



# ESTEQUIOMETRIA II

## RENDIMIENTO O EFICIENCIA DE UNA REACCIÓN QUÍMICA

Es el porcentaje que representa el peso o volumen práctico obtenido, con respecto al peso o volumen teórico.

\* Para pesos

$$R = \frac{W_P}{W_T} \times 100$$

\* Para volúmenes

$$R = \frac{V_P}{V_T} \times 100$$



¿Cómo reconocer a la sustancia limitante?

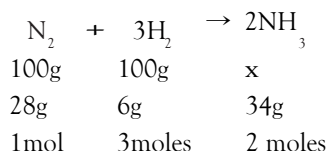
## SUSTANCIA LIMITANTE

Es aquella sustancia que limita una reacción, o sea, la reacción finaliza cuando se termina esta sustancia.

Para reconocer la sustancia limitante teniendo la ecuación balanceada y conociendo los pesos tomados de cada reactante, se dividirá el peso tomado de cada reactante entre su respectivo peso estequiométrico; allí donde resulta la menor cantidad se tendrá al reactivo limitante.

### Ejemplo:

Si reaccionan 100g de N<sub>2</sub> y 100 g de H<sub>2</sub>, ¿cuánto NH<sub>3</sub> producen?



$$\Rightarrow N_2 = \frac{100}{28} = 3,57$$

Limitante

$$\Rightarrow H_2 = \frac{100}{6} = 16,7$$

Exceso

$$W = \frac{100}{1 \times 28} = \frac{W}{2 \times 17}$$

$$W = 121,4 \text{ g de NH}_3$$

## SUSTANCIA EN EXCESO

Es aquella sustancia que se halla en mayor proporción y se reconoce al consumirse el reactivo limitante, ya de que ésta aún sobrará una cantidad.

## CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA

Es la disminución del volumen que experimentan las sustancias gaseosas al reaccionar, que es igual a:

$$C_v = \frac{V_R - V_P}{V_R}$$

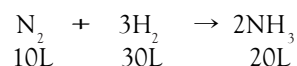
Donde:

V<sub>R</sub> : Volumen total de reactantes

V<sub>P</sub> : Volumen total de productos

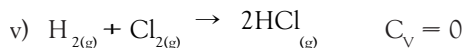
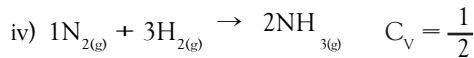
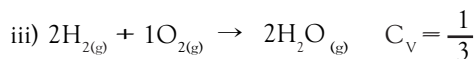
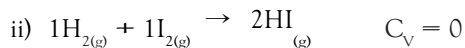
### Ejemplo:

i) En la reacción:



$$C_v = \frac{40L - 20L}{40L} = \frac{20L}{40L} = \frac{1}{2}$$

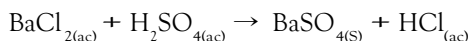
W Contracción volumétrica 1/2



### Ejercicios Resueltos

- 1) Se dispone de 200 g de una muestra que contiene 52% de  $\text{BaCl}_2$ . Al reaccionar esta muestra con 56g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, ¿qué cantidad de  $\text{BaSO}_4$  precipita?

P.A. (Ba = 137, S = 32, O = 16, H = 1)

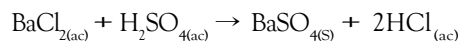


#### Resolución:

De la muestra se tiene que del total sólo el 52% es  $\text{BaCl}_2$ , entonces hallando la cantidad de  $\text{BaCl}_2$  obtenemos:

$$W_{\text{BaCl}_2} = 52\%(200\text{g}) = 104\text{g}$$

Luego para relacionar las cantidades, conviene trabajar con la relación de moles. Para hacer esto, la ecuación tiene que estar balanceada.



|                                 |                 |                 |                     |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
|                                 | 1 mol           | 1 mol           | 1 mol               |
| PM $\text{BaCl}_2 = 208$        | 208g            | 98g             | 233g                |
| PM $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ | 104g            | 56g             | $W_{\text{BaSO}_4}$ |
| PM $\text{BaSO}_4 = 233$        | <u>        </u> | <u>        </u> |                     |
|                                 | Dato            | Dato            |                     |

