

## XVIII OLIMPIADA QUÍMICA 2004

### CUESTIONES

1. Calcula  $\Delta H^0$  para la siguiente reacción:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$ , a partir de los datos de la tabla

<u>Enlace</u>	<u>Entalpía media de enlace (KJ/mol)</u>
H-H	440
Cl-Cl	240
H-Cl	430

- a. -860 kJ  
b. -620 kJ  
c. -440 kJ  
d. -180 kJ  
e. +240 kJ
2. La entalpía de sublimación del yodo a 25 °C y 101,3 KPa es igual a:
- a. La entalpía de vaporización menos la entalpía de fusión del yodo.  
b. La entalpía de vaporización del yodo.  
c. La entalpía de formación del  $\text{I}_2(\text{g})$ .  
d. La entalpía de enlace I-I.  
e. La entalpía de atomización del yodo.
3. Si la entalpía de combustión estándar del carbono, hidrógeno y etano son respectivamente: -394, -286 y -1560  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . ¿Cuál es la entalpía de formación del etano en  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ?
- a. -3206  
b. -2240  
c. -1454  
d. -880  
e. -86
4. Cuando una sustancia pura en fase líquida congela espontáneamente. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?
- a.  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  y  $\Delta S$  son todos positivos.  
b.  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  y  $\Delta S$  son todos negativos.  
c.  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  son negativos, pero  $\Delta S$  es positivo.  
d.  $\Delta G$ ,  $\Delta S$  son negativos, pero  $\Delta H$  es positivo.  
e.  $\Delta S$  y  $\Delta H$  son negativos, pero  $\Delta G$  es positivo.
5. Para las siguientes reacciones, se han determinado estos datos a 270 °C.
- $\text{CH}_4 + \text{Cl} \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3$ .  $\Delta H = -4 \text{ KJ}$   $E_a = 17 \text{ KJ}$   
 $\text{CH}_4 + \text{Br} \cdot \rightarrow \text{HBr} + \text{CH}_3$   $\Delta H = 63 \text{ KJ}$   $E_a = 75 \text{ KJ}$
- ¿Cómo será la fracción de colisiones efectivas a 270 °C?
- a. Mayor para la segunda reacción.

- b. Igual para ambas reacciones.  
 c. Mayor para la primera reacción.  
 d. No podemos deducirlo de estos datos.
6. El mecanismo propuesto para la descomposición del ozono mediante el óxido nítrico es:
1.  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{O}_2$
  2.  $\text{O}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{O}_2 + \text{O}$
  3.  $\text{NO}_2 + \text{O} \rightarrow \text{NO} + \text{O}_2$
- ¿Que se puede afirmar?
- a. La ecuación de velocidad será  $v = K \cdot [\text{NO}] \cdot [\text{O}_3]$
  - b. Este mecanismo es imposible.
  - c. El NO actúa como catalizador.
  - d. La etapa determinante de la velocidad será la 3.
7. Para la reacción:  $\text{MgCl}_2(\text{s}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   $K_p = 2,98$   
 Calcula la cte de equilibrio para la reacción:  $2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{MgO}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{MgCl}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$
- a 0,113
  - b -8,88
  - c 0,336
  - d 1,73
  - e 5,99
8. Si se disuelven 75,0 g de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) en 625 g de agua. La fracción molar del agua de la disolución es:
- a 0,120
  - b 0,416
  - c 0,01
  - d 0,989
  - e 1,00
9. Para la reacción  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$  el valor de  $K_c$  a 1100 K es 25. Si inicialmente solo existe HI(g) con concentración de  $4,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . ¿Cuál será la concentración de  $\text{I}_2$  (g) en el equilibrio, expresada en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ?
- a 0,363
  - b 2,00
  - c 0,667
  - d 0,571
  - e 0,148
10. ¿Cuál de las siguientes especies es anfótera?
- a.  $\text{H}^+$
  - b.  $\text{CO}_3^{2-}$
  - c.  $\text{HCO}_3^-$
  - d.  $\text{H}_2\text{CO}_3$
  - e.  $\text{H}_2$
11. Si el valor de  $K_a$  para el ion  $\text{HSO}_4^-$  es  $1 \cdot 10^{-2}$ . ¿Cuál es el valor de  $K_b$  para el ion  $\text{SO}_4^{2-}$ ?
- a.  $K_b = 1 \cdot 10^{-12}$
  - b.  $K_b = 1 \cdot 10^{-8}$
  - c.  $K_b = 1 \cdot 10^{-2}$

