

XIX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

Vigo 22-24 de Abril de 2006



Asociación Nacional de
Químicos de España



INSTRUCCIONES

- A. La duración de la prueba será de 2 horas.
B. Conteste en este mismo cuadernillo.
Señalar con un círculo la respuesta correcta (a) En caso de corrección: ~~(a)~~
En caso de elección de una respuesta anulada, volver a escribir la opción y rodearla con un círculo (a)
C. Sólo hay una respuesta correcta para cada cuestión.
D. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto y las incorrectas con 0,20 negativo.
E. No se permite la utilización de libros de texto o Tabla Periódica.
F. Se autoriza el empleo de calculadora no programable.

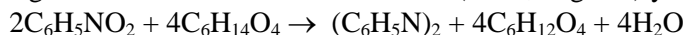
1. Se valora una muestra de 4,5 g de sangre con 10,5 mL de $K_2Cr_2O_7$ 0,0400 M para determinar el contenido de alcohol de acuerdo con la siguiente reacción. ¿Cuál es el contenido de alcohol en sangre expresado en porcentaje en masa?



- A. 0,43 %
B. 0,21 %
C. 0,090 %
D. 0,35 %
E. 0,046 %

Masas atómicas: H = 1,008; C = 12,011; O = 15,999; K = 39,098; Cr = 52,00

2. El azobenceno es un producto industrial, intermedio en la preparación de tintes, que se obtiene mediante la siguiente reacción entre nitrobenzeno ($d = 1,20$ g/mL) y trietilenglicol ($d = 1,12$ g/mL):



Cuando se hacen reaccionar 0,25 L de cada uno de los dos reactivos:

- A. El nitrobenzeno se encuentra en exceso.
B. Se forman 1,68 mol de azobenceno
C. Se forman 2,44 mol de H_2O
D. Reaccionan 2,44 mol de nitrobenzeno.
E. No hay reactivo limitante.

Masas atómicas: H = 1,008; C = 12,011; N = 14,007

3. Una disolución acuosa tiene 6,00 % en masa de metanol y su densidad es de 0,988 g/mL. La molaridad del metanol en esta disolución es

- A. 0,189 M
B. 1,05 M
C. 0,05 M
D. 0,85 M
E. 1,85 M

4. Un vinagre tiene 5,05 % en masa de ácido acético, $\text{CH}_3\text{-COOH}$, y su densidad es 1,05 g/mL. ¿Cuántos gramos de ácido hay en una botella de vinagre de 1L?

- A. 0,100 g
- B. 0,050 g
- C. 50,5 g
- D. 208 g
- E. 53,0 g

5. ¿Cuál de las siguientes ondas electromagnéticas tiene una longitud de onda más larga?

- A. $2,0 \times 10^{-5}$ m
- B. 350 nm
- C. 1800 cm^{-1}
- D. 400 MHz
- E. 4800 Å

Velocidad de la luz, $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

6. En el átomo de hidrógeno, ¿cuál de las siguientes transiciones electrónicas emite menor energía?

- A. Desde $n = 2$ a $n = 1$
- B. Desde $n = 4$ a $n = 2$
- C. Desde $n = 6$ a $n = 4$
- D. Desde $n = 6$ a $n = 2$
- E. Desde $n = 6$ a $n = 3$

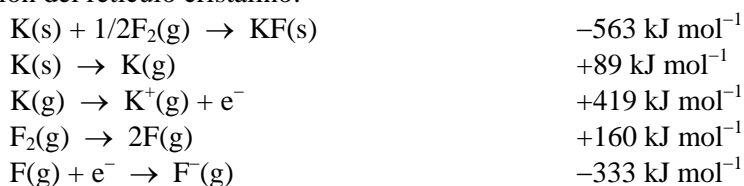
7. El número cuántico m_l para un electrón en el orbital $3p$ es:

- A. 2
- B. Puede tener cualquier valor entre +3 y -3
- C. 3
- D. Puede ser +1/2 o -1/2
- E. No es ninguno de los valores anteriores

