

## Olimpiada de Química de Castilla y León año 2022

### Preguntas Cortas (*Preguntas de respuesta inmediata*)

#### Corta 1

La masa de un átomo de un elemento es  $1,71 \times 10^{-22}$  g. ¿Cuál es la masa atómica de ese elemento en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ?

- a) 101
- b) 103 (\*)
- c) 105
- d) 107

#### Corta 2

Una muestra de gas a 273 K tiene una presión  $P_1$  y un volumen  $V_1$ . Cuando la presión cambia a  $P_2$ , ¿cuál es el volumen  $V_2$ ? (Considere que la temperatura permanece constante)

- a)  $\frac{P_1 P_2}{V_1}$
- b)  $\frac{P_1 V_1}{P_2}$  (\*)
- c)  $\frac{P_2 V_1}{P_1}$
- d)  $\frac{P_2}{P_1 V_1}$

#### Corta 3

Una reacción tiene  $\Delta H^\circ > 0$  y  $\Delta G^\circ > 0$  a  $25^\circ\text{C}$ . Esta reacción:

- a) está en equilibrio a  $25^\circ\text{C}$ .
- b) no puede ser espontánea a ninguna temperatura.
- c) puede ser espontánea a temperaturas mayores de  $25^\circ\text{C}$ . (\*)
- d) puede ser espontánea a temperaturas menores de  $25^\circ\text{C}$ .

#### Corta 4

Un compuesto iónico tiene una solubilidad de  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  en agua a  $25^\circ\text{C}$  y su solubilidad aumenta al aumentar la temperatura. ¿Cuáles son los signos de  $\Delta H^\circ$  and  $\Delta S^\circ$  para el proceso de disolución?

- |    | $\Delta H^\circ$ | $\Delta S^\circ$ |     |
|----|------------------|------------------|-----|
| a) | +                | +                | (*) |
| b) | +                | -                |     |
| c) | -                | +                |     |
| d) | -                | -                |     |

### Corta 5

Respecto de la evolución de un sistema hacia el equilibrio químico se puede afirmar que:

- a) Su carácter puede ser espontáneo o no, hay que calcularlo termodinámicamente.
- b) Tiene carácter espontáneo. (\*)
- c) Nunca es espontáneo.
- d) No hay posibilidad de que un sistema no se encuentre en equilibrio químico.

### Corta 6

El ángulo de enlace en la molécula de metano es de:

- a)  $109,5^\circ$  (\*)
- b)  $105,9^\circ$
- c)  $90^\circ$
- d)  $120^\circ$

### Corta 7

¿Cuál es el único elemento con un isótopo que no contiene neutrones?

- a) Hidrógeno (\*)
- b) Sodio
- c) Uranio
- d) Oxígeno

### Corta 8

Señala cuál de los siguientes conjuntos de números cuánticos corresponde a un electrón situado en un orbital 4f

- a)  $(n = 3, l = 2; m_l = -2; m_s = 1/2)$
- b)  $(n = 4, l = 2; m_l = -1; m_s = 1/2)$
- c)  $(n = 4, l = 3; m_l = 0; m_s = 1/2)$  (\*)
- d)  $(n = 5, l = 4; m_l = -2; m_s = 1/2)$

### Corta 9

¿Cuál de los siguientes enlaces es covalente polar?

- a) Enlace CC en  $\text{H}_3\text{CCH}_3$
- b) Enlace SiCl en  $\text{Cl}_3\text{SiSiCl}_3$  (\*)
- c) Enlace CaF en  $\text{CaF}_2$
- d) Enlace NN en  $\text{H}_2\text{NNH}_2$

### Corta 10

Las fórmulas del permanganato potásico y del dicromato potásico son, respectivamente:

- a)  $K_2MnO_4$  y  $K_2CrO_4$
- b)  $KMnO_4$  y  $K_2Cr_2O_7$  (\*)
- c)  $KMnO_4$  y  $K_2CrO_4$
- d)  $K_2MnO_4$  y  $K_2Cr_2O_7$

### Corta 11

¿Cuántos moles de iones se producen al disolver en agua dos moles de sulfato sódico?

- a) 2
- b) 3
- c) 6 (\*)
- d) 1

### Corta 12

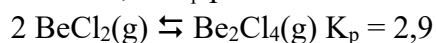
Sabemos que la reacción  $A + 3B \rightarrow 2C$  es de tercer orden. Las unidades de su constante de velocidad serán:

- a)  $L \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- b)  $L^3 \text{ mol}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- c)  $L^{-2} \text{ mol}^2 \text{ s}^{-1}$
- d)  $L^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (\*)

## Preguntas Medias (*Preguntas que requieren reflexión y análisis*)

### Media 1

A 800 K, la  $K_p$  para la dimerización del  $\text{BeCl}_2(\text{g})$  es 2,9.



¿Cuál es la fracción molar del dímero  $\text{Be}_2\text{Cl}_4$  en vapor de  $\text{BeCl}_2$  si la presión total es de 0,100 bar a 800 K?

- a) 0,1
- b) 0,21
- c) 0,99
- d) 0,19 (\*)

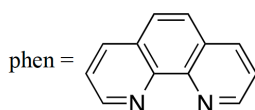
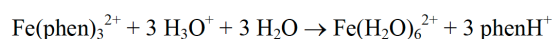
### Media 2

Una sal que contiene cromo, cloro y agua tiene de fórmula  $\text{CrCl}_3(\text{H}_2\text{O})_m$ . Una muestra de 3,000 g de la sal de cromo se calienta cuidadosamente a 600 °C para eliminar todo el agua de la sal, hasta que la muestra tiene una masa constante de 1,783 g. ¿Cuál es el valor de  $m$  en la sal?

- a) 3
- b) 4
- c) 6 (\*)
- d) 8

### Media 3

En un medio ácido muy fuerte, el complejo rojo oscuro  $\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$  se disocia y da el complejo incoloro  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ .



La reacción se lleva a cabo a 42,3 °C y la concentración de  $\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$  se determina usando espectroscopia de absorción visible. La gráfica muestra el logaritmo natural de  $[\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}]$  en función del tiempo para concentraciones de ácido sulfúrico de 0,50 M (círculos) y 0,10 M (cuadrados).



VNIVERSIDAD  
DSALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



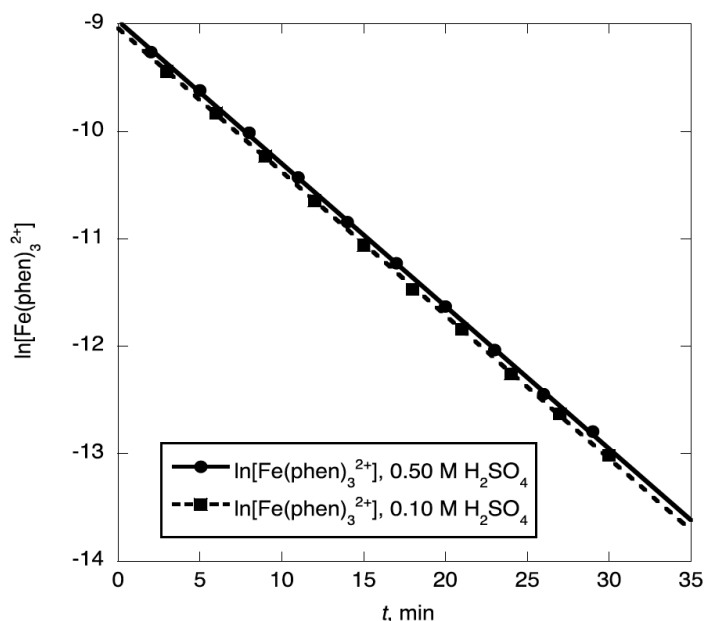
universidad  
de león



Universidad de Valladolid



UNIVERSIDAD  
DE BURGOS



¿Cuál es el orden de la reacción con respecto a  $\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$  y con respecto a  $\text{H}_3\text{O}^+$ ?

- a) 1 y 1
- b) 1 y 0 (\*)
- c) 2 y 0
- d) 2 y 1

#### Media 4

Se añaden 0,0343 moles de  $\text{XCl}_3(\text{g})$  a un reactor de 1,50 L. El reactor se cierra, se calienta a  $100\text{ }^\circ\text{C}$  y se establece el siguiente equilibrio:  $2\text{XCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{X}(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g})$

La presión final en el reactor en el equilibrio es de 0,800 atm.

¿Cuál es el valor de  $K_c$  a  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ?

- a)  $3,80 \cdot 10^{-10}$  (\*)
- b)  $4,20 \cdot 10^{-10}$
- c)  $3,80 \cdot 10^{-5}$
- d)  $4,20 \cdot 10^{-5}$

#### Media 5

¿Cuál es la geometría de la molécula  $\text{XeOF}_4$ ?

