



# ปีเตอร์เคมี

ฐิติพรรณ นิมสุข





# ๓ แก๊สธรรมชาติและน้ำมัน







# contents

1

ความหมายของปุ๋ยโตรเคมี และการนำไปใช้ประโยชน์

2

กำเนิดของปุ๋ยโตรเลียม และการกักเก็บปุ๋ยโตรเลียมตามธรรมชาติ

3

การสำรวจแหล่งปุ๋ยโตรเลียมและการผลิตปุ๋ยโตรเลียม

4

องค์ประกอบปุ๋ยโตรเลียม และกระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง





## ความหมายปีโตรเลียม

- ❖ น้ำมันที่แทรกตัวอยู่ในหินที่มีรูพรุนซึ่งอยู่ใต้พื้นดิน
- ❖ ปีโตรเลียมเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอันสลับซับซ้อนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก





# ความหมายปิโตรเลียม

**Petroleum**

**Petra**

**หิน**

**Oleum**

**น้ำมัน**





## การใช้ประโยชน์ของปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมนำมาใช้ประโยชน์ใน 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

- ❖ เชื้อเพลิงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงยานยนต์ต่าง ๆ น้ำมันเตาในอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงให้ความร้อนในบ้านเรือน ก๊าซหุงต้มและการผลิตไฟฟ้า
- ❖ เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารปิโตรเคมี





# ทฤษฎีกำเนิดปิโตรเลียม

## inorganic theory

น้ำมันเกิดจาก calcium carbide ภายใต้พื้นผิวโลก ทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็น acetylene ก๊าซนี้ถูกกักมันตภาพรังสีชนิดอนุภาคอัลฟา ทำให้ก๊าซรวมตัวด้วยกระบวนการ polymerization ทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นน้ำมันดิบ ใต้ผิวโลก





# ทฤษฎีกำเนิดปิโตรเลียม

## organic theory

ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมและแปรสภาพของซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก โดยซากสิ่งมีชีวิตและกรวด ดิน ทราย ทับถมกันเกิดเป็นชั้นตะกอน ต่อมาเกิดน้ำหนักกดทับจนกลายเป็นชั้นหินทราย ชั้นหินปูน ชั้นหินดินดาน ความกดดันจากชั้นหิน ผนวกกับความร้อนใต้ผิวโลก และการสลายตัวของสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย ทำให้กลายสภาพเป็นหยดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ







## การกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ

ปิโตรเลียมจะเกิดขึ้นและแทรกตัวอยู่ตามชั้นหินที่มีช่องว่าง เรียกว่า **หินต้นกำเนิด (source rock)** เมื่อเกิดการบีบอัดหินต้นกำเนิด ปิโตรเลียมเคลื่อนย้ายออกจากหินต้นกำเนิด และแทรกตัวขึ้นมาสะสมตามรูพรุนของหินบริเวณหนึ่ง เรียกว่า **หินกักเก็บ (reservoir rock)** ปิโตรเลียมจะเคลื่อนย้ายจากหินกักเก็บมารวมกันเป็นปริมาณมาก มายัง **แหล่งกักเก็บ (trap)** เนื่องจากไม่สามารถแทรกตัวต่อไปได้อีก





## การกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ

น้ำมันและแก๊สที่เคลื่อนที่ไปจะรวมตัวเป็นแหล่งน้ำมันได้เมื่อมีภาวะ  
สามอย่างเกิดขึ้น คือ

- ❖ มีหินที่ทำหน้าที่ให้น้ำมันมาอัดเกาะอยู่ได้ เรียกว่า หินอุ้มน้ำมัน  
หรือหินกักเก็บ
- ❖ หินกักเก็บจะต้องถูกปิดทับด้วยชั้นหินที่ไม่ยอมให้น้ำมันไหลซึม  
ออกไป เรียกว่า หินปิดกั้น (roof rock) เช่น หินดินดาน
- ❖ มี trap ซึ่งเป็นชั้นหินกักเก็บน้ำมัน โดยลักษณะชั้นหินต้องมี  
seal กันไม่ให้น้ำมันหนีออกไปด้านข้าง





# การกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ



แหล่งกักเก็บ  
แบบรูปโค้ง  
ประทุนคว่ำ

แหล่งกัก  
เก็บในรอย  
เลื่อน

แหล่งกักเก็บ  
แบบโดมหิน  
เกลือ

แหล่งกักเก็บ  
แบบรูป  
ระดับชั้น





# การสำรวจแหล่งปีโตรเลียมและการผลิตปีโตรเลียม

## ขั้นตอนการสำรวจ







# การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

## 1. การสำรวจทางธรณีวิทยา

สำรวจหาว่ามีชั้นหินที่เป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมอยู่หรือไม่ และอยู่ที่ไหน รวมทั้งเก็บตัวอย่างหินเพื่อวิเคราะห์อายุและสารต้นกำเนิดปิโตรเลียม เริ่มการสำรวจด้วยการทำแผนที่โดยอาศัยภาพถ่ายทางอากาศเพื่อดูบริเวณที่มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาน่าสนใจ แล้วจึงเดินสำรวจและเก็บตัวอย่าง การสำรวจทางธรณีวิทยาสามารถคาดคะเนได้ว่า โครงสร้างหินบริเวณนั้นเหมาะสมเป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมหรือไม่





# การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

## 2. การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

เพื่อยืนยันลักษณะของชั้นหินและชั้นตะกอนในแนวลึก  
โดยมีวิธีสำรวจ 4 วิธี ได้แก่

1. สำรวจด้วยคลื่นความสั่นสะเทือน
2. สำรวจด้วยการวัดค่าสนามแม่เหล็ก
3. สำรวจด้วยการวัดค่าแรงดึงดูดของโลก
4. สำรวจด้วยการวัดค่าความต้านทานของชั้นหินที่ระดับ

