

# 63.01 / 83.01 Química

---

Departamento de Química



**.UBAfiuba**   
FACULTAD DE INGENIERÍA

# Química 63.01- 83.01- 2020

## G4.B TERMOQUÍMICA

**10)** Una caldera para generación de vapor se alimenta con 200 kg de fuel-oil por día. Considerar al eicosano ( $C_{20}H_{42}$ ) como hidrocarburo representativo del combustible.

**a)** ¿Cuál es el caudal de aire requerido para dicha combustión en  $m^3$  CNPT/h? Considerar que se introduce un exceso de aire respecto de los valores estequiométricos, del 23% en volumen, a fin de asegurar una buena combustión.

**b)** ¿Cuál es el calor utilizable si las pérdidas por radiación son de 5%, y con los gases de chimenea se pierde un 3%?

**c)** ¿Cuál es la máxima producción de vapor de agua a  $100^\circ C$  y 1 atm en kg/h? Considerar que el agua entra a la caldera a la temperatura de  $90^\circ C$

Datos:  $C_p$   $H_2O$  (l) =  $1.0 \text{ kcal/kg}\cdot^\circ C$ ,  $\Delta H_{\text{vaporización}} H_2O = 9.73 \text{ kcal/mol}$ ,  $\Delta H_{\text{combustión}} C_{20}H_{42} = -3384 \text{ kcal/mol}$

**Rta:** **a)**  $118.25 \text{ m}^3$  CNPT/h, **b)**  $9.20 \times 10^4 \text{ kcal/h}$ , **c)**  $167 \text{ kg/h}$



Recordando de la clase teórica:

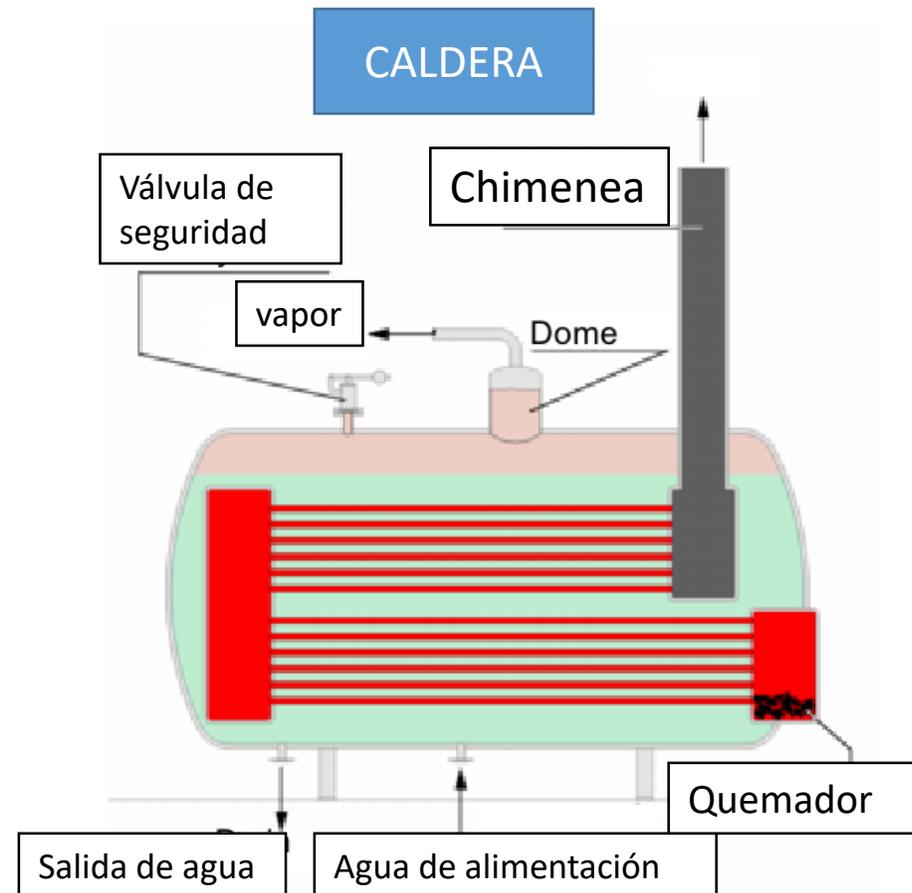
*La reacción de combustión es una reacción química exotérmica de una sustancia (o una mezcla de ellas) denominada combustible, con el oxígeno.*

En este problema el oxígeno es aportado por el aire (21% v/v de  $O_2$ ). El aire es el *comburente*, y consideramos el eicosano  $C_{20}H_{42}$  como *combustible*.

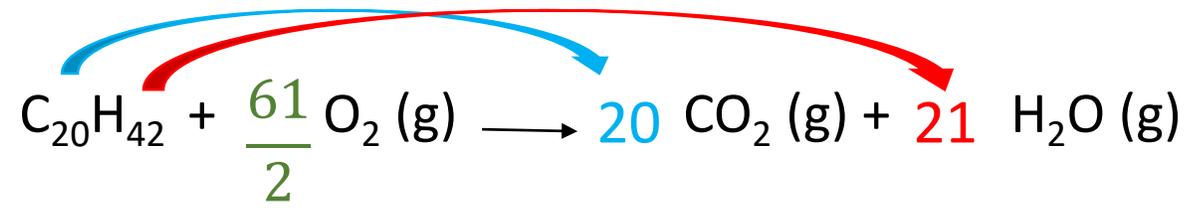
La caldera es una máquina para generar vapor. Tiene un quemador donde ocurre la combustión.

Los gases generados le transmiten calor al agua, a través de la cañería, generando vapor. No hay contacto directo entre los gases y el agua que se vaporizará.

El vapor se puede usar para generación de energía.



## Plantear ecuación de combustión y balancear



Oxígeno:  $20 \times 2 + 21 = 61$

$$\Delta H_{\text{comb}} = -3384 \text{ kcal/mol}$$

Expresado por  
mol de  
sustancia que  
se quema

Como hay un exceso de aire, por lo tanto de oxígeno, la combustión será completa y el producto tendrá el máximo nivel de oxidación posible:  $\text{CO}_2$ .



a) ¿Cuál es el caudal de aire requerido para dicha combustión en  $m^3$  CNPT/h? Considerar que se introduce un exceso de aire respecto de los valores estequiométricos, del 23% en volumen, a fin de asegurar una buena combustión.

- Calcular el N° de moles de eicosano en el problema. Se sabe que se alimenta con 200 kg/día.

$$\frac{n}{\text{día}} = \frac{m}{\text{día masa molar}} = \frac{200000 \text{ g/día}}{282 \text{ g/mol}} = 709,2 \text{ mol/día}$$

- El caudal de aire se requiere en horas, pasar este dato a moles eicosano/hora.

$$709,2 \frac{\text{mol}}{\text{día}} \frac{\text{día}}{24 \text{ h}} = 29,55 \text{ mol/h}$$



- Con el dato de los moles de eicosano, recalcular los moles del resto de las especies



$$29,55 \frac{\text{mol O}_2}{\text{h}} \times \frac{61}{2} = 901,3 \frac{\text{mol}}{\text{h}} \text{O}_2(\text{g})$$

- A partir del N° de moles de oxígeno, calcular su volumen en CNPT

$$V_{\text{CNPT}} = \frac{nRT}{P} = \frac{901,28 \text{ mol O}_2 \times 0,082 \text{ L atm} \times 273 \text{ K}}{h \text{ K Mol } 1 \text{ atm}} = 20176 \frac{\text{L O}_2}{\text{h}}$$

Considero  
GAS IDEAL

CNPT:  
273 K 1 atm

20176 L/h \_\_\_\_\_ 21% aire

96076 L/h \_\_\_\_\_ 100% aire (teórico)

El O<sub>2</sub> proviene del aire y representa el 21% v/v de este:

Exceso de aire de  
23% en volumen

96076 L/h x 1,23 = 118174 L/h

1 m<sup>3</sup> = 1000 L

118,2 m<sup>3</sup> de aire/h



b) ¿Cuál es el calor utilizable si las pérdidas por radiación son del 5% y con los gases de la chimenea se pierde un 3%?

$$\Delta H_{\text{combustión}} \text{C}_{20}\text{H}_{42} = -3384 \text{ kcal/mol}$$

- $Q_{\text{combustión}} = Q_{\text{útil}} + Q_{\text{pérdidas}}$  Reordenando:

- $Q_{\text{útil}} = Q_{\text{combustión}} - Q_{\text{pérdidas}} = -99997 \text{ kcal/h} - (-8000) \text{ kcal/h} = -91997 \text{ kcal/h}$

$$Q_{\text{combustión}} = n_{\text{combustible}} \times \Delta H_{\text{combustión}} = 29,55 \text{ mol/h} \times (-3384 \text{ kcal/mol}) = -99997 \text{ kcal/h}$$

Las pérdidas por radiación y por gases de chimenea suman el 8% del calor de combustión

$$Q_{\text{pérdidas}} = n_{\text{combustible}} \times \Delta H_{\text{combustión}} \times (0,05 + 0,03) = 29,55 \text{ mol/h} \times (-3384 \text{ kcal/mol}) \times 0,08 = -8000 \text{ kcal/h}$$

Al mismo resultado se llega teniendo en cuenta el porcentaje de calor útil: 92%

$$Q_{\text{útil}} = n_{\text{combustible}} \times \Delta H_{\text{combustión}} \times 0,92 = 29,55 \text{ mol/h} \times (-3384 \text{ kcal/mol}) \times 0,92 = -91997 \text{ kcal/h}$$

Notar que Q es menor a cero. Según **convención egoísta**, si el calor se libera, es negativo. Por lo tanto, el signo se corresponde con la interpretación del problema.



c) ¿Cuál es la máxima producción de vapor de agua a 100°C y 1 atm en kg/h? Considerar que el agua entra a la caldera a la temperatura de 90°C.  $C_p \text{ H}_2\text{O (l)} = 1,0 \text{ kcal/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ,  $\Delta H_{\text{vaporización}} \text{ H}_2\text{O} = 9,73 \text{ kcal/mol}$

El calor útil generado en la combustión va a ser recibido por el agua que circula en la cañería. El agua va a usar ese calor para calentarse desde 90 °C a 100°C (*calor sensible*) y para pasar a fase vapor (*calor latente*).

$$|Q_{\text{útil}}| = Q_{\text{recibido por el agua}} = n\text{H}_2\text{O} \times [C_p \times (T_f - T_i) + \Delta H_{\text{vaporización}} ]$$

$$91997 \text{ kcal/h} = n\text{H}_2\text{O} \times \left[ 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \times (100^\circ\text{C} - 90^\circ\text{C}) + 9,73 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}} \frac{1000 \text{ mol}}{18 \text{ kg}} \right]$$

$$n\text{H}_2\text{O} = \frac{91997 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{550,6 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 167,1 \text{ kg vapor /h}$$

**No confundir**  
los moles de agua  
producto de la reacción  
de combustión, con los  
moles de agua que  
producirán vapor!



# 63.01 / 83.01 Química

---

Departamento de Química

