

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย วัสดุสังเคราะห์	ชั่วโมงรวม 4 ชม.
ชื่อเรื่องหรือชื่องาน พลาสติก		จำนวนชั่วโมง 2 ชม.
<p><b>หัวข้อเรื่องและงาน</b></p> <p>วัสดุสังเคราะห์เป็นวัสดุที่คิดค้นด้วยกรรมวิธีทางเคมี เพื่อให้ได้สารชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยที่วัสดุธรรมชาติไม่สามารถให้ได้หรือประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้แทนวัสดุธรรมชาติที่กำลังจะหมดไป หรือมีราคาแพง เช่น แก้ว ยางสังเคราะห์ พลาสติก และสี เป็นต้น</p> <p><b>สาระสำคัญ</b></p> <p>3. พลาสติก</p> <p><b>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถแยกแยะยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ได้</li> <li>2. อธิบายการผลิตยางสังเคราะห์ได้</li> <li>3. อธิบายประโยชน์และองค์ประกอบของสีได้</li> <li>4. อธิบายขั้นตอนการผลิตพลาสติกได้</li> <li>5. แยกแยะชนิดของพลาสติกได้</li> <li>6. อธิบายกระบวนการเกิดแก้วได้</li> <li>7. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ในด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้</li> </ol>		

## เนื้อหาสาระ

1. พลาสติก
  - 1.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของพลาสติกในการทำให้เป็นผลิตภัณฑ์
  - 1.2 คุณสมบัติของพลาสติก
  
2. ชนิดของพลาสติก
  - 2.1 เทอร์โมพลาสติก
  - 2.2 เทอร์โมเซตติง

## เนื้อหาสาระ

### พลาสติก (Plastic)

พลาสติกเป็นวัสดุที่ไม่ได้เกิดจากธรรมชาติดังเช่นถ่านหินหรือเหล็ก แต่พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ที่เตรียมได้ในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งบางแห่งในโลกอุดมไปด้วยวัตถุดิบที่ใช้ทำพลาสติก การค้นพบพลาสติกเป็นการนำไปสู่การพัฒนาชีวิตและความเป็นอยู่ในครอบครัวให้ดีขึ้น ในปัจจุบันถ้ามองดูรอบตัวเราแล้ว จะพบว่าวัตถุดิบของที่อยู่รอบๆ ตัวเรานั้น ล้วนแล้วแต่มีพลาสติกเข้ามาเป็นส่วนประกอบด้วยทั้งสิ้น

### ความเป็นมาของพลาสติก

พลาสติกเป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์สารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเตรียมได้ในห้องปฏิบัติการเคมี มีคุณสมบัติทำให้อ่อนตัวได้ โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความดัน สามารถหล่อหรือปั่นเป็นรูปต่างๆ ได้ตามวัตถุประสงค์

คำว่า พลาสติก มาจากภาษากรีก “Plastikos” แปลว่า ในภาษาอังกฤษก็มีความหมายเดียวกัน แสดงว่า วัตถุอะไรก็ตามถ้าหล่อหลอมหรือขึ้นรูปให้เป็นรูปเป็นร่างต่างๆ ได้ง่ายเราก็สามารถเรียกว่า “พลาสติก” ได้ เช่น ดินเหนียว ไม้แข็ง แต่อย่างไรก็ตามคำว่าพลาสติกนี้เจาะจงเฉพาะวัสดุที่มนุษย์ทำขึ้นมาใหม่เท่านั้น

พลาสติกได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาใช้เมื่อประมาณร้อยกว่าปีแล้ว แต่อุตสาหกรรมพลาสติกได้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งทัดเทียมกับอุตสาหกรรมเหล็ก แก้ว กระดาษ และ ไม้ ซึ่งปัจจุบันอาจเรียกได้ว่าเป็นยุคพลาสติกก็ได้

