



32^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
16 DE SEPTIEMBRE DE 2022
CERTAMEN ZONAL – NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

Utiliza la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. En todos los casos, puedes considerar que los gases se comportan idealmente.

Datos útiles:

Número de Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$

Densidad: $\rho = m/V$

Ecuación de gases ideales: $P V = n R T$

Constante de los gases: $R = 0,08314 \text{ bar L / (K mol)}$

$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15 \text{ K}$

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 750 \text{ mm Hg}$

Ejercicio 1 (Puntaje: 8 Puntos.)

La pelota elegida para el campeonato mundial de fútbol a realizarse en Qatar este año es el modelo “Al Rihla”. Inflada con N_2 hasta una presión de 1 bar a $20^{\circ}C$, esta tiene un peso de 450,0 g. Sabiendo que el volumen interior de la pelota es de 6040 mL, determina la masa de la pelota desinflada. (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte). **(Dentro del recuadro se presenta el puntaje parcial para cada paso de la resolución bien planteado y resuelto)**

Tenemos como información la masa de la pelota inflada, que a su vez viene dada por:

$$m(\text{pelota inflada}) = m(\text{pelota desinflada}) + m(\text{gas}) \text{ (2 puntos)}$$

Donde $m(\text{gas})$ es la masa del gas (N_2) en su interior. Utilizando la ecuación de gases ideales, se obtiene:

$$m(\text{gas}) = \frac{p V M r(N_2)}{R T} = \frac{1 \text{ bar} \times 6040 \text{ mL} \times 28,0134 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}}{0,08314 \frac{\text{bar L}}{\text{K mol}} \times 293,15 \text{ K}} \text{ (3 puntos)}$$

$$m(\text{gas}) = 6,9 \text{ g (1 punto)}$$

Luego, la masa de la pelota desinflada es:

$$m(\text{pelota desinflada}) = m(\text{pelota inflada}) - m(\text{gas}) = 450,0 \text{ g} - 6,9 \text{ g}$$

$$m(\text{pelota desinflada}) = 443,1 \text{ g (2 puntos)}$$



Ejercicio 2 (Puntaje total: 10 Puntos.)

La sal de mesa es considerada “con contenido reducido en sodio” si el porcentaje de sodio en masa (% m/m) en dicha sal es al menos cuatro veces menor que en la sal de mesa común (el %m/m de Na en la sal de mesa común es 39,3 %). Se tienen 130,0 g de una mezcla de cloruro de sodio y cloruro de potasio en una relación 50,0 g KCl cada 100,0 g de NaCl. Se le adicionan a esta mezcla 50,0 g de sal de mesa común. Para la mezcla final obtenida: (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte)

- (a) Calcula la masa de sodio presente en ella. **(8 Puntos)**
- (b) Determina el % m/m de sodio en la mezcla final y justifica si puede considerarse, según el criterio indicado, “con contenido reducido en sodio”. **(2 Puntos)**

(Si resolvió incorrectamente (a), pero el resultado de (b) es consistente con su respuesta en (a), otorgar puntaje completo en (b))

(Dentro del recuadro se presenta el puntaje parcial para cada paso de la resolución bien planteado y resuelto)

(a) La mezcla inicial contiene 50 g KCl por cada 100 g de NaCl. Equivalentemente, hay presentes 100 g de NaCl por cada 150 g de mezcla. Por lo tanto, la masa de NaCl en la mezcla final es:

$$m(\text{NaCl en mezcla}) = 130,0 \text{ g} \times \frac{100,0 \text{ g}}{150,0 \text{ g}} + 50,0 \text{ g} = 136,7 \text{ g} \text{ (3 puntos)}$$

El M_r del NaCl es 58,4428 g/mol y la A_r del Na es 22,9898 g/mol. Esto quiere decir que cada 58,4428 g de NaCl, hay presentes 22,9898 g de Na. La masa de sodio en la mezcla es entonces:

$$m(\text{Na en mezcla}) = 136,7 \text{ g} \times \frac{22,9898 \text{ g}}{58,4428 \text{ g}} = 53,7 \text{ g} \text{ (5 puntos)}$$

(b) Teniendo en cuenta que la masa total de mezcla es igual a 180 g, el porcentaje de Na en masa en la mezcla final es:

$$\% \text{ Na (mezcla)} = \frac{53,7 \text{ g}}{180 \text{ g}} \times 100 = 29,9$$

Luego, como 29,9 no es menor que $(39,3/4) = 9,8$, decimos que la mezcla no cumple los requisitos para ser considerada “con contenido reducido en sodio”.

Ejercicio 3 (Puntaje: 6 Puntos.)

