las siguientes conclusiones:

- (1)  $\Delta G$  es positiva por debajo de 373 K.
- (2) Por debajo de 373 K,  $\text{Zn (g)}$  es más estable que  $\text{Zn (l)}$
- (3) A 373 K se alcanza el equilibrio.
- (4)  $\Delta G$  es positiva por encima de 373 K.



¿Cuáles son ciertas?

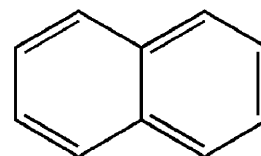
- a. Todas.
  - b. (1) y (3).
  - c. (1) y (4).
  - d. (2) y (3).
18. A una disolución acuosa saturada de  $\text{BaSO}_4$  y a temperatura constante, se le añaden unos gramos de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  que se disuelven fácilmente. ¿Cuál será el efecto sobre la disolución de  $\text{BaSO}_4$ ?
- a. Disminuye  $[\text{Ba}^{2+}]$
  - b. Disminuye  $[\text{SO}_4^{2-}]$
  - c. Aumenta la solubilidad del  $\text{BaSO}_4$
  - d. Aumenta el  $K_{ps}$  del  $\text{BaSO}_4$
19. ¿Existen orbitales 3p de un átomo de nitrógeno?
- a. Nunca.
  - b. Siempre.
  - c. Sólo cuando está excitado el átomo.
  - d. Sólo cuando el nitrógeno está en estado líquido.
20. El primer éxito en la síntesis de diamantes a partir de grafito se obtuvo en los laboratorios de la *General Electric* en 1955. Dado el siguiente equilibrio:  $\text{C(grafito)} \rightleftharpoons \text{C(diamante)}$   $\Delta H > 0$ , y sabiendo que la densidad del diamante es mayor que la del grafito, ¿qué condiciones de presión y temperatura favorecerán la formación del diamante?
- a. Altas presiones y altas temperaturas.
  - b. Bajas presiones y bajas temperaturas.
  - c. Altas presiones y bajas temperaturas.
  - d. Bajas presiones y altas temperaturas.
21. Casi todo el carbón de hulla que se quema en EEUU contiene del 1 al 3 % de azufre, el cual se halla generalmente formando parte de minerales como las piritas ( $\text{FeS}_2$ ). Durante la combustión del carbón, este azufre se convierte en dióxido de azufre según la reacción:  $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$ . Parte de ese dióxido de azufre sufre en la atmósfera un proceso causante básicamente de:
- a. Efecto invernadero.
  - b. Disminución de la capa de ozono.
  - c. Lluvia ácida.
  - d. Formación de la carboxihemoglobina que dificulta el transporte de oxígeno en la sangre.
22. A partir de las energías de ruptura de enlace  $\text{I} - \text{I}$  : 151 kJ/mol,  $\text{H} - \text{H}$  : 436 kJ/mol y  $\text{H} - \text{I}$  : 297 kJ/mol y teniendo en cuenta al proceso  $\text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI} (\text{g})$ , podremos decir que la obtención del ioduro de hidrógeno es:
- a. Endotérmica y con variación de entropía positiva.
  - b. Endotérmica y con variación de entropía negativa.
  - c. Exotérmica y con variación de entropía positiva.
  - d. Exotérmica y con variación de entropía negativa.
23. En dos vasos A y B se tienen dos disoluciones de la misma concentración. El vaso A contiene 25 mL de una disolución de hidróxido de sodio y el vaso B 25 mL de una disolución de amoníaco. Las dos disoluciones se van a valorar con una disolución de ácido clorhídrico. Indica la respuesta correcta:
- a. Las dos disoluciones básicas tienen el mismo pH inicial.
  - b. Las dos disoluciones necesitan el mismo volumen de ácido clorhídrico para su valoración.
  - c. En el punto de equivalencia de ambas valoraciones, el pH de la valoración es 7.
  - d. En las dos disoluciones se cumple que, en el punto de equivalencia  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ .

24. Los ésteres se encuentran de manera natural en las frutas y flores. Se desea fabricar un ambientador con olor a plátano y se sabe que ese aroma es debido al éster etanoato de pentilo, para sintetizarlo se necesita:
- Etano y pentano.
  - Etano y 1-pentanol.
  - Etanol y ácido pentanoico.
  - Ácido etanoico y 1-pentanol.
25. Para las siguientes especies Ar ( $Z = 18$ ),  $K^+$  ( $Z = 19$ ),  $Cl^-$  ( $Z = 17$ ), el orden de tamaños de menor a mayor es:
- Ar,  $K^+$ ,  $Cl^-$
  - $Cl^-$ ,  $K^+$  y Ar
  - $K^+$ , Ar y  $Cl^-$
  - Ar,  $Cl^-$  y  $K^+$
26. Indica cuáles de las siguientes sustancias tienen una entalpía estándar de formación igual a cero:
- |                |                 |               |
|----------------|-----------------|---------------|
| 1) $I_2$ (g)   | 4) C (diamante) | 7) $CH_4$ (g) |
| 2) $O_3$ (g)   | 5) $H_2S$ (g)   | 8) $Br_2$ (l) |
| 3) C (grafito) | 6) $I_2$ (s)    | 9) I (g)      |
- 3, 6, 8
  - 3, 5, 9
  - 3, 5, 6, 8
  - 1, 2, 5, 7, 9
27. Las temperaturas de ebullición de cuatro sustancias orgánicas son: 170 °C, 0 °C, 97 °C y 11 °C. Las sustancias orgánicas son:  
 A:  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$     B:  $CH_3-CH_2-O-CH_3$     C:  $CH_3-CH_2-CH_2OH$     D:  $NH_2CH_2-CH_2OH$   
 ¿Cuál sería la asignación correcta de las temperaturas de ebullición de cada sustancia?
- A:0°C; B:11°C; C:97°C; D: 170°C
  - A:11°C; B:0°C; C:170°C; D: 97°C
  - A:97°C; B:0°C; C:170°C; D: 11°C
  - A:170°C; B:97°C; C:11°C; D: 0°C
28. Sea el equilibrio:  $4 HCl (g) + O_2 (g) \rightleftharpoons 2 H_2O (g) + 2 Cl_2 (g)$ . Si en un recipiente de un litro partimos de un mol de ácido clorhídrico y cuatro moles de oxígeno, ¿cuál sería la fracción molar de cloro en el equilibrio?
- $\frac{x}{\frac{5}{2} - \frac{x}{2}}$
  - $\frac{x}{5 + 2x}$
  - $\frac{x}{\frac{5}{2} + x}$
  - $\frac{2x}{5 - x}$
29. Señale la afirmación correcta:
- Al ser el cloruro de plata una sal muy insoluble, su disolución saturada de esta sal es muy concentrada.
  - Todos los hidróxidos insolubles se hacen más solubles en medio alcalino.
  - Todos los hidróxidos insolubles se hacen más solubles en medio ácido.
  - En una disolución saturada de cloruro de bario  $[Ba^{+2}] [Cl^-] = K_{ps}$ .
30. El pH de una disolución acuosa  $10^{-8}$  M de ácido clorhídrico a 25 °C será:
- Menor que 7
  - 7
  - Entre 7 y 8
  - 8

# XXVI OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS – 2012

## PROBLEMA 1

La naftalina (nombre comercial del naftaleno, compuesto aromático) es un sólido blanco que se volatiliza fácilmente y se produce naturalmente cuando se queman combustibles (su fórmula semidesarrollada está recogida en la figura de al lado). Su uso doméstico es en bolas y escamas para combatir la polilla. En la práctica industrial, de la destilación de alquitrán de hulla se obtiene un aceite que contiene aproximadamente un 50% de naftaleno.



La combustión completa de este compuesto a 25° C produce 5154 kJ/mol.

- Calcule la entalpía estándar de formación del naftaleno. **1 punto**
- Sabiendo que el aceite obtenido en la destilación supone sólo un 22 % de la masa inicial del alquitrán de hulla del que se dispone. Calcule el calor desprendido en la combustión de la naftalina presente en una tonelada de este alquitrán de hulla. **1 punto**

*DATOS: Entalpías de formación a 298 K:  $\text{CO}_2 (\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$ .*

*Masas atómicas: H: 1,0 u; C: 12,0 u.*

## PROBLEMA 2

Se preparan 50 mL de dos disoluciones, una con 5,0 gramos de cloruro de calcio y otra con 5,0 gramos de carbonato de sodio. Se vierte una disolución sobre otra (podemos suponer que los volúmenes aditivos).

- Se observa la formación de un precipitado. Nombre y escriba la fórmula del compuesto que precipita. **0,3 puntos**
- Una vez realizada la precipitación, calcule la concentración de los iones presentes en la disolución. **0,5 puntos**

Filtramos la disolución, se seca y se pesa el precipitado.

- ¿Qué masa se obtiene? **0,4 puntos**

Mediante una espátula cogemos el precipitado y lo introducimos en un tubo de ensayo añadiendo unos pocos mililitros de disolución de ácido clorhídrico 1,0 M agitando suavemente hasta que desaparece todo el precipitado.

- d. ¿Cuántos mL de disolución ácida debe echar? **0,5 puntos**
- e. Mientras se añade la disolución de ácido clorhídrico se observa un burbujeo ¿de qué gas serán las burbujas? **0,3 puntos**

DATOS:  $K_{ps} (CaCO_3) = 8,7 \times 10^{-9}$ ; Masas atómicas: C: 12,0 u; O: 16,0 u; Na: 23,0 u; Cl: 35,5 u; Ca: 40,1 u.

### PROBLEMA 3

Un indicador para una reacción ácido – base suele ser un ácido débil, HIn (donde In representa indicador), que en su forma ácida tiene un color, mientras que su base conjugada,  $In^-$ , tiene un color distinto. Además, para que predomine un color, la forma asociada a ese color debe tener una concentración 10 veces superior a su forma conjugada.

Para el azul de bromotimol: HIn (ac) es amarillo e  $In^-$  (ac) es azul, y  $K_a = 7,9 \times 10^{-8}$ .

- a. Escriba el correspondiente equilibrio de Brønsted – Lowry para este indicador en disolución acuosa y la expresión de la constante de acidez. **0,3 puntos**
- b. Explique el funcionamiento del indicador cuando se añade a una disolución ácida y cuando se añade a una disolución básica. **0,7 puntos**
- c. ¿A qué pH predomina la forma amarilla? ¿Y la azul? **0,7 puntos**
- d. ¿Serviría para realizar una valoración cuyo punto de equivalencia tiene un pH de 5? ¿y si fuera de 7? Justifique la respuesta **0,3 puntos**