

PVQ21-1\*\*

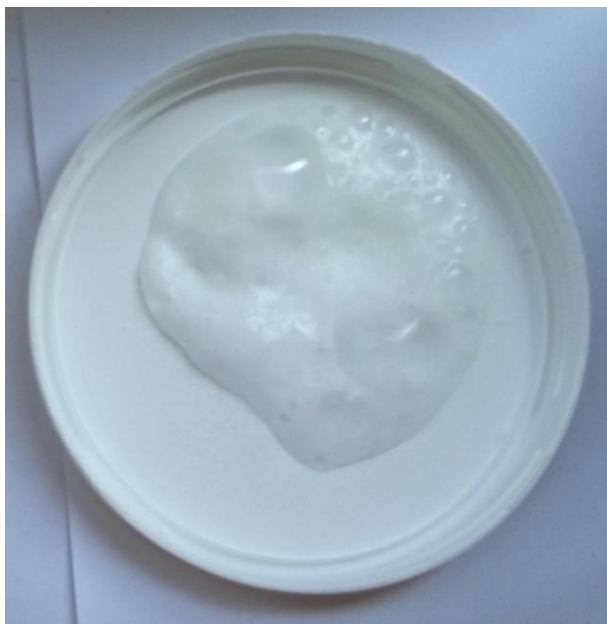
## Reacción entre el hidrógenocarbonato sódico y el ácido clorhídrico



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4

La fotografía 1 es de dos recipientes, uno contiene el sólido hidrogenocarbonato de sodio y el otro una disolución de ácido clorhídrico. En la fotografía 2 se han dispuesto 3 mL de la disolución. En la fotografía 3 sobre el ácido de la fotografía 2 se ha añadido 1 gramo de la sal y se produce un cambio repentino con formación de burbujas y la fotografía 4 se ha hecho unos segundos después que la tres.

- 1) La disolución de ácido clorhídrico tiene una densidad de  $1,18 \text{ g/cm}^3$  y un 37% en peso de ácido. Calcule la molaridad de la disolución.
- 2) Escriba la ionización del hidrogenocarbonato cuando se añade sobre agua.
- 3) Escriba e iguale la reacción que se produce en la fotografía 3.
- 4) Calcule el volumen de gas, medido a 736 mm de mercurio y  $20^\circ\text{C}$ , desprendido en la reacción entre los 3,00 mL de ácido y 1,00 gramos de la sal.
- 5) Determine qué reactivo queda sin reaccionar y su masa
- 6) La disolución ácida tiene una gran concentración (por eso se debe manejar con mucho cuidado). En el laboratorio es frecuente utilizar disoluciones diluidas, que se obtienen a partir de las disoluciones concentradas. Se quiere preparar a partir de la disolución concentrada, 250 mL de una disolución 0,30 molar. Determine el volumen de la disolución concentrada que es preciso medir y a continuación añadirle agua destilada hasta completar un volumen final de 250 mL.
- 7) Calcule el pH de la disolución preparada en el apartado anterior

Datos. Masas molares  $\text{H}=1$  ,  $\text{Cl}=35,5$  ,  $\text{Na}=23$  ,  $\text{Cl}=35,5$  ;  $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

## SOLUCIÓN

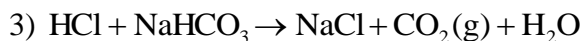
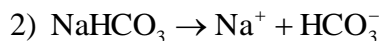
1) La molaridad M, por definición, son los moles de HCl puro que existen en un litro de disolución.

Los 100 gramos de la disolución concentrada corresponden a un volumen de

$$V = \frac{100 \text{ g}}{1,18 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 84,7 \text{ cm}^3$$

Los 37 gramos de HCl puro son  $\frac{37 \text{ g}}{36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,01 \text{ mol}$

$$\frac{1000 \text{ cm}^3}{\text{M moles de HCl}} = \frac{84,7 \text{ cm}^3}{1,01 \text{ mol}} \Rightarrow \text{M} = 11,9 \text{ molar}$$



4) Calculamos los moles de cada reactivo

Masa molar del hidrogenocarbonato  $23+1+12+3 \cdot 16 = 84 \text{ g/mol}$

Moles de hidrogenocarbonato  $\frac{1,00}{84 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,19 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Moles de HCl  $\frac{1000 \text{ cm}^3}{11,9 \text{ moles}} = \frac{3,00 \text{ cm}^3}{x} \Rightarrow x = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

La reacción química ocurre mol de ácido a mol de sal, por tanto, el reactivo limitante es la sal, En la reacción desaparece el hidrogenocarbonato y queda un exceso de ácido y aparecen  $1,19 \cdot 10^{-2}$  moles de  $\text{CO}_2$

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{1,19 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}}{\frac{736}{760} \text{ atm}} = 0,30 \text{ L}$$

5) El reactivo en exceso es la sal

Moles de ácido que no reaccionan  $3,57 \cdot 10^{-2} - 1,19 \cdot 10^{-2} = 2,38 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

6) Los moles de HCl puro que se tomen de la disolución concentrada están en la disolución diluida.

Moles de ácido puro en la disolución diluida  $\frac{1000 \text{ cm}^3}{0,30 \text{ mol}} = \frac{250 \text{ cm}^3}{x} \quad x = 0,075 \text{ mol}$

Volumen de ácido concentrado que contienen 0,075 moles de HCl puro

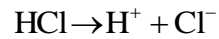
$$\frac{1000 \text{ cm}^3}{11,9 \text{ mol HCl}} = \frac{V}{0,075 \text{ mol HCl}} \Rightarrow V = 6,3 \text{ cm}^3$$

La disolución se prepararía tomando mediante una pipeta de seguridad 6,3 cm<sup>3</sup> de la disolución ácida concentrada y luego se añadiría agua hasta completar un volumen de 250 cm<sup>3</sup>.

Un cálculo rápido de este problema es aplicar

$$V_{\text{ácido concentrado}} M_{\text{ácido concentrado}} = V_{\text{ácido diluido}} M_{\text{ácido diluido}} \Rightarrow V_{\text{ácido concentrado}} = \frac{250 \text{ cm}^3 \cdot 0,30 \text{ molar}}{11,9 \text{ molar}} = 6,3 \text{ cm}^3$$

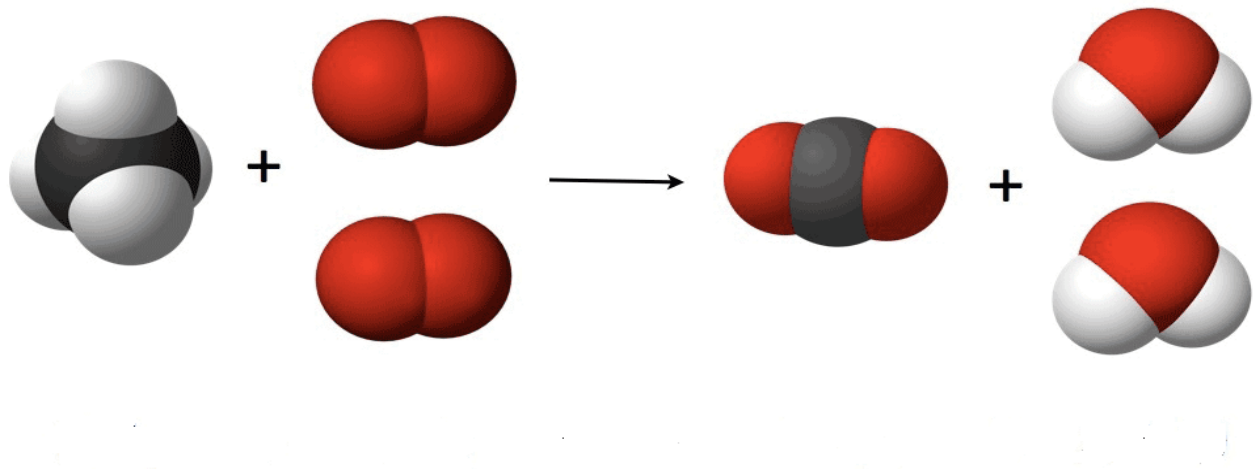
7) El HCl es un ácido fuerte y está en la disolución acuosa disociado completamente



Dado que la concentración de ácido es 0,30 molar y el ácido está disociado completamente la concentración de H<sup>+</sup> es 0,30 molar

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 0,30 = 0,52$$

PVQ21-2\*\*

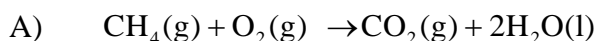


En la fotografía se representa con modelos moleculares una reacción de combustión. El color blanco representa al hidrógeno y el rojo al oxígeno. Numeramos los reactivos y productos de la reacción de izquierda a derecha, 1, 2, 3 y 4.

Datos Masas molares. C=12, H=1, O=16

- Escriba en términos químicos esa reacción y añada a cada reactivo su estado físico con las letras l si es líquido y g si es gas. La presión es 1 atm y la temperatura 298 K
- La variación de entalpía de la reacción es  $\Delta H = -890,2 \text{ kJ}$  por mol del compuesto 1. Calcule los julios desprendidos en la combustión de 4,00 gramos del primer reactivo.
- Calcule los gramos del compuesto 3 que se forman en la reacción anterior
- Las entalpías de formación de los compuestos 3 y 4 son respectivamente  $-393,5 \text{ kJ/mol}$  y  $-285,8 \text{ kJ/mol}$ . Calcule la entalpía de formación del compuesto 1.

**SOLUCIÓN**



$$\text{Moles de CH}_4 \text{ que reaccionan } n = \frac{4,00\text{g}}{16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,25 \text{ mol}$$

$$Q = 0,25 \text{ mol} \cdot (-890,2) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 222,6 \text{ kJ}$$



Se forman 0,25 moles de  $\text{CO}_2$

$$M = 0,25 \text{ mol} \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 11 \text{ g}$$

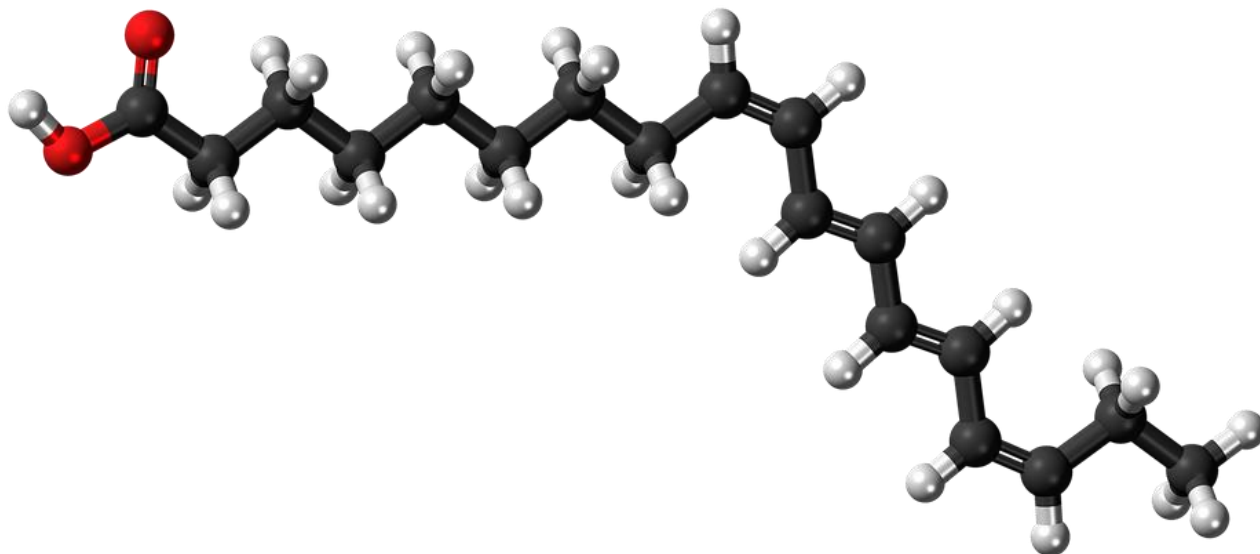
D)

$$\Delta H_{\text{reacción}} = \Delta H_{\text{CO}_2} + 2 \cdot \Delta H_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta H_{\text{CH}_4} - \Delta H_{\text{O}_2} \Rightarrow \Delta H_{\text{CH}_4} = \Delta H_{\text{CO}_2} + 2 \cdot \Delta H_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta H_{\text{O}_2} - \Delta H_{\text{reacción}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{CH}_4} = -393,5 - 2 \cdot 285,8 - 0 - (-890,2) = -74,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

PVQ21-3\*

## Ácido orgánico



Datos . Masas atómicas: C= 12, H = 1 , O = 16

La fotografía corresponde a un modelo molecular de un ácido orgánico poliinsaturado. Las esferas negras representan los átomos de carbono, las blancas los de hidrógeno y las rojas los de oxígeno. Las varillas representan pares electrónicos compartidos.

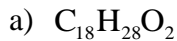
a) Determina la fórmula molecular del ácido

b) Escribe su fórmula desarrollada. Un par electrónico se representa por una línea horizontal

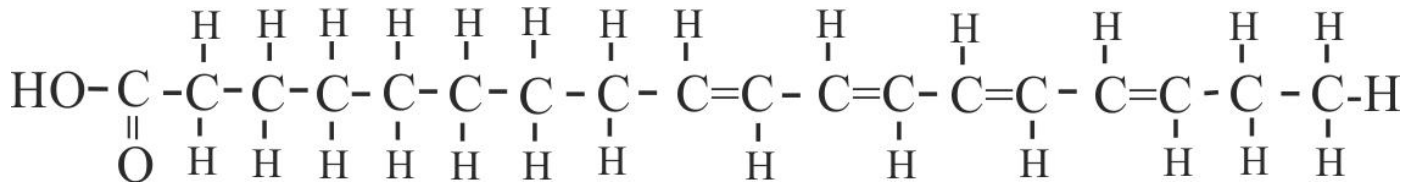
c) Calcula la composición centesimal en masa del ácido.

d) Si 12 gramos de este ácido se someten a hidrogenación en presencia de un catalizador se convierte en un ácido saturado. Calcula el volumen de hidrógeno que es necesario medido a 23°C y 758 mm de mercurio.

## SOLUCIÓN



b)



c) Calculamos su masa molar  $M = 18 \cdot 12 + 28 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 276 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$$\frac{276 \text{ g}}{216 \text{ g de C}} = \frac{100 \text{ g}}{\% \text{ C}} \Rightarrow \% \text{ C} = 78,26\% \quad ; \quad \frac{276 \text{ g}}{28 \text{ g de H}} = \frac{100 \text{ g}}{\% \text{ H}} \Rightarrow \% \text{ H} = 10,14\%$$

$$\% \text{ O} = 100 - (78,26 + 10,14) = 11,60\%$$

d) La molécula del ácido tiene cuatro enlaces dobles, por cada uno se añaden 2 átomos de hidrógeno, luego en total se añaden 8 átomos de hidrógeno por cada molécula de ácido, por tanto, por cada mol de ácido se adicionan 8 moles de átomos de H que son cuatro moles de  $H_2$ .

Calculamos los moles de ácido que hay en 12 gramos.

$$12 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{276 \text{ g}} = 0,0435 \text{ mol} \Rightarrow \text{moles de } H_2 = 4 \cdot 0,0435 = 0,174 \text{ mol}$$

Aplicamos la ecuación de los gases perfectos

$$V = \frac{n R T}{P} = \frac{0,174 \cdot 0,082 \cdot (273 + 23)}{\frac{738}{760}} = 4,35 \text{ L}$$