

XXII OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

Avila, 17 al 19 de Abril de 2009



EXAMEN DE CUESTIONES

Conteste en la **Hoja de Respuestas**.

Sólo hay una respuesta correcta para cada cuestión.

Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto y las incorrectas con 0,25 negativo.

1. ¿Cuál es la concentración de iones K^+ en una disolución formada al mezclar 25,0 mL de K_2SO_4 0,500 M con 30,0 mL de K_3PO_4 0,150 M?

- A. 0,50 M
- B. $3,85 \times 10^{-2}$ M
- C. $1,70 \times 10^{-2}$ M
- D. 0,650 M
- E. 0,325 M

2. Sabiendo que el porcentaje de agua de cristalización en la sal $CoCl_2 \cdot xH_2O$ es 45,45%, ¿cuál es el valor de x?

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5
- E. 6

Masas atómicas: O = 16; Cl = 35,5; Co = 58,9

3. El ciclohexanol, $C_6H_{11}OH(l)$, calentado con ácido sulfúrico o fosfórico, se transforma en ciclohexeno, C_6H_{10} . Si a partir de 75,0 g de ciclohexanol se obtienen 25,0 g de ciclohexeno, de acuerdo con la siguiente reacción:



¿Cuál ha sido el rendimiento de la reacción?

- A. 25,0 %
- B. 82,0 %
- C. 75,5 %
- D. 40,6 %
- E. 33,3 %

Masas atómicas: C = 12; O = 16

4. ¿Cuántos gramos de $H_2(g)$ se producen al reaccionar 2,50 g de Al con 100 mL de disolución de HCl 2,00M?

- A. 0,20 g
- B. 0,10 g
- C. 0,28 g
- D. $6,67 \times 10^{-2}$ g
- E. $9,26 \times 10^{-2}$ g

Masa atómica: Al = 27

5. La energía de un fotón procedente de un láser de argón ionizado, Ar^+ , que emite a una longitud de onda de 514,5 nm es:

- A. $3,86 \times 10^{-17}$ Datos: $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J s; $c = 2,998 \times 10^8$ m s⁻¹
- B. $3,86 \times 10^{-19}$
- C. $1,28 \times 10^{-36}$
- D. $1,28 \times 10^{-27}$
- E. $1,00 \times 10^{-17}$

6. El número de electrones desapareados en un ion de Cu^+ ($Z = 29$) en su estado fundamental es:

- A. 0
- B. 1
- C. 2
- D. 3
- E. 5

7. ¿Cuál de los siguientes procesos requiere mayor energía?

- A. $Na(g) \rightarrow Na^+(g) + e^-$
- B. $Na^+(g) \rightarrow Na^{2+}(g) + e^-$
- C. $Cs(g) \rightarrow Cs^+(g) + e^-$
- D. $Cs^+(g) \rightarrow Cs^{2+}(g) + e^-$
- E. $K(g) \rightarrow K^+(g) + e^-$

8. ¿Cuál de los siguientes conjuntos de números cuánticos corresponde a un electrón en el orbital 5d?

- A. $n = 5; l = 4; m_l = -4; m_s = 1/2$
- B. $n = 5; l = 2; m_l = -2; m_s = 1/2$
- C. $n = 5; l = 1; m_l = -1; m_s = 1/2$
- D. $n = 5; l = 3; m_l = -4; m_s = 1/2$
- E. $n = 5; l = 3; m_l = -3; m_s = 1/2$

9. ¿Cuál de los siguientes elementos tiene mayor conductividad eléctrica?

- A. Be
- B. Al
- C. K
- D. P
- E. C

10. ¿Cuál de las siguientes especies químicas es diamagnética?

- A. Átomos de Li
- B. Iones Cl^-
- C. Átomos de F
- D. Átomos de S
- E. Átomos de O

11. ¿Cuáles de las siguientes moléculas son polares?

1. CO_2 2. BF_3 3. PH_3 4. CCl_4 5. PCl_5

- A. Sólo 3
- B. 1 y 2
- C. 3 y 4
- D. 3, 4 y 5
- E. 3 y 5

12. Las moléculas diatómicas homonucleares, O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 , se encuentran ordenadas en sentido creciente de longitud de enlace :

- A. O_2 , N_2 , Cl_2 , F_2
- B. Cl_2 , N_2 , F_2 , O_2
- C. F_2 , O_2 , Cl_2 , N_2
- D. N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2
- E. O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2

13. ¿En cuál de las siguientes especies químicas el átomo central tiene solamente un par de electrones no enlazantes?

- A. PCl_5
- B. H_2O
- C. NH_3
- D. CHCl_3
- E. BeCl_2

14. Cuando se evapora el cloroformo, CHCl_3 , ¿cuáles son las fuerzas intermoleculares que se deben vencer?

I. Fuerzas de dipolo-dipolo. II. Fuerzas de dispersión. III. Fuerzas de enlace de hidrógeno.

- A. Sólo I
- B. Sólo II
- C. Sólo III
- D. I y II
- E. II y III

15. Cuando se ordenan las siguientes sustancias: CO_2 , BN , C_6H_6 , NaCl en orden creciente de puntos de ebullición, el orden correcto es:

- A. CO_2 , C_6H_6 , BN , NaCl
- B. C_6H_6 , CO_2 , BN , NaCl
- C. CO_2 , C_6H_6 , NaCl , BN
- D. CO_2 , BN , C_6H_6 , NaCl
- E. C_6H_6 , CO_2 , NaCl , BN

16. El punto de ebullición normal del isooctano (C_8H_{18}), un componente de la gasolina, es $99,2\text{ }^\circ\text{C}$ y su entalpía de vaporización, $\Delta H^\circ_{\text{vap}}$ es $35,76\text{ kJ mol}^{-1}$. La presión de vapor a $30\text{ }^\circ\text{C}$ es:

- A. 0,002 atm
- B. 14,0 atm
- C. 0,071 atm
- D. 0,020 atm
- E. 2,6 atm

$$R = 8,314\text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

17. Se desea preparar $O_2(g)$ con una densidad de $1,5\text{ g/L}$ a la temperatura de $37\text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuál debe ser la presión del gas?

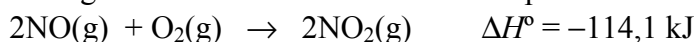
- A. 0,142 atm
- B. 0,838 atm
- C. 0,074 atm
- D. 1,19 atm
- E. $7,11 \times 10^{-2}$ atm

$$R = 0,082\text{ atm L K}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

18. Dos recipientes con el mismo volumen contienen 100 g de CO_2 y 100 g de CH_4 respectivamente, a la misma temperatura. Se puede afirmar que en ambos recipientes

- A. Hay el mismo número de moles.
- B. Las moléculas tienen la misma energía cinética media.
- C. Las moléculas tienen la misma velocidad media.
- D. Las moléculas tienen la misma energía cinética media y la misma velocidad media.
- E. Existe la misma presión.

19. Para la siguiente reacción se conoce la entalpía de reacción:



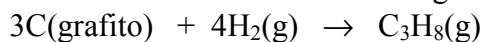
Se puede afirmar que esta reacción es:

- A. No espontánea a cualquier temperatura
- B. Espontánea a cualquier temperatura.
- C. Espontánea sólo a temperaturas bajas.
- D. Espontánea sólo a temperaturas altas.
- E. Endoentrópica.

20. ¿Cuánto calor, expresado en kJ, se desprende en la combustión de $50,0\text{ L}$ de $C_4H_{10}(g)$ medidos en condiciones estándar ($25\text{ }^\circ\text{C}$ y 1 atm). $\Delta H_{\text{comb}}(C_4H_{10}) = -2877\text{ kJ mol}^{-1}$

- A. $1,438 \times 10^3\text{ kJ}$
- B. $5,887 \times 10^3\text{ kJ}$
- C. $2,877 \times 10^3\text{ kJ}$
- D. $1,438 \times 10^5\text{ kJ}$
- E. $2,877 \times 10^5\text{ kJ}$

21. Determine el calor de reacción del siguiente proceso:



Datos de ΔH° (combustión), kJ mol^{-1} : $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -2219,9$; $\text{C}(\text{grafito}) = -393,5$; $\text{H}_2(\text{g}) = -285,8$

- A. + 4544 kJ
- B. -4544 kJ
- C. +104 kJ
- D. -104 kJ
- E. -208 kJ

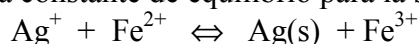
22. En un calorímetro, se determina el calor de neutralización haciendo reaccionar 10 mL de HNO_3 13 M con 350 mL de NaOH 0,5 M produciéndose un desprendimiento de calor de 7,54 kJ. La entalpía molar de neutralización, ΔH_N , es