### พลาสติกชนิดแรกของโลก

หลังจากสงครามกลางเมืองประเทศสหรัฐอเมริกาสิ้นสุดลง ราคาของงาช้างได้ถีบตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งงาช้างเป็นสินค้านำเข้ามาจากแอฟริกา จึงทำให้ผู้ผลิตลูกบิลเลียด พยายามหาวัตถุดิบขึ้นใหม่เข้ามาทดแทน บริษัททำลูกบิลเลียดในเมืองนิวยอร์กจึงได้ตั้งรางวัลแก่ผู้ที่สามารถคิดค้นหาสารชนิดใหม่ที่สามารถทำให้ลูกบิลเลียดได้ และมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับงาช้างเป็นเงินถึง 70,000 ดอลลาร์ ดังนั้น จอห์น เวสลีย์ เฮทท์ ชาวอเมริกาเป็นช่างพิมพ์และนักประดิษฐ์ทราบข่าวตามประกาศ จึงได้เริ่มทดลองในปี ค.ศ. 1868 เขากลับมาพร้อมกับลูกบิลเลียด ซึ่งได้จากการทำปฏิกิริยากันระหว่างการบูร (Campher) กับ แอลกอฮอล์ (Alcohol) สารที่ได้คือ เซลลูลอยด์ (celluloid) ดังนั้น เซลลูลอยด์จึงเป็นพลาสติกชนิดแรกของโลก แต่มีคุณสมบัติไม่ดีนัก คือ ไวไฟ ไม่ทนต่อความร้อน เมื่อนำมาหล่อในแบบพิมพ์จะหดตัวมาก ปัจจุบันในอุตสาหกรรมจึงมีใช้น้อย



ต่อมาได้มีการเอาเซลลูโลสไปใช้ทำหมึก ฟันปลอม (สีชมพู) แทนการใช้ยางแข็งใช้ทำกระจก  
รถยนต์ และทำฟิล์มภาพยนตร์ ในปี ค.ศ.1882 โดยบริษัทอีสต์แมน (Eastman)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1909 Dr.Leo Hendrik Backland ได้พยายามคิดประดิษฐ์สารใหม่ขึ้นมา โดยใช้ฟีนอล (Phenol) ทำปฏิกิริยากับ ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) และสารช่วยละลาย (Catalyst) ใน  
ภาชนะสุญญากาศ ได้สารใหม่เกิดขึ้นเป็นพวกฟีนอลพลาสติก (Phenolic Plastic) คือ ฟีนอล ฟอรัมาลดี  
ไฮด์ (Phenol-Formaldpehyde) ซึ่งภายหลังได้ตั้งชื่อสารชนิดนี้ว่า “เบเกอร์ไลต์” (Bakelite) สารที่ได้มี  
ลักษณะคล้ายอำพันแต่แข็งกว่า และไม่ละลายในสารละลายใดๆ ซึ่งอำพันนั้นเป็นยางไม้ชนิดหนึ่งที่ได้จาก  
ธรรมชาติหาได้ยากและมีราคาแพง ส่วนเบเกอร์ไลต์ (Bakelite) ที่เตรียมได้นั้นนอกจากราคาถูกแล้ว ยังมี  
คุณสมบัติไม่ทำปฏิกิริยากับสารใดๆ เหมาะสำหรับใช้ทำด้ามกระทะ หูหม้อ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

### ลักษณะทางเคมีพลาสติก

พลาสติกเป็นสโรรินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วยธาตุที่เป็นแกนสำคัญ คือคาร์บอนออกซิเจน  
ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และคลอรีน

การจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอน อาจอยู่ในรูปของเส้นตรง (Linear) ซึ่งเป็นแบบลูกโซ่  
(Chain) ซึ่งเราเรียกสายลูกโซ่นี้ว่า โพลีเมอร์ (Polymer) Poly หมายถึง Many (มาก) และ Mer หมายถึง  
Unit(หน่วย) ดังนั้น Polymer จึงประกอบด้วย หน่วยหลายๆ หน่วยที่ซ้ำกันๆ หน่วยที่เล็กที่สุดเรียกว่า โม  
โนเมอร์ (Monomer)

โครงสร้างโมเลกุลของโมโนเมอร์ นอกจากเป็นแบบลูกโซ่ (Chain) แล้วอาจเป็นแบบยึดขวาง  
(Cross-linked) หรือ แบบกิ่งก้านสาขา (ranched) ก็ได้

### วัตถุดิบที่ใช้ทำพลาสติก

ปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์พลาสติกทั้งหมดมาจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติโดยใช้ก๊าซ  
มีเทนและก๊าซโพรเพนที่ได้จากโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ นำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตก๊าซเอทิลีนและ  
ก๊าซโพรพิลีนซึ่งก๊าซทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญมากเนื่องจากก๊าซทั้งสองชนิดนี้นำไปผลิตเป็นเม็ด  
พลาสติกและผงพลาสติก ป้อนให้โรงงานอุตสาหกรรม

การทำพลาสติกนอกจากจะให้วัตถุดิบกับกล้าวมาข้างบนแล้ว อาจใช้วัตถุดิบอื่นได้อีก เช่น ถ่าน  
โค้ก และหินปูน เป็นต้น

