



Olimpiada de Química de Castilla y León año 2017

Hay una sola opción correcta para cada cuestión. Se sumará 1 punto por cada respuesta correcta y se restará 0,25 puntos por cada una incorrecta.

Cuestiones

1. El número de elementos del tercer período que carecen de electrones desapareados en el estado fundamental es:

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4

2. La masa molar de un elemento M es 40 g/mol y la masa molar de su cloruro es 111 g/mol. Con estos datos se puede deducir que la fórmula más probable del óxido de M es:

- a. MO_2
- b. MO
- c. M_2O
- d. M_2O_3

3. Si tenemos 1 g de las sustancias gaseosas que se relacionan a continuación, en igualdad de condiciones ¿Cuál de ellas ocupa mayor volumen?

- a. Nitrógeno
- b. Cloro
- c. Metano
- d. Neón

4. El número de electrones que tiene el átomo de azufre en sus orbitales p es:

- a. 4
- b. 10
- c. 16
- d. 6

5. Una disolución de cloruro sódico tiene una concentración de 222 ppm. Eso equivale a:
- 222 mol sal/L disolución
 - 134,7 g sodio/L disolución
 - 87,3 g cloro/kg disolución
 - 222 mg sal/kg disolución
6. Si a partir de una muestra de 7,00 g de un $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ impuro se obtuvieron, por tratamiento químico adecuado, 1,67 g de Fe_2O_3 , el porcentaje de pureza de la muestra analizada es:
- 64,3%
 - 72,4%
 - 80,8%
 - 93,6%
7. En la síntesis del amoníaco a partir de sus elementos en estado estándar se desprenden 67,2 kJ/mol. El equilibrio se desplazará hacia la formación de amoníaco si...
- Disminuimos la temperatura y aumentamos la presión
 - Aumentamos la temperatura a presión constante
 - Añadimos un catalizador
 - Aumentamos la presión añadiendo un gas inerte
8. ¿Qué tipo de hibridación tiene el átomo de carbono en el diamante?
- sp^3
 - sp^2
 - sp
 - sp^3d^2
9. Se desea preparar una disolución de ácido nítrico de concentración 1,5 M a partir del ácido concentrado comercial de densidad 1,51 g/mL y el 65 % en peso de pureza. Si el matraz utilizado es de 50 mL, el volumen de ácido concentrado que he de coger será de:
- 3,13 mL
 - 2,03 mL
 - 10,98 mL
 - 4,81 mL

10. Los ángulos de enlace ClSCl y ClPCl en las moléculas SCl₂ y PCl₃ tienen, respectivamente, valores aproximados a:
- 90° y 120°
 - 180° y 109°
 - 109° y 109°
 - 180° y 120°
11. Una muestra cristalizada de tetraoxosulfato (VI) de cobre (II) hidratado contiene un 36,07 % de agua de hidratación. ¿Cuántas moléculas de agua de hidratación lleva la sal?
- 5
 - 4
 - 6
 - 7
12. De entre los siguientes compuestos iónicos: CsBr ; NaF ; KCl ; KF ; CaF₂ ¿Cuál tiene mayor y menor punto de fusión?
- CaF₂ el mayor; KCl el menor
 - KF el mayor; CsBr el menor
 - NaF el mayor ; KF el menor
 - CaF₂ el mayor; CsBr el menor
13. Un óxido de xenón sólido, se descompone de forma explosiva a temperaturas superiores a -36°C para originar sus elementos integrantes. Sabiendo que el volumen de xenón obtenido es la mitad del de oxígeno (medidos ambos en las mismas condiciones de presión y temperatura), la fórmula molecular de este compuesto debe ser:
- XeO
 - XeO₂
 - XeO₃
 - XeO₄
14. Un elemento X de configuración electrónica 1s²2s²2p⁴ lo más probable es que pierda o gane electrones para formar un ion de valencia:
- 4
 - +2
 - 2
 - +6

15. ¿En qué condiciones se asemeja más un gas real a un gas ideal?

- a. A bajas presiones y bajas temperaturas
- b. A bajas presiones y altas temperaturas
- c. A altas presiones y bajas temperaturas
- d. Cuando se encuentre en condiciones normales

16. Dado el equilibrio químico representado por la ecuación:



y sabiendo que el proceso es endotérmico, para impedir la descomposición del carbonato de calcio en el reactor debemos:

- a. Elevar la temperatura
- b. Reducir el volumen
- c. Añadir más óxido de calcio
- d. Reducir la presión

17. Para los elementos cloro, argón y potasio es cierto que:

- a. La mayor afinidad electrónica corresponde al argón
- b. El potasio es el que tiene la mayor segunda energía de ionización
- c. El cloro posee el menor radio atómico
- d. El catión potasio y el anión cloruro son de tamaño similar al ser isoelectrónicos

18. Con 12 L de hidrógeno y 5 L de oxígeno, ¿cuántos litros de vapor de agua se pueden obtener? Todos los gases se encuentran medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura.

- a. 12
- b. 17
- c. 10
- d. 5

19. Calcule la concentración de agua en la fase gas a 25°C, si la presión de vapor de agua a esta temperatura es 3,17 kPa. ($R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

- a. 0,0313 M
- b. 0,00128 M
- c. 0,0884 M
- d. 55,4 M

20. En una determinada experiencia un volumen V de un hidrocarburo gaseoso necesitó, para su combustión completa un volumen $3,5 V$ de oxígeno, ambos medidos en iguales condiciones de presión y temperatura. ¿Cuál de las siguientes sustancias será el compuesto orgánico?
- Metano
 - Etano
 - Propano
 - Butano
21. Si la ecuación cinética o ley de velocidad para una reacción química es $v = k [A]^2[B]$. ¿Qué le ocurrirá a la velocidad de la reacción si se duplican las concentraciones de A y B, en igualdad de condiciones?
- Se duplicará
 - Será ocho veces mayor
 - Dependerá del valor de k
 - Será cuatro veces más grande
22. La hipótesis de Planck establece que:
- Cada fotón tiene una cantidad particular de energía que depende además de la frecuencia de la luz
 - Cada fotón tiene una cantidad particular de energía que no depende además de la frecuencia de la luz
 - Los fotones de luz tienen la misma cantidad de energía
 - Cada fotón tiene una cantidad particular de energía que depende de la velocidad de la luz
23. Indica cuál de las siguientes sales está formada por iones isoelectrónicos:
- KI
 - $AlCl_3$
 - $CaBr_2$
 - MgF_2
24. Si escucha esta afirmación: “la energía de ionización del Na es 5,14 eV y la del Mg 7,64 eV” usted cree que:
- Es al revés porque el átomo de Mg es mayor que el de Na
 - Es correcta porque el átomo de Mg es mayor que el de Na
 - El átomo de Mg es más pequeño que el de Na por lo que tal afirmación es correcta
 - Se puede asegurar que la segunda energía de ionización del Na es menor que la segunda del Mg

25. Se dice que la molécula de SO_2 es resonante porque:
- Sus enlaces no son iónicos ni covalentes
 - Puede asignársele varias estructuras
 - Sus ángulos de enlace se abren y cierran en movimiento de vibración
 - Los dos elementos que la forman están en la misma columna del sistema periódico
26. Una de las siguientes moléculas no cumple la regla del octeto:
- CBr_4
 - PCl_3
 - BF_3
 - KBr
27. La densidad del oxígeno en determinadas condiciones de presión y de temperatura es $1,312 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. ¿Cuál será la densidad del hidrógeno en las mismas condiciones?
- $0,082 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
 - $1,000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
 - $0,164 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
 - $0,059 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
28. El elemento estable al que más fácilmente se le pueden arrancar fotoelectrones es el cesio, que tiene una longitud de onda característica de 580 nm. Cuando se ilumina una placa de cesio con una luz roja de 660 nm:
- Se consigue que se emitan fotoelectrones
 - No se produce efecto fotoeléctrico
 - No es cierto que el cesio sea el elemento que más fácilmente emite fotoelectrones
 - El electrón emite energía cinética
29. El orden creciente de las longitudes de enlace entre los átomos de nitrógeno en las moléculas N_2 , N_2H_2 y N_2H_4 es:
- $\text{N}_2 < \text{N}_2\text{H}_2 < \text{N}_2\text{H}_4$
 - $\text{N}_2\text{H}_4 < \text{N}_2\text{H}_2 < \text{N}_2$
 - $\text{N}_2 < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{N}_2\text{H}_2$
 - $\text{N}_2\text{H}_2 < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{N}_2$

30. La molécula de dioxígeno:

- a. Tiene dos electrones desapareados
- b. Es diamagnética
- c. Es polar
- d. Tiene un orden de enlace igual a uno

31. Una reacción cuya $\Delta H = 15 \text{ kJ}$ tiene una energía de activación de 70 kJ. Si se introduce un catalizador la energía de activación baja a 40 kJ. ¿Cuánto vale ΔH para la reacción catalizada?

- a. - 15 kJ
- b. 15 kJ
- c. 50 kJ
- d. -50 kJ

32. La forma geométrica del anión clorato es:

- a. Angular
- b. Lineal
- c. Triangular
- d. Piramidal

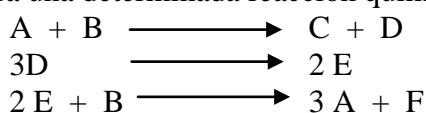
33. La distancia S – O:

- a. Es mayor en el trióxido de azufre que en el ion sulfito
- b. Es menor en el trióxido de azufre que en el ion sulfito
- c. Es la misma en las dos especies
- d. Es mayor en la especie que tiene menos electrones

34. Señale la proposición correcta:

- a. La transición electrónica, en el átomo de hidrógeno, desde $n=1$ a $n=3$ requiere menos energía que la transición desde $n=2$ a $n=5$
- b. Dos fotones de 400 nm tienen la misma energía que uno de 200 nm
- c. La longitud de onda característica de una partícula elemental depende de su carga
- d. Los fotones de luz visible poseen menor energía que los de radiación infrarroja

35. Para una determinada reacción química se propone el siguiente mecanismo:



A la vista del mismo se puede asegurar que:

- a. A y B son reactivos, F es el único producto y C, D y E son especies intermedias
- b. D y E son catalizadores, A y B son reactivos y F es el único producto
- c. B es el único reactivo, A es un catalizador y los productos son C y F
- d. B es el único reactivo y los productos son A, C, E y F

36. Si la constante del producto de solubilidad del yoduro de plomo a 25 °C es $1 \cdot 10^{-9}$, su solubilidad es:

- a. $7.9 \cdot 10^{-4}$ M.
- b. 2,90 g de yoduro de plomo por litro de disolución
- c. 29,04 g de yoduro de plomo por litro de disolución
- d. 0,29 g de yoduro de plomo por litro de disolución

37. Para la serie de sustancias: cloro, cloruro de potasio, óxido de magnesio y oxígeno, el orden creciente de sus temperaturas de fusión es:

- a. $\text{Cl}_2 < \text{O}_2 < \text{KCl} < \text{MgO}$
- b. $\text{O}_2 < \text{Cl}_2 < \text{KCl} < \text{MgO}$
- c. $\text{O}_2 < \text{Cl}_2 < \text{MgO} < \text{KCl}$
- d. $\text{Cl}_2 < \text{O}_2 < \text{MgO} < \text{KCl}$

38. Para las moléculas BeF_2 , BF_3 , CF_4 y SF_6 es cierto que:

- a. Todas las moléculas son polares
- b. Todas las moléculas son apolares
- c. Sólo es polar la molécula SF_6
- d. Sólo es apolar la molécula SF_6

39. Los iones Zn^+ y Ga^{2+} :

- a. Tienen el mismo valor de Z
- b. Tienen la misma configuración electrónica
- c. Son diamagnéticos
- d. Son isoelectrónicos con el Ca

40. Las distancias Cl – O en el ácido clórico:

- a. Son todas iguales
- b. Son todas diferentes
- c. Hay una más corta y dos más largas
- d. Hay una más larga y dos más cortas



1. Tabla periódica de los elementos

Grupos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,01	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
2 Li 6,94	3 He 4,00											13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
3 Na 22,99	12 Mg 24,31											31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
4 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	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 65,38	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
5 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
6 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	113 Nh 204,38	114 Fl 207,2	115 Mc 208,98	116 Lv [209]	117 Ts [210]	118 Og [222]
7 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	104 Rf [267]	105 Db [270]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Nh [285]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

Z	X	Número atómico	Símbolo	Masa atómica relativa
A _r				

Períodos

2. Constantes físico-químicas

Carga elemental (e): $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 Constante de Avogadro (N_A): $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 Unidad de masa atómica (u): $1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 Constante de Faraday (F): 96490 C mol^{-1}
 Constante molar de los gases (R): $8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,082 \text{ atm dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 Constante de Plank (h): $= 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

3. Algunas equivalencias

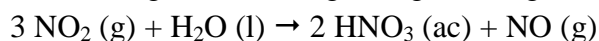
1 atm = 760 mmHg = $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 1 cal = 4,184 J
 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



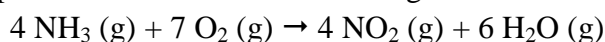
Olimpiada de Química de Castilla y León año 2017

Problema 1

El ácido nítrico se obtiene por disolución del gas NO_2 en agua según la siguiente reacción, cuyo rendimiento es del 95 %:



Y el NO_2 se obtiene previamente por oxidación del amoníaco según la reacción siguiente, cuyo rendimiento es del 70 %:



Si partimos de 7 L de amoníaco medidos en condiciones normales y 80 L de aire, medidos también en condiciones normales, cuyo contenido en oxígeno es del 21 % en volumen. Determinar:

- Si tenemos suficiente aire para consumir todo el amoníaco.
- La cantidad de ácido obtenido.
- La concentración molar de la disolución ácida resultante si el volumen final obtenido es de 2,5 L.
- Qué masa y qué volumen de amoníaco, medido en condiciones normales, habría sido necesario para obtener una disolución de características iguales al ácido nítrico concentrado comercial: 67 % de riqueza y densidad 1,40 g/mL.

Problema 2

Para la reacción: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{Productos}$, se determinaron experimentalmente las siguientes velocidades iniciales:

experimento	$[\text{A}]_0 (\text{M})$	$[\text{B}]_0 (\text{M})$	Velocidad $\cdot 10^{-3} (\text{M} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0,20	0,10	3,40
2	0,20	0,30	10,20
3	0,40	0,30	40,80

Calcule **numéricamente**:

- La ley de velocidad para la reacción.
- El orden de la reacción (total y parciales).
- La constante de velocidad.
- La velocidad de la reacción si las concentraciones iniciales de A y de B son 0,50 M.

Problema 3

- a. Construya un ciclo de Born-Haber y aplíquelo al cálculo de la energía reticular de un cristal iónico de fluoruro de litio conociendo los siguientes datos termodinámicos (todos en kJ/mol):
Energía de sublimación del litio: 155
Energía de disociación del flúor: 150
Energía de ionización del litio: 520
Afinidad electrónica del flúor: -333
Energía de formación del fluoruro de litio: -613.
- b. Justifique las operaciones realizadas e interprete la magnitud y el signo del valor obtenido.
- c. ¿Cuál es el orden creciente de la energía reticular de los haluros de litio? Justifique la respuesta.
- d. ¿Cuál es el orden decreciente de la energía reticular de los fluoruros alcalinos? Justifique la respuesta.

Problema 4

Para el proceso representado por la ecuación $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$ la constante de equilibrio K_p toma el valor 0,118 a la temperatura de 1273 K.

En un reactor en el que se ha establecido el equilibrio químico anterior a la temperatura citada se observa que la presión total de la mezcla de gases es 9,86 at.

- ¿Cuál es la presión parcial del yodo molecular?
- Calcule la fracción molar del yodo atómico.
- Determine la composición volumétrica de la mezcla de gases.



1. Tabla periódica de los elementos

Grupos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,01	2 He 4,00																
3 Li 6,94	4 Be 9,01																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	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 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	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 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	104 Rf [267]	105 Db [270]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Nh [285]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

Z	X	Número atómico
A _r		Símbolo
		Masa atómica relativa

Períodos

2. Constantes físico-químicas

Carga elemental (e): $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 Constante de Avogadro (N_A): $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 Unidad de masa atómica (u): $1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 Constante de Faraday (F): 96490 C mol^{-1}
 Constante molar de los gases (R): $8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,082 \text{ atm dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 Constante de Plank (h): $= 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

3. Algunas equivalencias

1 atm = 760 mmHg = $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 1 cal = 4,184 J
 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$