- A. -7,54 kJ
- B. -58,0 kJ
- C. -43,1 kJ
- D. -3,77 kJ
- E. -1,35 kJ

23. Para una reacción química.

- A. La ecuación de velocidad $v = k [\text{A}][\text{B}]^2$ indica que las unidades de la constante cinética son $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$
- B. Las unidades de la velocidad dependen del orden de reacción.
- C. La energía de activación es independiente de la temperatura pero varía con la presencia de un catalizador.
- D. La velocidad de reacción puede aumentar o disminuir dependiendo del signo de la energía de activación.
- E. Las unidades de la constante de velocidad siempre son $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$

24. Se prepara una disolución con $[\text{Ag}^+] = [\text{Fe}^{2+}] = 0,050 \text{ M}$ y $[\text{Fe}^{3+}] = 0,150 \text{ M}$. Sabiendo que la constante de equilibrio para la siguiente reacción es $K_c = 2,98$



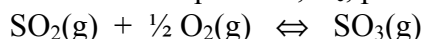
Se puede afirmar que

- A. Se producirá una reacción de izquierda a derecha.
- B. Se producirá una reacción de derecha a izquierda.
- C. La reacción se encuentra en equilibrio.
- D. No se puede predecir el sentido de la reacción.
- E. Estos reactivos no pueden reaccionar.

25. Para la siguiente reacción: $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$, ¿cuál es el efecto de la adición de $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$ sobre la posición de equilibrio?

- A. La reacción se desplaza hacia la derecha.
- B. La reacción se desplaza hacia la izquierda.
- C. No hay ningún cambio.
- D. El valor de K_p aumenta.
- E. Se necesitan datos termodinámicos de la reacción.

26. La constante de equilibrio, K_c , para la siguiente reacción es 56 a 900 K



¿Cuál es el valor de K_c para la reacción $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ a la misma temperatura?

- A. $1,79 \times 10^{-2}$
- B. $3,19 \times 10^{-4}$
- C. $7,16 \times 10^{-2}$
- D. $8,93 \times 10^{-3}$
- E. $3,14 \times 10^3$

27. ¿En cuál de las siguientes reacciones un aumento del volumen de reacción favorece la formación de productos?

- A. $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
- B. $\text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$
- C. $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
- D. $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- E. $\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$

28. ¿Qué volumen de H_2SO_4 0,50 M es necesario para neutralizar 25,0 mL de una disolución acuosa de NaOH 0,025 M?

- A. 0,312 mL
- B. 0,625 mL
- C. 1,25 mL
- D. 2,50 mL
- E. 25,0 mL

29. ¿Cuál de los siguientes compuestos es anfótero?

- A. H_2S
- B. $\text{Al}(\text{OH})_3$
- C. $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- D. H_3PO_3
- E. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

30. ¿Cuál es la concentración de iones H^+ en una disolución de ácido benzoico $\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_2$ de concentración $5,0 \times 10^{-2}$ M en la que la concentración de benzoato, $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^-$, es 5×10^{-3} M? $K_a = 6,3 \times 10^{-5}$

- A. $1,8 \times 10^{-3}$
- B. $5,6 \times 10^{-9}$
- C. $5,0 \times 10^{-3}$
- D. $6,3 \times 10^{-4}$
- E. $6,3 \times 10^{-5}$

31. ¿Cuál de los siguientes compuestos no da una disolución ácida cuando se disuelve en agua?

- A. KCl
- B. CO_2
- C. AlCl_3
- D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- E. HCNO

32. ¿Cuál es la base conjugada del ion H_2PO_4^- ?

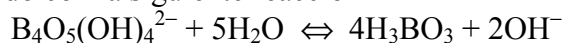
- A. OH^-
- B. HPO_4^{2-}
- C. H_3PO_4
- D. PO_4^{3-}
- E. H_3O^+

33. ¿Cuál es la solubilidad del hidróxido de magnesio en una disolución acuosa de pH 12,0?

El producto de solubilidad del hidróxido de magnesio es 1×10^{-11} a 25°C

- A. 1×10^{-7} M
- B. 1×10^{-9} M
- C. 1×10^{-11} M
- D. 1×10^{-2} M
- E. $3,2 \times 10^{-6}$ M

34. El bórax es una sal de fórmula $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ cuya hidrólisis es alcalina, de acuerdo con la siguiente reacción



En la valoración de 5,0 mL de disolución saturada de bórax se gastan 21,0 mL de HCl 0,20 M a 50°C . La solubilidad del bórax a dicha temperatura es:

- A. 0,001 M
- B. 0,004 M
- C. 0,21 M
- D. 0,84 M
- E. 0,42 M

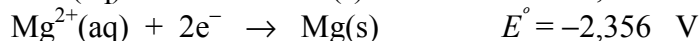
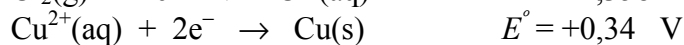
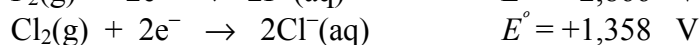
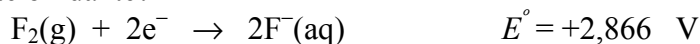
35. ¿Cuál es el número de oxidación del Mn en la sal hidratada: $\text{CsMn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- A. +1
- B. +2
- C. +3
- D. +4
- E. +5

36. Para estandarizar las disoluciones de KMnO_4 se utiliza el oxalato sódico, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{s})$. ¿Cuántos electrones se necesitan en la ecuación redox ajustada para esta valoración?

- A. 2
- B. 4
- C. 5
- D. 10
- E. 12

37. Dados los siguientes potenciales estándar, ¿cuál de las siguientes especies es mejor agente oxidante?



- A. Cu(s)
- B. $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$
- C. $\text{Cl}_2(\text{g})$
- D. $\text{F}^-(\text{aq})$
- E. $\text{F}_2(\text{g})$

38. ¿Cuál de los siguientes metales: Cs, Cu, Mg, Al y Ag, necesita mayor cantidad de electricidad por tonelada de metal producido mediante electrolisis?

- A. Cs
- B. Cu
- C. Mg
- D. Al
- E. Ag

39. Se electroliza una disolución acuosa de H_2SO_4 utilizando electrodos de Pt.

- A. Se desprende SO_3 en el ánodo.
- B. Se desprende SO_2 en el ánodo.
- C. Se desprende hidrógeno en el cátodo.
- D. No se observa desprendimiento de gases.
- E. Se desprende hidrógeno en el ánodo y oxígeno en el cátodo.

40. Indique la reacción que puede tener lugar:

- A. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$
- B. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + 3\text{CaO}$
- C. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$
- D. $4\text{Ca}_3\text{N}_2 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HNO}_3 + 5\text{NH}_3 + 12\text{Ca}$
- E. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{NH}_3 + 3\text{CaO} + 3\text{H}_2$

41. El magnesio metálico se puede obtener por:

- A. Electrólisis de una disolución acuosa de cloruro de magnesio.
- B. Hidrólisis de una disolución acuosa de carbonato de magnesio.
- C. Electrólisis de cloruro de magnesio fundido.
- D. Descomposición térmica de carbonato de magnesio.
- E. Reducción de una disolución acuosa de cloruro de magnesio con sodio.

42. ¿Cuál de las siguientes reacciones nucleares se produce por emisión de un positrón?

- A. ${}_{13}^{26}\text{Al} \rightarrow {}_{12}^{26}\text{Mg}$
- B. ${}_{33}^{75}\text{As} \rightarrow {}_{34}^{75}\text{Se}$
- C. ${}_{84}^{214}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb}$
- D. ${}_{9}^{19}\text{F} \rightarrow {}_{10}^{20}\text{Ne}$
- E. ${}_{28}^{58}\text{Ni} \rightarrow {}_{28}^{64}\text{Ni}$

43. Al hacer reaccionar un ácido orgánico con un alcohol:
- A. Se forma un aldehído y un ácido.
 - B. Se forma un éter y agua.
 - C. Se forma un éster y agua.
 - D. Se produce una adición de acuerdo con la regla de Markownikoff.
 - E. No reaccionan.
44. Señale la proposición correcta:
- A. La oxidación de las cetonas produce ácidos carboxílicos.
 - B. Los aldehídos, a diferencia de las cetonas, tienen propiedades reductoras.
 - C. Las aminas primarias en disolución acuosa se comportan como ácidos débiles.
 - D. Los hidrocarburos aromáticos son más reactivos que los alifáticos.
 - E. Todos los compuestos nitrogenados se encuentran asociados mediante enlaces de hidrógeno.
45. ¿Cuál de las siguientes fórmulas corresponde a un éter?
- A. $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$
 - B. $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
 - C. $\text{CH}_3\text{-COOH}$
 - D. $\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$
 - E. H-COH