8. Una difracción de segundo orden de $67,0^\circ$, producida por rayos X de longitud de onda de 0,141 nm, está producida por una distancia interplanar de :

- A. 0,153 nm
- B. 0,0766 nm
- C. 0,306 nm
- D. 0,175 nm
- E. 0,131 nm

9. A partir de la siguiente tabla de entalpías de reacción, calcule la energía de red del KF(s) , definida en el sentido de formación del retículo cristalino:



- A. 818 kJ mol^{-1}
- B. -818 kJ mol^{-1}
- C. 898 kJ mol^{-1}
- D. -898 kJ mol^{-1}
- E. -228 kJ mol^{-1}

10. Clasifique las siguientes sustancias iónicas en orden creciente de energía de red: MgCl_2 , CaCl_2 , MgF_2

- A. $\text{MgCl}_2 < \text{MgF}_2 < \text{CaCl}_2$
- B. $\text{MgCl}_2 < \text{CaCl}_2 < \text{MgF}_2$
- C. $\text{CaCl}_2 < \text{MgCl}_2 < \text{MgF}_2$
- D. $\text{CaCl}_2 < \text{MgF}_2 < \text{MgCl}_2$
- E. $\text{MgF}_2 < \text{CaCl}_2 < \text{MgCl}_2$

11. El níquel cristaliza en una red cúbica centrada en las caras y su densidad es $8,94 \text{ g/cm}^3$ a 20°C . ¿Cuál es la longitud de la arista de la celda unidad?

- A. 340 pm
- B. 352 pm
- C. 372 pm
- D. 361 pm
- E. 392 pm

Masa atómica (Ni) = 58,71

12. Teniendo en cuenta los diagramas de orbitales moleculares para moléculas diatómicas y la multiplicidad de los enlaces, ordene la energía de disociación de las siguientes moléculas: H_2 , He_2 , He_2^+ , O_2 y N_2 :

- A. $\text{H}_2 < \text{He}_2 < \text{He}_2^+ < \text{O}_2 < \text{N}_2$
- B. $\text{He}_2 < \text{He}_2^+, < \text{O}_2 < \text{N}_2 < \text{H}_2$
- C. $\text{He}_2^+ < \text{He}_2 < \text{O}_2 < \text{N}_2 < \text{H}_2$
- D. $\text{He}_2 < \text{He}_2^+ < \text{H}_2 < \text{O}_2 < \text{N}_2$
- E. $\text{He}_2^+ < \text{O}_2 < \text{N}_2 < \text{H}_2 < \text{He}_2$

13. ¿Cuál de las siguientes especies químicas tiene forma tetraédrica?

- A. SiF_4
- B. PCl_4
- C. XeF_4
- D. BF_4^-
- E. SF_4

14. ¿Cuál de las siguientes especies químicas tiene todos sus ángulos de enlace de aproximadamente 120° ?

ClF_3 ; BF_3 ; ClO_3^- ; SF_4 ; GeCl_4

- A. Únicamente SF_4
- B. Únicamente GeCl_4
- C. Únicamente BF_3
- D. BF_3 y SF_4
- E. ClF_3 y BF_3

15 Se dispone de una mezcla de 150 g de $\text{N}_2(\text{g})$ y 150 g de $\text{H}_2(\text{g})$ para iniciar la síntesis de amoníaco. Si la presión total de la mezcla gaseosa es de 1,5 atm, la presión parcial de $\text{N}_2(\text{g})$ es:

- A. 0,10 atm
- B. 0,25 atm
- C. 1 atm
- D. 1,25 atm
- E. 0,75 atm

Masas atómicas: H = 1,008; (N) = 14,007

16 ¿A qué temperatura las moléculas de $\text{CH}_4(\text{g})$ (masa molar = 16 g mol^{-1}), tienen la misma energía cinética media que las moléculas de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (masa molar = 18 g mol^{-1}) a 120°C ?

