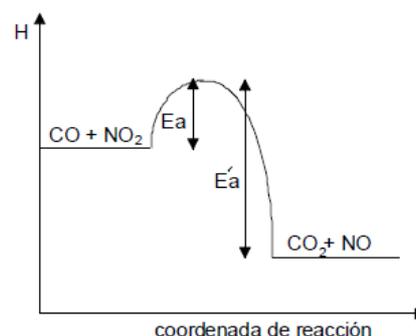


XXVI OLIMPIADA DE QUÍMICA – ASTURIAS 2012

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

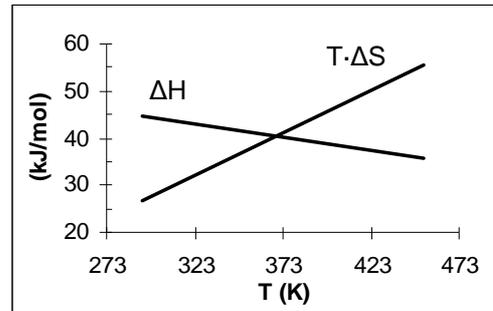


- Tenemos el siguiente equilibrio: $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$ cuya $K_c = 5$. En un recipiente se introducen las concentraciones siguientes: $[CO] = 2$ M; $[Cl_2] = 2$ M; $[COCl_2] = 20$ M.
 - El sistema se encuentra en equilibrio y no cambian las concentraciones iniciales.
 - El 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 N₂ 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⁺
 - Mg⁺
 - Al⁺
 - Cl⁺

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

- (1) ΔG es positiva por debajo de 373 K.
- (2) Por debajo de 373 K, Zn (g) es más estable que Zn (l)
- (3) A 373 K se alcanza el equilibrio.
- (4) ΔG es positiva por encima de 373 K.



¿Cuáles son ciertas?

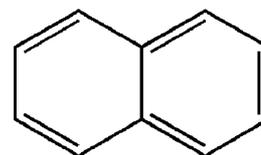
- a. Todas.
 - b. (1) y (3).
 - c. (1) y (4).
 - d. (2) y (3).
18. A una disolución acuosa saturada de BaSO_4 y a temperatura constante, se le añaden unos gramos de Na_2SO_4 que se disuelven fácilmente. ¿Cuál será el efecto sobre la disolución de BaSO_4 ?
- a. Disminuye $[\text{Ba}^{2+}]$
 - b. Disminuye $[\text{SO}_4^{2-}]$
 - c. Aumenta la solubilidad del BaSO_4
 - d. Aumenta el K_{ps} del 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 (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**