

1/26

## Química Industrial I

### Capitulo II.- Refinación del Petróleo. Proceso de Craqueo Catalítico. Continuación.

2/26

## 5. Craqueo Catalítico

1. Introducción
2. Tipos de Craqueo Catalítico
  - ✓ Lecho fluidizado
  - ✓ Lecho móvil
3. Reacciones
4. Mecanismo de reacción
5. Catalizadores
6. Proceso
7. Variables del Proceso
8. Plantas industriales

3/26

## 5. Craqueo Catalítico

### 1. Introducción

- ✓ El proceso mas importante para la conversión a gasolina.
- ✓ Lecho móvil o fluidizado
- ✓ Catalizadores semejante pero diferente configuración física
- ✓ Se produce coque.
- ✓ Regeneración del catalizador
- ✓ Reacción de craqueo endotérmica, regeneración exotérmica.

4/26

## 5. Craqueo Catalítico

### 2. Tipos de craqueo catalítico

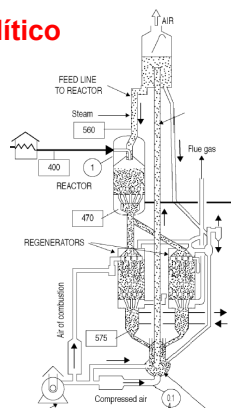
- ✓ Lecho Móvil:
  - Thermafor Catalytic Cracking (TCC) es representativo de estas unidades.
  - Catalizador en forma de esferas o cilindros con diámetros entre 1/8 y 1/4 de pulgada.
- ✓ Lecho fluidizado:
  - Fluid Catalytic Cracker (FCC) es representativo de estas unidades
  - Catalizador en partículas de alrededor de 50 micras

5/26

## 5. Craqueo Catalítico

### Lecho Móvil:

- ✓ Lecho sólido
- ✓ Lecho continuo
- ✓ Masa compacta

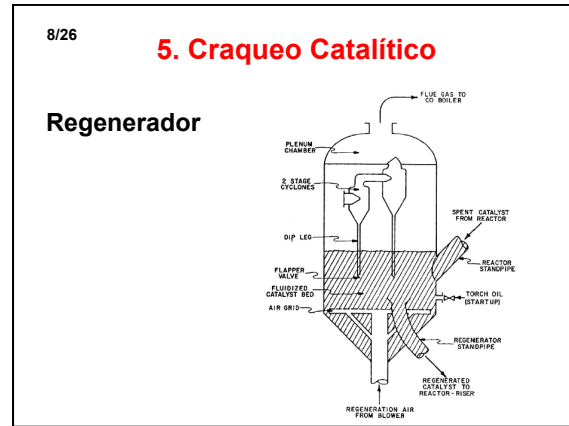
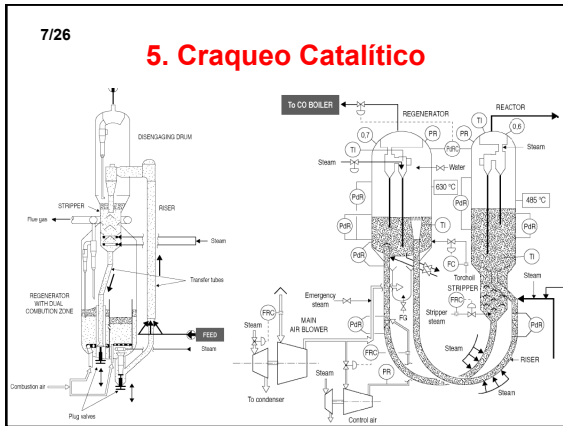


6/26

## 5. Craqueo Catalítico

### Lecho Fluidizado:

- ✓ Muchos diseños
  - ESSO
  - RISER
  - UOP
  - KELLOGG



9/26

### 5. Craqueo Catalítico

#### 3. Reacciones de Craqueo

- ✓ **Primarias:**
  - Parafina → parafina + olefina
  - Alquil nafteno → nafteno + olefina
  - Alquil aromático → aromático + olefina
- ✓ **Secundarias:**
  - Polimerización de olefinas

