

บทที่ 2

การทดลอง

2.1 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีด้วยกันหลายเกรด ซึ่งผลิตโดยบริษัทต่าง ๆ ดังนี้

1. Sodium hydroxide, NaOH, Commercial grade
ผลิตโดยบริษัท EKA NOBEL, Sweden.
2. Sodium hydrogen carbonate, NaHCO₃, Analar grade
ผลิตโดยบริษัท E.Merck, Darmstadt, Germany.
3. Potassium hydrogen sulphate, KHSO₄, Analar grade
ผลิตโดยบริษัท Fluka AG. Buchs S.G. Switzerland.
4. Potassium iodide, KI, Analar grade
ผลิตโดยบริษัท May & Baker Ltd. Dagenhem, England.
5. Potassium iodate, KIO₃, Analar grade
ผลิตโดยบริษัท May & Baker Ltd. Dagenhem, England.
6. Zinc (II) chloride, ZnCl₂, Laboratory grade
ผลิตโดยบริษัท E.Merck, Darmstadt, Germany.
7. Polypropylene, PP, Extrusion grade
ผลิตโดยบริษัท เอ็ช เอ็ม ซี โปลิเมอร์ จำกัด มาบตาพุด ระยอง
8. High density polyethylene, HDPE, Wire grade
ผลิตโดยบริษัท บางกอกพอลิเอทิลีน จำกัด มาบตาพุด ระยอง
9. Stannic(IV) chloride, SnCl₄, Laboratory grade
ผลิตโดยบริษัท May & Baker Ltd. Dagenhem, England.
10. Aluminium sheet, Al, Analar grade
ผลิตโดยบริษัท E. Merck, Darmstadt, Germany.

11. Tin metal, Sn, 99.0%

ผลิตโดยบริษัท May & Baker Ltd. Dagenhem, England.

12. Hydrochloric acid, HCl, Analar grade

ผลิตโดยบริษัท E. Merck, Darmstadt, Germany.

13. Octabromodiphenyl, commercial grade

ผลิตโดยบริษัท Daichi Chemical Industries, Japan.

14. Ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt-2-hydrate, EDTA, Analar grade

ผลิตโดยบริษัท BDH Chemical Ltd. Poole, England.

15. Eriochrome black T

ผลิตโดยบริษัท BDH Chemical Ltd. Poole, England.

16. Antimony trioxide, Sb_2O_3 , commercial grade

ผลิตโดยบริษัท May & Baker Ltd. Dagenhem, England.

17. Nickel chloride, NiCl_2 , Analar grade

ผลิตโดยบริษัท May & Baker Ltd. Dagenhem, England.

2.2 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เหล่านี้ เป็นของบริษัท เอช เอ็ม ซี โพลีเมอร์ส จำกัด มาบตาพุด ระยอง

1. Universal testing machine , M 1120B U.S.A.
2. Izod impact tester, CEAST Italy.
3. Compression molding machine , Darvenport U.S.A.
4. Extrusion plastometer (M.F.I.), CEAST Italy.
5. Magnetic stirrer hot plate, Bibby -HT2 England.
6. Plastic cutting machine, CEAST Italy.
7. FTIR spectrophotometer รุ่น 1760, Perkin Elmer U.S.A.

8. เครื่องชั่ง Mettler รุ่น AB 204.

9. เครื่องชั่ง Mettler รุ่น PB 1502.

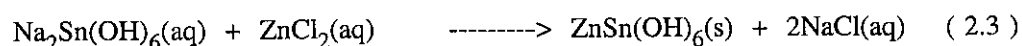
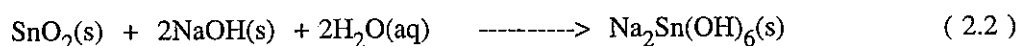
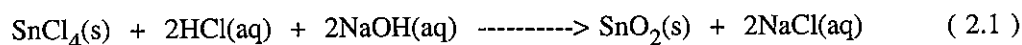
2.3 การสังเคราะห์สารประกอบซิงค์ไฮดรอกไซด์สแตนนิต และซิงค์สแตนนิต

