

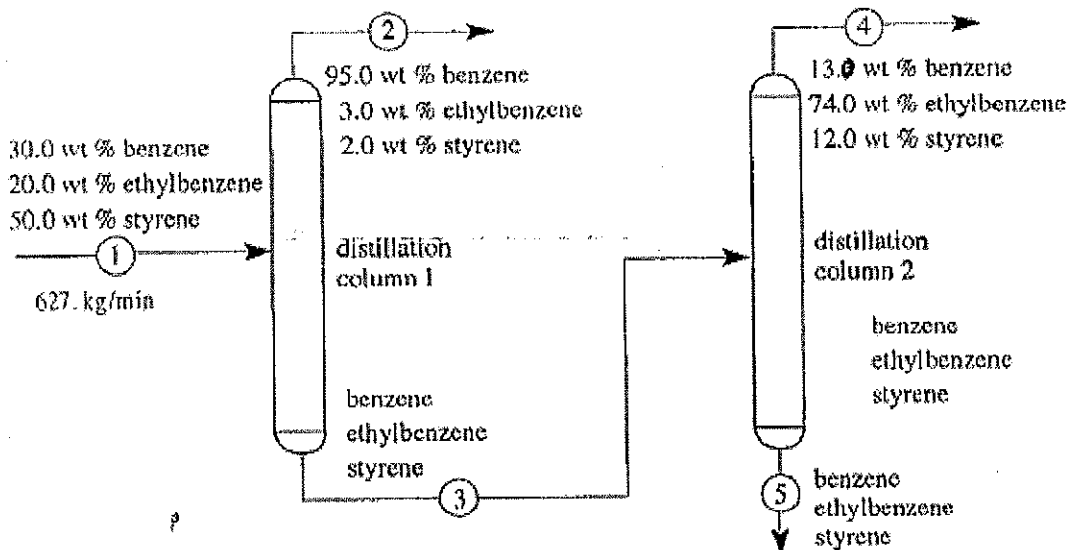
Apellidos, Nombre: .....

**BALANCE DE MATERIA****(5 Puntos)**

En la figura inferior se representa una parte de un proceso que produce estireno a partir de benceno y etileno. El benceno se recicla a un reactor de alquilación y el sub-producto etilbenceno se recicla a un reactor de deshidrogenación. La corriente 2 constituye el 28,0% de la corriente 1. También, el 97% del etilbenceno en la corriente 3 abandona la columna de destilación 2 a través de la corriente 4.

Calcular:

- el caudal ( $Q_3$ ,  $Q_4$  y  $Q_5$ ) de las corrientes 3, 4 y 5 (en kg / min)
- la composición de las corrientes 3 y 5 en % p/p.



## BALANCE DE MATERIA. (5 pts)

En la Figura inferior se representa una parte de un proceso que produce estireno a partir de benceno y etileno. El benceno se recicla a un reactor de alquilación y el sub-producto etilbenceno se recicla a un reactor de deshidrogenación. La corriente 2 constituye el 28,0% de la corriente 1. También, el 97% del etilbenceno en la corriente 3 abandona la columna de destilación 2 a través de la corriente 4. Calcular: el caudal  $Q_3$  y (b) la composición de las corrientes 3, 4 y 5, de las corrientes  $(B_3, EB_3, ST_3, B_5, EB_5, ST_5)$  (en % p/p)

Encuear Figura

$$Q_2 = 627 \text{ kg/min} \times \frac{28}{100} = 175,6 \text{ kg/min}; \quad Q_3 = 451,4 \text{ kg/min}$$

Balances en la columna 1: 3 ecuaciones y tres incógnitas.

$$(1) \quad B: \quad 627 \cdot 0,30 = 175,6 \cdot 0,95 + 451,4 \cdot B_3$$

$$(2) \quad EB: \quad 627 \cdot 0,20 = 175,6 \cdot 0,03 + 451,4 \cdot EB_3$$

$$(3) \quad ST: \quad 627 \cdot 0,50 = 175,6 \cdot 0,02 + 451,4 \cdot ST_3$$

$$B_3 = 0,045 \approx 4,7\% \text{ p/p}$$

$$EB_3 = 0,206 \approx 20,6\% \text{ p/p}$$

$$ST_3 = 0,687 \approx 68,7\% \text{ p/p}$$

Balances en la columna 2: 5 ecuaciones y 5 incógnitas.

$$(1) \quad B: \quad 451,4 \cdot 0,045 = Q_4 \cdot 0,13 + Q_5 \cdot B_5$$

$$(2) \quad EB: \quad 451,4 \cdot 0,206 = Q_4 \cdot 0,74 + Q_5 \cdot EB_5$$

$$(3) \quad ST: \quad 451,4 \cdot 0,687 = Q_4 \cdot 0,12 + Q_5 \cdot ST_5$$

$$(4) \quad \text{TOTAL} \quad 627 = Q_2 + Q_4 + Q_5 = 175,6 + Q_4 + Q_5$$

$$451,4 = Q_4 + Q_5; \quad \Rightarrow \quad Q_5 = 294,0$$

$$(5) \quad \frac{97}{100} \cdot Q_3 \cdot EB_3 = Q_4 \cdot EB_4; \quad \frac{97}{100} \cdot 451,4 \cdot 0,206 = Q_4 \cdot EB_4$$

$$Q_4 = 157,4$$

$$B_5 = 0,370$$

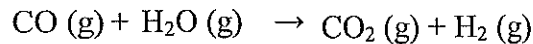
$$EB_5 = 0,012 \approx 1,2\%$$

$$ST_5 = 0,990 \approx 98,5\%$$

Apellidos, Nombre.....

**BALANCE DE ENERGIA****(5 Puntos)**

En una instalación productora de hidrogeno se obtienen 10 t de hidrogeno por día. El proceso de obtención se basa en la reacción siguiente

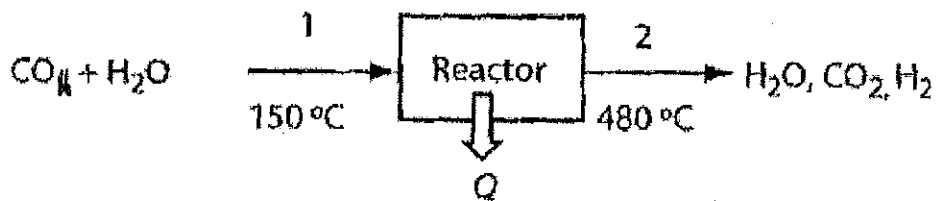


Que se realiza hacienda pasar CO y vapor de agua a través de un lecho catalítico a presión próxima la atmosférica. El reactor está totalmente envuelto en una camisa exterior para la circulación de agua de refrigeración. La mezcla reaccionante entra a 150 °C y los productos abandonan el reactor a 480°C. Con el fin de conseguir una conversión total del CO, se utiliza un 50% de exceso de vapor de agua sobre la cantidad estequiométrica.

Calcular el "heat duty" del reactor.

**Datos:**

| <u>Sustancia</u>     | <u><math>\Delta H_f</math> 18°C, 1 atm (Kcal/kmol)</u> | <u><math>C_p^{(1)}</math> (Kcal/kmol°C)</u> |
|----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| CO <sub>2</sub>      | - 94052                                                | 7                                           |
| CO                   | - 26416                                                | 7                                           |
| H <sub>2</sub> O (g) | - 57798                                                | 8,16                                        |
| H <sub>2</sub>       | -                                                      | 7                                           |



(1) Capacidades caloríficas medias entre 18 y 480°C.

$$W_2 H_2 = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ kg/dia}}{2 \text{ kg/kmol}} = 5000 \text{ kmol/dia.}; W_2 CO_2 = 5000 \text{ kmol/d}$$

$$W_1 CO = 5000 \text{ kmol/d.}$$

$$W_1 H_2O = 1,5 \times 5000 \text{ kmol/d} = 7500 \text{ kmol/d.}$$

$$W_2 H_2O = 7500 - 5000 = 2,500 \text{ kmol/d.}$$

| <u>Subst.</u>    | <u>HE</u> | <u>HE.</u>   | <u>US</u> | <u>HS</u>    |
|------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| CO               | 5000      | 7(150-18)    | -         |              |
| H <sub>2</sub> O | 7500      | 8,16(150-18) | 2500      | 8,16(480-18) |
| H <sub>2</sub>   | -         | -            | 5000      | 7(480-18)    |
| CO <sub>2</sub>  | -         | -            | 5000.     | 7(480-18).   |

$$\Delta H_{\text{reac}}^{28^\circ\text{C}} = \Delta H_f^{\text{reac}} CO_2(s) - (\Delta H_f^{18^\circ\text{C}} CO + \Delta H_f^{18^\circ\text{C}} H_2O) =$$

$$= (-94052) - [(-26416) + (-57798)] = -9838 \text{ kcal}$$

$$(a) \Delta H_{\text{heat duty}} = \frac{(-9838 \text{ kcal/kmol}) \times 5000 \text{ kmol}}{1} +$$

$$+ [2500 \cdot 8,16(480-18) + 5000 \cdot 7(480-18) + 5000 \cdot 7(480-18) - [5000 \cdot 7(150-18) + 7500 \cdot 8,16(150-18)]] = -20123600 \text{ kcal/d}$$

$$\underline{\underline{-20123600 \text{ kcal/d}}}$$

$$(b) Q_{H_2O(l)} = m \cdot c \cdot \Delta T ;$$

$$m = \frac{Q_{\text{heat duty } H_2O(l)}}{c \cdot \Delta T} = \frac{20123600 \text{ kcal/d}}{1 \text{ kcal/kg} \cdot \text{d} \cdot 20^\circ\text{C}} =$$

$$= 1006180 \text{ kg H}_2\text{O(l)/dia}$$

$$c) 41924 \text{ kg H}_2\text{O(l)/h.}$$