10/26

### 5. Craqueo Catalítico

#### 3. Reacciones de Craqueo

- ✓ **Craqueo de parafinas**
  - Producción alta de C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> en gases
  - Isomerización hacia estructuras ramificadas
  - Formación de aromáticos por reacción secundaria de olefinas
- ✓ **Craqueo de olefinas**
  - Isomerización, polimerización, saturación, aromatización y formación de coque
  - La isomerización por saturación y aromatización ayudan a aumentar octanaje

11/26

### 5. Craqueo Catalítico

#### 3. Reacciones de Craqueo

- ✓ **Craqueo Naftenos**
  - Deshidrogenación a aromáticos.
  - Alta deshidrogenación de naftenos C<sub>9</sub> y mayores (aumentan octanaje)
- ✓ **Craqueo de Aromáticos**
  - Con grupos alquilo de menos de 3 carbonos: no son muy reactivos.
  - Ruptura de cadenas laterales sin romper el anillo.

12/26

### 5. Craqueo Catalítico

#### 4. Mecanismo de reacción

- **Etapa 1: Iniciación. Craqueo térmico suave**

$$nC_8H_{18} \rightarrow CH_4 + R-CH=CH_2$$
- **Etapa 2: Transferencia de un protón**

$$R-CH=CH_2 + H_2O + \left[ \begin{array}{c} O \\ | \\ A-O-Si \\ | \\ O \end{array} \right] \rightarrow R-\overset{+}{C}H-CH_3 + [HO-Al-O-Si]^-$$
- **Etapa 3: Escisión beta**

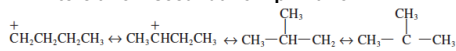
$$R-\overset{+}{C}H-CH_3 \rightarrow CH_3CH_2=CH_2 + \overset{+}{C}H_2CH_2CH_2CH_3$$

13/26

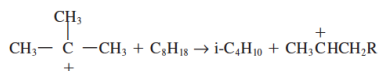
## 5. Craqueo Catalítico

### 4. Mecanismo de reacción

- Etapa 4: Reordenamiento hacia una estructura mas estable:  
terciario > secundario > primario



- Etapa 5: Transferencia del ión hidrógeno

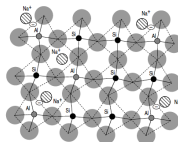


14/26

## 5. Craqueo Catalítico

### 5. Catalizadores

- Se pueden dividir
  - Aluminosilicatos naturales tratados con acido
  - Combinaciones de alumina-silicio sintéticas amorfas.
  - Catalizadores de alumina-silicio sintéticos cristalinos (zeolitas o tamices moleculares)



	Amorphous	Zeolite
Coke, wt%	4	4
Conversion, vol%	55	65
C <sub>3</sub> + gasoline, vol%	38	51
C <sub>1</sub> - gas, wt%	7	6
C <sub>4</sub> 's, vol%	17	16

15/26

## 5. Craqueo Catalítico

### ✓ Ventajas de las zeolitas:

- Actividad mas alta
- Rendimientos a gasolinas mayores para una misma conversión
- Producción de gasolinas con mayor porcentaje de parafinas y aromáticos
- Menor producción de coque
- Mayor producción de isobutano
- Conversiones mas altas sin craqueo excesivo
- Tiempos de residencia cortos

16/26

## 5. Craqueo Catalítico

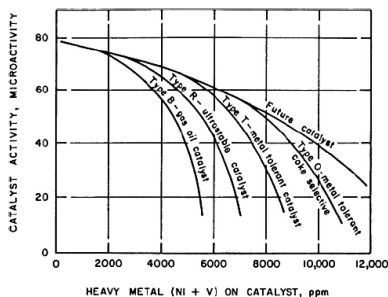
### 5. Catalizadores

- Venenos: nitrógeno básico, hierro, níquel, vanadio y cobre.
- El nitrógeno reacciona con los centros ácidos
- Los metales se depositan sobre la superficie
- Los metales se acumulan
- Los metales aumentan la formación de coque
- Los metales disminuyen la cantidad de coque eliminado en regeneración

