

XVIII OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

Luarca (Asturias) 15-18 de Abril de 2005



Asociación Nacional de
Químicos de España



Ayuntamiento de Luarca



UNIVERSIDAD DE OVIEDO



INSTRUCCIONES

Sólo hay una respuesta correcta por cada pregunta.

Cada respuesta correcta se valorará con un punto y cada respuesta incorrecta restará 0,20 puntos.

La duración de la prueba será de 2 horas.

Conteste en la HOJA DE RESPUESTAS.

1. Cuando se calienta hasta sequedad una muestra de 15,0 g de sulfato de cobre hidratado, la masa resultante es de 9,59 g. El porcentaje de agua en el cristal hidratado, expresado con el número correcto de cifras significativas es:

- A. 36,1 %
- B. 36 %
- C. 63,3 %
- D. 63 %
- E. 45 %

2. Una disolución acuosa de ácido sulfúrico del 34,5 % de riqueza en masa tiene una densidad de 1,26 g/mL. ¿Cuántos gramos de ácido sulfúrico se necesitan para obtener 3,22 L de esta disolución?

- A. $1,20 \times 10^5$ g
- B. 882 g
- C. 135 g
- D. $1,40 \times 10^3$ g
- E. $1,4 \times 10^5$ g

3. Una disolución de anticongelante consiste en una mezcla de 39,0 % de etanol–61 % de agua, en volumen y tiene una densidad de 0,937 g/mL. ¿Cuál es el volumen de etanol, expresado en litros, presente en 1 kg de anticongelante?

- A. 0,37 L
- B. 0,94 L
- C. 0,65 L
- D. 0,42 L
- E. 0,39 L

4. ¿Cuál es la notación adecuada para un ion que contiene 35 protones, 36 electrones y 45 neutrones?

- A. ${}_{35}^{45}\text{Br}^{+1}$
- B. ${}_{35}^{80}\text{Br}^{-1}$
- C. ${}_{45}^{80}\text{Br}^{+1}$
- D. ${}_{35}^{45}\text{Br}^{-1}$
- E. ${}_{36}^{45}\text{Br}^{-1}$

5. La masa atómica del carbono natural es 12,011 uma y la masa del ^{13}C es 13,00335 uma. ¿Cuál es la abundancia relativa natural del ^{13}C ?

- A. 0,011 %
- B. 0,91 %
- C. 23 %
- D. 1,1 %
- E. 2,2 %

6. La combustión completa de una mezcla de 4,10 g que contiene solamente propano (C_3H_8) y pentano (C_5H_{12}) produjo 12,42 g de CO_2 y 6,35 g de H_2O . ¿Cuál es el porcentaje de propano, en masa, en esta muestra?

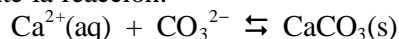
- A. 4,50 %
- B. 37,5 %
- C. 50,0 %
- D. 30,0 %
- E. 80,0 %

7. Se calienta una barra de cobre de pureza electrolítica que pesa 3,178 g en una corriente de oxígeno hasta que se convierte en un óxido negro. El polvo negro resultante pesa 3,978 g. La fórmula de este óxido es:

- A. CuO_2
- B. Cu_2O_3
- C. CuO_3
- D. Cu_2O
- E. CuO

Masas atómicas: O = 16; Cu = 63,5

8. Cuando la dureza del agua se debe al ion calcio, el proceso de “ablandamiento” puede representarse mediante la reacción:



¿Cuál es la masa de carbonato sódico necesaria para eliminar prácticamente todo el ion calcio presente en 750 mL de una disolución que contiene 86 mg de Ca^{2+} por litro?

- A. 171 mg
- B. 65 mg
- C. 57 mg
- D. 41 mg
- E. 35 mg

Masas atómicas: C = 12; Ca = 40; Na = 23

9. ¿Qué masa de MgCl_2 , expresada en gramos, debe añadirse a 250 mL de una disolución de MgCl_2 0,25 M para obtener una nueva disolución 0,40 M?

