

บทที่ 6

อนินทรีย์เคมี (ต่อ)

สารเคมีในบทนี้มี 2 เรื่องใหญ่ๆ คือธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมและเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นสาระที่อยู่ในหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเล่ม 4 และ 5 (กระทรวงศึกษาธิการ.2549) และเคมี เล่ม2 (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2540)

ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

ในการดำรงชีวิตของมนุษย์นอกจากจะต้องมีปัจจัย 4 แล้วยังต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อทำให้ชีวิตสบายขึ้น สิ่งเหล่านี้บางอย่างมาจากธรรมชาติโดยตรงบางอย่างมนุษย์สร้างขึ้น โดยอาศัยความรู้ในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีประกอบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งแร่จัดเป็นวัตถุดิบตัวหนึ่งที่ใช้ในการผลิต

อุตสาหกรรมแร่

แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยาที่บริเวณใต้ผิวโลก และที่ผิวโลก มีองค์ประกอบภายในเป็นช่วงมีโครงสร้างและสมบัติเฉพาะตัว สีนแร่ เป็น กลุ่มของแร่ต่างๆที่มีค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอที่จะใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อนำไปถลุงให้ได้โลหะ

ถ้าใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เป็นเกณฑ์ จะแบ่งแร่ได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. แร่ประกอบหิน คือ แร่ที่เป็นส่วนหนึ่งของหิน จะมีแร่กระจายแทรกอยู่ในเนื้อของหิน จึงแยกมาใช้ประโยชน์ต่างๆได้ยาก การใช้จึงต้องนำหินมาใช้โดยตรง เช่นนำหินแกรนิตหรือหินอ่อนมาปูพื้น หรือใช้ในการก่อสร้าง
2. แร่เศรษฐกิจ คือ แร่ที่มีค่ามีราคาทางเศรษฐกิจ และมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมได้ แบ่งได้2ชนิด คือแร่โลหะและแร่โลหะ ตัวอย่างแร่

โลหะเช่น เหล็ก ดีบุก ฯลฯ ตัวอย่างแร่โลหะ เช่น ถ่านหิน หินน้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ
แร่ที่นำมาใช้ประโยชน์พบทั้งในรูปของสินแร่ และธาตุบริสุทธิ์ ในการใช้งานจึงต้องมีการ
ถลุงโลหะ

วิธีการถลุงโลหะ จะใช้คาร์บอนหรือคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นตัวรีดิวซ์ หรือนำมาทำการ
สกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม แล้วจึงทำการแยกด้วยกระแสไฟฟ้า หรือ ใช้สารเคมีทำให้
ตกตะกอน

การย่างแร่ เป็นการนำแร่มาเผาในอากาศ ทำให้สารประกอบอื่นที่ไม่ใช่สารประกอบ
ออกไซด์กลายเป็นสารประกอบออกไซด์

การกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ได้จากสินแร่ที่มีธาตุกำมะถันเป็น
องค์ประกอบหรือเกิดจากกำมะถันที่เจือปนในถ่านหินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง จะใช้แคลเซียม
ไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ทำปฏิกิริยากับแก๊สนี้ให้ได้แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) เพื่อ
นำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตยิปซัม

ในการถลุงแร่โลหะ จะมีปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นเสมอและจะใช้การแยกสารละลายด้วย
ไฟฟ้าในการทำให้โลหะบริสุทธิ์ ส่วนการทำให้โลหะตกตะกอนจะใช้หลักการถ่ายโอน
อิเล็กตรอนระหว่างโลหะที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่แตกต่างกัน

แร่รัตนชาติหรืออัญมณี เป็นแร่โลหะที่มีราคา สหรัฐอเมริกาได้ให้ความหมายแร่ชนิดนี้
ว่าเป็นแร่หรือสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้ทำเป็นเครื่องประดับ คุณสมบัติที่สำคัญ
ของแร่กลุ่มนี้คือ ความสวยงาม คงทน หายได้ยากมีความนิยมและสามารถพกพาได้

การตรวจสอบสมบัติของอัญมณีว่าเป็นของแท้หรือของเทียมจะตรวจสอบที่สมบัติเฉพาะ
ของอัญมณีดังนี้ ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ ค่าดัชนีหักเหแสง และ รูปลักษณะของผลึกที่เกิด
ตามธรรมชาติ

แร่รัตนชาติสามารถเพิ่มคุณภาพและราคาได้โดย การเจียรระไน การเผา การอบรังสี
การย้อมเคลือบ และการฉายแสงเลเซอร์

เซรามิกส์ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ดิน หิน ทราย และ
แร่ธาตุต่างๆ ผสมแล้วนำไปขึ้นรูปและเผาเพื่อให้แข็งแรงคงรูปอยู่ได้

การผลิตเซรามิกส์มีกระบวนการดังนี้ การเตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การตากแห้ง การ
เผาดิบ การเคลือบ การเผาเคลือบ และตกแต่งให้สวยงามด้วยลวดลายต่างๆ การตกแต่งนี้อาจ
ทำก่อนการเคลือบหรือหลังการเคลือบก็ได้

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ สามารถทำภาชนะเครื่องใช้ได้หลายประเภทดังนี้ ภาชนะรองรับ
หรือปรุงอาหาร , เครื่องสุขภัณฑ์ , กระเบื้อง , งานด้านไฟฟ้า เช่น กล้องฟิล์ม , วัสดุทนไฟและ

แก้ว แต่การใช้เซรามิกส์ต้องระวังสารตะกั่วที่อาจหลุดออกมาเพราะนำวัสดุตั้งกล่าวไปใส่อาหารที่เป็นกรด หรือเบสจะทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ สารตะกั่วจะเกิดในขั้นตอนที่มีการลดอุณหภูมิ การหลอมละลายและทำให้เซรามิกส์มีสีที่สดใส

แก้วเป็นวัสดุที่มีประโยชน์หลายอย่าง จึงมีการนำมาใช้อย่างหลากหลาย เพราะมีสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น มีความโปร่งใส ใส่น้ำและแก๊สซึมผ่านยากบางชนิดสามารถทนต่อกรดและเบสได้ แข็งแรงและทนแรงดันได้ดี

แก้วทำจากทรายแก้วหรือที่เรียกว่า ควอตซ์ หรือหินเขี้ยวหนุมาน องค์ประกอบสำคัญคือ ซิลิกา (SiO_2) และมีส่วนผสมของสารอื่นๆ อีกเช่น โซดาแอช หินปูน โดโลไมต์ และเศษแก้ว ซึ่งส่วนผสมเหล่านี้ จะช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมเหลวซิลิกาให้ต่ำลง และเพิ่มความแกร่งของเนื้อแก้ว

ปูนซีเมนต์ หมายถึง ผงผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการบดปูนเม็ด เกิดจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต ซิลิกา อะลูมินา และออกไซด์จากเหล็กในสัดส่วนที่เหมาะสมจนส่วนผสมต่างๆรวมตัวกันสุกพอดี วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ มี 4 กลุ่ม ดังนี้ วัตถุดิบเนื้อปูน วัตถุดิบเนื้อดิน วัตถุดิบปรับปรุงคุณภาพ และสารเติมแต่ง

กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ มี 2 แบบ คือแบบเผาเปียก และแบบเผาแห้ง การจะใช้กระบวนการแบบใดขึ้นกับความชื้นและชนิดของวัตถุดิบ ถ้าวัตถุดิบมีความชื้นสูงตามสภาพธรรมชาติจะใช้วิธีเผาเปียก ซึ่งต้องใช้พลังงานมาก ทำให้มีต้นทุนสูงจึงไม่นิยม แต่ถ้าวัตถุดิบมีความชื้นต่ำ จะใช้วิธีเผาแห้ง ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ปูนซีเมนต์ จัดเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ชนิดหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาให้มีคุณภาพดี และเหมาะแก่การใช้งานมากขึ้น ปูนซีเมนต์แบ่งตามประโยชน์การใช้งานได้ 2 ชนิด ดังนี้

- 1 . ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ได้จากการบดปูนเม็ดกับยิปซัม
- 2 . ปูนซีเมนต์ผสม เป็นปูนที่มีการเติมทรายหรือหินปูนละเอียดลงไปบดรวมกับปูนเม็ด จึงมีแรงอัดต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เหมาะกับงานก่อสร้างที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักมากหรืองานคอนกรีตที่ไม่ต้องมีการยึดหดมากนัก

โซเดียมคลอไรด์หรือที่เรียกว่า เกลือแกง มีแหล่งผลิตที่สำคัญ 2 แหล่งดังนี้

- 1 . ผลิตจากน้ำทะเล เรียกเกลือสมุทร มีหลักการผลิตดังนี้ การตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก เหมาะแก่การบริโภค เพราะมีธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น ไอโอดีน
- 2 . ผลิตจากแหล่งเกลือในดิน เรียก เกลือสินเธาว์ มีหลักการผลิตดังนี้ การละลาย การกรอง และการตกผลึก เหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีความบริสุทธิ์สูง

การทำนาเกลือ จากน้ำทะเล เพื่อให้ได้เกลือสมุทรที่มีคุณภาพดี มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้ระบายน้ำทะเลจากนาเกลือไปนาปลงตลอดเวลา เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้น้ำทะเลมีความเข้มข้นที่สูง จนทำให้เกลือชนิดต่างๆ ตกผลึก

2. การลดปริมาณของ แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ที่อยู่ในน้ำทะเลทำได้โดยเติม ปูนขาวลงไป น้ำทะเลจะมีสมบัติเป็นเบส Mg^{2+} จะตกตะกอนอยู่ในรูปของแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ($Mg(OH)_2$) ทำให้น้ำเกลือที่ไซเข้าปสู่นาปลงมีแต่ NaCl ละลายอยู่เป็นส่วนมากเกลือจึงค่อนข้างบริสุทธิ์

3. ต้องคุมอุณหภูมิ และความเข้มข้นของน้ำทะเล ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกลือตกผลึกเร็วเกินไป เพราะน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิสูงจะระเหยเร็ว ทำให้น้ำเกลือมีความเข้มข้นสูงแต่เกลือจะยังไม่ตกผลึก นอกจากนี้ถ้ามีอุณหภูมิสูงจะยิ่งทำให้เกลือละลายได้มากขึ้นและเมื่ออุณหภูมิต่ำลงจะตกผลึกเร็วขึ้น ทำให้มีน้ำแทรกอยู่ระหว่างชั้นของผลึกเกลือที่ได้จะมีความชื้นสูง แก้ไขได้โดยขังน้ำไว้ในนาปลงที่มีความลึกไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร

น้ำขม หมายถึง น้ำเกลือเข้มข้นที่ไม่สามารถทำให้เกิดการตกตะกอนได้มีรสขมเพราะมีเกลือ $MgCl_2$ อยู่มาก

เกลืออนาหมัยหรือเกลือไอโอเดต เป็นเกลือที่มีการเติมธาตุไอโอดีนในรูปของไอโอไดด์ หรือ ไอโอเดตลงไป ส่วนมากจะนำเกลือสินเธาว์มาเติมธาตุนี้

โซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกง นอกจากใช้บริโภคแล้วยังใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมีได้ด้วย โดยใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์ แก๊สคลอรีนและโซดาแอช หลักการในการผลิตจะใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ แบบเซลล์เยื่อ แลกเปลี่ยนไอออน เซลล์ไดอะแฟรม และเซลล์ปรอท

โซดาแอช คือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ผลิตโดยใช้กระบวนการโซลเวย์หรือที่เรียกว่า กระบวนการโซดาแอมโมเนีย มีวัตถุดิบเป็นโซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมคาร์บอเนต และแก๊สแอมโมเนีย

การผลิตโซดาแอช ในระบบอุตสาหกรรม มีวิธีที่นิยมผลิต 3 วิธีดังนี้

1. วิธีโซลเวย์ หรือ วิธีแอมโมเนียโซดา มีข้อดี และข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี คือ ใช้เงินลงทุนน้อยกว่าวิธีอื่นๆ และสามารถนำ NH_3 กลับมาหมุนเวียนใช้ในกระบวนการผลิตได้อีก จึงไม่จำเป็นต้องมีโรงงานผลิต NH_3 อยู่ในระบบให้เกิดการสิ้นเปลือง

ข้อจำกัด คือ กระบวนการผลิตต้องใช้น้ำจืดในปริมาณมาก และน้ำทิ้งอาจก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ การผลิตจะเกิด $CaCl_2$ ซึ่งเป็นผลพลอยได้ในปริมาณมาก ทำให้ใช้ไม่หมดก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดและผลผลิตที่ได้จะมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

คือ NaCl จะสูญเสียไปกับน้ำขณะผลิตเป็นจำนวนมากซึ่งจะเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม

2. วิธีแอมโมเนียมคลอไรด์ (วิธี AC ย่อมาจาก Ammonium Chloride Process)
วัตถุดิบที่ใช้ คือ เกลือหิน (NaCl) ซึ่งใช้เพียงเล็กน้อยแต่จะได้โซดาแอช ในปริมาณมาก ในการผลิตจะต้องผลิตแอมโมเนียก่อนแล้วจึงผลิตโซดาแอชมีข้อดี และข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี คือ ใช้วัตถุดิบน้อยแต่ได้ผลิตภัณฑ์มาก กระบวนการนี้ใช้น้ำจืดน้อยมาก ทำให้มีน้ำเสียน้อยจึงบำบัดน้ำเสียได้ง่าย ผลพลอยได้ที่เป็น NH_4Cl สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยได้อีก

ข้อจำกัด จำเป็นต้องมีโรงงานผลิตแก๊สแอมโมเนีย เพราะเป็นวัตถุดิบในการผลิตโซดาแอช จึงต้องใช้ทรัพยากรและพลังงานจำนวนมาก เพราะต้องใช้ไอน้ำในการผลิตแก๊สนี้ ส่วนผลพลอยได้ที่เป็น NH_4Cl อาจมีมากเกินไปเกินความต้องการของโรงงานผลิตปุ๋ยได้