17/26

## 5. Craqueo Catalítico

### • Actividad del catalizador vs rendimiento



18/26

## 5. Craqueo Catalítico

### 6. Proceso

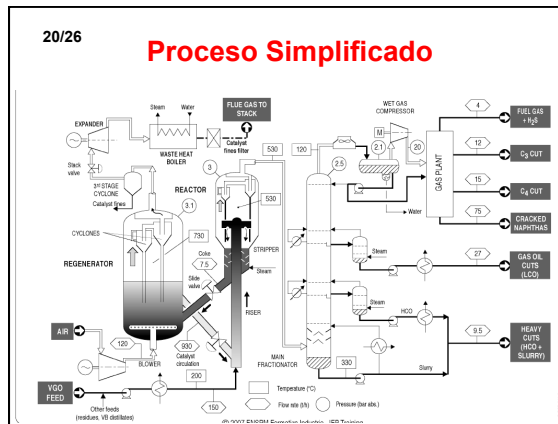
- La alimentación se pone en contacto con el catalizador.
- El catalizador se va desactivando con el avance de la reacción
- Separación mecánica de los vapores y catalizador mediante ciclones.
- Agotamiento de hidrocarburo mediante inyección de vapor.
- Separación de los productos en torre fraccionadora

19/26

### 5. Craqueo Catalítico

#### 6. Proceso

- ✓ Regeneración mediante combustión con aire.
- ✓ Las temperaturas en regenerador son controladas con control de flujo de aire.
- ✓ Temperaturas medias del reactor entre 450 – 510 °C
- ✓ Temperaturas medias de la alimentación entre 315 – 450 °C
- ✓ Temperaturas medias salida del regenerador entre 590 – 690 °C

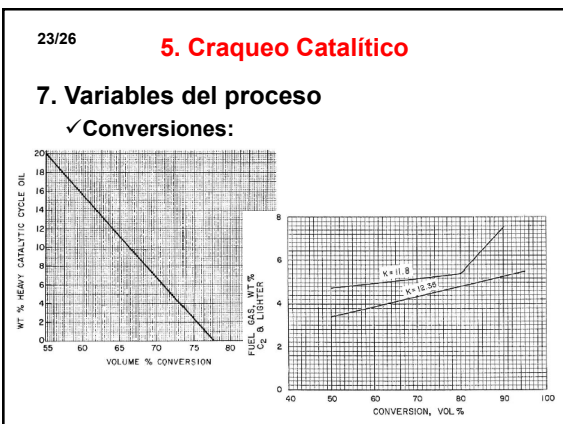
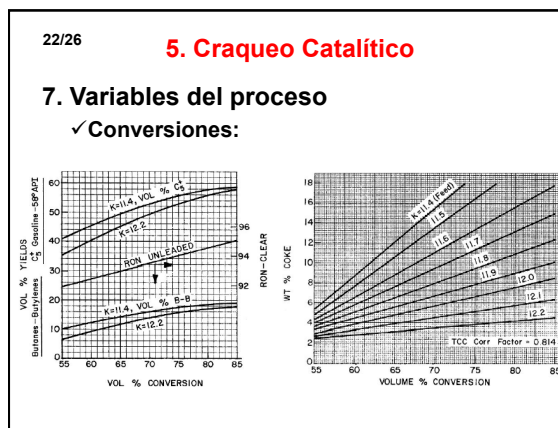


21/26

### 5. Craqueo Catalítico

#### 7. Variables del proceso

- ✓ Aumentan la conversión:
  - Incrementando la temperatura de reacción
  - Incrementando relación catalizador/aceite
  - Incrementando la actividad del catalizador
  - Disminuyendo velocidad espacial
- ✓ Un aumento en conversión no implica aumento a gasolina
- ✓ Presiones: 15 – 20 psig
- ✓ Si aumenta presión, aumenta producción de coque y grado de saturación de la gasolina pero disminuye octanaje.



25/26

## 5. Craqueo Catalítico

### 8. Plantas industriales



26/26

## 5. Craqueo Catalítico

### 8. Plantas industriales

