

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. ๒๕๔๒

วศ
กม
อว 25

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

เรื่องที่ 2

การศึกษาหาค่าประกอบของกาวหยอดลูกขนไก่

ผู้ดำเนินการ

น.ส. ยุพา รุ่งเวชวุฒิวินิต

กลุ่มงานเคมีประยุกต์

กองเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

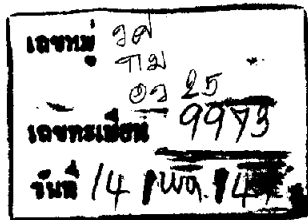
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

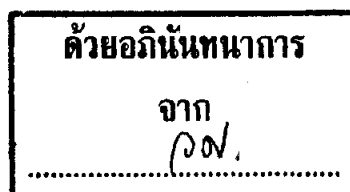
เรื่องที่ 2

การศึกษาหาค่าประกอบของกาวยอดดลูกขนไก่



ผู้ดำเนินการ

น.ส. ยุพา รุ่งเวชวุฒิวินัย



กลุ่มงานเคมีประยุกต์

กองเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกาว สามารถทำได้โดยการกลั่นแยกตัวทำละลายออกจากส่วนที่ไม่ระเหย และนำส่วนที่กลั่นได้ไปวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี ร่วมกับแก๊สโครมาโตกราฟี จากนั้นนำส่วนที่ไม่ระเหยมาสกัดด้วยตัวทำละลาย และวิเคราะห์หาโครงสร้างโดยใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างกาวมีส่วนประกอบดังนี้

1. Nitrocellulose	ประมาณร้อยละ	16
2. Dibutyl phthalate	ประมาณร้อยละ	5
3. sec - Amyl acetate	ประมาณร้อยละ	79

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	2
1.1 คำนำ	2
1.2 ปัญหาและที่มาของการวิเคราะห์	4
1.3 วัตถุประสงค์	4
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	4
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ	4
2. วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ	5
3. ผลการวิเคราะห์	18
4. วิจารณ์	20
5. สรุป	22
6. คำขอบคุณ	22
7. เอกสารอ้างอิง	23
8. ภาคผนวก	24
8.1 ตารางที่ 1 แสดงการเผาไหม้ของโพลีเมอร์	24
8.2 ตารางที่ 2 ข้อมูลอินฟราเรดของ Amyl acetate	25
8.3 ตารางที่ 3 ข้อมูลอินฟราเรดของ Nitrocellulose	25
8.4 ตารางที่ 2 ข้อมูลอินฟราเรดของ Dibutyl phthalate	26
8.5 รูปที่ 1 ผลการแยกด้วยวิธี TLC ของส่วนที่สกัดได้ด้วย PE	27
8.6 รูปที่ 2 IR spectrum ของ สารตั้งต้น	28
8.7 รูปที่ 3 IR spectrum ของ Amyl acetate	29
8.8 รูปที่ 4 IR spectrum ของ Standard amyl acetate	30
8.9 รูปที่ 5 IR spectrum ของ dibutyl phthalate	31
8.10 รูปที่ 6 IR spectrum ของ Standard dibutyl phthalate	32
8.11 รูปที่ 7 IR spectrum ของ Nitrocellulose	33
8.12 รูปที่ 8 IR spectrum ของ standard nitrocellulose	34

1. บทนำ

1.1 คำนำ

กาว (adhesive)

โดยทั่วไปกาวอาจหมายถึงสารที่ใช้ในการยึดวัสดุเข้าด้วยกันโดย surface action ซึ่งเมื่อเร็ว ๆ นี้ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีให้ก้าวหน้าไปไกลมากมีการค้นพบวิธีใหม่ ๆ ในการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและการนำไปใช้งานด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่โดยมีทั้งกาวที่แข็งตัวแล้วไม่ยืดหยุ่นและกาวที่สามารถยืดหยุ่นได้

มีการใช้กาวมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์มาแล้วเช่น ชาวโรมันสร้างเรือโดยใช้ไม้สน แล้วเอาน้ำมันดินกับไขผึ้งมาทาเรือ ในศตวรรษที่ 14 ในอิตาลี มีการตกแต่งเพดานอาคารสิ่งก่อสร้างอย่างปราณีตและสวยงามด้วยการเรียงโมเสก (mozaic) ยาคั่วซีเมนต์ในสงครามโลกครั้งที่ 1 มีการใช้กาว casein ในการยึดเครื่องร้อนที่ทำด้วยไม้

ปัจจุบันมีกาวหลายชนิด เช่น ureaformaldehyde ซึ่งใช้ทำกาวยึดกล่องกระดาษลูกฟูกและ กาว epoxy ซึ่งใช้ยึดสิ่งของต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

กาวอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ กาวทำจากสารอินทรีย์ และ กาวทำจากสารอนินทรีย์หรืออาจแบ่งออกเป็นกาวธรรมชาติและกาวสังเคราะห์

- ตัวอย่างกาวธรรมชาติได้แก่

กาวจากสัตว์ Albumen , Casein

กาวจากแมลง Beeswax, shellac

กาวจากพืช Starch, gum arabic,

กาวจากสารอินทรีย์ Parafin wax, amber,

กาวจากสารอนินทรีย์ Sodium silicate, magnesium oxychloride

- ตัวอย่างกาวสังเคราะห์

ตัวอย่างกาว ประเภท Thermoplastics Cellulose derivative, vinyl polymer

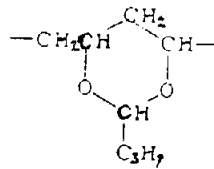
ตัวอย่างกาว ประเภท Thermosetting Urea and melamine,

formaldehyde, epoxy

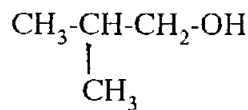
ในการทำกาวยาโปมักประกอบด้วย polymer ตัวทำละลาย และ plasticizer
 สูตรที่ใช้ทำกาวยาลูกชนไก่มี 2 ส่วนคือ

1. กาวยาลูกชนไก่ ใช้หาบริเวณเส้นใยที่ยึดชนไก่ให้แข็งแรงยึดติดกันแน่นโดยรอบหัวคอร์ค

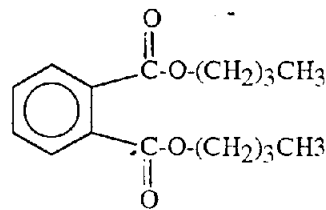
polymer ที่ใช้ได้แก่ polyvinyl butyral ซึ่งมีสูตรเป็น



ซึ่งเมื่อละลายในตัวทำละลายเช่น isobutanol ซึ่งมีสูตรเป็น



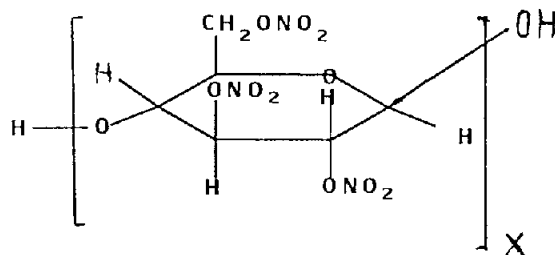
และมี dibutylphthalate เป็น plasticizer ซึ่งมีสูตรเป็น



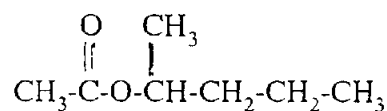
ทำให้กาวยาเมื่แห้งแล้วจะไม่กรอบแตกหักได้ง่าย

2. กาวยาหอยดลูกชนไก่ ใช้หอยดบริเวณกลางหัวคอร์คเพื่อใช้ยึดกันชนนกับหัวคอร์ค

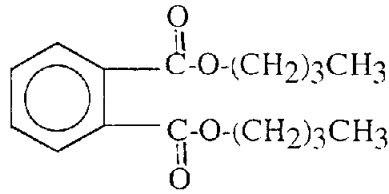
polymer ที่ใช้ได้แก่ nitrocellulose หรือ cellulose nitrate ซึ่งมีสูตรเป็น



ตัวทำละลายที่ใช้เป็น sec - amylacetate ซึ่งมีสูตรเป็น



ตัว plasticizer ใต้แก่ dibutyl phthalate มีสูตรเป็น



1.2 ปัญหาและที่มาของการวิเคราะห์

เนื่องจากคุณ วิสิทธิ์ มาลากนก ผู้จัดการบริษัทเครื่องกีฬา ทรานกแก้ว ซึ่งเป็นผู้จำหน่ายเครื่องกีฬาทุกประเภท ได้นำกาวที่เคยซื้อจากต่างประเทศที่ละมาก ๆ และมีราคาแพง จึงคิดจะทำเอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาและหาวิธีทดลองวิเคราะห์เพื่อที่จะสามารถสรุปและยืนยันผลการวิเคราะห์ได้ถูกต้อง

1.3 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาหาชนิดและองค์ประกอบของตัวอย่างกาวหอยอดลูกขนไก่
- เพื่อศึกษาพัฒนาหาวิธีและแนวทางในการวิเคราะห์ทดสอบ
- เพื่อช่วยลดการนำเข้ากาว และเพิ่มอุตสาหกรรมรายย่อย

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- ได้วิธีการวิเคราะห์ทดสอบหาชนิดขององค์ประกอบที่ใช้เป็นกาว
- ได้แนวทางที่จะวิเคราะห์สารอื่น ๆ ด้วย
- ลดการเสียดุลทางการค้ากับต่างประเทศ

1.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

มี.ย. 39 - ธ.ค. 39 รวม 7 เดือน

2.วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องฟูเรียรทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ (FT-IR) รุ่น IFS 80 ยี่ห้อ Bruker จากประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และรุ่น 1720 ยี่ห้อ Perkin Elmer จากประเทศอังกฤษ
- เครื่องอ่างไอน้ำ (Water bath)
- ตู้อบ (Oven)
- เครื่องชั่ง (Balance)
- แท่นให้ความร้อน (Hot plate)
- เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- ฟอรัลดีไฮด์ (formaldehyde) ชนิด reagent grade
- กรดกำมะถัน (sulfuric acid) เข้มข้น ชนิด reagent grade
- 1,2 โพรเพนไดออล (1,2 - propanediol) ชนิด reagent grade
- กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) เข้มข้น ชนิด reagent grade
- ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (isopropylalcohol) ชนิด reagent grade
- โซเดียมไนโตรพัสไซด์ (sodium nitropusside)
- ไดเอทานอลเอมีน (diethanolamine) ชนิด reagent grade
- ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) ชนิด **purified commercial grade**
- ไอโอดีน (iodine sublime) ชนิด reagent grade
- อะซีโตน (acetone) ชนิด **purified commercial grade**