- A. 9,5 g
- B. 6,0 g
- C. 2,2 g
- D. 3,6 g
- E. 19 g

Masas atómicas: Mg = 24,3; Cl = 35,5

10. ¿Cuál de las siguientes reacciones es una reacción de desproporción?

- A. $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOBr} + \text{Br}^- + \text{H}^+$
- B. $\text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+$
- C. $\text{HOCl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{OCl}^-$
- D. $3\text{S}^{2-} + 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 10\text{OH}^-$
- E. $\text{HF} \rightarrow \text{H}^+ + \text{F}^-$

11. ¿Cuál de las siguientes disoluciones es peor conductor eléctrico?

- A. K_2SO_4 0,5 M
- B. CaCl_2 0,5 M
- C. HF 0,5 M
- D. CH_3OH 0,5 M
- E. NH_3 0,5 M

12. Se disolvió una muestra de óxido de magnesio en 50,0 mL de ácido clorhídrico 0,183 M y el exceso de ácido se valoró con fenolftaleína hasta el punto final, con 13,4 mL de hidróxido sódico 0,105 M. ¿Cuál es la masa de la muestra de óxido de magnesio?

- A. 209 mg
- B. 184 mg
- C. 156 mg
- D. 104 mg
- E. 77,8 mg

Masa atómica: Mg = 24,3

13. Complete la ecuación química e indique si se forma un precipitado.



- A. NaCl(s) + NO₃⁻ + K⁺
- B. NaNO₃(s) + K⁺ + Cl⁻
- C. KCl(s) + Na⁺ + NO₃⁻
- D. KNO₃(s) + Na⁺ + Cl⁻
- E. No hay reacción.

14. A 27 °C y 750 Torr, dos muestras de gas metano (CH₄) y oxígeno, de 16 g cada una, tendrán las mismas:

- A. Velocidades moleculares medias.
- B. Energías cinéticas moleculares medias.
- C. Número de partículas gaseosas.
- D. Volúmenes gaseosos.
- E. Velocidades de efusión medias.

15. Calcule la velocidad cuadrática media, en m/s, para las moléculas de H₂(g) a 30 °C.

- A. $6,09 \times 10^2$ m/s
 - B. $5,26 \times 10^3$ m/s
 - C. $6,13 \times 10^1$ m/s
 - D. $1,94 \times 10^3$ m/s
 - E. $2,74 \times 10^3$ m/s
- R = 8,314 J K⁻¹ mol⁻¹

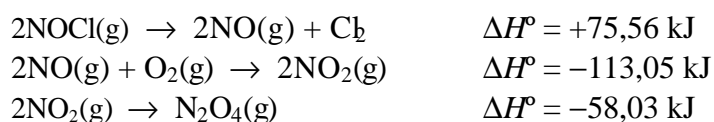
16. ¿Cuál es la razón de las velocidades de difusión del Cl₂ y O₂? Razón Cl₂ : O₂

- A. 0,45
- B. 069
- C. 0,47
- D. 1,5
- E. 0,67

17. La combustión de 90,0 g de ácido oxálico C₂H₂O₄(s), en una bomba calorimétrica cuya capacidad calorífica es 4,60 kJ/°C, produce un aumento de la temperatura desde 25,0 °C hasta 79,6 °C. El calor de combustión del ácido oxálico es:

- A. -21,2 kJ/mol
- B. -54,6 kJ/mol
- C. -126 kJ/mol
- D. -211 kJ/mol
- E. -251 kJ/mol

18. A partir de los siguientes valores de entalpías estándar de reacción:



Calcule ΔH° de la reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NOCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, expresada en kJ.

- A. +246,65
- B. -95,52
- C. -246,65
- D. +95,52
- E. Ninguno de estos valores.

