

XXV Comunidad de Madrid
27 al 29 de abril 2012

OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID



EXAMEN DE CUESTIONES

CÓDIGO DEL ALUMNO:

Identificación del Alumno:

Apellidos: _____

Nombre: _____

NIF: _____

Nombre del Centro Educativo: _____

Localidad: _____

Distrito Universitario: _____

Comunidad Autónoma: _____

Nota: No olvide transcribir el código de alumno a las hojas del examen.

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 restarán 0,20.

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

1 1A																		18 8A					
1 H 1.008	2 2A												13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He 4.003					
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18						
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95						
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80						
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3						
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)						
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (277)	113 (Uut)	114 (Uuq)	115 (Uup)	116 (Uuh)	117 (Uus)	118 (Uuo)						

Datos: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $R = 0,0821 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$;
 $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$

1. Se mezclan 10,0 mL de una disolución de NaNO_3 0,50 M con 15,0 mL de otra disolución de NaCl 0,10 M y se diluye hasta 50,0 mL. La concentración molar de iones Na^+ es

- 0,30 M
- $0,13 \times 10^{-3}$
- 6,5 M
- $6,5 \times 10^{-3}$ M
- 0,13 M

2. En la etiqueta de una botella de laboratorio figuran los siguientes datos: ácido clorhídrico ($36,5 \text{ g mol}^{-1}$), densidad $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ y 38% (p/p) de riqueza. La concentración molar de la disolución de la botella será:

- $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- $12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- $15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- $16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3. El porcentaje en masa de oxígeno en $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, es:

- 9,60
- 28,8
- 43,2
- 72,0
- 144

4. La combustión completa de isooctano se produce según la siguiente reacción (sin ajustar): $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2$
¿Qué volumen de CO_2 medido a $60^\circ C$ y 750 mm Hg se produce por la combustión de 100 g de este hidrocarburo?

- A. 0,256 L
- B. 194 L
- C. 35,0 L
- D. 39,9 L
- E. 219 L

5. ¿Cuál es la configuración electrónica del estado fundamental del Cu?

- A. $[Ar]3d^84s^1$
- B. $[Ar]3d^94s^2$
- C. $[Ar]3d^{10}4s^1$
- D. $[Kr]3d^94s^2$
- E. $[Ne]3d^94s^2$

6. De los siguientes cationes, el que presenta mayor valor de su momento magnético (paramagnetismo) es:

- A. Ca^{2+}
- B. Sc^{3+}
- C. Mn^{3+}
- D. Fe^{3+}
- E. Cu^{2+}

7.Cuál de las siguientes parejas de átomos tiene el mismo número de neutrones en los dos núcleos:

- A. ^{56}Co y ^{58}Co
- B. ^{57}Mn y ^{57}Fe
- C. ^{57}Fe y ^{58}Ni
- D. ^{57}Co y ^{58}Ni
- E. ^{57}Mn y ^{58}Ni

8. ¿Cuál o cuáles de los siguientes elementos son líquidos a $25^\circ C$ y 1 atm ?

- A. Flúor y bromo
- B. Cloro
- C. Bromo
- D. Yodo
- E. Bromo y Yodo.

9. La densidad relativa de un óxido de nitrógeno respecto al oxígeno es 1,375. Este gas es

- A. N_2O_5
- B. NO
- C. N_2O
- D. N_2O_4
- E. NO_2

10. Cuando se irradia dioxígeno con luz ultravioleta, se convierte parcialmente en ozono: $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$

Una contenedor con dioxígeno a $20^\circ C$ y 800 mm Hg de presión, se irradia durante un cierto tiempo y la presión desciende a 700 mm Hg , medida a la misma temperatura. El porcentaje de dioxígeno que se convierte en ozono es

- A. 66,6 %
- B. 33,4 %
- C. 62,5 %
- D. 2,14 %
- E. 37,5 %

11. El orden de polaridad creciente de los siguientes enlaces $Cl-H$, $S-H$, $P-H$, $Si-H$ es:

- A. $Cl-H < S-H < P-H < Si-H$
- B. $Si-H < Cl-H < S-H < P-H$
- C. $Cl-H < P-H < S-H < Si-H$
- D. $S-H < Si-H < Cl-H, < P-H$
- E. $Si-H < P-H < S-H < Cl-H$

12. La molécula de amoníaco puede formar un enlace covalente coordinado con la siguiente especie química:

- A. K^+
- B. F^-
- C. BF_3
- D. H_2O
- E. Cl^-

13. De los siguientes grupos de moléculas, indique en cuál de ellos, todas sus moléculas tienen un doble enlace:
- H_2O_2 ; C_2H_2
 - P_2 ; SCl_2 ; S_2Cl_2
 - H_2CO ; CH_3OH ; HCOOH
 - HCHO ; HCOOH
 - SCl_2 ; S_2Cl_2
14. Una de las siguientes especies no es isoelectrónica con el anión nitrato (trioxidonitrato(1-)):
- CO_3^{2-}
 - HCO_3^-
 - NF_3
 - SO_2
 - BO_3^{3-}
15. La geometría molecular del ion PCl_4^+ es:
- cúbica
 - octaédrica
 - cuadrada
 - bipiramidaltrigonal
 - tetraédrica
16. La especie con mayor orden de enlace entre el átomo central y el oxígeno es:
- NO_3^-
 - CO
 - SO_3^{2-}
 - PO_4^{3-}
 - NO
17. Los hidruros iónicos reaccionan con agua y los productos son:
- disolución ácida y dihidrógeno gas.
 - disolución ácida y dióxígeno gas.
 - disolución básica y dihidrógeno gas
 - disolución neutra y dióxígeno gas.
 - dióxígeno y dihidrógeno.
18. La velocidad molecular media de dos gases, O_2 y CH_4 , a 25°C y 800 mm Hg de presión, están relacionadas de acuerdo con
- $v(\text{O}_2) = v(\text{CH}_4)$
 - $v(\text{O}_2) = 2 \times v(\text{CH}_4)$
 - $v(\text{O}_2) = 1/2 v(\text{CH}_4)$
 - $v(\text{O}_2) = 4 \times v(\text{CH}_4)$
 - $v(\text{O}_2) = 1/4 \times v(\text{CH}_4)$
19. Las velocidades de efusión de $^{235}\text{UF}_6$ y $^{238}\text{UF}_6$ se encuentran en la siguiente relación (M indica la masa molar):
- $M(^{235}\text{UF}_6) / M(^{238}\text{UF}_6)$
 - $[M(^{235}\text{UF}_6) / M(^{238}\text{UF}_6)]^{1/2}$
 - $[M(^{238}\text{UF}_6) / M(^{235}\text{UF}_6)]^{1/2}$
 - $[M(^{235}\text{UF}_6) \times M(^{238}\text{UF}_6)]^{1/2}$
 - 238/235
20. Comparando los siguientes sólidos: yodo, cromo, bromuro de cesio, carburo de silicio, antraceno, los que conducen la electricidad en estado sólido y en disolución acuosa, respectivamente son:
- bromuro de cesio y carburo de silicio
 - cromo y yodo
 - carburo de silicio y cromo
 - cromo y bromuro de cesio
 - carburo de silicio y antraceno
21. Se tienen disoluciones de igual molalidad de las siguientes sales; la disolución cuyo punto de congelación es más bajo es:
- Na Br
 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
 - $\text{K}(\text{CH}_3\text{COO})$
 - LiNO_3
 - CaCl_2

22. ¿Cuáles de los siguientes productos químicos contribuyen en mayor medida a la “lluvia ácida”?

- A. Residuos de uranio radiactivos
- B. Ozono en la superficie terrestre
- C. Cloro para desinfección de aguas
- D. Fosfatos en detergentes
- E. Óxidos de nitrógeno

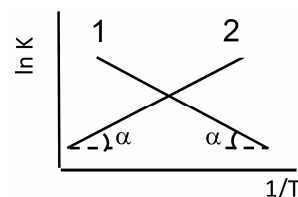
23. Para el sistema en equilibrio $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H^\circ = 178,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

La formación de CO_2 se favorece mediante las siguientes alteraciones del equilibrio:

- A. Adición de $\text{CaCO}_3(\text{s})$ a volumen constante.
- B. Eliminación de $\text{CaO}(\text{s})$ a volumen constante
- C. Aumento de la temperatura a presión constante.
- D. Disminución de la temperatura a presión constante.
- E. Aumento de la presión a temperatura constante.

24. En el siguiente gráfico se representa el logaritmo neperiano de la constante de equilibrio de dos reacciones químicas (1 y 2) frente a $1/T$. ¿Qué se puede deducir respecto a los valores de ΔH° de las reacciones correspondientes?

- A. Esta gráfica no proporciona información sobre las entalpías de reacción.
- B. ΔH° de 1 es menor que ΔH de 2 (en valor absoluto).
- C. ΔH° de 1 es mayor que ΔH de 2 (en valor absoluto).
- D. ΔH° de 1 es positiva y ΔH de 2 negativa.
- E. ΔH° de 1 es negativa y ΔH de 2 positiva.



25. De las siguientes reacciones químicas:
- (a) $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$
 - (b) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - (c) $\text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$
 - (d) $\text{KClO}_3(\text{s}) \rightarrow 3/2\text{O}_2(\text{g}) + \text{KCl}(\text{s})$

La variación de entropía es más positiva y más negativa, respectivamente para:

- A. (a) y (d)
- B. (a) y (b)
- C. (d) y (c)
- D. (b) y (d)
- E. No se puede conocer sin datos termodinámicos de las reacciones

26. Uno de los pasos en la síntesis del ácido sulfúrico es la oxidación del dióxido de azufre: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$

Si la reacción ocurre a temperatura y presión constantes:

- A. El sistema realiza un trabajo sobre el entorno.
- B. El sistema no realiza trabajo
- C. Se realiza un trabajo sobre el sistema
- D. El sistema solo realiza trabajo si absorbe calor
- E. El sistema solo realiza trabajo si la reacción es exotérmica

27. Una celda voltaica está formada por un electrodo de hidrógeno y otro de Ag en condiciones estándar. Los valores de ΔG° y de la constante de equilibrio K de la reacción redox correspondiente se caracterizan por: $[E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}]$

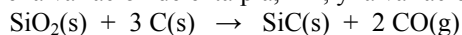
- | | ΔG° | K |
|----|------------------|-------|
| A. | < 0 | > 1 |
| B. | > 0 | > 1 |
| C. | > 0 | < 1 |
| D. | < 0 | < 1 |
| E. | $= 0$ | $= 0$ |

28. Para la reacción de descomposición del 2-propanol: $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}(\text{g}) \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

$K_p = 0,444$ a 452 K, ¿cuál es el valor de ΔG°

- A. 0
- B. $3,05 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$
- C. $3,05 \text{ J mol}^{-1}$
- D. $1,32 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$
- E. $1,32 \text{ J mol}^{-1}$

29. Indique cuál es la relación existente entre la variación de entalpía, ΔH , y la variación de energía interna, ΔU , de la reacción:



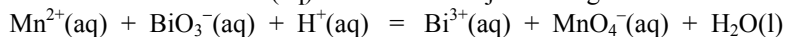
- A. Son iguales
- B. $\Delta H = \Delta U - RT$
- C. $\Delta H = \Delta U - 2RT$
- D. $\Delta H = \Delta U + RT$
- E. $\Delta H = \Delta U + 2RT$

30. Un gas se calienta a volumen constante. Señale la afirmación correcta para este proceso:
- La variación de entalpía del proceso es igual al calor absorbido por el gas
 - La variación de energía interna es igual al trabajo realizado en el proceso
 - La energía interna aumenta
 - El gas realiza un trabajo a costa del calor que absorbe
 - La temperatura del proceso permanece constante
31. ¿Cuál de las siguientes condiciones corresponde siempre a un proceso espontáneo?
- $\Delta H > 0$; $\Delta S > 0$
 - $\Delta H > 0$; $\Delta S < 0$
 - $\Delta H = 0$; $\Delta S = 0$
 - $\Delta H < 0$; $\Delta S > 0$
 - $\Delta H < 0$; $\Delta S < 0$
32. La energía interna de un sistema aumenta en 500 J cuando absorbe 700 J en forma de calor:
- El sistema no realiza trabajo
 - El sistema realiza 200 J de trabajo
 - Se realiza 200 J de trabajo sobre el sistema
 - El sistema realiza 1200 J de trabajo
 - Se realiza 1200 J de trabajo sobre el sistema
33. La expresión de la ecuación cinética para la reacción: $A + B_2 \rightarrow \text{Productos}$, viene dada por $v = k [A]^2 [B_2]$. Si durante una reacción las concentraciones de A y de B_2 disminuyen a la mitad, la velocidad de la reacción:
- Aumenta un factor de 4
 - Disminuye un factor de 4
 - Aumenta un factor de 8
 - Disminuye un factor de 8
 - Disminuye un factor de 16
- 34.- Si la constante de velocidad de una reacción se triplica cuando se aumenta la temperatura de la reacción de 25°C hasta 35°C, ¿cuál será el valor de la energía de activación para esta reacción?:
- 799 J.mol⁻¹
 - 83,8 J.mol⁻¹
 - 83,8 kJ.mol⁻¹
 - 8,35 kJ.mol⁻¹
 - 20,0 kJ.mol⁻¹
35. ¿Cuál de los siguientes sulfuros precipitados tiene mayor concentración de catión en disolución acuosa como consecuencia del equilibrio de solubilidad?
- $\text{Ag}_2\text{S(s)}$ $K_{sp} = 8 \cdot 10^{-51}$
 - CdS(s) $K_{sp} = 1 \cdot 10^{-27}$
 - CoS(s) $K_{sp} = 3 \cdot 10^{-26}$
 - $\text{Tl}_2\text{S(s)}$ $K_{sp} = 6 \cdot 10^{-22}$
 - HgS(s) $K_{sp} = 5 \cdot 10^{-54}$
36. El ácido más adecuado para la obtención de bromuro de hidrógeno a partir de NaBr mediante una reacción de desplazamiento ácido-base es
- H_2SO_4
 - HCl
 - HF
 - HNO_3
 - H_3PO_4
37. Indique el orden correcto de pH creciente para las disoluciones 0,1 M de los siguientes compuestos químicos:
- $\text{HCl} < \text{ZnCl}_2 < \text{KCl} < \text{KF} < \text{KOH}$
 - $\text{KCl} < \text{KF} < \text{ZnCl}_2 < \text{KOH} < \text{HCl}$
 - $\text{KF} < \text{KCl} < \text{ZnCl}_2 < \text{HCl} < \text{KOH}$
 - $\text{ZnCl}_2 < \text{KCl} < \text{HCl} < \text{KF} < \text{KOH}$
 - $\text{ZnCl}_2 < \text{KOH} < \text{HCl} < \text{KCl} < \text{KF}$

38. Indique cuál de los siguientes pares de compuestos es adecuado para preparar una disolución reguladora.

- A. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- B. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH}$
- C. $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
- D. $\text{HNO}_3 + \text{NaNO}_3$
- E. $\text{NaCl} + \text{NaCOOH}$

39. El coeficiente de los iones $\text{H}^+(\text{aq})$ en la reacción ajustada siguiente es el indicado:



- A. 3
- B. 14
- C. 7
- D. 4
- E. 11

40. Calcule el potencial de la siguiente celda voltaica: $\text{Al}(\text{s})/\text{Al}^{3+}(0,18 \text{ M})/\text{Fe}^{2+}(0,85 \text{ M})/\text{Fe}(\text{s})$

$$E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,676 \text{ V}; E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,440 \text{ V}$$

- A. $-1,25 \text{ V}$
- B. $1,25 \text{ V}$
- C. $2,12 \text{ V}$
- D. $-1,24 \text{ V}$
- E. $1,24 \text{ V}$

41. Dados los siguientes potenciales de reducción estándar: $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,771 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,440 \text{ V}$

El potencial de reducción estándar para la reacción $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$ es

- A. $-0,0363 \text{ V}$
- B. $0,0363 \text{ V}$
- C. $-0,331 \text{ V}$
- D. $0,331 \text{ V}$
- E. $-0,110 \text{ V}$

42. ¿Cuál de las siguientes especies será oxidada por HCl 1 M ?

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,080 \text{ V}; E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,356 \text{ V}; E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,340 \text{ V}; E^\circ(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-) = +1,358 \text{ V}; E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,137 \text{ V}$$

- A. Ag
- B. Mg
- C. Cu
- D. Cl^-
- E. Sn^{2+}

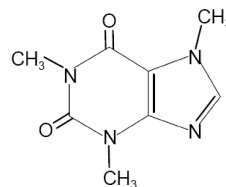
43. Una de las siguientes afirmaciones, referidas a la electrólisis del cloruro de sodio en medio acuoso, es FALSA:

- A. Se obtiene sodio metal en el cátodo.
- B. Se obtiene H_2 procedente del agua y la disolución queda alcalina.
- C. Se forma la misma cantidad (en moles) de cloro que de hidrógeno.
- D. El proceso no está favorecido termodinámicamente.
- E. El proceso consume mucha energía eléctrica.

44. La molécula de cafeína tiene la siguiente fórmula estructural:

Su fórmula empírica es

- A. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4\text{O}_2$
- B. $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{N}_4\text{O}_2$
- C. $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$
- D. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{N}_4\text{O}_2$
- E. $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{N}_4\text{O}_2$



45. La oxidación suave del 2-propanol, $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$, produce

- A. CH_3COCH_3
- B. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

HOJA DE RESPUESTAS

Marque con una cruz (X) la casilla correspondiente a la respuesta correcta

Nº	A	B	C	D	E
1					X
2			X		
3				X	
4		X			
5			X		
6				X	
7				X	
8			X		
9			X		
10					X
11					X
12			X		
13				X	
14			X		
15					X

Nº	A	B	C	D	E
16		X			
17			X		
18			X		
19			X		
20				X	
21		X			
22					X
23			X		
24				X	
25			X		
26			X		
27	X				
28		X			
29					X
30			X		

Nº	A	B	C	D	E
31				X	
32		X			
33				X	
34			X		
35				X	
36					X
37	X				
38			X		
39		X			
40		X			
41	X				
42		X			
43	X				
44			X		
45	X				