2.3 รายละเอียดตัวอย่าง

หมายเลขปฏิบัติการ	ชื่อตัวอย่าง	ลักษณะตัวอย่าง
SU14	กาว	ของเหลวใสหนืด ไม่มีสี มีกลิ่นน้ำมันแมว

2.4 วิธีการ

2.4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์

2.4.1.1 ตรวจสอบเบื้องต้น ดูการละลาย, การเผาไหม้, การกลั่น ส่วนที่ไม่ระเหย (non - volatile matter) และส่วนที่ระเหยได้ (volatile matter)

2.4.1.2 วิเคราะห์โดยเครื่อง FT - IR Spectrometer

2.4.1.3 ตัวอย่างนำมากลั่นเพื่อหาปริมาณส่วนที่ระเหยได้

2.4.1.4 ส่วนที่ระเหยได้นำมาวิเคราะห์โดย

- วิเคราะห์คุณสมบัติการเผาไหม้
- วิเคราะห์ด้วยเครื่อง FT - IR Spectrometer

2.4.1.5 นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาสารที่ไม่ระเหย

2.4.1.6 ส่วนที่ไม่ระเหยสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์โดยวิธี Soxhlet extraction

2.4.1.7 ของเหลวส่วนที่สกัดได้ในปิโตรเลียมอีเทอร์ นำมาวิเคราะห์โดย

- วิเคราะห์คุณสมบัติการละลาย , การเผาไหม้
- วิเคราะห์ทางเคมีคุณภาพ เพื่อหาธาตุต่าง ๆ
- วิเคราะห์โดยทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี เพื่อหาความบริสุทธิ์ของสาร
- วิเคราะห์โดย FT - IR เพื่อยืนยันสูตรโครงสร้าง

2.4.1.8 ส่วนที่ไม่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์ นำมาวิเคราะห์โดย

- วิเคราะห์คุณสมบัติการละลาย , การเผาไหม้
- วิเคราะห์ทางเคมีคุณภาพโดยหาธาตุต่าง ๆ
- วิเคราะห์โดยเครื่อง FT - IR Spectrometer เพื่อพิสูจน์โครงสร้าง
- ทดสอบปฏิกิริยาเคมี เพื่อตรวจสอบยืนยันโดยวิธี anilinium acetate

2.4.2 วิธีวิเคราะห์

การตรวจพินิจเบื้องต้น

- สังเกตดูว่าสารเป็นของเหลว ซึ่งเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ขุ่นคล้ายน้ำมัน (Emulsion) หรือ โปร่งใส เขย่าแล้วเกิดฟองหรือไม่ สังเกตดูว่าสารตัวอย่างที่ได้รับมีสีหรือไม่ ทำให้รู้ว่าสารที่ได้บริสุทธิ์หรือไม่
- กลิ่นคมกลิ่น โดยการนำตัวอย่าง มาดมห่างจากจมูก แล้วใช้มือโบกให้สารระเหยผ่านจมูก จากกลิ่นที่เราดมอาจทำให้บอกได้ว่าเป็นสารชนิดใด เช่น กลิ่นหอมของเอสเทอร์ กลิ่นตัวทำละลายอินทรีย์ กลิ่นกรด กลิ่นแอมโมเนีย กลิ่นฟีนอล กลิ่นเอมีน เป็นต้น
- การเผาไหม้
 - นำตัวอย่างประมาณ 0.1 กรัม ใส่ลงในฝา crucible นำไปใกล้เปลวไฟดูว่าติดไฟได้หรือไม่ ถ้าติดไฟ เปลวสีอะไร สังเกตดูเขม่าลักษณะเป็นอย่างไร เขม่าอาจมีได้หลายลักษณะ เช่น ดำเล็กน้อยหรือเป็นสายๆ
 - เมื่อนำ ฝา crucible ออกห่างจากเปลวไฟ ถ้ายังคงติดไฟอีก แสดงว่าติดไฟได้เอง
 - ขณะติดไฟเกิดปะทุหรือไม่ หรือไม่ติดไฟ จนกระทั่งเกิดสลายตัว จึงติดไฟ
 - เมื่อไฟดับเหลือเถ้าหรือไม่
 - ลองหยดน้ำกลั่นลงบนเถ้า เพื่อทดสอบการละลายน้ำ ทดสอบความเป็นกรด-ด่าง ด้วย กระดาษ pH

- การทดสอบการละลาย (Solubility)

- การทดสอบการละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ใช้สารประมาณ 20 มิลลิกรัม
เลือกละลายกับตัวทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ ปีโตรเลียมอีเทอร์ ไคลอโรฟอร์ม
อะเซโตน เอทิลอัลกอฮอล์

2.4.3 การวิเคราะห์หาส่วนที่ไม่ระเหย

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างใน Porcelain basin หรือ Aluminium foil basin ประมาณ 2-3 กรัม
2. ระเหยบนเครื่องอังไอน้ำ จนแห้ง
3. อบในตู้อบที่อุณหภูมิ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ จนน้ำหนักคงที่
4. ใส่ในเคซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก
5. คำนวณจากสูตร

ปริมาณสารที่ไม่ระเหยร้อยละ = $(A - B / W) \times 100$

A = น้ำหนักตัวอย่าง + น้ำหนัก Basin หลังอบ

B = น้ำหนัก Basin

W = น้ำหนัก ตัวอย่าง

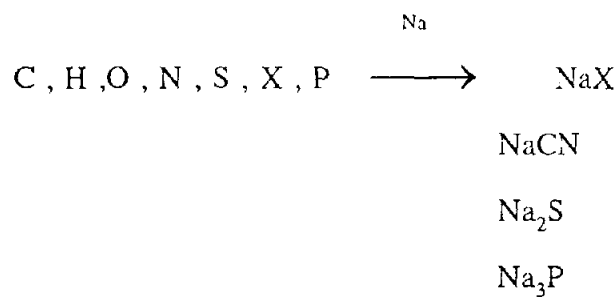
2.4.4 การวิเคราะห์หาธาตุ (Elemental Analysis)

- Lassaigne Sodium Decomposition test

ในการหาโครงสร้างสารอินทรีย์ จำเป็นต้องทราบธาตุที่เป็นองค์ประกอบนอกเหนือจากธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน ธาตุเหล่านี้ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน

หลักการ

ธาตุต่างๆในสารอินทรีย์จับตัวกันด้วย covalent bond จำเป็นต้องเปลี่ยนธาตุให้อยู่ในรูปของ ions ทำได้โดยการหลอมสารอินทรีย์เข้ากับโลหะโซเดียม ธาตุเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนเป็นเกลือของโซเดียม เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็น ions ที่ตรวจสอบได้ง่าย



X = halogen (F, Cl, Br, I)

วิธีเตรียม Stock solution

1. ใส่โลหะโซเดียมที่แห้งและขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว ลงในหลอดทดลองขนาด 50 x 8 มิลลิเมตร
2. ให้ความร้อนที่ก้นหลอดทดลอง จนโซเดียมเป็นไอสูงขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร
3. ใส่ตัวอย่างลงไปประมาณ 0.1 กรัม
4. ให้ความร้อนต่อไปจนก้นหลอดร้อนเป็นสีแดงเข้ม ใช้เวลาประมาณ 1 นาที
5. ปล่อยให้เย็น เติม 1 มิลลิลิตร เอทานอล เพื่อทำลายโซเดียมที่เหลืออยู่
6. ให้ความร้อนโดยใช้ไฟอ่อน ประมาณ 1 นาที

7. หย่อนหลอดทดลองลงในบีกเกอร์บรรจุน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร
กระแทกหลอดให้แตก
8. ต้มสารละลายใช้ไฟอ่อน ค่อยไปอีกประมาณ 10 นาที
9. กรองสารละลายขณะร้อน เก็บ filtrate ซึ่งจะเรียกว่า stock solution
ใช้ทดสอบหา ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน ฮาโลเจน และฟอสฟอรัสต่อไป

รีเอเจนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. สารละลาย 2 % โซเดียมไนโตรพลัสไซด์
ละลาย โซเดียมไนโตรพลัสไซด์ 2 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร
2. สารละลาย 1 % เบนซิดีนีเยมอะซิเตต
เติม เบนซิดีนีเยม 1 กรัม ลงในกรดอะซิติก 10 มิลลิลิตร นำไป
ต้มบนเครื่องอังไอน้ำ จนละลายหมด เติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร
3. สารละลาย 0.1 % คอปเปอร์คลอไรด์ (CuCl) ในกรดอะซิติก
เติม คอปเปอร์คลอไรด์ (CuCl) 0.1 กรัม ลงในกรดอะซิติก 5
มิลลิลิตร นำไปต้มบนเครื่องอังไอน้ำ จนละลายหมด เติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร
4. สารละลายกรดไนตริก 2 N
เติมกรดไนตริกเข้มข้น (69 % HNO₃) 13 มิลลิลิตร ลงในน้ำ
กลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร
5. สารละลาย 5 % ซิลเวอร์ไนเตรต
ละลายซิลเวอร์ไนเตรต 5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
6. สารละลาย 10 % แอมโมเนียไฮดรอกไซด์
เติม แอมโมเนียไฮดรอกไซด์เข้มข้น (28 % NH₃) 30 มิลลิลิตร
ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร
7. สารละลายกรดซัลฟูริกเจือจาง 1 N
ค่อยๆเติมซัลฟูริกเข้มข้น (95 % H₂SO₄) 27 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น
500 มิลลิลิตร หนึ่งให้เย็น และเติมน้ำกลั่นจนครบ 1000 มิลลิลิตร

8. สารละลายซัลเฟตโครมิก

เตรียมสารละลายสารละลายซัลเฟตโครมิกโดยชั่งโมลิบดีนัมไตรออกไซด์ (Molybdenumtrioxide, MoO₃) 54 กรัมและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 12 กรัม เติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร คนให้ละลายบนแท่นให้ความร้อนปล่อยให้เย็น ละลายกรดซัลเฟต 60 กรัม ในสารละลายไฮโดรคลอริกที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (36% HCl) 140 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติมสารละลายกรดโมลิบดีนัมลงในสารละลายกรดซัลเฟตจนให้เข้ากันและกรองลงในขวดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา

9. สารละลายควิโนลิเนียมคลอไรด์

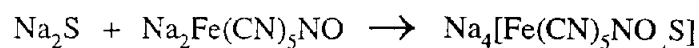
เติมควิโนลิน 50 มิลลิลิตร ลงในสารละลายของ กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 60 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร กวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน และเติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดสีชา

10. สารละลายอะนิลิเนียมอะซิเตต

ละลายอะนิลีน 10 มิลลิลิตรในกรดอะซิติกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร

2.4.4.1 การวิเคราะห์หาซัลเฟอร์

1. นำ stock solution 1 มิลลิลิตรใส่หลอดทดสอบ ขนาด 10 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นโซเดียมไนโตรพัสไซด์ 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน ถ้าเกิดสารละลายสีม่วงแกมน้ำเงิน แสดงว่ามี ซัลเฟอร์



blue violet complex

2.4.4.2 การวิเคราะห์หาไนโตรเจน

1. นำ stock solution 1 มิลลิลิตรใส่ หลอดทดสอบ ขนาด 10 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นของสารละลาย 1 % เบนซิลีนีเนียมอะซิเตต และสารละลาย 0.1 % คอปเปอร์คลอไรด์ในกรดอะซิติก ในอัตราส่วน 1: 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ถ้าเกิดสารละลายสีม่วงแกมน้ำเงิน แสดงว่ามี ไนโตรเจน



2.4.4.3 การวิเคราะห์หาฮาโลเจน

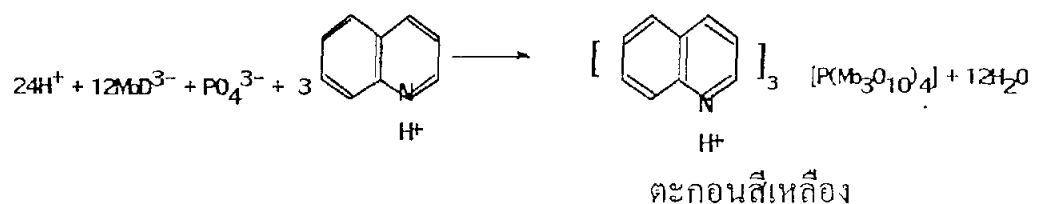
1. นำ stock solution 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดสอบ ขนาด 10 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดไนตริก 2 N ทีละหยด จนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด
3. เติมสารละลาย 5 % ซิลเวอร์ไนเตรต 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
ถ้าได้ตะกอนสีขาวหรือสีเหลือง แสดงว่ามีฮาโลเจน



4. เติมสารละลาย 10 % แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1 มิลลิลิตร สังเกตดูการละลาย ถ้าเป็นตะกอนสีขาว และละลายได้อย่างรวดเร็ว แสดงว่าเป็นคลอไรด์ไอออน ถ้าเป็นตะกอนสีเหลืองอ่อนและละลายได้เล็กน้อย แสดงว่าเป็นโบรมाइด์ไอออน ถ้าเป็นตะกอนสีเหลือง และไม่ละลาย แสดงว่าเป็นไอโอดाइด์ไอออน

2.4.4.4 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส

1. นำ stock solution 3 ลบชม. ใส่ หลอดทดสอบ ขนาด 20 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดไนตริก จนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด
3. นำไปต้มในน้ำเดือด 2 นาที
4. เติมสารละลายซดิกโมลิบดิก 1 มิลลิลิตร
5. ต้มในน้ำเดือดอีก 1 นาที
6. เติมสารละลายควิโนลิเนียมคลอไรด์ 1 มิลลิลิตร
ถ้าเกิดตะกอนเหลือง หรือสารละลายสีเหลือง แสดงว่ามี ฟอสฟอรัส
ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



2.4.5 การกลั่น (Distillation)

-ใช้ตัวอย่างประมาณ 30 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร
ใส่ใน heating mantle ต่อเข้ากับ เครื่องควบคุมแรงดัน อ่านจุดเดือดที่ออกมา
หยดแรกจนกระทั่งหยดสุดท้ายเก็บ distillate ทั้งหมดนำไปวิเคราะห์ต่อด้วย
เครื่อง Infrared Spectrometer

2.4.6 การแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟี Chromatography

หลักการ

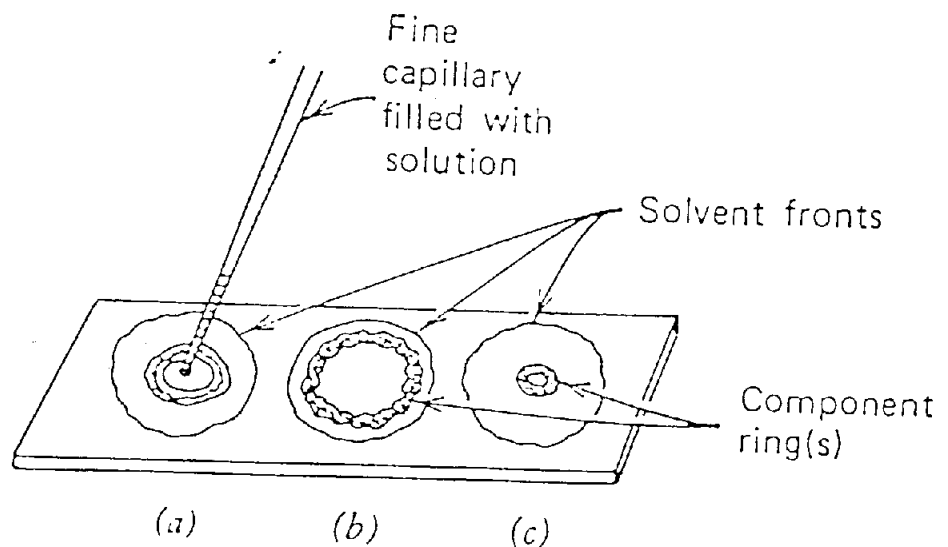
โครมาโตกราฟี คือ ขบวนการที่สารผสม หลายตัวถูกแยกออกจากกันโดย
การเคลื่อน ที่อย่างต่อเนื่องแบบ dynamic differential ไปในทิศทางใดทิศทาง
หนึ่งของ ระบบซึ่งใช้ mobile phase เป็นตัวพาไปบน stationary phase สาร
แต่ละตัวจะ แสดงการเคลื่อนที่ต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของคุณสมบัติ
ของสาร เช่น adsorption , partition , solubility , vapour pressure ,
molecular size และ ionic charge density เป็นต้น

การวิเคราะห์โดยวิธี ทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี (TLC)

เป็นเทคนิคหนึ่งซึ่งทำได้ง่ายและรวดเร็วโดยใช้ Adsorbant หรือ stationary phase ซึ่งเป็นชั้นบางๆของ powder เช่น silica gel หรือ alumina หรือ kieselguhr เป็นต้น powder มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.08 มิลลิเมตร coat บน plate ซึ่งทำด้วย plastic sheet หรือ alumina sheet การแยกจะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของสารได้แก่ adsorption หรือ partition หรือทั้งสองอย่าง ส่วน mobile phase ได้แก่ ตัวทำละลายอินทรีย์ ต่างๆ

- วิธีการเลือก solvent

ทดลองโดยใช้ตัวอย่าง ประมาณ 1-10 % ในตัวทำละลาย ที่มี polarity ต่างๆกัน spot ด้วยหลอด capillary บน TLC plate ถ้าตัวทำละลายใดทำให้เกิดการ เคลื่อนที่เป็นวงชั้นๆออกไปตัวทำละลาย นั้นจะดีที่สุด ดังรูป

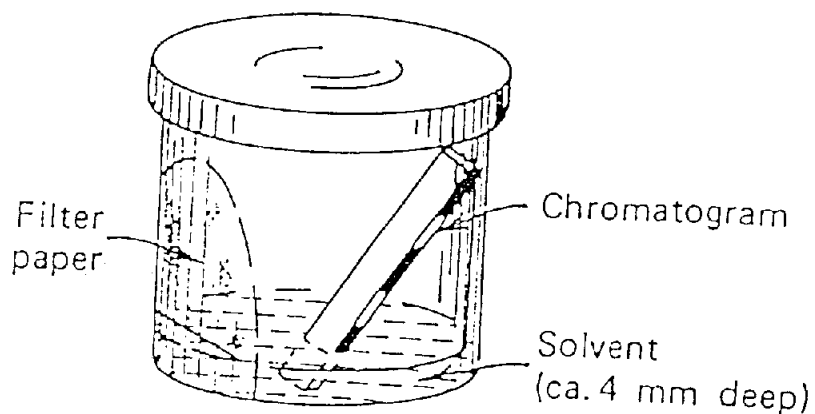


(a) ใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม

(b) และ (c) ใช้ตัวทำละลายที่ไม่เหมาะสม

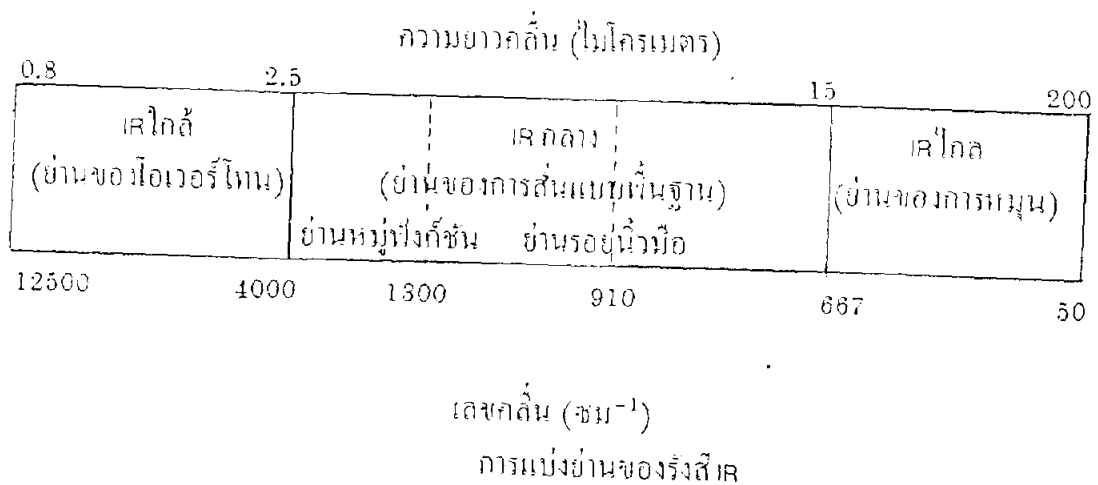
วิธีทำ

เมื่อเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมได้แล้วนำมาทดสอบต่อดังนี้
spot ตัวอย่าง บน silica gel plastic sheet เหนือปลายข้างหนึ่งของ plate ประมาณ
0.5 เซนติเมตร นำไปใส่ใน development chamber ดังรูป ใส่กระดาษกรอง ไว้ข้าง
ผนังของ chamber เพื่อช่วยใหเกิดการอิมตัวของตัวทำละลาย ในบรรยากาศ spot
จะต้องอยู่เหนือตัวทำละลาย ปล่อยให้ ตัวทำละลาย ขึ้นไปตาม plate จน ขอบบน
ตัวทำละลาย อยู่ต่ำกว่าปลายอีกด้านหนึ่งประมาณ 1 เซนติเมตร โดยทำเครื่องหมาย
ไว้ที่จุดเริ่มต้นและ เมื่อถึงเส้นกำหนด เอาออกมาปล่อยให้แห้งหรือเป่าด้วยลมร้อน
แห้งแล้ว visualize โดยการดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต หรือ ใส่ใน chamber ที่มี
iodine sublime



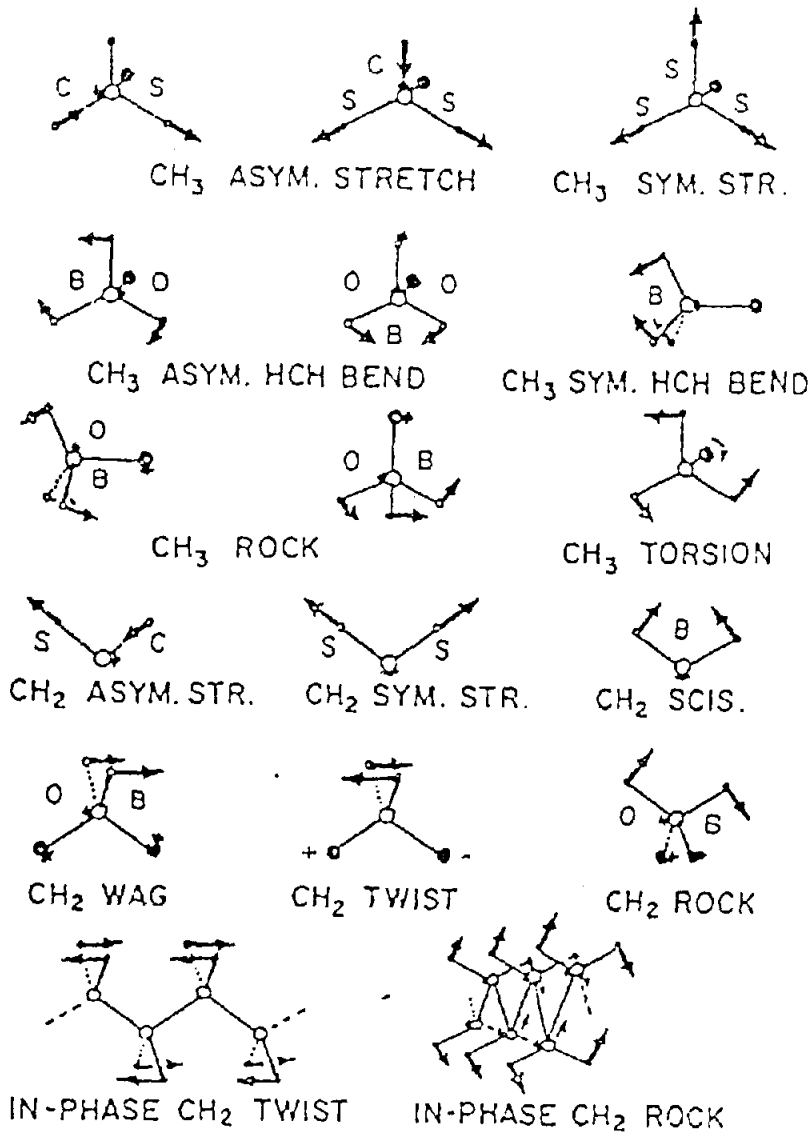
2.4.7 การวิเคราะห์โครงสร้างโดย Fourier Transform Infrared spectroscopy (FT-IR)

เป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาทางธรรมชาติทางเคมีของสาร โดยอาศัยรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น 0.8 - 200 μm หรือรังสีที่มีเลขคลื่น 12500 - 50 cm^{-1} แต่ที่ใช้ศึกษาตัวอย่างใช้ mid IR ซึ่งมีเลขคลื่นในช่วง 4000 - 400 cm^{-1}



หลักการ

โมเลกุลของสารใดๆประกอบด้วยอะตอมมายึดเกาะจับกันเข้าด้วยสิ่งที่เรียกว่า พันธะเคมี อะตอมเหล่านี้มีได้ยู่หนึ่งแต่จะมีการเคลื่อนไหว หรือสั่นตลอดเวลา การสั่นแบบยืดและงอของแต่ละพันธะนี้ จะมีค่าความถี่โดยเฉพาะ เมื่อโมเลกุลได้รับรังสี IR ที่มีความถี่ตรงกับการสั่นของพันธะใด ก็จะดูดกลืนรังสีที่มีความถี่นั้น การสั่นมีหลายแบบดังนี้



วิธีวิเคราะห์

สารตัวอย่างที่เป็นของเหลวที่กลั่นได้จะระเหยได้เร็ว จะใช้ windows ที่ทำด้วย โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นแผ่นกลมๆ มาประกบกัน 2 ชั้นให้ของเหลวอยู่ตรงกลาง เกิดเป็น liquid film บางๆ ระวังมิให้มีฟองอากาศเหลืออยู่ นำไป run IR ได้ทันที และ residue ที่เหลือจากการระเหย นำมาทาบนชิ้น NaCl แล้วจึงนำไป run IR

3. ผลการวิเคราะห์

3.1 ผลการตรวจสอบเบื้องต้น ตัวอย่างละลายได้เล็กน้อยในปิโตรเลียมอีเทอร์ ละลาย
ได้ดีในอะซีโตน ไคคลอโรมีเทน แอลกอฮอล์ ไม่ละลายในน้ำ

3.2 IR spectrum (รูปที่ 2) ของสารตั้งต้น ยังไม่ทราบว่าเป็นสารใด

3.3 ตัวอย่างส่วนที่ระเหยได้โดยการกลั่น ตัวอย่างกลั่นที่ 123° ซ ตลอดการทดลองได้
ปริมาณร้อยละ 79 ส่วนนี้นำมาทดสอบได้ผลดังนี้

3.3.1 ทดสอบกลิ่น มีกลิ่นของน้ำมันแมว

3.3.2 ทดสอบการเผาไหม้ ตัวอย่างถูกติดไฟได้เปลวสีเหลือง มีเขม่าเล็กน้อย
เมื่อนำออกจากเปลวไฟยังคงติดไฟอยู่ และลูกไหม้จนหมดไม่เหลือเถ้า

3.3.3 ทดสอบการละลาย ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ ละลายในน้ำได้
น้อยมาก

3.3.4 ผลการวิเคราะห์ด้วย FT - IR Spectrometer ได้ IR spectrum
(รูปที่ 3) sec - amyl acetate ซึ่งสอดคล้องกับ pattern ใน

The Aldrich Library of FT - IR Spectra, v. 1 NO. 602 B (รูปที่ 4)
ซึ่งได้แปลผล spectrum ในตารางที่ 2

3.4 ผลการวิเคราะห์ส่วนที่ไม่ระเหย ตัวอย่างมีสารที่ไม่ระเหยประมาณร้อยละ 21

3.5 ส่วนที่ไม่ระเหยนำมาสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 ส่วนที่สกัดได้ในปิโตรเลียมอีเทอร์ นำมาระเหยแห้งแล้วอบที่ $100 \pm 5^{\circ}$ ซ
มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดใส ไม่มีสีคิดเป็น ร้อยละ 5 (ของน้ำหนักตัวอย่าง)

3.5.2 ส่วนที่เหลือจากการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์มีลักษณะเป็นฟิล์มใส ไม่มีสี
ยึดหยุ่นได้ คิดเป็น ร้อยละ 16 (ของน้ำหนักตัวอย่าง)

3.6 ส่วนที่สกัดได้ในปิโตรเลียมอีเทอร์ นำมาวิเคราะห์ต่อได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

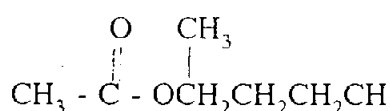
3.6.1 ตัวอย่างละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์ ไคคลอโรมีเทน อะซีโตน
แอลกอฮอล์ ไม่ละลายน้ำ

3.6.2 ตัวอย่างเมื่อนำมาเผาไหม้จะติดไฟลูกไหม้ มีเขม่ามาก เมื่อนำออกจาก
เปลวไฟยังคงติดไฟอยู่ และลูกไหม้จนหมดไม่เหลือเถ้า

- 3.6.3 ตัวอย่างนำมาวิเคราะห์คุณภาพเพื่อหาธาตุต่าง ๆ ปรากฏว่า "ไม่พบธาตุใด"
- 3.6.4 ผลการวิเคราะห์โดย เทคนิคทินเนลเลอร์โครมาโทกราฟี โดยใช้ โคลลอโรมีเทนเป็น mobile phase จะแยกได้ 1 จุด มีค่า Rf factor = 0.75 (รูปที่ 1)
- 3.6.5 ผลการวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ได้ IR spectrum (รูปที่ 5) เหมือน dibutylphthalate ตาม The Aldrich Library of FT - IR Spectra V.2 NO.307D (รูปที่ 6) มีย่านการดูดกลืนแสงตาม ตารางที่ 4
- สรุป พบ dibutylphthalate ประมาณ ร้อยละ 5
- 3.7 ส่วนที่เหลือจากการสกัดด้วยปีโตรเลียมอีเทอร์ นำมาวิเคราะห์ต่อได้ผลดังนี้
- 3.7.1 ตัวอย่างละลายได้ใน อะซีโตน
- 3.7.2 ตัวอย่างเมื่อนำมาเผาไหม้ จะลุกติดไฟได้ไอสีน้ำตาล มีกลิ่นแสบจมูก เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสที่เปียกน้ำ จะได้สีแดงแสดงว่าเป็นกรด ขณะเผาไหม้จะเกิดการปะทุ เมื่อนำออกจากเปลวไปจะยังติดไฟอยู่จนหมด "ไม่เหลือเถ้า" (ตารางที่ 1)
- 3.7.3 ตัวอย่างวิเคราะห์ทางเคมีคุณภาพ พบไนโตรเจน
- 3.7.4 ผลการวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ ได้ IR spectrum ตาม (รูปที่ 7) มีรูปร่างเหมือน nitrocellulose ตามหนังสือ Hummel : Infrared Analysis of Polymer , v.1 NO. 244 (รูปที่ 8) มีย่านการดูดกลืนแสงตามตารางที่ 3
- 3.7.5 ตรวจสอบยืนยันด้วยปฏิกิริยาเคมีกับ anilinium acetate พบว่าได้สีชมพู แสดงว่ามีโครงสร้างของสารประเภท cellulose
- สรุป พบ nitrocellulose ประมาณ ร้อยละ 16

4. วิจารณ์

4.1 จากการตรวจสอบเบื้องต้น พบว่าตัวอย่างละลายได้เล็กน้อยในปิโตรเลียมอีเทอร์ เมื่อนำไปกลั่นภายใต้บรรยากาศปกติตัวอย่างให้ distillate ที่อุณหภูมิ 123° ซ คงที่ตลอดการ ทดลอง คิดเป็นร้อยละ 79 แสดงว่า distillate ตัวอย่างที่กลั่นได้น่าจะเป็นสารเดี่ยว และจาก IR spectrum พบว่า distillate เป็น sec- amyl acetate มีสูตร

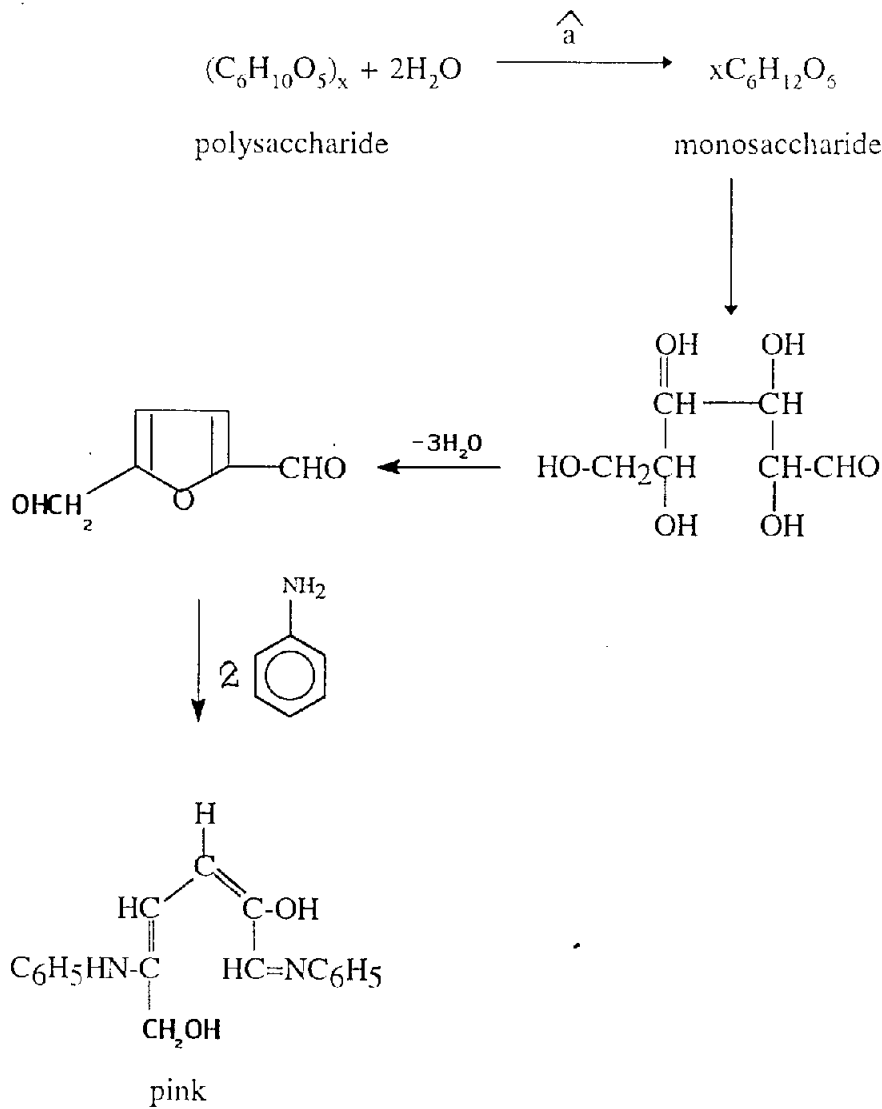


เมื่อนำ distillate มาทดสอบการเผาไหม้พบว่าติดไฟได้ดีไม่มีเขม่า และไม่พบเถ้า เหลืออยู่จากการเปรียบเทียบจุดเดือดใน เอกสารอ้างอิง 3 ยืนยันว่า distillate เป็น sec - amyl acetate ที่มีจุดเดือดที่ 123 - 125° ซ

4.2 เมื่อนำไประเหยบน Water bath ตัวอย่างให้ส่วนที่ไม่ระเหยคิดเป็นร้อยละ 21 ส่วนนี้ละลายได้บ้างในปิโตรเลียมอีเทอร์ ดังนั้นส่วนนี้จึงประกอบด้วยสาร 2 ประเภท คือส่วนที่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์ กับส่วนที่ไม่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์

4.3 วิเคราะห์หาส่วนที่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์โดยสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ได้ส่วนที่ละลายประมาณร้อยละ 5 มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดใส ไม่มีสี นำมาวิเคราะห์โดยทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี แยกได้ 1 จุด แสดงว่าส่วนนี้ประกอบด้วยสาร 1 ตัว เมื่อนำไปวิเคราะห์โดยเครื่อง FT - IR Spectrometer ผลจาก IR spectrum เป็น dibutylphthalate มีสูตร $\text{C}_8\text{H}_{14}(\text{COOC}_4\text{H}_9)_2$ การตรวจสอบยืนยันผลโดยการวิเคราะห์เคมีคุณภาพไม่พบธาตุอื่นใด ตัวอย่างละลายได้ในสารละลายอินทรีย์ ไม่ละลายน้ำ และเผาไหม้ได้สมบูรณ์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ dibutylphthalate ตามเอกสารอ้างอิง 3

4.4 วิเคราะห์ส่วนที่ไม่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีส่วนที่ไม่ละลายประมาณร้อยละ 16 มีลักษณะเป็นฟิล์มใส ไม่มีสี ยืดหยุ่นได้ ผลวิเคราะห์จาก IR spectrum เป็น nitrocellulose การตรวจสอบยืนยันผลโดยปฏิกิริยาเคมีกับ anilinium acetate ได้สีชมพู แสดงว่ามีโครงสร้างของสารประกอบเซลลูโลส ตามสมการ



สมการแสดงปฏิกิริยา anilinium acetate

นอกจากนี้การเผาไหม้ สามารถเผาไหม้หมดไม่เหลือเถ้าและขณะเผาไหม้เกิดไอกรดสีน้ำตาลและมีการประทุขึ้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของสารประเภทนี้ ตามตารางที่ 1

4.5 จากเอกสารอ้างอิง (Reference) องค์ประกอบของสารประเภท adhesive ซึ่งนำไปทำกาวทำลูกขนไก่ได้ จะมีการเติมสาร nitrocellulose เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวยึดติด ทำให้มีความเหนียวเกิดการยึดเหนี่ยวได้ สาร dibutylphthalate ทำหน้าที่เป็น plasticizer ทำให้ฟิล์มที่ได้อ่อนตัวไม่แข็งกรอบ และ sec- amyl acetate ใช้เป็นตัวทำละลาย nitrocellulose และ dibutyl phthalate ซึ่งละลายได้ดีทั้ง 2 ตัว ซึ่งเป็นการยืนยันผลการตรวจพบสารดังกล่าวได้อีกทางหนึ่ง

5. สรุป

5.1 ตัวอย่างประกอบด้วย nitrocellulose ประมาณร้อยละ 16
dibutyl phthalate ประมาณร้อยละ 5
sec - amyl acetate ประมาณร้อยละ 79

5.2 ได้สูตรทำกาบสำหรับหยอดลูกขนไก่

5.3 บริษัทเครื่องกีฬาตรานกแก้วได้ผลิตขึ้นใช้เองทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ
ซึ่งใช้ได้ผลดีมาจนถึงปัจจุบัน

6. คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการกองเคมี คุณส่องแสง เลี้ยวชวลิต ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ

7. เอกสารอ้างอิง

1. Delmonte,J.,**The Technology of Adhesives.**,New York: Hafner Publishing Company,Inc.,1965, P229-256
2. Hummel,D.O.,**Infrared Analysis of Polymers, Resins and Additives An Atlas.**, 1st ed.,Vol 1,part 2, New York: Wiley, 1969, No.244
3. IrvingSax,N.,Lewis,R.J.,**Hawley's Condensed Chemical Dictionary**, New York: Van Nortrand Reinhold,1987.
4. Krause,A.,Lange,A., **Introduction to the Chemical Analysis of Plastics**, London: Iliffe Books Ltd.,1969,P8.
5. Pouchert,C.J.,**The Aldrich Library of FT-IR spectra.**,1st ed. Vol 1, Milwauker Wisconsin : Aldrich Chemical co.,Inc.,1985,P 307D
6. Shriner,R.L, **The systematic identification of organic compounds.** 6 th ed., New York: witley,1980

TABLE 1.1 BEHAVIOUR OF PLASTICS ON COMBUSTION (CONT.)

Behaviour of test material		Type of plastic	Observations			
Inflammability	Changes		Reaction of vapour	Appearance of flame	Smell of vapour	Miscellaneous
Burns in flame, continues on removal, easily ignited (cont.)	Melts and forms drops which continue burning	<i>Cellulose propionate</i>	Acidic	Dark yellow somewhat sooty, sparks	Propionic acid, burnt paper	
		<i>Cellulose aceto-propionate</i>	Acidic	Dark yellow, somewhat sooty, sparks	Acetic and propionic acids, burnt paper	
		<i>Cellulose aceto-butyrate</i>	Acidic	Dark yellow (edges slightly blue), somewhat sooty, sparks	Acetic and butyric acids, burnt paper	
Burns in flame, continues on removal; very easily ignited	Melts, chars	<i>Methyl cellulose</i>	Neutral	Yellow-green	Slightly sweet, burnt paper	
		<i>Cellulose acetate</i>	Acidic	Yellow-green, sparks	Acetic acid, burnt paper	
		<i>Isocyanate</i>		Yellow-orange, grey smoke	Acrid, pungent	
Burns in flame, continues on removal; very easily ignited	Burns quickly and completely, decomposes, chars	<i>A product similar to Cellophane</i>	Neutral	Light like paper	Burnt paper	
		<i>Vulcanised fibre</i>	Neutral	Light, slow burning	Burnt paper	
		<i>Nitrocellulose and celluloid</i>	Strongly acidic	Light, brown vapours	Nitrogen dioxide (celluloid also smells of camphor)	



ตารางที่ 2 ข้อมูลอินฟราเรดของ *sec* amyl acetate

wave length (μ)	ฟังก์ชัน	หมายเหตุ
3.4	- CH stretching	strong band
5.7	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ - \text{C} - \text{stretching} \end{array}$	strong band
6.8	- CH ₂ stretching	medium band
7.3	- CH ₃ stretching	weak band
8.0	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} - \text{O stretching} \end{array}$	strong band
9.6	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} - \text{O} - \text{C stretching} \end{array}$	strong band

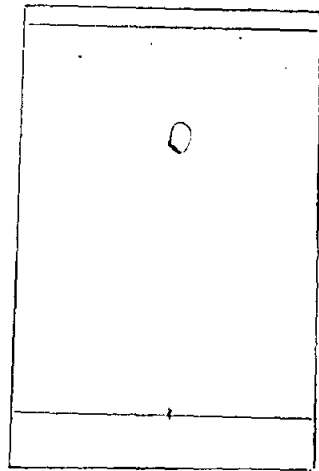
ตารางที่ 3 ข้อมูลอินฟราเรดของ nitrocellulose

wave length (μ)	ฟังก์ชัน	หมายเหตุ
5.9 , 6.1	} nitric ester stretching	strong band
7.8 , 11.9		

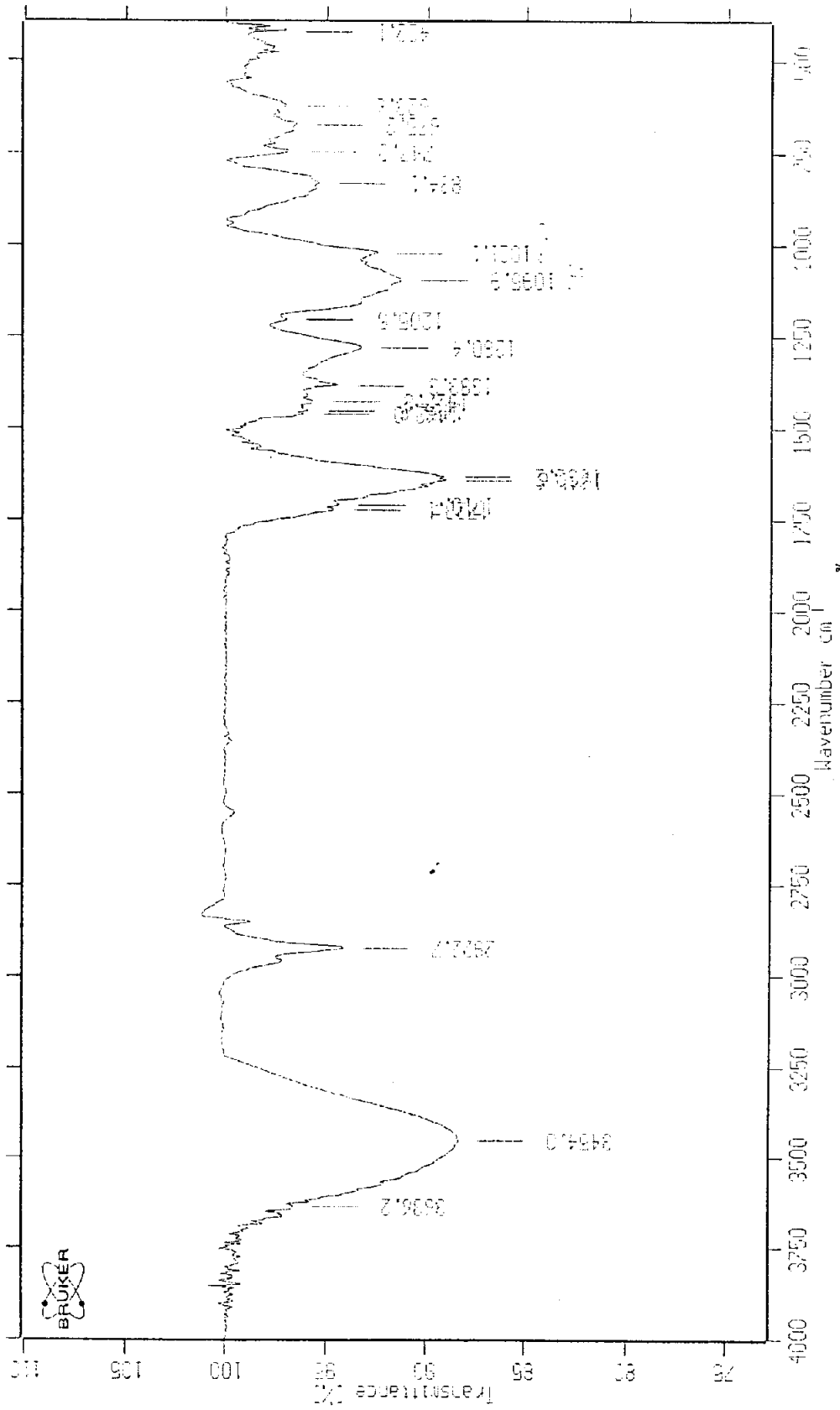
ตารางที่ 4 ข้อมูลอินฟราเรดของ dibutyl phthalate

wave length (μ)	ฟังก์ชัน	หมายเหตุ
3.3	C - H stretching	strong band
5.8	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ - \text{C} - \text{stretching} \end{array}$	conjugated carbonyl group strong band
6.3	 C = C stretching	aromatic disubstitute
6.8	- CH ₂ stretching	medium band
7.2	- CH ₃ stretching	weak band
7.7	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} - \text{O} \text{ stretching} \end{array}$	strong band
8.9		
9.3	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} - \text{O} - \text{C} \text{ stretching} \end{array}$	strong band
13.5	 CH deformation	4 adjacent H

รูปที่ 1 ผลการแยกด้วยวิธี TLC ของส่วนที่สกัดได้ด้วย PE



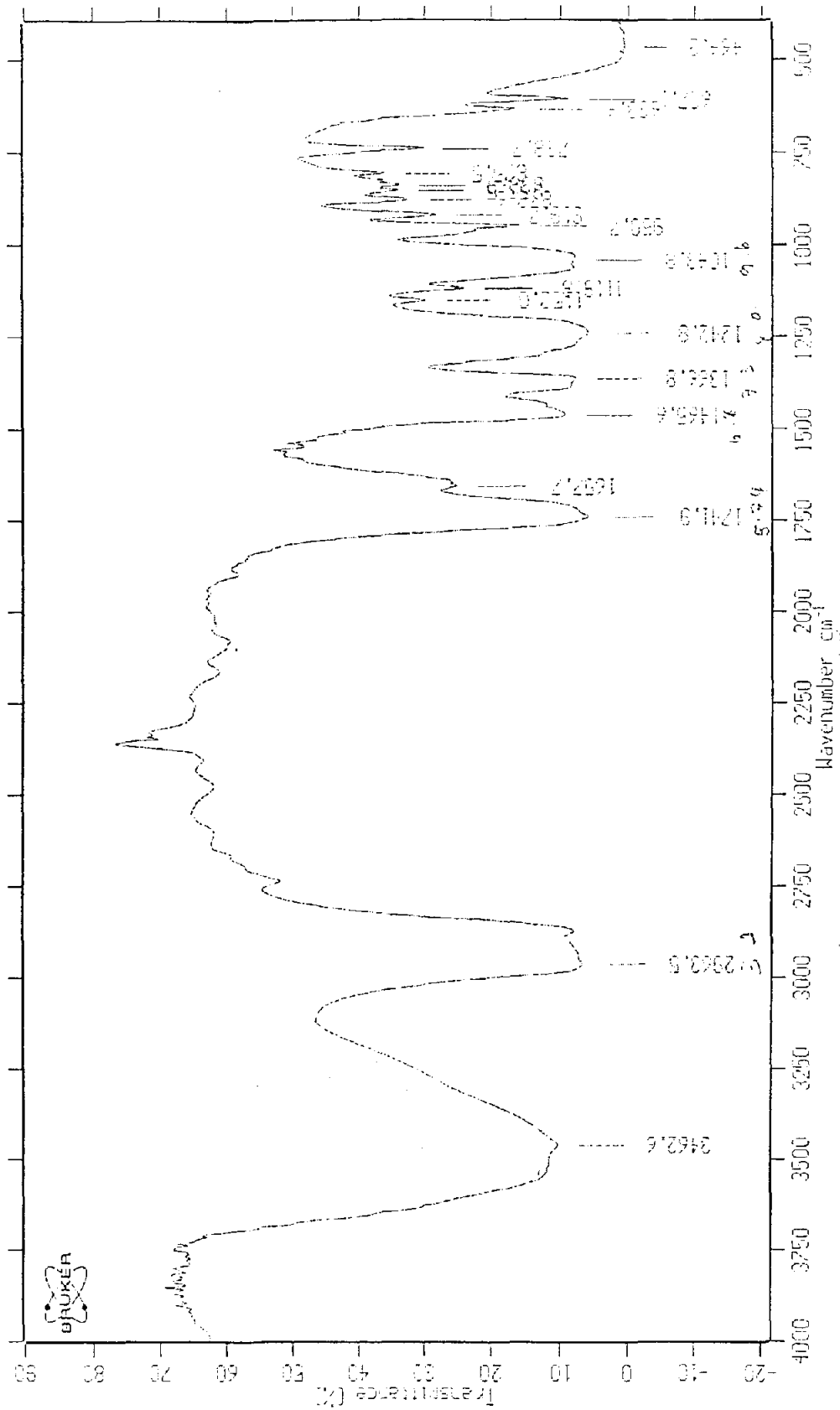
Department of Science Service



รูปที่ 2 IR spectrum ของ สารตั้งต้น

Sample : SUJ4 ADHESIVE	Measured on : 20-6-1916
Technique : FILM	Resolution : 4.0
Operator : UUSHINEE	Instrument : IFS28 , Sample Scans : 8
	File Name: MIB.243
	Path Name: D:\SIRI\SI\H116

Department of Science Service



รูปที่ 3 IR spectrum ของ Amyl acetate

Sample : SU14 ADHESIVE SOLVENT	Measured on : 20/ 6/1996	
Technique : LIQUID	Resolution : 4.0	Instrument : IFS28 , Sample Scans : 8
Operator : SUJANEE	File Name: MIP-246	Path Name: D:\SUBS\BEE5

10958-4 CAS [628-63-7]
Amyl acetate, 99%

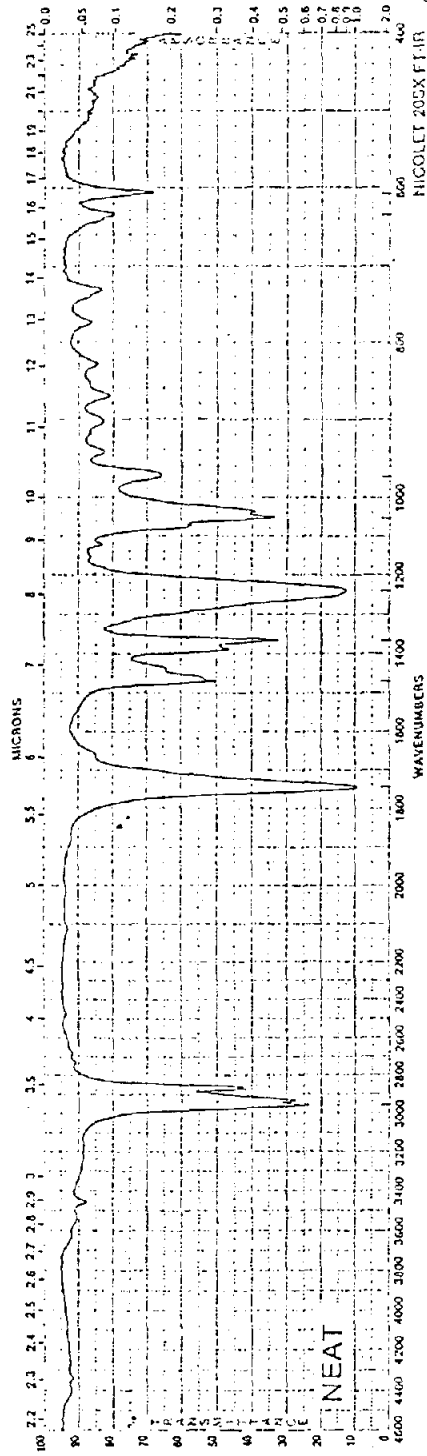
FW 130.19
mp -100°C
bp 142°C

d 0.876
Fp 75°F
n_D 1.4019

IR III, 360G
NMR II, 1.509C

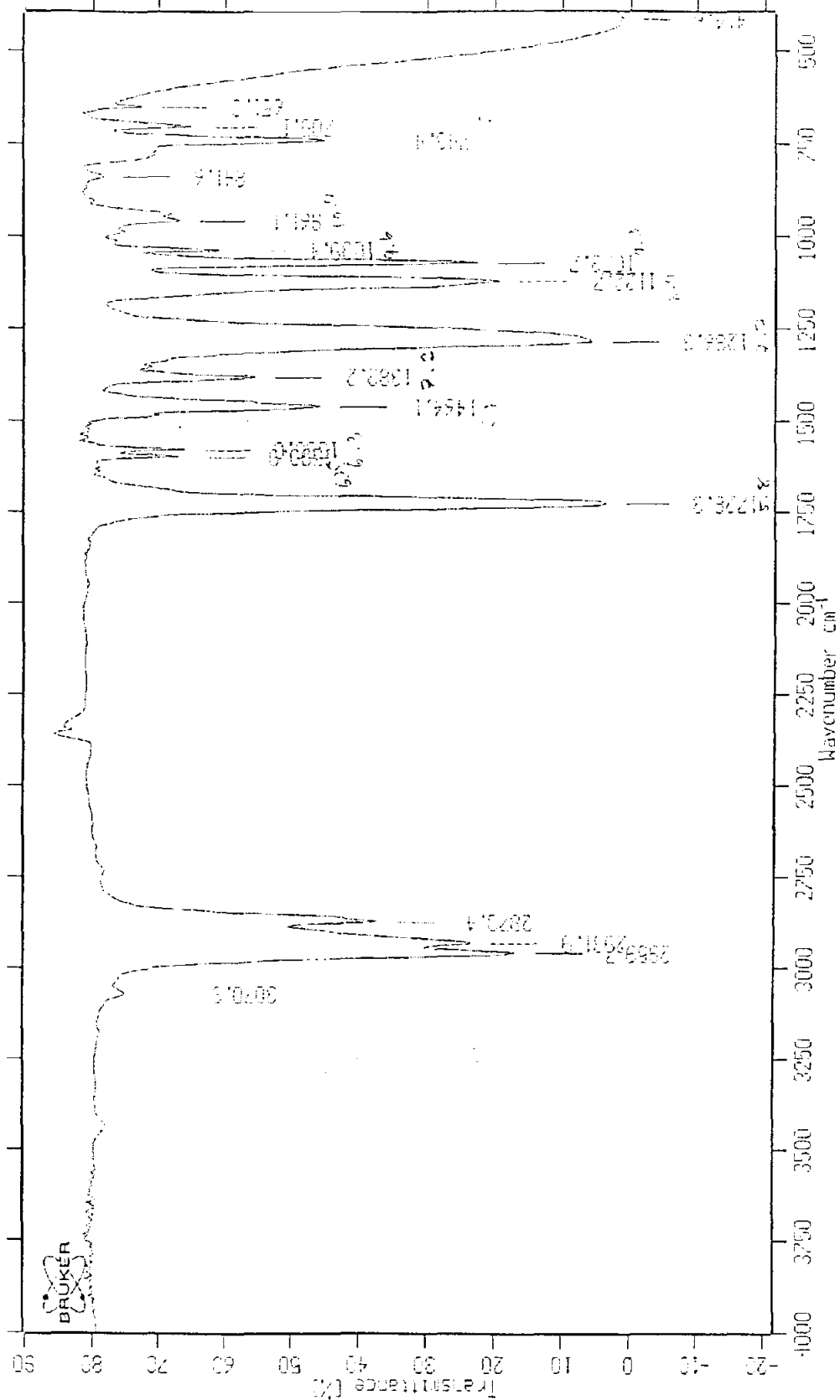
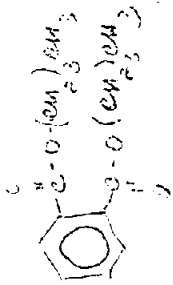
2959.2 1305.8 971.6
1742.8 1238.7 634.0
1468.4 1051.1 606.7

B



รูปที่ 4 IR spectrum ของ Standard amyl acetate

Department of Science Service



รูปที่ 5 IR spectrum ของ dibutyl phthalate

Sample : SU14 ADHESIVE	Measured on : 20/ 6/1996
Technique : LIQUID	Instrument : IIS28 , Sample Scans : 8
Operator : DUSANEE	File Name: MIR.245
	Path Name: D:\OPIUS\HEA6

15243-9 CAS [84-74-2]
Dibutyl phthalate, 99%

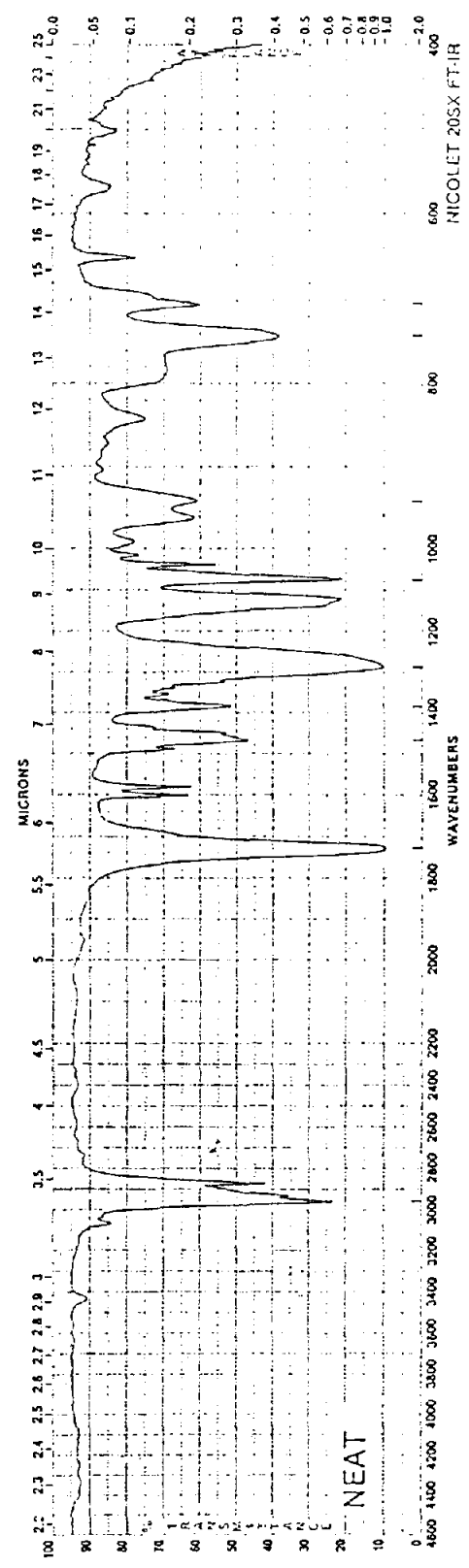
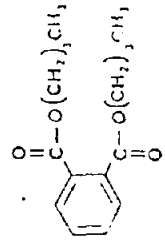
FW 278.35
mp -35°C
bp 340°C

IR III, 1035E
NMR II, 2,297A
Merck 10,1559

2960.2 1384.1 942.0
1727.3 1286.8 744.4
1466.3 1074.6 705.4

d 1.043
Fp 340°F
ng 1.4910

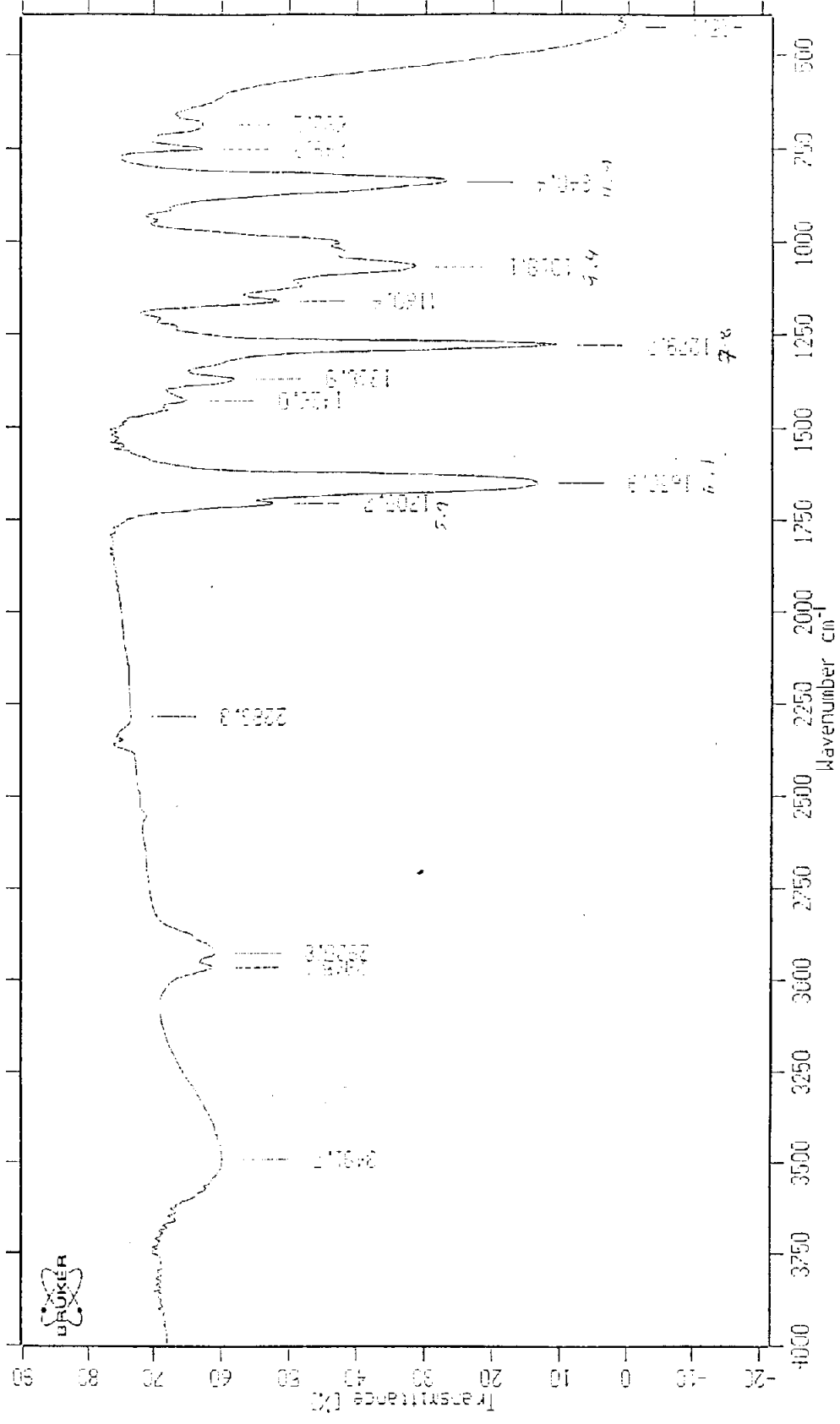
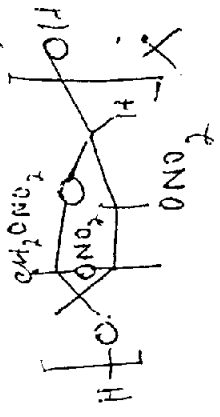
D



รูปที่ 6 IR spectrum ของ Standard dibutyl phthalate

Department of Science Service

455 571-313
 11/2/96

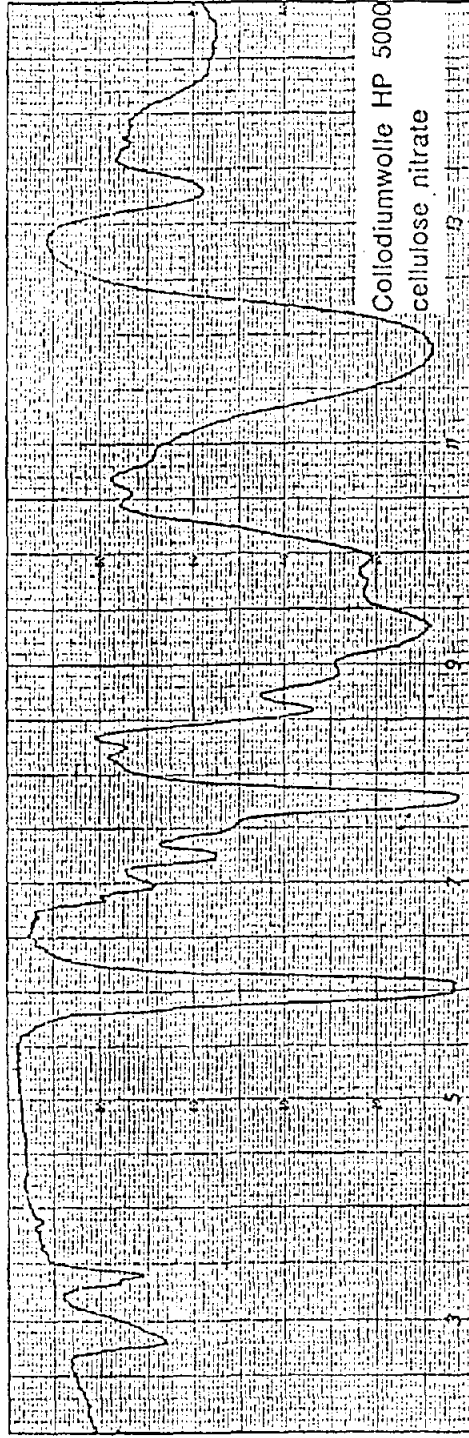


รูปที่ 7 IR spectrum ของ Nitrocellulose

Sample : SU14 ADHESIVE FILM	Measured on : 21/ 6/1996
Technique : FILM	Instrument : IFS28 , Sample Scans : 8
Operator : NUAL THIP	Resolution : 4.0
	File Name: MIR.250
	Path Name:D:\OPUS\HEH5

2. Abgewandelte Naturprodukte
2.6. Celluloseester

2. Derivatives of Natural Products
2.6. Cellulose Esters



Hersteller: Dynamit
Zusammensetzung: Cellulosenitrat (hohes Molekulargewicht)
Verwendung: für Cellulosenitratlacke
Präparation: Film aus Acetonlösung
Dezimalziffer: 2.65

Manufacturer: Dynamit
Composition: cellulose nitrate (high molecular weight)
Use: for lacquers
Preparation: film from acetone solution
Decimal No.: 2.65

รูปที่ 8 IR spectrum ของ standard nitrocellulose