3. วิธี New Asahi (วิธี NA ย่อมาจาก New Asahi Process) เป็นวิธีใหม่ที่ได้จากการพัฒนาวิธี Solvay ร่วมกับ วิธี AC โดยเริ่มขั้นตอนการผลิต เหมือนวิธี AC แล้วนำผลพลอยได้คือ NH_4Cl ที่มีมากเกินไปเกินความต้องการไปทำปฏิกิริยากับ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้ NH_3 เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตโซดาแอชได้ เหมือนวิธี Solvay วิธีนี้มีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี คือ สามารถคุมปริมาณของ NH_4Cl ได้ตามต้องการและสามารถนำกลับมาใช้ได้
อีกในรูปของ NH_3 จึงไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อจำกัด คือ ใช้ประโยชน์จาก NaCl ในการผลิตสูงมาก ต้องลงทุนสูงกว่าวิธีอื่นๆ ทำให้ผลผลิตมีราคาแพง

เกลือหิน เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแร่เฮไลต์ เป็นแร่ที่มีโซเดียมคลอไรด์ เป็นองค์ประกอบมีรูปร่างผลึกเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ สีไม่มีสีถ้าเป็นสารบริสุทธิ์แต่ถ้ามีมลทินจะมี สีขาว สีเทา สีน้ำตาล และสีส้ม เพราะมีสารอื่นมาเจือปน เช่น แคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์

เกลือโพแทส คือ เกลือหินที่มีธาตุโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบรวมอยู่ด้วยนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมี

เกลือจืด หมายถึง แร่ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีสีขาวหรือสีเทา มักพบมีสีเหลือง แดง หรือ น้ำตาล เจือปนอยู่ด้วย มีประโยชน์คือใช้ผลิตปูนซีเมนต์ ทำฝักันความร้อน ปูนปลาสเตอร์ ฯลฯ เป็นต้น

สารฟอกขาว คือ สารประกอบไฮโปคลอไรต์ มีประโยชน์มากในอุตสาหกรรมฟอกย้อมเส้นด้าย เยื่อกระดาษ และสามารถใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ การฟอกขาวสีของสารฟอกขาวเกิดจากแก๊สคลอรีนสลายตัวจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) แต่เนื่องจาก NaOCl มีฤทธิ์กัดกร่อนจึงไม่ควรใช้มากเพราะจะกัดกร่อนสิ่งที่ฟอกจนทำให้เกิดความเสียหาย

โซเดียมไฮโปคลอไรด์เตรียมได้จากการนำแก๊สคลอรีนไปทำปฏิกิริยากับโซเดียมคาร์บอเนต หรือโซดาแอช จัดเป็นกระบวนการต่อเนื่องของการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ เป็นสารฟอกขาวที่อยู่ในรูปของสารละลาย เพราะละลายน้ำได้ดี สารฟอกขาวที่อยู่ในรูปของแข็งก็มีเช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรด์ ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) เตรียมได้โดยผ่านแก๊สคลอรีนลงในสารละลาย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ จะได้ตะกอนสีขาวของ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ และ CaCl_2 ซึ่งละลายน้ำได้

ผงฟอกขาว หรือ ที่เรียกว่า ปูนคลอรีน สามารถ เตรียมได้โดยผ่านแก๊สคลอรีนลงในปูนขาวซึ่ง ได้ผลิตภัณฑ์ หลายชนิดผสมกันดังนี้

1. $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ มีปริมาณเล็กน้อย
2. $3 \text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ มีปริมาณมาก
3. $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2$ มีปริมาณมาก
4. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ มีปริมาณเล็กน้อย
5. $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ มีปริมาณมาก
6. $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ มีปริมาณเล็กน้อย

สารเหล่านี้ เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเจือจางจะได้คลอรีน ซึ่งมีสมบัติในการฟอกสีได้ จึงจัดเป็นสารฟอกขาว

ปุ๋ยเป็นสารที่ใส่ลงไปในดินเพื่อให้ปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช ธาตุอาหารหลักของพืชที่สำคัญได้แก่ ธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ปุ๋ยมี 2 ประเภท ดังนี้

1. ปุ๋ยอินทรีย์ ได้จากการนำเปื้อนมูลของสิ่งมีชีวิต จัดเป็นปุ๋ยธรรมชาติ แต่จะมีธาตุอาหารน้อย ต้องใช้ครั้งละมากๆ จึงจะเพียงพอแก่ความต้องการของพืช
2. ปุ๋ยเคมี หรือ ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ได้จากการผลิตหรือสังเคราะห์จากแร่ธาตุต่างๆที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม บางชนิด มีธาตุอาหารหลักของพืชครบถ้วน และสามารถปลดปล่อยให้พืชได้ง่ายและเร็ว มี 2 ประเภท

2.1 ปุ๋ยเดี่ยวหรือ แม่ปุ๋ย มีสารประกอบที่เป็นองค์ประกอบของธาตุที่เป็นสารอาหารอยู่หนึ่งหรือสองธาตุ และมีปริมาณธาตุที่เป็นอาหารของพืชในสัดส่วนที่คงที่

2.2 ปุ๋ยผสม เป็นการนำปุ๋ยเดี่ยวแต่ละชนิดมารวมกัน เพื่อให้มีสัดส่วนของธาตุอาหารหลัก ตามต้องการ

ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ นอกจากจะมีธาตุอาหารหลักแล้ว ยังมีธาตุอาหารของพืชที่มีความสำคัญในลำดับรองด้วย เช่น ธาตุ Ca S Mg Fe Zn Mn และ Cu ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ที่สำคัญที่มีการผลิตในปัจจุบันได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทส และปุ๋ยผสม

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ คือ เชื้อเพลิงที่เปลี่ยนสภาพมาจากสิ่งมีชีวิตในยุคต่างๆ ด้วยกระบวนการทางธรณีวิทยาและธรณีเคมี เช่น แก๊สธรรมชาติ น้ำมัน หินน้ำมัน และถ่านหิน ถ่านหิน คือ หินตะกอนชนิดหนึ่งเกิดมาจากซากพืช มีลักษณะแข็ง แต่เปราะ มีสีน้ำตาลถึงดำ มีทั้งผิวดำและผิวดำ

ธาตุองค์ประกอบหลักของถ่านหิน คือธาตุคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ไนโตรเจน และกำมะถัน และอาจมีธาตุเหล่านี้ ประกอบด้วยบ้างเช่น พรอท , สารหนู , ซีลีเนียม , โครเมียม นิกเกิล ทองแดง และแคดเมียม

ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของถ่านหิน มีดังนี้

1. ชนิดของพืช
2. การเนาเปื่อยที่เกิดขึ้นก่อนที่จะถูกฝังกลบ
3. ปริมาณสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อน ในขั้นตอนของการเกิดถ่านหิน
4. อุณหภูมิและความดัน ขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง

ถ่านหินสามารถจำแนกตามอายุการเกิดหรือปริมาณคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบจากน้อยไปมากได้ดังนี้ พีต ลิกไนต์ ซับบิทูมินัส บิทูมินัส และแอนทราไซต์

พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ถ่านหินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหินถ้ามีคาร์บอนมากจะให้พลังงานความร้อนสูง

การสำรวจแหล่งถ่านหินทำได้ดังนี้ การสำรวจธรณีวิทยาพื้นผิว ธรณีฟิสิกส์ การเจาะสำรวจ และการสำรวจชั้นรายละเอียด

ถ่านหินที่พบในประเทศไทยจะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือให้พลังงานความร้อนไม่สูงนัก ได้แก่ ลิกไนต์ และซับบิทูมินัส การใช้ประโยชน์จะใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนนำมาทำถ่านกัมมันต์ เพื่อใช้เป็นสารดูดซับกลิ่นในเครื่องใช้ต่างๆ

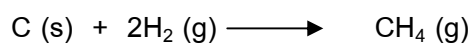
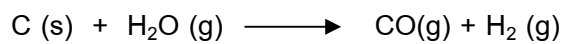
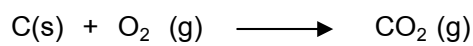
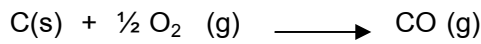
เนื่องจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นออกไซด์ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหิน เช่น CO_2 , CO , NO_2 และ SO_2 และถ้าถ่าน ซึ่งจะเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงได้มีการหาวิธีการใช้ถ่านหิน แบบสะอาด โดยเปลี่ยนถ่านหินให้อยู่ในรูปของเชื้อเพลิง แก๊ส และเชื้อเพลิงเหลว ทั้งนี้เพื่อเพิ่มคุณค่าและความสะอาดในการขนส่ง

การเปลี่ยนถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงแก๊สทำได้ ดังนี้

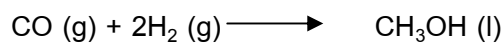
1. ผ่านไอน้ำ และ อากาศ (O₂) ไปบนถ่านหินที่บดละเอียดในภาวะที่มีอุณหภูมิสูง

2. ไฮโดรเจนจากไอน้ำจะทำปฏิกิริยากับ คาร์บอน ได้แก๊สมีเทน

3. นำแก๊สมีเทนไปผ่านกระบวนการกำจัดกำมะถัน และสารมลพิษ ได้เชื้อเพลิงแก๊สที่ไม่มีสารเจือปน และถ่าน ดังสมการ

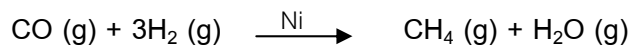


จากสมการจะได้ CH₄ เป็นผลิตภัณฑ์ และสามารถนำ CO และ H₂ มาใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารประกอบอินทรีย์ และ อินทรีย์ อื่นๆได้อีก เช่น เมทานอล



เมทานอลที่ได้มีประโยชน์ คือ ใช้เป็นสารตั้งต้น ในการสังเคราะห์แอลคีน สารประกอบอะโรมาติก เอทานอล กรดแอสติก พอร์มาลดีไฮด์

แก๊ส CO กับ H₂ สามารถรวมตัวกันได้ ในภาวะที่เหมาะสม และมีนิกเกิล เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้เป็นแก๊สมีเทน ดังสมการ



การเปลี่ยนถ่านหินให้อยู่ในรูปของเชื้อเพลิง จัดเป็นการลดปริมาณสารหรือธาตุที่เจือปนที่เป็นมลพิษในถ่านหินนั้น และเพิ่มอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อคาร์บอนของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่อยู่ในถ่านหิน เพื่อให้ได้สารประกอบที่อยู่ในสถานะของเหลว การทำถ่านหินให้อยู่ในรูปของ เชื้อเพลิงเหลว ทำได้โดยผ่านแก๊สไฮโดรเจนไปบนถ่านหินที่บดละเอียด และให้รวมตัวกับน้ำ ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงๆ เชื้อเพลิงเหลวที่ได้จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า และใช้เป็นสารตั้งต้น หรือวัตถุดิบในการผลิตสารเคมี

กระบวนการเปลี่ยนถ่านหินให้อยู่ในรูปของเชื้อเพลิงแก๊ส และเชื้อเพลิงเหลว จะได้กำมะถัน เป็นผลพลอยได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นกรดซัลฟิวริก เพื่อใช้ในการผลิตพลาสติก ปุ๋ยและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ส่วนแก๊สไฮโดรเจน ใช้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตแก๊สแอมโมเนีย ซึ่งจัดเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการผลิตปุ๋ยยูเรีย และ แอมโมเนียมซัลเฟต

หินน้ำมัน คือหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีการเรียงตัวเป็นชั้นบางๆ เกิดจากการสะสมและทับถมของซากพืช พวงสาหร่าย และสัตว์เล็กอื่นๆ ภายใต้แหล่งน้ำในภาวะที่เหมาะสมเป็นล้านๆปี

สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของหินน้ำมัน คือ เคอโรเจน หินน้ำมันเมื่อสกัดด้วยความร้อนที่เหมาะสมเพียงพอ จะทำให้เคอโรเจนสลายตัวให้น้ำมันหินซึ่งมีลักษณะคล้ายน้ำมันดิบ ปริมาณน้ำมันหินจะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณเคอโรเจน ถ้ามีมาก น้ำมันหินก็จะมากด้วย เคอโรเจน เป็นสารอินทรีย์ที่มีสถานะเป็นของแข็ง ลักษณะเป็นไข ขนาดโมเลกุลใหญ่ มวลโมเลกุลมากกว่า 3,000 ประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน กำมะถัน และออกซิเจน

หินที่เป็นแหล่งกำเนิดหินน้ำมัน ได้แก่หินที่มีรูพรุน เหมือนกับหินที่เป็นแหล่งกำเนิดปิโตรเลียม โดยหินน้ำมันมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

1. สารประกอบอินทรีย์ คือ พวกแร่ธาตุต่างๆ แร่ที่สำคัญ มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแร่ซิลิเกต และกลุ่มแร่คาร์บอเนต ถ้ามีสารประกอบอินทรีย์มากหินน้ำมันจะมีคุณภาพต่ำ
2. สารประกอบอินทรีย์ ประกอบด้วยสารประกอบ 2 ชนิด คือ บิทูเมน และเคอโรเจน การแยกบิทูเมน ทำได้โดย นำบิทูเมนไปละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ จะแยกบิทูเมนออกจากหินน้ำมันได้ ส่วนเคอโรเจนไม่ละลายในตัวทำละลาย ถ้ามีสารประกอบอินทรีย์มาก หินน้ำมันจะมีคุณภาพดี

แม้ประเทศไทยมีการสำรวจพบแหล่งหินน้ำมันในจังหวัดตาก แต่ไม่มีการทำเหมืองหินน้ำมัน เพราะชั้นหินน้ำมันที่พบบาง ทำให้มีปริมาณเคอโรเจนน้อย จึงไม่คุ้มการลงทุน

การใช้ประโยชน์จากหินน้ำมัน จะนำหินน้ำมันมาผ่านกระบวนการสกัดเป็นน้ำมันหินแล้วนำไปทำการแยกและผลิตน้ำมันชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันก๊าด น้ำมันตะเกียง พาราฟิน น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ไซ แนพทา และได้ แอมโมเนียมซัลเฟต เป็นผลพลอยได้ แต่ต้องลงทุนสูง

ปิโตรเลียม (Petra + Oleum แปลว่า น้ำมันที่ได้จากหิน) หมายถึงสารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนกับสารอินทรีย์มากมายหลายชนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีทั้งสถานะของเหลว เรียกว่าน้ำมันดิบ และแก๊ส เรียกว่าแก๊สธรรมชาติ

องค์ประกอบในน้ำมันดิบส่วนใหญ่จะเป็นพวกสารประกอบไฮโดรเจนคาร์บอนประเภทแอลเคนและไซโคลแอลเคน ส่วนผสมอื่นจะมีเพียงเล็กน้อย เช่น กำมะถัน ไนโตรเจน และสารประกอบออกไซด์