ความลึกต่าง ๆ โดยอาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางไฟฟ้า





# การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

## 3. การเจาะสำรวจ

การเจาะสำรวจเพื่อให้แน่ใจว่ามีปิโตรเลียมสะสมอยู่  
เพียงพอต่อการลงทุนหรือไม่

เริ่มจากการเจาะสุ่ม (wild cat well) เป็นการเจาะหลุมแรก  
บนโครงสร้างที่ผ่านการสำรวจ

เจาะสำรวจหาเขต (exploratory well) เป็นการวางโครงการ  
เจาะสำรวจเพื่อหาขอบเขตว่าจะมีปิโตรเลียมครอบคลุมพื้นที่มาก  
น้อยเพียงใด ก่อนทำการขุดเจาะหลุมทดลองผลิต เพื่อศึกษา  
ความสามารถในการผลิตและคำนวณหาปริมาณสำรอง



## องค์ประกอบของปิโตรเลียม

องค์ประกอบของปิโตรเลียมแต่ละแห่งไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับ

1. โครงสร้างสารอินทรีย์ในซากสิ่งมีชีวิต
2. ความลึกชั้นหินที่เป็นแหล่งกำเนิด
3. ชนิดของชั้นหินที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย
4. การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก





# องค์ประกอบของปิโตรเลียม

## ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติ คือ ของผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว มี non-hydrocarbon ปนอยู่บ้าง อาจอยู่ในรูปก๊าซ หรือ ละลายในน้ำมันดิบในชั้นใต้ดิน

องค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. องค์ประกอบที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอน คือ methane ( $C_1$ ) และ higher molecular weight hydrocarbon ( $C_2-C_7$ )
2. องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน เช่น  $H_2S$ ,

$CO_2$ ,  $N_2$ , He, Ar





# องค์ประกอบของปิโตรเลียม

## ก๊าซธรรมชาติ

### องค์ประกอบที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอน

- องค์ประกอบหลักของก๊าซธรรมชาติ คือ methane
- ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ในก๊าซธรรมชาติ เป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีสถานะก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ เช่น methane ethane propane butane เป็นต้น





# องค์ประกอบของปิโตรเลียม

## ก๊าซธรรมชาติ

### องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน

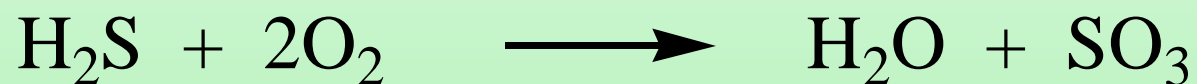
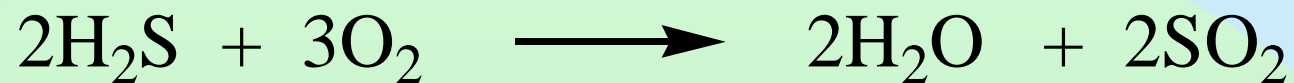
1.  $H_2S$  (hydrogen sulfide) พบปนในก๊าซธรรมชาติ มีข้อเสียคือ
  - มีกลิ่นไม่พึงประสงค์
  - สามารถละลายน้ำได้สารละลายเป็นกรดอ่อน ทำให้กัดกร่อนระบบท่อและเครื่องมือต่าง ๆ และหากนำก๊าซธรรมชาติที่มี  $H_2S$  อยู่ไปเผาไหม้จะเกิดสารประกอบ sulfur oxide ดังสมการ





## องค์ประกอบของปีโตรเลียม

### องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน – $H_2S$ -



- สารประกอบ sulfur oxide มีกลิ่นระคายเคือง นอกจากนี้จะได้กรดซัลฟูรัส และ กรดซัลฟูริก ที่มีฤทธิ์กัดกร่อน สารประกอบ sulfur oxide ละลายน้ำได้ดี อาจทำให้เกิดฝนกรดได้



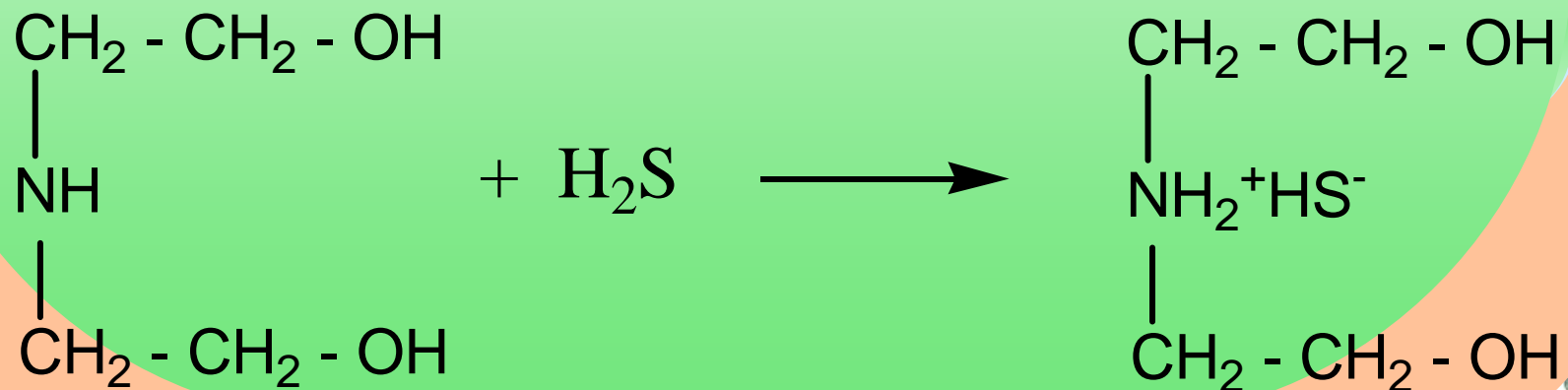




## องค์ประกอบของบีโตรเลียม

### องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน - $H_2S$ -

- สารประกอบ  $H_2S$  ปริมาณน้อยจะถูกกำจัดออกจากก๊าซธรรมชาติโดยวิธี sweetening process เนื่องจาก  $H_2S$  เป็นกรดอ่อนจะใช้เบสในการทำปฏิกิริยา เช่น เบสอ่อนที่มีความดันไอต่ำ diethanolamine

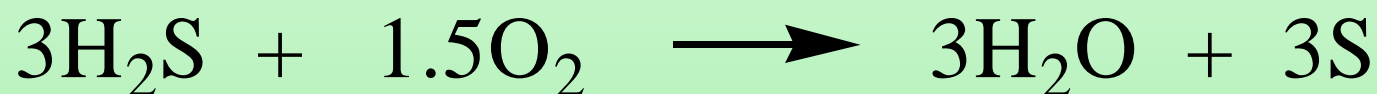




# องค์ประกอบของปิโตรเลียม

## องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน

- สารประกอบ  $H_2S$  ปริมาณมาก จะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกำมะถันขายแก่โรงงานผลิตกรดซัลฟูริก



## 2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ )

$CO_2$  ที่ปนอยู่ในก๊าซธรรมชาติจะเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของแข็งและจะอุดตันระบบส่งก๊าซต่าง ๆ ที่สภาวะอุณหภูมิต่ำ ๆ จึงต้องผ่านก๊าซธรรมชาติเข้า benefit unit เพื่อกำจัด  $CO_2$  โดยใช้สารละลาย potassium carbonate เป็นตัวดูดซับ

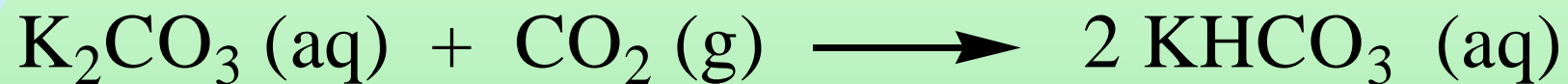




# องค์ประกอบของปุ๋ยโตรเลียม

## องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน

2. การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)



3. ความชื้น (moisture)

กระบวนการแยกก๊าซทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 C ดังนั้น ความชื้นหรือไอน้ำจะกลายเป็นน้ำแข็งอุดตันท่อต่าง ๆ และกักความร้อนได้ แก้ไขโดยใช้ สารที่มีรูพรุน และมีพื้นที่ผิวภายในสูง เช่น molecular sieve ในการดูดซับน้ำ





## ตัวอย่างการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

### 1. ก๊าซมีเทน

- เชื้อเพลิงรถโดยสาร NGV (natural gas for vehicles)
- เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตาใน โรงไฟฟ้าและ โรงงาน

อุตสาหกรรม

- เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี ผลิตแอม โมเนีย ยูเรีย เมทานอล

### 2. อีเทน เป็นวัตถุดิบสำหรับ โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เช่น ผลิตเอทิลีน





## ตัวอย่างการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

3. LPG (Liquefied petroleum gas) ประกอบด้วย โพรเพนและบิวเทน เป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม และสำหรับรถและอุตสาหกรรม
4. NGL (natural gas liquid) ก๊าซโซลีนธรรมชาติ ส่งเข้าโรงกลั่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันเบนซิน





## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- ❖ ในการพัฒนาและแปรรูปทรัพยากรปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทำได้โดยกระบวนการกลั่นน้ำมันหรือการแยกก๊าซธรรมชาติ
- ❖ น้ำมันดิบประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ตั้งแต่โมเลกุลเล็กสุดเป็นแก๊ส เช่น มีเทน ไปจนโมเลกุลใหญ่มากจนเป็นกิ่งของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และยังพบน้ำและเกลือแร่ปนอยู่ด้วย จึงไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง ต้องผ่านกระบวนการกลั่นและปรับปรุงคุณภาพเสียก่อน เรียกกระบวนการนี้ว่า **การกลั่น (refining) ในโรงกลั่นน้ำมัน (oil or petroleum refinery)**







## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- ❖ **กระบวนการกลั่นน้ำมัน** คือ กระบวนการแปรสภาพน้ำมันดิบ ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และยางมะตอย
- ❖ **กระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง** เป็นการแยกน้ำมันดิบออกเป็น ส่วนต่าง ๆ ที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน และผ่านน้ำมันเข้า กระบวนการต่าง ๆ และแปรสภาพเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **กระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง** ประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ คือ

1. การกลั่นหรือการแยก (separation)
2. การแปรรูปหรือการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (conversion)
3. การปรับปรุงคุณภาพ (treating)
4. การผสม (blending)





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 1. การกลั่นหรือการแยก (separation)

**กระบวนการแยกน้ำมันดิบ** คือ การแยกส่วนประกอบของน้ำมันดิบทางกายภาพ ส่วนใหญ่แยกโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วน (fractional distillation) โดยนำน้ำมันดิบมากลั่นในหอกลั่นบรรยากาศ น้ำมันดิบจะแยกเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่าง ๆ ที่มีช่วงจุดเดือดต่างกัน

หอกลั่นมีสองแบบ คือ **หอกลั่นบรรยากาศ** (atmospheric fractionating tower) เหมาะกับกลั่นแยกน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีจุดเดือดต่ำ และ **หอกลั่นสุญญากาศ** (vacuum fractionating tower) เหมาะกับแยกน้ำมันจุดเดือดสูง โดยจะช่วยลดจุดเดือดลงไม่ให้เกิด thermal cracking ในหอกลั่น





# หอกัดน้ำมัน





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน

## ❖ 1. การกลั่นหรือการแยก (separation)

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นบรรยากาศ

- ชั้นบนสุดของหอกกลั่น เป็นก๊าซ  $C_1 - C_4$
- ถัดลงมาเป็นส่วนประกอบของน้ำมันเบนซิน (gasoline :  $C_5 - C_{12}$ )
- ถัดลงมาเป็นส่วนประกอบของน้ำมันก๊าด (kerosene :  $C_{10} - C_{16}$ )
- ถัดลงมาเป็นส่วนประกอบของน้ำมันดีเซล (diesel :  $C_{15} - C_{22}$ )
- ส่วนล่างสุดเมื่อนำไปผ่านกรรมวิธีอื่น ๆ จะได้ น้ำมันหล่อลื่น (ออกจากส่วนกลางหอกกลั่นสุญญากาศ) น้ำมันเตา และ ยางมะตอย (ออกจากส่วนด้านล่างหอกกลั่นสุญญากาศ)