- d.  $K_b = 1 \cdot 10^2$   
e.  $K_b = 1 \cdot 10^5$
12. El ácido acético en amoníaco líquido como disolvente:
- Es un ácido más débil que en agua.
  - Estará más ionizado que en disolución acuosa.
  - Es igualmente débil, porque el pK del ácido no depende de la naturaleza del disolvente.
  - Actúa como base.
13. ¿Cuál es el pH de una disolución etiquetada como: NaF 0,136 mol/L?.  $K_a$  para el HF es  $6,8 \cdot 10^{-4}$ .
- 2,02
  - 8,15
  - 3,17
  - d.** 11,98
  - 5,85
14. Considera que se está comprimiendo un gas en un recipiente cerrado. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?.
- Disminuye el volumen.
  - Aumenta la temperatura.
  - Aumenta la presión.
  - Disminuye la densidad.
  - Disminuye la entropía.
15. Para la reacción  $2 \text{HgO}(s) \rightarrow 2 \text{Hg}(l) + \text{O}_2(g)$  la expresión de la constante de equilibrio es:
- $K_c = \frac{[\text{O}_2] \cdot [\text{Hg}]^2}{[\text{HgO}]^2}$
  - $K_c = [\text{O}_2]$
  - $K_c = \frac{[\text{Hg}]^2}{[\text{HgO}]^2}$
  - $K_c = \frac{1}{[\text{O}_2]}$
  - $K_c = [\text{O}_2] \cdot [\text{Hg}]^2$
16. ¿Cuál es el ácido conjugado del  $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$ ?
- $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$
  - $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$
  - $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
  - $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$
  - $\text{H}^+(\text{aq})$ .
17. ¿Cuántos litros de agua destilada deben añadirse a 1 L de disolución acuosa de HCl con pH= 1 para obtener una disolución con pH = 2?
- 0,1 L
  - 0,90 L
  - 2 L
  - 9 L
  - 100 L

18. Se dispone de una disolución acuosa de un ácido HA. Si quisiéramos saber si se trata de un ácido fuerte o débil, bastaría conocer:
- Su pH y su concentración
  - Solo su pH
  - Solo su concentración
  - Su punto de congelación y la crioscópica del agua
19. La relación entre la solubilidad en agua,  $s$  y  $K_{ps}$ , para el sólido iónico  $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$  es:
- $K_{ps} = s^3$
  - $K_{ps} = s$
  - $K_{ps} = s^2$
  - $K_{ps} = 4s^3$
  - $K_{ps} = 2s^3$
  - $K_{ps} = 2s^2$
20. Cuando se añade  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a una disolución de KI, se forma  $\text{I}_2$ , y se detecta olor a  $\text{H}_2\text{S}$ . Cuando se ajusta la ecuación para esta reacción, el número de electrones transferidos es:
- 4
  - 1
  - 0
  - 8
  - 2
21. ¿Cuál es el potencial de la célula electroquímica?  $\text{Al}(\text{s})/\text{Al}^{3+}(0,18\text{ M}) // \text{Fe}^{2+}(0,85\text{ M})/\text{Fe}(\text{s})$  si los potenciales de reducción estándar del  $\text{Al}^{3+}$  y del  $\text{Fe}^{2+}$  son  $-1,676$  y  $-0,440$  V respectivamente:
- 0,500 V
  - 1,243 V
  - 1,236 V
  - 2,116 V
  - 1,236 V
22. ¿Cuántos moles de  $\text{O}_2(\text{g})$  se producen en la electrolisis de  $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , si se hace pasar una corriente de 0,120 A a través de la disolución durante 65 minutos?.
- 0,0000808
  - 0,00485
  - 0,00242
  - 0,00121
  - 0,0000202
23. El agente reductor mas fuerte es:
- $\text{Al}(\text{s})$   $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66$  V
  - $\text{Cu}(\text{s})$   $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34$  V
  - $\text{Zn}(\text{s})$   $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76$  V
  - $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$   $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77$  V
  - $\text{Cu}^+(\text{ac})$   $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0,15$  V.
24. Sabiendo que  $\text{MnO}_4^-(\text{ac}) + \dots \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ac}) + \dots$  y que  $\text{Fe}^{2+}(\text{ac}) + \dots \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{ac}) + \dots$   
 ¿Cuál será el mínimo volumen en  $\text{cm}^3$ , que se necesitara, de una disolución acidificada de tetraoxomanganato (VII) de potasio 0,002 M, para oxidar completamente 0,139 g de un compuesto de hierro (II) cuya masa molecular relativa es 278?
- 5
  - 25