- a) Tetraédrica
- b) Pirámide cuadrada (\*)
- c) Bipirámide trigonal
- d) Octaédrica

### Media 6

Para un compuesto iónico del tipo  $M^+A^-$  se puede afirmar que:

- La energía reticular del compuesto sólo puede obtenerse experimentalmente en el laboratorio.
- El valor de la energía de sublimación del metal no afecta al valor de la energía reticular del compuesto.
- Un aumento de la energía de sublimación del metal implica un aumento de la energía reticular del compuesto. (\*)
- Un aumento de la energía de sublimación del metal implica una disminución de la energía reticular del compuesto.

### Media 7

Uno de los procesos más importantes que ocurren en la atmósfera superior es la fotodisociación de la molécula de oxígeno conforme a la siguiente ecuación:  $O_2(g) + h\nu \rightarrow 2O(g)$ . La energía de fotodisociación anterior es de  $495 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . ¿Cuál es la longitud de onda de un fotón correspondiente a la fotodisociación de una molécula de  $O_2$ ? DATOS:  $h = 6,625\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $N_A = 6,022\cdot 10^{23}$ .

- 211 nm.
- 325 nm.
- 242 nm. (\*)
- 298 nm.

### Media 8

Una mezcla de 0,100 moles de NO, 0,050 moles de  $H_2$  y 0,100 moles de  $H_2O$  se coloca en un vaso de 1,00 L. Se establece el equilibrio:  $2 \text{ NO}(g) + 2 \text{ H}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 2 \text{ H}_2\text{O}(g)$ . En el equilibrio,  $[\text{NO}] = 0.070 \text{ M}$ . Determina la concentración de  $H_2O$  en el equilibrio y calcula  $K_c$ .

- $[\text{H}_2\text{O}] = 0,030 \text{ M}$ ;  $K_c = 19$
- $[\text{H}_2\text{O}] = 0,130 \text{ M}$ ;  $K_c = 129$  (\*)
- $[\text{H}_2\text{O}] = 0,020 \text{ M}$ ;  $K_c = 3$
- $[\text{H}_2\text{O}] = 0,130 \text{ M}$ ;  $K_c = 138$

### Media 9

La primera y segunda energía de ionización para el átomo A, cuya configuración electrónica es  $1s^2 2s^1$ , son  $520$  y  $7300 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Ordena las especies A,  $A^+$  y  $A^{2+}$  de menor a mayor radio e indica qué elemento presenta la misma configuración electrónica que la especie  $A^+$ .

- Radio  $A^{2+} < \text{Radio } A^+ < \text{Radio } A$ . Elemento isoelectrónico de  $A^+$  es el Helio. (\*)
- Radio  $A^{2+} > \text{Radio } A^+ > \text{Radio } A$ . Elemento isoelectrónico de  $A^+$  es el Helio.
- Radio  $A^{2+} < \text{Radio } A^+ < \text{Radio } A$ . Elemento isoelectrónico de  $A^+$  es el Berilio.
- Radio  $A^{2+} > \text{Radio } A^+ > \text{Radio } A$ . Elemento isoelectrónico de  $A^+$  es el Berilio.

### Media 10

Dado el siguiente sistema:  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ . Supóngase que se encuentra en equilibrio químico. ¿Qué ocurre si se eleva la presión a temperatura constante?

- a) El sistema evolucionará hacia los productos (el equilibrio se desplaza hacia la derecha).
- b) El sistema evolucionará hacia los reactivos (el equilibrio se desplaza hacia la izquierda).
- c) La presión no afectará al equilibrio. (\*)
- d) Es necesario conocer el valor de la entalpía de reacción para contestar a esta cuestión.

### Media 11

¿Cuántos átomos de hidrógeno hay en 20,6 g de urea  $(NH_2)_2CO$ ?

- a)  $2,06 \cdot 10^{23}$
- b)  $4,13 \cdot 10^{23}$
- c)  $8,26 \cdot 10^{23}$  (\*)
- d)  $9,10 \cdot 10^{23}$

### Media 12

Se tiene una disolución inicial 0,1000 M y se desea diluirla para obtener una concentración final de 0,0100 M. Selecciona la opción correcta:

- a) Se toma 1,0 mL de la disolución inicial y se introduce en un matraz aforado de 100,0 mL que se enrasa con agua destilada.
- b) Se toman 10,0 mL de la disolución inicial y se introducen en un matraz aforado de 50,0 mL que se enrasa con agua destilada.
- c) Se toma 1,0 mL de la disolución inicial y se introduce en un matraz aforado de 10,0 mL que se enrasa con agua destilada. (\*)
- d) Se toma 10,0 mL de la disolución inicial y se introducen en un matraz aforado de 250,0 mL que se enrasa con agua destilada.

### Media 13

Un ion metálico con una carga neta de +3 tiene cinco electrones en el subnivel 3d. ¿Cuál es el metal?

- a) Mn
- b) Fe (\*)
- c) Co
- d) Ni

### Media 14

¿Cuál es la densidad de una disolución acuosa del 52.5 % en peso de NaOH, si al diluir 15,0 mL de esta disolución a 2,00 L se obtiene una disolución de NaOH 0,150 M?

- a) 1,42 g/mL
- b) 1,52 g/mL (\*)
- c) 1,62 g/mL
- d) 1,72 g/mL

### Media 15

Al representar datos experimentales del logaritmo neperiano de la constante de velocidad de una determinada reacción (eje de ordenadas) frente a la inversa de la temperatura (eje de abscisas), se obtiene una recta. ¿Qué información proporciona la pendiente de la recta?

- a) El logaritmo neperiano del factor preexponencial de la ecuación de Arrhenius ( $\ln A$ ).
- b) La relación de la energía de activación y la constante de los gases ( $-E_a/R$ ). (\*)
- c) El orden global de la reacción.
- d) El tiempo de semirreacción.

### Media 16

Para los siguientes iones isoelectrónicos,  $S^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$  y  $Ca^{2+}$ , ¿Cuál sería el orden correcto atendiendo a sus radios?

- a)  $S^{2-} < Cl^- < K^+ < Ca^{2+}$
- b)  $S^{2-} = Cl^- = K^+ = Ca^{2+}$
- c)  $Ca^{2+} < K^+ < S^{2-} < Cl^-$
- d)  $Ca^{2+} < K^+ < Cl^- < S^{2-}$  (\*)

### Media 17

¿Que masa de dióxido de carbono contenida en un recipiente de 2 L a 25 °C estará sometida a la misma presión que 500 g de nitrógeno contenidos en uno de 1 L 100 °C?

- a) 44,7 g
- b) 12,6 g
- c) 196,7 g
- d) 1966,8 g (\*)

### Media 18

Si las configuraciones electrónicas de los átomos A, B, C, D y E son:

A:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

B:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

C:  $1s^2 2s^2 2p^6$

D:  $1s^2 2s^2 2p^5$



E:  $1s^2 2s^2 2p^3$

Podremos decir que:

- a) El menor potencial de ionización corresponde a E.
- b) La mayor afinidad electrónica corresponde a B.
- c) La mayor electronegatividad corresponde a D. (\*)
- d) El mayor radio atómico corresponde a C.

### Media 19

Se disuelven 5 mL de metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  ( $d = 0,79 \text{ g/mL}$ ) en agua hasta lograr un volumen de 100 mL. ¿Cuál será la molaridad de la disolución resultante?

- a) 1,23 M (\*)
- b) 0,123 M
- c) 0,049 M
- d) 1,97 M

### Media 20

Una muestra de 6,25 gramos de cinc reacciona con 1,20 gramos de fósforo dando fosfuro de cinc. Después de la reacción quedan 2,46 gramos de cinc. ¿Qué masa de fosfuro de cinc se ha formado?

- a) 2,50
- b) 5,00 (\*)
- c) 3,76
- d) 7,50

## Preguntas Largas

### Larga 1

Cuando se calienta una mezcla de un carbonato metálico,  $\text{MCO}_3$ , y su óxido,  $\text{MO}$ , se desprende dióxido de carbono gas y la mezcla se convierte completamente en el óxido metálico,  $\text{MO}$ .

El calentamiento de una muestra de 0,6500 g de  $\text{MCO}_3$  y  $\text{MO}$  forma 0,1575 L de dióxido de carbono gas a 25,0 °C y a una presión de 700,0 mm Hg. En este proceso se producen 0,3891 g de  $\text{MO}$  que reaccionan con 38,60 mL de  $\text{HCl}$  0,500 M para dar  $\text{MCl}_2$  y agua.

¿Cuál es el porcentaje en moles de  $\text{MCO}_3$  en la muestra original.

- a) 60%
- b) 70%
- c) 61,5% (\*)
- d) 65,5%

### Larga 2

Para la reacción a 20°C:  $\text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{CHCl}_3 (\text{g}) \rightarrow \text{HCl} (\text{g}) + \text{CCl}_4 (\text{g})$

Se han encontrado los siguientes datos:

Experimento	$[\text{Cl}_2]$ , M	$[\text{CHCl}_3]$ , M	Velocidad, $\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$
1	0,173	0,115	0,630
2	0,345	0,115	0,891
3	0,345	0,345	2,673

¿Cuál es el orden total de la reacción?

- a) 1
- b) 1,5 (\*)
- c) 2
- d) 2,5

### Larga 3

El paracetamol es un analgésico que está compuesto por C, H, O y N. La combustión de 3,004 g de paracetamol produce una mezcla gaseosa de 3839 mL de  $\text{CO}_2$  y 240 mL de  $\text{N}_2$  medida a 757 mm Hg y 20°C, y 1,613 g de agua. Calcula su fórmula molecular sabiendo que su masa molar es 151 g.

- a)  $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_4$
- b)  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$  (\*)
- c)  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{N}_2\text{O}_2$
- d)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

#### Larga 4

Un depósito provisto con una llave es sometido a vacío y pesado; su masa es de 134,567 g. Se llena con un gas de peso molecular desconocido, a una presión de 735 mm Hg a 31°C (304,15 K) y se pesa nuevamente, resultando un valor de 137,456 g. Se abre la llave y se desaloja el gas. Luego se llena el depósito con agua y se pesa de nuevo. Ahora su valor es de 1067,900 g. Suponiendo que la ecuación del gas ideal puede aplicarse en este caso, ¿cuál es el peso molecular del gas desconocido? Datos: La densidad del agua a 31°C es  $0,997 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ;  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

- a) 308,7 g/mol.
- b) 80,1 g/mol.
- c) 79,6 g/mol. (\*)
- d) 308,4 g/mol.

#### Larga 5

Una muestra que solo contiene  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$  se calcina pasando a  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ . La muestra pesa 1,045 g y el producto calcinado 0,5184 g. Calcular el porcentaje de Ca y Mg en la muestra. La calcinación de cada una de las sustancias produce el óxido correspondiente y dióxido de carbono.

- a) 8,79 % Ca y 22,5 % Mg (\*)
- b) 22,5 % Ca y 8,79 % Mg
- c) 15,5 % Ca y 10,3 % Mg
- d) 10,3 % Ca y 15,5 % Mg

#### Larga 6

El  $\text{KClO}_4$  se puede preparar mediante una serie de reacciones consecutivas. ¿Cuántos g de  $\text{Cl}_2$  se necesita para preparar 50 g de  $\text{KClO}_4$  con la secuencia indicada más abajo?



- a) 51,0 g de  $\text{Cl}_2$
- b) 102 g de  $\text{Cl}_2$  (\*)
- c) 157 g de  $\text{Cl}_2$
- d) 210 g de  $\text{Cl}_2$

### Larga 7

Una muestra contiene un 9,18 % de sodio. Además, contiene potasio, bario y amonio, todos ellos en forma de nitratos. Se tomaron 1,2163 g y se disolvieron en 250 mL.

Para el análisis, se tomó una alícuota de 100 mL y se trató con ácido sulfúrico para precipitar el bario.

Se filtró para separar el precipitado del filtrado, y el peso del precipitado resultó ser 0,2201 g.

El filtrado se calentó a sequedad para eliminar completamente el amonio como amoniaco gas y formar un residuo sólido de los sulfatos correspondientes. Este residuo fue de 0,1987 g.

Los porcentajes de bario, potasio y amonio en la muestra serán, respectivamente:

- a) 12,98 %; 2,74 % y 1,08 %
- b) 26,60 %; 5,61 % y 0,20 % (\*)
- c) 26,60 %; 5,61 % y 1,08 %
- d) 26,60 %; 12,98 % y 0,20 %

### Larga 8

Teniendo en cuenta los siguientes datos termodinámicos (todos en kJ/mol), podremos decir que las energías reticulares (en kJ/mol) del fluoruro de litio y del cloruro de calcio son respectivamente:

Energías de sublimación: Litio (155) y Calcio (178,2)

Energías de disociación; Flúor (150) y Cloro (243,2)

Energías de ionización: Litio (520) y Calcio (primera: 590 y segunda: 1145)

Afinidades electrónicas: Flúor (333) y Cloro (348)

Energías de formación: Fluoruro de litio (-594) y cloruro de calcio (-762,6)

- a) -1011 y -2223(\*)
- b) -1086 y -2574
- c) -2223 y -1086
- d) -2574 y -1011