ผลิตภัณฑ์ที่ได้	จุดเดือด (°C)	สถานะ	จำนวน C	การใช้ประโยชน์
แก๊สปิโตรเลียม	< 30	แก๊ส	1 – 4	ทำสารเคมี วัสดุสังเคราะห์ เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม
เนฟทาเบา	30 – 110	ของเหลว	5 – 7	น้ำมันเบนซิน ตัวทำละลาย
เนฟทาหนัก	65 – 170	ของเหลว	6 – 12	น้ำมันเบนซิน เนฟทาหนัก
น้ำมันก๊าด	170 – 250	ของเหลว	10 – 19	น้ำมันก๊าด เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ไอพ่น และตะเกียง
น้ำมันดีเซล	250 – 340	ของเหลว	14– 19	เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล
น้ำมันหล่อลื่น	> 350	ของเหลว	19 – 35	น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง
ไไข	> 500	ของแข็ง	> 35	ใช้ทำเทียนไข เครื่องสำอาง ยาขัดมัน ผลิตภัณฑ์ซักฟอก
น้ำมันเตา	> 500	ของเหลวหนืด	> 35	เชื้อเพลิงเครื่องจักร
ยางมะตอย	> 500	ของเหลวหนืด	> 35	ยางมะตอย เป็นของแข็งที่อ่อนตัวและเหนียวหนืดเมื่อถูกความร้อน ใช้เป็นวัสดุกันซึม





# ประมวลผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันดิบ





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 2. การแปรรูปหรือการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (conversion)

เป็นการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลหรือโครงสร้างเคมี เพื่อให้ น้ำมันมีคุณภาพที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ เช่น การหาวิธีการผลิตน้ำมันเบนซินให้มากขึ้น โดยเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลน้ำมันชนิดอื่น ๆ กรรมวิธีแบบนี้ได้แก่

**2.1 กระบวนการแตกสลาย (cracking)** เป็นการแตกสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง อาจใช้ความร้อน (thermal cracking) หรือใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic cracking) หรือใช้ไฮโดรเจนช่วย (hydrocracking)





## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- ❖ **2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)** เป็นการจัดรูปโมเลกุลเสียใหม่ เช่น จากโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่งและวงแหวน เพื่อเพิ่มค่าออกเทนสำหรับน้ำมันเบนซิน
- ❖ **2.3 กระบวนการรวมโมเลกุล (alkylation และ polymerization)** เป็นการรวมโมเลกุลส่วนเบาเพื่อให้ได้โมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น พร้อมทั้งมีคุณสมบัติที่ดีกว่า





## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- ❖ **2.1 กระบวนการแตกสลาย (cracking)** เป็นการแตกสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง โดยอาศัยความร้อนหรือตัวเร่งปฏิกิริยา
- ❖ **2.1.1 Thermal cracking** เป็นกระบวนการแตกสลายน้ำมันดีเซล (gas oil) หรือ น้ำมันเตาโดยใช้ความร้อนสูงประมาณ 400 – 500 C ภายใต้ความดันสูง ได้ผลิตภัณฑ์ คือ ก๊าซส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภท olefin น้ำมันเบนซินซึ่งมีพวก aromatic สูง และน้ำมันเตาชั้นต่ำหรือ เขม่า ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ได้ประมาณ 50-70 % และมีค่าออกเทนประมาณ 65-70





## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **2.1.2 Catalytic cracking** เป็นกระบวนการแตกสลายน้ำมันดีเซล (gas oil) และน้ำมันหนัก โดยใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจเป็นพวกดินเหนียวธรรมชาติ เช่น kaolin, bentonite หรือพวกดินเหนียวสังเคราะห์ที่มีธาตุอะลูมิเนียมสูง หรือใช้ synthetic zeolite ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูง ก๊าซไฮโดรคาร์บอนประเภท olefin

❖ **2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)**

เป็นกระบวนการเปลี่ยนสภาพสารไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งให้เป็นสารไฮโดรคาร์บอนอีกชนิด โดยอาศัยความร้อนหรือตัวเร่งปฏิกิริยา





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)

2.2.1 Thermal reforming ใช้ความร้อนสูงเปลี่ยนลักษณะโครงสร้างสารไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเบนซินซึ่งมีค่าออกเทนต่ำให้เป็นพวกที่มีค่าออกเทนสูง อุณหภูมิที่ใช้สูงประมาณ 560 C

2.2.2 Hydroforming ใช้ไฮโดรเจนและตัวเร่งปฏิกิริยาพวก molybdenum บน alumina ที่อุณหภูมิ 480-540 C และความดัน 200-300 psi กระบวนการนี้ช่วยแปรสภาพน้ำมันเบนซินออกเทนต่ำให้มีค่าสูงขึ้น

2.2.3 Platforming and catforming ใช้ ไฮโดรเจนและตัวเร่งปฏิกิริยาพวก Pt บน alumina อุณหภูมิ 450-530 C ความดัน 500-700 psi







# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)

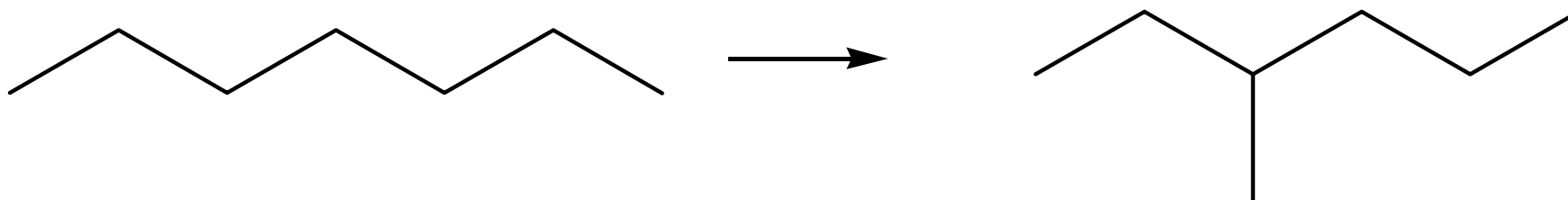
2.2.4 Catalytic reforming เป็นกระบวนการหลักเพื่อผลิต gasoline ที่มีค่าออกเทนสูง และยังมีบทบาทต่อการผลิตสารอะโรมาติกส์ในอุตสาหกรรมเคมี

วัสดุป้อนเป็น straight-run naphtha และสารไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ ที่มีจำนวนคาร์บอน 6-11 อะตอม น้ำหนักโมเลกุลที่ผ่านกระบวนการนี้ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เพราะเป็นการจัดเรียงตัวใหม่ในโครงสร้าง

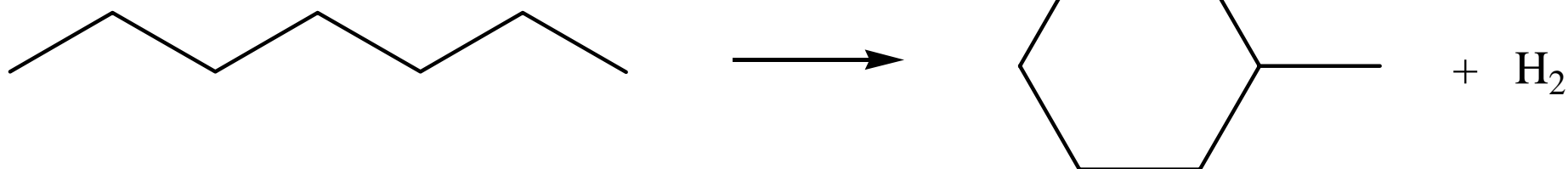




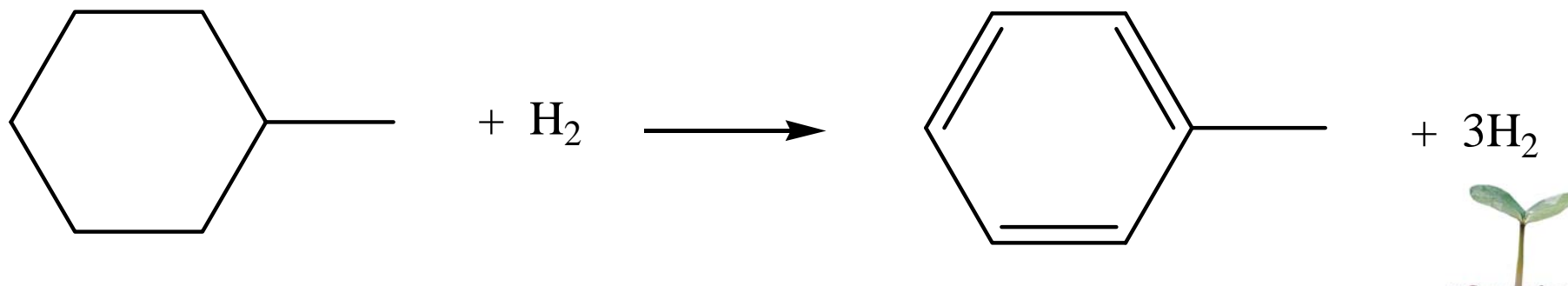
## Isomerization



## Cyclization



## Aromatization





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 2.3 กระบวนการรวมโมเลกุล

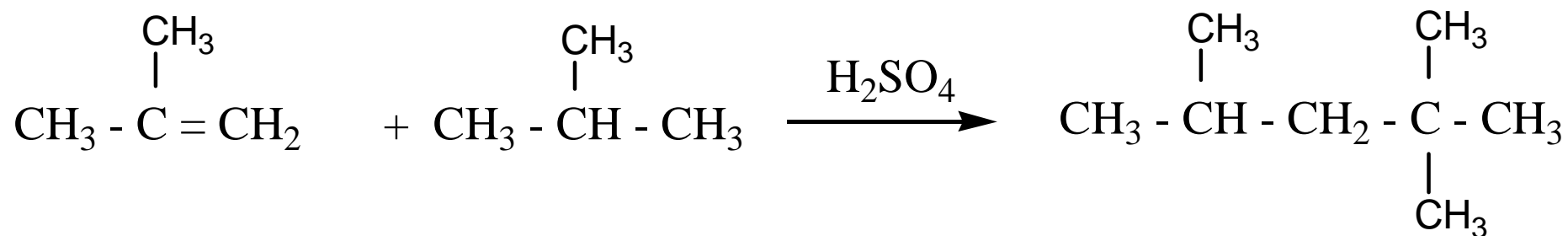
2.3.1 Alkylation เป็นกระบวนการผลิตองค์ประกอบของน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูง โดยการรวมโมเลกุลของสารไฮโดรคาร์บอนประเภท olefin ที่มี C 3-5 atom เข้ากับพวก isoparaffin โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นกรด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสาร isoparaffin ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้นและมีค่าออกเทนสูง เช่น isooctane ได้จากการรวมโมเลกุลของ butylene และ isobutene

2.3.2 Polymerization เพื่อทำให้ light olefin จากกระบวนการ cracking ต่าง ๆ เปลี่ยนเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ใหญ่ขึ้น

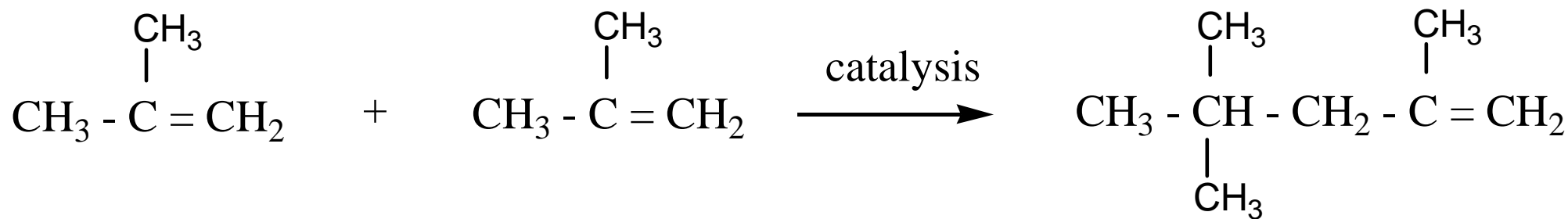




## ❖ ปฏิกิริยา Alkylation



## ❖ ปฏิกิริยา polymerization





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 3. การปรับปรุงคุณภาพ (treating)

เป็นการขจัดสารที่ไม่ต้องการออกจากน้ำมัน เช่น กำมะถัน เกลือ เมอร์แคปแทน เป็นต้น เพื่อให้้ำมันมีความคงตัวและมีคุณภาพดีขึ้น

กรรมวิธีในการปรับปรุงคุณภาพ เช่น ขจัดกำมะถันโดยใช้ก๊าซ ไฮโดรเจน

Hydrotreating เป็นกระบวนการกำจัดพวก heteroatom และ hydrogenation พันธะคู่และวงแหวนอะโรมาติก การทำ hydrotreating เพื่อป้องกันการเกิดการ deactivate ของตัวเร่งปฏิกิริยาอันเนื่องจาก heterocompound มักเป็นสารพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยา





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 4. การผสม (blending)

เป็นการนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ มาผสมกัน ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม หรือ การเติมสารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น

ตัวอย่างเช่น สารเพิ่มค่าออกเทน MTBE (methyl-*t*-butyl ether), ETBE (ethyl-*t*-butyl ether) methanol และ ethanol







# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 4. การผสม (blending)

น้ำมันเบนซิน จะผสมสารเคมีเพื่อเพิ่มคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น สารเพิ่มค่าออกเทน สารเคมีป้องกันสนิมและการกัดกร่อนในถังน้ำมันและท่อ น้ำมัน และสารเคมีช่วยทำความสะอาดหัวฉีด

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันเบนซิน เมื่อได้รับความร้อนจะสามารถลุกติดไฟได้ ถ้าทำให้น้ำมันระเหยเป็นไอแล้วผสมกับอากาศที่ถูกอัดในกระบอกสูบและจุดด้วยประกายไฟ จะทำให้เกิดการระเบิดได้ เนื่องจากไอโซเมอร์ต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำมันมีคุณสมบัติต่างกัน จึงทำให้ไอโซเมอร์เหล่านั้นติดไฟไม่พร้อมกัน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโซ่ตรงจะติดไฟได้ง่ายกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโซ่กิ่งเล็กน้อย





# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 4. การผสม (blending)

หากในน้ำมันเบนซินมีปริมาณสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโซ่ตรงมาก เมื่อเกิดการเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์จะเกิดการระเบิดเร็วเกินไป ทำให้เกิดการกระแทกก่อนจังหวะงานในกระบอกสูบ เรียก การน็อก ผลคือ เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ มีผลเสียต่อชิ้นส่วนและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ด้วย

การประเมินเลขออกเทนของน้ำมันเชื้อเพลิง ทำโดยการทดสอบในเครื่องยนต์มาตรฐาน เปรียบเทียบกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอ้างอิง 2 ชนิด คือ *n*-heptane ซึ่งกำหนดให้มียค่าออกเทนเป็น 0 และ 2,2,4-trimethylpentane (isooctane) กำหนดให้มียค่าออกเทนเป็น 100 เช่น น้ำมันเบนซินชนิดหนึ่งมีลักษณะการเผาไหม้และการน็อกเหมือนกับของผสมที่มี 90% isooctane และ 10% *n*-heptane น้ำมันนี้จะถูกกำหนดว่าเป็นน้ำมันเบนซินมีค่าออกเทนเท่ากับ 90





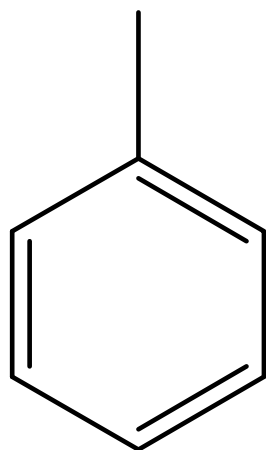
# กระบวนการกลั่นน้ำมัน



## 4. การผสม (blending)

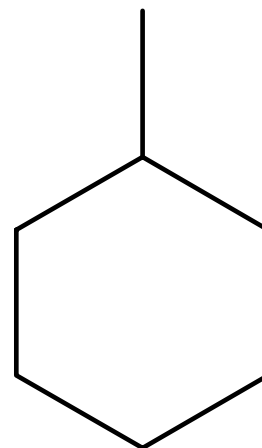
ค่าออกเทนมีหลักการพิจารณาจากโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น

1. ค่าออกเทนเพิ่มขึ้นเมื่อมีพันธะคู่เพิ่มขึ้น



120

>



75

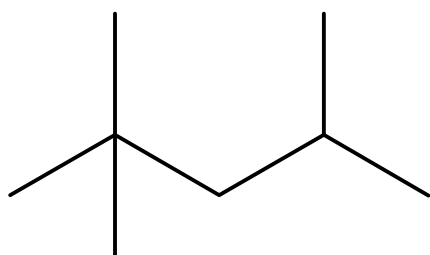




# กระบวนการกลั่นน้ำมัน

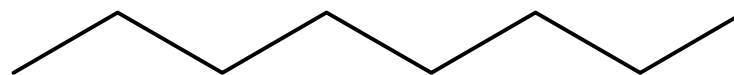
ค่าออกเทนมีหลักการพิจารณาจากโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น

## 2. ค่าออกเทนเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนกิ่งหรือวงเพิ่มขึ้น

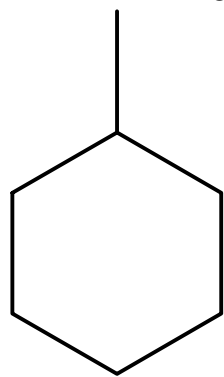


100

>

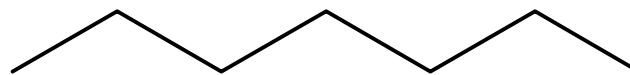


-19



75

>



0

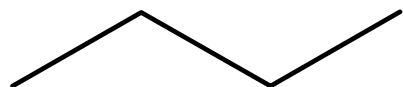




# กระบวนการกลั่นน้ำมัน

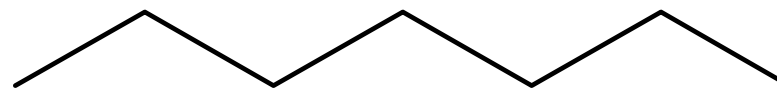
ค่าออกเทนมีหลักการพิจารณาจากโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น

## 3. ค่าออกเทนลดลงเมื่อขนาดของสายโซ่เพิ่มขึ้น



91

>



0





## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

ปกติ gasoline ที่ได้จากหอกถันมีค่าออกเทนประมาณ 50-55 แต่เครื่องยนต์ในปัจจุบันต้องการน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนประมาณ 87-93 การเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินทำได้ 3 วิธีคือ

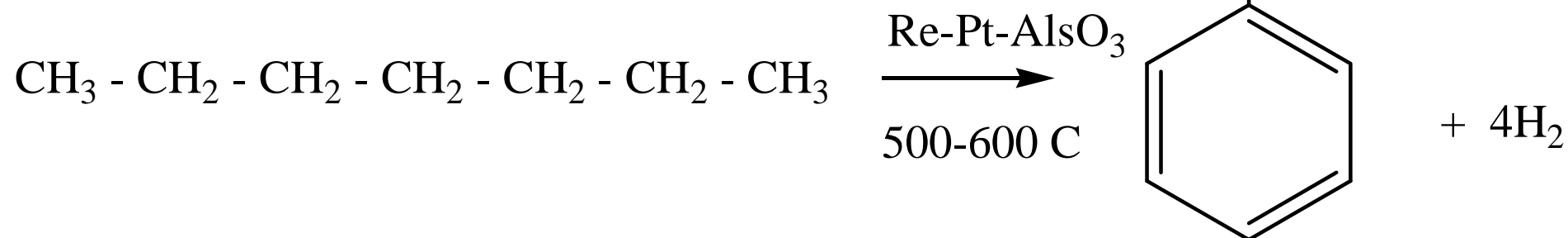
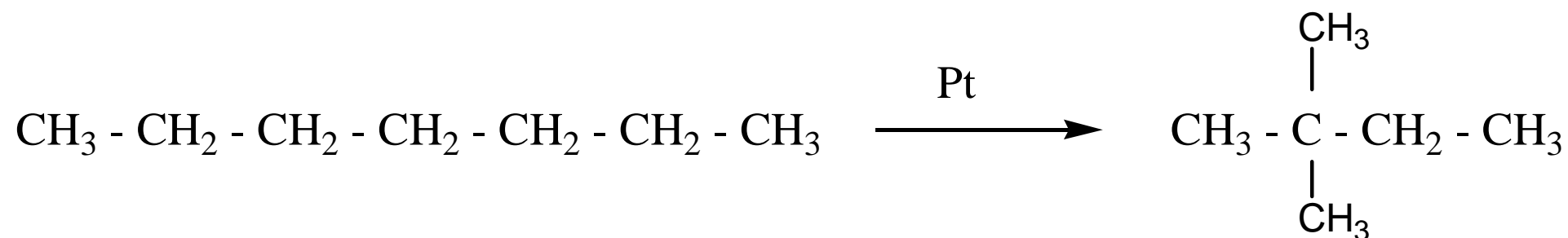
1. **Cracking** เป็นการเพิ่มค่าออกเทนโดยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่สั้น ๆ โดยทั่วไปสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่สั้น ๆ จะมีค่าออกเทนสูงกว่าโซ่ยาว เช่น butane มีค่าออกเทน 91 แต่ *n*-heptane มีค่าออกเทน 0
2. **Catalytic reforming** เป็นการเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่ตรงเป็นที่มีโซ่กิ่งหรือสารอะโรมาติก เช่น เปลี่ยน *n*-hexane ไปเป็น 2,2-dimethylbutane โดยใช้ Pt เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา







# Catalytic reforming

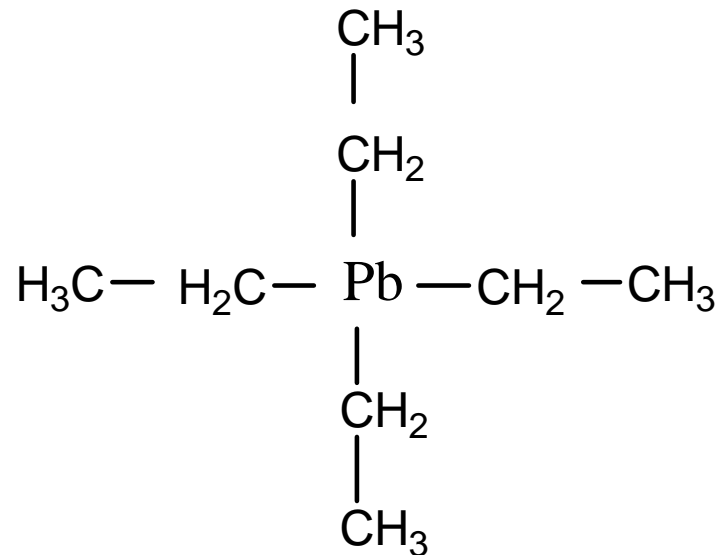




# กระบวนการกลั่นน้ำมัน

## 3. การเติม octane enhancer หรือ antiknock agent

ก่อนปี ค.ศ. 1975 ใช้ octane enhancer คือ tetraethyl lead (TEL) เพราะถูกและมีประสิทธิภาพสูง สามารถเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้นจากเดิม 10-15 แต่ตกัวเป็นพิษต่อสุขภาพ หากปล่อยจากท่อไอเสียรถยนต์



tetraethyl lead





## กระบวนการกลั่นน้ำมัน

ต่อมามีกฎหมายให้รถติดตั้ง catalytic converter เพื่อควบคุมมลพิษ ทำให้ลดการใช้ TEL เพราะน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วเท่านั้นจึงใช้ได้กับรถยนต์ที่ติดตั้ง catalytic converter เนื่องจากตะกั่วทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่สามารถทำงานได้

ปกติเครื่องยนต์ที่กำลังทำงานและอุณหภูมิสูง ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจนทำให้เกิดแก๊สไนตริกออกไซด์ (NO) ขึ้น ถ้า NO ถูกปล่อยสู่บรรยากาศทางท่อไอเสีย จะทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจนเกิดเป็น  $\text{NO}_2$  เป็นมลพิษอีกชนิดในอากาศ ดังนั้นอุปกรณ์ catalytic converter ทำให้หน้าที่

1. ออกซิไดส์ CO และไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมดให้เป็น  $\text{CO}_2$  และไอน้ำ
2. รีดิวซ์ NO ให้กลับไปเป็น  $\text{N}_2$  และ  $\text{O}_2$

ต่อมา octane enhancer ที่ใช้แทน TEL ได้แก่ MTBE (methyl-*t*-butyl ether), ETBE (ethyl-*t*-butyl ether), methanol and ethanol





ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์แทนน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น มีทั้ง  
ก๊าซเชื้อเพลิง LPG และ NGV เนื่องจากก๊าซทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบและสมบัติ  
ทางกายภาพต่างกัน

1. องค์ประกอบของ LPG คือ Propane และ Butane

2. องค์ประกอบของ NGV คือ methane

จุดเด่นของการใช้ NGV คือ ค่าพลังงานที่ได้ต่อน้ำหนักสูงกว่าปลอดภัยกว่าหากเกิดการ  
รั่วเพราะความหนาแน่นต่ำกว่าจึงลอยตัวได้ดีกว่า มีการเผาไหม้สะอาดสมบูรณ์





## เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเครื่องยนต์ที่หลักการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซล ใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างสูงในลูกสูบ ไม่ใช่การจุดระเบิดของหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน

น้ำมันดีเซล เป็นน้ำมันที่ระเหยช้า (low volatile) จุดเดือดอยู่ระหว่าง 180-385 C ในประเทศไทยมีน้ำมันดีเซล 2 ประเภท คือ

น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ น้ำมันโซล่า ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือประมง เรือโดยสาร เครื่องปั่นไฟ รถแทรกเตอร์ เพราะใช้งานหมุนเกิน 1000 รอบต่อนาที ทำให้ต้องใช้ น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง และมีการระเหยเร็ว มิฉะนั้นเครื่องยนต์จะเดินไม่สะดวก





## เครื่องยนต์ดีเซล

น้ำมันดีเซล หมุนช้า หรือน้ำมันซีโล่ ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางหรือรอบต่ำ เช่น เรือเดินทะเล เพราะไม่ต้องการน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูงมาก และระเหยช้า

กระบวนการเผาไหม้น้ำมันดีเซล นั้นจะถูกฉีดเป็นละอองฝอยเข้าไปผสมกับอากาศที่มีความดันและอุณหภูมิสูงในกระบอกสูบ เกิดการเผาไหม้ทันทีพร้อมกับให้พลังงานขับเคลื่อนลูกสูบต่อไป

ความต้องการพื้นฐานของน้ำมันดีเซล คือ ต้องจุดระเบิดเองได้เร็ว และเผาไหม้ได้หมดภายใต้สภาวะภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ได้มีการกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเลขซีเทน (cetane number) โดยมีน้ำมันเชื้อเพลิงอ้างอิง 2 ชนิดคือ







## เครื่องยนต์ดีเซล

n-cetane ที่มีคุณสมบัติในการจุดระเบิดดีมากให้มีค่าซีเทน 100 และ  $\alpha$ -methyl-naphthalene มีค่า ซีเทน 0 ต่อมาใช้ heptamethylnonane กำหนดให้มีค่าซีเทน 15

$$\text{Cetane number} = \% \text{ n-cetane} + 0.15 \%$$

heptamethylnonane

น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง จะทำให้การควบคุมการเผาไหม้ ทำได้ดีขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น





## ข้อดีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

- ❖ เป็นเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่นำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สูง มีการเผาไหม้สมบูรณ์
- ❖ ลดการสร้าง ก๊าซเรือนกระจก
- ❖ มีความปลอดภัยสูงในการใช้งาน เพราะเบากว่าอากาศ จึงลอยขึ้นเมื่อเกิดการรั่ว
- ❖ ถูกกว่าเชื้อเพลิงปิโตรเลียมอื่น ๆ



## เปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ และก๊าซหุงต้ม

ข้อเปรียบเทียบ	ก๊าซธรรมชาติ	ก๊าซหุงต้ม (LPG)
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปในอากาศอย่างรวดเร็ว	มีความปลอดภัยน้อย เนื่องจากหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายอยู่ตามพื้นราบ
ความพร้อมในการนำมาใช้งาน	สถานะเป็นก๊าซ นำไปใช้ได้เลย	สถานะเป็นของเหลว ต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้งาน
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์	เผาไหม้ได้สมบูรณ์
คุณลักษณะของเชื้อเพลิง	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เผาไหม้ปราศจากเขม่าและกำมะถัน	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น โดยทั่วไปจะเติมสารเติมกลิ่นเพื่อความปลอดภัย
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	ไม่ต้องสร้างถังเก็บสำรองเชื้อเพลิง	ต้องมีถังเก็บสำรอง ต้องสั่งซื้อเชื้อเพลิงล่วงหน้า



**Thank You !**