- c. 50  
d. 100  
e. 500
25. Los productos de solubilidad del sulfato de estroncio y fluoruro de plomo (II) son  $2,8 \cdot 10^{-7}$  y  $2,7 \cdot 10^{-8}$  respectivamente. Se puede afirmar que:
- Las solubilidades son la raíz cuadrada de sus respectivos productos de solubilidad.
  - La solubilidad del fluoruro de plomo es mayor que la del sulfato de estroncio.
  - Las solubilidades son aproximadamente iguales.
  - Los productos de solubilidad de ambas sales aumentan con el pH
  - No es posible conocer la solubilidad con este dato.
26. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la reacción de oxidación- reducción que tiene lugar en una célula galvaniza en condiciones estándar, es cierta?
- $\Delta G^\circ$  y  $E^\circ$  son positivos y  $K_{eq}$  es mayor que 1.
  - $\Delta G^\circ$  es negativo y  $E^\circ$  positivo y  $K_{eq}$  es mayor que 1.
  - $\Delta G^\circ$  es positivo,  $E^\circ$  negativo y  $K_{eq}$  es menor que 1.
  - $\Delta G^\circ$  y  $E^\circ$  son negativos y  $K_{eq}$  es mayor que 1.
  - $\Delta G^\circ$  y  $E^\circ$  son negativos y  $K_{eq}$  es menor de 1.
27. Los valores del producto de solubilidad de las sales  $MX$ ,  $QX_2$  y  $A_2X_3$ , son iguales a  $4,0 \cdot 10^{-12}$ . ¿Cuál de las sales es más soluble?
- $MX$
  - $QX_2$
  - $A_2X_3$
  - Las tres tienen la misma solubilidad.
28. Teniendo en cuenta el siguiente sistema en equilibrio:  $PbSO_4(s) \rightarrow SO_4^{2-}(ac) + Pb^{2+}(ac)$ ;  $\Delta H > 0$
- Se disolverá más sólido si se disminuye la temperatura.
  - Se disolverá mas sólido si se diluye al doble la disolución.
  - Si se concentra la disolución, aumentara la concentración de  $Pb^{2+}$ .
  - Si se añade  $Pb(NO_3)_2 (s)$  , disminuirá la concentración de  $Pb^{2+}$
29. ¿Cuál de las siguientes especies puede reducirse hasta un alcohol secundario?.
- $CH_3-CH_2-CHO$
  - $CH_3-CH_2-COCl$
  - $CH_3-CH_2-COOCH_3$
  - $CH_3-CH_2-CO-CH_3$
  - $CH_3-CH_2-COOH$
30. ¿Qué ocurrirá si se hacen reaccionar 8,50 moles de  $Cl_2$  y 6,40 moles de  $Al$  para formar  $AlCl_3$ ?
- El reactivo limitante es el aluminio.
  - Sobran 0,73 moles de  $Cl_2$ .
  - Se formarán como máximo 5,67 moles de  $AlCl_3$ .
  - Sobran 0,73 átomos de  $Al$ .

## PROBLEMAS

1. El sulfato de cobre pentahidratado,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , absorbiendo calor del ambiente, a  $23^\circ\text{C}$  se transforma en  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y vapor de agua. Entre los dos sólidos y el vapor de agua se establece en un recipiente cerrado un estado de equilibrio cuya constante vale, a  $23^\circ\text{C}$ ,  $K_p = 1,00 \cdot 10^{-4}$ .
  - a. Representa mediante una ecuación el proceso de equilibrio.
  - b. Establecer la expresión de  $K_p$  para el mismo.
  - c. Calcular la presión que alcanzará en el equilibrio el vapor de agua, expresándola en mmHg.
  - d. ¿En qué sentido se desplazará la reacción si se eleva la temperatura ¿
  - e. La presión de vapor de agua a  $23^\circ\text{C}$  vale 23,8 mmHg. Si la mezcla en equilibrio se deja a  $23^\circ\text{C}$  en el seno de aire de humedad relativa del 50 %. ¿En qué sentido se desplazará la composición de la misma ¿.

Razona todas las respuestas.

2. El agua fluorada, utilizada para prevenir la caries dental, suele contener alrededor de 1 ppm de ión  $\text{F}^-$ , es decir, 1 g de  $\text{F}^-$  por cada  $10^6$  g de agua.
  - a. ¿Cuál será la concentración molar del ión fluoruro ¿.
  - b. Si tenemos un agua dura, en la que existe una concentración de iones  $\text{Ca}^{2+}$  igual a  $10^{-4}$  M. ¿Se formará precipitado en el proceso de fluoración ¿.
  - c. Si añadimos una concentración de  $10^{-2}$  M de ácido fluorhídrico. ¿Qué ocurrirá ¿. Razona todo lo que hagas. ¿Cuánto valdrá ahora la solubilidad ¿.

Datos:  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 4 \cdot 10^{-11}$

3. La morfina, un poderoso analgésico, es una base débil con un  $\text{p}K_b$  de 5,79. Podemos representar la morfina por "Mor" y su ácido conjugado por "H-Mor<sup>+</sup>". La morfina es poco soluble en agua, pero el nitrato de morfina ( $\text{H-MorNO}_3$ ) es una sal muy soluble.
  - a. Calcular el pH de una disolución 2 M de nitrato de morfina.
  - b. Halla la concentración de morfina en la disolución anterior.
4. 3,00 g de cierta aleación de cromo se disolvieron en ácido, de modo que todo el cromo se oxidó a  $\text{CrO}_4^{2-}$ . Este ión se redujo posteriormente a  $\text{Cr}^{3+}$  en medio básico, para lo cual se necesitaron 3,09 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . El ión  $\text{SO}_3^{2-}$ , que actuó como reductor, se oxidó a  $\text{SO}_4^{2-}$ .
  - a. Escribe la ecuación iónica ajustada correspondiente a la reducción del  $\text{CrO}_4^{2-}$ .
  - b. ¿Cuántos moles de  $\text{CrO}_4^{2-}$  reaccionaron con el  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ¿.
  - c. ¿Qué riqueza en cromo tenía la aleación inicial ¿

Datos: Cr= 52 O= 16 S= 32 Na= 23