- A. 30°C
- B. 80°C
- C. 90°C
- D. 120°C
- E. 180°C

17. Un recipiente cerrado contiene una cierta cantidad de líquido en equilibrio con su vapor. Si el volumen del recipiente disminuye, ¿qué sucede cuando se establece el equilibrio?

- A. Disminuye la temperatura.
- B. Condensa parte del vapor.
- C. Aumenta la presión.
- D. Disminuye la presión.
- E. Parte del líquido pasa a la fase vapor.

18. Se prepara una disolución ideal mezclando 20,5 g de benceno, C_6H_6 , y 45,5 g de tolueno, C_7H_8 , a 25 °C. Sabiendo que las presiones de vapor del benceno y tolueno en estado puro a esta temperatura son 95,1 mmHg y 28,4 mmHg, respectivamente, las presiones parciales del benceno y tolueno en esta disolución son, respectivamente:

- A. 95,1 y 28,4 mm Hg
- B. 12,5 y 18,5 mm Hg
- C. 85,5 y 15,5 mm Hg
- D. 25,0 y 12,6 mm Hg
- E. 33,0 y 18,5 mm Hg

Masas atómicas: H = 1,008; C = 12,011

19. Sabiendo que la energía de los dobles enlaces C=C tiene un valor de $\sim 600 \text{ kJ mol}^{-1}$ y que en la polimerización del etileno cada uno de ellos se convierte en dos enlaces sencillos C-C de $\sim 350 \text{ kJ mol}^{-1}$, se puede afirmar que esta reacción es

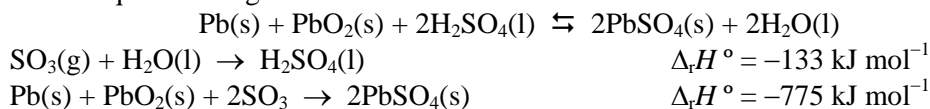
- A. Neutra térmicamente.
- B. Endotérmica .
- C. Exotérmica.
- D. La entropía aumenta.
- E. La entropía permanece constante.

20. Una disolución acuosa de cloruro de sodio empieza a congelar a $-1,5 \text{ °C}$. Calcule la concentración de la sal en esta disolución, expresada en porcentaje en masa. $K_f(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ °C (mol kg}^{-1})^{-1}$

- A. 3,9 %
- B. 4,0 %
- C. 4,5 %
- D. 4,7 %
- E. 4,8 %

Masas atómicas: Na = 22,990; Cl = 35,453

21. A partir de las siguientes ecuaciones químicas y sus valores de ΔH° , determine la entalpía de reacción a 298 K para la reacción que tiene lugar en la batería de los automóviles:



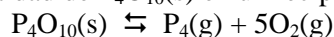
- A. $+509 \text{ kJ mol}^{-1}$
- B. $+642 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C. -509 kJ mol^{-1}
- D. -254 kJ mol^{-1}
- E. -642 kJ mol^{-1}

22. En la combustión de 13,2 g de propano, $C_3H_8\text{(g)}$, se liberan $6,6 \times 10^3 \text{ kJ}$ de calor. ¿Cuál es el cambio de entalpía para esta reacción?

- A. $+0,5 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$
- B. $-2,0 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C. $-22,0 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$
- D. $+22,0 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$
- E. $-0,5 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$

Masas atómicas: H = 1,008; C = 12,011; O = 15,999

23. Se introduce una cierta cantidad de $P_4O_{10}\text{(s)}$ en un recipiente a 400 K y se espera a que se alcance el equilibrio de la siguiente reacción:



Si la presión total es de 1,86 atm, el valor de la K_p a dicha temperatura es:

- A. $9,61 \times 10^{-2} \text{ atm}^6$
- B. $11,16 \text{ atm}^6$
- C. $2,78 \text{ atm}^6$
- D. $0,36 \text{ atm}^6$
- E. $41,41 \text{ atm}^6$

24. Se añade 0,0500 L de una disolución de ácido clorhídrico 0,200 M a 0,0500 L de amoníaco acuoso 0,200 M en un calorímetro cuya capacidad calorífica es 480 J/K. La temperatura ascendió en 1,09K. Calcule $\Delta_r H^\circ$ para la siguiente reacción: $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
- $-58,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $-55,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $-63,4 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $-52,3 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $-61,1 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Masas atómicas: H = 1,008; N = 14,007; Cl = 35,453
25. Calcule la variación de entropía de vaporización para el agua, $\Delta_{\text{vap}} S$, a 1 atm de presión, sabiendo que el calor de vaporización es $40,7 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $-0,109 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 - $0,236 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 - $-0,236 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 - $0,109 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 - $0,440 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
26. La vida media de una reacción de segundo orden es de 25 s cuando la concentración inicial de reactivo es 0,5 M. ¿Cuál es la constante de velocidad de esta reacción?
- $3,22 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 - $8,00 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - $8,00 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 - $2,77 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - $2,77 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
27. La reacción: $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ obedece a la ley de velocidad: $\Delta[\text{N}_2\text{O}_5] / \Delta t = 6,21 \times 10^{-4} [\text{N}_2\text{O}_5]$
Si la concentración inicial de N_2O_5 es 0,5 M, ¿cuánto tiempo tardará en disminuir hasta 30% de la cantidad inicial?
- 5430 s
 - 5647 s
 - 1939 s
 - 3877 s
 - 4354 s
28. Se puede obtener HCl mediante la siguiente reacción:
- $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}$
 - Electrólisis de una disolución acuosa de NaCl.
 - $\text{NaCl} + \text{HNO}_3$
 - $\text{NaCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$
 - $\text{NaCl} + \text{HF}$
29. Una disolución con pH = 4 es 100 veces menos ácida que una disolución con pH igual a:
- 1
 - 2
 - 5
 - 6
 - 7
30. Cuando se valora HOCl ($K_a = 3,0 \times 10^{-8}$) con KOH, ¿cuál será el mejor indicador?
- Timolftaleína, $\text{p}K_a = 9,9$
 - Azul de bromotimol, $\text{p}K_a = 7,10$
 - Verde de bromocresol, $\text{p}K_a = 4,66$
 - Rojo de clorofenol, $\text{p}K_a = 6$
 - Azul de bromofenol, $\text{p}K_a = 3,85$

31. ¿Cuál de las siguientes sales producirá una disolución básica cuando se disuelve en agua?

- A. KCl
- B. NaF
- C. KNO₃
- D. NH₄NO₃
- E. KClO₃

32. ¿Cuál es la expresión correcta para la constante del producto de solubilidad del Mg₃(PO₄)₂?

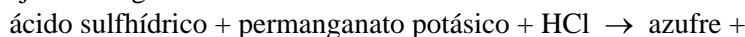
s = solubilidad de la sal en mol/L

- A. $K_s = [\text{Mg}^{2+}] [\text{PO}_4^{3-}]$
- B. $K_s = [\text{Mg}^{2+}]^2 [\text{PO}_4^{3-}]^3$
- C. $K_s = [\text{Mg}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2$
- D. $K_s = s^5$
- E. $K_s = 6s^2$

33. Una disolución acuosa se encuentra en equilibrio con CaSO₄ sólido. Señale la proposición **NO correcta**:

- A. Si se añade algo de NaNO₃, la solubilidad del CaSO₄ aumenta debido al efecto salino.
- B. Si se añade algo de Na₂SO₄, la solubilidad del CaSO₄ disminuye debido al efecto del ion común.
- C. Si se añade algo de CaSO₄, la solubilidad del CaSO₄ permanece constante.
- D. La solubilidad del CaSO₄ sólo depende de la temperatura.
- E. Si se añade CaCO₃, la solubilidad disminuye por efecto del ion común.