ในการสังเคราะห์สารประกอบซิงค์ไฮดรอกไซด์สแตนนิต และซิงค์สแตนนิตครั้งนี้ ได้ทำการสังเคราะห์ตามสภาวะการสังเคราะห์ที่อุปถัมภ์ โพรทิกนียัฐ ได้ทำการศึกษาไว้⁽⁷⁾ ซึ่งสามารถสังเคราะห์ ได้ดังนี้

2.3.1 การสังเคราะห์สารประกอบซิงค์ไฮดรอกไซด์สแตนนิต

1. ละลาย SnCl_4 20 กรัม ในสารละลาย 0.01 โมล/ลิตร ของกรดไฮโดรคลอริก 100 มิลลิลิตร
2. ปรับสภาพสารละลายให้เป็นกลาง ($\text{pH} = 7$) ด้วยสารละลาย 30 % โซเดียมไฮดรอกไซด์
3. กรองสารที่ได้ ด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 4 แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง
4. นำสารที่ได้ ในข้อ 3 ไปหลอมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มากเกินไป (ประมาณ 10 กรัมต่อสารตัวอย่าง 1 กรัม) ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
5. กรองสารที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างด้วยสารละลาย 30 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ เอธานอล และ ไดเอทิลอีเธอร์ ตามลำดับ
6. ละลายตะกอนด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลาย 10 % ZnCl_2 มากเกินไป อย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิห้อง คนสารละลายตลอดเวลาในขณะที่เติม จะได้ตะกอนสีขาวของซิงค์ไฮดรอกไซด์สแตนนิต กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง แล้วอบสารให้แห้งที่อุณหภูมิ 60°C

สมการที่เกี่ยวข้องคือ^(6,7)



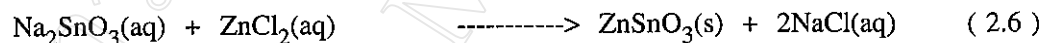
2.3.2 การสังเคราะห์สารประกอบซิงค์สแตนเนต

1. ละลาย SnCl_4 20 กรัม ในสารละลาย 0.01 โมล/ลิตรของกรดไฮโดรคลอริก 100 มิลลิลิตร

2. ปรับสภาพสารละลายให้เป็นเบส (pH 12 - 13) ด้วยสารละลาย 30% โซเดียมไฮดรอกไซด์

3. เติมสารละลาย 10 % ZnCl_2 มากเกินพอ อย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิห้อง คนสารละลายตลอดเวลาในขณะที่เติมจะได้ตะกอนสีขาวของซิงค์สแตนเนต กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง แล้วอบสารให้แห้งที่อุณหภูมิ 60°C

สมการที่เกี่ยวข้องคือ ⁽⁷⁾



2.4 การวิเคราะห์หา % Sn ในสารประกอบซิงค์ไฮดรอกซีสแตนเนต และซิงค์สแตนเนต ⁽⁸⁾

ในการวิเคราะห์หา % Sn ในสารประกอบซิงค์ไฮดรอกซีสแตนเนต และซิงค์สแตนเนต ครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ของชมพูนุช หงส์ศรีพันธ์ ⁽⁸⁾ ที่ได้ทำการศึกษาไว้แล้ว ซึ่งสามารถทำเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

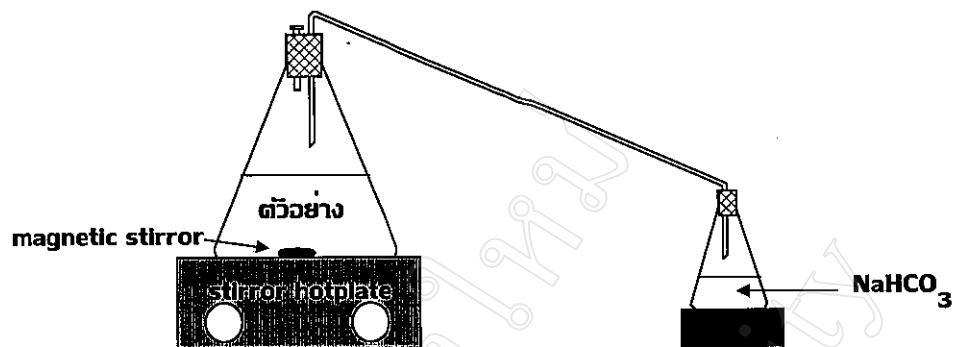
2.4.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไอโอเดต

ชั่ง โปแตสเซียมไอโอเดต, KIO_3 (อบแห้งที่อุณหภูมิ 140°C เป็นเวลา 30 นาที) 3.0047 กรัม โปแตสเซียมไอโอไดด์, KI ประมาณ 13 กรัม และ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต, NaHCO_3 ประมาณ 1 กรัม ใส่ใน ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 มิลลิลิตร ละลาย

สารด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ถึงขีดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้สารละลายเข้ากันดี

2.4.2 การทำ standardization สารละลายมาตรฐาน โปแตสเซียมไอโอเดต

1. ชั่งโลหะดีบุกบริสุทธิ์ น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม (ชั่งละเอียด) แต่ไม่ควรเกิน 0.25 กรัม ใส่ใน ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 5 มิลลิลิตร จากนั้นให้ความร้อนแก่ ขวดรูปชมพู่ ด้วยไฟอ่อนๆ จนสารละลายหมด ปล่อยให้สารละลายเย็น
3. เทสารละลายลงในขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 1000 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และ กรด HCl เข้มข้น 90 มิลลิลิตร ล้างขวดรูปชมพู่ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง และเทลงในขวดรูปชมพู่ 1000 มิลลิลิตร
4. เติม $NiCl_2$ ประมาณ 0.5 กรัม ละลายให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นลงไป จนปริมาตรของสารละลายทั้งหมดประมาณ 300 มิลลิลิตร
5. ใส่ แท่งแม่เหล็ก ลงในขวดรูปชมพู่ เติมแผ่น aluminium ลงไปประมาณ 2 ถึง 3 กรัม พร้อมกับปิดจุก ต่อบนตามรูป 2.1
6. เมื่อได้สารละลายสีเขียวใส แขน้สารละลายในน้ำเย็นให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง แล้วเปิดจุกออกรีบต่อปลาย burette ที่มี สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไอโอเดต เข้ากับระบบ ไตเตรตจนเกือบถึงจุดยุติ แล้วเติมน้ำแประ 1% ลงไป 3 มิลลิลิตร ไตเตรตต่อจนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนสีจากสีเขียว ไปเป็นสีน้ำเงิน)



รูป 2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ Sn

2.4.3 การวิเคราะห์หา % Sn

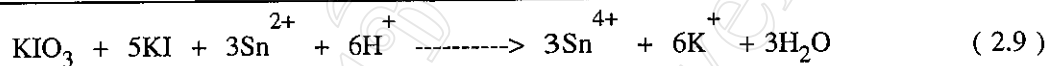
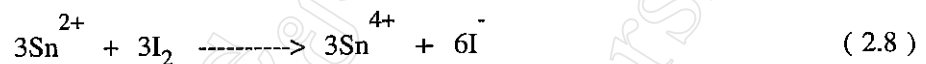
1. ทำการย่อยสลายตัวอย่าง 0.1 ถึง 0.3 กรัม ด้วย H_2SO_4 10 มิลลิลิตร กับ KHSO_4 5 กรัม ตั้งบน wire gauze โดยใช้ตะเกียง bunsen (ทำในตู้ควัน)
2. เมื่อตัวอย่างละลายหมด ให้ความร้อนต่อไปอีก 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 60 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น
3. เทสารละลายทั้งหมดลงในขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) 1000 มิลลิลิตร ล้างปิกเกอร์ด้วยสารละลาย 10 % กรดไฮโดรคลอริก ที่อุ่น 3 ครั้ง แล้วเติม NiCl_2 ประมาณ 0.5 กรัม เขย่าจนสารละลายหมด
4. ปิดขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ด้วยจุกยางซึ่งมีสายยางเสียบอยู่ ปลายอีกข้างหนึ่งของสายยางจุ่มอยู่ในสารละลาย NaHCO_3 ดังรูป 2.1
5. ใส่แผ่นอลูมิเนียม (ขนาด 3 cm x 8 cm) บางๆ ลงไปประมาณ 8 ชิ้น หรือประมาณ 1.5 กรัม (ใช้ปริมาณมากเกินไป) พร้อมกับให้ความร้อน และคนตลอดเวลา (ถ้าปฏิกิริยาเกิดช้าให้เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นประมาณ 15 มิลลิลิตร) จนกระทั่งได้สารละลายสีเขียวใส
6. นำสารละลายที่ได้ไปแช่เย็นให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง แล้วไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไอโอเดต โดยมีน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติจะได้สารละลายสีน้ำเงิน
7. ทำ blank ควบลู

