

# Solución del examen de química de la PAGS de la Comunidad Valenciana. Convocatoria de 2023

Pregunta 1 (2 puntos).....	1
Pregunta 2 (2 puntos).....	2
Pregunta 3 (2 puntos).....	3
Pregunta 4 (2 puntos).....	3
Pregunta 5 (2 puntos).....	4
Pregunta 6 (2 puntos).....	5

## Pregunta 1 (2 puntos)

Se tiene una muestra de 45 g de agua (H<sub>2</sub>O). Calcula:

- Los moles de agua. (0,5 puntos)
- El número de moléculas de agua. (0,5 puntos)
- El número de átomos de Hidrógeno y de Oxígeno. (1 punto)

Datos: Masas atómicas: H = 1, O = 16; N<sub>A</sub> = 6,022 × 10<sup>23</sup>

### a) Moles de agua

- Masa molar del agua = (2 × 1) + 16 = 18 g/mol.
- Moles = masa / masa molar = 45 g / 18 g/mol = 2,5 mol.

### b) Número de moléculas de agua

- Un mol contiene N<sub>a</sub> = 6,022 × 10<sup>23</sup> moléculas.
- Para 2,5 mol:

$$\text{moléculas} = 2,5 \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \frac{\text{moléculas}}{\text{mol}} = 1,506 \times 10^{24} \text{ moléculas.}$$

### c) Número de átomos de H y de O

- Cada molécula de H<sub>2</sub>O tiene 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno.
- Total de moléculas = 1,506 × 10<sup>24</sup>.
  - Átomos de H: 2 × (1,506 × 10<sup>24</sup>) = 3,012 × 10<sup>24</sup>.
  - Átomos de O: 1 × (1,506 × 10<sup>24</sup>) = 1,506 × 10<sup>24</sup>.

## Pregunta 2 (2 puntos)

En un recipiente se introducen 5 g de gas Hidrógeno y otros 30 g de gas Nitrógeno.

Se ponen en condiciones de reaccionar para dar amoníaco.

- Escribe y ajusta la reacción química. Después, determina la cantidad, en gramos, de amoníaco que se puede obtener como máximo. (1 punto)
- Determina la masa de amoníaco si el rendimiento de la reacción es del 75 %. (1 punto)

### a) Ecuación ajustada y cantidad máxima de amoníaco

- Ecuación ajustada:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ .
- Moles de  $\text{H}_2$ : masa / masa molar =  $5 \text{ g} / (2 \text{ g/mol}) = \mathbf{2,5 \text{ mol}}$ .
- Moles de  $\text{N}_2$ :  $30 \text{ g} / (28 \text{ g/mol}) = \mathbf{1,07 \text{ mol}}$  (aprox.).

Relación estequiométrica:

- $\text{N}_2 : \text{H}_2 = 1 : 3$ .
- Para 1 mol de  $\text{N}_2$ , se necesitan 3 mol de  $\text{H}_2$ .

Verificamos el reactivo limitante:

- Con 1,07 mol de  $\text{N}_2$  harían falta 3,21 mol de  $\text{H}_2$ , pero solo tenemos 2,5 mol de  $\text{H}_2$ , así que **limita  $\text{H}_2$** .

Si  $\text{H}_2$  es el limitante, calculamos moles de  $\text{NH}_3$  que se forman:

- De la ecuación: 3 mol de  $\text{H}_2 \rightarrow 2$  mol de  $\text{NH}_3$ .
- 2,5 mol de  $\text{H}_2 \rightarrow x$  de  $\text{NH}_3$ .

$$x = 2,5 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = 1,67 \text{ mol NH}_3.$$

Masa de  $\text{NH}_3$  producida:

- Masa molar del  $\text{NH}_3 = 17 \text{ g/mol}$ .
- $1,67 \text{ mol} \rightarrow 1,67 \times 17 \text{ g} = 28,39 \text{ g}$  (aprox.).

### b) Masa de amoníaco con un rendimiento del 75 %

- Si el rendimiento fuese 100 %, se obtendrían 28,39 g.

- Con un 75 % de rendimiento real: Masa real =  $28,39\text{g} \times 0,75 \approx 21,29\text{g}$ .

## Pregunta 3 (2 puntos)

El gas propano,  $\text{C}_3\text{H}_8$ , arde en presencia de oxígeno para dar dióxido de carbono,  $\text{CO}_2(\text{g})$ , y agua,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

- Escribe y ajusta la reacción de combustión del gas propano,  $\text{C}_3\text{H}_8$ . (1 punto)
- Determina la variación de entalpía de esta reacción de combustión a partir de la entalpía de formación de las sustancias. (1 punto)

Datos:

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{O}_2) = 0$$

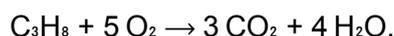
$$\Delta H_{\text{of}}(\text{C}_3\text{H}_8) = -104,5 \text{ kJ/mol}$$

Combustión del propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )

a) Ecuación ajustada:  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .

b) Variación de entalpía de combustión

La reacción es:



La entalpía de reacción se calcula con:

$$\Delta H(\text{reacción}) = \sum \Delta H^{\circ}(\text{productos}) - \sum \Delta H^{\circ}(\text{reactivos}).$$

Datos de entalpía de formación (kJ/mol):

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{C}_3\text{H}_8) = -104,5$$

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{O}_2) = 0$$

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{CO}_2) = -393,5$$

$$\Delta H_{\text{of}}(\text{H}_2\text{O}) = -285,8$$

Reactivos

$$\sum \Delta H^{\circ}(\text{reactivos}) = [1 \times (-104,5)] + [5 \times 0] = -104,5 \text{ kJ/mol}.$$

Productos

$$\begin{aligned} \sum \Delta H^{\circ}(\text{productos}) &= [3 \times (-393,5)] + [4 \times (-285,8)] \\ &= -1180,5 + (-1143,2) \\ &= -2323,7 \text{ kJ/mol}. \end{aligned}$$

Por tanto:  $\Delta H(\text{reacción}) = -2323,7 - (-104,5) = -2323,7 + 104,5 = -2219,2 \text{ kJ/mol}$ .

Ésta es la variación de entalpía para la combustión completa de 1 mol de  $\text{C}_3\text{H}_8$ .

## Pregunta 4 (2 puntos)

Sean los elementos A y B, cuyos números atómicos son  $Z = 11$  y  $Z = 17$ , respectivamente.

- Escribe la configuración electrónica. (0,5 puntos)
- Indica a qué grupo y período pertenecen. (0,5 puntos)
- Razona qué ión estable forma cada uno. (0,5 puntos)
- Respecto al electrón más externo, señala todos los valores posibles de los cuatro números cuánticos. (0,5 puntos)

### a) Configuraciones electrónicas

- A ( $Z=11$ )  $\rightarrow$  Sodio (Na):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ .
- B ( $Z=17$ )  $\rightarrow$  Cloro (Cl):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

### b) Grupo y período

- Na: Grupo 1 (metales alcalinos), Período 3.
- Cl: Grupo 17 (halógenos), Período 3.

### c) Ion estable

- Na tiende a perder 1 electrón  $\rightarrow \text{Na}^+$ .
- Cl tiende a ganar 1 electrón  $\rightarrow \text{Cl}^-$ .

### d) Valores posibles de los números cuánticos para el electrón más externo

- Para Na, el electrón más externo está en  $3s^1$ :
  - $n = 3$  (tercer nivel)
  - $l = 0$  (subnivel s)
  - $m_l = 0$  (único valor posible para s)
  - $m_s = +\frac{1}{2}$  o  $-\frac{1}{2}$
- En el caso del cloro ( $Z = 17$ ), su configuración electrónica finaliza en  $3p^5$ . Tal como indica la regla de Hund, primero se van ocupando los orbitales p ( $m_l = -1, 0, +1$ ) con electrones de spins paralelos y, después, comienzan a formarse los pares. Esto

significa que el quinto electrón en la subcapa p podría encontrarse en **cualquiera** de los tres valores de  $m_l$  (-1, 0, +1), según cómo asignemos los orbitales degenerados.

No obstante, **si queremos concretar** que el “último electrón” ocupa el orbital con  $m_l = +1$ , no habría problema desde el punto de vista cuántico, porque los tres orbitales p son degenerados (misma energía), y solo estamos eligiendo un orbital específico para describirlo.

En síntesis, para el electrón más externo en 3p (último en entrar):

- $n = 3$
- $l = 1$  (subnivel p)
- $m_l = -1, 0$  o  $+1$  (cualquiera de los tres, por degeneración)
- $m_s = +\frac{1}{2}$  o  $-\frac{1}{2}$

## Pregunta 5 (2 puntos)

5. Formula o nombra los siguientes compuestos:

a) (0,2 puntos cada uno, hasta 1 punto)

$H_2SO_4$ : ácido sulfúrico

Hidróxido de cromo (III):  $Cr(OH)_3$

Fluoruro de hidrógeno: HF

$H_2O_2$ : Peróxido de hidrógeno

Óxido de plata:  $Ag_2O$

b) (0,2 puntos cada uno, hasta 1 punto)

metanal: HCHO

Ácido propanoico:  $CH_3-CH_2-COOH$

$CH_3-COO-CH_2-CH_3$ : etanoato de etilo

$CH_3-CH(OH)-CH(OH)-CH_3$ : butano-2,3-diol

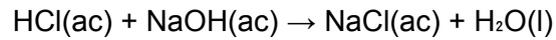
$CHO-CH_2-CHO$ : propanodial.

## Pregunta 6 (2 puntos)

6. Calcula los siguientes apartados:

a) Determina el pH de una disolución de ácido clorhídrico 0,005 M. (1 punto)

b) Determina el volumen de la disolución anterior que se necesita para neutralizar 75 mL de una disolución de hidróxido de sodio 0,01 M. Esta es la reacción de neutralización: (1 punto)



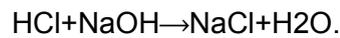
**a) pH de la disolución**

Ácido clorhídrico fuerte  $\rightarrow [\text{H}^+] = 0,005 \text{ M}$ .

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,005) \approx 2,30.$$

**b) Volumen de la disolución de HCl para neutralizar 75 mL de NaOH 0,01 M**

Reacción: 1 : 1



$$\text{Moles de NaOH} = 0,075 \text{ L} \times 0,01 \text{ mol/L} = 7,5 \times 10^{-4} \text{ mol}.$$

$$\text{Moles de HCl necesarios} = 7,5 \times 10^{-4} \text{ mol (relación 1:1)}.$$

- $\text{HCl } 0,005 \text{ M} = 0,005 \text{ mol/L}$ .
- $\text{Volumen de HCl} = (\text{moles de HCl}) / (\text{concentración}) = (7,5 \times 10^{-4} \text{ mol}) / (0,005 \text{ mol/L}) = 0,15 \text{ L} = \mathbf{150 \text{ mL}}$ .