34. Complete y ajuste la siguiente reacción redox:



Los coeficientes del permanganato y del azufre son, respectivamente:

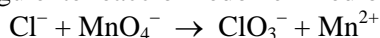
- A. 2 y 4
- B. 1 y 6
- C. 2 y 5
- D. 4 y 2
- E. 2 y 3

35. El número de coordinación y el estado de oxidación del ion metálico central en el complejo

[CrBr₂(NH₃)₄]⁺ son, respectivamente:

- A. 6 y +1
- B. 6 y +3
- C. 2 y +1
- D. 2 y +3
- E. 4 y +3

36. Ajuste la siguiente reacción redox en medio ácido e indique los coeficientes de MnO₄⁻ y ClO₃⁻



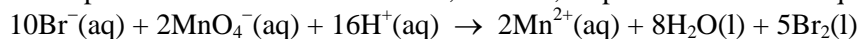
- A. 2 y 3
- B. 2 y 2
- C. 6 y 5
- D. 4 y 3
- E. 3 y 2

37. Calcule la intensidad de corriente necesaria para producir 30 mL de gas oxígeno, medidos en condiciones normales, mediante electrólisis del agua en 10 minutos.

- A. 2,58 A
- B. 0,86 A
- C. 3,44 A
- D. 1,72 A
- E. 0,16 A

$$F = 96485 \text{ C/mol}$$

38. Calcule el potencial de electrodo estándar, es decir, E° para la célula en la que se produce la siguiente reacción:



- A. $-0,44 \text{ V}$ $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1,065 \text{ V}$; $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$
B. $7,63 \text{ V}$
C. $-9,14 \text{ V}$
D. $2,57 \text{ V}$
E. $0,44 \text{ V}$

39. La corrosión del hierro es un proceso electroquímico que, en medio ácido, implica los siguientes potenciales de reducción: $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ y $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = +1,23 \text{ V}$. El potencial de la célula estándar basada en la reacción de la corrosión si el $\text{pH} = 5$ y el resto de las especies implicadas se encuentran en condiciones estándar es:

- A. $1,67 \text{ V}$ $F = 96485 \text{ C/mol}$; $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
B. $-0,19 \text{ V}$
C. $-1,37 \text{ V}$
D. $0,19 \text{ V}$
E. $1,37 \text{ V}$

40. De los siguientes elementos: Na, Mg, Al, S y Cl:

- A. El más reductor es el cloro.
B. El óxido más básico es el de magnesio.
C. El más metálico es el aluminio.
D. El de mayor afinidad electrónica es el cloro.
E. El más oxidante es el azufre.

41. La siguiente reacción: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$, es del tipo:

- A. Ácido-base
B. Oxidación-reducción
C. Adición
D. Eliminación
E. Sustitución

42. Señale el producto de la siguiente reacción: $2\text{-metil-2-buteno} + \text{HCl} \rightarrow$

- A. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}=\text{CHClCH}_3$
B. $(\text{CH}_3)_2\text{CClCH}=\text{CH}_2$
C. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
D. No reaccionan.
E. $(\text{CH}_3)_2\text{CClCH}_2\text{CH}_3$.

43. Señale la proposición correcta:

- A. Las moléculas de benceno y ciclohexano son planas.
B. El benceno tiene conformaciones de silla y bote.
C. La energía de resonancia es la diferencia de energía entre las dos moléculas: benceno y ciclohexano.
D. El benceno es más reactivo que el ciclohexano y por tanto menos estable.
E. La energía de resonancia del benceno se puede calcular a partir de las entalpías de reacción del ciclohexeno.

44. El compuesto que es más soluble en agua y tiene mayor punto de ebullición es:

- A. $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
B. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$
C. $\text{CH}_3\text{-CHO}$
D. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$
E. $\text{CH}_3\text{-CH}_3$

45. El compuesto orgánico $\text{C}_2\text{H}_4\text{ClF}$ presenta

- A. Isomería cis-trans.
B. Isomería óptica.
C. Cuatro isómeros.
D. Dos isómeros.
E. No presenta isomería.