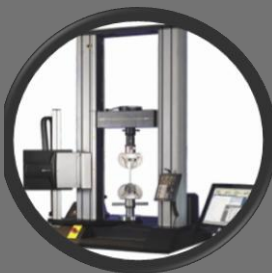


2010

Thailand Polymer Instrument Directory



Business Intelligence Center
PTT Polymer Marketing

Copyright© 2010 by PTT Polymer Marketing Company Limited



สารบัญ

หน้า

บทนำ

1

หน่วยงานให้บริการทดสอบ

1. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)	6
2. กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ	10
3. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	14
4. วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	16
5. ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	20
6. ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	49
7. ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	51
8. ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี	56
9. บริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน)	58
10. บริษัท อินโทร ทีเอสซี จำกัด	62
เอกสารอ้างอิง	66
เอกสารแนบ	67

บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญมากในยุคปัจจุบัน นับวันจะถูกนำมาใช้งานด้วยรูปแบบที่มากมายหลากหลาย วัตถุประสงค์ เนื่องด้วยพลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษที่เด่นกว่าวัสดุอื่นๆที่ใช้กันมาในอดีต อาทิ

- | | | |
|----------------|-----------------|--------------------|
| - ทึบแสงและเบา | - กันน้ำ | - ทนการสึกกร่อน |
| - อ่อนนุ่ม | - ลอยน้ำได้ | - ทนสารเคมี |
| - ยืดตัว | - แข็งแรง | - ทนความร้อน |
| - เหนียวทนทาน | - เป็นฉนวนไฟฟ้า | - หลอมขึ้นในตัว |
| - โปร่งใส | - ไม่ติดไฟง่าย | - ทำเป็นสีต่างๆได้ |

คุณภาพของผลิตภัณฑ์พลาสติก นอกจากจะขึ้นกับชนิดของพลาสติกแล้วยังขึ้นกับกระบวนการผลิตซึ่งเป็นส่วนสำคัญ ส่วนหนึ่งในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ การที่จะขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพตามต้องการ ต้องเข้าใจถึงอิทธิพลของ กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกที่มีต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปได้ การจัดทำทำเนียบเครื่องมือวัด (Thailand Polymer Instrument Directory) มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมแหล่งศูนย์ทดสอบที่มีเครื่องมือวัดทดสอบคุณสมบัติของพลาสติกในประเทศไทย ที่ทันสมัยและมีอยู่ในปัจจุบันทั้งที่เป็นภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา เพื่อก่อให้เกิดความสะดวกและคล่องตัวในการค้นหาแหล่งเครื่องมือและการบริการให้กับผู้ประกอบการ อันจะเสริมให้ผู้ประกอบการสามารถทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงาน พลาสติกตัวอย่างเบื้องต้นก่อนนำไปผลิตขึ้นรูปจริง โดยเชื่อมโยงกับสมบัติของพลาสติกที่ต้องคำนึงถึงทั้งในขั้นตอนก่อนการขึ้นรูปและขณะขึ้นรูป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้องการ สามารถควบคุมและพัฒนาคุณภาพแก่อุตสาหกรรมพลาสติก ให้สามารถผลิตวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีคุณภาพดี สามารถแข่งขันได้ทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ

โดยทั่วไปการศึกษาลักษณะและการวิเคราะห์พอลิเมอร์ (Characterization and Analysis of Polymers) เพื่อทดสอบ คุณสมบัติหลักเบื้องต้นก่อนนำไปผลิตขึ้นรูปจริง แบ่งออกเป็น 4 คุณสมบัติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ลักษณะผิวหน้าของพอลิเมอร์ (Surface Characterization)
 - 1.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)
 - 1.2 Transmission electron microscope (TEM)
 - 1.3 Attenuated Total Reflectance Spectroscopy (ATR)
2. การวิเคราะห์สมบัติทางอุณหภูมิของพอลิเมอร์ (Thermal Analysis) เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติ ทางกายภาพหรือทางเคมีของวัสดุที่ขึ้นกับอุณหภูมิและเวลา ผลการวิเคราะห์จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ สมบัติทางความร้อน เสถียรภาพต่อความร้อน เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และลักษณะการผ่านกระบวนการทางความร้อนของวัสดุ โดยทำการศึกษาน้ำหนักที่หายไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความร้อนที่วัสดุดูดหรือคาย เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือเวลา และการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัสดุ ชิ้นงานภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือเวลา
 - 2.1 Differential Scanning Calorimetry (DSC) และ Differential Thermal Analysis (DTA)
 - วิเคราะห์อุณหภูมิการหลอมเหลวของวัสดุ (Melting temperature หรือ Tm)

- วิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการหลอมเหลว (Heat of fusion หรือ ΔH)
- วิเคราะห์ปริมาณผลึกของวัสดุพอลิเมอร์ (% Crystallinity)
- วิเคราะห์อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วของวัสดุ (Glass transition temperature หรือ Tg)
- วิเคราะห์อุณหภูมิการเกิดผลึกของวัสดุ (Crystallization temperature หรือ Tc)
- วิเคราะห์ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ (Specific heat capacity หรือ Cp)
- วิเคราะห์ค่า Oxidative Induction Time ของวัสดุ (Oxidative Induction Time หรือ OIT)
- วิเคราะห์ค่า Purity ของสาร
- ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเชื่อมขวาง (crosslink) ของวัสดุประเภทเทอร์โมเซตติง
- ศึกษาและทำนายกลไกการเกิดปฏิกิริยาของวัสดุประเภทเทอร์โมเซตติง

2.2 Thermogravimetric Analysis (TGA) ใช้วัดการเปลี่ยนน้ำหนักของสาร

2.3 Dynamic Mechanical Analysis (DMA) วัดค่าโมดูลัสและสามารถวิเคราะห์อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะจากคล้ายแก้วเป็นคล้ายยาง (Glass Transition Temperature, Tg)

2.4 Thermal Conductivity Analysis (TCA) ใช้วัดสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ วัดค่าการนำความร้อน, ค่าความจุความร้อน และค่า thermal diffusivity ของวัสดุผง แผ่นฟิล์ม และผลิตภัณฑ์

3 การทดสอบสมบัติเชิงกล (Mechanical Tests)

3.1 ความทนต่อแรงดึง (Tensile Strength)

3.2 ความต้านทานต่อแรงกระแทก (Impact Resistance)

3.3 การทดสอบการโค้งงอของพอลิเมอร์ (Bend Test)

3.4 ความแข็งและความต้านทานการขีดถู (Hardness and Abrasion Resistance)

4 การวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล (Measurement of Molecular Weight)

4.1 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่ปลายโมเลกุลของพอลิเมอร์ (End-Group Analysis)

4.2 การวิเคราะห์สมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative Property Measurement)

4.3 ความหนืดและขนาดโมเลกุลของพอลิเมอร์ (Solution Viscosity and Molecular Size)

4.4 เจลเพอร์มีเอชันโครมาโตกราฟี (Gel Permeation Chromatography)

- GPC สำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลและการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุล
- GC-MS สำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล organic chemicals
- GC-MS (Head space) สำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล organic chemicals

นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบคุณลักษณะของพอลิเมอร์ (Polymer Characteristics) อื่นๆ อีกดังนี้

- Inductively-coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS) เป็นเทคนิคสำหรับการวิเคราะห์ธาตุที่ระดับความเข้มข้นต่ำ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ถึงระดับ isotope ของธาตุนั้น

- X-Ray Diffraction (XRD) ใช้วิเคราะห์สารประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและนำมาใช้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างผลึกของสารตัวอย่าง
- X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการหาชนิดและปริมาณของธาตุในสารตัวอย่างทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลวและสารแขวนลอยได้

ทำเนียบรายชื่อหน่วยงานการศึกษา ภาครัฐบาล และภาคเอกชน ดังแสดง

หน่วยงานการศึกษา

- ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ภาครัฐบาล

- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)
- กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ภาคเอกชน

- บริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน)
- บริษัท อินโทร ทีเอสซี จำกัด

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าทำเนียบรายชื่อหน่วยงานที่ให้บริการทดสอบคุณสมบัติของพลาสติกและพอลิเมอร์สำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งมีทั้งหน่วยงานการศึกษา ภาครัฐบาล และภาคเอกชน ดังปรากฏจะเป็นการเอื้อประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้งานบ้างไม่มากนัก

พฤษภาคม 2553

สรรสนีย์ บุญชิต

กลุ่มงานวิจัยธุรกิจ บริษัท พีทีที โพลีเมอร์ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบพร้อมคุณสมบัติ และสถานที่สำหรับทดสอบในทำเนียบ ดังแสดงในตาราง

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ	คุณสมบัติที่ต้องการทดสอบ	สถานที่สำหรับทดสอบ
GPC	MW/MWD	MTEC
		Petroleum and Petrochemical College
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯ ลาดกระบัง
TGA	Weight loss, % Composition	MTEC
		กรมวิทยาศาสตร์บริการ
		สถาบันยาง มหาวิทยาลัยมหิดล
		ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
		Petroleum and Petrochemical College
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯ ลาดกระบัง
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
GC-MS	MW of organic chemicals	ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
		ศูนย์เครื่องมือรวม มหาวิทยาลัยมหิดล
		สถาบันโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
		ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
		ศูนย์เครื่องมือ พระจอมเกล้าธนบุรี
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯ ลาดกระบัง
		ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน ฯ พระนครเหนือ
		ห้องปฏิบัติการทดสอบ ฝ่ายเทคนิค บริษัท ไทยโอเลฟินส์
NMR	Functional group characterization	MTEC
		ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
		ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
		กรมวิทยาศาสตร์บริการ
ICP-MS	Elemental Analysis	ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
		ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯ ลาดกระบัง
XRD	Quantitative crystallinity analysis	MTEC
		ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

		Petroleum and Petrochemical College
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯลาดกระบัง
		กรมวิทยาศาสตร์บริการ
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
SEM	Surface & macromolecule characterisation	MTEC
		Petroleum and Petrochemical College
		ศูนย์เครื่องมือรวม มหาลัยมิดล
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯลาดกระบัง
		ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
TEM	Surface & macromolecule characterisation	MTEC
		ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
		ศูนย์เครื่องมือรวม มหาลัยมิดล
DMA	Change in mechanical behavior	MTEC
		สถาบันยาง มหาวิทยาลัยมิดล
		Petroleum and Petrochemical College
		ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
		ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน ฯ พระนครเหนือ
		สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
		ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
TCA	Thermal conductivity, Specific heat	MTEC
LTB	Brittleness temperature	ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน ฯ พระนครเหนือ
		กรมวิทยาศาสตร์บริการ
XRF	Elemental Analysis	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมฯลาดกระบัง
		Petroleum and Petrochemical College
		MTEC
		ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MTEC

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก มีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาและวิจัยเพื่อสร้างฐานความรู้และทักษะด้านการพัฒนาวัสดุและเทคโนโลยีในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในรูปแบบต่างๆที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ รวมทั้งให้การสนับสนุนอุตสาหกรรมไทย ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดใหม่ หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมให้สมบัติดีขึ้น ตลอดจนการปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติกดำเนินกิจกรรมโดยครอบคลุม 3 กลุ่มหลักได้แก่ กลุ่มพัฒนาออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก กลุ่มพลาสติกผสมและคอมโพสิต และกลุ่มเทคโนโลยีฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์และอุตสาหกรรม ทีมงานและกิจกรรมของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติกมุ่งสู่การสร้างความร่วมมือเพื่อช่วยสร้างความรู้ได้เปรียบทางเทคโนโลยี และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทยในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการส่งออก

ห้องปฏิบัติการด้านฟิสิกส์พอลิเมอร์ เป็นการศึกษาพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์กายภาพของพอลิเมอร์และสารโมเลกุลใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับโครงรูปของสายโซ่พอลิเมอร์ (chain conformations) พลวัตของโมเลกุล จลนศาสตร์ของปฏิกิริยา สมบัติเชิงกลและวิสโคอิลาสติก สมบัติเชิงไฟฟ้าและเพียโซอิเล็กทริก ตลอดจนปรากฏการณ์ระหว่างผิวสัมผัส (interface phenomenon) ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พอลิเมอร์มีภารกิจหลักในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฐาน ตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงในด้านวิทยาศาสตร์เชิงกายภาพของพอลิเมอร์และสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุเฉพาะทาง ของทั้งภาครัฐและเอกชน นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ มีความร่วมมือทางการวิจัยระหว่างสถานศึกษา มหาวิทยาลัย และบริษัทเอกชน ตลอดจนการรับจ้างวิจัยและการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

โปรแกรมวิจัยของห้องปฏิบัติการเคมีโพลิเมอร์ เน้นงานวิจัย และพัฒนาที่นำไปสู่การผลิตวัสดุที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้ความรู้ และประสบการณ์ของนักวิจัยในการเลือกใช้ปฏิกิริยาเคมี ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาวัสดุใหม่ๆ ที่ลด หรือไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมในเชิงลบ โดยห้องปฏิบัติการ ฯ ได้ดำเนินงานวิจัยที่ครอบคลุมตั้งแต่การพัฒนากระบวนการผลิต และทดสอบการใช้งานของวัสดุ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีรีไซเคิลวัสดุ ในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้งานเสร็จ ซึ่งมีเป้าหมายในการเพิ่มความเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน ของวัสดุที่ได้รับพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ทางกลุ่มวิจัยยังให้ความสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาวัสดุที่มีสมบัติเฉพาะ โดยการใช้สารเติมแต่งชนิดใหม่ๆ ที่ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ และการปรับปรุงโครงสร้างทางเคมี งานวิจัยของห้องปฏิบัติการ ฯ เน้น งานวิจัย และพัฒนาพลาสติกชีวภาพ การทดสอบการย่อยสลายของพลาสติกชีวภาพตามมาตรฐานสากล พลาสติกเพื่อการเกษตร และการรีไซเคิลวัสดุซึ่งทางห้องปฏิบัติการ ฯ เชื่อมั่นว่าเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้นนี้จะช่วยลดและป้องกันการเกิดของเสีย ลดความเป็นพิษของสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการใช้วัตถุดิบที่ปลูกทดแทนขึ้นใหม่ได้อีกด้วย

ห้องปฏิบัติการ	ขอบข่ายการบริการหลัก	หมายเลขโทรศัพท์ ติดต่อ
ห้องปฏิบัติการพลาสติก (Plastics Laboratory)	-พัฒนา ออกแบบ และผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก พัฒนาการผสมและขึ้นรูปคอมโพสิต พัฒนาฟิล์มพลาสติกสมบัติพิเศษ ฟิล์มโครงสร้างหลายชั้น และฟิล์มดัดยัดสองทิศทาง -การขึ้นรูปฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติก Film and Plastic Processing • Blown Film Machine (Single and Multi-layer) • Cast Film Machine (Single and Multi-layer) • Biaxial Stretching Machine (Lab-scale KARO IV) • Injection Molding Machine • Gas and Water Injection Control • Rapid Heating and Cooling Control • Reaction Injection Molding • Resin Transfer Molding • Compression Molding Machine -การออกแบบผลิตภัณฑ์ และวิเคราะห์การไหล เพื่อออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ●Product Design and Flow Analysis for Plastic Injection Molds CAD/CAM/CAE Software (Unigraphics, Pro/Engineer, Euclid Mold Flow) -การพัฒนาพลาสติกผสมและคอมพาวด์ Development of Plastic Blends and Compounds ●Twin Screw Extruder (pilot scale JSW TEX 30 α) ●Internal Mixer (HAAKE) -เตรียมชิ้นงาน engineering plastics, compression molding,single screw extruder, internal mixer, hot press -การวิเคราะห์และทดสอบสมบัติของวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ Materials' Properties and Products Testing • Melt Flow Indexer • Capillary Rheometer • Gas Transmission Rate Tester • Water Vapor Transmission Rate Tester	02-564-6500 ต่อ 4608

	• Flammability Test • Heat Distortion Temperature Tester • Haze Meter • Physical Properties Testers (Tensile & Flexural Tester, Izod-Impact Tester, Hardness Tester, Volume Resistivity Tester, etc.) • Analytical Instrument (DSC, DTA, TGA, DMA, FT-IR, FT-Raman, Raman Microscope, GPC, FESEM-EDS, TEM, Cryogenic Microtome, etc.) -ทดสอบการลามไฟ ตามมาตรฐาน UL 94, FMVSS 302 ทดสอบ heat distortion temperature, Vicat	
ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พอลิเมอร์ (Polymer Physics Laboratory)	-วิเคราะห์ทดสอบพลาสติกทางวิศวกรรมและพลาสติกทั่วไปด้วย capillary rheometer, rotational rheometer, ARES (Advanced Rheometrics Expansion System) -วิเคราะห์ viscosity model, curve fitting using viscosity model (Carreau, Cross, Power law, etc.), Disposable Fixtures for Thermosets and Corrosive/Abrasive Samples -วิเคราะห์ค่า Melt Flow Index, MW/MWD, relaxation spectrum -CHNS Elemental Analysis by CHNS (micro) Analyzer -การทดสอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง (ไนโตรเจนเหลว), ทดสอบในบรรยากาศไนโตรเจน, ตัดชิ้นงานบาง Ultramicrotomy	02-564-6500 ต่อ 4367
ห้องปฏิบัติการเคมีพอลิเมอร์ (Polymer Chemistry Laboratory)	-ทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพของพลาสติกตามมาตรฐาน ASTM D5338 และ ISO 14855 -ทดสอบความคงทนของวัสดุต่อสภาพอากาศ ตรวจวัดสมบัติทางแสง -พัฒนาปรับปรุงโครงสร้างพลาสติกชีวภาพ พลาสติกกรีไซเคิล การเพิ่มมูลค่าของเสีย ของเหลือทิ้ง	02-564-6500 ต่อ 4425

กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรรมวิทยาศาสตร์บริการ

กองฟิลิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์พลาสติก ตามมาตรฐานระหว่างประเทศ (ISO) มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.) และมาตรฐานประเทศคู่ค้าต่างๆ เช่น ASTM ของสหรัฐอเมริกา, BS ของอังกฤษ, JIS ของญี่ปุ่น โดยให้บริการได้อย่างครบถ้วนทุกรายการที่กำหนด เช่น ความแข็ง ความหนาแน่น อัตราการไหลเมื่อหลอมเหลว จุดหลอมเหลว จุดเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว ความทนแรงกระแทก ความทนความร้อน/ความเย็นชนิดและองค์ประกอบความปลอดภัย ความต้านแรงดึง ความยืด ความทนทานต่อการกัด ด่าง และสารเคมี

รายการทดสอบพลาสติก	อัตราค่าบริการ
1. ต้องการทราบว่าเป็นพลาสติกชนิดใด	1,000
2. ต้องการทราบว่าเป็นพลาสติกชนิดนั้นใช่หรือไม่โดยระบุชื่อของพลาสติกมาด้วย	600
3. หาตัวเพิ่ม ของพลาสติกว่าเป็นชนิดนั้นใช่หรือไม่โดยระบุตัวเพิ่ม มาด้วย (Filler)	600
4. การทดสอบพลาสติกรายการอื่น ๆ เช่น หาพลาสติกไซเซอรัล (Plasticizer)	ตกลงกันเป็น พิเศษ
5. การทดสอบพลาสติกแผ่น, เม็ด	
5.1 ความคงทนต่อสารเคมีรายการละ (Chemical resistance)	
5.1.1 ที่อุณหภูมิห้องรายการละ	300
5.1.2 ที่อุณหภูมิสูงไม่เกิน 100 ซม. รายการละ	500
5.2 ความทนแรงกระแทก (Impact strength)	400
5.3 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)	650
5.4 สารที่ระเหยได้ (Volatile material)	
5.4.1 อบที่ 110 องศา 4 ชม.	400
5.4.2 อบจนคงที่	600
5.5 อัตราการดูดซึมน้ำ (Water absorption)	
5.5.1 ที่อุณหภูมิห้อง	300
5.5.2 ที่อุณหภูมิสูงไม่เกิน 100 ซม.	400
5.6 การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน (Heat deflection temperature)	300
5.7 การหดตัว (Shrinkage)	400
5.8 ความทนทานต่อแรงดึง ด้านละ (Tensile strength)	400
5.9 ความทนทานต่อแรงกดอัด (Compressive strength)	400
5.10 ขนาด รายการละ	200
5.11 ความยืดที่จุดขาด ด้านละ (Elongation at break)	100
ในกรณีทดสอบร่วมกับ Tensile	
5.12 ความต้านแรงฉีก ด้านละ (Tear resistance)	400
5.13 ความคงทนต่อการฝังดิน (Resistance to soil burial)	

5.13.1 ความต้านแรงดึง ด้านละ (Tensile strength change)	500
5.13.2 ความยืดที่จุดขาด ด้านละ (Elongation at break)	200
5.14 เถ้า (Ash content)	600
5.14.1 Abrasion resistance	2,000
5.14.2 Flexural strength	400
5.14.3 Melt Flow index	500
5.14.4 Vicat Softening point	300
5.14.5 Hardness	200
5.15 ความทนแรงกระแทก (Impact resistance)	400
5.16 รอยเชื่อม (Bonding seam strength)	400
5.17 จุดหลอมเหลวด้วยเครื่อง DSC (Melting point)	400
5.18 ความหนาแน่น (Density)	650
5.19 อัตราไหลเมื่อหลอมเหลว (Melt flow index)	500
5.20 ปริมาตรไวนิลอะซิเตท (Vinyl acetate content (VA))	400
5.21 เสถียรภาพทางความร้อน (Thermal stability หรือ Oxidation induction time)	3,500
6 การทดสอบพลาสติกโฟม (Plastic foam)	
6.1 ความทนทานต่อแรงดึงขณะขาด (Tensile strength)	400
6.2 ความทนต่อแรงกดอัด (Compressive strength)	400
6.3 การติดไฟ (Flammability)	4,000
แผ่นพลาสติกอ่อนโพลีไวนิลคลอไรด์สำหรับกรุแหล่งน้ำ, แผ่นพลาสติกอื่นๆ	
1. ขนาด รายการละ	200
2. ลักษณะทั่วไป	100
3. รอยรานและรูเข็ม	200
4. การเกาะติด	200
5. รอยเชื่อม	
5.1 ระยะเกย	100
5.2 ความต้านแรงดึง	
5.2.1 ในแนวนานเครื่อง	400
5.2.2 ในแนวขวางเครื่อง	400
5.3 ความยืดที่จุดขาด	
5.3.1 ในแนวนานเครื่อง	400
5.3.2 ในแนวขวางเครื่อง	400
หมายเหตุ ถ้าทำพร้อมกับความต้านแรงดึง	100
5.4 ความทนทานต่อการฝังดิน	

5.4.1 ความต้านแรงดึงในแนวนานเครื่อง	500
5.4.2 ความต้านแรงดึงในแนวขวางเครื่อง	500
5.5 สารที่ละลายในน้ำ	400
5.6 สารที่ระเหยได้	400
5.7 การหดตัวที่อุณหภูมิสูง	400
5.8 การบรรจุ	100
พาราฟินแวกซ์ - (Paraffin wax) - คม.	
1 จุดหลอมเหลว (Melting point) ตาม ASTM D 87	600

ติดต่อ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทรศัพท์ 02-201-7160, 02-201-7154

โทรสาร 02-201-7159

www.dss.go.th

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย มีเครื่องมือทันสมัยและประสิทธิภาพสูงพร้อมเจ้าหน้าที่ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์อย่างดี ในด้านการทดสอบ ให้บริการท่านโดยใช้วิธีการทดสอบที่ได้มาตรฐาน เช่น มอก., ISO, ASTM, TAPPI, BS, JIS, ISTA, มาตรฐานบรรจุภัณฑ์สำหรับ สินค้าอันตราย ฯลฯ นอกจากนี้ยังให้บริการปรึกษาด้านวิชาการและคำแนะนำด้านการทดสอบต่างๆ

การบริการทดสอบด้านการบรรจุภัณฑ์ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ISO 9001 : 2000

ฟิล์มพลาสติกและฟิล์มประกบ

- ความหนา
- ความหนาแน่น
- การพิสูจน์ชนิดของฟิล์ม
- อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ
- อัตราการซึมผ่านของก๊าซ
- การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว
- ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
- ความแข็งแรงฉีกขาด
- ฯลฯ

บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งและขายปลีก

- การต้านแรงกด
- การต้านแรงสั่นสะเทือน
- การต้านแรงกระแทกเมื่อตก
- การเรียงซ้อน
- ปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์
- การตรวจสอบรอยรั่ว
- ฯลฯ

ติดต่อ ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

โทรศัพท์ 02-579-0160, 02-579-1121, 02-579-5515

โทรสาร 02-561-4711, 02-579-7573

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์บริการวิเคราะห์/ทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของฝ่ายวิจัย วิทยาลัยปิโตรเลียมและ ปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 'วิทยาลัยฯมีความพร้อมในด้านเครื่องมือวิจัยที่ทันสมัยในสาขาปิโตรเลียม, ปิโตรเคมีและพอลิเมอร์ จึงได้เปิดให้บริการด้านการวิเคราะห์/ทดสอบตัวอย่าง แก่หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน ตลอดจนภาค อุตสาหกรรมในหลายสาขาคือการวิเคราะห์ พื้นผิว, การวิเคราะห์ทางความร้อน, การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปี, การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี, เทคนิคกล้องจุลทรรศน์, การวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม และการทดสอบชิ้นงานพลาสติก รวมถึงกระบวนการขึ้นรูปเบื้องต้น

การวิเคราะห์พื้นผิว (SURFACE AND INTERFACE ANALYSES)

เครื่องมือทดสอบ	รายการทดสอบ	อัตราค่าบริการ
Surface Area Analyzer	เครื่องวิเคราะห์พื้นผิวและปริมาตรรูพรุนของสาร	-Multi point BET.2,500 baht -Multi point BET & Total Pore Volume 3,600 baht
Particle Size Analyzer	เครื่องวัดขนาดอนุภาค	750 baht
Gas Pycnometer	เครื่องวัดความหนาแน่นที่แท้จริงของสาร	700 baht
Contact Angle Tester	เครื่องวัดมุมของพื้นผิว	200 baht
Zeta Meter	เครื่องวัดค่าซีต้าโพเทนเชียล	150 baht
Tensiometer	เครื่องวัดแรงตึงผิว	350 baht
TPDRO	เครื่องมือศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อปฏิกิริยาของสาร	TPD.....3,400 baht * TPR.....2,500 baht* TPO.....2,500 baht * * Additional 200 baht/sample for temperature >300 C

การวิเคราะห์ทางความร้อน (THERMAL ANALYSES)

เครื่องมือทดสอบ	รายการทดสอบ	อัตราค่าบริการ
Differential Scanning Calorimeter (DSC)	เครื่องวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังงาน	1,000 baht
Thermogravimetric Analyzer (TGA)	เครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมวล	750 baht

สเปกโตรสโคปี (SPECTROSCOPY)

เครื่องมือทดสอบ	รายการทดสอบ	อัตราค่าบริการ
Atomic Absorption Spectrometer (AAS)	เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก	-Air/Acetylene 780 baht -Air/Nitrous Oxide 1,000 baht
Inductively Coupled Plasma Spectrometer	เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก	First Sample.....5,000 baht Next Sample.....1,300 baht
Laser Raman Spectrometer	เครื่องวิเคราะห์สูตรโครงสร้างทางเคมี	1,500 baht
UV-VIS Spectrometer	เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโลหะทรานสิชัน	300 baht
Fourier Transform Infrared Spectroscopy	เครื่องวิเคราะห์หมู่โครงสร้าง	-Powder or Transparent Sample 600 baht -opacity Sample 950 baht -Liquid Sample 950 baht
X-ray Diffractometer	เครื่องวิเคราะห์โครงสร้างผลึกโดยการ ยิงรังสีเอกซ์	Wide Angle (Room Temperature) 1,200 baht

กล้องจุลทรรศน์ (MICROSCOPY)

เครื่องมือทดสอบ	รายการทดสอบ	อัตราค่าบริการ
1.Field-Emission Scanning Electron Microscopy	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่อง กราด	SEM.....1,500 baht
2.Polarized Optical Microscope	กล้องจุลทรรศน์	350 baht
3.Atomic Force Microscope	กล้องจุลทรรศน์	1,200 baht

การทดสอบพอลิเมอร์ (POLYMER TESTING)

เครื่องมือทดสอบ	รายการทดสอบ	อัตราค่าบริการ
Viscometer	เครื่องวัดความหนืด(กรณีไม่ทราบ ความหนาแน่นของสาร)	300 baht
Ubbelohde bath	เครื่องวัดความหนืด(กรณีทราบความ หนาแน่นของสาร)	500 baht
Shore A,D Durometer	เครื่องวัดความแข็งของพลาสติก	110 baht
Pneumatic Punch	เครื่องตัดชิ้นงาน	50 baht /specimen
Centrifugal Ball Mill	เครื่องบดสาร	200 baht/hr
Rheometer	เครื่องวัดความหนืดของเม็ดพลาสติก	1,700 baht
Pendulum Impact Tester	เครื่องวัดความทนทานต่อแรงกระแทก	100 baht

Melt Flow Index Tester	เครื่องวัด MFI ของพลาสติก	500 baht
Cutting / Shaping Machine	เครื่องตัดชิ้นงาน	50 baht
Universal Testing Machine (Instron)	เครื่องวัดปริมาณแรงต่อพื้นที่หน้าตัดของพลาสติก	800 baht
Universal Testing Machine (Lloyd)	เครื่องวัดปริมาณแรงต่อพื้นที่หน้าตัดของฟิล์ม	200 baht /specimen
Analytical Balance with Density Kit	เครื่องวัดความหนาแน่นของชิ้นงาน	350 baht
HDT/VICAT Tester	เครื่องวัดอุณหภูมิและจุดอ่อนตัวของพลาสติก	350 baht
Melting Die Rheometer	เครื่องวัดแรงบิดของยาง	1,700 baht

กระบวนการทางพอลิเมอร์ (POLYMER PROCESSING)

เครื่องมือทดสอบ	รายการทดสอบ	อัตราค่าบริการ
Compression Presses	เครื่องอัดขึ้นรูป	200 baht
Internal Mixer (Plasticorder)	เครื่องผสม	Mixing..... 1,200 baht/batch
Two Roll mill	เครื่องรีดด้วยลูกกลิ้ง	300 baht/hr
Blown Film Extruder	เครื่องเป่าฟิล์ม	900 baht/hr
Twin Screw Extruder	เครื่องผสมแบบสกรูคู่	3,000 baht/batch of 3 kg
Chill Roll Cast Film Extruder	เครื่องรีดฟิล์ม	3,000 / batch of 5 Kg and 1,100 / kg for more than 5 Kg

วิทยาลัยปิโตรเลียมและ ปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Research Affairs (Room 406, the 4th floor)

โทรศัพท์: 02-218-4125-7

โทรสาร: 02-218-4145

ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องด้วยศูนย์เครื่องมือฯ เป็นหน่วยงานบริการที่สำคัญสำหรับหน่วยงานวิชาการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการวิจัย มหาวิทยาลัยได้จัดสรรเงินผลประโยชน์สนับสนุนการดำเนินงานของศูนย์เครื่องมือฯ เพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง จนถึงขณะนี้เครื่องมือที่นำมาให้บริการในการวิเคราะห์ ให้กับคณะต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยและนอกมหาวิทยาลัยได้เพิ่มเติมขึ้นอย่างมาก การให้บริการทางด้านการวิเคราะห์ของศูนย์เครื่องมือฯ ได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้ และมีความมั่นคงรวมถึงมีชื่อเสียงทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยรวมทั้งเป็นที่ยอมรับของมหาวิทยาลัยต่างๆ , สถาบันวิจัย , องค์กรภาครัฐและอุตสาหกรรมของเอกชน เหนือสิ่งอื่นใด ศูนย์เครื่องมือฯ ได้สนองตอบ นโยบายของมหาวิทยาลัยในอันที่จะเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยระดับสูงให้กับอาจารย์ นิสิต นักศึกษา เพื่อให้การวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบรรลุถึงผลสำเร็จ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในอันที่จะพัฒนาระบบเศรษฐกิจของประเทศ

ลำดับ	ชื่อเครื่องมือ , ชื่อรุ่น	รายการสิ่งที่วิเคราะห์ / ทดสอบได้	ระยะเวลา ทดสอบ
1	Fourier Transform	ใช้วิเคราะห์โครงสร้างของสารอินทรีย์บริสุทธิ์ ที่สามารถละลายได้ ในตัวทำละลาย อินทรีย์ ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ควร มากกว่า 2 mg สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งใน	ติดต่อ- สอบถาม
	Nuclear Magnetic Resonance (NMR)	1D-NMR เช่น ¹ H, ¹³ C, DEPT, NOEDF Multinuclei	เจ้าหน้าที่
		2D-NMR เช่น H-H, COSY, NOESY, HMQC, HMBC, ROESY	
	FT-NMR model JNM-A500	สามารถกำหนดสถานะของอุณหภูมิที่จะวิเคราะห์ได้ทั้งที่อุณหภูมิสูง และต่ำ กว่า อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิเคราะห์หาปริมาณโคโมโนเมอร์ของโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น ด้วย ¹³ C	
2	Electron Spin Resonance Spectrometer ESR model RE-2X	ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์อิเล็กตรอนไร้คู่ และสารอนุมูลอิสระของ กลุ่มตัวอย่างพวก พลาสติก พอลิเมอร์ อาหาร ยา น้ำมัน สารเคมี สารประกอบเชิงซ้อน สารตัวเร่งปฏิกิริยา อัญมณี สามารถปรับสถานะอุณหภูมิในการวิเคราะห์ได้ทั้งที่อุณหภูมิสูง และต่ำ กว่า อุณหภูมิห้อง	10 วัน / 10 วัน
3	Transmission Electron Microscope(TEM)	ใช้ศึกษาวัตถุขนาดเล็กมาก ๆ หรือเซลล์และองค์ประกอบภายในของเซลล์ เช่น	ติดต่อ- สอบถาม
		-เนื้อเยื่อ พืช สัตว์ คน เช่น ราก ใบ ตับ ไต เม็ดเลือด	เจ้าหน้าที่
	TEM model	-จุลชีพ เช่น ไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา	
	JEM-2100	-ผงวัสดุขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน เช่น ผง TiO ₂ , ผงคาร์บอน, Catalyst	
		-น้ำยางธรรมชาติ, น้ำยางธรรมชาติผสมพอลิเมอร์	
		-วัสดุต่าง ๆ เช่น Stainless Steel, เวเฟอร์	

ความสามารถของเครื่อง TEM			
กำลังขยาย : 50 - 1,500,000 เท่า			
Accelerating voltage : 80, 100, 120, 160, 200kV			
Resolution (HR) : Point to point 0.23 nm			
: Lattice 0.14 nm			
ประเภทของ mode : TEM Mode (ดูภาพปกติ)			
-EDS Mode			
-NBD Mode (Nano beam diffraction)			
-CBD Mode (Conversion beam diffraction)			
4	Scanning Electron Microscope (SEM)	ใช้สำหรับศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค ลักษณะพื้นผิวของตัวอย่าง ประเภทต่างๆ เช่น	ติดต่อ- สอบถาม
	SEM model	-กลุ่มจุลินทรีย์ เนื้อเยื่อพืช สัตว์ คน	เจ้าหน้าที่
	JSM-6400 and	-พวกเซรามิค ยาง เส้นใยต่างๆ	
	JSM-5800LV	-ใช้ศึกษาขนาดและรูปร่างของอนุภาค ผงวัสดุต่างๆ	(7 วัน / 14 วัน)
-เฉพาะในกลุ่มที่มีขนาดใหญ่กว่า 300 nm			
attached with energy			
dispersive x-ray spectrometer			
สามารถวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างทั้งในเชิงคุณภาพและ เชิงปริมาณ ซึ่งวิเคราะห์ได้ครอบคลุมตั้งแต่ธาตุ C จนถึงธาตุ U ในระดับ 0.5%			
5	Scanning Electron Microscope (SEM)	ใช้สำหรับศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค ลักษณะพื้นผิว ของตัวอย่างประเภทต่างๆ เช่น	ติดต่อ- สอบถาม
		-กลุ่มจุลินทรีย์ เนื้อเยื่อพืช สัตว์ คน	เจ้าหน้าที่
		-พวกเซรามิค ยาง เส้นใยต่างๆ	
	SEM model JSM-5410LV	-ใช้ศึกษาขนาดและรูปร่างของอนุภาค ผงวัสดุต่างๆ เฉพาะในกลุ่มที่มีขนาดใหญ่กว่า 300 nm	(7 วัน / 14 วัน)
6	X-Ray Diffraction Spectrometer (XRD)	ใช้ในการวิเคราะห์หาโครงสร้างโมเลกุลสารตัวอย่าง เช่น แร่ อัญมณี ดิน หิน สารสังเคราะห์ สารเคมีต่างๆ สารสกัดจากธรรมชาติ	10 วัน / 12 วัน
	XRD model JDX-8030		
7	Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer	ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างทั้งในเชิงคุณภาพ และ เชิงปริมาณ สามารถวิเคราะห์ธาตุได้ครอบคลุมตั้งแต่ธาตุ F จนถึง ธาตุ U ในระดับ 0.01 – 100 %	10 วัน / 12 วัน
	WD-XRF model PW-		

	2400		
8	Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer	ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างทั้งในเชิงคุณภาพ และ เชิงปริมาณ สามารถวิเคราะห์ธาตุได้ครอบคลุมตั้งแต่ธาตุ Na จนถึง ธาตุ U ในระดับ 0.01 – 100 %	10 วัน / 12 วัน
	ED-XRF model ED-2000		
9	Atomic Absorption Spectrophotometer	ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุต่างๆ เชิงปริมาณในตัวอย่างที่เตรียมเป็นสารละลาย ในระดับความเข้มข้นในช่วงส่วนในล้านส่วน (ppm) ธาตุที่สามารถวิเคราะห์ได้ เช่น Ag, Al, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn, Zr	5 วัน / 10 วัน
	AAS model SpectrAA-300		
10	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer	ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุต่างๆ เชิงปริมาณของตัวอย่างที่เตรียมเป็นสารละลาย ในระดับความเข้มข้นในช่วงส่วนในล้านส่วน (ppm) สามารถวิเคราะห์ธาตุได้ครอบคลุมมากกว่า 60 ชนิด ยกเว้นธาตุในกลุ่มฮาโลเจน ก๊าซเฉื่อย รวมทั้งพวกก๊าซต่าง ๆ	10 วัน / 15 วัน
	ICP-AES model PLASMA-1000		
11	Spark Emission Spectrometer	ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างในกลุ่มโลหะผสมประเภท เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง	5 วัน / 10 วัน
	OES model SPEC TROLAB-M7		
12	Elemental Analyzer	ใช้วิเคราะห์หาปริมาณธาตุ C H N S O ในตัวอย่างสารอินทรีย์ทุกชนิดในระดับปริมาณที่ เกินกว่า 0.4 % ขึ้นไป	10 วัน / 15 วัน
	CHNS/O analyzer model PE-2400		
13	Fourier Transform Infrared Spectrophotometer	สามารถวิเคราะห์ function group ของสารประกอบ อินทรีย์ ในสภาพ ของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ	7 วัน / 10 วัน
	FT-IR model 1760x	-ใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณสำหรับสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นของเหลว -ใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารประกอบอินทรีย์	
		ตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้ เช่น ยา พอลิเมอร์ ยาง สารสกัดจากธรรมชาติ สารสังเคราะห์ น้ำมัน และ ซีเมนต์	
14	Gas Chromatograph GC model GC-7AG	ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีในกลุ่มของสารอินทรีย์ เช่น องค์ประกอบของ สารเคมีในกลุ่มของผลิตภัณฑ์ยา สารฆ่าแมลงและกำจัดศัตรูพืช อาหาร เครื่องสำอาง สารทางชีววิทยาและทางการ	5 วัน / 10 วัน

แพทย์ สารสกัดจากพืช รวมถึง พวกก๊าซต่างๆ			
15	Gas Chromatograph	ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีในกลุ่มของสารอินทรีย์ เช่น องค์ประกอบของ สารเคมีในกลุ่มของผลิตภัณฑ์ยา สารฆ่าแมลงและกำจัดศัตรูพืช อาหาร เครื่องสำอาง สารทางชีววิทยาและทางการแพทย์ สารสกัดจากพืช รวมถึง พวกก๊าซต่างๆ	5 วัน / 10 วัน
	GC model HP-5890 series II		
16	High Performance Liquid Chromatograph	ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีในกลุ่มของสารอินทรีย์ เช่น องค์ประกอบของ สารเคมีในกลุ่มของผลิตภัณฑ์ยา สารฆ่าแมลง วิตามิน อาหาร เครื่องสำอาง สารทางชีววิทยา และทางการแพทย์ สารสกัดจากพืช น้ำตาล polyethylene glycol เป็นต้น	5 วัน / 10 วัน
	HPLC model LC-3A		
	attached with energy detector and refractive index detector (LDC-4100)		
17	Spectrofluorometer model RF-520	ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีในกลุ่มของสารอินทรีย์ หรือ สารเคมีที่สามารถเกิด การเรืองแสงได้ ตัวอย่าง เช่น สารเคมีในกลุ่มของ ยา วิตามิน และสารไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ	ติดต่อ-สอบถามเจ้าหน้าที่
18	Mooney Viscometer	ใช้สำหรับทดสอบหาค่าความหนืดของตัวอย่างยางธรรมชาติ	5 วัน / 10 วัน
	model SMV-200		
19	Simultaneous Thermal Analyzer	-หาอุณหภูมิหลอมเหลวของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์	10 วัน / 12 วัน
	-หาอุณหภูมิทนความร้อนของสารพอลิเมอร์		
	STA model 409		
	-หาอุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือคายความร้อนของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์		
	-หาปริมาณความชื้น สารระเหยได้ คาร์บอน และ เถ้าของเชื้อเพลิงแข็ง (proximate analysis)		
	-หาอุณหภูมิของการเกิดสารประกอบ		
	-หาอุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์น้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น		
20	Differential Scanning Calorimeter	-หาอุณหภูมิหลอมเหลวและค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการหลอมเหลว ของสารอินทรีย์ และ สารอนินทรีย์	5 วัน / 10 วัน

		-หาอุณหภูมิกลาสทรานซิชันของสารพอลิเมอร์	
	DSC model 200	-หาอุณหภูมิ และค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในของการเกิดปฏิกิริยาออกหรือ คายความร้อนของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์	
		-หาค่า heat capacity (Cp) ของสารพอลิเมอร์	
21	Dynamic Mechanical Analyzer	ใช้หาค่า Storage modulus Loss modulus $\tan \Theta$ ของสารพอลิเมอร์	5 วัน / 10 วัน
	DMA model 242		
22	Laser Particle Size Distribution Analyzer	ใช้หาขนาดการกระจายตัวของอนุภาค ช่วงที่วิเคราะห์ได้	7 วัน / 10 วัน
		0.05 – 880 ไมโครเมตร	
	model Mastersizer-S	0.50 – 880 ไมโครเมตร	
		4.2 - 3480 ไมโครเมตร	
		โดยสามารถใช้ในการศึกษาตัวอย่างในลักษณะต่างๆเช่น ผงแห้ง น้ำที่มีตะกอน emulsion wax aerosol	
23	Automatic Bomb Calorimeter	ใช้สำหรับหาค่าแคลอรี หรือปริมาณความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ภายใต้ บรรยากาศของก๊าซออกซิเจน ของตัวอย่างประเภทต่างๆ เช่น อาหาร อาหารสัตว์ มูลสัตว์ ขยะ เชื้อเพลิง วัสดุเชื้อเพลิง ต่างๆ	3 วัน / 5 วัน
	model AC-350		
24	Optical Microscope	ใช้สำหรับศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค ลักษณะพื้นผิว ของตัวอย่างประเภทต่างๆ เช่น โลหะ โลหะผสม เซรามิค	5 วัน / 10 วัน
	OM model LEITZ METALLOVERT		
25	Surface Roughness Tester	ใช้ทดสอบหาค่าความขรุขระของผิวชิ้นงานประเภทต่างๆเช่น โลหะ โลหะผสม เซรามิค พอลิเมอร์	5 วัน / 10 วัน
	model 401		
26	Universal Testing Machine	ทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุ ได้แก่ ค่าแรงดึง แรงกด แรงดัดโค้ง หรือ ค่าความเค้นต่างๆ	5 วัน / 10 วัน
	model DSS-10T	ขีดความสามารถสูงสุด เป็นดังนี้	
		-tension test : 100 kN (max)	
		-bending test : 100 kN (max)	
		-compressive test : 100 kN (max)	
27	Universal Testing Machine	ทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุ ได้แก่ ค่าแรงดึง แรงกด แรงดัดโค้ง หรือ ค่าความเค้นต่างๆ สามารถทดสอบในแบบ Low dynamics ได้	5 วัน / 10 วัน

	model DARTEC M1000/RF2	ขีดความสามารถสูงสุด เป็นดังนี้	
		-tension test : 1200 kN (max)	
		-bending test : 2000 kN (max)	
		-compressive test : 2000 kN (max)	
28	Universal Testing Machine	ทดสอบหาค่าแรงดึง แรงกด แรงดัดโค้ง สำหรับวัสดุประเภทที่มี ความแข็งแรงไม่สูงมากนัก เช่น ไม้ พอลิเมอร์ต่างๆ ไฟเบอร์ ยาง หรือ วัสดุสังเคราะห์	5 วัน / 10 วัน
	model Housfield H10KM		
29	Rockwell Hardness Tester	ใช้สำหรับหาค่าความแข็งที่ผิวของวัสดุ ในหน่วย Hardness Rockwell ประเภท regular และ superficial scale	5 วัน / 10 วัน
	model B 354T		
30	Vicker Hardness Tester	ใช้สำหรับหาค่าความแข็งที่ผิวของวัสดุ ในหน่วย Hardness Vicker (HV)	5 วัน / 10 วัน
	model ZWICK 3212		
31	Thickness Gauge	ใช้ทดสอบวัดค่าอย่างละเอียด ของความหนาของชิ้นงานประเภท ต่างๆ	5 วัน / 10 วัน
	model Digimatic Indicator 543 series		
32	Induktherm 3.3μP	ใช้สำหรับหลอม และปรับสภาพตัวอย่างประเภทเหล็ก และโลหะ ผสมของเหล็ก เพื่อให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วย เครื่อง Spark Emission Spectrometer	5 วัน / 10 วัน
	model DVK-2		
33	Rapid Ion Etching Machine	ใช้สำหรับตัวอย่างวัสดุเพื่อนำไปศึกษาด้วยเครื่อง Transmission Electron Microscope	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model BAL-TEC RES- 010		
34	Gamma Counter	ใช้สำหรับวัดความเข้มของรังสีแกมมา ที่ได้มาจาก สารไอโซโทป I- 125 Co-57 Cr-51 I-131 Fe-59	ติดต่อ- สอบถาม
	model RAW-300		
35	Refrigerated Centrifuge	ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างโดยการปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอน อัตราเร็วรอบสูงสุด 20000 รอบต่อนาที	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model Hitachi 20PR-		

	52D		
36	Preparative Ultracentrifuge	ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างโดยการปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอน อัตราเร็วรอบสูงสุด 55000 รอบต่อนาที	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model Hitachi 55P-72		
37	Ultramicrotome	ใช้สำหรับตัดตัวอย่างให้มีความหนาในช่วง 60 – 90 nm เช่น เนื้อเยื่อของสัตว์ พืช คน แบคทีเรีย วัสดุประเภทพอลิเมอร์ชนิดที่มีค่า $T_g > 100^\circ \text{C}$ เช่น polyimide PVC polystyrene เพื่อนำไปศึกษาด้วยเครื่อง TEM	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model LKB V		
38	Critical point Dryer	ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างทางชีววิทยาโดยการทำให้แห้งที่สภาวะอุณหภูมิวิกฤต	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model CPD-020		
	model Samdri-780		
39	Sputter Coater	ใช้สำหรับเตรียมผิวตัวอย่างให้มีสภาพนำไฟฟ้าโดยการฉาบผิวตัวอย่าง ด้วยทองคำหรือ วัสดุที่สามารถ นำไฟฟ้าได้	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model SCD-040		
40	Microwave Digester	ใช้สำหรับย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่างๆ	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model MDS-2000		
41	Freeze Dryer	ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างทางชีววิทยาโดยการทำให้แห้งในสภาพของแข็ง ภายใต้สภาวะ ความดันต่ำ	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
	model DC-35		
42	เครื่องเตรียมตัวอย่าง		
	สำหรับวิเคราะห์โครงสร้าง		
	จุลภาคของวัสดุ		
42.1	เครื่องตัดชิ้นงานสำหรับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง	ใช้สำหรับตัดชิ้นงานประเภท โลหะ โลหะผสม เซรามิค วัสดุที่มีโครงสร้างเป็นผลึก วัสดุแข็งตัวนำ	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
42.2	เครื่องตัดชิ้นงานสำหรับงานวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค	ใช้สำหรับตัดชิ้นงานประเภท โลหะ โลหะผสม เซรามิค	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
42.3	เครื่องอัดเรซิน	ใช้สำหรับเตรียมชิ้นงานขนาดเล็กโดยการจับยึดชิ้นงานด้วยวัสดุ	ติดต่อ-

พอลิเมอร์		สอบถาม
สำหรับยัดชิ้นงาน		เจ้าหน้าที่
42.4 เครื่องเตรียม ผิวชิ้นงานชนิดขัดละเอียด	ใช้สำหรับเตรียมผิวชิ้นงานให้มีความเรียบในระดับที่เหมาะสมที่จะใช้ศึกษาด้วยเครื่อง SEM	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
42.5 เครื่องเตรียม	ใช้สำหรับเตรียมผิวชิ้นงานให้มีความเรียบ	ติดต่อ- สอบถาม
ผิวชิ้นงานชนิดขัดด้วย กระดาษทราย		เจ้าหน้าที่
43 เครื่องกลึง 4 เครื่อง	ใช้เตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบ หรือกลึงขึ้นรูปเพื่อใช้ในการ สร้าง ซ่อม ขึ้นรูป ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
44 เครื่องกัด 2 เครื่อง	ใช้เตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบ หรือกัดขึ้นรูปเพื่อใช้ในการ สร้าง ซ่อม ขึ้นรูป ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่
45 เครื่องไส 1 เครื่อง	สำหรับเตรียมผิวโลหะให้เรียบ หรือ ทำมุม ตามที่ระบุเพื่อใช้ในการ การสร้าง ซ่อม ขึ้นรูป ชิ้นงาน หรือใช้เตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ ความเค้นต่างๆ	ติดต่อ- สอบถาม เจ้าหน้าที่

สำหรับอัตราค่าบริการการทดสอบ แสดงดังตารางดังต่อไปนี้

บัญชีอัตราการจัดเก็บเงินค่าบริการทางวิชาการตามข้อ 6 แห่งประกาศจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง อัตราค่าบริการทางวิชาการของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2549

คำอธิบายอัตราการจัดเก็บ

อัตรา 1 หมายถึง อัตราสำหรับหน่วยงานภายในจุฬาฯ

อัตรา 2 หมายถึง อัตราสำหรับมหาวิทยาลัยอื่น ๆ

อัตรา 3 หมายถึง อัตราสำหรับหน่วยงานราชการอื่น

อัตรา 4 หมายถึง อัตราสำหรับรัฐวิสาหกิจ หน่วยงานในกำกับของรัฐ ธุรกิจเอกชน องค์การระหว่างประเทศ

อัตรา 5 หมายถึง อัตราเร่งด่วนแบบเหมาจ่าย สำหรับทุกหน่วยงาน ถ้ามีได้ระบุไว้สามารถรับผลได้ภายใน 2 วันทำการ

ค่าสารเคมีและวัสดุเตรียมตัวอย่างอื่น ที่มีได้ระบุไว้คิดตามชนิดและปริมาณที่ใช้จริง, ค่าใช้เครื่อง คิดขั้นต่ำ 1 ชั่วโมง เศษของชั่วโมง ถัดไปคิด ½ ชั่วโมง

ค่าบริการบันทึกข้อมูล ที่มีได้ระบุไว้ ให้คิดตามนี้

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าบริการบันทึกข้อมูลลงแผ่น CD แผ่นละ	40	70	90	100	200
2. ค่าบริการบันทึกข้อมูลลงแผ่น DVD แผ่นละ	80	140	180	200	400

1. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง NMR แบบ JNM – A 500

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	550	960	1,240	1,380	คิดราคาตามข้อ 7
2. ค่าบริการวิเคราะห์ต่อตัวอย่าง	60	110	140	150	
3. ในกรณีทำการทดลองมากกว่า 6 ชม. ชั่วโมงต่อไป ชั่วโมงละ	400	700	900	1,000	
4. ค่า Process data และ Plot spectrum					
4.1 Mode1D –NMR (ยกเว้น ^1H – NMR) mode ละ	30	55	70	80	

4.2 Mode 2D-NMR และ ^1H -NMR mode ละ	60	110	140	150	
5. ค่าวิเคราะห์ ^1H – NMR ต่อตัวอย่าง (ไม่รวมค่าตัวทำละลาย)	340	605	775	850	
6. ค่าตัวทำละลาย					
6.1 CDCl_3 ตัวอย่างละ	70	80	90	120	
6.2 D_2O ตัวอย่างละ	100	110	120	150	
6.3 CD_3COCD_3 ตัวอย่างละ	250	260	280	300	
6.4 DMSO-d6 ตัวอย่างละ	280	300	320	350	
6.5 C_6D_6 ตัวอย่างละ	300	320	340	260	
6.6 $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ตัวอย่างละ	850	860	880	900	
6.7 CD_3OD ตัวอย่างละ	1,000	1,100	1,200	1,300	
6.8 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$ ตัวอย่างละ	25	30	35	40	
7. ค่าวิเคราะห์อัตราเร่งด่วนเหมาจ่าย (ใช้เครื่องไม่เกิน 3 ชั่วโมง)	5,000	7,500	9,000	10,000	

หมายเหตุ การวัดตัวอย่างที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ค่าไนโตรเจนเหลว คิดตามปริมาณที่ใช้จริง

2. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Electron Spin Resonance

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	450	790	1010	1125	1600
2. ค่าบริการตรวจวัดต่อตัวอย่าง					
2.1 ตรวจวัดที่อุณหภูมิห้อง	80	140	180	200	400
2.2 ตรวจวัดที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง	100	175	225	250	500
2.3 ตรวจวัดที่อุณหภูมิต่ำใน Liq. N_2	120	210	270	300	600
2.4 ตรวจวัดโดยใช้ $\text{Liq/Aqueous sample cell}$	120	210	270	300	600
3. ค่าไนโตรเจนเหลว (Liq. N_2) ต่อครั้ง	300	350	400	450	900
4. ค่าก๊าซไนโตรเจน ต่อครั้ง	200	250	300	350	700

3. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer และ เครื่อง Spectrofluorometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
*งดให้บริการชั่วคราว					

4. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer และ Raman Spectrometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าวิเคราะห์ ตัวอย่างละ	220	380	500	550	1,000

หมายเหตุ 1. ค่าเตรียมตัวอย่างเพื่อทำปริมาณวิเคราะห์เพิ่มอีกตัวอย่างละ 100 บาท

2. อัตราเร่งด่วนไม่เกิน 10 ตัวอย่าง สามารถรับผลได้ภายใน 1 วันทำการ กรณีเกิน 10 ตัวอย่าง ต้องพิจารณาเป็นกรณี

5. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Surface Plasmon Resonance

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	400	700	900	1,000	1,800
2. ค่าวิเคราะห์ (คิดเพิ่มจากค่าใช้เครื่อง) ตัวอย่างละ	150	260	340	380	
3. ค่าแผ่นทอง (คิดเพิ่มจากค่าวิเคราะห์) ตัวอย่างละ	550	600	650	700	
4. ค่าแผ่นทอง (กรณีซื้อใช้ทั้งแผ่น) แผ่นละ	2,700	2,800	2,900	3,000	

หมายเหตุ ถ้านำแผ่นทองมาเองคิดค่าบริการเฉพาะ รายการที่ 1 และ 2

6. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Single Crystal X – Ray Diffractometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าตรวจสอบผลึกเบื้องต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์และเตรียมติดตั้งผลึก ตัวอย่างละ	100	175	225	250	คิด 2 เท่าของอัตราที่ระบุไว้
2. ค่าใช้เครื่องมือตรวจสอบผลึกเบื้องต้น ชั่วโมงละ	320	560	720	800	ทุกรายการ
3. ค่าใช้เครื่องมือตรวจวัดที่อุณหภูมิห้อง ชั่วโมงละ	650	1,140	1,460	1,620	
3.1 ในกรณีตรวจวัดมากกว่า 6 ชม. ชั่วโมงต่อไป ชั่วโมงละ	400	700	900	1,000	
4. ค่าใช้เครื่องมือตรวจวัดที่อุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ชั่วโมงละ	700	1,220	1,570	1,750	

4.1 ค่าบริการการใช้ liquid N ₂ ต่อถัง (ถ้าใช้)	300	300	300	300	
5. ค่าใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผล (เจ้าของตัวอย่างวิเคราะห์เอง) ชั่วโมงละ	150	260	340	370	
6. ค่าบริการบันทึกข้อมูลลงแผ่น CD	40	70	90	100	
7. ค่าบริการบันทึกข้อมูลลงแผ่น DVD	80	140	180	200	

หมายเหตุ อัตรา 5 ได้รับผลภายใน 3 วันทำการ, ค่า liquid N₂ ต่อถัง (ถ้าใช้) คิดตามราคาท้องตลาด

ในกรณีการวิเคราะห์ที่ไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากปัญหาเทคนิคหรือผลึกเสียสภาพขณะทำการทดลอง คิดค่าบริการ 60%

7. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง X – Ray Fluorescence Spectrometer แบบ WDX (PW 2400) และ EDX (ED 2000)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่องมือ ชั่วโมงละ	600	1,050	1300	1500	คิด 2 เท่าของอัตราที่ระบุไว้ทุกรายการ
2. ค่าเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างละ	40	70	90	100	
3. ค่าบดและอัดตัวอย่าง ตัวอย่างละ	180	320	400	450	
4. ค่าเผาตัวอย่าง ตัวอย่างละ	130	230	300	330	
5. ค่าเตรียมตัวอย่างที่ต้องใช้ Film ตัวอย่างละ	180	320	400	450	
6. ค่าวิเคราะห์ภาพเชิงคุณภาพ ตัวอย่างละ	160	280	360	400	
7. ค่าวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ					
7.1. ค่าเตรียม Standard curve ครั้งละ	100	200	250	280	
7.2. ค่าวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ ธาตุตัวอย่างละ	50	80	100	110	
8. ค่าวิเคราะห์ธาตุเชิงกึ่งปริมาณ (Semi-Quantitative) ธาตุละ	50	80	100	110	

8. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. Power X – Ray Diffraction					คิด 2
1.1 ค่าตรวจวัด Diffractogram ตัวอย่างละ	400	700	900	1,000	เท่าของ
1.2 ค่าวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ ตัวอย่างละ	160	280	360	400	อัตราที่
1.3 ค่าวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณ ตัวอย่างละ	320	560	720	800	ระบุไว้
2. High Resolution X – Ray Diffraction (HRXRD)					ทุก
2.1 ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	600	1,050	1,350	1,500	รายการ
2.2 ค่าวิเคราะห์ผล ตัวอย่างละ	400	700	900	1,000	
3. X – Ray Reflectometry (XRR)					
3.1 ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	600	1,050	1,350	1,500	
3.2 ค่าวิเคราะห์ผล ตัวอย่างละ	400	700	900	1,000	
4. ตรวจวัดแบบ Texture					
4.1 ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	600	1,050	1,350	1,500	
4.2 ค่าวิเคราะห์ผล ตัวอย่างละ	300	525	675	750	
5. ตรวจวัดแบบ Stress					
5.1 ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	600	1,050	1,350	1,500	
5.2 ค่าวิเคราะห์ผล ตัวอย่างละ	300	525	675	750	
6. ตรวจวัดแบบอุณหภูมิสูง (Rt. – 1600 °C) คิดเพิ่ม ตัวอย่างละ	200	350	450	500	

หมายเหตุ อัตรา 5 ได้รับผลภายใน 3 วันทำการ

9. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. การวิเคราะห์ด้วยวิธี Flame Atomization					
1.1 เตรียม Calibration curve ต่อธาตุ ด้วย air /C ₂ H ₂ ครึ่งละ	200	350	450	500	
1.2 วิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้วย air /C ₂ H ₂ ธาตุตัวอย่างละ	40	70	90	100	1,000
1.3 เตรียม Calibration curve ต่อธาตุ ด้วย N ₂ O/C ₂ H ₂ ครึ่งละ	260	455	585	650	
1.4 วิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้วย N ₂ O/C ₂ H ₂ ธาตุตัวอย่างละ	50	90	110	125	1,200
2. การวิเคราะห์ธาตุ Hg ด้วย Mercury Vapor Analyzer					
2.1 เตรียม Calibration curve ครึ่งละ	380	665	855	950	
2.2 วิเคราะห์เชิงปริมาณ ตัวอย่างละ	50	90	110	125	1,500
3. การวิเคราะห์ธาตุ As ด้วย Arsenic Analyzer					
3.1 เตรียม Calibration curve ครึ่งละ	600	1,015	1,350	1,500	
3.2 วิเคราะห์เชิงปริมาณ ตัวอย่างละ	200	350	450	500	2,500

หมายเหตุ ธาตุที่วิเคราะห์ด้วย Air/C₂H₂ เช่น Ag, Cd ,Co,Cr,Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb,Zn,

ธาตุที่วิเคราะห์ด้วย N₂O/C₂H₂ Al, Ba, Ca, Cr, Mo, Si, Sn, Sr, V, Zr

อัตรา 5 รวมค่าเตรียม Calibration curve แล้ว

10. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Inductively coupled Plasma Emission Spectrometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าเตรียม Calibration curve ต่อธาตุ ครึ่งละ	300	520	670	750	
2. ค่าวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ ธาตุตัวอย่างละ	70	120	160	180	1,200

3. กรณีต้องการตัวอย่าง คิดเพิ่ม ตัวอย่างละ	50	90	110	130	
--	----	----	-----	-----	--

หมายเหตุ อัตรา 5 รวมค่าเตรียม Calibration curve แล้ว

11. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Spark Emission Spectrometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุตัวอย่างประเภทเหล็ก					
1.1 ค่าเตรียมตัวอย่างหลอมลงเบ้า ขึ้นงานละ	500	875	1,125	1,250	2,500
1.2 ค่าวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ ขึ้นงานละ	500	875	1,125	1,250	2,500
2. การวิเคราะห์ตัวอย่างประเภททองแดงและอลูมิเนียมผสม					
2.1 ค่าวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ ขึ้นงานละ	530	925	1,190	1,320	2,800

หมายเหตุ

1. ถ้าต้องการวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน คิดค่าบริการเพิ่มอีก 300 บาท ต่อตัวอย่าง
2. ถ้าต้องการให้รายงานผลค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of measurement) คิดค่าบริการเพิ่มอีก 500 บาท ต่อตัวอย่าง

12. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Elemental Analyzer (CHNS/O Analyzer)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
<u>การวิเคราะห์ N</u>					คิด 2
1. ค่าวัสดุการทำ Condition และการปรับเทียบเครื่อง ภายใน 5 ตัวอย่าง คราวเดียวกัน ครั้งละ	250	450	550	625	เท่าของอัตราที่ระบุไว้
ตัวอย่างถัดไป ตัวอย่างละ	50	90	110	125	ทุก
2. ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุ N ตัวอย่างละ	240	420	540	600	รายการ

<u>การวิเคราะห์ Total Carbon</u>					
1. ค่าวัสดุการทำ Condition และการปรับเทียบเครื่อง ภายใน 5 ตัวอย่าง คราวเดียวกัน ครั้งละ	250	450	550	625	
ตัวอย่างถัดไป ตัวอย่างละ	50	90	110	125	
2. ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุ C ตัวอย่างละ	240	420	540	600	
3. ค่าวิเคราะห์แบลด์ (n=10) ครั้งละ	1,200	2,100	2,700	3,000	
<u>การวิเคราะห์ CHN</u>					
1. ค่าวัสดุการทำ Condition และการปรับเทียบเครื่อง ภายใน 5 ตัวอย่าง คราวเดียวกัน ครั้งละ	250	450	550	625	
ตัวอย่างถัดไป ตัวอย่างละ	50	90	110	125	
2. ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุ CHN ตัวอย่างละ	300	525	675	750	
<u>การวิเคราะห์ CHNS</u>					
1. ค่าวัสดุการทำ Condition และการปรับเทียบเครื่อง ภายใน 5 ตัวอย่าง คราวเดียวกัน ครั้งละ	4,000	7,000	9,000	10,000	
ตัวอย่างถัดไป ตัวอย่างละ	400	700	900	1,000	
2. ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุ CHNS ตัวอย่างละ	1,000	1,750	2,250	2,500	
<u>การวิเคราะห์ Oxygen</u>					
1. ค่าวัสดุการทำ Condition และการปรับเทียบเครื่อง ภายใน 5 ตัวอย่าง คราวเดียวกัน ครั้งละ	4,000	7,000	9,000	10,000	
ตัวอย่างถัดไป ตัวอย่างละ	400	700	900	1,000	
2. ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุ O ตัวอย่างละ	1,000	1,750	2,250	2,500	

13. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Kjeldahl Digestion แบบ KD-02

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
*งดให้บริการชั่วคราว					

หมายเหตุ อัตรา 5 ไม่เกิน 10 ตัวอย่าง สามารถรับผลได้เลยภายใน 1 วันทำการ กรณีเกิน 10 ตัวอย่าง ต้องพิจารณาเป็นกรณี

14. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	200	350	450	500	1,000
2. ค่าวิเคราะห์ (คิดเพิ่มจากค่าใช้เครื่อง) ตัวอย่างละ	50	90	110	120	

หมายเหตุ ค่าสารเคมีและวัสดุเตรียมตัวอย่างอื่น คิดตามชนิดและปริมาณที่ใช้

15. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Gas Chromatography / Mass Spectrometer แบบ GC/MS/MS Saturn-4D

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
*งดให้บริการชั่วคราว					

16. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatograph (HPLC)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่องมือ ชั่วโมงละ	250	440	560	620	1,000
2. ค่าวิเคราะห์ (คิดเพิ่มจากค่าใช้เครื่อง) ตัวอย่างละ	50	90	110	120	

หมายเหตุ ค่าสารเคมีและวัสดุเตรียมตัวอย่างอื่น คิดตามชนิดและปริมาณที่ใช้

17. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Surface Roughness Tester

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าปรับเทียบ (Calibrate) เครื่อง ครั้งละ	160	280	360	400	700
2. ค่าทดสอบความหยาบผิวงาน ตัวอย่างละ	120	210	270	300	600

18. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Scanning Probe Microscopy (SPM)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	400	700	900	1,000	คิด 2 เท่า ของอัตรา ที่ระบุไว้ ทุก รายการ
2. ค่าทดสอบ (คิดเพิ่มจากค่าใช้เครื่อง) scan ครั้งละ					
2.1 Silicon Nitride/Oxide-Sharpended Silicon Nitride Probes	50	90	110	130	
2.2 Olympus Oxide-Sharpended Silicon Nitride Probe	60	100	140	150	
2.3 Etched Silicon Probes	100	170	220	250	
2.4 Magnetic Force Mode	150	260	340	370	
2.5 Nano Tips for Scanning Tunneling Microscope (STM)	70	120	160	180	
2.6 Force Modulation Etched Silicon NanoProbes	100	170	220	250	
2.7 One Dimond-tipped Cantilever for Nanoindenting/scratching	1,250	1,500	1,600	1,800	
3. ค่าทดสอบที่อุณหภูมิสูง (คิดเพิ่ม) ตัวอย่างละ	50	90	110	130	
4. ค่าทดสอบเมื่อใช้ Electric Field Cantilever (คิดเพิ่ม) ตัวอย่าง ละ	50	90	110	130	
5. ค่าทดสอบ Scanning in Fluid (คิดเพิ่ม) ตัวอย่างละ	100	170	220	250	
6. ค่าบันทึกไฟล์ภาพลงซีดี ค่าซีดี แผ่นละ	15	25	35	40	
ค่าบันทึกรูป รูปละ	15	20	25	30	
7. ค่าพิมพ์ภาพด้วยเครื่องพิมพ์ ภาพละ	10	20	30	40	

19. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Asahi Sonic Screen Sizer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
*งดให้บริการชั่วคราว					

20. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Bomb Calorimeter

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าปรับเทียบเครื่อง ครึ่งละ	320	560	720	800	
2. ค่าวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน ตัวอย่างละ	120	210	270	300	1,400

หมายเหตุ อัตรา 5 รวมค่าปรับเทียบเครื่องแล้ว

21. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Diffrential Scanning Calorimeter (Netzsch, DSC204F1) และ
Dynamic Mechanical Analyzer (Netzsch, DMA242)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าวิเคราะห์ทดสอบ ตัวอย่างละ	320	560	720	800	1,000

หมายเหตุ ค่าไนโตรเจนเหลวสำหรับวัดอุณหภูมิต่ำกว่าห้อง 200 บาท/ตัวอย่าง

22. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Simultaneous Thermal Analyzer (Netzsch, STA490C)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าวิเคราะห์ทดสอบ ตัวอย่างละ	480	840	1,080	1,200	2,000

หมายเหตุ ค่า Crucible กรณีเกิดการเสียหายเนื่องจากตัวอย่างระหว่างการทดสอบ คิด 1,360 บาท / ชิ้น

ค่า Pan กรณีเกิดการเสียหายเนื่องจากตัวอย่างระหว่างการทดสอบ คิด 3,070 บาท / ชิ้น

23. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วย Optical Microscope แบบ LEITZ METALLOVERT

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าเตรียมชิ้นงานทดสอบ					คิด 2
1. ค่าตัดชิ้นงานด้วย Cut-Off Wheel					เท่าของ
1.1 อะลูมิเนียมออกไซด์ รอยตัดละ	70	120	160	180	อัตราที่
1.2 เพชร รอยตัดละ	120	210	270	300	ระบุไว้
2. ค่าอัดชิ้นงานด้วยเรซิน					ทุก
2.1 ค่าอัดชิ้นงานด้วยเรซินแบบร้อน	120	210	270	300	รายการ
2.1.1 เรซิน (หมายเลข 5) ชิ้นงานละ	100	170	210	240	
2.1.2 เรซิน(หมายเลข 6) ชิ้นงานละ					
2.2 ค่าอัดชิ้นงานด้วยเรซินแบบเย็น					
2.2.1 Epofix Kit ชิ้นงานละ	190	340	430	480	
3. ค่าขัดชิ้นงาน ชิ้นงานละ	190	340	430	480	
4. ค่ากัดกรด (Etching) ชิ้นงานละ	120	210	270	300	
ค่าบริการใช้เครื่อง Light Microscope					
5. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	100	170	210	240	

6. ค่าฟิล์ม (ราคาฟิล์มตัด ไม่รวมค่าล้างฟิล์ม) ฟิล์มละ	50	80	90	100	
6.1 ถ้าถ่ายภาพทั้งม้วน (36 ภาพ ไม่รวมค่าล้างฟิล์ม) ม้วนละ	480	600	600	600	
7. ค่าล้างฟิล์ม ครั้งละ	50	80	90	100	
8. ค่าอัดรูปขนาดโปสการ์ด รูปละ	15	20	25	30	

24. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Laser Particle Size Distribution Analyzer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าบริการวิเคราะห์ ตัวอย่างละ	250	440	560	620	1,000

หมายเหตุ 1. กรณีใช้สารเคมีเป็นของเหลวตัวกลาง คิดค่าสารเคมีตามชนิดและปริมาณที่ใช้

2. อัตราเร่งด่วนไม่เกิน 10 ตัวอย่าง สามารถรับผลได้ภายใน 1 วันทำการ กรณีเกิน 10 ตัวอย่าง ต้องพิจารณาเป็นกรณี

25. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. การเตรียมตัวอย่าง (เตรียมถึงขั้นฉาบผิว)					คิดเหมา จ่ายตาม ข้อ 6
1.1 ดองตัวอย่างครั้งเดียว ตัวอย่างละ	550	1,000	1,200	1,400	
1.2 ดองตัวอย่าง 2 ครั้ง คิดเพิ่มตัวอย่างละ	100	100	100	100	
1.3 กรณีตัวอย่างต้องกรอง คิดเพิ่มตัวอย่างละ	200	200	200	200	
1.4 เตรียมด้วยเทคนิค Cryo ตัวอย่างละ *(งดให้บริการ)	-	-	-	-	
1.5 เตรียมโดยวิธีอื่น OsO ₄ ครั้งละ (ไม่เกิน 5 ตัวอย่าง)	300	500	650	750	

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
2. การทำแห้ง					
2.1 ค่า dehydrate ตัวอย่างละ	100	200	250	300	
2.2 ค่าใช้เครื่อง Critical Point Dryer ครั้งละ	300	500	650	750	
3. การฉาบผิว					
3.1 ค่าฉาบทอง ครั้งละ	200	350	450	500	
3.2 ค่าฉาบคาร์บอน ครั้งละ	150	260	340	380	
4. การใช้เครื่องมือ					
4.1 ค่าใช้เครื่องมือ ชั่วโม่งละ	600	1,000	1,300		
4.2 ค่า Video Print รูปละ	25	30	35	40	
4.3 ค่าฟิล์ม + ค่าล้างฟิล์ม ฟิล์มละ	50	80	100	120	
กรณีนำฟิล์มมาเองคิดค่าล้าง ม้วนละ	60	70	80	90	
4.4 ค่าอัดรูปขนาด post card (3.5" x 5 ")รูปละ	15	20	25	30	
4.5 ค่าบันทึกไฟล์ภาพลงซีดี ค่าซีดี แผ่นละ	15	25	35	40	
ค่าบันทึกรูป รูปละ	15	20	25	30	
4.6 ค่าวัดขนาดอนุภาคด้วยโปรแกรม SemAfore รูปละ	10	15	20	25	
5. การวิเคราะห์ธาตุด้วย EDX และ WDX					
5.1 ค่าวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (ไม่เกิน 3 จุด) ตัวอย่างละ	180	320	410	450	
5.2 ค่าวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบไม่ใช้สารมาตรฐาน ตัวอย่างละ	200	360	470	520	
5.3 ค่าวิเคราะห์ด้วย mapping และ line scan ธาตุละ	80	140	180	200	

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
6. ค่าวิเคราะห์หามาจ่ายกรณีเร่งด่วน					
6.1 ตัวอย่างแห้ง ตัวอย่างละ (ถ่ายรูปไม่เกิน 3 ภาพ)	2,000	3,500	4,500	5,000	
6.2 ตัวอย่างเปียก ตัวอย่างละ (ถ่ายรูปไม่เกิน 3 ภาพ)	3,000	4,000	5,000	6,000	

26. อัตราค่าเตรียมตัวอย่างด้วยฐานเตรียมตัวอย่าง (Sample Preparation Unit) สำหรับเครื่อง Transmission Electron Microscope

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1. ค่าเตรียมตัวอย่างแบบ Cross - sections ตัวอย่างละ	1,400	2,450	3,150	3,500	คิด 2
2. ค่าเตรียมชิ้นงาน Metals ตัวอย่างละ	800	1,400	1,800	2,000	เท่าของ อัตราที่
3. ค่าจัดชิ้นงาน ชิ้นละ	160	280	360	400	ระบุไว้
4. ค่าใช้เครื่อง Ion milling RESO 10 ตัวอย่างละ	400	700	900	1,000	ทุก รายการ

27. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Transmission Electron Microscope

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
1.การเตรียมตัวอย่างชีววิทยา					คิดเหมา
1.1 เตรียมตัวอย่างแบบ negative stain (ไม่เกิน 3 gird)	200	350	450	500	จ่ายตาม ข้อ 11
1.2 เตรียมตัวอย่างถึงขั้น plastic block (ไม่รวม OsO ₄)	700	1,220	1,580	1,750	

หรือ (รวม OsO ₄)	2,000	3,500	4,500	5,000	
1.3 ขั้นตอนตัด section (ไม่เกิน 3 gird)	600	1,050	1,350	1,500	
2. ค่าใช้เครื่อง ชั่วโม่งละ	700	1,220	1,580	1,750	
3. ค่าฟิล์มขนาด 5.9 ซม.X 8.2 ซม. ฟิล์มละ (รวมค่าล้างฟิล์ม)	60	100	130	150	
4. ค่าล้างฟิล์ม ครั้งละ	200	350	450	500	
5. ค่าอัดขยายรูปขนาด post card (3.5 นิ้ว x 5 นิ้ว) รูปละ	15	20	25	30	
6. ค่าถ่ายภาพ Video Print ภาพละ	25	30	35	40	
7. ค่าบันทึกไฟล์ภาพลงซีดี ค่าซีดี แผ่นละ	15	25	35	40	
ค่าบันทึกรูป รูปละ	15	20	25	30	
8. ค่า grid พร้อมแผ่นรองรับตัวอย่าง ขึ้นละ	30	40	50	60	
9. ค่าฉาบคาร์บอน ครั้งละ	150	260	340	380	
10. ค่าวิเคราะห์ธาตุด้วย EDX					
10.1 ค่าวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (3 จุด) ตัวอย่างละ	200	350	450	500	
10.2 ค่าวิเคราะห์เชิงปริมาณ ตัวอย่างละ	250	440	560	630	
11. ค่าวิเคราะห์อัตราเร่งด่วนเหมาจ่าย (เฉพาะใช้กล้องและ ถ่ายภาพ Video Print หรือบันทึกลงไฟล์ ไม่เกิน 3 ภาพ) ตัวอย่างละ	2,000	3,000	3,500	4,000	

28. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5

1. การทดสอบตัวอย่างประเภทโลหะ					คิด 2 เท่าของ อัตราที่ ระบุไว้ ทุก รายการ
1.1. ทดสอบแรงดึงหรือแรงกดหรือแรงดัดโค้ง ชิ้นงานละ	250	440	560	620	
1.2. ทดสอบแรงดึงที่อุณหภูมิ (900°C) ชิ้นงานละ	900	1,570	2,020	2,250	
1.3. ทดสอบแรงบิด (Cyclic Test) ชิ้นงานละ	400	700	900	1,000	
2. การวิเคราะห์ตัวอย่างประเภทอื่น ๆ					
2.1 ทดสอบแรงดึงของ ยาง กาว พลาสติก ไม้ และ ตัวอย่างอื่น ประเภทเดียวกัน ชิ้นงานละ	150	260	340	370	
2.2 ทดสอบแรงกดของวัตถุทนไฟ เซรามิค และวัตถุประเภท เดียวกัน ชิ้นงานละ	300	520	670	750	
3. ค่าเตรียมชิ้นงานทดสอบ (ในกรณีต้องเตรียม) ชิ้นงานละ	120	210	270	300	

หมายเหตุ การรายงานผลค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of measurement) คิดเพิ่ม 500 บาท ต่อตัวอย่าง

29. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Vicker Hardness Tester และ Rock Well Hardness Tester

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าทดสอบความแข็ง ชิ้นงานละ	200	350	450	500	800

หมายเหตุ การรายงานผลค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of measurement) คิดเพิ่ม 300 บาท ต่อตัวอย่าง

30. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Mooney Viscometer

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าทดสอบ Mooney Viscosity ตัวอย่างละ	240	420	540	600	900

31. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่อง Oven

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
--------	------------------

	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
การหาปริมาณความชื้น (2 ครั้ง) ตัวอย่างละ	200	350	450	500	800

32. อัตราค่าวิเคราะห์และทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนาละเอียด (Thickness Tester) แบบ Digimatic Indicator 543 Series

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าวัดความหนา พื้นที่ละ	200	350	450	500	800

33. อัตราค่าวิเคราะห์ทดสอบด้วยเครื่อง Gamma Counter (RAW – 300), Refrigerated Centrifuge (20 PR – 52D), Ultracentrifuge (55P –72), Freeze Dryer (DC-35), Plasma Chamber (PR-503)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5
ค่าใช้เครื่อง ชั่วโมงละ	100	175	225	250	400

หมายเหตุ 1. เครื่อง Freeze Dryer ผู้ใช้ต้องนำ dry ice มาเอง

3. อัตราค่าใช้ Centrifuge tube สำหรับเครื่อง Refrigerated Centrifuge (ต่อหน่วยต่อครั้ง)

ชนิดของ Centrifuge tube	ค่าใช้จ่าย			
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4
7PA, 11PA	10	15	20	25
12PA, 12PC	10	15	20	25
30PC, 40PC, 350SS	30	60	70	80
50PC, 300PA	15	25	35	40
500PA, 500PP	20	35	45	50

3. อัตราค่าใช้ Centrifuge tube สำหรับเครื่อง เครื่อง Ultracentrifuge (ต่อหน่วยต่อครั้ง)

ชนิดของ Centrifuge tube	ค่าใช้จ่าย			
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4
5PA, 5CN	15	25	35	40
5CN (ตัด tube)	70	120	160	175
10PC	30	50	70	75
12PA, 12PC	25	45	55	60
12PA, 12PC (ตัด tube)	180	315	405	450
40PA, 40PC	20	35	45	50
40PA, 40PC (ตัด tube)	240	420	540	600
40CN	20	35	45	50
40CN (ตัด tube)	100	175	225	250
94PA	25	45	55	60
94PA, 94PA (ตัด tube)	360	630	810	900

34. อัตราค่าบริการออกแบบและสร้างแผ่นวงจรด้วยเครื่อง Engraving Plotter (Mimaki ME 650)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	อัตรา 1	อัตรา 2	อัตรา 3	อัตรา 4	อัตรา 5

1. ค่าออกแบบด้วยโปรแกรม Auto CAD 2D ตารางนิ้วละ	100	175	225	250	คิด 2 เท่าของ อัตราที่ ระบุไว้ ทุก รายการ
2. ค่าแกะแบบ/สร้างแผ่นวงจร ตารางนิ้วละ (ขนาดต่ำสุด 1x1 ตารางนิ้ว และสูงสุด 18x12 ตารางนิ้ว)	50	90	110	125	
3. แผ่นปรินต์ ขนาด 1 ตารางนิ้ว	40	50	60	70	
4. ค่าดอก end mill ขนาด 1 มม. ดอกละ	400	420	440	460	
5. ค่าพิมพ์ลายปรินต์ลงกระดาษ A4 แผ่นละ	20	25	30	40	

ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคารสถาบัน 2-3 ซอย จุฬาฯ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 02-2188101, 02-2188032

โทรสาร 02-2540211, 02-2188032

ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก
สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การตรวจสอบ/ทดสอบชิ้นงานพลาสติก ดำเนินการทดสอบโดยศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก ให้บริการการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติของเม็ดพลาสติก และ คุณสมบัติของชิ้นงานผลิตภัณฑ์พลาสติกต่างๆ โดยมีการทดสอบหลัก 2 ประเภทได้แก่

Physical & Mechanical Testing

-Tensile Properties

-Compressive Properties

-Flexural Properties

-Hardness Shore A

-Hardness Shore D

-Impact Strength

Material Properties Testing

-Density

-Melting Point

-Density (Specific Gravity)

-Rheo Meter(Melt Flow Index)

ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถ. พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

โทรศัพท์. 02-913-2500 ต่อ 2605 โทรสาร. 02-5853902

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ห้องปฏิบัติการพอลิเมอร์ ผลิตภัณฑ์ยาง พลาสติก เคลือบผิว สี มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางด้านการวิจัย วิเคราะห์ ทดสอบให้กับนักศึกษา/บุคลากร/ผู้ประกอบการ รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัยทางพอลิเมอร์ เสริมสร้างศักยภาพในงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่าง ๆ

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ	อัตราค่าทดสอบ
X-ray diffractometer(XRD)	
- diffractogram / ตัวอย่าง	350 บาท / ตัวอย่าง
- วิเคราะห์องค์ประกอบสาร	150 บาท / ธาตุ
การวัดวิเคราะห์ความหนาและทดสอบวัสดุของ	500 บาท / ตัวอย่าง
ผิวชุบหรือผิวเคลือบ / ตัวอย่าง *	
Pot Life, Curing time	300 บาท / ตัวอย่าง
การสกัดสารเคมีออกจากวัสดุพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิสูง	900 บาท / ตัวอย่าง
การสกัดสารเคมีออกจากวัสดุพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิต่ำ	500 บาท / ตัวอย่าง
X-ray fluorescence(XRF)	
- Qualitative analysis	1,000 บาท / ตัวอย่าง
- Quantitative analysis	200 บาท / ธาตุ
การเคลือบสารด้วยระบบสุญญากาศ	1,800 บาท / ตัวอย่าง
ขนาดเป่า 2 นิ้ว (ตัวอย่างแรก) *	
- ตัวอย่างต่อไป / ตัวอย่าง	250 บาท / ตัวอย่าง
Scanning Electron Microscope(SEM)	
- ตรวจสอบทั่วไป	800 บาท / ชั่วโมง
- การวิเคราะห์ EDS (Energy Dispersive Spectrometer)	1,200 บาท / ตัวอย่าง
- ค่าฉาบทอง	400 บาท / ตัวอย่าง
- ทางชีววิทยา	
ทำแห้งด้วย critical Point Dryer	900 บาท / ตัวอย่าง
- ค่าฉาบคาร์บอน	300 บาท / ตัวอย่าง
หมายเหตุ * ราคาที่เสนอ ไม่รวมราคาเป่า (สารที่ใช้เคลือบ)	

** เศษของชั่วโมงคิดเป็น 1 ชั่วโมง	
ภาควิชาเคมี	
Thermal Gravimetric Analyzer (TGA)	650 บาท / ตัวอย่าง
Differential Scanning Calorimeter (DSC)	
โดยวิธี Ambient Temperature	650 บาท / ตัวอย่าง
โดยวิธี Sub Ambient Temperature	2,500 บาท / ตัวอย่าง
Atomic Absorption Spectrometer (AAS)	
การวิเคราะห์ด้วยวิธี Flame Atomization	
1. ค่าย่อยสาร	200 บาท / ตัวอย่าง
2. ใช้ C ₂ H ₂ /air เช่น วิเคราะห์ Ag, Cd, Co, Cu, Fe,	
Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Zn	
2.1 สร้าง Standard curve	300 บาท / ธาตุ
2.2 ค่าวิเคราะห์/sample	40 บาท / ตัวอย่าง / ธาตุ
3. ใช้ N ₂ O/C ₂ H ₂ เช่น วิเคราะห์ Al, Ba, Ca, Cr,	
Mo, Si, Sr, U, Zr	
3.1 เตรียม Standard curve	500 บาท / ธาตุ
3.2 ค่าวิเคราะห์/sample	90 บาท / ตัวอย่าง / ธาตุ
4. การวิเคราะห์ด้วย Flow injection hydride	
generation เช่น As, Sb, Se, Hg, Sn	
4.1 เตรียม Standard curve	1,200 บาท / ธาตุ
4.2 ค่าวิเคราะห์/sample	200 บาท / ตัวอย่าง / ธาตุ
เครื่อง GC	
ราคาเริ่มต้นใช้เวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง	1,650 บาท / 3 ชั่วโมงแรก
หลังจาก 3 ชั่วโมง คิดราคาต่อชั่วโมง	300 บาท / ชั่วโมง
เครื่อง GC-MS	
ราคาเริ่มต้นใช้เวลาไม่เกิน 4 ชั่วโมง	2,600 บาท / 4 ชั่วโมงแรก
หลังจาก 4 ชั่วโมง คิดราคาต่อชั่วโมง	650 บาท / ชั่วโมง
เครื่อง Ion Chromatography (IC)	
ราคาเริ่มต้นใช้เวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง	1,800 บาท / 3 ชั่วโมง
(รวมทำกราฟมาตรฐาน)	
หลังจาก 3 ชั่วโมง คิดราคาต่อชั่วโมง	600 บาท / ชั่วโมง

เครื่อง HPLC/GPC	
ราคาเริ่มต้นใช้เวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง	1,900 บาท / 3 ชั่วโมงแรก
(รวมทำกราฟมาตรฐาน)	
หลังจาก 3 ชั่วโมง คิดราคาต่อชั่วโมง	650 บาท / ชั่วโมง
FT-IR	
- ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง	250 บาท / ตัวอย่าง
- ตัวอย่างที่เป็นของเหลว	350 บาท / ตัวอย่าง
- ค่าวิเคราะห์ข้อมูล	500 บาท / ตัวอย่าง
UV Spectrophotometer (UV 8452 A)	
	250 บาท / ตัวอย่าง
Polymer Processing	
1. Two-roll mill	500 บาท / ตัวอย่าง
2. Ball mill	200 บาท / ตัวอย่าง
3. Compression moulding	300 บาท / ตัวอย่าง
Mechanical Testing (การทดสอบสมบัติเชิงกล)	
1. ค่า modulus, elongation at break, tensile strength	300 บาท / ตัวอย่าง
2. Compression set	300 บาท / ตัวอย่าง
3. ความแข็ง (hardness)	100 บาท / ตัวอย่าง
4. การทดสอบการเสื่อมด้วยความร้อน	500 บาท / 48 ชั่วโมง / ตัวอย่าง
(Heat Ageing)	700 บาท / 72 ชั่วโมง / ตัวอย่าง
5. Tear Strength	300 บาท / ตัวอย่าง
6. Oil Ageing	200 บาท / ตัวอย่าง
Surface Area (ฟิลเลอร์วัสดุพอลิเมอร์)	500 บาท / ตัวอย่าง
การวิเคราะห์หาค่า Intrinsic Viscosity/Viscosity	200 บาท / ตัวอย่าง
การทดสอบการสึกหรอของวัสดุ (ABRASION)	300 บาท / ตัวอย่าง
การทดสอบการทนต่อการหักงอของวัสดุ	300 บาท / ตัวอย่าง
การทดสอบความเสถียรของน้ำยาง	200 บาท / ตัวอย่าง
การวัดวิเคราะห์อื่น ๆ	
- วัดความถ่วงจำเพาะของวัสดุ	200 บาท / ตัวอย่าง

หาค่าความร้อนของการเผาไหม้	800 บาท / ตัวอย่าง
(Bomb Calorimeter)	
Moisture balance	100 บาท / ตัวอย่าง
ค่าใช้จ่ายเครื่องต่อ 1 ชั่วโมง (เศษชั่วโมงคิดเป็น 1 ชม.)	
Particle Size Analysis	
1. วัดสภาวะของแข็ง	500 บาท / ตัวอย่าง
2. วัดสภาวะของเหลว	
- ใช้น้ำเป็นตัวกลาง	500 บาท / ตัวอย่าง
- ใช้ตัวทำละลายอื่น ๆ เป็นตัวกลาง	800 บาท / ตัวอย่าง

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทรศัพท์ 02 470-8907

โทรสาร 02 470-8900

ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

เครื่องตรวจสอบลักษณะของพอลิเมอร์

- DSC
- DMA
- FTIR
- Weathering (UV)
- Particle Size Analyser
- GPC

เครื่องแปรรูปพลาสติก

- Injection Molding
- Vacuum Thermoforming Machine
- Betol Single Screw Extruder
- Blow Molding
- Sheet Extrusion Line
- Extruder

เครื่องทดสอบพลาสติก

- MFI
- Impact Tester

ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

โทร.073-331303 โทรสาร 073-331099



บริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน)

บริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน)

Item	Test Range	Method	ค่าบริการ(บาท)
<i>Polymer Properties Analysis</i>			
Melt Flow Rate (MFR)	g/10 min	ASTM D1238 (LW-001-201)	500
Density	g/cm ³	ASTM D1505 (LW-001-202)	1,000
Non Newtonian index (NNI) /g2	-	In house Method (LW-002-204)	600
color/Whiteness/Yellowness	-	In house Method (LW-002-207)	300
Bulk Density (BD)	g/cm ³	ASTM D1895 (LW-002-208)	250
Particle Size Distribution (PSD)	%	ASTM D1921 (LW-002-209)	500
Volatile Matter (VM)	%	In house Method (LW-002-210)	500
Ash Content	%	In house Method (LW-002-212)	600
Polymer Content	g/ml	In house Method (LW-002-213)	650
Pellet Appearance	-	In house Method (LW-002-214)	250
High - Low Polymer (HP/LP)	%	In house Method (LW-002-215)	900
Carbon Black Content (CB)	%	ASTM D4218 (LW-002-501)	700
Carbon Black Dispersion (CBD)	-	In house Method (LW-002-502)	300
Oxidative Induction Time (OIT)	Min	ASTM D3895 (LW-002-503)	650
Thermal Stability by DSC/TGA	Min	ASTM E537 /ASTM E2008(LW-002-504)	800
Compositional Analysis by TGA	J/g,%	ASTM E1131 /ASTM D6370 (LW-002-504)	850
Enthalpies of fusion & Crystallization of Polymer	°C	ASTM D3417 / (LW-002-505)	800
Transition Temperature of Polymer (Melting / Crystallization Temperature)	-	ASTM D3418 / (LW-002-505)	800

Heat & Shear Stability	-	ASTM D 20 / ASTM D2538 / (QW-054-004)	1,100
Polymer Type	-	ASTM D2238 (QW-054-006)	2,000
Mechanical Properties Analysis			
Specimen Preparation by Compression Molding	-	ASTM D 1928 / ASTM D1248 / (LW-002-306)	700
Tensile Properties	Mpa	ASTM D638 (LW-001-401)	1,500
Vicat Softening Temperature	°C	ASTM D1525 (LW-001-402)	1,200
Durometer Hardness	Shore D	ASTM D2240 (LW-001-403)	500
Izod Impact Strength	kg.cm/cm	ASTM D256 (LW-002-404)	500
Olsen Stiffness	kg/cm ²	ASTM D747 (LW-002-405)	500
Heat Deflection Temperature (HDT)	°C	ASTM D648 (LW-002-406)	1,200
Environmental Stress Cracking Resistance	hr	ASTM D1693 (LW-002-408)	700
Energy Absorption Impact	-	ASTM D4272 (LW-002-409)	300
Heat Seal Strength	-	ASTM D638 (LW-002-410)	700
Polymer Processing Analysis			
Inflation Film Processing	All range	In House Method (LW-002-301)	1,000
Film Evaluation			600
Cast Film Processing	All range	In House Method (LW-002-302)	1,000
Film Evaluation			600
Blow Molding Processing	All range	In House Method (LW-002-303)	1,000
Bottle Evaluation			500
Monofilament Processing	All range	In House Method (LW-002-304)	1,000
Filament Evaluation			800
Injection Molding Processing	All range	In House Method (LW-002-305)	1,000
Spiral Flow Length	cm		600

Sample Preparation by Barbender	-	In House Method (QW-054-019)	2,000
Chemical Analysis :			
Ti Content in Catalyst	ppm	In House Method (LW-002-116)	400
Al Content in Catalyst	ppm	In House Method (LW-002-117)	400
Metal Content in Polymer (FE, Na, Mg, Ca, Mn, Cu, Ti, Al)	ppm	APHA 3030F /APHA 311B,D	1,000
Moisture Content in Solvent	ppm	In House Method (LW-002-113)	500
Moisture Content in Polymer	ppm	In House Method (QW-054-008)	500
Hexane Component	%wt	In House Method (LW-002-107)	1,000
Oligomer in Hexane	%wt	In House Method (LW-002-140)	1,000

PTT Chemical Public Company Limited

Laboratory Services

14 I-1 Road, 9 I-4 Road, Map Ta Phut Industrial Estate, Rayong

โทรศัพท์ : (66) 0-3892-2100 โทรสาร : (66) 03892-2111



อินโทร ทีเอสซี

บริษัท อินโทร ทีเอสซี จำกัด

ศูนย์ทดสอบวัสดุและผลิตภัณฑ์ บริษัท อินโทร ทีเอสซี จำกัด เป็นห้องปฏิบัติการทดสอบ เปิดบริการทดสอบวัสดุและผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น พลาสติก ยาง โลหะ สิ่งทอ วัสดุผสม บรรจุภัณฑ์ อาหาร หรืออื่นๆ ตามมาตรฐานหรือความต้องการของลูกค้า โดยปฏิบัติงานตามมาตรฐาน ISO/IEC17025 : 2005

รายการทดสอบ (Classification)	มาตรฐาน ทดสอบ (Test Method)	รายละเอียดการทดสอบ (Particulars)	ช่วงการทดสอบ (Test Range)	ค่าที่ได้จากการ ทดสอบ (Test Result)
แรงดึง (Tension Test)	- ASTM D 638	- การทดสอบแรงดึงของ พลาสติกที่มีความหนาไม่ เกิน 14 มม.	- 0 to 20 kN	- ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ความยืด(Elongation : %)
	-ASTM D 882	- การทดสอบแรงดึงของ พลาสติกฟิล์ม ที่มีความ หนาไม่เกิน 1 มม.	- 0 to 5 kN	- ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ความยืด(Elongation : %)
แรงกด (Compression Test)	- ASTM D 695	- การทดสอบแรงกดของ พลาสติก	- 0 to 20 kN	ความต้านทานแรงกด (Compressive Strength)
ความแข็ง (Hardness Test)	- ASTM D 785	- Vicker Hardness(HRR)	- 0 to 115 HRR	- ค่าความแข็งในหน่วย HRR (Hardness in HRR)
	- ASTM D 2240	- Vicker Hardness (Shore A, Shore D)	- Shore A : 20 to 90 A - Shore A : 20 to 90 D	- ค่าความแข็งในหน่วย Shore A และ Shore D(Hardness in Shore A and Shre D)
แรงฉีกขาด (Tear Test)	-ASTM D 1004	- Tension Test(Film Thickness not over 1 mm.)	- 0 to 100 N	- ความต้านทานแรงฉีก ขาด(Tear Resistance : N/mm.)
	-ASTM D 1922	- Elemendoft Tearing Tester	- 200 gf, 400 gf, 800 gf ad 1600 gf	- Tearing Resistance (mN or gf)

ความต้านทาน				
แรงกระแทก	- ISO 180,	- V-Notch(Type A, Type	- ช่วงพลังงานกระแทก(Impact	- Charpy Impact
- Charpy Impact	ISO 179-1	B)	absorbing energy) 0-4 จูล	Stregth(kJ/m ²)
- Izod Impact	- ISO 179-1,	- V-Notch(Type A, Type	-ช่วงพลังงานกระแทก(Impact	- Izod Impact
	ISO 180	B)	absorbing energy) 0-4 จูล	Strength(kJ/m ²)
ดัชนีการหลอม ไหลของพลาสติก (Melt Flow Index)	ASTM D	- Method A	- 0-50 g/10 min	Melt mass flow
	1238			rate(g/10min)
	-ISO 1133	- Method B	- 0-50 g/10 min	Melt volume flow
				rate(cm ³ /10min)
ความแข็งแรง รอยเชื่อมต่อ (Seal Strength)	ASTM F 88	- การทดสอบรอยเชื่อมต่อ	- 0 to 5 kN	ความแข็งแรงของรอย
		ของวัสดุห่อหุ้มแบบยืดหยุ่น		เชื่อมต่อ(Seal
				Strength)
สัมประสิทธิ์แรง เสียดทาน (Coefficient of	ASTM D	- การทดสอบ Kinetic and	- 0 to 100	- Kinetic Coefficient
Fricition)	1894	Static Coefficient of		of fricition
		friction ของพลาสติกฟิล์ม		- Static Coefficient off
การลอกของเทป กาว(Pell Adhesive)	ASTM	- กาทดสอบการลอกของ	- 0 to 100 N	- Peel Adhesive
		เทปกาว แบบ 90° และ		
		180°		
ความต้านทาน แรงกระแทกของ พลาสติกฟิล์ม	ASTM D	- การทดสอบแรงต้านทาน	- Method A (Weight : 50 g - 2	- Impact failure
	1709	แรงกระแทกโดยปล่อยตุ้ม	kg., Height : 660 mm.)	weight (ค่าพลังงานใน
		น้ำหนักลงมาอย่างอิสระ	- Method B (Weight : 300 g - 2	การตกกระแทก ซึ่ง
		เพื่อหาค่าพลังงานในการ	kg., Height : 1520 mm.)	แสดงในเทอมของ
		ตกกระแทก ซึ่งแสดงใน		น้ำหนักที่ทำให้ชิ้นงาน
		เทอมของน้ำหนักที่ทำให้		ทดสอบเกิดความ
		ชิ้นงานทดสอบเกิดความ		เสียหาย 50%)
		เสียหาย 50%		

ค่าความหนาแน่น และค่าความ ถ่วงจำเพาะ (Density and Specific Gravity)	ASTM D 792	การหาค่าความหนาแน่น และค่าความถ่วงจำเพาะ ของพลาสติก	- Method A : สำหรับพลาสติกที่ มีความหนาแน่นมากกว่า 0.998 g/cm ³ (Specimen 1 t 50 g)	- Density at 23° C - Speacific gravity at 23/23° C
ความต้านทาน แรงดัดโค้ง (Flexual Bending)	ASTM D 790	Flexural bnding(3-point Bending)	0 to 5 kN	ความต้านทานแรงดัด โค้ง(Flexural strength)

บริษัท อินโทร ทีเอสซี จำกัด

โทรศัพท์ : 02-3634417-21

โทรสาร : 02-3634427

เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: www.strec.chula.ac.th
2. วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : www.ppc.chula.ac.th
3. ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ :
www.itdikmutnb.com
4. ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : www.kmutt.ac.th
5. ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี :
www.sat.psu.ac.th/polymer/
6. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC): www.mtec.or.th
7. กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ : www.dss.go.th
8. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย : www.tistr.or.th/tpc/
9. บริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน) : External & Environmental Testing Services Laboratory Services PTT
CHEMICAL PLUBLIC COMPANY LIMITED
10. บริษัท อินโทร ทีเอสซี จำกัด : www.budget-cal.com
11. เอกสารแนบ : www.sci.buu.ac.th

-เอกสารแนบ-

การศึกษาลักษณะและการวิเคราะห์พอลิเมอร์

Characterization and Analysis of Polymers

1. การวิเคราะห์ลักษณะผิวหน้าของพอลิเมอร์

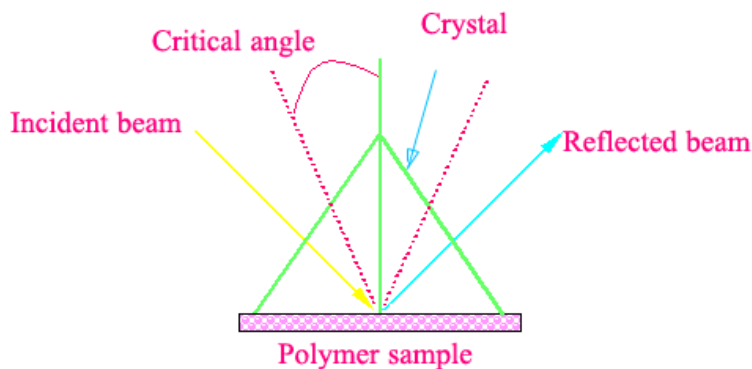
การวิเคราะห์ลักษณะผิวหน้าของวัสดุมีความสำคัญ และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยา สารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์ไฟฟ้า การเคลือบผิว และพอลิเมอร์ พื้นฐานการวิเคราะห์อาศัยการแผ่รังสีจากแหล่งพลังงานสูง (อิเล็กตรอน โฟตอน หรือ ไอออน) ที่ตกกระทบหรือผ่านผิวหน้าของตัวอย่าง และเป็นสาเหตุให้เกิดการสะท้อนกลับของพลังงาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้

1.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)

เทคนิคนี้ใช้ลำอิเล็กตรอนสแกนไปบนผิวหน้าของสารตัวอย่าง ซึ่งทำให้เกิดการกระเจิงของอิเล็กตรอน (Scattered electron) และเกิดสัญญาณเพื่อใช้ในการสร้างภาพที่สามารถเห็นความลึก SEM มีประโยชน์มากในการศึกษาเกี่ยวกับผิวหน้าของพอลิเมอร์ เนื่องจากมีกำลังขยายสูงและเป็นภาพสามมิติ การประยุกต์ใช้เทคนิคนี้มีหลากหลาย เช่น ใช้ศึกษาการกระจายของเม็ดสีที่แขวนลอยอยู่ในสี โครงสร้างของรูพรุนในพอลิเมอร์ประเภทโฟม การพองหรือการแตกออกของวัสดุที่ใช้เคลือบผิว การแยกเฟสในพอลิเมอร์ผสม และลักษณะการแตกของผิวหน้าระหว่างวัสดุและสารที่ใช้ยึดติด เป็นต้น

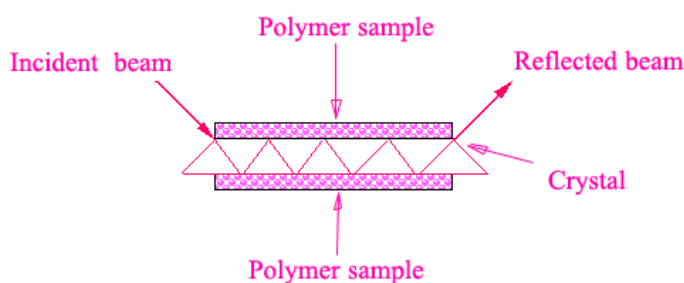
1.2 Attenuated Total Reflectance Spectroscopy (ATR)

เทคนิคนี้อาจเรียกว่า Internal Reflection Spectroscopy (IRS) ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์พื้นผิวของพอลิเมอร์ เพราะสามารถดัดแปลงได้จากเครื่อง IR ด้วยราคาไม่แพงนัก โดยสารตัวอย่างที่เป็นพอลิเมอร์จะถูกนำไปติดกับผลึก ThBr หรือ AgCl ซึ่งเป็นวัสดุที่ยอมให้แสง IR ผ่านได้ และมีค่า refractive index มากกว่าพอลิเมอร์ โดยลำแสง IR จะถูกโฟกัสไปที่ผลึกหรือเพลตตัวอย่าง (sample plate) ดังรูปที่ 1 หลังจากทีลำแสงผ่านไปยังผิวของพอลิเมอร์ ด้วยความลึกในระดับไมโครเมตรจะเกิดการสะท้อนที่ผิวหน้า และบางส่วนจะถูกดูดกลืน (absorb) ไว้ ลำแสงที่สะท้อนจะตรงไปยังสเปกโตรมิเตอร์ และถูกแปลงเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันกับความยาวคลื่น ดังนั้น ATR สเปกตรัมจึงคล้ายกับ แอ็บซอร์ปชันสเปกตรัม (absorption spectrum)



รูปที่ 1 Attenuated Total Reflectance Spectroscopy (ATR): เกิดการสะท้อนเพียงครั้งเดียว

การดูดกลืนสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยใช้ Internal reflector plate ดังรูปที่ 2 ซึ่งสามารถทำให้เกิดการสะท้อนหลาย ๆ ครั้งที่ผิวหน้าของตัวอย่าง หรือ เรียกว่า multiple internal reflection (MIR) จำนวนครั้งของลำแสงที่ตกกระทบ และ ความลึกของการผ่านเข้าไปในผิวของพอลิเมอร์เป็นฟังก์ชันกับ relative refractive index มุมตกกระทบ ลักษณะของ ผิวหน้าของตัวอย่าง และความยาวคลื่น ATR มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการศึกษาพื้นผิวที่ถูกเคลือบ การเกิด ออกซิเดชันที่ผิวหน้าของตัวอย่าง ลักษณะการยืดติดของสารประเภทกาว และการศึกษาผิวหน้าของพอลิเมอร์ในด้านอื่น ๆ



รูปที่ 2 Attenuated Total Reflectance spectroscopy (ATR): เกิดการสะท้อนหลายครั้ง: Multiple Internal Reflection (MIR)

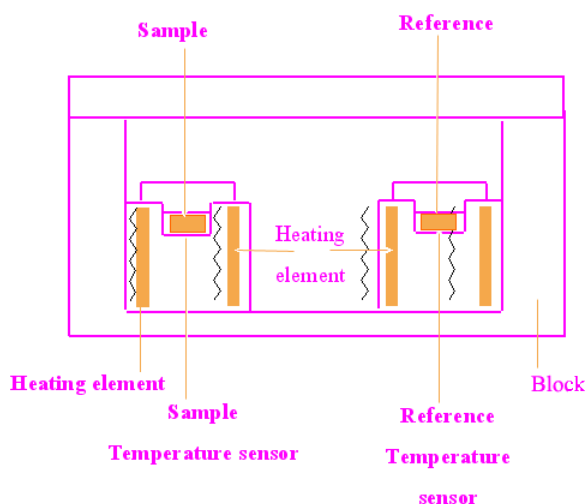
2. การวิเคราะห์สมบัติทางอุณหภูมิของพอลิเมอร์ (Thermal Analysis)

สมบัติทางอุณหภูมิของพอลิเมอร์ เช่น อุณหภูมิหลอมเหลว อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน สามารถศึกษาโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

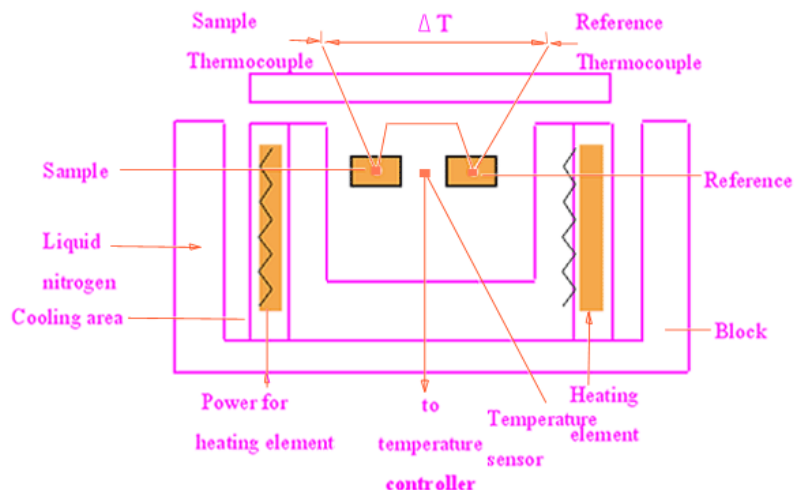
2.1 Differential Scanning Calorimetry (DSC) และ Differential Thermal Analysis (DTA)

DTA และ DSC เป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาปริมาณความร้อน และการเปลี่ยนแปลงความร้อนที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของพอลิเมอร์ แต่ DSC เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมมากกว่า ทั้ง DTA และ DSC มีหลักการทำงานเหมือนกัน คือ สารตัวอย่าง และ สารอ้างอิงที่เฉื่อยต่อการเกิดปฏิกิริยา ที่บรรจุในถ้วยอะลูมิเนียมขนาดเล็ก (ทองแดง หรือ แกรไฟต์ใช้สำหรับการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 °C) จะถูกให้ความร้อนในบรรยากาศไนโตรเจน จากนั้นสมบัติทางความร้อนของตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิในตัวอย่างจะถูกตรวจวัด และแปลผล

ขนาดของตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.5 - 1.0 mg ถึงแม้ว่าทั้งสองเทคนิคนี้ให้ข้อมูลที่คล้ายกัน แต่มีข้อแตกต่างที่สำคัญ คือ ในเทคนิค DTA สารตัวอย่างและสารอ้างอิงจะถูกให้ความร้อนจากแหล่งพลังงานที่เดียวกัน (รูปที่ 3) และความแตกต่างของอุณหภูมิ (T) ระหว่างสารตัวอย่างและสารอ้างอิงจะถูกบันทึก เมื่อเริ่มให้ความร้อนถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างต่ำกว่าสารอ้างอิงแสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน (endothermic) แต่ถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างสูงกว่าสารอ้างอิงแสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน (exothermic) สำหรับเทคนิค DSC สารตัวอย่าง และ สารอ้างอิงจะถูกให้ความร้อนจากแหล่งพลังงานสองแหล่งที่แยกกัน (รูปที่ 4) ค่าพลังงานความร้อน (dQ/dt) ที่ใช้ในการรักษาอุณหภูมิของตัวอย่าง และ สารอ้างอิงให้เท่ากันจะถูกบันทึกไว้

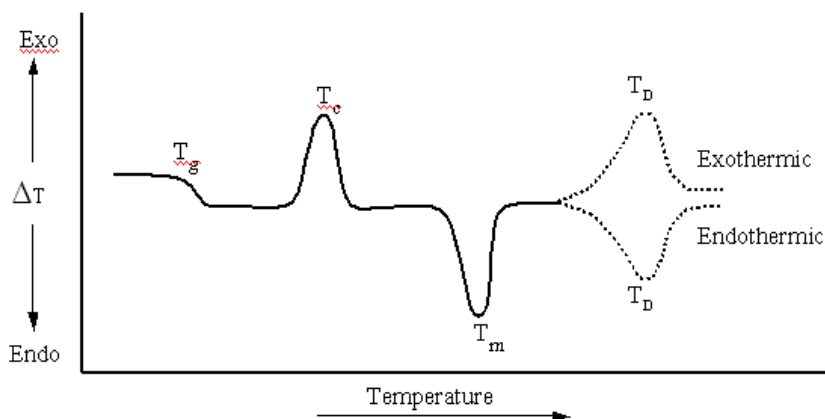


รูปที่ 3 ส่วนประกอบหลักของเครื่อง DTA



รูปที่ 4 ส่วนประกอบหลักของเครื่อง DSC

ข้อมูลที่ถูกนำมาพลอตกราฟกับอุณหภูมิ คือ T (สำหรับ DTA) หรือ dQ/dt (สำหรับ DSC) กราฟที่ได้เรียกว่า เทอร์โมแกรม (thermogram) ข้อดีของเทคนิค DSC คือ พื้นที่ใต้พีคจะสัมพันธ์โดยตรงกับเอนทัลปี (enthalpy) หรือการเปลี่ยนแปลงความร้อนของตัวอย่าง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความจุความร้อน ความร้อนของการหลอมเหลว หรือ เอนทัลปีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ตัวอย่างของเทอร์โมแกรมที่ได้จาก DSC แสดงดังรูปที่ 5

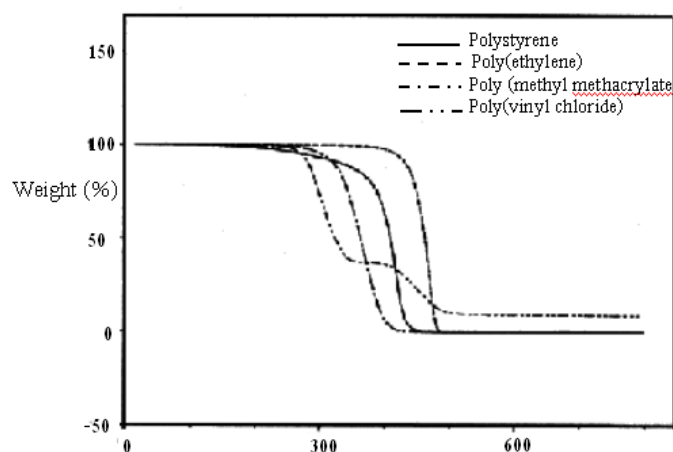


รูปที่ 5 เทอร์โมแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย DSC

2.2 Thermogravimetric Analysis (TGA)

TGA เป็นวิธีเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความเสถียรของพอลิเมอร์เมื่อได้รับความร้อน โดยใช้พื้นฐานการวัดน้ำหนักอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องชั่งที่มีความไวสูง (thermobalance) ในระหว่างการวิเคราะห์ อุณหภูมิของตัวอย่างซึ่งอยู่

ในบรรยากาศปกติ หรือก๊าซเฉื่อยจะถูกทำให้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลการวิเคราะห์จะถูกบันทึกเป็นเทอร์โมแกรมที่แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของตัวอย่าง และอุณหภูมิ ดังรูปที่ 5.6 การสูญเสียน้ำหนักในช่วงแรกของการวิเคราะห์หรือที่อุณหภูมิต่ำอาจเกิดจากการระเหยของน้ำหรือตัวทำละลาย แต่ที่อุณหภูมิสูงมักเกิดจากการสลายตัวของพอลิเมอร์ ข้อมูลเหล่านี้ทำให้ทราบเกี่ยวกับความเสถียรต่ออุณหภูมิของพอลิเมอร์ เทคนิคนี้ยังมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์หาสารที่ระเหย หรือสารเติมแต่งที่ใส่ลงไปในพอลิเมอร์อีกด้วย



รูปที่ 6 เทอร์โมแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย TGA

3. การทดสอบสมบัติเชิงกล (Mechanical Tests)

การศึกษาลักษณะกายภาพของวัสดุต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของโมเลกุล (molecular feature) เช่น การจัดเรียงอนุภาคในโมเลกุล รูปร่างของโมเลกุล และพลังงานพันธะเป็นต้น ในขณะที่วิศวกรหรือผู้ที่นำวัสดุนั้น ไปใช้งานมักจะมุ่งความสนใจไปที่ลักษณะสมบัติของวัสดุ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ถึงแม้ว่าในระยะหลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพอลิเมอร์ในขั้นสูงแล้วก็ตาม โดยทั่วไปพบว่าเราไม่สามารถทำนายสมบัติเชิงกล (mechanical properties) ของพอลิเมอร์โดยอาศัยความรู้จากโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีได้อย่างแม่นยำ เช่น ความแข็งแรง (strength) ที่แท้จริงของพอลิเมอร์อาจมีค่าเพียง 0.1-0.01 เท่าของค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ความรู้พื้นฐานจากความแข็งแรงของพันธะ และแรงระหว่างโมเลกุล เพราะฉะนั้นในปัจจุบันการทดสอบสมบัติเชิงกล จึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะศึกษาถึงสมบัติและความเป็นไปได้ในการนำเอาพอลิเมอร์ไปใช้งาน

3.1 ความทนต่อแรงดึง (Tensile Strength)

ความทนต่อแรงดึงของพอลิเมอร์ สามารถทดสอบจากลักษณะการยืดออกของตัวอย่างเมื่อได้รับแรงดึงจากภายนอก โดยอาศัยทอม 2 ทอมที่สัมพันธ์กัน คือ ความเค้น (stress :) และความเครียด (strain :) ความเค้น คือ แรงที่ใช้ในการดึงหรือยืดตัวอย่าง ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หน้าตัด

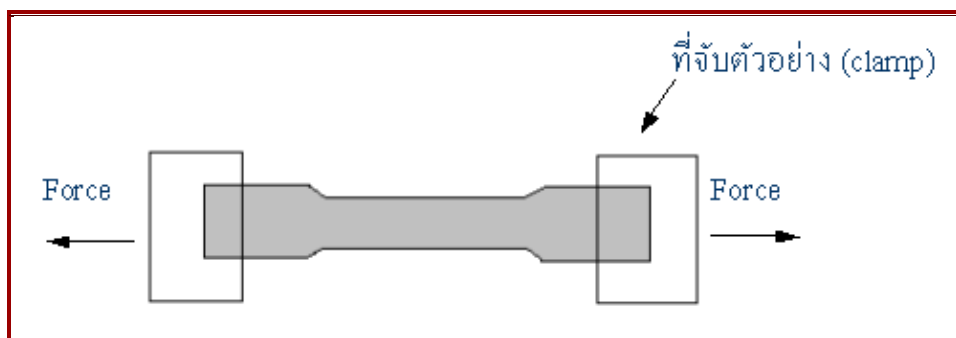
$$\text{ความเค้น} = \frac{\text{แรง (F)}}{\text{พื้นที่หน้าตัด (A)}}$$

ความเครียด () คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปของตัวอย่างเมื่อได้รับแรงดึงต่อความยาวเริ่มต้น

$$\text{ความเครียด} = \frac{\text{ความยาวที่เปลี่ยนไป}}{\text{ความยาวเดิม}} = \frac{\Delta L}{L}$$

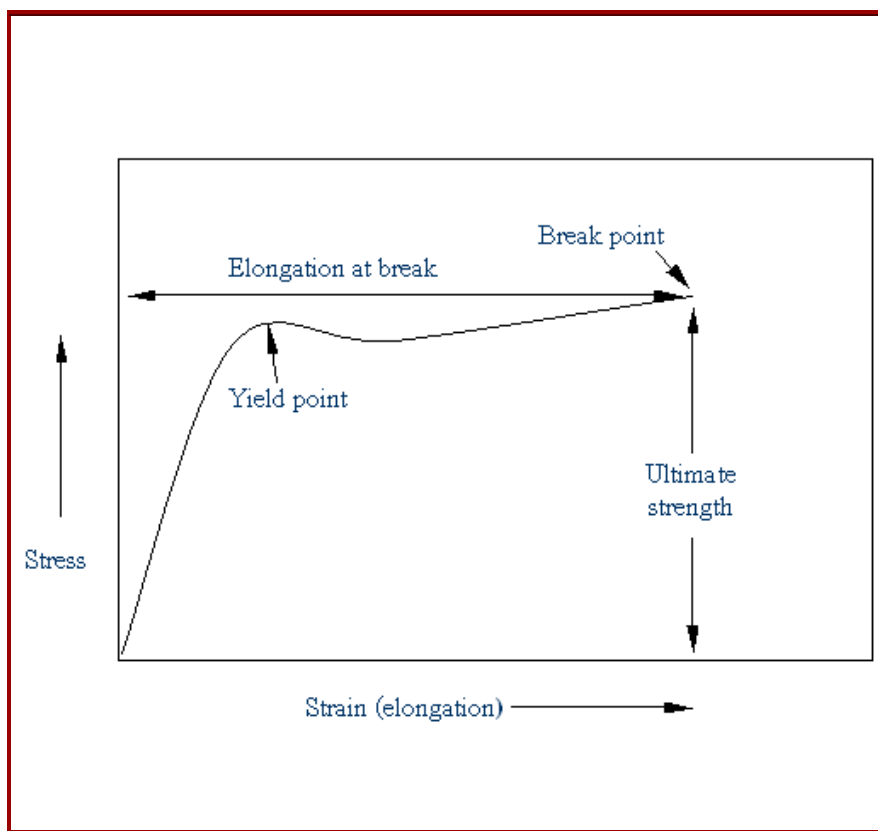
$$\text{โมดูลัส (Modulus)} = \frac{\text{ความเค้น}}{\text{ความเครียด}} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

เนื่องจากพฤติกรรมความเค้นและความเครียดของวัสดุเป็นลักษณะที่ขึ้นกับเวลา อัตราเร็วที่ความเค้นหรือแรงถูกให้กับตัวอย่างจึงมีผลต่อการยืดของตัวอย่าง หรือความเครียดเป็นอย่างมาก เช่น เมื่อนำตัวอย่างประเภทเส้นใยมาทดสอบ โดยใช้แรงดึงอย่างรวดเร็วจนทำให้เส้นใยขาดออกโดยง่าย แต่เมื่อใช้แรงขนาดเดิมแต่ดึงอย่างช้า ๆ จะทำให้เส้นใยยืดออกและทนต่อแรงดึงอยู่ได้นานก่อนที่จะขาด ในทางปฏิบัติทั่วไปการทดสอบความเค้นและความเครียดของพอลิเมอร์ มักใช้ตัวอย่างรูปร่างดังแสดงไว้ข้างล่าง

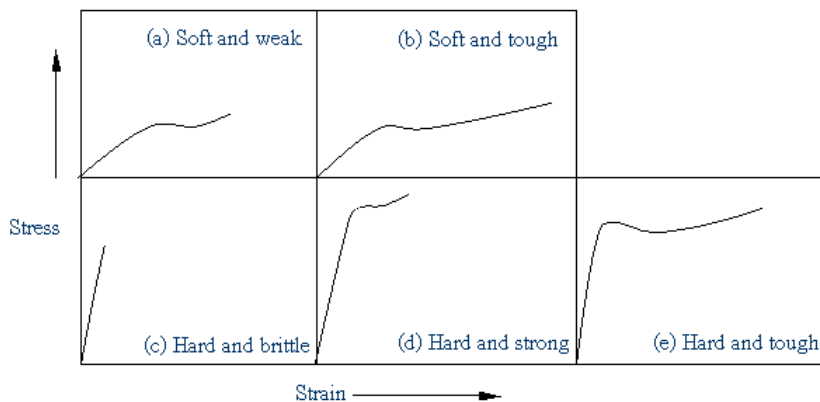


รูปที่ 7 รูปร่างตัวอย่างของพอลิเมอร์ที่ใช้ทดสอบความเค้น และ ความเครียด

ปลายของตัวอย่างถูกยึดด้วยที่จับ และจะถูกดึงให้ยืดออกด้วยแรงที่รู้ขนาดแน่นอน จากนั้นจึงนำข้อมูลไปพลอตกราฟระหว่างความเค้นและความเครียด (stress-strain curve) สำหรับพอลิเมอร์ที่มีลักษณะคล้ายยาง (elastomer) ซึ่งเกิดการยืดออกได้ง่ายเมื่อได้รับแรงดึง กราฟที่ได้มีลักษณะดังรูปที่ 8 นอกจากความเค้นและความเครียด แล้วยังมีเทอมที่แสดงสมบัติเชิงกลประเภทอื่นของพอลิเมอร์ อีก เช่น modulus หรือ stiffness ซึ่งแสดงโดยค่าอัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียด (หรือความชันในช่วงแรกของเส้นกราฟ) และ toughness ซึ่งแสดงความต้านทานต่อการขาด



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น- ความเครียด



รูปที่ 9 กราฟการทดสอบความทนต่อแรงดึงของพอลิเมอร์ที่มีสมบัติต่าง ๆ กัน

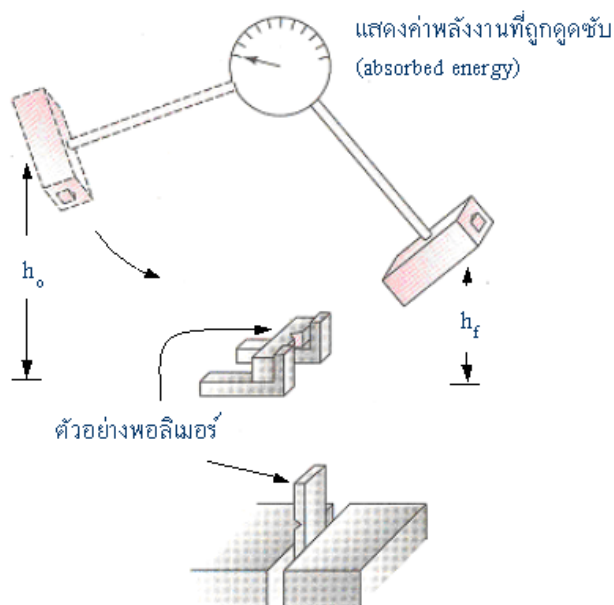
ข้อมูลสำคัญที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียด คือค่าความทนต่อแรงดึง ณ จุดขาด (Tensile strength at break) ซึ่งค่านี้สำหรับพอลิเมอร์ทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวันสรุปไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความทนต่อแรงดึง ณ จุดขาดสำหรับพอลิเมอร์ทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน

Polymer	Tensile Strength (psi)
Polyethylene (low to medium density)	1,000 - 2,400
Poly (tetrafluoroethylene)	3,500
Polyethylene (high density)	4,400
Poly (dimethylsiloxane)	5,000
Polypropylene	5,000
Poly (vinylidene chloride)	8,000
Polystyrene	8,000
ABS terpolymer	8,500
Polyamide	9,000 - 12,000
Polycarbonate	9,500
Polyesters (cast)	~ 10,000
Polysulfone	10,200 - 12,000
Poly (phenylene oxide)	10,500
Epoxy resin	
Cast	12,000
Molded	16,000
Glass-filled nylon	31,000
Fabric-reinforced epoxy resin	60,000 - 85,000

3.2 ความต้านทานต่อแรงกระแทก (Impact Resistance)

ความต้านทานต่อแรงกระแทกมักจะสัมพันธ์กับค่า toughness พอลิเมอร์ที่มีแนวโน้มจะแตกง่ายเมื่อได้รับแรงกระแทก มักไม่ค่อยมีประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ ตัวอย่างเช่น พอลิเมอร์ที่อยู่ในสถานะคล้ายแก้ว (glassy state) หรืออยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าค่า T_g การทดสอบโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การเหวี่ยงลูกตุ้ม (pendulum) จากความสูงต่าง ๆ ให้กระแทกตัวอย่างพอลิเมอร์ (รูปที่ 10) หรือการปล่อยก้อนน้ำหนักจากระดับความสูงต่าง ๆ ให้ตกลงมากระแทกตัวอย่าง โดยเพิ่มน้ำหนักหรือแรงกระแทกจนตัวอย่างพอลิเมอร์แตก ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนี้สามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบค่า toughness โดยต้องคำนึงถึงขนาดและความหนาของตัวอย่างด้วย



รูปที่ 10 ลักษณะของตัวอย่างและวิธีการทดสอบความทนต่อแรงกระแทก

3.3 การทดสอบการโค้งงอของพอลิเมอร์ (Bend Test)

ความสามารถของวัสดุที่จะสามารถทนต่อแรงที่ทำให้ตัวอย่างโค้งงอ โดยไม่เกิดการแตกหรือเสียรูปของตัวอย่าง เมื่อหยุดให้แรง เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับพอลิเมอร์ที่ถูกนำไปใช้งานบางประเภท เช่น ยางล้อรถ ล้อเฟือง โครงสร้างของ ยานยนต์ เรือ และเครื่องบิน เป็นต้น วิธีการทดสอบแสดงดังรูปที่ 11 และค่า flexural strength สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Flexural strength} = \frac{3FL}{2wh^2}$$

เมื่อ F = น้ำหนักที่ทำให้เกิดการแตกของพอลิเมอร์

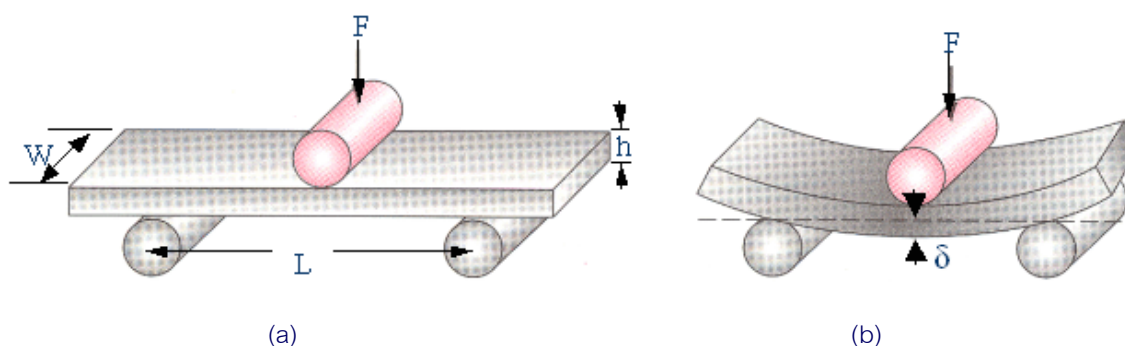
L = ระยะห่างระหว่างตำแหน่งของวัสดุที่รองรับตัวอย่าง

W = ความกว้างของตัวอย่าง

h = ความสูงของตัวอย่าง

โมดูลัสของความยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ในการทำให้ตัวอย่างโค้งงอสามารถคำนวณได้จากสมการข้างล่าง เมื่อ คือระยะที่ตัวอย่างเกิดการโค้งงอเมื่อถูกกดด้วยแรง F (รูปที่ 11)

$$\text{Flexural modulus} = \frac{L^3 F}{4wh^3 \delta}$$



รูปที่ 11 การทดสอบการโค้งงอของพอลิเมอร์ (bend test)

(a) ตัวอย่างก่อนใช้แรงกดให้โค้งงอ

(b) ค่า δ เมื่อตัวอย่างเกิดการโค้งงอ

3.4 ความแข็งและความต้านทานการขีดถู (Hardness and Abrasion Resistance)

สมบัติความแข็ง ความต้านทานการขีดถู ความต้านทานต่อการรอยขีดข่วนของวัสดุทั่วไป มีความเกี่ยวข้องกันแต่ไม่จำเป็นต้องมีความแปรผันโดยตรงต่อกัน การทดสอบความแข็งทำโดยใช้แท่งโลหะปลายมน (indenter) กดลงที่ผิวหน้าของตัวอย่างด้วยแรงคงที่แล้วปล่อย จากนั้นวัดรอยลึกที่เกิดจากการกดและการคืนตัวของตัวอย่าง จากการทดสอบพบว่าพอลิเมอร์ประเภทที่มีค่าความแข็งต่ำ ได้แก่ พอลิโอสเตนส์ ส่วนประเภทที่มีความแข็งสูง เช่น พอลิเอไมด์ และพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต ความต้านทานการขีดถูและการขีดข่วน สามารถวัดได้จากความสามารถของพอลิเมอร์ที่จะคงลักษณะผิวหน้าที่เรียบไว้ได้เมื่อถูกขีดถูกับวัสดุชนิดอื่น การทดสอบทำได้โดยวัดน้ำหนักที่หายไปของตัวอย่างหลังการทดสอบ พอลิเมอร์ที่มักถูกทดสอบความสามารถความต้านทานการขีดถู ได้แก่ ประเภทที่นำมาทำเป็นเฟือง บานพับ ยางรถยนต์ พื้นรองเท้า วิธีการทดสอบทำโดยใช้กระดาษทราย หรือ ดินสอที่มีแกนทำด้วยวัสดุที่มีค่าความแข็งต่างกัน ลากผ่านผิวหน้าของวัสดุด้วยแรงคงที่

4. การวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล (Measurement of Molecular Weight)

น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ สามารถวิเคราะห์ได้จากหมู่ฟังก์ชันของพอลิเมอร์ โดยวิธีทางกายภาพหรือทางเคมี การวัดสมบัติคอลลิเกทีฟ หรือ การวัดความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์ที่เจือจาง

4.1 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่ปลายโมเลกุลของพอลิเมอร์ (End-Group Analysis)

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่ปลายสายโซ่โมเลกุล จะต้องรู้ว่าในพอลิเมอร์หนึ่งโมเลกุลมีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์ได้กี่หมู่ ซึ่งในกรณีของพอลิเมอร์หมู่ฟังก์ชันดังกล่าวนี้ ฟังก์ชันดังกล่าวนี้อยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของโมเลกุลจึงเรียกวิธีนี้ว่า End- group analysis เนื่องจากการวิเคราะห์ทำโดยหาจำนวนหมู่ฟังก์ชันต่อน้ำหนักของตัวอย่างพอลิเมอร์ น้ำหนักโมเลกุลที่วัดได้จึงอยู่ในรูปน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามจำนวน (n) วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับตัวอย่างที่มีมวลโมเลกุลสูงมาก ๆ เพราะจำนวนหมู่ฟังก์ชันที่ปลายสายโซ่ จะมีน้อยเกินไปและทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ ซึ่งความคลาดเคลื่อนจะมากขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์สูงกว่า 25,000 ข้อจำกัดของวิธีนี้ยังอยู่ที่ความบริสุทธิ์ของตัวอย่างและสารที่ใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย เทคนิคนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะของหมู่ฟังก์ชันคือ การวิเคราะห์พอลิเมอร์ที่เตรียมจากปฏิกิริยาควบแน่น(condensation polymer) และการวิเคราะห์พอลิเมอร์ที่เตรียมจากปฏิกิริยาแบบลูกโซ่

- พอลิเมอร์ที่เตรียมจากปฏิกิริยาควบแน่น

การวิเคราะห์ทางเคมีของหมู่ฟังก์ชันที่ปลายสายโซ่โมเลกุล เช่น หมู่คาร์บอกซิลในพอลิเอสเทอร์ และพอลิเอไมด์ สามารถวิเคราะห์ โดยไทเทรตกับเบสโดยใช้แอลกอฮอล์หรือฟีนอลเป็นตัวทำละลาย ขณะที่หมู่อะมิโนในพอลิเอไมด์ วิเคราะห์ได้โดยการไทเทรตกับกรด ส่วนหมู่ไฮดรอกซิลวิเคราะห์โดยการไทเทรตหรือเทคนิค Infrared spectroscopy วิธีทางเคมีเหล่านี้มีขีดจำกัดอยู่ที่ความสามารถในการละลายของพอลิเมอร์ในตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรต

- พอลิเมอร์ที่เตรียมจากปฏิกิริยาแบบลูกโซ่

การวิเคราะห์พอลิเมอร์ประเภทนี้ มีหลากหลายเทคนิคขึ้นกับกลไกในการเกิดพอลิเมอร์ ตัวริเริ่มปฏิกิริยา และลักษณะที่ปลายของโมเลกุลพอลิเมอร์ เช่น วิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชันหรืออะตอมซึ่งเป็นส่วนของตัวริเริ่มที่ติดอยู่ที่ปลายโมเลกุลของพอลิเมอร์ สำหรับหมู่ปลายสายโซ่ที่ไม่อิ่มตัว ซึ่งเกิดขึ้นจากการย้ายโซ่ในพอลิเอทิลีนที่เป็นเส้นตรงและพอลิ-ไอโซพรีนส์ สามารถวิเคราะห์ได้โดยเทคนิค Infrared spectroscopy

4.2 การวิเคราะห์สมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative Property Measurement)

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติคอลลิเกทีฟและความเข้มข้นของสารละลายพอลิเมอร์ที่เจือจางสามารถ นำมาวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ได้ สมบัติคอลลิเกทีฟ ได้แก่ การลดลงของความดันไอ (vapor-pressure lowering) การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (boiling-point elevation) การลดต่ำลงของจุดเยือกแข็ง (freezing-point depression) และ ความดันออสโมติก (osmotic pressure) สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

$$\lim_{c \rightarrow 0} \frac{\Delta T_b}{c} = \frac{RT^2}{\rho \Delta H_v} \frac{1}{M_n}$$

$$\lim_{c \rightarrow 0} \frac{\Delta T_f}{c} = \frac{RT^2}{\rho \Delta H_f} \frac{1}{M_n}$$

$$\lim_{c \rightarrow 0} \frac{\pi}{c} = \frac{RT}{M_n}$$

เมื่อ T_b T_f และ π คือจุดเดือดที่เพิ่มขึ้น จุดเยือกแข็งที่ลดลง และความดันออสโมติก ตาม ลำดับส่วน r คือความหนาแน่นของตัวทำละลาย H_v และ H_f คือเอนทัลปีของการกลายเป็นไอ (vaporization) และของการหลอมเหลว (fusion) ของตัวทำละลายต่อกรัม c คือความเข้มข้นของตัวถูกละลายในหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ n คือน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามจำนวน (number-average molecular weight) ตัวอย่างสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายพอลิเมอร์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายพอลิสไตรีน ($M = 20,000$)

ความเข้มข้น 0.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรในตัวทำละลายเบนซีน

สมบัติคอลลิเกทีฟ	ค่า
ความดันไอต่ำลง	4×10^{-3} mmHg
จุดเดือดสูงขึ้น	1.3×10^{-3} °C
จุดเยือกแข็งลดลง	2.5×10^{-3} °C
ความดันออสโมติก	15 cm solvent

4.3 ความหนืดและขนาดโมเลกุลของพอลิเมอร์ (Solution Viscosity and Molecular Size)

ความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์มีความสัมพันธ์กับขนาดโมเลกุล และสามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลได้

วิธีการทดลอง

การวัดความหนืดทำได้โดยการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาในการไหลผ่านหลอดแคปิลลารีของสารละลาย (efflux time; t) และของตัวทำละลาย (t_0) จากค่า t t_0 และความเข้มข้นของสารละลายสามารถคำนวณหาความหนืดได้โดยใช้สมการในตารางที่ 5.3 เมื่อ c เป็นความเข้มข้นในหน่วย g/dL หรือ g/100 mL

ตารางที่ 5.3 การคำนวณหาความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์ (K' และ a เป็นค่าคงที่)

ความหนืด	ชื่อเรียกอื่น	สัญลักษณ์ และ สมการ
Relative viscosity	Viscosity ratio	$\eta_r = \eta / \eta_0 \approx t / t_0$
Specific viscosity	-	$\eta_{sp} = \eta_r - 1 = (\eta - \eta_0) / \eta_0 \approx (t - t_0) / t_0$
Reduced viscosity	Viscosity number	$\eta_{red} = \eta_{sp} / c$
Inherent viscosity	Logarithmic viscosity number	$\eta_{inh} = (\ln \eta_r) / c$
Intrinsic viscosity	Limiting viscosity number	$[\eta] = (\eta_{sp} / c)_{c=0} = [(\ln \eta_r) / c]_{c=0}$ $[\eta] = K' \overline{M}_v^a$ (Mark-Houwink Equation)

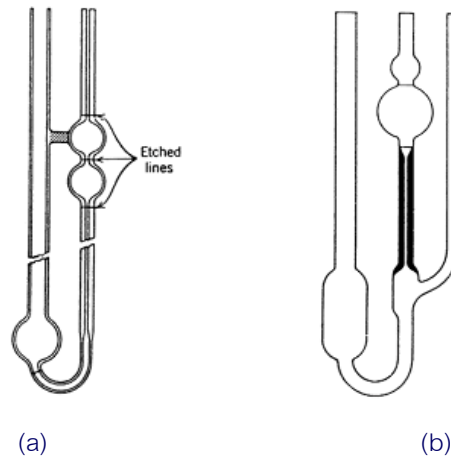
ค่า $[\eta]$ ได้จากการลากเส้นกราฟไปที่ $c = 0$ ตามความชันพจน์ในสมการ เมื่อ k' และ k'' เป็นค่าคงที่

$$(\eta_{sp}/c) = [\eta] + k'[\eta]^2c$$

$$(\ln \eta_{red}/c) = [\eta] + k''[\eta]^2c$$

ค่า Intrinsic viscosity $[\eta]$ ไม่แปรผันตามความเข้มข้น เนื่องจากเป็นค่าที่ได้จากการลากเส้นกราฟไปตัดที่แกนความเข้มข้นเป็นศูนย์ ($c = 0$) แต่จะขึ้นกับตัวทำละลายที่ใช้ อาจใช้ Inherent viscosity ที่ความเข้มข้น 0.5 g/dl แทนค่า $[\eta]$ โดยประมาณได้

การวัดความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์เจือจางที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ทำโดยใช้อุปกรณ์วัดความหนืดที่มีลักษณะเป็นแคปิลลารี (capillary viscometer) ชนิด Ostwald-Fenske หรือ Ubbelohde (รูปที่ 12) เพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงควรคำนึงถึงข้อควรระวังต่อไปนี้ ระหว่างการวิเคราะห์ควรควบคุมอุณหภูมิให้คงที่อย่างน้อย 0.02 °C ค่า effux time ไม่ควรต่ำจนเกินไป (โดยทั่วไปมักควบคุมให้สูงกว่า 100 วินาที) และควรควบคุมความเข้มข้นของสารละลายให้มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 1.1 และ 1.5 เพื่อความถูกต้องในการหาความหนืดโดยการลากเส้นกราฟไปตัดแกนความเข้มข้น $c = 0$



รูปที่ 12 อุปกรณ์วัดความหนืด (viscometer)

(a) Ostwald-Fenske และ (b) Ubbelohde

4.4 เจลเพอร์มีเอชันโครมาโตกราฟี (Gel Permeation Chromatography)

เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างกว้างขวางเพื่อศึกษาการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า size exclusion chromatography เป็นวิธีการแยกโดยอาศัยขนาดโมเลกุลของ พอลิเมอร์ การแยกเกิดขึ้นในคอลัมน์โครมาโตกราฟีที่บรรจุเม็ด (bead) ของแข็งที่มีรูพรุนหรือเจล (gel) โดยทั่วไปมักใช้เม็ดพอลิสไตรีน ที่ผ่านการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล และมีรูพรุน หรือแก้วที่เป็นรูพรุน

ตัวอย่างของสารละลายพอลิเมอร์เจือจางจะถูกใส่ลงไปในคอลัมน์ และชะด้วยกระแสของตัวทำละลาย โมเลกุลพอลิเมอร์จะผ่านเม็ดรูพรุนและสามารถแพร่เข้าไปในรู ซึ่งลักษณะการแพร่ขึ้นกับขนาดโมเลกุลของพอลิเมอร์และขนาดของรูพรุน โมเลกุลขนาดต่าง ๆ จะถูกชะออกมาจากคอลัมน์ตามลำดับขนาด โมเลกุลขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถแพร่เข้าไปในรูพรุนได้จะผ่านคอลัมน์ออกมาก่อนเป็นอันดับแรก ส่วนโมเลกุลขนาดเล็กจะติดอยู่ในรูพรุนของเจลและใช้เวลาอยู่ในคอลัมน์นานกว่าและถูกชะออกมาภายหลัง



PTT Polymer Marketing Co., Ltd.
A company of PTT group
Energy Complex Building A, 9th Floor
555 Vibhavadi Rangsit Rd. Chatuchak Bangkok 10900
Tel. +66 (0) 2140 4487 Fax.+66 (0) 2140 4335
www.pttpm.com