ส่วนประกอบพื้นฐานของพลาสติกในการทำให้เป็นผลิตภัณฑ์



ในการผลิตเหล็กเราจะเติมธาตุโลหะต่างๆ ลงไป ก็เพื่อให้เกิดเป็นโลหะผสมและให้ได้คุณสมบัติ  
ที่ต้องการ การผลิตพลาสติกก็เช่นเดียวกันเราเติมสารต่างๆ ลงไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของ

พลาสติกโดยมีสารต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. **เรซิน (Resin)** เป็นสารสำคัญที่มีหน้าที่ประสาน (Binder) สารต่างๆ ให้เป็นสารเดียวกันเรซินเป็นตัวสำคัญที่จะกำหนดคุณสมบัติของพลาสติกนั้นๆ เรซินมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ซึ่งจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป และมีผลกระทบต่อคุณภาพของพลาสติกด้วย

เรซิน (Resin) และพลาสติก (Plastic) หลายคนคิดว่ามันเป็นสารเดียวกัน แต่ความจริงแล้วสารทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด นั่นคือ เรซิน เป็นสารที่จะต้องนำมาใช้ทำเป็นพลาสติกนั่นเอง โดยทั่วไปแล้วเรซินจะอยู่ในรูปของสารประกอบของเหลว เรซินที่อยู่ในรูปของของเหลวนี้อาจสามารถเปลี่ยนปฏิกิริยาเคมีได้ ถ้าเติมเรซินไปในพลาสติก จะเกิดปฏิกิริยาเคมีทันที

2. **ฟิลเลอร์ (Filler)** เป็นวัสดุที่มีราคาถูก เติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์เพื่อลดความสิ้นเปลืองในการผลิตวัสดุสารฟิลเลอร์ในการผลิตจะเป็นตัวแสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น ไยหิน อีกด้วย กรวดควอตซ์ หรือไมกา ผสมเข้าไปในพลาสติกเพื่อให้พลาสติกมีความแข็ง ไฟเบอร์กลายเป็นสารชนิดหนึ่งเติมลงไปพลาสติก เพื่อให้มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ

3. **สี** ข้อดีของพลาสติกอีกข้อหนึ่งที่น่าสนใจก็คือความสามารถผสมสีให้เนื้อพลาสติก มีสีสันต่างๆตามต้องการ

4. **น้ำมันหล่อลื่น (Lubricant)** น้ำมันหล่อลื่นใช้สำหรับป้องกัน เรซินหรือพลาสติกที่หลอมตัวแล้วติดแบบพิมพ์ น้ำมันหล่อลื่นนี้จะเติมอยู่ในสารที่ใช้หล่อลื่น เมื่อสารนี้ได้รับความร้อนก็จะหลอมตัวละลายออกมาจากผิวหน้าของแบบพิมพ์ จึงไม่เกิดความยุ่งยากที่จะนำผลิตภัณฑ์พลาสติกออกมาจากแบบพิมพ์

5. **พลาสติกไซเซอร์ (Plasticizer)** เป็นสารที่ทำให้เรซินไม่เหนียวเหนอะหนะใช้เติมลงไปพลาสติกเพื่อช่วยให้พลาสติกไหลได้ดีและง่ายต่อการผลิต ถ้าเรซินที่มีคุณสมบัติลื่นอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใส่พลาสติกไซเซอร์ นอกจากนี้พลาสติกไซเซอร์ยังมีความสมบัติทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลง โค้งงอได้ง่ายขึ้น (Flexibility) และมีความหนืด (Viscosity) ต่ำ ตัวอย่างเช่น การใช้การบูร (Camphor) ซึ่งเป็นสารพลาสติกไซเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใส่ในเซลลูโลสไนเตรต (Cellulose Nitrate) เพื่อผลิตเป็นเซลลูลอยด์ (Celluloid) เป็นต้น

6. **สตาบิไลเซอร์ (Stabilizer)** เป็นสารที่ใส่ลงในเรซินระหว่างขบวนการผลิตเพื่อรักษาคุณสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์ของพลาสติกไว้ เช่น ทนต่อความร้อนได้สูง สลายตัวได้ยากตัวอย่างของสารสตาบิไลเซอร์ ก็คือ แบร์เลียม (Barium) แคดเมียม (Cadmium) สังกะสีฟอสเฟต (Zinc-Phosphate) ตะกั่วซัลเฟต (Lead-Sulphate) และตะกั่วคาร์บอเนต (Lead-Carbonate) เป็นต้น

7. **ตัวเร่งปฏิกิริยา (Accelerator)** และตัวหน่วงปฏิกิริยา (Inhibitor) เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาเคมีให้เกิดความเร็วหรือช้า หรือเป็นตัวบังคับให้โมโนเมอร์ (Monomer) เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาเคมีให้เกิดความเร็วหรือช้า หรือเป็นตัวบังคับให้โมโนเมอร์ (Monomer) เข้าร่วมตัวกับโพลิเมอร์ (Polymer) ช้าหรือเร็วขึ้น ถ้าต้องการให้เรซินแข็งตัวต้องเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยา แต่ถ้าเรซินแข็งตัวเร็วเกินไปต้องเติมสารหน่วงปฏิกิริยาลงไปเพื่อช่วยลดปฏิกิริยาของกระบวนการนั้น ตัวเร่งปฏิกิริยาส่วนมากเป็นสารพวก ออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์ (Organic Peroxide) และไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydro Peroxide)



## คุณสมบัติของพลาสติก (Properties of Plastics)

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษ สามารถทำงานแทนวัสดุอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี คุณสมบัติทั่วไปของพลาสติกที่เด่นชัด มีดังนี้

- ◆ คุณสมบัติทางกายภาพ คือ มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่นดี
- ◆ คุณสมบัติทางไฟฟ้า คือ ฉนวนไฟฟ้าอย่างดี
- ◆ คุณสมบัติทางเคมี คือ ทนกรด ทนด่าง และสารเคมีอื่นๆ นอกจากนี้พลาสติกแต่ละชนิดยังมีสถานะเฉพาะตัว เช่น แข็งหรืออ่อนนุ่ม ใสหรือทึบแสง กันน้ำได้ ทนความร้อน เป็นต้น

## ประเภทของพลาสติก (Type of Plastics)

ตามหลักการแบ่งวัสดุวิศวกรรมได้แบ่งพลาสติกไว้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ดังนี้คือ เทอร์โมพลาสติก (Thermo Plastics) และเทอร์โมเซตติง (Thermo Setting)

เทอร์โมพลาสติก (Thermo Plastic) พลาสติก ประเภทนี้มีโครงสร้างเป็นแบบเส้นยาวหรือแบบสาขา อ่อนตัวได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน พลาสติกชนิดนี้มีความแข็งแรงทนทานเมื่ออยู่ในสภาพเย็นเท่านั้น บางชนิดติดไฟง่าย บางชนิดไม่ติดไฟ บางชนิดทนกรดทนด่างได้ดี แต่บางชนิดก็ละลายในสารละลายบางอย่างได้ มีทั้งลักษณะใส และทึบแสง ซึ่งคุณสมบัติต่างๆ นั้นขึ้นอยู่กับสารที่นำมาใช้ทำพลาสติก พลาสติกชนิดนี้มีข้อดีอย่างยิ่ง คือ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เปรียบเสมือนน้ำแข็งละลายเป็นน้ำ และสามารถนำมาให้แข็งได้อีก ตัวอย่างพลาสติกพวกนี้ ได้แก่ ไนลอน (Nylon) โพลีเอทิลีน (Polyethylene) โพลีโพรพิลีน (Poly Propylene) โพลีสไตรีน (Poly Styrene) และสารประกอบจำพวกไวนิล (Vinyl Compound) เป็นต้น

1. โพลีเอทิลีน (Polyethylene) เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกได้มาจากการเตรียมก๊าซเอทิลีน ( $\text{CH}_2$ ) โดยนำมาทำปฏิกิริยาภายใต้อุณหภูมิและความดันที่จำกัด ทนความร้อนได้น้อย สามารถเป็นแผ่นได้ เช่น ถุง ภาชนะ พิมพ์ถ่ายภาพ ของเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก มีความคงทนต่ออากาศชั้น สารเคมี และเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ใช้หุ้มสายเคเบิล และแผ่นกันความชื้นในอากาศ เป็นต้น

2. โพลีไวนิลคลอไรด์ (Poly Vinyl Chloride) หรือที่รู้จักกันในชื่อ พีวีซี นั้นเองซึ่งเตรียมได้จากก๊าซเอทิลีนเช่นกัน โดยทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ PVC มีคุณสมบัติเหนียว ทนทานต่ออากาศ ความชื้น และไฟฟ้า ซึ่งนิยมนำไปใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า ท่อต่อกรดและด่างได้ดี

ไม่เป็นพิษ ไม่มีกลิ่น ป้องกันน้ำได้ไม่รั่วซึม จึงนำไปใช้ทำท่อน้ำดื่ม ภาชนะใส่น้ำ หรือใช้ทำเป็นอ่างล้างน้ำเล่นสำหรับเด็ก เนื่องจากมีคุณสมบัติถูกอากาศแล้วไม่แข็งไม่เปราะ ซึ่งนิยมนำมาใช้ทำผ้าปูโต๊ะ ผ้าห่ม ผ้าเช็ดมือ เสื้อกันฝน เป็นต้น

3. โพลีสไตรีน (Poly Styrene) เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาที่สุด เตรียมได้จากก๊าซเอทิลีนกับ

น้ำมันเบนซิน สามารถคงรูปได้ดีแต่เปราะมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนกรด ต่างชนิดอ่อนได้ นิยมนำไปใช้ทำกล่องบรรจุอาหาร ไม้บรรทัด พลาสติกราคาถูก อุปกรณ์ไฟฟ้า โทรศัพท์ วิทยุ และวัสดุกันแตกในรูปของโฟม เรียกว่า สไตโรโฟม (Styro Foam)

4. โพลีเมทิล เมทาคริเลต (Poly Methyl Methacrylate) พลาสติกชนิดนี้เป็นสารประกอบพวกอะคริลิก (Acrylic) มีคุณสมบัติใสคล้ายใสแก้ว ละลายได้ใน อะซิโตน คลอโรฟอร์ม และเบนซิน เป็นรอยขีดข่วนได้ง่าย ทนต่ออัลตราไวโอเลตได้ดี ใช้ทำป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา แวนตา เลนส์ ถาด ภาชนะบรรจุของเหลวที่มีเนื้อใส และ โคมไฟ เป็นต้น

5. ไนลอน (Nylon) เป็นเทอร์โมพลาสติกอีกชนิดหนึ่งขึ้นต้นด้วยตัว "N" ซึ่งหมายถึงมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

ไนลอน เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา มีความทนทานต่อการเสียดสีสูง ทนต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า แต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง ทนต่อกรดได้ปานกลาง แต่ทนทานต่อด่างแก่ ทนกรดอินทรีย์ ตลอดจนสารอินทรีย์ต่างๆ ได้ดีมาก ไม่ทนทานต่อแสงแดด นำไปหล่อหรือขึ้นดิ่งเป็นเส้นได้ดี มีความเหนียวส่วนมากนิยมนำไปทำเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม ถุงมือ ถุงเท้า ทำเอ็นสำหรับตีเทนนิส เชือก อวน แห ทำเอ็นเย็บแผลในทางศัลยกรรมแพทย์ ทำร่มชูชีพ และขนแปรงต่างๆ ที่เราใช้กันทุกวันนี้



เทอร์โมเซตติง (Thermo setting) เป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างเป็นแบบยึดขวาง (cross Link) และแบบตาข่าย (Network) มีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพอากาศร้อน และความกดดันได้ดีเมื่อเปลี่ยนรูปร่างแล้วไม่สามารถนำกลับมาหลอมใช้ได้อีก เปรียบเสมือนไข่ ทุกชนิดเป็นของเหลว เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะเปลี่ยนรูปเป็นของแข็ง ไม่สามารถทำให้เป็นของเหลวได้อีก

พลาสติกชนิดนี้ เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานดีจึงใช้งานแทนไม้ได้ดี สามารถหล่อเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ด้วย บาลพลาสติกพวกนี้ ได้แก่ เมลามีน (Melamine) อีพอกซี (Epoxy) โพลีเอสเตอร์ (Polyester) หรือไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) ซิลิโคน (Silicone) และโพลียูรีเทน (Poly Urethane) เป็นต้น

1. ยูรีเทน หรือ โพลียูรีเทน (Urethane or Polyurethane) ปัจจุบัน ยูรีเทน นิยมนำมาใช้ในรูปของโฟม (โฟมแข็ง โฟมอ่อน และในรูปของเหลวกันมาก)

ในรูปของโฟมแข็ง จะฉีดเข้าไปในท้องเรือเพื่อให้เรือลอยได้ดี ฉีดเข้าไปในผนังห้องเย็น ตู้เย็น และปีกเครื่องบิน เป็นต้น

ในรูปของโฟมอ่อน โฟมชนิดนี้จะอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่นได้ดีใช้ทำฟองน้ำ เบาะรถยนต์ ที่นอน เบาะ

เฟอร์นิเจอร์ ผ้าห่ม แผ่นกันเสียงและความร้อน เป็นต้น

ในรูปของของเหลว เช่น ใช้เป็นน้ำยาเคลือบเงา ผิววัสดุต่างๆ เช่น เคลือบไม้ เคลือบหนัง เคลือบยาง และใช้ทำกาว เป็นต้น

2. **ซิลิโคน (Silicone)** เป็นโพลิเมอร์ของธาตุซิลิคอน เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติง มีน้ำหนักมากชนิดหนึ่ง มีทั้งของเหลวและชนิดคงรูปร่าง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ติดไฟช้ามาก แต่นำความร้อนได้ดีกว่าพลาสติกด้วยกัน ทนกรด ต่างได้เกือบทุกชนิด มีคุณสมบัติอื่น จึงนิยมนำไปเป็นแบบพิมพ์ ใช้เป็นกาวอุดหลังคากันรั่ว ใช้เป็นสารถอดแบบ ทำให้ถอดแบบหล่อได้ง่าย ใช้ตีเส้นกาวกำหนดขอบเขตบนถนน และใช้ทำอวัยวะเทียมในวงการแพทย์

3. **อีพอกซี (Epoxy)** มีน้ำหนักปานกลาง มีการหดตัวน้อยมากเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทนความร้อนได้สูงถึง 600°F ติดไฟช้ามากและดับได้เอง ทนกรดทนด่าง รับแรงดึงและแรงอัดได้ดีมาก สามารถรับแรงดึงได้สูงถึง 65,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว มากกว่าเหล็กโครงสร้าง ซึ่งรับได้เพียง 60,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว คุณสมบัติของอีพอกซี ก็คือ สามารถยึดติดวัตถุอื่นๆ ได้ดีมาก จึงเหมาะสำหรับใช้ทำกาวเป็นอย่างมาก หรือนิยมนำไปใช้ร่วมกับพลาสติกเหลว เพื่อทำไฟเบอร์กลาส

4. **อะมิโน (Amino)** เป็นพลาสติกจำพวกเทอร์โมเซตติงเป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักมากชนิดหนึ่ง รับแรงอัดและแรงบิดได้ดี ทนความร้อนได้สูง ถ้าได้ผสมกับใยหิน (Asbestos) แล้วจะสามารถทนความร้อนได้สูงถึง 400°F มีเนื้อแข็งต้านทานรอยขีดข่วนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีเหมาะสำหรับกระแสไฟฟ้า ความถี่ต่ำ ไม่เหมาะสำหรับกระแสไฟฟ้าความถี่สูง ทนกรดต่างชนิดอ่อนได้ดี ทนต่อสารเคมีอื่นๆ เช่น น้ำมัน ทินเนอร์ ผงซักฟอก เป็นต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ยูเรีย (urea) นิยมนำไปใช้ทำกาว ไม่อัดน้ำยาเคลือบผิวและฉนวนหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้า
- เมลามีน (Melamine) นิยมนำไปใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร ถ้วย ชาม หรือวัสดุปิดผิว ที่รู้จักกันในนาม ฟอรัมิกา

5. **ฟีนอลิก (Phenolic)** พลาสติกชนิดนี้โดยทั่วไปรู้จักกันดีในนาม เบเกอไลต์ (Bakelite) เป็นพลาสติกที่ค้นพบในระยะแรกๆ เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติง ปัจจุบันมีอัตราการนำไปใช้ในงานสูงมาก เนื่องจากนำไปใช้หุ้มมือจับหุ้มมือ เพื่อป้องกันความร้อนในเครื่องครัวทั่วไป และฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ เป็นต้น

ฟีนอลิกนี้ทนความร้อนได้สูง นำความร้อนที่เลว ทนกรดทนด่าง ฟีนอลิกนี้สามารถทำเป็นโฟมได้ โฟมฟีนอลิกนิยมนำมาทำเป็นทุ่นลอยน้ำ และใช้เสริมความแข็งแรงในปีกเครื่องบิน เป็นต้น

6. **พลาสติกเสริมแรง (Reinforce Plastic Shut)** พลาสติกเสริมแรงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก จะมีความแข็งแรงขึ้นอย่างมากถ้ามีการนำเอาวัสดุอื่นมาช่วยเพิ่มความแข็งแรง เช่น ใยแก้ว ใยหิน ด้าย หรือผ้า และเส้นลวด เป็นต้น โดยการนำมาวางเรียงกันแล้วประสานด้วยพลาสติกอัดให้แน่นเป็นชั้นเดียวกันเรียกว่า พลาสติกเสริมแรง เช่น ผ้าใบมุงเต็นท์ แผ่นฟอรัมิกา และไฟเบอร์กลาส เป็นต้น

ไฟเบอร์กลาสเป็นวัสดุเสริมแรงชนิดหนึ่งซึ่งรู้จักกันดี จะใช้แผ่นหรือเส้นใยแก้ว เป็นวัสดุเสริมแรง โดยนำมาผสมกับพลาสติกเหลวพวกโพลีเอสเตอร์ (Polyester) หรือ อีพอกซี (Epoxy) แล้วทำให้เป็น



รูปร่างต่างๆ ตามแม่พิมพ์ ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัสดุอื่น มีความแข็งแรงทนต่อสารเคมี และแรงอัดกระแทกได้ดี นิยมนำไปใช้ทำโต๊ะ เก้าอี้ ถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ ตู้ถังรถยนต์ เรือ และเครื่องบิน หลังคาบ้าน ฝาผนังที่ต้องการให้แสงลอดผ่านได้ ฯลฯ



กิจกรรมการเรียนการสอน	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูเตรียมแผนการสอน</li> <li>2. ครูเตรียมอุปกรณ์การเรียนการสอน สื่อการสอน แผ่นใส Power Point</li> <li>3. ครูเช็คชื่อ เช็คจำนวนนักเรียน นักศึกษา</li> <li>4. ครูกล่าวบทนำเข้าสู่บทเรียน</li> <li>5. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินก่อนการเรียนรู้</li> <li>6. ครูนำสู่บทเรียน</li> <li>7. ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดและข้อสงสัย</li> <li>8. ครูนำหัวข้อมาให้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มวิเคราะห์</li> <li>9. ครูสังเกตดูนักเรียน นักศึกษา ระหว่างทำการวิเคราะห์ และให้คำแนะนำการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์</li> <li>10. ครูสุ่มทดสอบ ถามนักเรียน นักศึกษา</li> <li>11. ครูตอบข้อซักถามจากนักเรียน นักศึกษา</li> <li>12. ครูร่วมกับนักเรียน นักศึกษา สรุปปัญหา</li> <li>13. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินหลังการเรียนรู้</li> <li>14. ครูให้นักเรียน นักศึกษาทำแบบฝึกหัดและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต ฯลฯ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนเข้าเรียนตามเวลาเรียน</li> <li>2. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน เช่น สมุด บันทึกรายชื่อ หนังสือเรียน</li> <li>3. นักเรียนเช็คเวลาเรียน</li> <li>4. นักเรียนฟังคำบรรยายบทนำ</li> <li>5. นักเรียนลงมือทำแบบประเมินก่อนการเรียนรู้</li> <li>6. นักเรียนฟังบรรยายเนื้อหาจากสื่อการสอน</li> <li>7. นักเรียนเสนอแนวคิดและข้อสงสัยของตนเอง</li> <li>8. นักเรียนแบ่งกลุ่มวิเคราะห์ หัวข้อที่ได้รับ</li> <li>9. นักเรียนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มวิเคราะห์หัวข้อที่กลุ่มตนได้รับ</li> <li>10. นักเรียนตอบคำถามอาจารย์ผู้สอน</li> <li>11. นักเรียนตั้งคำถามอาจารย์ผู้สอน</li> <li>12. นักเรียนร่วมกับอาจารย์ผู้สอนสรุปเนื้อหา</li> <li>13. นักเรียนทำแบบประเมินหลังการเรียนรู้</li> <li>14. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต ฯลฯ</li> </ol>

## งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

### ก่อนเรียน

1. ทำแบบประเมินก่อนการเรียน 20 ข้อ

### ขณะเรียน

1. เสนอแนวความคิดความเห็น ข้อสงสัยต่ออาจารย์ผู้สอน
2. นักเรียนฟังบรรยายจากสื่อการสอน
3. นักเรียนจดบันทึก
4. ถาม – ตอบข้อสงสัย
5. แบ่งกลุ่มเพื่อร่วมกันทำการวิเคราะห์
6. ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอ

### หลังเรียน

1. ทำแบบประเมินหลังการเรียน 20 ข้อ
2. แบบฝึกหัด
3. ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

## สื่อการเรียนการสอน

### สื่อสิ่งพิมพ์

1. หนังสือเรียนวัสดุช่าง
2. แผนการสอน
3. เอกสารประกอบการสอนต่าง ๆ

### สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

1. แผ่นใส
2. สื่อช่วยสอน Power Point

### หุ่นจำลองหรือของจริง

ไม่มี

## การประเมินผล

### ก่อนเรียน

ถามตอบความรู้พื้นฐาน

แบบประเมินก่อนการเรียน

### ขณะเรียน

1. ถามตอบ
2. สังเกตการณ์ทำงานขณะแบ่งกลุ่ม
3. คะแนนประเมินตามสภาพจริงการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะ

อันพึงประสงค์

### หลังเรียน

1. แบบประเมินหลังการเรียน
2. แบบฝึกหัด
3. ข้อมูลที่ค้นคว้าเพิ่มเติม

## **บันทึกหลังการสอน**

### **ผลการใช้แผนการสอน**

1. นักเรียน นักศึกษา ได้ศึกษาเนื้อหาประกอบสื่อการเรียนการสอนที่มีภาพ แล้วเข้าใจได้ดี