ข้อควรระวัง

1. ควรเติมแผ่น อลูมิเนียมอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันอากาศเข้า
2. การไตเตรตต้องอยู่ในบรรยากาศของ CO_2 โดยการเติม NaHCO_3 ตลอดเวลา

การหา % Sn

สมการปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องคือ ⁽⁸⁾



จากสมการ (2.9) จะเห็นว่า 1 โมล ของ KIO_3 จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ 3 โมล ของ Sn^{2+} และจากการ standardization ใช้โลหะดีบุก 99.0 %

ดีบุก X กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับ KIO_3 Y มิลลิลิตร

$$1 \text{ มิลลิลิตรของ } \text{KIO}_3 \text{ จะทำปฏิกิริยาพอดีกับดีบุก } \frac{99X}{100} \times \frac{1}{Y} \times 1000 \text{ มิลลิกรัม} \quad (2.10)$$

ในการวิเคราะห์นี้ใช้ ZHS A กรัมทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไอโอเดต B มิลลิลิตร

$$\text{ในสารตัวอย่างจะมี Sn เท่า } B \times \frac{99X}{100} \times \frac{1}{Y} \times 1000 \text{ มิลลิกรัม}$$

เพราะฉะนั้นสารตัวอย่าง จะมี Sn คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้เท่ากับ

$$\begin{aligned} \% \text{ Sn} &= \frac{B \times 99X}{100} \times \frac{1}{Y} \times 1000 \times \frac{1}{1000A} \times 100 \\ &= \frac{B \times 99X}{A \times Y} \% \end{aligned} \quad (2.11)$$

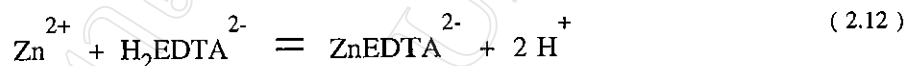
การคำนวณหา % Sn ใน ZS ก็คำนวณเช่นเดียวกัน

2.5 การวิเคราะห์หา % Zn โดยใช้ eriochrom black T เป็นอินดิเคเตอร์

ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ในสารประกอบซิงค์ไฮดรอกซีสเตนเนต และซิงค์สเตนเนตครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ที่อุปถัมภ์ โพรกนิษฐ์ได้ทำการศึกษาไว้ดังนี้

1. ทำการย่อยสลายสารตัวอย่าง 0.3 กรัม ด้วยกรด H_2SO_4 เข้มข้น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ทำสารละลายให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2. ปรับสภาพสารละลายให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 5 มิลลิลิตร หยด eriochrom black T 2 ถึง 3 หยด
3. ไตเตรตกับสารละลาย 0.1 โมล/ลิตร EDTA จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นน้ำเงิน

สมการปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องคือ ⁽⁸⁾



1 มิลลิลิตร ของสารละลาย 0.1 โมล/ลิตร EDTA ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 6.538 มิลลิกรัม ของ Zn

2.6 การวิเคราะห์ซิงค์ไฮดรอกซีสเตนเนต และซิงค์สเตนเนตด้วยเทคนิค infrared spectroscopy

นำสารประกอบที่สังเคราะห์ได้ มาวิเคราะห์ โดยการวัด infrared spectra ด้วยเครื่องมือ fourier transform infrared spectrophotometer (FTIR) ที่ความถี่ $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$ โดยเทคนิค KBr disc

2.7 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบการติดไฟและสมบัติเชิงกลในพลาสติก

ในการทดสอบครั้งนี้ จะทำการศึกษาผลของซิงค์ไฮดรอกซีสเตนเนตและซิงค์สเตนเนตที่มีต่อสมบัติการติดไฟ และสมบัติเชิงกลของพลาสติกพอลิโพรพิลีน (polypropylene) และ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (high density polyethylene) โดยทำการผสมซิงค์ไฮดรอกซีสเตนเนตและซิงค์สเตนเนต ในอัตราส่วน 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ และ

octabromodiphenyl ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารที่ช่วยให้โบรินออกมา โดยผสมในอัตราส่วนคงที่คือ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามหัวข้อ 2.7.1 และ 2.7.2 ข้างล่างนี้

2.7.1 การผสม $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$

ผสม พลาสติกพอลิโพรพิลีนกับ octabromodiphenyl และ $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$ ที่เตรียมได้ ในอัตราส่วนตามตาราง 2.1 ทำให้ส่วนผสมให้เข้ากันมากที่สุด จากนั้นนำไปเข้าเครื่อง compression molding ที่อุณหภูมิ 160°C แรงอัด 100 kPa (1 bar) เป็นเวลา 3 นาที

ตาราง 2.1 อัตราส่วนผสมของ $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$ ในพลาสติกพอลิโพรพิลีน

ปริมาณพอลิโพรพิลีน (กรัม)	ปริมาณ octabromodiphenyl (กรัม)	ปริมาณ $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$ (กรัม)
96.0	3.0	1.0
95.0	3.0	2.0
94.0	3.0	3.0
93.0	3.0	4.0
92.0	3.0	5.0

ในการทำนองเดียวกันพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงทำการผสมเช่นเดียวกับพอลิโพรพิลีน

นำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปทดสอบการติดไฟและสมบัติเชิงกลของพลาสติกเช่น การทนต่อแรงดึง การทนต่อแรงกระแทก อัตราการไหล

2.7.2 การผสม ZnSnO_3

ทำการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับ $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$ และทำการทดสอบแบบเดียวกัน

2.8 การทดสอบการติดไฟและสมบัติเชิงกลในพลาสติก

นำตัวอย่างที่เตรียมเสร็จแล้ว ไปเก็บไว้ในห้องทดสอบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 23°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55 % เป็นเวลา อย่างน้อย 48 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับ อุณหภูมิของห้องทดสอบก่อนที่จะเริ่มทดสอบ ตามวิธีมาตรฐานการทดสอบ ASTM E 41 (1971) และในการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการทดสอบในห้องทดสอบของบริษัท เอ็ช เอ็ม ซี โป ลีเมอร์ส จำกัด ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.8.1 การทดสอบการติดไฟ

การทดสอบการติดไฟนี้ ได้ทำตามวิธีมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 635 -77 ดังใน รูป 2.2 ซึ่งทำการทดสอบได้ดังนี้

1. นำตัวอย่างที่เตรียมได้ 10 ชิ้น มาตัดให้มีขนาด $12.5 \times 1.25 \times 0.3$ ซม.
2. ทำเครื่องหมายให้ห่างจากปลายด้านใดด้านหนึ่ง 10 ซม.
3. ยึดปลายที่ทำเครื่องหมายไว้ ในแนวราบ ให้สูงจาก wire guage 1 ซม.
4. ปรับเปลวไฟของ bunsen burner ให้สูง 2.5 ซม.
5. เผาตัวอย่างด้านตรงข้ามที่ทำเครื่องหมายไว้เป็นเวลา 30 วินาทีแล้วดับ bunsen burner
6. สังเกตการติดไฟ และบันทึกค่าผลการทดสอบดังนี้

ก. อัตราเร็วในการเผาไหม้ในหน่วย มม./นาที ถ้าตัวอย่างเผาไหม้มาถึงเครื่องหมายที่ทำไว้

ข. ถ้าตัวอย่างดับก่อนที่จะถึงจุดที่ทำเครื่องหมาย ให้บันทึกค่า เวลาเฉลี่ยในการติดไฟ (average time of burning, ATB) ในหน่วยวินาที และค่าระยะทางเฉลี่ยในการติดไฟ (average extent of burning, AEB) ในหน่วย มม.