19. La entalpía estándar de formación del agua líquida es $-285,8$ kJ/mol. ¿Cuál es la energía necesaria expresada como cambio de entalpía estándar, para producir 3,5 L de oxígeno gas, medidos a $22,5$ °C y 0,60 atm, por electrólisis del agua?

- A. 24,8 kJ
- B. 49,5 kJ
- C. 58,0 kJ
- D. 89,3 kJ
- E. 138 kJ

Dato: $R = 0,082$ atm L/K mol

20. Una señal de televisión tiene una longitud de onda de 10,0 km. ¿Cuál es su frecuencia en kilohertzios?

- A. 30,0
- B. $3,00 \times 10^4$
- C. $3,00 \times 10^7$
- D. $3,33 \times 10^{-7}$
- E. $3,33 \times 10^{-2}$

Velocidad de la luz = $2,9979 \times 10^8$ m/s

21. Un detector de radiación expuesto a la luz solar detecta la energía recibida por segundo en una determinada área. Si este detector tiene una lectura de $0,430$ cal $\text{cm}^{-2} \text{min}^{-1}$, ¿cuántos fotones de luz solar están incidiendo por cada cm^2 en un minuto? Suponga que la longitud de onda media de la luz solar es 470 nm. Datos: $4,184$ J = 1 cal; $h = 6,6262 \times 10^{-34}$ J s

- A. $2,02 \times 10^7$
- B. $8,46 \times 10^7$
- C. $4,26 \times 10^{18}$
- D. $1,02 \times 10^{27}$
- E. $4,25 \times 10^{27}$

22. La carga nuclear efectiva del sodio es:

- A. <11, >10
- B. <10, >9
- C. <2, >1
- D. <1, >0
- E. 0

23. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas representa la del estado fundamental del Fe(III), sabiendo que $Z(\text{Fe}) = 26$?

- A. $[\text{Ar}] 3d^5$
- B. $[\text{Ar}] 4s^2 3d^3$
- C. $[\text{Ar}] 4s^1 3d^4$
- D. $[\text{Ar}] 4s^2 4p^3$
- E. $[\text{Ar}] 4p^5$

24. ¿Cuál de las siguientes especies isoelectrónicas tiene mayor radio?

- A. Ne
- B. F^-
- C. Mg^{2+}
- D. Na^+
- E. O^{2-}

25. A partir de las energías de enlace, C=O (707), O=O (498), H-O (464) y C-H (414) en kJ/mol, calcule ΔH° (kJ/mol) para la siguiente reacción: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- A. +618
B. +259
C. -519
D. -618
E. -259
26. ¿Cuál de los siguientes compuestos se representa por un conjunto de estructuras resonantes?
- A. NaCl
B. Ca(OH)₂
C. CH₄
D. I₂
E. SO₂
27. Una muestra de 0,90 g de agua líquida se introduce en un matraz de 2,00 L previamente evacuado, después se cierra y se calienta hasta 37 °C. ¿Qué porcentaje de agua, en masa, permanece en fase líquida? La presión de vapor del agua a 37 °C es 48,2 Torr.
- A. 10 %
B. 18 %
C. 82 %
D. 90 %
E. 0 %
28. Un líquido tiene un calor de vaporización molar de 22,7 kJ/mol y su punto de ebullición normal es 459 K. ¿Cuál es la presión de vapor, en mmHg, a 70 °C? Dato: R = 8,314 J/K mol
- A. 102
B. 7,48
C. 56,8
D. 742
E. 580
29. En una reacción de segundo orden se puede afirmar:
- a. La suma de los exponentes en la ley de velocidad es igual a dos.
b. Al menos uno de los exponentes en la ley de velocidad es igual a dos.
c. La vida media no es constante.
d. La vida media es constante.
e. La constante k puede expresarse en $\text{M}^{-2} \text{s}^{-1}$ o $\text{M}^{-2} \text{min}^{-1}$
- A. a y d
B. b y d
C. a, c y e
D. a y c
E. b y c
30. La reacción: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ es de segundo orden en A y de orden cero en B, y el valor de k es $0,012 \text{ M}^{-1} \text{ min}^{-1}$. ¿Cuál es la velocidad de esta reacción cuando $[\text{A}] = 0,125 \text{ M}$ y $[\text{B}] = 0,435 \text{ M}$?
- A. $5 \times 10^{-4} \text{ M min}^{-1}$
B. $3,4 \times 10^{-3} \text{ M min}^{-1}$
C. $1,3 \text{ M min}^{-1}$
D. $1,9 \times 10^{-4} \text{ M min}^{-1}$
E. $1,5 \times 10^{-3} \text{ M min}^{-1}$

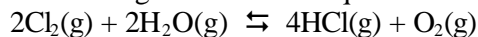
31. Para la siguiente reacción:



Si la concentración inicial de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) = 0,040 \text{ M}$ y la concentración inicial de $\text{NO}_2(\text{g})$ es 0 M , ¿cuál es la concentración de equilibrio de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$?

- A. $1,7 \times 10^{-2} \text{ M}$
- B. $3,3 \times 10^{-2} \text{ M}$
- C. $9,4 \times 10^{-3} \text{ M}$
- D. $1,2 \times 10^{-4} \text{ M}$
- E. $2,3 \times 10^{-4} \text{ M}$

32. Considere la siguiente reacción química en equilibrio:



Este equilibrio puede desplazarse hacia la derecha por:

- A. Eliminación de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ de la mezcla.
- B. Adición de más $\text{O}_2(\text{g})$ a la mezcla.
- C. Adición de $\text{Ne}(\text{g})$ a la mezcla.
- D. Disminución del volumen de la mezcla.
- E. **Aumento del volumen de la mezcla.**

33. El ácido hipocloroso (HOCl) tiene una constante de ionización de $3,2 \times 10^{-8}$. ¿Cuál es el porcentaje de ionización en disoluciones $1,0 \text{ M}$ y $0,10 \text{ M}$, respectivamente?

- A. **0,018 % y 0,056 %**
- B. 0,032 % y 0,0032 %
- C. 0,56 % y 0,18 %
- D. 0,56 % en ambas.
- E. 0,32 % en ambas.

34. ¿En cuál de los siguientes casos el agua actúa como una base de Lewis pero no como una base según la definición de Brønsted-Lowry?

- A. $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{HF}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$
- B. $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CN}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{HCN}(\text{aq})$
- C. **$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{H}_2\text{O})^{2+}(\text{aq})$**
- D. $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$
- E. $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ [electrólisis] $\rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

35. Se preparan 500 mL de disolución reguladora disolviendo $2,16 \text{ g}$ de benzoato sódico ($\text{NaC}_6\text{H}_5\text{CO}_2$) en el volumen suficiente de ácido benzoico $0,033 \text{ M}$. K_a para el ácido benzoico es $6,3 \times 10^{-5}$

El pH es:

- A. **4,16**
- B. 4,37
- C. 4,64
- D. 5,77
- E. 6,30

Masa atómica: $\text{Na} = 23$

36. En la valoración de $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ con $\text{NaOH}(\text{aq})$, indique si la disolución en el punto de equivalencia es ácida, básica o neutra y porqué.

- A. Básica por el exceso de OH^-
- B. Ácida por la hidrólisis del ion HCO_3^-
- C. Ácida por la hidrólisis del Na^+
- D. Neutra porque se forma una sal de ácido fuerte y base fuerte.
- E. **Básica por la hidrólisis del CO_3^{2-}**

37. El producto de solubilidad del hidróxido de hierro (III) a 22 °C es $6,0 \times 10^{-38}$. ¿Qué masa de este compuesto se disolverá en 100 mL de hidróxido de sodio 0,20 M, suponiendo que no hay formación de complejos?

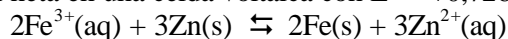
- A. 6×10^{-39} g
- B. 7×10^{-37} g
- C. 8×10^{-35} g
- D. 9×10^{-35} g
- E. 1×10^{-30} g

Masa atómica: Fe = 55,8

38. Calcule la temperatura a la que la K_{eq} para una reacción es $1,04 \times 10^3$ y los valores de $\Delta H^\circ = -83,2$ kJ/mol y $\Delta S^\circ = -246$ J/mol K

- A. 0,274 K
- B. 307 K
- C. 0,307 K
- D. 274 K
- E. No puede determinarse sin ΔG°

39. La reacción neta en una celda voltaica con $E^\circ = +0,726$ V es:



El valor de ΔG° para esta reacción es:

- A. -210 kJ
- B. -140 kJ
- C. -700 kJ
- D. -463 kJ
- E. -420 kJ

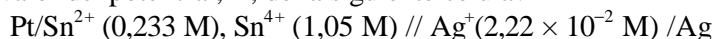
Dato: F = 96485 C

40. Dos celdas que contienen disoluciones de AgNO_3 y CuSO_4 , respectivamente, se conectan en serie y se electroizan. El cátodo en la celda de AgNO_3 aumentó su peso en 1,078 g. Cuánto aumentó el cátodo en la otra celda?

- A. 0,127 g
- B. 0,6354 g
- C. 3,177 g
- D. 0,318 g
- E. Ninguno de estos valores.

Masa atómica: Ag = 107,8; Cu = 63,5

41. ¿Cuál es el valor del potencial, E , de la siguiente célula?



- A. 0,763 V
- B. 0,529 V
- C. 0,412 V
- D. 0,680 V
- E. 0,578 V

$E^\circ(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0,154$ V; $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,799$ V

42. Una disolución blanqueadora puede prepararse haciendo burbujear cloro gas a través de una disolución de hidróxido de sodio:



El cloro necesario puede obtenerse por electrólisis de cloruro sódico fundido. ¿Qué volumen de disolución de hipoclorito 0,30 M podría prepararse a partir del cloro obtenido por electrólisis si se utiliza una corriente de 3,0 amperios durante 25 minutos?

- A. 78 mL
- B. 63 mL
- C. 40 mL
- D. 31 mL
- E. 26 mL

Masas atómicas: Na = 23; Cl = 35,5

43. De las siguientes proposiciones, referentes a los elementos del grupo de los halógenos, se puede afirmar que:

- A. Tienen energías de ionización relativamente pequeñas.
- B. Sus puntos de fusión son muy bajos y aumentan de forma regular al descender en el grupo.
- C. Todos los halógenos pueden formar compuestos en los que actúan con números de oxidación: -1 , $+1$, $+3$, $+5$, $+7$
- D. Todos los halógenos se comportan como oxidantes muy fuertes.
- E. Todos los halógenos se comportan como reductores muy fuertes.

44. De las siguientes proposiciones, referentes al grupo de los metales alcalinotérreos, se puede afirmar que:

- A. Todos forman con facilidad cationes de carga variada, M^+ , M^{2+} , M^{3+} , que existen en disolución acuosa de muchos compuestos iónicos.
- B. Los iones Mg^{2+} tienen un gran poder reductor que se utiliza en la protección catódica del hierro.
- C. El berilio es el que tiene mayor facilidad para formar cationes M^{2+} .
- D. Los potenciales normales de reducción son grandes y negativos por lo que se comportan como agentes reductores.
- E. Todos reaccionan violentamente con el agua a temperatura ordinaria.

45. ¿Cuántos isómeros estructurales diferentes tiene el compuesto diclorobutano?

- A. 6
- B. 9
- C. 4
- D. 5
- E. Ninguno de estos.