ปัญหาและอุปสรรคที่พบคือ ห้องที่ใช้สื่อในการสอน เช่น ห้องโสตมีจำนวนน้อย ต้องขอก่อนการเรียน ซึ่งบางครั้งการใช้ห้องตรงกับห้องอื่น

### **ผลการเรียนของนักเรียน**

1. นักเรียน นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
2. นักเรียน นักศึกษามีกิจกรรมร่วมกัน ได้รับพิชชอบ กล้าแสดงออก
3. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้

### **ผลการสอนของครู**

1. ผู้สอนใช้เวลาน้อยลง
2. สอนได้ตามแผนการสอน

## แบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยเขียนเครื่องหมายกากบาท (x)ลงในกระดาษคำตอบ

1. อีพอกซี มีโครงสร้างของโมเลกุลอย่างไร
  - ก. แบบเส้นตรง (Linear)
  - ข. แบบกิ่งก้านสาขา (Branch)
  - ค. แบบยึดขวาง (Cross Link)
  - ง. แบบข่าย (Network)
2. โครงสร้างของอีลาสโตเมอร์หรือยาง จะเป็นแบบใด
  - ก. แบบเส้นตรง
  - ข. แบบกิ่งก้านสาขา
  - ค. แบบยึดขวาง
  - ง. แบบข่าย
3. พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก มีโครงสร้างเป็นแบบใด
  - ก. แบบเส้นตรง และแบบกิ่งก้านสาขา
  - ข. แบบยึดขวาง และแบบง่าย
  - ค. แบบกิ่งก้านสาขา และแบบง่าย
  - ง. แบบกิ่งก้านสาขา และแบบยึดขวาง
4. ข้อดีของเทอร์โมพลาสติกที่น่าสนใจคือ
  - ก. แข็งแรงทนทาน
  - ข. ทนต่อกรดและด่างได้ดี
  - ค. ยืดหยุ่นได้ดี
  - ง. สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
5. ข้อใดไม่ใช่เทอร์โมพลาสติก
  - ก. อะมิโน (Amino)
  - ข. ไนลอน (Mylon)
  - ค. อีพอกซี (Epoxy)
  - ง. ซิลิโคน (silicone)
6. ข้อใดไม่ใช่พลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติง
  - ก. เมลามีน
  - ข. PVC
  - ค. ไนลอน
  - ง. โพลีสไตรีน
7. ข้อเสียของพลาสติกเทอร์โมเซตติง คือข้อใด
  - ก. ใช้อุณหภูมิในการหลอมละลายสูง
  - ข. มีความแข็งแรงแต่เปราะ
  - ค. ใช้งานในสภาพที่อุณหภูมิต่ำไม่ดี
  - ง. ไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก
8. ท่อน้ำและถังน้ำบรรจุน้ำดื่มทำมาจากพลาสติกชนิดใด
  - ก. โพลีไวนิลคลอไรด์หรือPVC
  - ข. โพลีสไตรีน
  - ค. โพลีเอทิลีน
  - ง. ไนลอน





17. ยางธรรมชาติในประเทศไทย ได้มาจากต้นไม้อะไร

- ก. ต้นยางพารา
- ข. ต้นยางป่า
- ค. ต้นยางอเมซอน
- ง. ถูกทุกข้อ

18. สารที่ผสมลงไปใต้น้ำยางเจือจางเพื่อให้ยางแข็งตัวคืออะไร

- ก. กรดน้ำส้มเจือจาง
- ข. กรดมด
- ค. กรดซัลฟูริก
- ง. ถูกทั้งข้อ ก. และข.

19. เราสามารถป้องกันไม่ให้ผิวยางพาราที่แห้งแล้วทำปฏิกิริยาออกซิเจน ทำให้ผิวยางเกิดการเสื่อม  
เหนอะหนะด้วยวิธีใด

- ก. ตากให้แห้ง
- ข. รมควัน
- ค. โรยแป้งหรือปูนขาว
- ง. เก็บไว้ในที่ร่ม

20. การเติมกำมะถันลงไปเผาพร้อมกับยางดิบ ทำให้โมเลกุลของยางจับตัวกันเป็นตาข่าย กลายเป็นสารเทอร์  
เซตติง เรียกว่า ยางสุก นำไปใช้นำผลิตภัณฑ์อะไร

- ก. ยาวรถยนต์
- ข. ถุงมือยางของแพทย์
- ค. รองเท้ายาง
- ง. สายยางฉีดน้ำดับเพลิง

เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน