

25ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
1 DE SEPTIEMBRE DE 2015
CERTAMEN INTERCOLEGIAL - Respuestas

NIVEL INICIAL

1. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) (**Puntaje sugerido = 6 puntos totales; 2 puntos cada respuesta correcta**)

- (a) Cierta cantidad de un gas que ocupa un volumen de dos litros a una presión de una atmósfera, ocupará un litro a una presión de dos atmósferas si mantenemos la temperatura constante. V
- (b) Es imposible que el agua hierva a una temperatura inferior a los 100 °C. F
- (c) Las mezclas homogéneas no se pueden separar en distintas sustancias por procedimientos físicos. F

2. Una mezcla se diferencia de un compuesto puro en que: (**Puntaje sugerido = 1 punto**)

- (a) su composición no es fija. ☒
- (b) sus componentes no se pueden separar por medios químicos. ☐
- (c) está formada por dos o más elementos. ☐
- (d) siempre es heterogénea. ☐

3. Un dado elemento químico tiene número atómico 13 y masa atómica 27. ¿Cuál es su número de neutrones? (**Puntaje sugerido = 1 punto**)

14

4. Dos átomos son isótopos si tienen: (**puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a) igual número de neutrones y diferente número de protones ☐
- (b) igual número de protones y diferente número de neutrones ☒
- (c) igual número de protones y diferente número de electrones ☐
- (d) diferente número de protones y diferente número de nucleones ☐

5. Se conocen dos isótopos del cloro de números másicos 35 y 37 que aparecen en una proporción 75% y 25% respectivamente, la masa atómica media es: (**Puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a) 35,5 ☒ (b) 36,5 ☐ (c) 36,0 ☐ (d) 35,0 ☐

6. ¿Cuál de los siguientes símbolos representa un miembro de la familia de los gases nobles?

(Puntaje sugerido = 1 punto)

- (a) N ☐ (b) Ne ☒ (c) H ☐ (d) Cl ☐ (e) Ce ☐

7. El elemento que tiene 10 neutrones más que el elemento ${}^9_4\text{Be}$ es: (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a) ${}^{10}_5\text{B}$ ☐ (b) ${}^{12}_6\text{C}$ ☐ (c) ${}^{27}_{12}\text{Mg}$ ☒ (d) ${}^{19}_9\text{F}$ ☐

8. ¿Cuál de los siguientes iones tiene 16 protones y 18 electrones? (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a) S^{2-} ☒ (b) Ar^{2-} ☐ (c) Cl^- ☐ (d) K^+ ☐ (e) ninguno de estos ☐

9. Teniendo en cuenta las propiedades químicas de los siguientes elementos, agrúpalos en pares cuyos miembros sean similares: Br, Ca, Mg, F, O, He, Rn y S. (Puntaje sugerido = 6 puntos totales; 1,5 puntos cada par correcto)

(a) Par 1: Br, F (b) Par 2: Ca, Mg

(c) Par 3: O, S (d) Par 4: He, Rn

10. Cuentas en el laboratorio con el mismo volumen de cada una de las siguientes sustancias (entre paréntesis figura la densidad): magnesio (1,74 g / mL); sal de mesa (2,16 g / mL); etanol (0,789 g / mL) y agua (1,00 g / mL). ¿Cuál de estas sustancias pesará menos? (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a) agua ☐ (b) sal de mesa ☐ (c) etanol ☒ (d) magnesio ☐

11. El planeta Tierra tiene un volumen de $1,1 \times 10^{21} \text{ m}^3$ y una densidad promedio de $5,5 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuál es la masa de la Tierra en kilogramos? (Puntaje sugerido = 3 puntos)

Como densidad = masa / volumen, entonces: masa = densidad x volumen

Masa planeta Tierra (kg) = $5,5 \text{ g/cm}^3 \times 1,1 \times 10^{27} \text{ cm}^3 \times 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g}$

Masa de la Tierra = $6,05 \times 10^{24}$ kg

12. ¿Cuál de los siguientes compuestos se denomina ácido hipocloroso? (Puntaje sugerido = 1 punto)

- (a) HClO ☒ (b) HClO_2 ☐ (c) HClO_3 ☐ (d) HClO_4 ☐

13. ¿Cuál de las siguientes fórmulas corresponde al óxido de dihidrógeno? (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a) H_2O_2 ☐ (b) D_2O ☐ (c) H_2O ☒ (d) HO_2 ☐

14. Escribe la nomenclatura de los siguientes iones, en los recuadros correspondientes:

(Puntaje sugerido = 3 puntos; 1 punto por cada nomenclatura correcta. Aclaración: se sugiere se den por válidas las respuestas si se usan las nomenclaturas IUPAC, numerales de Stock o tradicional)

Ion	Nomenclatura
NO_2^-	nitrito
ClO_4^-	perclorato
PO_4^{3-}	fosfato

15. Dada la siguiente tabla, donde se informa la temperatura de fusión de diferentes sustancias:

Sustancia	Temperatura de Fusión ($^{\circ}\text{C}$)
(a) dodecanol	22
(b) etanol	-117
(c) benceno	5,5
(d) propanona	-95,4
(e) fenol	43

¿Cuál/es de ellas será/n sólida/s a una temperatura de 18°C ?

(Puntaje sugerido = 4 puntos; 2 puntos por cada sustancia correcta)

(a) dodecanol y (e) fenol

16. La combustión del propano (C_3H_8), componente principal del gas de consumo doméstico, produce:

(Puntaje sugerido = 2 puntos)

(a) $\text{H}_2 + \text{CO}$ ☐ (b) $\text{O}_2 + \text{CO}$ ☐ (c) $\text{H}_2 + \text{CO} + \text{C}$ ☐ (d) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ☒

17. El elemento sodio (Na) arde con el oxígeno formando el compuesto **A**, que al combinarse con agua forma el compuesto **B**. Los compuestos **A** y **B** son respectivamente (marca la respuesta correcta): (Puntaje sugerido = 3 puntos)

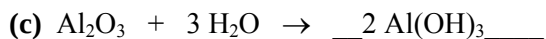
(a) NaO y $\text{Na}(\text{OH})_2$ ☐ (b) NaO y NaOH ☐
(c) Na_2O y NaOH ☒ (d) Na_2O_3 y NaOH ☐

18. El ácido nítrico, HNO_3 , se puede obtener industrialmente a partir de nitrógeno gaseoso mediante el proceso Haber. Las reacciones que ocurren en este proceso se presentan a continuación. Balancea dichas ecuaciones. (Puntaje sugerido = 7 puntos; 0,5 punto por cada coeficiente estequiométrico correcto)

(a) $_1_ \text{N}_2 + _3_ \text{H}_2 \rightarrow _2_ \text{NH}_3$
(b) $_2_ \text{NH}_3 + _5/2_ \text{O}_2 \rightarrow _2_ \text{NO} + _3_ \text{H}_2\text{O}$
ó: $_4_ \text{NH}_3 + _5_ \text{O}_2 \rightarrow _4_ \text{NO} + _6_ \text{H}_2\text{O}$
(c) $_1_ \text{NO} + _1/2_ \text{O}_2 \rightarrow _1_ \text{NO}_2$
ó: $_2_ \text{NO} + _1_ \text{O}_2 \rightarrow _2_ \text{NO}_2$
(d) $_3_ \text{NO}_2 + _1_ \text{H}_2\text{O} \rightarrow _2_ \text{HNO}_3 + _1_ \text{NO}$

19. Completa las siguientes reacciones anotando en el renglón la fórmula química del compuesto correspondiente: (Puntaje sugerido = 3 puntos; 1 punto por cada compuesto correcto)

(a) $______ \text{CO}_2______ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
(b) $\text{AgNO}_3 + ______ \text{NaCl}______ \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$



20. En la reacción entre los iones sulfito e hipoclorito se transfiere un átomo de oxígeno del último al primero. ¿Cuáles son los productos? (**Puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a) clorito y sulfuro ☐
(b) cloruro y dióxido de azufre ☐
(c) clorato y sulfato ☐
(d) cloruro y sulfato ☒

21. ¿Cuál es la masa en gramos de un átomo de potasio? (**Puntaje sugerido = 3 puntos**)

De la tabla periódica: masa de 1 mol de átomos de K = 39,0983 g

Luego, masa de 1 átomo de K = (masa de 1 mol de átomos de K) / (número de Avogadro)

Masa de 1 átomo de K = $39,0983 \text{ g} / 6,02 \times 10^{23}$

Masa en gramos de 1 átomo de K = $6,49 \times 10^{-23} \text{ g}$

22. De los siguientes sistemas, ¿cuál pesa más? (**Puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a) un átomo de uranio (U) ☐ (b) una molécula de benceno (C_6H_6) ☐
(c) un mol de átomos de hidrógeno ☐ (d) $6,02 \times 10^{23}$ moléculas de oxígeno ☒

23. El elemento “A” puede formar dos óxidos: AO y A_2O_3 . Si la masa molar de AO es 72 g / mol y la de A_2O_3 es de 160 g / mol, ¿cuál es la masa atómica de A en g/mol? (**Puntaje sugerido = 3 puntos**)

- (a) 28 ☐ (b) 56 ☒ (c) 63 ☐ (d) 88 ☐

24. ¿Cuál es la masa (en gramos) que corresponde a $1,1 \times 10^{-3}$ moles de clorofila ($\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5$)? (**Puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a) 0,72 ☐ (b) 0,98 ☒ (c) 0,89 ☐ (d) 0,27 ☐ (e) 0,47 ☐

25. Una mezcla de dióxido de titanio y de BaSO_4 se utiliza en la fabricación de pinturas. Si en 100 gramos de mezcla hay el doble de moles del compuesto de titanio que del de bario, ¿cuántos gramos de dióxido de titanio hay en 100 gramos de mezcla? (**Puntaje sugerido = 6 puntos**)

100 g de mezcla = gramos de BaSO_4 + gramos de TiO_2

Y además se sabe que: $n_{\text{TiO}_2} = 2 n_{\text{BaSO}_4}$ (donde n es el número de moles de cada sustancia)

Entonces: $100 \text{ g} = n_{\text{BaSO}_4} \times \text{Mr}_{\text{BaSO}_4} + n_{\text{TiO}_2} \times \text{Mr}_{\text{TiO}_2} = n_{\text{TiO}_2}/2 \times \text{Mr}_{\text{BaSO}_4} + n_{\text{TiO}_2} \times \text{Mr}_{\text{TiO}_2}$

$100 \text{ g} = n_{\text{TiO}_2}/2 \times 233,39 \text{ g/mol} + n_{\text{TiO}_2} \times 79,87 \text{ g/mol}$

Despejando se obtiene que: $n_{\text{TiO}_2} = 0,5087$ moles. Al multiplicar por el Mr_{TiO_2} se obtiene la masa en gramos de TiO_2 en 100 g de mezcla:

Gramos de TiO_2 en 100 g de mezcla = 40,63 g

26. ¿Qué masa de KClO_3 contiene 80,0 g de oxígeno? (*Puntaje sugerido = 3 puntos*)

- (a) 204 g ☒ (b) 8,17 g ☐ (c) 306 g ☐ (d) $1,84 \times 10^3$ g ☐ (e) 167 g ☐

27. Se tienen 100 g de sulfato de hierro (III): (*Puntaje sugerido = 9 puntos; a, b y c 2 puntos c/u; d 3 puntos*)

(a) Escribe la fórmula molecular del compuesto: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ _____

(b) Indica el número de moles de sulfato de hierro (III): $0,25$ moles _____

(c) Indica el número de moléculas de sulfato de hierro (III): $1,50 \times 10^{23}$ moléculas _____

(d) ¿Cuántos átomos de oxígeno hay en dicha masa? $1,8 \times 10^{24}$ átomos de O _____

Puedes utilizar el siguiente recuadro para efectuar tus cálculos:

$$M_r \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2 A_r \text{Fe} + (A_r \text{S} + 4 A_r \text{O}) \times 3$$

$$M_r \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 = 111,69 + (32,065 + 4 \times 15,9994) \times 3 = 399,88 \text{ g/mol}$$

Se sabe que: gramos de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \times M_r \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
(donde $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3}$ = número de moles de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$)

Entonces en 100 g = $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \times 399,88 \text{ g/mol}$, despejando $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,25$ moles

En cada mol hay $6,02 \times 10^{23}$ moléculas, luego en 0,25 moles habrá: $0,25 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,50 \times 10^{23}$ moléculas

En cada molécula de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ hay 12 átomos de O, por lo tanto en $1,50 \times 10^{23}$ moléculas habrá: $12 \times 1,50 \times 10^{23} = 1,8 \times 10^{24}$ átomos de O

28. Una bolsa de 50 kg de fertilizante contiene 8 % de nitrógeno. Los compuestos que aportan el nitrógeno pueden ser sulfato de amonio, nitrato de amonio o urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$].

(a) Determina la masa molar de las tres sustancias: sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea. **(Puntaje sugerido = 3 puntos; 1 punto por cada M_r correcto)**

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (A_r \text{N} + 4 A_r \text{H}) \times 2 + A_r \text{S} + 4 A_r \text{O}$$

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (14,0067 + 4 \times 1,00795) \times 2 + 32,065 + 4 \times 15,9994 = 132,14 \text{ g/mol}$$

$$M_r \text{NH}_4\text{NO}_3 = A_r \text{N} + 4 A_r \text{H} + A_r \text{N} + 3 A_r \text{O}$$

$$M_r \text{NH}_4\text{NO}_3 = 14,0067 + 4 \times 1,00795 + 14,0067 + 3 \times 15,9994 = 80,04 \text{ g/mol}$$

$$M_r \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = A_r \text{C} + A_r \text{O} + (A_r \text{N} + 2 A_r \text{H}) \times 2$$

$$M_r \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 12,0108 + 15,9994 + (14,0067 + 2 \times 1,00795) \times 2 = 60,06 \text{ g/mol}$$

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \underline{132,14 \text{ g/mol}} ; M_r \text{NH}_4\text{NO}_3 = \underline{80,04 \text{ g/mol}} ; M_r \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = \underline{60,06 \text{ g/mol}}$$

(b) ¿Cuántos kilogramos de urea serán necesarios para obtener un 8 % de nitrógeno en los 50 kg de fertilizante?

(Puntaje sugerido = 6 puntos)

Si 50 kg de fertilizante contienen 8 % de nitrógeno, entonces en 50 kg de fertilizante hay 4 kg de N.

Con el A_r del nitrógeno, se obtienen los moles de N en 4 kg: 285,58 moles

Como en 1 mol de urea hay 2 moles de nitrógeno, entonces: moles de urea = 142,79 moles

Al multiplicar el resultado anterior por el M_r de la urea (en kg) se obtienen directamente los kg de urea necesarios para obtener un 8% de nitrógeno (es decir, 4 kg de N) en el fertilizante.

kg de urea = 8,58

29. Un compuesto cuya masa molar es aproximadamente 28 g / mol tiene la fórmula mínima CH_2 . De acuerdo a estos datos, ¿cuál es su fórmula molecular? (**Puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a) CH_2 ☐ (b) C_2H_6 ☐ (c) C_2H_4 ☒ (d) C_2H_2 ☐

30. Un compuesto de platino (II) que se usa como medicamento contra tumores contiene: 65 % de Pt, 23,6 % de Cl, 9,33 % de N y 2,02 % de H. Entonces, su fórmula mínima es: (**Puntaje sugerido = 6 puntos**)

- (a) $\text{Pt}_2\text{Cl}_2\text{N}_2\text{H}_6$ ☐ (b) $\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_6$ ☒ (c) PtClNH_3 ☐
(d) PtCl_2NH_3 ☐ (e) $\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_3$ ☐

Justifica tu elección realizando las cuentas que consideres convenientes en el siguiente recuadro:

Es necesario recurrir a la tabla periódica y obtener los A_r de los elementos involucrados:

$$A_r \text{ Pt} = 195,085; A_r \text{ Cl} = 35,453; A_r \text{ N} = 14,0067; A_r \text{ H} = 1,00795$$

Luego, a partir de los datos de los porcentajes de cada elemento se sabe que en 100 g de compuesto hay 65 g de Pt, 23,6 g de Cl, 9,33 g de N y 2,02 g de H.

Entonces, en 100 g de compuesto:

$$\text{Moles de Pt} = 65 / 195,085 = 0,333 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de Cl} = 23,6 / 35,453 = 0,666 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de N} = 9,33 / 14,0067 = 0,666 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de H} = 2,02 / 1,00795 = 2 \text{ moles}$$

Como el menor número de moles corresponde a los de Pt, entonces dividimos a los números de moles arriba obtenidos por 0,333, obteniendo:

$$\text{Pt} = 1$$

$$\text{Cl} = 2$$

$$\text{N} = 2$$

$$\text{H} = 6$$