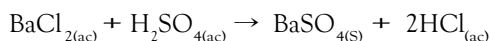
luego notamos que para 208 g de  $\text{BaCl}_2$  se necesita 98g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , entonces:

$$\begin{array}{l} 208 \rightarrow 98 \\ 104 \rightarrow W_{\text{H}_2\text{SO}_4} \end{array} \Rightarrow W_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{104 \times 98}{208}$$

$$W_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 49 \text{ g}$$

con este dato hallado notamos que hay un reactivo en exceso ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

⇒ en la reacción:



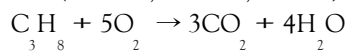
$$\begin{array}{ll} 208 \text{ g} & 233 \text{ g} \\ 104 \text{ g} & W_{\text{Ba}_2\text{SO}_4} \end{array}$$

Por una simple relación, entonces:

$$W_{\text{Ba}_2\text{SO}_4} = \frac{233 \times 104}{208} \quad W_{\text{Ba}_2\text{SO}_4} = 116,5 \text{ g}$$

- 2) ¿Qué volumen de  $\text{O}_2$  se necesita para la combustión de 132 g de gas propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) si la eficiencia de la reacción es 98%?

P.A. (C = 12, O = 16, H = 1)



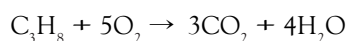
#### Resolución:

Primero hallamos los pesos moleculares:

$$\text{PM } (\text{C}_3\text{H}_8) = 3(12) + 8(1) = 44$$

$$\text{PM } (\text{O}_2) = 2(16) = 32$$

Luego en la reacción:



$$1 \text{ mol} \text{ — } 5 \text{ mol}$$

⇒ Esta relación molar quiere decir 1 mol de  $\text{C}_3\text{H}_8$  reacciona exactamente con 5 moles de  $\text{O}_2$ .

#### Entonces:

$$1 \text{ mol}(\text{C}_3\text{H}_8) \text{ — } 5 \text{ mol}(\text{O}_2)$$

$$1(44\text{g}) \text{ — } 5(32\text{g})$$

$$44\text{g}(\text{C}_3\text{H}_8) \text{ — } 160\text{g}(\text{O}_2)$$

$$132\text{gC}_3\text{H}_8 \text{ — } W_{\text{O}_2}$$

#### Dato:

\* Luego por una simple relación, hallaremos el  $W_{\text{O}_2}$

$$W_{\text{O}_2} = \frac{132 \times 160}{44}$$

$$W_{\text{O}_2} = 480 \text{ g}$$

Pero este peso está al 100% y por dato la reacción se efectúa a un 98%, entonces:

$$\Rightarrow 98\%(480\text{g})$$

$$= 470,4\text{g de O}_2$$



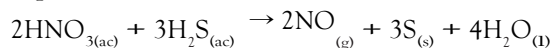


$$W = \frac{34 \times W_{\text{N}_2}}{28}$$

$$W_{\text{NH}_3} = \frac{34 \times 98}{28}$$

$$W_{\text{NH}_3} = 119 \text{ g}$$

4) Según la reacción:



Se tiene  $42,14 \times 10^{23}$  moléculas de  $\text{HNO}_3$ , de acuerdo a esto, ¿cuántos litros de  $\text{NO}_{(\text{g})}$  se obtiene a  $67^\circ\text{C}$  y 7 atm de presión?

P.A. (N = 14; S = 32; H = 1; O = 16)

#### Resolución:

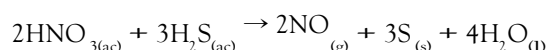
Nos dan  $42,14 \times 10^{23}$  moléculas de  $\text{HNO}_3$ , luego sabemos:

$$1 \text{ mol } \text{HNO}_3 \Leftrightarrow 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas } \text{HNO}_3$$

$$x \text{ moles } \text{HNO}_3 \Leftrightarrow 42,14 \times 10^{23} \text{ moléculas } \text{HNO}_3$$

$$x = \frac{42,14 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \Rightarrow \boxed{x = 7 \text{ moles}}$$
 Hemos hallado el número de moles que participan en la reacción.

Luego:



$$\begin{array}{ccc} 2\text{mol} & & 2\text{mol} \\ 7 \text{ moles} & \text{y} & \text{mol} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{ccc} 2\text{mol} & & 2\text{mol} \\ 7 \text{ moles} & \text{y} & \text{mol} \end{array}} \right\} \text{Relacionando el número de moles}$$

$$y = \frac{7 \times 2}{2} \Rightarrow y = 7 \text{ moles } \text{NO}_{(\text{g})}$$

Para hallar el volumen de  $\text{NO}_{(\text{g})}$  se utilizará  $PV = nRT$ .

$$P = 7 \text{ atm}$$

$$V = ?$$

$$n = 14 \text{ moles}$$

$$T = 67^\circ\text{C} = (67 + 273)\text{K} = 340\text{K}$$

$$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{g}\cdot\text{K}$$

ya que la presión está en atm.

$$\begin{array}{l} \Rightarrow PV = nRT \\ 7V = (7) (0,082) (340) \\ V = 27,88 \text{ L} \end{array}$$

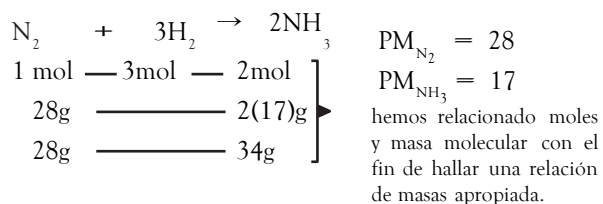
*¿Por qué se seca la ropa más deprisa cuando hay viento que cuando no hay?*

Al haber viento, aumenta la velocidad de las moléculas

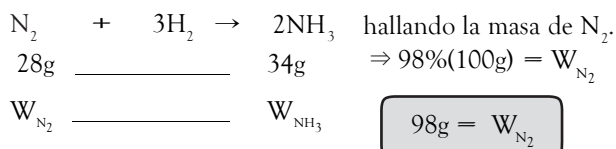
de agua de la ropa y, por tanto, se desprenden más fácilmente de la ropa húmeda.

- 3) Por el proceso Haber se sintetiza  $\text{NH}_3$  (amoníaco) utilizando nitrógeno e hidrógeno de la siguiente manera:  
 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ . Si tenemos 100g de nitrógeno al 98% de pureza, ¿qué cantidad de  $\text{NH}_3$  se formará?

#### Resolución:



**Obs.:** Cuando nos dicen nitrógeno al 98% se refiere que hay una mezcla de gases en la cual el 98% del total es nitrógeno.



Luego de haber relacionado las masas con el número de moles apropiado, procedemos a trabajar con dicho número de moles.

$$\begin{array}{l} 245 \text{ g} \text{ — } 3 \text{ mol} \\ 735 \text{ g} \text{ — } x \text{ mol} \end{array} \quad x = \frac{735 \times 3}{245}$$

$x = 9 \text{ moles}$

Sabemos que para cualquier gas que está sometido a condiciones normales 1 mol de dicho gas ocupa 22,4 litros, entonces:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol (O}_2\text{)} \xrightarrow{\text{C.N.}} 22,4\text{L} \\ \text{Valor hallado} \rightarrow 9 \text{ mol(O}_2\text{)} \text{ — } \text{VL} \end{array}$$

$$\rightarrow V = \frac{9 \times 22,4}{1} \Rightarrow V = \underline{201,6\text{L}}$$

5) Si la siguiente reacción

$\text{KClO}_{3(s)} \rightarrow \text{KCl}_{(s)} + \text{O}_{2(g)}$  se efectúa a condiciones normales (C.N.) ¿qué volumen de oxígeno se produce con 735 g de  $\text{KClO}_3$ ?

P.A.(K = 39 ; Cl = 35,5 ; O = 16)

#### Resolución:

Si la reacción  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$  se trabaja tal como está, encontraremos valores inadecuados ya que la ecuación química no está balanceada.

balanceando:  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

R. de moles: 2 mol — 3 mol

R. masa-moles:  $2(122,5)\text{g} \text{ — } 3 \text{ mol}$

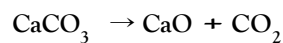
$\text{PM}_{\text{KClO}_3} = 122,5$

245g — 3 mol

Dato: 735g — x mol

## Resolviendo en clase

- 1 200 g de un mineral que tiene una pureza de 80 % correspondiente al  $\text{CaCO}_3$  se descompone de acuerdo a la siguiente reacción:



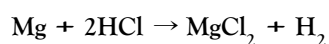
Halla el peso de óxido de calcio que se obtiene.

(Ca = 40 ; C = 12; O = 16)

*Resolución:*

*Rpta:*

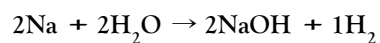
- 2 ¿Qué peso de hidrógeno se obtiene a partir de 48 g de magnesio de si la eficiencia de la reacción es 60%? (Mg = 24; H = 1)



*Resolución:*

*Rpta:*

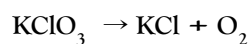
- 3 ¿Qué peso de hidróxido de sodio se obtiene a partir de 92g de sodio si el rendimiento de la reacción es 70%? (Na=23 ; O=16 ; H = 1)



*Resolución:*

*Rpta:*

- 4 490g de un mineral que contiene 50% de pureza de clorato de potasio se descompone de acuerdo a la siguiente reacción:



Halla el peso de oxígeno que se desprende.

*Resolución:*

*Rpta:*

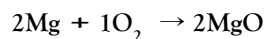
- 5 Se hace reaccionar 16g de hidrógeno con 16g de oxígeno. Determina:

- \* La sustancia limitante
  - \* El peso de la sustancia en exceso
  - \* El peso de agua formado
- $$2\text{H}_2 + 1\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

*Resolución:*

- 6 Se hace reaccionar 20g de magnesio con 8g de oxígeno. Determina la sustancia limitante y el peso de la sustancia que queda sin reaccionar.

$$(\text{Mg} = 24; \text{O} = 16)$$



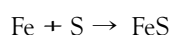
*Resolución:*

*Rpta:*

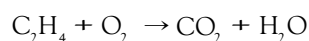
*Rpta:*

## Ahora en tu cuaderno

7. Se hace reaccionar 10,08 g de hierro y 5,12g de azufre. Determina el peso de la sustancia en exceso. ( $\text{Fe} = 56$  ;  $\text{S} = 32$ )

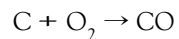


10. Determina el volumen de oxígeno gaseoso que se ha empleado para liberar 100 litros de  $\text{CO}_2$ , de acuerdo a:

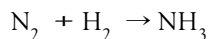


8. Se hace reaccionar 42g de nitrógeno con 15g de hidrógeno. ¿Qué peso de amoníaco se formará? ( $\text{N} = 14$ ;  $\text{H} = 1$ )

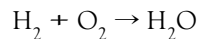
11. ¿Qué masa de carbón de 60% de pureza deberá quemarse para formar 560g de monóxido de carbono?



9. ¿Qué volumen de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) se formará a partir de 12 litros de  $\text{H}_2$  gaseoso?

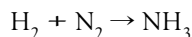


12. ¿Cuántos gramos de agua se formará si reaccionan? totalmente 40g de oxígeno con suficiente cantidad de hidrógeno si la eficiencia de la reacción es de 60%?

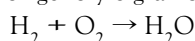


## Para reforzar

1. ¿Cuántos gramos de amoníaco se formará cuando se combinan 56g de nitrógeno con 24g de hidrógeno?



- a) 33                      b) 34                      c) 68  
d) 17                      e) N.A.
2. ¿Cuántos gramos de agua se formará al reaccionar 8 gramos de oxígeno y 8 gramos de hidrógeno?

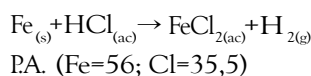


- a) 8                      b) 10                      c) 12  
d) 32                      e) 44
3. En la reacción:  
 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$   
Si se forman 8 gramos de NaOH, ¿cuántos gramos de gas  $\text{H}_2$  se liberó?

- a) 0,1                      b) 0,2                      c) 0,5  
d) 0,8                      e) 1,0
4. De acuerdo a la reacción:  
 $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2$   
¿Cuántas moles de hidrógeno gaseoso: ( $\text{H}_2$ ) se forman con 5,4g de Aluminio: (Al)?  
Masa atómica: Al = 27

- a) 1,5                      b) 1,2                      c) 3,0  
d) 3,6                      e) 0,3
5. De acuerdo a la reacción:  
 $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$   
¿Cuántos moles de oxígeno gaseoso  $\text{O}_2$  reaccionan con 6,8g de  $\text{NH}_3$ ?

- a) 0,4                      b) 0,5                      c) 0,6  
d) 0,7                      e) 0,8
6. Se trata 11,2 g de hierro metálico con ácido clorhídrico al 36,5 % en peso y cuya densidad es 1,1 g/mL. ¿Qué volumen de ácido se consume?



- a) 18,6 L                      b) 40 mL                      c) 22,4 mL  
d) 32,6 L                      e) 36,36 mL

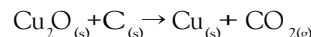
7. ¿Cuántos litros de  $\text{NH}_3$  se forman de la síntesis de 8L de  $\text{N}_2$  con suficiente cantidad de  $\text{H}_2$ ?

- a) 8                      b) 16                      c) 20  
d) 24                      e) 30

8. Halla el volumen de  $\text{CO}_2$  a condiciones normales, que se obtiene por descomposición térmica de 10g  $\text{CaCO}_3$ .  
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$   
Masa atómica: (Ca=40, C=12, O=16)

- a) 1,12L                      b) 2,24L                      c) 3,36L  
d) 5,4L                      e) 5,6L

9. Cuando se requiere refinar una mena de cobre que contiene óxido cuproso se da la siguiente reacción:



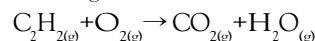
Si se tiene 395 g de  $\text{Cu}_2\text{O}$  y 140 g de carbono, indica el reactivo en exceso y la masa de  $\text{CO}_2$  que se forma. Dato: P.A. (Cu=63,5)

- a) 320,8 g                      b) 120,6 g                      c) 126,6 g  
d) 272 g                      e) 175,3 g

10. ¿Cuántos litros de  $\text{O}_2$  reaccionan con 6L de  $\text{H}_2$  a las mismas condiciones, para formar  $\text{H}_2\text{O}$ ?

- a) 12                      b) 10                      c) 4  
d) 3                      e) 2

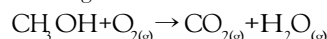
11. En las soldaduras se emplean sopletes de oxiacetileno que puede alcanzar temperaturas de 2000°C, la elevada temperatura es producto de la combustión del acetileno según:



Si se quema 100 L de acetileno, ¿qué volumen de aire se debe consumir? Aire: 20% Vol  $\text{O}_2$ , 80% Vol  $\text{N}_2$

- a) 1250 L                      b) 965 L                      c) 1825 L  
d) 2500 L                      e) 1625 L

12. El metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) se utiliza como combustible para autos de carrera. Se quema en el motor de combustión según la reacción:



A partir de 400 g de  $\text{CH}_3\text{OH}$  y 612 g de  $\text{O}_2$  se han producido 450 g de  $\text{CO}_2$ . ¿Cuál es la eficiencia del proceso?

- a) 92,6 %                      b) 75 %                      c) 62,5 %  
d) 81,8 %                      e) 60 %