รูป 2.2 การทดสอบการติดไฟของพลาสติก

2.8.2 การทดสอบการทนต่อแรงดึง (tensile strength)

การทดสอบการทนต่อแรงดึงของพลาสติกครั้งนี้ เป็นการวัดความสามารถของพลาสติก ในการที่จะคงรูปอยู่ได้เมื่อถูกแรงดึงยืดออกภายใต้สภาวะที่กำหนด ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ได้ ทำตามวิธีมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 638 - 77 ดังในรูป 2.4 และวิธีการทดสอบทำได้ดังนี้

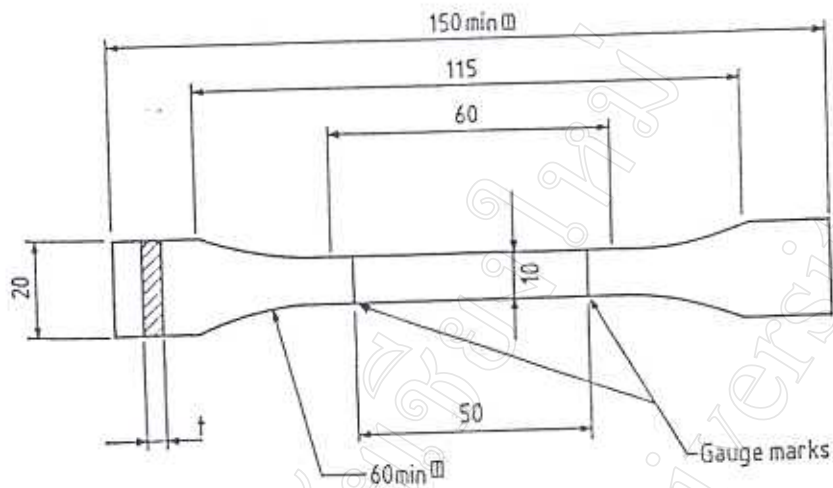
1. นำตัวอย่างที่เตรียมได้ 5 ชิ้น มาตัดเป็นรูป dumbbells โดยให้มีขนาดตามรูป 2.3
2. วัดความกว้างและความหนาของตัวอย่างในส่วนที่เป็นเส้นตรง แล้วคำนวณหาพื้นที่ภาคตัดขวาง
3. นำตัวอย่างไปทดสอบโดยใช้เครื่อง universal testing machine โดยกำหนดสภาวะในการทดสอบเป็นดังนี้

ค่าแรงดึงสูงสุด (maximum loading) = 5 kN

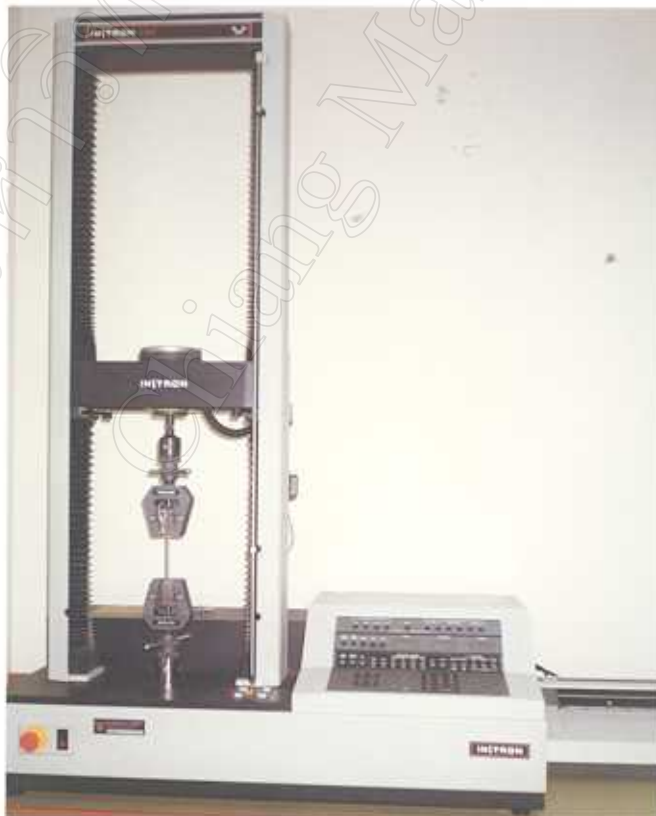
อัตราเร็วในการดึง (speed) = 50 มม./นาที

4. นำตัวอย่างไปยึดไว้กับที่ยึดตัวอย่าง (sample grips) ตามรูป 2.4 แล้วป้อนค่าพื้นที่ภาคตัดขวางที่คำนวณไว้แล้วในตัวอย่างแต่ละชิ้น