องค์ประกอบในแก๊สธรรมชาติ ส่วนใหญ่เป็นพวกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนอะตอมจำนวนน้อยๆ(1ถึง 5 อะตอม) และมีแก๊สไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เพียงเล็กน้อย

แก๊สธรรมชาติเหลวเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอม

มากกว่าจำนวนคาร์บอนอะตอมในแก๊สธรรมชาติที่มีสถานะเป็นแก๊ส แต่เนื่องจากเดิมอยู่ในชั้นโลกส่วนที่ลึกมาก และมีอุณหภูมิสูงทำให้แก๊สเปลี่ยนเป็นของเหลวเมื่อมาถึงระดับผิวดินที่มีอุณหภูมิลดลง จึงได้แก๊สธรรมชาติเหลว

ปิโตรเลียมที่อยู่ในพื้นที่มีรูพรุนจะถูกหินตะกอนหรือหินดินดานเนื้อละเอียดปิดกั้นไว้ไม่ให้ไหลออกเรียกโครงสร้างนี้ว่า แหล่งกักเก็บปิโตรเลียมโดยจะเก็บได้ทั้งน้ำ น้ำมันดิบ และแก๊สธรรมชาติ เรียงจากล่างขึ้นบน

การสำรวจปิโตรเลียมจะใช้ข้อมูลที่ได้จากทางธรณีวิทยาควบคู่กับธรณีฟิสิกส์ แล้วจึงวิเคราะห์ทางแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม และคาดคะเนปริมาณ

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณน้ำมันดิบเรียกว่า บาร์เรล 1 บาร์เรล มี 42 แกลลอน หรือ เท่ากับ 158.987 ลิตร

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณของแก๊สธรรมชาติ คือ ลูกบาศก์ฟุต (ที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ ความดัน 30 นิ้วของปรอท)

แหล่งน้ำมันสำรองขนาดใหญ่ของโลกในปัจจุบันพบได้ในบริเวณอ่าวเปอร์เซียรองลงมาคือ บริเวณอเมริกากลาง อเมริกาเหนือ และรัสเซีย

เนื่องจากน้ำมันดิบมีส่วนผสมหลายชนิด จึงต้องนำมาแยกสารประกอบก่อนนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งการแยกสารประกอบที่อยู่ในน้ำมันดิบ จะใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ตัวทำละลายและสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี แต่เนื่องจากสารบางตัวมีโครงสร้างไม่เหมาะสมจึงมีกระบวนการปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้ ดังนี้

1. กระบวนการแตกสลาย เป็นการทำให้สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่แตกตัวออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ โดยใช้ความร้อนสูงและใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม
2. กระบวนการรีฟอร์มมิง เป็นการเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโซ่ตรงให้กลายเป็นโซ่กิ่งหรือเปลี่ยนจากไฮโดรคาร์บอนที่เป็นวงแหวนธรรมดาให้เป็นวงแหวนอะโรมาติก จะใช้ความร้อนสูงแล้วเร่งตัวปฏิกิริยาช่วยในการเปลี่ยนแปลง
3. กระบวนการแอลคิลเลชัน เป็นการรวมสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภท แอลเคนและแอลคีนที่มีมวลต่ำๆเข้าด้วยกัน ให้กลายเป็นไฮโดรคาร์บอนโซ่ยาวขึ้น และมีกิ่งก้านสาขา ปฏิกิริยานี้จะใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
4. กระบวนการโอลิโกเมอร์ไรเซชัน เป็นการรวมสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภท แอลคีนโมเลกุลเล็กๆเข้าด้วยกันให้กลายเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่ยาวขึ้นและมีพันธะคู่อยู่ในผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยานี้จะใช้ความร้อนหรือตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาได้ เร็วขึ้น

เมื่อนำน้ำมันดิบไปผ่านกระบวนการปรับปรุงโครงสร้างจะทำให้คุณภาพเหมาะสมแก่การใช้งานมากขึ้น ซึ่งการใช้งานส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเบนซินมีส่วนประกอบสำคัญเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนประมาณ 6-12 อะตอม สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันเบนซินที่มีคุณภาพดีส่วนใหญ่ จะมีโครงสร้างเป็นโซ่กิ่งหรือวงแหวนอะโรมาติก แต่โครงสร้างโซ่ตรงคุณภาพจะไม่ดี เพราะติดไฟง่ายเกิดระเบิดได้เร็วทำให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ

การชิงการจุดระเบิด คือการที่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเบนซินมีการติดไฟได้ง่ายทำให้เกิดระเบิดเร็วกว่าจังหวะที่ควรจะเป็นในกระบอกสูบส่งผลให้เครื่องยนต์เกิดการกระตุก สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีชื่อสามัญว่า ไอโซออกเทน มีโครงสร้างเป็นโซ่กิ่งที่มีความเหมาะสมกับการเผาผลาญในเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซิน เพราะช่วยป้องกันการชิงจุดระเบิดของเครื่องยนต์ได้ดี ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีชื่อว่า เฮปเทน มีโครงสร้างโซ่ตรงเป็นสารที่ไม่เหมาะแก่การเผาผลาญในเครื่องยนต์เพราะเกิดการจุดระเบิดง่าย

เลขออกเทน คือ ตัวเลขบอกคุณภาพของน้ำมันเบนซินค่านี้จะบอกถึงความสามารถของน้ำมันต่อการต้านทานการชิงจุดระเบิดของเครื่องยนต์เมื่อการเผาไหม้ของน้ำมันเกิดขึ้นแต่ไม่แสดงถึงความแรงของเครื่องยนต์โดยทั่วไปกำหนดให้ n - เฮปเทน (นอร์มอลเฮปเทน) มีเลขออกเทนเท่ากับศูนย์ และ 2,2,4 ไตรเมทิลเพนเทน (หรือไอโซออกเทน) มีเลขออกเทนเท่ากับ 100

น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทนต่ำ การเผาไหม้จะไม่ดี มีการเพิ่มค่าออกเทน โดยการเติมสารเคมีบางชนิดเพื่อให้ น้ำมันเผาไหม้ได้ดีขึ้น ตัวอย่างสารเคมีที่เติมเพื่อค่าออกเทน เช่น เตตระเมทิลเลตหรือเตตระเอทิลเลต ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้ จะทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้ได้ดีขึ้นแต่จะทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เพราะจะมีสารตะกั่วออกมาปนเปื้อนในบรรยากาศ แต่ถ้าเติม เมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลเออร์(MTBE) เอทานอล หรือเมทานอล จะไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เรียกน้ำมันที่เติม MTBE ว่า น้ำมันไร้สารตะกั่ว แต่ปัจจุบันพบว่าสาร MTBE เป็นสารละลายน้ำได้ดี เมื่อมีการรั่วไหลของน้ำมันสารนี้ก็จะปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำโดยเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดินจะเกิดปัญหาสารปนเปื้อนได้ง่ายจึงมีการศึกษาและหาสารที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ MTBE มาใช้แทน และพบว่า เอทิลเทอร์เชียรีบิวทิลเออร์ (ETBE) มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า MTBE จึงใช้ ETBE แทน MTBE ในน้ำมันไร้สารตะกั่ว

เลขซีเทน เป็นเลขบอกคุณภาพของน้ำมันดีเซล โดยกำหนดให้ ซีเทน ($C_{16}H_{34}$) มีเลขซีเทน เท่ากับ 100 แอลฟาเมทิลแนฟทาลีน ($C_{11}H_{10}$) มีเลขซีเทนเท่ากับ 0 การแปล

ความหมายเลขซีเทนจะเหมือนกับเลขออกเทน

น้ำมันดีเซล เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบส่วนใหญ่จะใช้กับรถบรรทุกขนาดเล็กหรือเรือประมง แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือเรียกว่า โซล่า ใช้กับเครื่องยนต์ความเร็วรอบสูงกว่าพันรอบต่อนาที

2. น้ำมันดีเซลหมุนช้า หรือเรียกว่า ซีโล้ ใช้กับเครื่องยนต์ขับเคลื่อนเรือเดินทะเล และการผลิตกระแสไฟฟ้า

น้ำมันดีโซฮอล์ เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดจากการนำน้ำมันดีเซลมาผสมกับเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ 99.5% ถ้าใช้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์เพียง 95% จะเติมสารเคมีบางชนิดลงไปเพื่อประสานให้เอทานอลรวมกับน้ำมันดีเซลได้โดยไม่แยกชั้น

ไบโอดีเซล เป็นเอสเทอร์ที่ผลิตมาจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Transesterification โดยนำน้ำมันดังกล่าวไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ และใช้กรดหรือเบส เร่งปฏิกิริยาได้ เอสเทอร์ และมีกลีเซอรอล เป็นผลพลอยได้

การเรียกชื่อ ไบโอดีเซล จะเรียกตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น ใช้เมทิลแอลกอฮอล์เตรียมจะได้ไบโอดีเซล ชื่อ เมทิลเอสเทอร์ ถ้าใช้เอทิลแอลกอฮอล์เตรียมจะได้เอทิลเอสเทอร์ เป็นต้น

เนื่องจากแก๊สธรรมชาติประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารอื่นที่ไม่ใช่สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไบปรอท และไอน้ำ ดังนั้นก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต้องแยกสารที่ไม่ใช่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกก่อนโดยใช้กระบวนการดังนี้

1. หน่วยกำจัดปรอท เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อผุกร่อนเพราะรวมตัวกับปรอท

2. หน่วยกำจัดแก๊ส (ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และคาร์บอนไดออกไซด์) เพื่อป้องกันไม่ให้มีพิษและกัดกร่อนจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และป้องกันการอุดตันของท่อจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ การกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะใช้สารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนตผสมตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การทำน้ำแข็งแห้ง ฝนเทียม น้ำยาดับเพลิง เป็นต้น

3. หน่วยกำจัดความชื้น (ได้แก่ ไอน้ำ) เพื่อป้องกันไม่ให้กลายเป็นน้ำแข็งและอุดตันในท่อระบบแยกแก๊ส เมื่อทำการลดอุณหภูมิให้ต่ำมากๆ วิธีการกำจัดความชื้นจะใช้สารที่มีรูพรุนสูงและดูดซับน้ำออกจากแก๊สได้ดี เช่น ซิลิกาเจล

เมื่อแยกแก๊สที่ไม่ใช่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกแล้วจะนำแก๊สธรรมชาติที่มีแต่

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเข้าสู่หอกลิ้นและทำการกลั่นลำดับส่วนได้แก๊สต่างๆ ดังนี้ แก๊สมีเทน แก๊สอีเทน แก๊สโพรเพน แก๊สปิโตรเลียมเหลว (C_3 และ C_4) และแก๊สโซลีนธรรมชาติ หรือที่เรียกว่า แก๊สธรรมชาติเหลว (C_5 ขึ้นไป) ซึ่งนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น ในอุตสาหกรรม

แก๊สธรรมชาติและแก๊สธรรมชาติเหลว (LPG) เป็นสารที่ไม่มีกลิ่นแต่ที่พบในเชื้อเพลิงที่ใช้ตามบ้านหรือเครื่องยนต์จะมีกลิ่นเหม็น เพราะจะเติมสารประกอบที่มีหมู่ -SH เกาะอยู่กับอะตอมของคาร์บอนซึ่งมีชื่อเฉพาะว่า สารเมอร์แคปแทน ทั้งเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแก๊สและไม่สามารถติดตามป้องกันได้ ตัวอย่างสารประกอบ เมอร์แคปแทน ที่เพิ่มในแก๊สธรรมชาติ เช่น เมทิลเมอร์แคปแทน (CH_3SH) เอทิลเมอร์แคปแทน (C_2H_5SH) และเทอร์เชียรีบิวทิลเมอร์แคปแทน ($(CH_3)_3CSH$)

แก๊สปิโตรเลียมเมื่อถูกอัดให้เป็นของเหลวจะกลายเป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลวซึ่งมีเลขออกเทนสูงประมาณ 130 ทำให้มีคุณภาพในการเผาผลาญเครื่องยนต์ดีขึ้นจึงใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล โดยปิโตรเลียมเหลวนี้ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพราะไม่สารตะกั่วเป็นส่วนผสมในเชื้อเพลิง

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้มาจากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเคมีภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมายก่อให้เกิดอุตสาหกรรมปิโตรเลียมเคมีซึ่งมี 2 ขั้นตอนดังนี้

1. อุตสาหกรรมปิโตรเลียมเคมีขั้นต้น เป็นการผลิตมอนอเมอร์ โดยการนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติมาผลิตเป็นโมเลกุลเล็กๆ ที่ว่ามอนอเมอร์ เพื่อใช้ในการผลิตสารโมเลกุลใหญ่ต่อไป

2. อุตสาหกรรมปิโตรเลียมเคมีขั้นต่อเนื่อง เป็นการผลิตพอลิเมอร์ โดยนำมอนอเมอร์มาผลิตเป็นพอลิเมอร์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ เช่น พลาสติก เส้นใย ยาง ฯลฯ เป็นต้น

ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน เป็นปฏิกิริยาที่มอนอเมอร์จำนวนมากมารวมตัวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์แล้วได้สารที่มีมวลโมเลกุลสูงที่ เรียกว่า พอลิเมอร์ การรวมตัวกันของมอนอเมอร์อาจจะใช้มอนอเมอร์ชนิดเดียวกันรวมตัวกัน แล้วได้สารโมเลกุลใหญ่เรียกว่าผลิตภัณฑ์นี้ว่า โฮโมพอลิเมอร์ แต่ถ้ามอนอเมอร์ที่รวมตัวกันเป็นมอนอเมอร์คนละชนิดจะเรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่า โคพอลิเมอร์ หรือพอลิเมอร์ร่วม

ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน มี 2 แบบ ดังนี้

1. ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น เกิดกับมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ มาทำปฏิกิริยากันแล้วได้พอลิเมอร์ กับสารโมเลกุลเล็กเป็นผลพลอยได้ เช่น น้ำ แก๊ส

แอมโมเนีย เมทานอล เป็นต้น

2. ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติมหรือแบบรวมตัว เกิดกับมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนอะตอม โดยปฏิกิริยาจะเกิดที่ บริเวณพันธะคู่ ทำให้ได้พอลิเมอร์ที่ใหญ่ขึ้นเพียงอย่างเดียว ไม่มีสารโมเลกุลเล็กเป็นผลพลอยได้

สมบัติของพอลิเมอร์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสารตั้งต้น หรือมอนอเมอร์ที่เตรียมพอลิเมอร์นั้นๆ และขึ้นกับการจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์เองด้วย ซึ่งแบ่งโครงสร้างการจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์ได้ 3 แบบ ดังนี้

1. พอลิเมอร์แบบเส้น แบบนี้มอนอเมอร์จะจัดเรียงตัวกันเป็นโซ่ยาว ทำให้มีความแข็ง ขุ่นและเหนียว ถ้ามีคลอรีน และเบนซีนในโมเลกุลจะทำให้เกิดความใสกว่าพอลิเมอร์แบบอื่น

2. พอลิเมอร์แบบกิ่ง พอลิเมอร์แบบนี้มีโซ่กิ่ง ซึ่งจะเป็นโซ่กิ่งแบบที่สั้นหรือยาวก็ได้ กิ่งจะแตกแขนงออกไปจากโซ่ยาวที่เป็นโซ่หลัก การเรียงตัวจึงไม่ชิดเท่ากับแบบเส้น ดังนั้นจึงยืดหยุ่น มีความหนาแน่นต่ำ และจุดหลอมเหลวต่ำกว่าแบบเส้น

3. พอลิเมอร์แบบร่างแห พอลิเมอร์แบบนี้เป็นการเชื่อมโยงระหว่างโซ่แบบเส้นหรือแบบกิ่งต่อเข้าด้วยกัน กลายเป็นร่างแห ถ้ามีพันธะที่เชื่อมระหว่างโซ่หลักเพียงเล็กน้อย จะมีความยืดหยุ่นและอ่อนตัว แต่ถ้ามีการเชื่อมโยงระหว่างโซ่หลักมาก จะแข็งไม่สามารถยืดหยุ่นได้ พอลิเมอร์แบบนี้มีจุดหลอมเหลวสูง เมื่อผ่านการขึ้นรูป จะไม่มีการเปลี่ยนรูปร่าง หรือหลอมเหลว

มวลโมเลกุลมีผลต่อสมบัติของพอลิเมอร์โดยจะทำให้เกิดความเหนียว ถ้ามีมวลโมเลกุลสูงและต่อกันเป็นโซ่ยาว แบบเส้น ส่วนแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่ ถ้าพอลิเมอร์นั้นๆ ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่ มีแต่พันธะระหว่างหมู่ฟังก์ชัน หรือแรงแวนเดอร์วาลส์ จะมีจุดหลอมสูง การที่พอลิเมอร์มีโซ่ที่เรียงชิดกันมากๆ ความหนาแน่นและความเป็นผลึกจะสูง จึงแข็งแรง ทำให้อากาศหรือน้ำผ่านไม่ได้ จึงมีลักษณะขุ่น หรือที่เรียกว่าทึบแสง นั้นเอง

ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ มีหลายประเภท เช่น พลาสติก เส้นใยและยาง

พลาสติกเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติเฉพาะตัว การทดสอบสมบัติของพลาสติก จะทดสอบสิ่งต่อไปนี้ คือความแข็งแรง ความทนทานต่อการขีดข่วน ความหนาแน่น การละลายและการเผาไหม้ การละลายของพลาสติก ส่วนใหญ่จะละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ จึงไม่ควรนำพลาสติกบรรจุตัวทำละลายอินทรีย์

การจำแนกพลาสติก ถ้าใช้ความร้อนเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

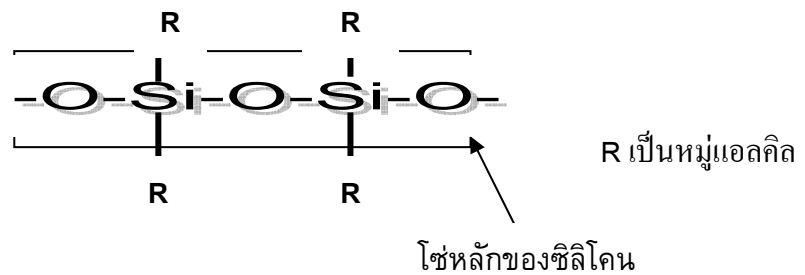
1. เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่เปลี่ยนรูปได้ เมื่อได้รับความร้อน โดยสมบัติจะไม่เปลี่ยนแปลง จึงสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ส่วนใหญ่จะเป็นโครงสร้างแบบเส้นหรือแบบกิ่ง

มีการเชื่อมระหว่างโซ่บ่อยมาก เช่น พอลิเอทิลีน

2. พลาสติกแบบเทอร์โมเซต เป็นพลาสติกที่ไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้ เมื่อได้รับความร้อนในการขึ้นรูปครั้งแรก และไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปได้อีก ส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างแบบร่างแห แบบนี้将有ความแข็งแรงทนความร้อนและความดันดี กว่าเทอร์โมพลาสติก เช่น พอลิฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์

พอลิเอทิลีน เกิดจากมอนอเมอร์ชื่อ เอทิลีน มีสมบัติทางกายภาพขึ้นกับโครงสร้างของพอลิเมอร์ คือ ถ้ามีโครงสร้างแบบกิ่งจะมีความใสมาก จัดเป็นพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ(Low Density Polyethylene : LDPE) สามารถใช้ทำฟิล์มห่ออาหารได้ แต่ถ้าเป็นโครงสร้างแบบเส้นไม่มีกิ่งจะขุ่น จัดเป็นพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene : HDPE)สามารถใช้ทำขวดบรรจุน้ำมันหรือเครื่องสำอางได้

พอลิเมอร์มีทั้งพอลิเมอร์อินทรีย์ ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบของโซ่หลัก และพอลิเมอร์อนินทรีย์ ซึ่งมีธาตุองค์ประกอบโซ่หลักเป็นธาตุอื่น เช่นซิลิโคน มีโซ่หลักเป็นธาตุซิลิคอน สลับกับออกซิเจน



เส้นใย คือพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเหมาะแก่การรีด และปั่นให้เป็นเส้นด้าย ซึ่งมีทั้งในธรรมชาติ และมนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้น

กระบวนการควิปราโมเนียม เป็นการเตรียมเส้นใยโดยเปลี่ยนเซลลูโลสให้อยู่ในรูปของสารประกอบที่สามารถละลายได้

เส้นใยที่ถูกมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น มาเป็นพอลิเมอร์เรียกว่า เส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งบางชนิดจะมีสมบัติดีกว่าเส้นใยธรรมชาติ เพราะจะทนทานต่อจุลินทรีย์ เชื้อรา แบคทีเรีย ได้ดี ไม่ยับง่าย ไม่ดูดน้ำ ทนต่อสารเคมี ซักได้ง่าย และแห้งเร็ว ตัวอย่างเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนลอน 6,6 ,ไนลอน 6,10 ไนลอน 6,6 ตัวเลขข้างท้าย 2 ตัวนี้ หมายถึงจำนวนอะตอมของคาร์บอนในมอนอเมอร์ของเอมีน 6 อะตอม และกรดคาร์บอกซิลิก 6 อะตอม ดาครอน หรือ โทเรเทโทรอน เป็นชื่อทางการค้าของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งเป็นโคพอลิเมอร์ ระหว่างเอทิลีนไกลคอลกับไดเมทิลเทเรฟทาเลตโดยเกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น

สารอะโรมาติก เช่น เบนซีน โทลูอีน และไซลีน เรียกรวมกันว่า บีทีเอ็กซ์ (BTX

ชื่อเต็มว่า Benzene Toluene Xylene) มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หลายชนิด เช่น ใช้เป็นตัวทำละลาย ใช้เป็นมอนอเมอร์ในการผลิตพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ ตัวอย่างพอลิเมอร์ เช่น พอลิสไตรีน โพลีน

ยางเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งมีทั้งในธรรมชาติ และมนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ น้ำยางดิบในธรรมชาติ สามารถบดเสียดได้ง่าย จึงต้องเติมแอมโมเนีย เพื่อเป็นสารกันบูด และช่วยป้องกันไม่ให้น้ำยางจับตัวกัน ส่วนการเติมกรดเช่น กรดแอซิดิกหรือกรดฟอร์มิก จะช่วยแยกเนื้อยางจากน้ำยาง โดยกรดจะทำให้เนื้อยางรวมตัวกันแล้วตกตะกอนแยกออกมาจากน้ำยาง เราเรียกเนื้อยางที่ได้นี้ว่า ยางดิบ

กระบวนการวัลคาไนเซชัน เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพยาง โดยเติมกำมะถันในปริมาณที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของกำมะถัน ยางที่ได้มีสภาพคงตัวที่อุณหภูมิต่างๆ มีความยืดหยุ่นคงรูปได้ดี เพราะจะเกิดพันธะโควาเลนต์ของกำมะถันเชื่อมสายโซ่พอลิเมอร์ของยาง นอกจากนี้ ยางยังมีสภาพทนต่อแสง ความร้อน และละลายในตัวทำละลายยากขึ้นด้วย

ในการผลิตยางรถยนต์ นอกจากจะเติมกำมะถันและยังมีการเติมซิลิกา ซิลิเกต และผงถ่าน เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้ยาง โดยเฉพาะผงถ่าน จะมีความสามารถในการป้องกันการสึกกร่อน และถูกทำลายด้วยแสงแดดได้ดี

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์อย่างรวดเร็ว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น และความแปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์หลากหลาย สามารถใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่นการผลิตไฟเบอร์กลาส เป็นการพัฒนาพลาสติกธรรมดาให้มีความแข็งแรง และทนต่อแรงกระแทกมากขึ้น โดยเติมใยแก้วลงไปหรือเติมผงแกรไฟต์ เพื่อให้มีสมบัติในการนำไฟฟ้าได้

โฟมเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง ซึ่งผ่านกระบวนการเติมแก๊สเพื่อให้เกิดฟองอากาศ แทรกอยู่ระหว่างเนื้อพลาสติก โฟมทุกชนิดต้องมีสารที่ช่วยทำให้เกิดโฟม ตัวอย่างสารที่ช่วยทำให้เกิดโฟม เช่นอากาศ หรืออาจเป็นสารเคมีที่สามารถละลายตัวให้แก๊สเมื่อได้รับความร้อน เช่น CFC หรือ Chlorofluoro Carbon มีอีกชื่อว่าฟร็อน ฟร็อนหรือ CFC เป็นสารประกอบของคลอรีน ฟลูออรีน และคาร์บอนตามลำดับ สารนี้สังเคราะห์ขึ้นเพื่อให้ทำเป็นสารให้ความเย็นในตู้เย็น หรือเครื่องทำความเย็น ซึ่งมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อน และฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก แต่มีข้อเสียคือ จะทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และทำลายแก๊สโอโซน ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ ปัจจุบันจึงใช้แก๊สเพนเทน และบิวเทนแทน เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษในอากาศ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้มีการใช้ผลิตภัณฑ์และการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากซากดึกดำบรรพ์อย่างระมัดระวังมากขึ้น เพื่อป้องกันมลภาวะต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ภาวะมลพิษ คือภาวะแวดล้อมที่ก่อให้เกิดอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อสิ่งมีชีวิต ภาวะมลพิษมีทั้งทางอากาศ ทางน้ำ และทางดิน ส่วนสารมลพิษ คือ สารที่ทำให้เกิดภาวะมลพิษ

ภาวะมลพิษทางอากาศ ส่วนมากเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม หรือในเครื่องยนต์ เพราะเชื้อเพลิงเหล่านี้มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น ถ่านหินที่มีกำมะถันผสมอยู่เมื่อถูกเผาไหม้จะเกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำฝนจะกลายเป็นฝนกรด มีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะ นอกจากนี้ยังมีแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมอย่างไม่สมบูรณ์ แก๊สเหล่านี้จะมีอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและปอด

สารประกอบเปอร์ออกซีแอซิติกไนเตรต (PAN ; Peroxyacetyl nitrate) เกิดจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารพิษทำให้เกิดการระคายเคืองต่อดวงตา และระบบทางเดินหายใจ และทำลายเนื้อเยื่อที่ไบโพิษด้วย

ภาวะมลพิษทางน้ำ ส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้ปิโตรเคมีภัณฑ์ เช่น ปุ๋ย ผงซักฟอก ซึ่งมีสารฟอสเฟตที่เป็นอาหารของพืชน้ำเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นเมื่อสารเหล่านี้ถูกปล่อยทิ้งลงน้ำ จึงทำให้พืชน้ำ เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ออกซิเจนในน้ำมากขึ้น ทำให้น้ำเน่าเสีย

การบอกคุณภาพน้ำทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. ค่า DO (Dissolved Oxygen) เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยตรง
2. ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนโดยหาปริมาณออกซิเจนที่ถูกจุลินทรีย์ใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ (ค่านี้จะบอกถึงปริมาณจุลินทรีย์ที่ต้องใช้ออกซิเจนในน้ำจัดเป็นการวัดทางอ้อม)
3. ค่า COD (Chemical Oxygen Demand) เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนโดยหาค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนของสารเคมีที่อยู่ในน้ำ (ค่านี้จะบอกถึงปริมาณของสารเคมีที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำจัดเป็นการวัดทางอ้อมเช่นกัน)

มลพิษทางดิน ส่วนหนึ่งเกิดจากการกำจัดสารพิษด้วยการฝังดิน การกำจัดขยะ สิ่งปฏิกูลโดยการทิ้งลงดิน หรือแม้แต่ สารตกค้างจากปุ๋ยเคมี หรือสารที่ใช้ปราบศัตรูพืช ก็ทำให้ดินเสื่อมสภาพได้ เครื่องมือ เครื่องใช้บางอย่าง เช่น ถูพลาสติก ยาง ซึ่งย่อยสลายได้ยาก ก็มีผลทำให้ดินเสื่อมสภาพได้ การกำจัดพลาสติกหรือวัสดุที่ย่อยสลายยาก มีหลายวิธีเช่น การใช้ปฏิกิริยาชีวเคมี, การใช้สมบัติการละลายในน้ำ, การใช้แสงแดด, การใช้ความร้อน และการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

แบบฝึกหัดท้ายบท

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายวิธีการผลิตปูนซีเมนต์

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปูนซีเมนต์ชนิดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

3. การปรับปรุงโครงสร้างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีกี่วิธีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงบอกวิธีบอกคุณภาพของน้ำ

.....

.....

.....

.....