Los aminoácidos esenciales son moléculas fundamentales e indispensables para la formación de proteínas en nuestro organismo. El triptófano es un aminoácido esencial de fórmula molecular



$C_{11}H_{12}N_2O_2$, y juega un rol crucial en las propiedades fluorescentes de las proteínas. ¿Cuántos átomos de hidrógeno hay en 20,0 mg de triptófano? (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte)

(Dentro del recuadro se presenta el puntaje parcial para cada paso de la resolución bien planteado y resuelto)

Primero calculamos la masa molar del compuesto:

$$Mr = 204,2264 \text{ g/mol (1 punto)}$$

El número de moles de hidrógeno por mol de triptófano es de 12 (1 punto) y, a su vez, cada mol de H consiste en un número de Avogadro de átomos de H. Luego:

$$n^{\circ} \text{ de átomos de H} = \frac{20 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}}}{204,2264 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times 12 \times 6,02 \times 10^{23} \frac{\text{átomos}}{\text{mol}}$$

$$n^{\circ} \text{ de átomos de H} = 7,0745 \times 10^{20} \text{ átomos (4 puntos)}$$

Ejercicio 4 (Puntaje total: 6 Puntos.)

Se tiene una muestra de 150,0 g de sulfato de cobre (II) (cuya masa molar es 159,6086 g/mol):

(Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte)

- (a) Escribe la fórmula molecular del compuesto. **(2 Puntos)**
- (b) Calcula el número de moles de compuesto contenidos en 250 mL de una solución acuosa que contiene 20,7 g de sulfato de cobre (II) en 100 mL de solución. **(4 Puntos.)**

(a) $CuSO_4$

(b) La masa molar del compuesto es 159,6086 g/mol, por lo tanto los moles (n) en 250 mL de solución son:

$$n = \frac{20,7 \text{ g}}{159,6086 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{250 \text{ mL}}{100 \text{ mL}}$$

$$n = 0,32 \text{ mol}$$

Ejercicio 5 (Puntaje total: 9 Puntos)

A partir de la combustión completa de 90 mg de un compuesto orgánico formado únicamente por C, H y O, se obtuvieron 132 mg de CO_2 y 54 mg de H_2O . Asumiendo que el compuesto fue convertido completamente en productos (CO_2 y H_2O) y que reaccionaron 0,0030 moles de O_2 durante la combustión: (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte)



- (a) Determina la fórmula mínima del compuesto. (7 Puntos)
- (b) Sabiendo que la molécula del compuesto tiene 12 átomos en total, determina su fórmula molecular. (2 Puntos)
- (Si resolvió incorrectamente (a), pero el resultado de (b) es consistente con su respuesta en (a), otorgar puntaje completo en (b))
- (Dentro del recuadro se presenta el puntaje parcial para cada paso de la resolución bien planteado y resuelto)

(a) Teniendo en cuenta que $M_r(\text{CO}_2) = 44,0096 \text{ g/mol}$ y $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,0153 \text{ g/mol}$, tenemos que los moles, n , obtenidos de cada elemento son:

$$n(\text{C}) = 132 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1}{44,0096 \text{ g/mol}} = 0,0030 \text{ mol (1 punto)}$$

$$n(\text{H}) = 54 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{2}{18,0153 \text{ g/mol}} = 0,0060 \text{ mol (1 punto)}$$

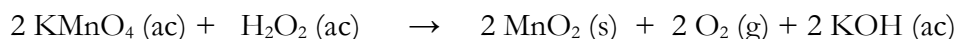
$$n(\text{O})_{\text{totales}} = n(\text{C}) \times 2 + \frac{n(\text{H})}{2} = 0,0090 \text{ mol (1 punto)}$$

De estos moles de oxígeno, una cierta cantidad pertenece al compuesto orgánico, y otra al oxígeno molecular consumidos durante la combustión. Entonces, los moles de oxígeno en el compuesto orgánico son $0,0090 \text{ mol} - 2 \times 0,0030 \text{ mol} = 0,0030 \text{ mol}$ (1 punto). De aquí, se deduce que la fórmula mínima del compuesto es CH_2O . (3 puntos)

(b) Como nos dicen que la molécula tiene 12 átomos en total, obtenemos que la fórmula molecular del compuesto es $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

Ejercicio 6 (Puntaje: 9 Puntos. 3 Puntos por cada respuesta correcta)

Considerando la reacción de oxidación del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) por KMnO_4 :



Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F): (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes)

(a) La oxidación de 2 moles de KMnO_4 da lugar a la formación de 173,9 g totales de producto.

F

(b) Por cada 316,1 g de KMnO_4 consumidos, se forman 2 moles de KOH .

V

(c) La cantidad de O_2 liberada por la reacción de 2 moles de KMnO_4 ocupa, en condiciones normales de presión y temperatura, un volumen de 22,4 L.

F



Ejercicio 7 (Puntaje: 6 Puntos)

Se tiene una cierta cantidad de O_2 en un recipiente de 29,0 L conectado a un manómetro de Hg que permite determinar la presión ejercida por el gas en su interior. A $17^\circ C$ el manómetro marca 520 mm Hg. ¿Qué masa adicional de O_2 debe adicionarse al recipiente, a temperatura constante, para triplicar la presión? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

- (a) 53,3 g ☒ (b) 80,0 g ☐ (c) 26,7 g ☐ (d) 1,7 g ☐

Ejercicio 8 (Puntaje: 6 Puntos)

A 600 K un gas X contenido en un recipiente cerrado ejerce una presión de 2211 mm Hg y su densidad es 2,60 g/L. ¿Cuánto vale la masa molar de X? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

- (a) 32,0 g/mol ☐ (b) 28,0 g/mol ☐ (c) 44,0 g/mol ☒ (d) 48,0 g/mol ☐

Ejercicio 9 (Puntaje: 6 Puntos)

¿Cuántos gramos de oxígeno hay presentes en 35,0 cm³ de solución 0,05 M de $KMnO_4$? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

- (a) 0,03 g ☐ (b) 0,11 g ☒ (c) 0,22 g ☐ (d) 0,007 g ☐

Ejercicio 10 (Puntaje: 6 Puntos)

Una solución contiene 90,0 g de ácido benzoico, C_6H_5COOH , en 500 mL de etanol (cuya densidad es 0,789 g/mL). ¿Cuál es molalidad de ácido benzoico en dicha solución? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

- (a) 1,87 ☒ (b) 1,16 ☐ (c) 1,47 ☐ (d) 1,52 ☐

Ejercicio 11 (Puntaje: 6 Puntos)

Si se disuelven 30,9 gramos de $Ca(NO_3)_2 \cdot (H_2O)_4$ en agua hasta obtener 2 L de solución. ¿Cuál es la concentración de dicha solución expresada en gramos de $Ca(NO_3)_2$ por litro de solución? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

- (a) 15,45 ☐ (b) 10,7 ☒ (c) 30,90 ☐ (d) 22,2 ☐



Ejercicio 12 (Puntaje: 6 Puntos. 3 Puntos por cada respuesta correcta. Si alguna respuesta es incorrecta, 0 Puntos)

La concentración del ion yoduro en una solución de yoduro de magnesio es $2,0 \times 10^{-2}$ M. Asumiendo que el yoduro de magnesio es el único soluto en la solución, es correcto entonces, clasificar a esta solución como: (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar todas las opciones que consideres correctas en esta hoja)

- (a) $4,0 \times 10^{-2}$ M de Mg^{2+} ☐ (b) $1,0 \times 10^{-4}$ M de MgI_2 ☐ (c) $2,0 \times 10^{-2}$ M de MgI_2 ☐
(d) $1,0 \times 10^{-2}$ M de MgI_2 ☒ (e) $2,0 \times 10^{-2}$ M de Mg^{2+} ☐ (f) $1,0 \times 10^{-2}$ M de Mg^{2+} ☒

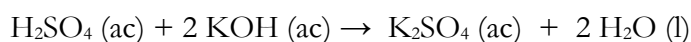
Ejercicio 13 (Puntaje: 8 Puntos)

¿Cuántos moles de glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, deben disolverse en 150,0 mL de agua (cuya densidad es 1,00 g/mL) para que la fracción molar de $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ sea igual a 0,25? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar todas las opciones que consideres correctas en esta hoja)

- (a) 0,25 mol ☐ (b) 8,33 mol ☐ (c) 2,78 mol ☒ (d) 24,98 mol ☐

Ejercicio 14 (Puntaje: 8 Puntos)

La siguiente ecuación química describe la reacción de neutralización entre ácido sulfúrico, H_2SO_4 , e hidróxido de potasio, KOH:



¿Qué volumen de solución de ácido sulfúrico 91 %m/m (cuya densidad es 1,81 g/mL) debe adicionarse a una solución que contiene $2,0 \times 10^{-2}$ moles de hidróxido de potasio, para formar $1,0 \times 10^{-2}$ moles de sulfato de potasio? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

- (a) 0,6 mL ☒ (b) 1,2 mL ☐ (c) 0,3 mL ☐ (d) 2,0 mL ☐