5. บันทึกค่าการทนต่อแรงดึงที่ปรากฏบนหน้าจอของเครื่องทดสอบ แล้วหาค่าเฉลี่ยเมื่อทำการทดสอบตัวอย่างครบ 5 ชิ้น



รูป 2.3 ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบการทนต่อแรงดึงของพลาสติก

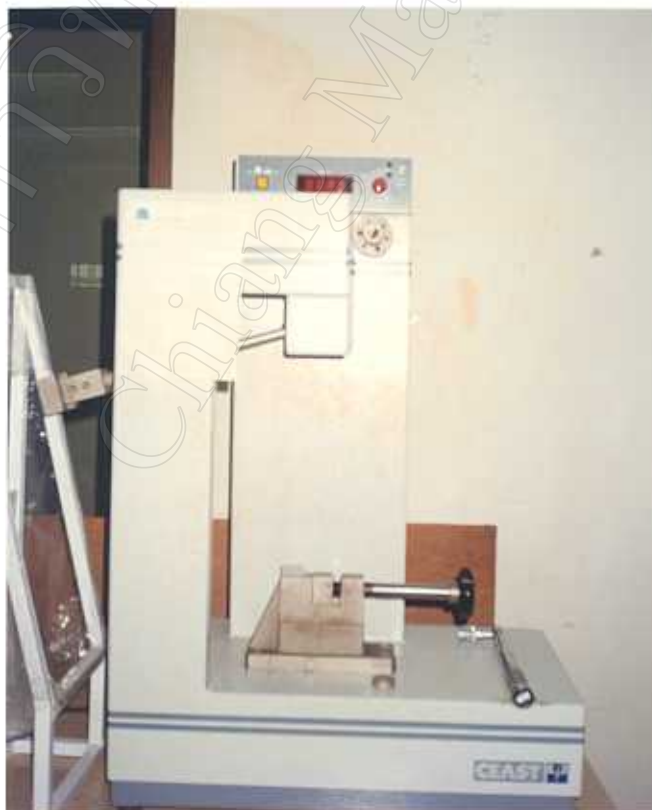


รูป 2.4 การทดสอบการทนต่อแรงดึงของพลาสติก

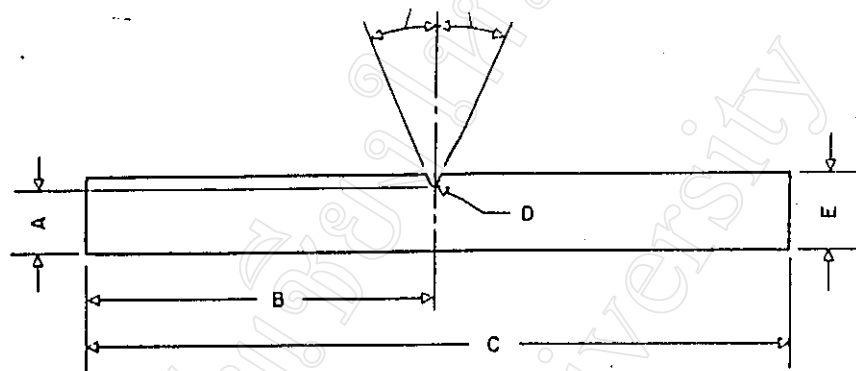
2.8.3 การทดสอบการทนต่อแรงกระแทก (impact strength)

การทดสอบการทนต่อแรงกระแทกนี้เป็นการวัดพลังงานที่ทำให้ตัวอย่างแตกหักเมื่อทำการปล่อยลูกตุ้ม (pendulum) มากระแทกตัวอย่างภายใต้สภาวะที่กำหนดให้ โดยที่จะวัดออกมาในรูปของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยความหนาของตัวอย่าง ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการทดสอบตามวิธีมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 256 - 77 ดังในรูป 2.5 และวิธีการทดสอบทำได้ดังนี้

1. นำตัวอย่างที่เตรียมได้มาตัด ให้มีขนาด $63.5 \times 12.7 \times 1.27$ มม. จำนวน 10 ชิ้น
2. วัดความหนาของตัวอย่างแต่ละชิ้นโดยใช้เครื่องวัดเวอร์เนีย
3. ทำการบากตัวอย่างตรงกลางให้มีรอยบากยาว 0.25 มม. และทำมุม 45° ตามรูป 2.6
4. นำตัวอย่างไปทดสอบการทนต่อแรงกระแทกโดยใช้เครื่อง izod impact tester
5. บันทึกค่าการทนต่อแรงกระแทกของตัวอย่างและนำไปหารด้วยความหนาของตัวอย่างแต่ละชิ้น



รูป 2.5 เครื่องมือทดสอบการทนต่อแรงกระแทกของพลาสติก



mm	in.
A 10.16 ± 0.05	0.400 ± 0.002
B 63.50 max 61.00 min	2.500 max 2.400 min
C 127.00 max 124.50 min	5.000 max 4.900 min
D $0.25R \pm 0.05$	$0.010R \pm 0.002$
E 12.70 ± 0.15	0.500 ± 0.006

รูป 2.6 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบการทนต่อแรงกระแทกของพลาสติก

2.8.4 อัตราการไหล (melt flow rate)

อัตราการไหล หมายถึง ปริมาณของพลาสติกที่ไหลผ่านช่องที่กำหนดให้ (orifice die) ภายในเวลา 10 นาทีภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ โดยที่ในการทดสอบครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1238 - 77

ตามรูป 2.7 และ 2.8 วิธีมาตรฐาน ASTM D 1238 - 77 ได้กำหนดขนาดของเครื่องมือวัดอัตราการไหลไว้ดังนี้

1. เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของกระบอกสูบ (cylinder) เท่ากับ 9.50 ± 0.01 มม.
2. เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของ orifice die หรือ jet เท่ากับ 2.095 ± 0.005 มม.

อัตราการไหลสามารถทำการทดสอบ ได้ดังนี้

1. ตั้งค่า สภาวะ ในการทดสอบ ดังนี้

น้ำหนักที่ใช้กด (loading weight) = 2.16 กิโลกรัม

อุณหภูมิ สำหรับ polypropylene = 230 °C

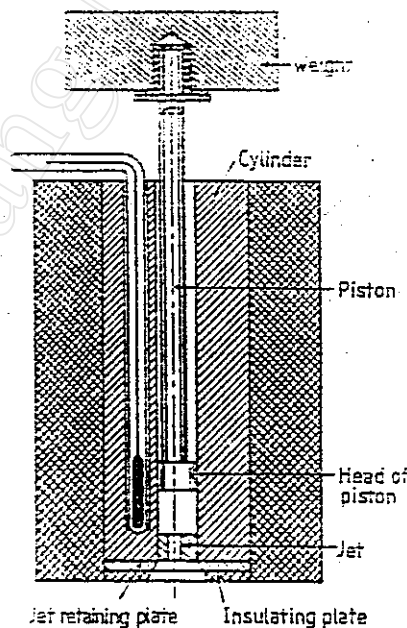
อุณหภูมิ สำหรับ polyethylene = 190 °C

preheat time = 5 นาที

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 4 กรัม ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกสูบ จากนั้นใส่ลูกสูบลงไป
ในกระบอกสูบ แล้วกดอัดตัวอย่างให้แน่น อย่าให้มีฟองอากาศ โดยสังเกตจากตัวอย่างที่ไหลผ่าน
orifice die

3. เมื่อเวลา preheat สิ้นสุดลง ทำการตัดตัวอย่างที่ไหลผ่าน orifice die ทุก 1 นาที เป็น
เวลา 3 นาที

4. ปลดตัวอย่างที่ตัดได้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณหา
อัตราการไหล ในหน่วย กรัม/10 นาที



รูป 2.7 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่อง melt flow indexer



รูป 2.8 เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลของพลาสติก