

รายงานวิจัย

เรื่อง

การจัดการของเสียอันตรายจากการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์

(Waste Management from Organic Chemistry Laboratory)



โดย

นางสาว กนกพร สุพงษ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัย

เรื่อง

การจัดการของเสียอันตรายจากการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์

(Waste Management from Organic Chemistry Laboratory)



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การจัดการของเสียอันตรายจากการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์(Waste Management from Organic Chemistry Laboratory) จัดทำขึ้นเพื่อเสนอเป็นแนวทางหนึ่งให้ผู้ปฏิบัติงาน และผู้เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการใช้ในการแก้ไขปัญหาของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ โดยใช้ความรู้ทางเคมีพื้นฐานในเรื่องการกลั่นและการสกัดด้วยตัวทำละลายกรด-เบส เพื่อลดปริมาณของเสียอันตรายและ นำสารอินทรีย์ที่ได้จากการผ่านกระบวนการดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีและกำจัดของเสียอันตราย

ทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษเป็นการรักษาคุณภาพชีวิตในสถานที่ทำงานและชุมชนอย่างปลอดภัยและใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม

รายงานการวิจัยเล่มนี้สำเร็จลงด้วย คำแนะนำเกี่ยวกับหลักการการเขียนรายงานการวิจัย และการใช้เครื่องมือวิเคราะห์จาก ผศ. ดร.ชลอ จารุสุทธิรักษ์ ผศ.พรธรรณ ศรีนาค นาย สุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ นางสาว กัญญา มงคลโกชน์ และ นางสาว สุภัทร บานเย็น

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานดังกล่าวที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยตลอดโครงการวิจัยนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของงานวิจัย ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านและบิดาผู้
ล่วงลับ

กนกพร สุพงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยเรื่อง การจัดการของเสียอันตรายจากการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์
คณะผู้วิจัย นางสาว กนกพร สุพงษ์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 02-329-8000-8099 โดยได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้
ประเภทส่งเสริมนักวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 จำนวนเงิน 24,000 บาท(สองหมื่นสี่พัน
บาทถ้วน) ระยะเวลาดำเนินโครงการ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553-กันยายน 2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสารอินทรีย์ในของเสียทางเคมี เพื่อเป็น
แนวทางในการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้เทคนิคการกลั่นแบบสูญญากาศ ซึ่งของเสียดังกล่าวมี
จำนวนมากและประกอบไปด้วยกรดเบนโซอิก 4-ไนโตรอะนิลีน 2-แนพทอล และ เอทิลแอสซิเตต
โดยนำของเสียทางเคมีมากลั่นแบบสูญญากาศ สามารถแยกเอทิลแอสซิเตตได้ผลผลิต 81.78 % และ
บำบัดกากเอทิลแอสซิเตตด้วยวิธีการสกัดด้วยกรด-เบส ทำให้ได้รับสารอินทรีย์ทั้งสามชนิดคือ
กรดเบนโซอิก 0.37% 4 - Nitroaniline 0.68% และ 2 - Naphthol 0.52% เมื่อเทียบกับปริมาณของเสีย
ทางเคมีดังกล่าว จากการวินิจฉัยสารอินทรีย์ที่ได้ โดยใช้ฟูเรียร์อินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
พบว่าฟูเรียร์อินฟราเรด (FT-IR) สเปกโทรสโคปี มีความละเอียดอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ
การระบุฟังก์ชันกรุปของสารอินทรีย์ มีความไวและระยะเวลาการตรวจสอบน้อยกว่าเทคนิคอื่น ๆ
ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าฟูเรียร์อินฟราเรด (FT-IR) สเปกโทรสโคปีสามารถอธิบายลักษณะของ
สารอินทรีย์โดยใช้ร่วมกับปฏิกิริยาเคมีได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : เอทิลแอสซิเตต, กรดเบนโซอิก, 4-ไนโตรอะนิลีน, 2-แนพทอล, ฟูเรียร์อินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title

Waste Management From Organic Chemistry Laboratory

Researcher

Miss Kanokporn supong

Abstract

The purpose of this research is the study of reuse and characterization of organic compounds in waste chemical from the Chemistry Laboratory. A large amount of waste including benzoic acid, 4-nitroaniline, 2-Naphthol and ethyl acetate can be used to produce ethyl acetate by vacuum distillation. To reuse the resources and reduce secondary pollution, Treatment of waste ethyl acetate extraction by acid - base to get three organic compounds. The experimental results show that ethyl acetate yield can reach 81.78 % through vacuum distillation. The benzoic acid yield can reach 0.37% , the 4-nitroaniline yield can reach 0.68% and the 2-Naphthol yield can reach 0.52 % through acid-base extraction. Identification of them can be used Fourier Transform Infrared (FT – IR) spectrophotometer and chemical reaction. FT-IR is a sensitive technique particularly for identifying organic chemicals. It can characterise of organic compounds , sensitivity and period to detect less than other techniques. The results showed that chemical reactions can be explained by the nature of organic compounds used in conjunction with Fourier infrared (FT - IR) spectroscopy as well.

Keywords: ethyl acetate, benzoic acid, 4-Nitroaniline, 2-Naphthol, Fourier Transform Infrared

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในงานวิจัย	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....	4
2.1 เทคนิคการถนุ.....	4
2.2 เทคนิคการสกัด.....	8
2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	10
2.3.1 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลเอซิเตต.....	10
2.3.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-ไนโตรอะนีสีน.....	12
2.3.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดเบนโซอิก.....	14
2.3.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-แนพทอล.....	14
2.4 FT-IR เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด.....	17
2.5 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี.....	29
3.1.1 สารเคมี.....	29
3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	29
3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	30
3.2.1 การแยกสารอินทรีย์ออกจากของเสียน้ำมัน.....	30
3.2.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	32
3.2.3 การใช้เครื่องมือวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่4 ผลการทดลองวิจารณ์ผล.....	41
4.1 การศึกษาการแยกสารอินทรีย์ออกจากของเสียเคมี.....	41
4.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัด โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	42
4.2.1 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอซิเตต โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	42
4.2.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	42
4.2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดคาร์บอกซิลิกโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	43
4.2.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ2-แนพทอลโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี.....	43
4.3 การใช้เครื่องมือเคมีวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์.....	46
4.3.1 IR สเปกตรัมของเอทิลแอซิเตต.....	46
4.3.2 IR สเปกตรัมของ4-ไนโตรอะนีน.....	47
4.3.3 IR สเปกตรัมของกรดเบนโซอิก.....	47
4.3.4 IR สเปกตรัมของ2-แนพทอล.....	48
บทที่5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	49
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1	5
รูปที่ 2.2	6
รูปที่ 2.3	7
รูปที่ 2.4	8
รูปที่ 2.5	18
รูปที่ 2.6	20
รูปที่ 2.7	24
รูปที่ 2.8	24
รูปที่ 2.9	25
รูปที่ 3.1	31
รูปที่ 3.2	32
รูปที่ 3.3	34
รูปที่ 3.4	35
รูปที่ 3.5	38
รูปที่ 4.1	43
รูปที่ 4.2	43
รูปที่ 4.3	44
รูปที่ 4.4	44
รูปที่ 4.5	45
รูปที่ 4.6	51
รูปที่ 4.7	52
รูปที่ 4.8	53
รูปที่ 4.9	53
รูปที่ 4.10	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 ปริมาณร้อยละของEthyl acetateที่ได้จากของเสียทางเคมี	41
ตารางที่ 4.2 การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นเบสของ4-Nitroaniline	42
ตารางที่ 4.3 ปฏิกริยาแสดงความเป็นกรดของกรดคาร์บอกซิลิก	43
ตารางที่ 4.4 การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นกรดของ2-Naphthol	43
ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของเอทิลแอซิเตตด้วยเทคนิคFT-IR	46
ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของ4-ไนโตรอะนีนด้วยเทคนิคFT-IR	47
ตารางที่ 4.13 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของกรดเบนโซอิกด้วยเทคนิคFT-IR	47
ตารางที่ 4.14 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของ2-แนฟทอลด้วยเทคนิคFT-IR	48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามคำศัพท์

FT-IR	Fourier Transform Infrared
Atm	Atmosphere
pH	พีเอช
มก.	มิลลิกรัม
มล.	มิลลิลิตร
N.E.	Neutralization Equivalent
SD	Standard Deviation
%RSD	ร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์
g/mol	กรัม/โมล
mol/L	โมล/ลิตร
KHP	โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

ห้องปฏิบัติการทางเคมีเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ เพราะการเรียนการสอนปฏิบัติการย่อมมีการใช้สารเคมีในกระบวนการทดลองต่างๆ โดยเฉพาะในวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ซึ่งของเสียประกอบไปด้วย ตัวทำละลาย คือ เอทิลแอลกอฮอล์ และสารอินทรีย์ที่เหลือจากการสกัดที่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน ซึ่งของเสียทางเคมีดังกล่าว ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย หากมีการหายใจ อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองและเผาไหม้เยื่อเมือก ถ้าสัมผัสผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคือง หากกลืนหรือกินเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ถ้าสัมผัสดวงตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง สารนี้มีผลทำลายปอด ทรวงอก ระบบทางเดินหายใจ

ส่วน 4-ไนโตรอะนิลีน หากมีการหายใจเข้าไป จะทำให้มีอาการเจ็บคอ หายใจถี่ เวียนศีรษะ อ่อนเพลีย ถ้าสัมผัสผิวหนังสามารถซึมผ่านจะก่อให้เกิดการระคายเคือง ผื่นแดง ซีดเป็นสีน้ำเงิน หากกลืนหรือกินเข้าไป จะทำให้มีอาการเจ็บในช่องท้อง คลื่นไส้ ถ้าสัมผัสดวงตา จะทำให้เกิดอาการตาแดง ปวดตา ถ้าได้รับปริมาณมากอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต เนื่องจากมีผลทำลายตับและเลือด

ส่วน 2-เนพทอลหากมีการหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ส่วนบน ถ้าสัมผัสผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคือง หากกลืนหรือกินเข้าไปจะก่อให้เกิดปวดศีรษะ อาเจียน เวียนศีรษะ ระคายเคืองต่อหลอดอาหารและกระเพาะอาหาร ถ้าสัมผัสดวงตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง ตาแดง เจ็บตา ผลกระทบของการสัมผัสสารเรื้อรัง มีอวัยวะเป้าหมาย คือ ทำลายตา

ส่วนเอทิลแอลกอฮอล์ หากมีการหายใจเข้าไป ไอรระเหยที่ความเข้มข้นสูงๆ จะทำให้ปวดศีรษะ มึนงง หมดสติ ถ้าสัมผัสผิวหนังทำให้เกิดการอักเสบของผิวหนังบริเวณที่สัมผัส และ เกิดการทำลายชั้นไขมันของผิวหนังอย่างรุนแรง ถ้าสัมผัสดวงตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง (ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตราย, 2554)

โดยทั่วไปอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากของเสียอันตรายแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติความเป็นพิษ โอกาสของการได้รับ ระยะเวลา และ ความเข้มข้นของการสัมผัส โดยถ้าได้รับสารพิษเข้าไปในปริมาณสูง อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วย และเสียชีวิตในเวลาอันสั้น แต่ถ้าได้รับในปริมาณน้อย ก็จะสะสมในร่างกายส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาว นอกจากผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยแล้ว ถ้าทิ้งลงอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการอาจจะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ และผิวดิน ส่วนผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม เมื่อมีผู้เจ็บป่วยไม่สามารถทำงานได้ เกิดภาวะความพิการและว่างงานซึ่งจะกลายเป็นปัญหาระดับชาติต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ในงานวิจัยจึงเสนอแนวทางการจัดการของเสียโดยนำของเสียเคมีจากการเรียนปฏิบัติการเคมีอินทรีย์1 มาผ่านกระบวนการการกลั่นแบบสูญญากาศ เพื่อแยกเอทิลเอซิติเตตออกจากของเสียทางเคมีที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์แล้วมีการทดสอบเอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่แยกได้โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR) นำกระบวนการการสกัดด้วยตัวทำละลายเบสอ่อน เพื่อแยกกรดเบนโซอิกออกจากของเสียทางเคมี ทดสอบเอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีของกรดคาร์บอกซิลิกได้แก่ ปฏิกิริยาการละลายน้ำ ปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)

จากนั้นใช้ตัวทำละลายเบสแก่เพื่อแยก2-เนพทอล ทดสอบเอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีของฟีนอล ได้แก่ ปฏิกิริยากับเฟอร์ริกคลอไรด์และ พิริดีน(Ferric Chloride-Pyridine Reagent) และปฏิกิริยาเกิดเป็นสารสีแดง(Azo dye)ร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)

สุดท้ายทำการสกัดด้วยตัวทำละลายกรดแก่เพื่อแยก 4-ไนโตรอะนีสีน ทดสอบเอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่แยกได้ โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีของเอมีน ได้แก่ ปฏิกิริยากับกรดไนทริก ปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน ร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการของเสียเคมีโดยใช้หลักการป้องกันมลพิษ(Pollution Prevention)เพื่อลดการปนเปื้อนสารอินทรีย์จากห้องปฏิบัติการเคมีสู่สิ่งแวดล้อม โดยมีการนำสารอินทรีย์ดังกล่าวกลับมาใช้ซ้ำ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ปฏิกิริยาเคมีร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลเอซิติเตต กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีสีน
3. ลดงบประมาณของสาขาวิชาเคมีในการกำจัดของเสียอันตรายจากการทดลอง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ใช้เทคนิคการกลั่นแบบสูญญากาศ และ การสกัดด้วยตัวทำละลายกรด-เบส ในการแยกเอทิลเอซิติเตต กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีสีน ออกจากของเสียทางเคมีจากห้องปฏิบัติการเคมี อาคารพระเทพฯ

2. ใช้ปฏิกิริยาเคมีในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลเอซิติเตต กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีสีน

3. ศึกษาปริมาณของเอทิลเอซิติเตต กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีสีน ที่ได้จากการแยกของเสียทางเคมีจากห้องปฏิบัติการเคมีอาคารพระเทพฯ

4. ศึกษาเทคนิคทางเครื่องมือวิเคราะห์ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลเอซิติเตต

เอ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีสีน ศึกษานี้ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

1. ลดปัญหาการปนเปื้อนของเอทิลแอลกอฮอล์ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน จากห้องปฏิบัติการเคมีสู่สิ่งแวดล้อม
2. ลดงบประมาณการสั่งซื้อ เอทิลแอลกอฮอล์ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน เนื่องจากมีการนำสารเคมีที่ได้จากการจัดการของเสียอันตรายกลับมาใช้ซ้ำ
3. ลดงบประมาณของสาขาวิชาเคมีในการกำจัดของเสียอันตรายจากการทดลอง
4. ลดปริมาณของเอทิลแอลกอฮอล์ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน ในของเสียทางเคมีที่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
5. สามารถพิสูจน์เอกลักษณ์ของ เอทิลแอลกอฮอล์ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี
6. ศึกษาเทคนิคทางเครื่องมือเคมีวิเคราะห์ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอลกอฮอล์ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากของเสียเคมีจากการเรียนปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ เรื่อง การสกัด เป็นของเสียอันตรายที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ ซึ่งเป็นสารผสมที่ดูเหมือนจะเป็นเนื้อเดียวกัน โดยแบ่งเป็นส่วนเนื้อเดียว (continuous phase) และ อนุภาคคอลลอยด์ (dispersed phase) ซึ่งตัวอนุภาคคอลลอยด์จะมีขนาดระหว่าง 10^{-7} - 10^{-4} เซนติเมตร หรือ มากกว่าขนาดรูกระดวยเซลโลโฟน แต่น้อยกว่ารูกระดวยกรอง ดังนั้นจึงใช้เทคนิคการกลั่นแบบสุญญากาศ เพื่อแยกเอทิลเอซิเตตออกจากของผสม แล้วใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายกรด-เบส เพื่อแยกสารอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ กรดเบนโซอิก 4-Nitroaniline 2-Naphthol แล้วพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีร่วมกับเครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)

2.1 เทคนิคการกลั่น

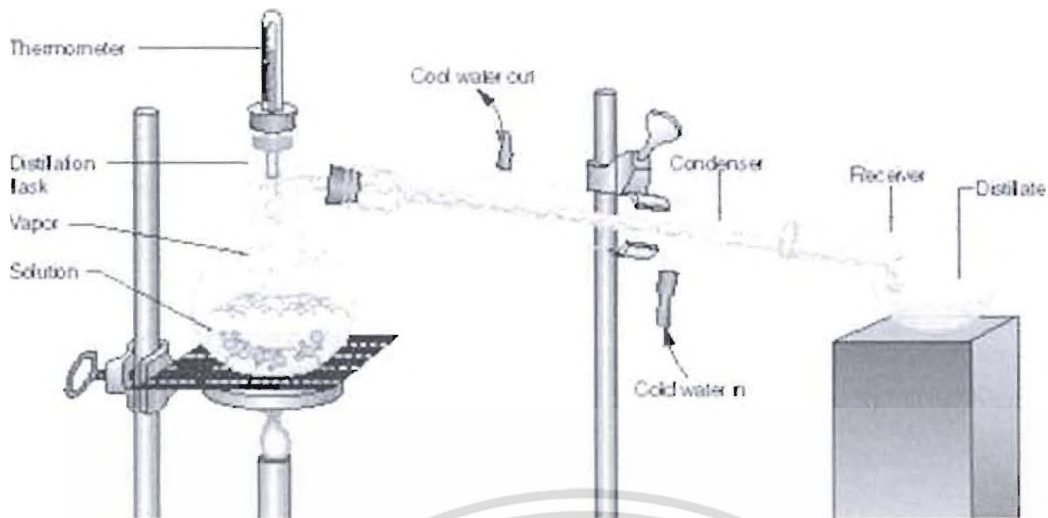
การกลั่น distillation เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกสารออกจากสารละลายที่เป็นของเหลว โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือด การกลั่นจึงเป็นกระบวนการที่ทำให้ของเหลวได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ แล้วทำให้ควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีกในขณะที่ยังมีของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำจะกลายเป็นไอแยกออกมา ก่อนของเหลวที่มีจุดเดือดสูงกว่า การกลั่นมีหลายวิธีการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของของเหลวที่ต้องการทำให้บริสุทธิ์ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของสิ่งเจือปนด้วย (กุลยา และ อำนวย, 2537)

ชนิดของการกลั่น (ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ, 2554)

การกลั่นมีหลายชนิด ได้แก่

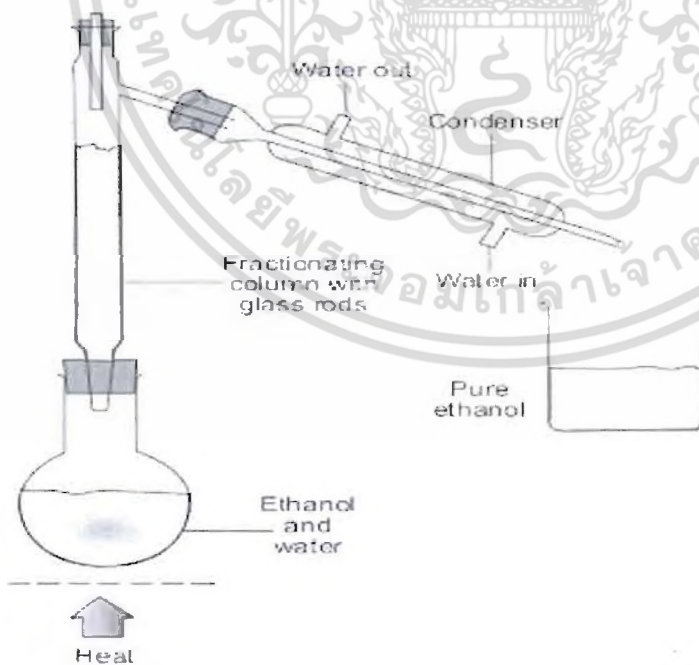
ก. **การกลั่นแบบธรรมดา (Simple distillation)** เป็นการแยกตัวถูกละลายออกจากตัวทำละลายโดยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย มีจุดเดือดต่างกันมาก (ประมาณ 80°C ขึ้นไป) สารที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยได้เร็วกว่าสารที่มีจุดเดือดสูง เช่น น้ำเกลือ ประกอบด้วย น้ำมีจุดเดือด 100°C และเกลือแกงมีจุดเดือด $1,465^{\circ}\text{C}$ พบว่ามีจุดเดือดต่างกันมาก จึงสามารถใช้การกลั่นธรรมดาแยกออกจากกันได้โดยน้ำซึ่งมีจุดเดือดต่ำกว่าจะออกมาก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การกลั่นแบบธรรมดา (Simple distillation)

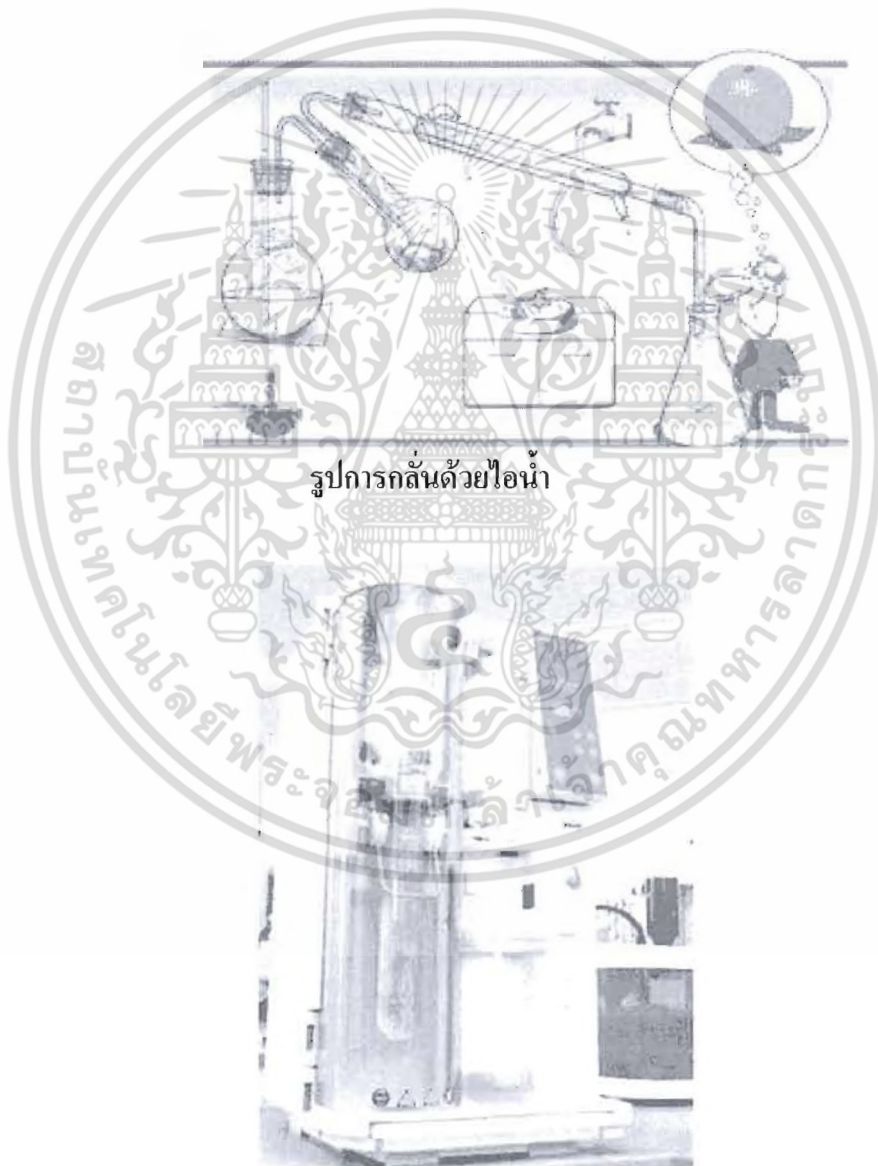
ข. การกลั่นลำดับส่วน เป็นการแยกตัวถูกละลายและตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่างกันเล็กน้อย (น้อยกว่า 80°) โดยจะมีคอลัมน์บรรจุแก้ว หรือที่รู้จักกันว่าหอกลั่นเพิ่มขึ้นมา ซึ่งหอกลั่นนี้จะทำหน้าที่ให้สารระเหยออกมาได้ช้าลง โดยหอกลั่นยิ่งสูงเท่าไร สารที่ออกมาจะมีความบริสุทธิ์เพิ่มตามเท่านั้น แต่ก็ทำให้ต้องเสียเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 2.2 การกลั่นลำดับส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การกลั่นด้วยไอน้ำ (steamdistillation) เป็นวิธีการกลั่นที่ใช้แยกของผสมที่เกิดจากสารที่ระเหยง่ายปนกับสารที่ระเหยยาก โดยการใช้ไอน้ำเป็นตัวทำให้สารที่ระเหยง่ายระเหยออกมาพร้อมกับไอน้ำ แต่สารที่ระเหยนั้นต้องไม่รวมกับน้ำ เช่น น้ำมันมินท์ เนื่องจากในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่อุณหภูมิสูง ๆ องค์ประกอบบางชนิดในน้ำมันหอมระเหยจะถูกไฮโดรไลซ์และสลายตัวได้ การกลั่นที่ดีควรเลือกให้ไอน้ำกระจายตัวแทรกเข้าไปในพืชมากที่สุด แต่ทำให้เกิดการสลายตัวของสารต่าง ๆ น้อยที่สุด



รูปการกลั่นด้วยไอน้ำ

เครื่องกลั่นน้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 2.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ (steamdistillation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. การกลั่นแบบลดความดัน หรือ การกลั่นแบบสุญญากาศ (Vacuum distillation) เป็นวิธีการกลั่นสำหรับแยกของเหลวที่มีจุดเดือดมากกว่า 150°C ที่ความดันบรรยากาศ โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่เหมือนกับการกลั่นแบบธรรมดา แต่แตกต่างกันตรงที่มีการลดความดันในระบบการกลั่น สาเหตุที่ต้องมีการลดความดัน เนื่องจากจุดเดือดของของเหลวขึ้นอยู่กับความดัน ถ้าความดันเหนือของเหลวลดลงยอมทำให้จุดเดือดต่ำลงด้วย ในการกลั่นถ้าสามารถลดความดันโดยดูดอากาศออกจากเครื่องกลั่นที่ปิดแน่น ให้ความดันภายในลดลงมากถึงประมาณ 10 – 30 mm ของปรอท จะทำให้สามารถกลั่นของเหลวออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของมันมาก การกลั่นแบบนี้เรียกว่า “การกลั่นโดยลดความดัน” และถ้าสามารถดูดอากาศออกจากเครื่องกลั่นจนเป็นสุญญากาศ การกลั่นแบบนี้เรียกว่า การกลั่นสุญญากาศ การกลั่นโดยลดความดัน หรือการกลั่นในสุญญากาศมีประโยชน์มากสำหรับการกลั่นของเหลวที่สลายตัวที่จุดเดือดของมันที่ความดันบรรยากาศ หรือของเหลวที่ออกซิไดส์ได้ง่ายถ้ากลั่นธรรมดาในอากาศ การทำงานเริ่มจากการให้ความร้อนแก่ของเหลวในขวดกลั่น(แช่ลงในอ่างน้ำร้อน) และทำการลดความดันภายในระบบโดยใช้เครื่อง(ปั๊ม)ดูดอากาศออกจะทำให้สารละลายระเหยได้ง่ายขึ้น จากนั้นไอของสารละลายจะไปกระทบกับความเย็นที่บริเวณตัวควบแน่น(condenser) โดยใช้น้ำเย็นในการหล่อเย็นตัวควบแน่น ไอของสารละลายจะควบแน่นกลับลงมาเป็นของเหลว(ของเหลวที่บริสุทธิ์)ในขวดเก็บ



รูปที่ 2.4 การกลั่นแบบลดความดัน หรือ การกลั่นแบบสุญญากาศ(Vacuum distillation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการวิจัยนี้ใช้เทคนิคการกลั่นแบบสูญญากาศเพื่อแยกเอทิลแอซิเตตออกจากของเสียทางเคมีจากห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเพื่อลดอุณหภูมิของเอทิลแอซิเตตที่กลั่นแยกออกมา เพราะการใช้อุณหภูมิสูง อาจทำให้สารที่ต้องการกลั่นสลายตัวหรือออกซิไดซ์ได้ง่าย

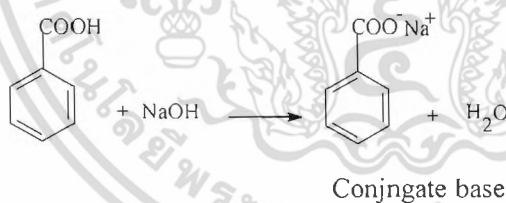
2.2 เทคนิคการสกัด

เป็นการแยกสารที่ต้องการออกจากของผสม โดยการใช้ตัวทำละลายเป็นตัวสกัด ของผสมที่นำมาสกัดอาจเป็นของเหลวหรือของแข็งก็ได้ การเลือกใช้วิธีการสกัดขึ้นอยู่กับสมบัติและสถานะของสารที่ต้องการสกัด การสกัดแบ่งออกได้ 3 วิธี ดังต่อไปนี้

1. การสกัดด้วยตัวทำละลาย จะใช้หลักการที่ว่าสารแต่ละชนิด มีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้ไม่เท่ากัน

2. การสกัดอย่างต่อเนื่อง เป็นวิธีที่ใช้เมื่อสารที่ต้องการสกัดละลายได้น้อยมากในตัวทำละลายที่ใช้สกัด เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้ตัวทำละลายเป็นจำนวนมาก

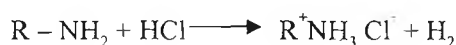
3. การสกัดด้วยกรดหรือเบส การสกัด โดยวิธีนี้ต้องใช้ปฏิกิริยาเคมีระหว่างตัวสกัดและสารที่ต้องการสกัด เช่น การสกัดสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นเบสหรือกรดออกจากของผสม โดยการสกัดด้วยสารละลายของกรดและเบส สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือกรดอินทรีย์ซึ่งไม่ละลายน้ำ pH = 7 จะละลายได้ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO₃) เบสจะทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ได้เกลือที่ละลายได้ในน้ำ (หรือที่เรียกว่า conjugate base)



เมื่อนำเกลือของกรดอินทรีย์มาทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายกรดเจือจาง จะได้กรดอินทรีย์กลับคืนมา



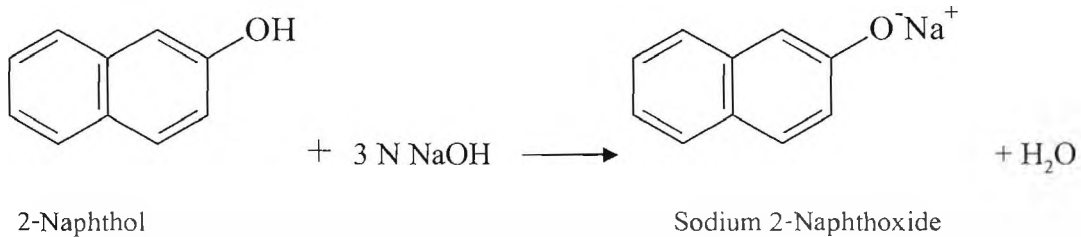
ในทำนองเดียวกัน สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์เป็นเบส สามารถละลายได้ในกรดเกลือเจือจาง กรดเกลือจะทำปฏิกิริยากับเบสอินทรีย์ได้เกลือคลอไรด์ (หรือที่เรียกว่า conjugate acid) ที่ละลายได้ในน้ำ



Conjugate acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพียงเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายเบสแก่คือ 3N ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (3N NaOH) เพื่อแยก 2-เนฟทอล ทำให้ได้เกลือโซเดียมของ 2-เนฟทอล (Sodium 2-Naphthoxide) ซึ่งละลายได้ดีในน้ำ



แล้วนำสารละลายไปทำให้เป็นกลางด้วย 3N HCl ทำให้ได้ 2-เนฟทอล



พิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบฟีนอลร่วมกับเครื่องมือเคมีวิเคราะห์

2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี (พัชนี และ สุจินต์,

2551), (สมยศ, 2534)

2.3.1 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอซิเตต

เอทิลแอซิเตตจัดเป็นสารอินทรีย์ประเภทเอสเทอร์ ซึ่งสารประเภทนี้มีคุณสมบัติการละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ และละลายได้ในน้ำ เมื่อเป็นเอสเทอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำๆ คือ มีจำนวนคาร์บอนอะตอมระหว่าง C₂-C₅ การสรุปผลจากคุณสมบัติเกี่ยวกับการละลายอย่างเดียวอาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้ เพราะเอสเทอร์อาจถูกไฮโดรไลซ์ได้ผลเป็นกรดคาร์บอกซิลิกและแอลกอฮอล์ได้ง่าย ฉะนั้นผลการทดสอบซึ่งอาจเป็นผลของสารผลิตภัณฑ์มากกว่าของเอสเทอร์เอง สารจำพวกเอสเทอร์มักมีกลิ่นชวนดมกว่าสารอินทรีย์ประเภทอื่น ฉะนั้นการสังเกตกลิ่นและความเปลี่ยนแปลงของกลิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำปฏิกิริยาเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดหรือด่าง(เย็นและร้อน) จะช่วยชี้แนะได้อย่างหนึ่งว่าสารทดสอบอาจเป็นเอสเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การทดสอบโดยใช้ไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์(Hydroxamic Acid Test)

วิธีการทดสอบ

ก. Blank Test

ละลายสารที่ต้องการทดสอบ(1หยด หรือ 2-3 เก็ด) ลงใน95%เอทานอล 1มล.หยดสารละลาย 5% เฟอร์ริกคลอไรด์ลงไป 1 หยด สังเกตสีที่เกิดขึ้น ถ้ามีสีส้ม แดง น้ำเงิน หรือ ม่วงเกิดขึ้น ไม่ต้องทำการทดสอบข้อ ข.ต่อไป เพราะจะไม่เกิดประ โยชน์เนื่องจากการทดสอบนี้ แสดงให้เห็นว่าสารที่ต้องการทดสอบสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับเฟอร์ริกคลอไรด์ได้เอง อยู่แล้ว และสีที่ให้ยังใกล้เคียงกับสีในข้อ ข.อีกด้วย

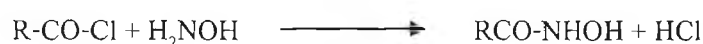
ข.การทดสอบหากรดไฮดรอกซามิกด้วย $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}/\text{FeCl}_3$

นำสารที่ต้องการทดสอบ (1หยด หรือ ประมาณ 40 มก.)ผสมเข้ากับสารละลายไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.5 N ใน95%เอทานอล 1มล.และ สารละลาย6N โซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 0.2 มล. แล้วนำไป ต้มให้เดือด ทำให้สารผสมเย็น เติมสารละลายกรดเกลือ 1 โมลาร์ ลงไปจนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด ถ้าสารผสมที่ได้ขุ่น เติม95%เอทานอล ลงไปอีกประมาณ 2 มล. จากนั้นหยดสารละลาย 5% เฟอร์ริกคลอไรด์ลงไป 1 หยด สังเกตสีที่เกิดขึ้นไม่คงทน ให้ค่อยๆเติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ลงไปเรื่อยๆจนสีไม่หายไป เทียบสีที่เกิดขึ้นกับการทดสอบในข้อ ก.การทดสอบที่ให้ผลเป็นบวกจะ เกิดเป็นสีแดงอ่อนหรือสีแดงม่วง(การทดสอบในข้อก.ของสารประกอบประเภทนี้ควรจะให้สี เหลือง)

ผลที่เกิดขึ้น

สารประกอบหลายประเภท เช่น ฟีนอล สารประกอบไนโตร ทั้งประเภทปฐมภูมิและทุติยภูมิ สารประกอบ1,3 ไดคาร์บอนิล เป็นต้น จะให้สีกับเฟอร์ริกคลอไรด์ได้โดยไม่จำเป็นต้อง มีไฮดรอกซิลเอมีน

พวกเอสเทอร์ของกรดคาร์บอกซิลิก และแลคโตน จะให้สีแดงม่วงที่มีความเข้มแตกต่างกัน ไปแล้วแต่ชนิดของเอสเทอร์ นอกจากนี้สารจำพวก acid chlorides , acid anhydrides และ สารประกอบจำพวก tribalo เช่น benzotrichloride และ คลอโรฟอร์ม ก็จะให้ผลเป็นบวกกับการ ทดสอบนี้ด้วย การทดสอบนี้อาศัยการเกิดกรดไฮดรอกซามิกจากปฏิกิริยาระหว่างเอสเทอร์ แอนไฮไดรด์หรือ acid chloride กับไฮดรอกซิลเอมีนกรดไฮดรอกซามิกที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับ เฟอร์ริก คลอไรด์ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเฟอร์ริกไฮดรอกซามेट ที่ให้สีชัดเจนดังสมการ



เอกสารนี้เป็น 3 RCO-NHOH + FeCl_3 ใช้จำนวน 3 โมลของการใช้จำนวน 3 โมลของ $(\text{RCO-NH})_3\text{Fe} + 3\text{HCl}$ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเอมีดและไนโตรลบางตัวก็อาจให้ผลเป็นบวกกับการทดสอบนี้ด้วย หากใช้สภาวะที่รุนแรงกว่าปกติ เพื่อทำให้เกิดกรดไฮดรอกซามิก สาเหตุที่จำเป็นต้องใช้สภาวะรุนแรงกว่า เพราะเอมีดและไนโตรลมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาน้อยกว่าอนุพันธ์ของกรดชนิดอื่น ฉะนั้นการทำให้เกิดกรดไฮดรอกซามิก หรือ สารประกอบประเภทคล้ายคลึงกัน จึงจำเป็นต้องใช้สภาวะที่รุนแรงกว่า

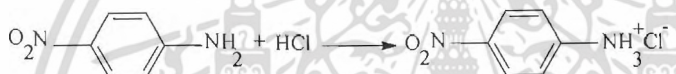
2.3.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ4-ไนโตรอะนีน(4-Nitroaniline)

1.การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นเบส

เนื่องจาก 4-ไนโตรอะนีน(4-Nitroaniline) มีอิทธิพลของอิเล็กโตรอนดึงของไนโตรเจนเคลื่อนที่เข้าไปในวงเบนซีนได้ จึงสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ ทำให้พารา-ไนโตรอะนีน(4-Nitroaniline)ละลายน้ำและเกิดไฮดรอกไซค์อออนขึ้น สารละลายที่ได้จึงมีฤทธิ์เป็นเบส



4-ไนโตรอะนีน(4-Nitroaniline)รวมตัวกับกรดได้เกลือของเบสซึ่งละลายน้ำได้



2.ปฏิกิริยาการทดสอบด้วยกรดไนทริค

กรดไนทริคใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่าง เอมีนปฐมภูมิ เอมีนทุติยภูมิ และ เอมีนตติยภูมิ นอกจากนี้ยังใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างอะลิฟาติก และอะโรมาติกเอมีนประเภทปฐมภูมิได้ด้วย

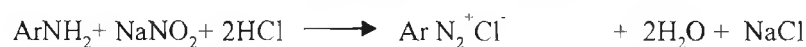
กรดไนทริคเตรียมจากโซเดียมไนไตรต์(NaNO_2) ทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ เช่น HCl หรือ H_2SO_4 Primary aliphatic amine ทำปฏิกิริยากับกรดไนทริคได้เกลือไดอะโซเนียม ซึ่งไม่เสถียรที่อุณหภูมิห้องและสลายตัวให้เกิดไนโตรเจน



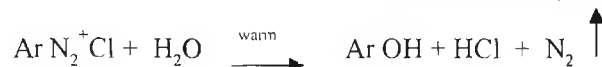
Diazonium salt



Primary aromatic amine ทำปฏิกิริยากับกรดไนทริคได้เกลือไดอะโซเนียม ที่เรียกว่า benzenediazonium chloride และ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า diazotization เมื่อนำเกลือ benzenediazonium chloride มาอุ่นให้ร้อนจะสลายตัวได้เกิดไนโตรเจน



benzenediazonium chloride



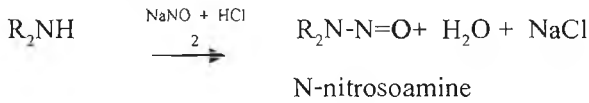
Benzenediazonium chloride สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบอะโรมาติก ได้

เอซาร์ประกอบเอโซ(azo compound) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ปฏิกิริยาคู่ควบ(coupling reaction) การดำเนินการนี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาของเกลือไดอะโซเนียมของ 4-ไนโตรอะนิลีน (4-Nitroaniline) กับ 2-Naphthol ได้สารประกอบเอโซที่มีสีส้มหรือแดง ชื่อว่า para red

Secondary aliphatic และ Aromatic amine ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกได้สารประกอบ

N-nitrosoamine



Tertiary aliphatic amine ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก เกิดสถานะสมดุลระหว่างเกลือของ

Tertiary amine และ N-nitrosoammonium



Amine salt N-nitrosoammonium compound

Tertiary arylamine ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก ได้สารประกอบ N-nitroso aromatic

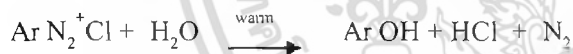
ปฏิกิริยานitrosation จะเกิดที่ตำแหน่ง para ของวงแหวนอะโรมาติก แต่ถ้าวงอะโรมาติกมีหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง para อยู่แล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดที่ตำแหน่ง ortho แทน

เนื่องจาก 4-ไนโตรอะนิลีน เป็น Primary aromatic amine ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกได้เกลือไดอะโซเนียม เรียกว่า benzenediazonium chloride



benzenediazonium chloride

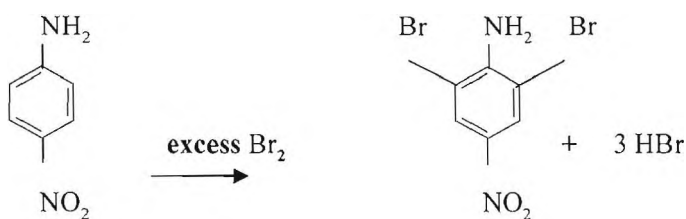
เมื่อนำเกลือ benzenediazonium chloride มาอุ่นให้ร้อนจะสลายตัวได้แก๊สไนโตรเจน



Benzenediazonium chloride ของ 4-ไนโตรอะนิลีน (4-Nitroaniline) สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบอะโรมาติก ได้สารประกอบเอโซ (azo compound) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ปฏิกิริยาคู่ควบ (coupling reaction)

3. ปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน

เนื่องจาก 4-Nitroaniline มีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในวงเบนซีนสูง เนื่องจากอิเล็กตรอนคู่ที่ยังว่างอยู่ของไนโตรเจน สามารถเคลื่อนที่เข้าไปในวงเบนซีนได้ ทำให้ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์เกิดขึ้นได้เร็ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดเบนโซอิก

1. ปฏิกริยาแสดงความเป็นกรด

กรดคาร์บอกซิลิกสามารถทำปฏิกิริยากับเบสแก่และเบสอ่อน เมื่อทำปฏิกิริยากับเบสอ่อน คือ NaHCO_3 จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น



2.3.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-นฟทอล (2-naphthol) โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

1. การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นกรด

คุณสมบัติการละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่ไม่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตของสารประกอบที่ไม่ละลายในน้ำนั้น เป็นเครื่องบ่งชี้อย่างหนึ่งว่าสารนั้นเป็นสารประเภทกรดอ่อนหรือฟีนอล

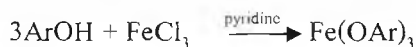


ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการละลายของสารประเภทนี้ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตอาจพบได้เมื่อสารฟีนอลมีหมู่แทนที่ที่ต้องการอิเล็กตรอนหรือที่ดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเองอยู่ด้วย เช่น กรดพิคริก (Picric acid) เป็นฟีนอลที่มีหมู่ในโตรถึง 3 หมู่อยู่ในโมเลกุล ทำให้สารนี้แสดงฤทธิ์เป็นกรดแรงพอที่จะทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้

2. การทดสอบด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีน (Ferric Chloride-Pyridine Reagent)

สารประกอบจำพวกแอลกอฮอล์ อีเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก ไฮโดรคาร์บอน อัลคิลเฮไลด์ หรือเอริลเฮไลด์ จะให้ผลเป็นลบกับการทดสอบนี้ ซึ่งผลที่ได้จะเกิดเป็นสารละลายไม่มีสี สารละลายสีเหลืองอ่อน หรือสารละลายสีน้ำตาลเข้ม

ฟีนอลจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับบรีเอเจนต์นี้ จะเกิดเป็นสารละลายสีน้ำเงิน ม่วง เขียว หรือ น้ำตาลแดง สีที่เกิดขึ้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ภายในเวลาครู่เดียว ฉะนั้นการสังเกตสีควรสังเกตทันทีที่ผสมสารต่างๆ เข้าด้วยกัน



แต่มีฟีนอลบางชนิดเช่น กรดพิคริก ฟีนอลที่มี steric hindrance สูง เช่น 2,6-di-tert-butylphenol ไม่เกิดสีกับสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีน (Ferric Chloride-Pyridine Reagent) ฉะนั้นถ้าไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นก็ไม่ได้แสดงว่าไม่ใช่สารประกอบฟีนอล ต้องทดสอบด้วยวิธีอื่น

3. Ferric chloride Test

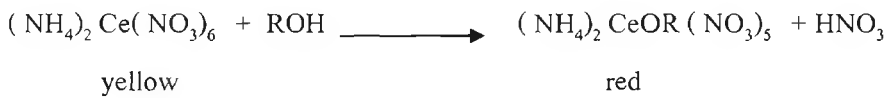
วิธีทดสอบนี้เป็นการทดสอบฟีนอล หรือ อัลดีไฮด์และคีโตนที่มี อัลฟา-ไฮโดรเจน สารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จะมีสีแดง น้ำเงิน ม่วง หรือ เขียว ขึ้นกับโครงสร้างของฟีนอล อย่างไรก็ตาม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามฟีนิลบางตัวจะไม่เกิดสีกับ FeCl₃ นอกจากนี้อัลดีไฮด์และคีโตนที่อยู่ในรูปอินอล ก็ได้ก็สามารถเกิดปฏิกิริยากับ FeCl₃ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่ไม่ดีนัก



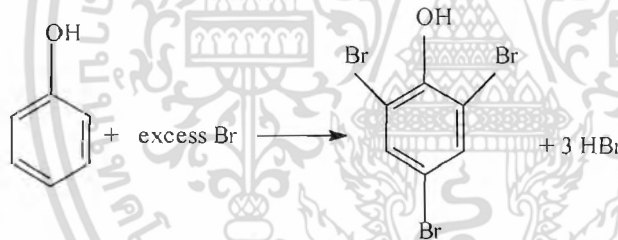
4.Ceric nitrate Test

วิธีทดสอบนี้เป็นวิธีทดสอบฟีนิล และ แอลกอฮอล์



5.Bromine Test

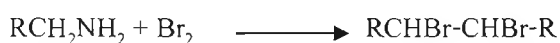
วิธีนี้เป็นการทดสอบสารที่เป็นฟีนิล อัลคีน และ แอลกอฮอล์ เบนซีน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาแทนที่ในวงแหวนอะโรมาติก (aromatic substitution) ซึ่งจะมีก๊าซไฮโดรเจนโบรไมด์เกิดขึ้นด้วย แต่การจะสังเกตก๊าซดังกล่าวอาจทำได้ยากเพราะ ไฮโดรเจนโบรไมด์ละลายน้ำได้ดีมาก ดังนั้นถ้าเกิดการฟอกสีโบรมีนก็ถือว่าเกิดปฏิกิริยา ดังกล่าวแล้ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับฟีนิลได้แก่



ฟีนิลทำปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน จะเกิดการแทนที่ไฮโดรเจนในวงเบนซีนที่ตำแหน่งออร์โธและพารา ให้สารผลิตภัณฑ์เป็นตะกอนสีขาวของ 2,4,6-Tribromophenol

นอกจากฟีนิลที่จะให้ผลเป็นบวก หรือฟอกสีโบรมีนแล้ว สารประกอบประเภทอื่น ก็อาจฟอกสีน้ำโบรมีนได้ด้วย เมื่อพบว่ามีสารฟอกสีและสารผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน (หรืออาจกล่าวได้ว่าสารผลิตภัณฑ์ละลายได้ในน้ำ) แสดงว่าสารที่ทดสอบอาจเป็นอะลิฟาติกเอมีน หรือ เอมีน ถ้ามีการฟอกสีและสารผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน(หรืออาจกล่าวได้ว่าสารผลิตภัณฑ์ละลายไม่ละลายในน้ำ) แสดงว่าสารที่ทดสอบอาจเป็นอะโรมาติก เอมีน อัลคีน หรือ อัลคีน ถ้าพบว่าการฟอกสีเกิดขึ้นมาก สารที่ทดสอบอาจเป็นอัลดีไฮด์ หรือ คีโตน

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทดสอบนี้ได้แก่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

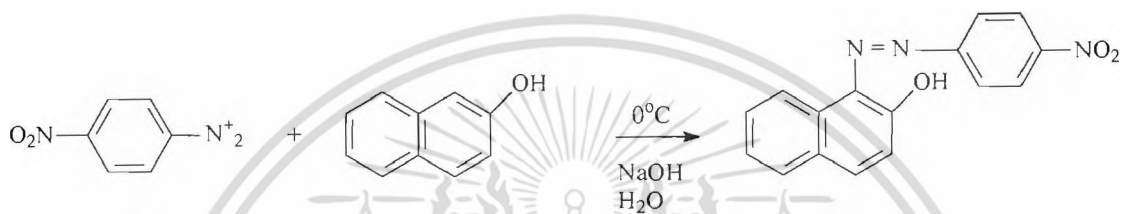
6. ปฏิกิริยาเกิดเป็นสารสีแดง(Azo dye)

Primary aromatic amine ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกได้เกลือไดอะโซเนียมที่เรียกว่า benzenediazonium chloride และ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า diazotization

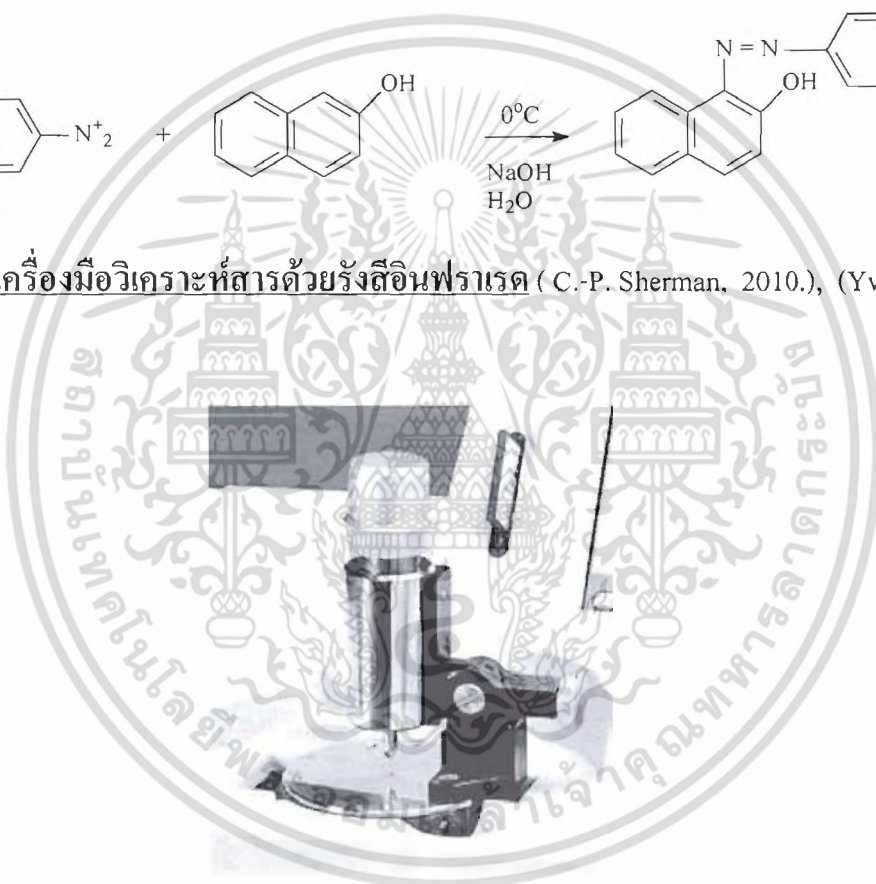


benzenediazonium chloride

Benzenediazonium chloride สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบอะโรมาติกได้ สารประกอบเอโซ (azo compound) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ปฏิกิริยาคู่ควบ (coupling reaction) ได้สารประกอบเอโซที่มีสีส้มหรือแดง ชื่อว่า para red



2.4 FT-IR เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (C.-P. Sherman, 2010.), (Yves, 2006)



รูปที่ 2.5 เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด

ย่านของรังสีอินฟราเรดอยู่ระหว่างย่านวิซิเบิล และย่านไมโครเวฟในสเปกตรัมรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วง 4000-12800 cm^{-1} แต่ย่านอินฟราเรดปกติ คือ ช่วง 667-4000 cm^{-1} ได้รับความสนใจจากนักเคมีอินทรีย์มากที่สุด เพราะจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสั่นของพันธะซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการหาสูตร โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตำแหน่งของแถบในอินฟราเรดสเปกตรัมอาจแสดงเป็นความยาวคลื่นหรือที่นิยมแสดงเป็นจำนวนคลื่น เนื่องจากจำนวนคลื่นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ จึงมักเรียกจำนวนคลื่นเป็นความถี่ในหน่วยซม.¹ ความเข้มของแถบจะแสดงเป็น Transmittance (T) หรือ Absorbance (A) อะตอมที่อยู่ในโมเลกุลมิได้อยู่นิ่งแต่จะมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา การสั่นของโมเลกุลแบบพื้นฐาน มีอยู่ 2 แบบ คือ

1. การสั่นแบบยืด (stretching) ได้แก่ การสั่นของอะตอม 2 อะตอมใดๆ ไปตามแกนพันธะที่เชื่อมระหว่างอะตอมทั้งสอง ซึ่งทำให้ระยะห่างระหว่างอะตอมเพิ่มขึ้นหรือลดลง
2. การสั่นแบบงอ (bending หรือ deformation) ได้แก่ การสั่นของอะตอมซึ่งมีผลซึ่งมีผลทำให้ตำแหน่งของอะตอมเปลี่ยนแปลงไปจากแกนของพันธะเดิม ตัวอย่างเช่น การบิด (twisting) การโยก (rocking)

เมื่อโมเลกุลดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความถี่ตรงกับความถี่ของการสั่นของพันธะในโมเลกุล amplitude ของการสั่นจะเพิ่มขึ้น นั่นหมายความว่า โมเลกุลอยู่ในภาวะเร้า (excited state) และเมื่อโมเลกุลจากภาวะเร้ากลับคืนสู่ภาวะปกติ (ground state) พลังงานที่ถูกดูดจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปความร้อน ในบรรดาการสั่นที่เกิดขึ้นทั้งหมด เฉพาะการสั่นที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง dipole moment ในโมเลกุลเท่านั้นจึงจะทำให้เกิดการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดได้ เป็นหนึ่งในเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และพันธะเคมีในโมเลกุล

Infrared (IR) Spectroscopy เป็นหนึ่งในเทคนิค Spectroscopic ทั่วๆ ไปที่ใช้ในทางเคมีอินทรีย์และ เคมีอนินทรีย์ โดยทำการตรวจวัดการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของตัวอย่างที่มีความถี่ต่างๆ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละพันธะ

Fourier Transform Infrared Spectroscopy

Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy มีประโยชน์มากสำหรับการจำแนกประเภทของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เพื่อใช้ในงานที่ต้องการความรวดเร็วและความไวสูง

ส่วนประกอบ

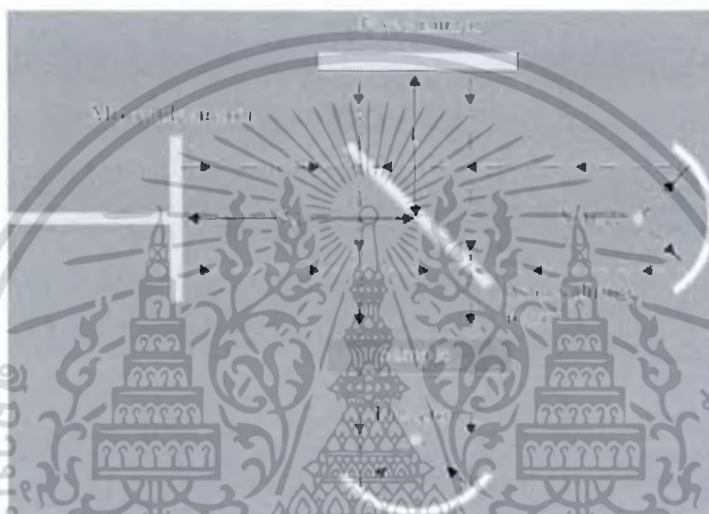
ในระบบ FTIR มีส่วนประกอบหลักด้วยกัน 3 ส่วน คือ แหล่งกำเนิดรังสี Interferometer และเครื่องตรวจวัด

แหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรด คือ Globar หรือ Nernst filament ซึ่งเผาให้ร้อนด้วยไฟฟ้าถึง 1000-1800 องศาเซลเซียส Globar เป็นท่อนเซรามิกทำจาก silicon carbide ส่วน Nernst filament เป็นออกไซด์ผสมของ zirconium, thorium และ cerium

ตัวแยกรังสีของ FTIR จะเป็น Interferometer โดย Interferometer จะแยกลำรังสีออก ทำให้เกิด Path difference ระหว่างลำแสง แล้วทำการรวมสัญญาณการแทรกสอดซึ่งเป็นฟังก์ชันกับ Path ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลง **120352** อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

difference โดยเครื่องตรวจวัด

เครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้มากที่สุดสำหรับ FTIR คือ Deuterated Triglycine Sulfate (DTGS) และ Mercury Cadmium Telluride (MCT) DTGS เป็นเครื่องตรวจวัดประเภท Pyroelectric ที่สามารถส่งสัญญาณการตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว เพราะอุปกรณ์ตัวนี้ทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ สำหรับ MCT เป็นเครื่องตรวจวัดโฟตอนซึ่งขึ้นกับ quantum nature ของรังสี และให้ผลการตอบสนองที่รวดเร็วมาก ขณะที่ DTGS ทำงานที่อุณหภูมิห้อง แต่ที่อุณหภูมิของไนโตรเจนเหลว (77 เคลวิน) MCT จะทำงานได้ดี โดยทั่วไป MCT จะเร็วกว่าและมีความไวมากกว่า DTGS



รูปที่ 2.6 แผนผังแสดงส่วนประกอบของ Fourier Transform Infrared Spectrometer

การทำงาน

รังสีอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดจะถูกฉายไปยัง Interferometer ซึ่งตัวที่นิยมใช้ คือ Michelson Interferometer ซึ่งประกอบด้วยกระจกที่สามารถเคลื่อนที่ได้ กระจกที่ตรึงอยู่กับที่ โดยทั้งสองตั้งฉากซึ่งกันและกัน และตัวแยกแสงซึ่งเป็นอุปกรณ์กึ่งสะท้อนแสง โดยส่วนใหญ่ทำมาจากการนำฟิล์มบางของเจอร์มาเนียมวางลงบน KBr

ที่ตัวแยกแสง ลำรังสีครึ่งหนึ่งจะทะลุผ่านไปยังกระจกที่ตรึงอยู่กับที่ และอีกครั้งหนึ่งจะสะท้อนไปยังกระจกที่สามารถเคลื่อนที่ได้ หลังจากนั้นลำรังสีก็จะสะท้อนจากกระจกกลับมา รวมกันที่ตัวแยกแสง เกิดการแทรกสอดขึ้น หลังจากนั้นลำรังสีก็จะผ่านไปยังตัวอย่าง และในที่สุดก็จะตกลงบนเครื่องตรวจวัด

Path difference ระหว่างลำรังสีที่ถูกแยกออกเกิดขึ้นจากระยะทางสัมพัทธ์ระหว่างกระจกทั้งสอง ถ้าแขนยึดกระจกทั้งสองข้างของ Interferometer ยาวเท่ากัน ลำรังสีทั้งสองก็จะเดินทางด้วย

ระยะทางที่เท่ากัน มีเฟสตรงกัน ทำให้สัญญาณที่ไปถึงเครื่องตรวจวัดมีค่ามากที่สุด เมื่อกระจกเอกลำรังสีเป็นเอกลำรังสีสองส่วนไว้สำหรับการเชิง นเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่เป็นระยะทาง $\lambda/4$ ระยะทางเดินของรังสีจะเปลี่ยนเป็น $\lambda/2$ รังสีทั้งสองมีเฟสต่างกัน 180 องศา การแทรกสอดจะอยู่ในตำแหน่งหักล้าง เมื่อเคลื่อนกระจกเป็นระยะทางอีก $\lambda/4$ ระยะทางเดินของรังสีจะเปลี่ยนเป็น λ รังสีทั้งสองถ้าจะกลับมามีเฟสตรงกัน

เมื่อกระจกเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ความเข้มของสัญญาณที่เครื่องตรวจวัดวัดได้จะมีลักษณะของ Interferogram เป็นรูปคลื่น sine โดยกราฟจะพล็อตระหว่างการตอบสนองที่เครื่องตรวจวัดบันทึกได้และเวลาที่กระจกมีการเคลื่อนที่ ถ้าตัวอย่างเกิดการดูดกลืนรังสีที่ค่าความถี่นี้ ขนาดของแอมพลิจูดจะลดลงโดยสัมพันธ์กับปริมาณของตัวอย่าง หลังจากนั้นใช้ Fourier Transform ซึ่งเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในการแปลงผลที่ได้ (ขึ้นกับเวลา) ให้กลายเป็นค่าความเข้มกับความถี่

การเตรียมตัวอย่าง (แม้น และ อมร, 2539)

การเตรียมตัวสารตัวอย่างเพื่อใช้บันทึกอินฟราเรดสเปกตรัมมีหลายวิธีขึ้นกับสถานะของสารตัวอย่างและความเหมาะสม

ก. สารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง การอัดตัวอย่างเหมาะสมสำหรับตัวอย่างของแข็งที่หลอมเหลวหรือละลายได้ยาก มีวิธีเตรียมได้ 3 วิธี

1. บดสารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง 2-5 มิลลิกรัม ให้ละเอียดผสมกับ Mulling agent 1 หยด (Mulling agent ที่ใช้อาจจะเป็น Nujol ซึ่งเป็นสารผสมของ Paraffin hydrocarbons เหลวมีน้ำหนักโมเลกุลสูงและชั้นหนืด Nujol มีแถบความเข้มสูงปรากฏในช่วงเดียวกับแถบของการยืด C-H คือ ช่วง 2800-3000 cm^{-1} ซึ่งอาจจะบดบังแถบ C-H ได้ ดังนั้นถ้าต้องการดูแถบในช่วงนี้อาจใช้ Hexachloro-1,3-butadiene หรือ Fluorolube ซึ่งเป็น polymer halogenated ด้วย F และ Cl แทน) สารผสมระหว่างสารตัวอย่างและ Nujol ซึ่งผสมจนเข้ากันเรียกว่า Mull นำไปทาบนแผ่น Sodium chloride ทั้งสองให้แนบสนิทกันและให้สารตัวอย่างกระจายออกเป็นฟิล์มบางระหว่างแผ่น Sodium chloride แผ่น Sodium chloride มีลักษณะกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 มม. และหนาประมาณ 5 มม. (แก้วและควอตซ์ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเกือบตลอดทั้งช่วงที่วัดจึงใช้เป็นปริซึมและหน้าต่างเซลล์ไม่ได้)

2. บดสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งปริมาณเล็กน้อย (0.5-1.0 มิลลิกรัม) ผสมกับผงโพแทสเซียมโบรไมด์แห้ง หรือ alkali halide ชนิดอื่นๆ ประมาณ 100 มิลลิกรัม สารผสมจะถูกทำให้แห้งสนิทโดยใช้เครื่องอัดพิเศษอัดภายใต้ความดันสูง (10,000-15,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว) ออกมาเป็นแผ่นรูปจานซึ่งบางและโปร่งใสมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 มม. และหนาประมาณ 1-2 มม. โพแทสเซียมโบรไมด์ไม่ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในช่วง 667-4000 cm^{-1} จึงให้อินฟราเรดสเปกตรัมที่ดีกว่าวิธีแรก แต่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการที่ผงโพแทสเซียมโบรไมด์ ดูดความชื้นในอากาศได้ง่ายจึงอาจพบแถบปรากฏใกล้ 3448 cm^{-1} และ 1639 cm^{-1} อันเนื่องมาจากความชื้นนี้

3. สารตัวอย่างที่เป็นของแข็งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ สามารถจะหลอมบนแผ่น Sodium chloride แอและบันทึกสเปกตรัม โดยทำให้อยู่ในรูปของฟิล์มของแข็ง (Solid film) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. สารตัวอย่างที่เป็นของเหลว

สารตัวอย่างที่เป็นของเหลวบริสุทธิ์ และสารละลายของของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซอาจใช้ในการหาอินฟราเรดสเปกตรัมได้ สารตัวอย่างที่เป็นของเหลวมักนิยมทำให้อยู่ในรูปของเหลวบริสุทธิ์เพื่อขจัดแถบดูดกลืนรังสีของตัวทำละลาย ซึ่งอาจมีผลต่อการวินิจฉัยสเปกตรัม แม้ว่าการทำเป็นสารละลายจะช่วยขจัด Intermolecular interaction ซึ่งเกิดในของเหลวบริสุทธิ์ก็ตาม การทำเป็นสารละลายอาจจำเป็น ในกรณีที่ของเหลวที่มีความเข้มข้นมากเกินไป การเตรียมสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวอาจทำได้ 2 วิธี คือ

1. หยดของเหลวบริสุทธิ์ 1 หยด บนแผ่น Sodium chloride วางทับด้วยแผ่น Sodium chloride แผ่นที่สอง ของเหลวที่กระจายออกเป็นฟิล์มบาง นำไปใส่ที่ยึดแล้ววางบนเส้นทางผ่านของรังสีอินฟราเรดในเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2. ละลายสารประกอบในตัวทำละลายที่เหมาะสมให้ได้สารละลายเข้มข้น 1-5 % ใส่สารละลายนี้ในเซลล์ที่ปิดสนิทหน้าต่างทำด้วย Sodium chloride หน้า 0.1 มม.-1 ซม. ส่วนอีกเซลล์หนึ่งจะใส่เฉพาะตัวทำละลายบริสุทธิ์

ตัวทำละลายที่เลือกจะต้องแห้งและโปร่งใส(ไม่ดูดกลืนรังสีอินฟราเรด) ในช่วงที่วัดตัวทำละลายที่นิยมใช้ คือ Carbon tetrachloride, Carbon disulfide, chloroform ส่วนน้ำไม่นิยมใช้เป็นตัวทำละลายเนื่องจากดูดกลืนรังสีอินฟราเรดมากในหลายช่วงของอินฟราเรดสเปกตรัม นอกจากนี้ยังละลายหน้าต่างเซลล์ซึ่งทำด้วย Sodium chloride หากจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย หน้าต่างเซลล์จะต้องทำจากเกลือที่ไม่ละลายน้ำ เช่น Silver chloride ซึ่งโปร่งใสต่อรังสีอินฟราเรด

3. สารตัวอย่างที่เป็นก๊าซ

การหาอินฟราเรดสเปกตรัมของก๊าซหรือของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำ ทำได้โดยการปล่อยสารตัวอย่างเหล่านี้ให้ขยายตัวเข้าไปในเซลล์ที่เป็นสุญญากาศ เพื่อจุดประสงค์ดังกล่าวนี้ จึงมีการผลิตเซลล์ที่มีระยะทางที่รังสีผ่าน ตั้งแต่ 2-3 เซนติเมตรจนถึงหลายเมตรพื้นที่ใส่สารตัวอย่างไม่เพียงพอที่จะจุเซลล์ที่มีระยะทางที่รังสีผ่านยาวมากได้ อย่างไรก็ตามสามารถที่จะทำเซลล์ที่มีขนาดกะทัดรัดได้ โดยทำให้ด้านในของเซลล์สามารถสะท้อนแสงได้โดยวิธีนี้ถ้ารังสีจะวิ่งสะท้อนผ่านเซลล์หลายๆครั้งก่อนไหลออกจากเซลล์

การวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัม (รัชนี. 2532)

ในการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของสาร unknown จะมุ่งความสนใจต่อแถบดูดกลืนรังสีของหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญๆ เช่น C=O, O-H, N-H, C-O, C=C และ NO₂ ซึ่งจะช่วยให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสาร ได้ทันที และตัดสินใจได้ว่าสาร unknown นั้น เป็นสารประกอบประเภทใด ลำดับขั้นตอนต่อไปนี้เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของสาร โดยการพิจารณาตามลำดับความสำคัญของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ ใน โมเลกุลของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีหมู่คาร์บอนิลอยู่หรือไม่ หมู่ $C=O$ มีแถบดูดกลืนรังสีที่มีความเข้มสูงในช่วง 1660-1820 cm^{-1} แถบดังกล่าวนี้มักจะมีค่าสูงสุดในสเปกตรัมและมีความกว้างปานกลาง
- ถ้ามีหมู่ $C=O$ ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันนัลของสารประกอบต่อไป (ถ้าไม่มีหมู่ $C=O$ ให้ข้ามไปข้อ 3)
 - กรดคาร์บอกซิลิก มีหมู่ $O-H$ ซึ่งให้แถบกว้างใกล้ 2400-3400 cm^{-1} (มักจะเกี่ยวกับแถบของการยืด $C-H$)
 - เอมีด มีหมู่ $N-H$ ซึ่งให้แถบที่มีความเข้มปานกลางใกล้ 3500 cm^{-1} 1°เอมีดจะให้สองแถบ ส่วน 2°เอมีดให้เพียงแถบเดียว
 - เอสเทอร์ มีหมู่ $C-O$ ซึ่งให้แถบที่มีความเข้มสูงใกล้ 1000-1300 cm^{-1}
 - แอนไฮไดรด์ มีแถบของการยืด $C=O$ 2 แถบ ใกล้ 1760 cm^{-1} และ 1810 cm^{-1}
 - อัลดีไฮด์ มีแถบของการยืด $C-H$ ของหมู่อัลดีไฮด์อยู่ใกล้ 2750 cm^{-1} และ 2850 cm^{-1} เป็นแถบที่มีความเข้มต่ำอยู่ทางขวามือของแถบการยืด $C-H$
 - คีโตน ถ้าไม่เป็นสารประกอบคาร์บอนิลที่กล่าวมาแล้วข้างต้นก็น่าจะเป็นคีโตน
- ถ้าไม่มีหมู่ $C=O$ ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันนัลในสารประกอบประเภทอื่น
 - แอลกอฮอล์ แถบของการยืด $O-H$ เป็นแถบกว้างอยู่ที่ประมาณ 3300-3600 cm^{-1} และยืนยันด้วยแถบของการยืด $C-O$ ใกล้ 1000-1300 cm^{-1}
 - เอมีน แถบของการยืด $N-H$ มีความเข้มปานกลางใกล้ 3500 cm^{-1}
 - อีเทอร์ แถบของการยืด $C-O$ เป็นแถบที่มีความเข้มสูงใกล้ 1000-1300 cm^{-1} (ไม่มีแถบของการยืด $O-H$)
- พันธะคู่และ/หรือ วงแหวนอะโรมาติก
 - แถบของการยืด $C=C$ เป็นแถบที่มีความเข้มต่ำใกล้ 1650 cm^{-1}
 - แถบของการยืด $C\equiv C$ ที่มีความเข้มตั้งแต่ปานกลางถึงความเข้มสูงในช่วง 1450-1600 cm^{-1} บ่งชี้ว่ามีวงแหวนอะโรมาติกอยู่
 - ยืนยันด้วยแถบของการยืด $C-H$ ของอะโรมาติกและไวเนลซึ่งเกิดในช่วง 3000-3100 cm^{-1}
- พันธะสาม
 - แถบของการยืด $C\equiv C$ เป็นแถบที่มีความเข้มต่ำ แต่แหลมคมใกล้ 2150 cm^{-1}
 - แถบของการยืด $C\equiv N$ เป็นแถบที่มีความเข้มปานกลางและแหลมคมใกล้ 2250 cm^{-1}
 - แถบของการยืด $C-H$ ของอะเซทิลีนใกล้ 3300 cm^{-1}
- หมู่ไนโตร มีแถบที่มีความเข้มสูง 2 แถบที่ 1500-1600 cm^{-1} และ 1300-1390 cm^{-1}
- ไฮโดรคาร์บอน ไม่มีแถบที่กล่าวมาข้างต้นเลย แถบดูดกลืนรังสีอยู่ใกล้ 3000 cm^{-1} ให้สเปกตรัมที่มีแถบค่อนข้างน้อย ยังมีแถบของการงอ $C-H$ ใกล้ 1375 cm^{-1} และ 1450 cm^{-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

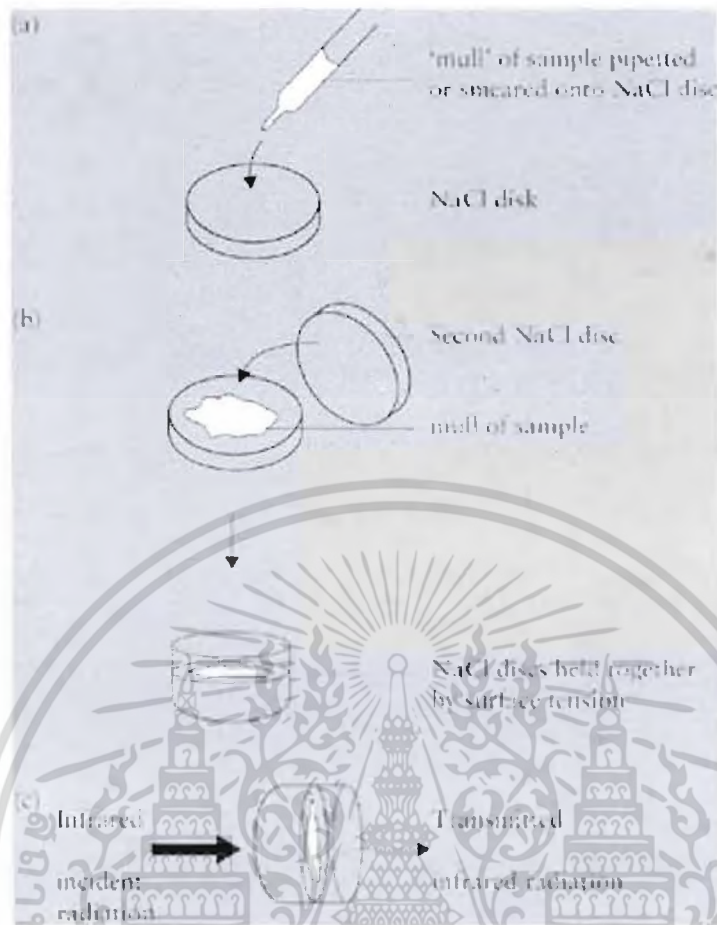


รูปที่ 2.7 Michelson Interrometer



รูปที่ 2.8 เซลล์สำหรับใส่ของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเตรียมตัวอย่างโดยใช้แผ่นเกลือ

2.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์ โดยทั่วไปมีคุณสมบัติมีอัตราการระเหยสูง มีความไวไฟ มีกลิ่น หากมีการปล่อย สารดังกล่าวออกก่อนที่จะมีการกำจัด หรือบำบัดออกสู่สิ่งแวดล้อม อาจทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และ สิ่งแวดล้อม จึงมีผู้เสนอแนวทางในการบำบัดของเสียที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ ดังกล่าวต่อไปนี้

ต่อตระกูล วัฒนวรจิกุล(2002) ได้เสนอแนวทางการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำด้วยถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด โดยพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ และเวลาสัมผัสต่อการทำงานของระบบต้นแบบ โดยใช้น้ำ ที่ผ่านการกรองด้วยถังกรองทราย เป็นน้ำเข้าระบบในการศึกษาเลือกถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสม ในการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำพบว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิต ในประเทศไทยรุ่น CGC-11 เหมาะสมที่จะใช้งานมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตใน ต่างประเทศรุ่น BG816 เพราะว่าค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำต่ำกว่า ในขณะที่ประสิทธิภาพ การกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำแตกต่างกันเล็กน้อย จากการศึกษาถึงเวลาสัมผัสที่เหมาะสมพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ ละลายน้ำที่เอเวลาสัมผัส 20 นาทีไม่แตกต่างจาก 30 นาที เพราะว่าเวลาสัมผัส 20 นาทีเพียงพอ ที่จะทำให้กลไกในการดูดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดผิวของถ่านกัมมันต์เกิดได้ และเมื่อพิจารณาในด้านค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำ ที่เวลาสัมผัส 20 นาทีมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่ำกว่า จากการเดินระบบพบว่าสามารถลดความต้องการคลอรีน ในการฆ่าเชื้อโรคได้ประมาณ ร้อยละ 25 ของความต้องการคลอรีนก่อนที่จะกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อ คลอรีนในกระบวนการฆ่าเชื้อโรค และยังสามารถลดปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนที่เกิดขึ้นได้สูงสุดประมาณร้อยละ 65 เพราะว่าระบบกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นสารตั้งต้นของการเกิดสาร ไตรฮาโลมีเทน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไตรฮาโลมีเทน สารอินทรีย์ละลายน้ำพบว่าค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ สามารถใช้ปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำ ในการตรวจสอบติดตามปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนได้

D.Mantzavinos (2003) ได้ศึกษาการกำจัดของสารอนุพันธ์ของกรดเบนโซอิก ได้แก่ 4-Hydroxybenzoic acid, gallic and vanillic acids โดยใช้ H_2O_2 / Cu^{2+} ที่อุณหภูมิ 25-80 °C ความเข้มข้นของ H_2O_2 0.22-9.3 g/l , ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 6-300 mg/l และ ช่วงค่า pH 1.7-10 ภายใต้สภาวะดังกล่าว อัตราการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน(TOC) เพิ่มขึ้นแปรผันตาม อุณหภูมิ ความเข้มข้นของ H_2O_2 และ ตัวเร่งปฏิกิริยา สภาวะความเป็นกรดในช่วง pH 3-7 มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่าการใช้ H_2O_2 / Cu^{2+} สามารถกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน(TOC) ได้ 85% โดยใช้เวลา 120 นาที ที่อุณหภูมิ 60°C และเกือบ 100 % โดยใช้เวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 80°C ซึ่งพบว่าการใช้ H_2O_2 / Cu^{2+} มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ H_2O_2 / Fe^{2+}

Tadahiro Ohshima *et.al.* (2005) ได้ศึกษาการใช้เยื่อเลือกผ่านของโพลีเมอร์ Dimethylsiloxane ซึ่งได้จากกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชันของ Polydimethylsiloxane dimethylmethacrylate (PDMS/DMA) และ divinyl perfluoro-n-hexane(DVF) เพื่อใช้ในการกำจัดสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถระเหยได้ในน้ำ ซึ่งพบว่าเยื่อเลือกผ่านดังกล่าวมีความจำเพาะสูง ในการกำจัดเบนซีนออกจากสารละลายเจือจาง 0.05% ของเบนซีน

Young-Bo Lin *et.al.* (2005) ได้ศึกษาการกำจัดสารประกอบอินทรีย์โดยใช้การดูดซับ ของเจลอัลจิเนต กับแอคติเวตเตดคาร์บอน(AC-AG)ซึ่ง AC-AG เตรียมในสารละลาย $CaCl_2$ ทำให้เม็ดเจลอัลจิเนตกับแอคติเวตเตดคาร์บอน(AC-AG)จะมีความเป็นประจุบวกค่อนข้างสูง ทำให้สามารถดูดซับกับสารอินทรีย์ ที่มีความเป็นประจุลบ และมีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างต่ำได้อย่างดี อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้จะมีปัญหา กับสารอินทรีย์ที่มีความเป็นกรดสูง และ น้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง ซึ่งพบว่าไม่สามารถดูดซับด้วยเจลอัลจิเนต กับแอคติเวตเตดคาร์บอน(AC-AG)ได้

วัชรินทร์ เวชตง (2005) ได้ศึกษาแนวทางการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ด้วยการสร้างตะกอน โดยใช้สารส้มร่วมกับ Polyacrylamide และ Polyaluminum chloride (PAC) ร่วมกับ polyacrylamide เพื่อลดปัญหาการเสื่อมสภาพของเรซินประจุลบ อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของ TOC ในกระบวนการผลิตน้ำบริสุทธิ์ และ เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนของ TOC ในระบบผลิตน้ำประปา โดยการศึกษาแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ในขั้นแรกทำการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารตกตะกอน และสารช่วยตกตะกอน ไม่ว่าจะเป็นใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละชนิดด้วยการทำ jar test ในห้องปฏิบัติการ จากนั้นทำการทดลองใช้งานจริงในระบบผลิตน้ำใส ของ โรงไฟฟ้าวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสม ในการกำจัด TOC โดยการสร้างตะกอนจากการทำ jar test คือ สารส้ม 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ polyacrylamide 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัด TOC ได้ 32.75 % และ PAC 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ polyacrylamide 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัด TOC ได้ 27.38 %ตามลำดับ

อัครวิรินทร์ พุ่มไพศาลชัย (2005) ได้ศึกษาแนวทางการกำจัดสารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำและไม่ชอบน้ำของ สารอินทรีย์ละลายน้ำในรูปสารอินทรีย์คาร์บอนละลายน้ำ (Dissolved organic carbon, DOC) และการลด Trihalomethane formation potential (THMFP) ของสารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ โดย กระบวนการ โคแอกกูเลชันที่ใช้สารส้ม ทำการศึกษาน้ำตัวอย่างจากอ่างเก็บน้ำแม่เหียะ ในจังหวัดเชียงใหม่ และเขื่อนภูมิพล ในจังหวัดตาก สารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำและไม่ชอบน้ำถูกแยกแพรกชัน โดยใช้เรซินชนิด DAX-8 ผลการทดลองของกระบวนการ โคแอกกูเลชันที่ใช้สารส้มที่สภาวะที่เหมาะสม พบว่าสามารถกำจัด DOC จากอ่างเก็บน้ำแม่เหียะได้เท่ากับ 44 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ปริมาณสารส้มเท่ากับ 40 mg/L และควบคุมค่า พีเอชเท่ากับ 6.0 เมื่อใช้ปริมาณสารส้มเท่ากับ 60 mg/L และควบคุมค่าพีเอชเท่ากับ 5.5 สามารถกำจัด DOC ของน้ำจากเขื่อนภูมิพลได้เท่ากับ 44 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองของกระบวนการ โคแอกกูเลชัน ที่ใช้ สารส้มที่สภาวะที่เหมาะสมพบว่าสามารถกำจัดสารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำและ THMFP ที่เกิดจาก สารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำได้มากกว่าสารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำและ THMFP ที่เกิดจากสารอินทรีย์ชนิด ชอบน้ำ และกำจัด DOC ของสารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่เหียะและเขื่อนภูมิพลได้เท่ากับ 27 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับและสามารถกำจัดสารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่เหียะได้ เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์และกำจัดสารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำจากเขื่อนภูมิพลได้เท่ากับ 51 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการ โคแอกกูเลชันที่สภาวะที่เหมาะสมสามารถลด THMFP ที่เกิดจากสารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำจาก อ่างเก็บน้ำแม่เหียะได้เท่ากับ 35 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลด THMFP ที่เกิดจากสารอินทรีย์ชนิดชอบน้ำจาก เขื่อนภูมิพลได้เท่ากับ 33 เปอร์เซ็นต์ และลด THMFP ที่เกิดจากสารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำจากอ่างเก็บน้ำ แม่เหียะและเขื่อนภูมิพลได้เท่ากับ 55 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการประยุกต์ใช้ Fluorescent excitation- emission matrix (FEEM) เพื่อหาค่า DOC และ THMFP ของทั้งสองแหล่งน้ำ พบว่าความเข้ม แสงฟลูออเรสเซนซ์ที่มีค่าสูงอย่างชัดเจนที่ตำแหน่ง 330 nm/400nm (excitation wavelength/emission wavelength) และพื้นที่ใต้กราฟของ fluorescent excitation spectrum ที่ 330 nm สามารถประยุกต์ใช้ในการ หาค่า DOC และ THMFP ได้เป็นอย่างดี โดยมีค่า R มากกว่า 0.9 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในระดับดี

เพิ่มพงษ์ ณ.ลำพูน (2007) ได้ศึกษาแนวทางการกำจัดทีโอซีในน้ำเสียอุตสาหกรรมย้อมผ้าด้วย กระบวนการ โคแอกกูเลชันร่วมกับกระบวนการดูดซับในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำเสียที่ย้อมรวมจาก อุตสาหกรรมย้อมผ้า เป็นน้ำเสียตัวอย่าง โดยทำการทดลองแบบ Jar Test โดยใช้สาร โคแอกกูแลนท์ 3 ชนิด คือ สารส้ม เพอร์ริคคลอไรด์ และ เพอร์สซัลเฟต และ การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ โดยใช้ตัวกลาง 2 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์บิทมินัส(F300) และถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว (C1000) พบว่าน้ำเสียที่ย้อมรวมที่ ไม่ผ่านการย้อมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้ในการทดลองนี้มีค่าที่ไอซีเริ่มต้น เท่ากับ 420 มก./ล. กระบวนการ โครแมทอกูแลชั่น โดยใช้สารส้ม สามารถกำจัดที่ไอซีได้ดีที่สุด โดยปริมาณสารส้มที่เหมาะสมคือ 200 มก./ล. ภายใต้สภาวะควบคุมค่าที่พีเอช เท่ากับ 5 มีประสิทธิภาพในการกำจัดที่ไอซี เท่ากับ 81.1% ในส่วนของการศึกษาการดูดซับโดย ถ่านกัมมันต์แบบไม่ต่อเนื่อง พบว่าค่าพีเอช และ ค่าที่ไอซีเริ่มต้นในน้ำเสียสี่ข้อมรวม ไม่มีผลต่อเวลาสัมผัส ที่จุดสมมูล โดยพบว่าเวลาสัมผัส ณ จุดสมมูล ของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด อยู่ที่ 2 ชั่วโมง ส่วนค่า ความสามารถในการดูดซับที่ไอซีมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยสมการของ Freundlich และสามารถกล่าวได้ว่าถ่านกัมมันต์ฟลูมินัส(F300)มีความสามารถในการดูดซับที่ไอซี มากกว่าถ่านกัมมันต์ กระดาษพร้าว (C1000) สำหรับการศึกษาดูดซับ โดยถ่านกัมมันต์แบบต่อเนื่อง พบว่าเมื่อผ่านน้ำเสียเข้า ถึงปฏิกิริยาที่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 4 ถึง พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสียสี่รวมจาก 2.0 ถึง 8.0 ลิตร /ชั่วโมง ค่าความสามารถ ในการดูดซับที่ไอซี และ ค่าEBTC มีค่า EBTC มีค่าลดลง และเมื่อนำข้อมูลที่ได้ มาคำนวณ โดยใช้สมการของ Bohart-Adams พบว่าความยาว MTZ มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหล มีค่า เพิ่มขึ้น และ ถ่านกัมมันต์ F300 มีความสามารถในการดูดซับที่ไอซีสูงกว่าถ่านกัมมันต์ C1000 โดยมีค่า เท่ากับ 36.63 และ 8.58 มิลลิกรัม/กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ C1000 ตามลำดับ

YANG Chunping *et al.* (2008) ได้ศึกษาการ กำจัดสารประกอบของสารอินทรีย์ที่มีอัตราการระเหย สูง โดยการใช้เทคโนโลยี rotating drum biofilter ซึ่งเป็นเทคนิค การใช้จุลินทรีย์เป็นกระบวนการ ทางชีวภาพ เพื่อบำบัดน้ำเสีย จับสารเคมีที่เป็นอันตรายส่งกลิ่น สร้างมลพิษทางอากาศ โดยใช้ Ethyl ether เป็นตัวแทน ของสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยง่าย ในการทดลอง เวลา 30 วินาที ที่อัตราการหมุน rotating drum biofilter ที่ 1 รอบ/นาที อัตราการพาสารอินทรีย์เข้าสู่ rotating drum biofilter ที่ 32.1 64.2 128 และ 256 g / m³. h ซึ่ง พบว่า อัตราการกำจัด Ethyl ether ~ 99 % ที่อัตราการพา 128 g / m³. h แต่เมื่อเพิ่มอัตราการพา Ethyl ether 256 g / m³. h พบว่าอัตราการกำจัดของ Ethyl ether เหลือเพียง 43 % เท่านั้น

D.Ighigeanu *et al.* (2008) ได้ศึกษาเทคนิคสำหรับการกำจัดสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหย โดยใช้ เทคนิคผสมของลำอิเล็กตรอน เกิดพลาสมาไม่วร้อน (NTP) ไมโครเวฟเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับ NTP เรียกว่า "EB + MW-plasma catalysis" ตัวเร่งปฏิกิริยาจะถูกนำเสนอ ตัวเร่งปฏิกิริยาจะนำเข้าสู่เขตการฉาย รังสี คือ ลงในเครื่องไมโครเวฟ MW และ เครื่องปฏิกรณ์ลำอิเล็กตรอน

XU Jiao *et al.* (2009) ได้ศึกษาการกำจัดของเสียที่มาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของโทลูอีน ที่ประกอบ ด้วย Benzoic acid , Benzyl benzoate , Fluorenone, Diphenyl benzoic acid เป็นต้น โดยใช้เทคนิคการระเหย และการกลั่นแบบสูญญากาศ โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 260 °C ความดัน 16 kPa ทำให้เกิดการแยกกันของสาร ดังกล่าว โดยที่สารที่มีมวลโมเลกุลสูงๆอยู่กันภาชนะเมื่อให้อุณหภูมิที่ 270-290 °Cแก่สารดังกล่าว สารนั้น จะกลายเป็นเรซิน Coumarone ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด และ สารที่มีมวล โมเลกุลต่ำ ซึ่งมี ~63 % ของของ เสียจะเข้าสู่คอลัมน์หอกลั่นของการกลั่นแบบสูญญากาศ ซึ่ง Benzoic acid ที่มีความบริสุทธิ์ 98 % ออกมา ก่อน แล้ว Benzyl benzoate ตามออกมาซึ่งวิธีการดังกล่าวทำให้ไม่มีของเสียเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการบำบัดของเสียที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ กรดเบนโซอิก 4-ไนโตรอะนีน 2-เนพทอล และ เอทิลเอซิเตต เนื่องจากสารดังกล่าวมีคุณสมบัติที่สามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองหากสัมผัสถูกผิวหนัง ถ้าสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิด การระคายเคืองตาแดง เจ็บตาหากมีการหายใจเข้าไป ไอระเหยที่ความเข้มข้นสูงๆ จะทำให้ปวดศีรษะ มึนงง หมดสติ การได้รับ สารนี้ปริมาณมากอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต ถ้าทิ้งลงอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการอาจจะส่งผลกระทบต่อ ปัญหา มลพิษต่อแหล่งน้ำ และผิวดิน

งานวิจัยได้ใช้เทคนิคพื้นฐานทางเคมีโดยใช้เทคนิคการกลั่นแบบสูญญากาศ เพื่อแยกเอทิลเอซิเตต ออกจากของเสียทางเคมีที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ แล้วใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย กรด-เบส เพื่อแยกสารประกอบอินทรีย์ ในที่นี้ ได้แก่ กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีน ออกจากของเสียทางเคมีแล้วมีการทดสอบเอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี ร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์

3.1.1 สารเคมี

1. โพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr)

2. 6N HCl

นำกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 35 ความถ่วงจำเพาะ 1.18 จะมีความเข้มข้นเท่ากับ 11.3 นอร์มัล มาจำนวน 530.97 มิลลิลิตรแล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3. 10% สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (10% NaHCO₃)

ละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 10 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

4. สารละลาย 3 นอร์มัล กรดไฮโดรคลอริก (3N HCl)

นำกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 35 ความถ่วงจำเพาะ 1.18 จะมีความเข้มข้นเท่ากับ 11.3 นอร์มัล มาจำนวน 265.5 มิลลิลิตรแล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

5. สารละลาย 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5% NaOH)

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

6. สารละลาย 3N โซเดียมไฮดรอกไซด์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 120 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

7. สารละลาย 50% โซเดียมไฮดรอกไซด์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)

2. ชุดอุปกรณ์เครื่องกลั่นแบบสุญญากาศ

3. กรวยแยกขนาด 250 cm³

4. บีกเกอร์

5. กระจกตวง

6. ช้อนตักสาร

7. กระจกกรองเบอร์ 1

8. เครื่องชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.2.1 การแยกสารอินทรีย์ออกจากของเสียเคมี

1. รวบรวมและบันทึกปริมาณของของเสียเคมีจากการเรียนปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง การสกัด

2. นำของเสียทางเคมีจำนวน 250 มิลลิลิตร มาแยกน้ำออกจากตัวทำละลายอินทรีย์ โดยใช้กรวยแยกแยกชั้นน้ำออกจากชั้นเอทิลอะซิเตทโดยชั้นน้ำอยู่ด้านล่าง ส่วนชั้นเอทิลอะซิเตทอยู่บน แล้วนำของเสียที่แยกชั้นน้ำมาถนอมแบบสุญญากาศ เพื่อแยกเอทิลอะซิเตทออกจากของเสียเคมี วัดปริมาตรของเอทิลอะซิเตทที่กลั่นได้ นำของเสียทางเคมีที่เหลือมาทำการสกัดแยก

4-Nitroaniline ต่อไป

3. นำของเสียทางเคมีจากข้อ 2 สกัดสารละลายที่ได้ด้วย 6N HCl ครั้งละ 15 มิลลิลิตร 2 ครั้ง รวบรวมส่วนที่เป็นชั้นน้ำเข้าด้วยกันตาม เมื่อสกัดครบทั้ง 2 ครั้งแล้ว ให้รวมส่วนที่เป็นชั้นน้ำเข้าด้วยกันเป็นส่วนที่หนึ่ง

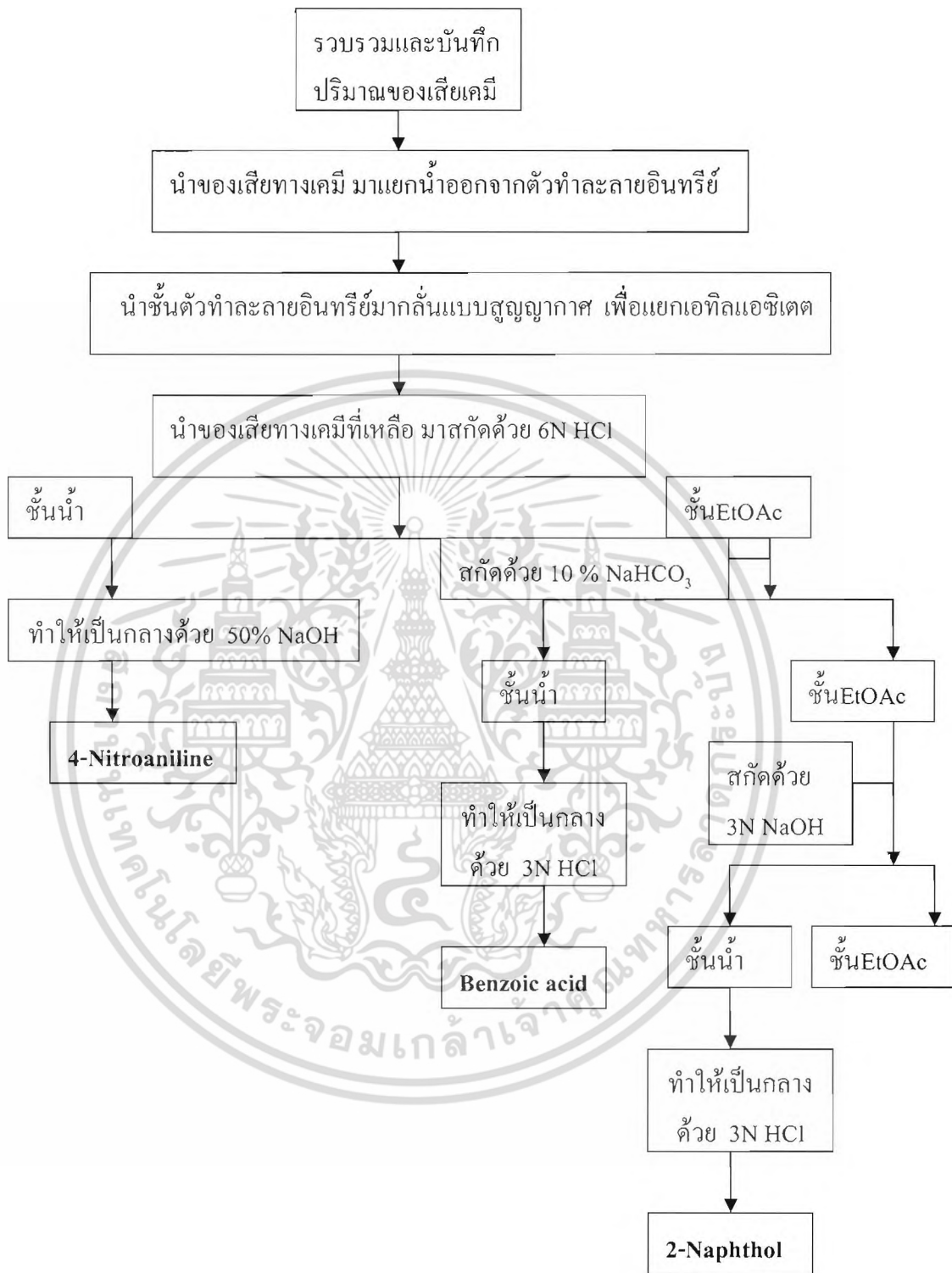
นำสารละลายที่เป็นชั้นอินทรีย์ไปสกัดด้วยสารละลาย 10% โซเดียมไบคาร์บอเนต (10% NaHCO₃) ครั้งละ 15 มิลลิลิตร 2 ครั้ง รวบรวมส่วนที่เป็นชั้นน้ำเข้าด้วยกันเป็นส่วนที่สอง

นำสารละลายที่เป็นชั้นอินทรีย์ไปสกัดด้วยสารละลาย 3N โซเดียมไฮดรอกไซด์ ครั้งละ 15 มิลลิลิตร 3 ครั้ง รวบรวมส่วนที่เป็นชั้นน้ำเข้าด้วยกัน เป็นส่วนที่สาม

นำสารที่เป็นชั้นน้ำส่วนที่ 1 ไปทำให้เป็นกลางด้วยสารละลาย 50% โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยแช่ภาชนะที่บรรจุสารละลายในอ่างน้ำแข็งเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นแล้วจึงค่อยๆเติมสารละลาย 50% โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จะสังเกตเห็นการตกตะกอน ตรวจสอบความเป็นกลางด้วยกระดาษลิตมัส กรองผลึกที่ได้ด้วยการกรองแบบลดความดัน ล้างตะกอนด้วยน้ำเย็น ปล่อยให้ตะกอนแห้ง (อบตะกอนประมาณ 15 นาที) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งและคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารที่ตกตะกอนได้ สารที่ได้ในขั้นตอนนี้คือ 4-Nitroaniline

นำส่วนที่เป็นชั้นน้ำส่วนที่ 2 และ 3 ไปทำให้เป็นกลางด้วยสารละลาย 3N กรดไฮโดรคลอริก โดยแช่ภาชนะที่บรรจุสารละลายในอ่างน้ำแข็งเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นแล้วจึงค่อยๆเติม 3N กรดไฮโดรคลอริกลงไป จะสังเกตเห็นการตกตะกอน ตรวจสอบความเป็นกลางด้วยกระดาษลิตมัส กรองผลึกที่ได้ด้วยการกรองแบบลดความดัน ล้างตะกอนด้วยน้ำเย็นปล่อยให้ตะกอนแห้ง (อบตะกอนประมาณ 15 นาที) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งและคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารที่ตกตะกอนได้ สารที่ได้ในขั้นตอนนี้คือ กรดเบนโซอิก และ 2-เนฟทอล ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการแยกสารอินทรีย์โดยใช้เทคนิคเคมีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

ก. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลอะซิเตตโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

วิธีทดสอบ

1. การทดสอบโดยใช้ไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์ (Hydroxamic Acid Test)

วิธีการทดสอบ

ก. **Blank Test** ละลายสารที่ต้องการทดสอบ (1 หยด หรือ 2-3 เกล็ด) ลงใน 95%เอทานอล 1 มล. หยดสารละลาย 5% เฟอร์ริกคลอไรด์ลงไป 1 หยด สังเกตสีที่เกิดขึ้น ถ้ามีสีส้มแดง น้ำเงิน หรือ ม่วงเกิดขึ้น ไม่ต้องทำการทดสอบข้อ ข. ต่อไป เพราะจะไม่เกิดประโยชน์เนื่องจากการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าสารที่ต้องการทดสอบสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับเฟอร์ริกคลอไรด์ได้เองอยู่แล้ว และสีที่ไ้ห้ยังใกล้เคียงกับสีในข้อ ข. อีกด้วย (การทดสอบในข้อ ก. ของสารประกอบประเภทนี้ควรจะให้สีเหลือง)

ข. การทดสอบหากรดไฮดรอกซามิกด้วย $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}/\text{FeCl}_3$ นำสารที่ต้องการทดสอบ (1 หยด หรือ ประมาณ 40 มก.) ผสมเข้ากับสารละลายไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.5 N ใน 95%เอทานอล 1 มล. และสารละลาย 6N โซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 0.2 มล. แล้วนำไปต้มให้เดือด ทำให้สารผสมเย็น เติมน้ำละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์ ลงไปจนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด ถ้าสารผสมที่ได้ขุ่นให้เติม 95%เอทานอล ลงไปอีกประมาณ 2 มล. จากนั้นหยดสารละลาย 5% เฟอร์ริกคลอไรด์ลงไป 1 หยด สังเกตสีที่เกิดขึ้น ไม่คงทน ให้ค่อยๆ เติมน้ำละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ลงไปเรื่อยๆ จนสีไม่หายไป เทียบสีที่เกิดขึ้นกับการทดสอบในข้อ ก. การทดสอบที่ให้ผลเป็นบวกจะเกิดเป็นสีแดงอ่อนหรือสีแดงม่วง

ใส่สารที่ได้จากการกลั่น 1 หยด ลงในหลอดทดลอง

เติม 1 ml. ของ 0.5 N $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl} / \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 1 ml + 0.2 ml. ของ 6N NaOH นำไปต้มให้เดือด แล้วทิ้งให้เย็น เติมน้ำ 1M HCl จนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด (ถ้าสารผสมที่ได้ขุ่นให้เติม 95% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 2 ml.) ค่อยๆ หยด 5% FeCl_3 จนสีไม่หายไป

ผลทดสอบที่ให้ผลเป็นบวก จะเกิดเป็นสีแดงอ่อนหรือสีแดงม่วงของ $(\text{CH}_3\text{CO-NHO})_3\text{Fe}$

เอกสารนี้เป็นเอกสาร **รูปที่ 3.2** การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลอะซิเตต โดยใช้ Hydroxamic Acid Test ซึ่งด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

1. การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นเบส

ละลายสารที่ต้องการที่ต้องการทดสอบ เดิมน้ำหนัก 5 มิลลิกรัม ปิดจุกแล้วเขย่าสังเกตผลการละลายแล้วทดสอบความเป็นเบสโดยใช้กระดาษลิตมัสสีแดง สังเกตและบันทึกผล

2. ปฏิกิริยาการทดสอบด้วยกรดไนตริก

ใส่ 4-Nitroaniline ลงในหลอดทดลองแล้วเติมสารละลาย 6N กรดไฮโดรคลอริก 3 มิลลิกรัม นำไปแช่น้ำแข็งทำให้สารละลายที่ได้นั้น โดยมีอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส

ใช้หลอดทดลองอีกหลอดหนึ่งละลาย NaNO_2 0.5 กรัม 2 มิลลิกรัม แล้วนำไปแช่น้ำแข็งจนมีอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส ค่อยๆ หยดสารละลาย NaNO_2 ที่เย็นนี้ลงในสารละลายหลอดแรกอย่างช้าๆ ที่ละหยดพร้อมทั้งคนตลอดเวลา เติมสารละลาย NaNO_2 ให้มากเพียงพอ (ทดสอบโดยหยดสารละลาย 1 หยดลงบน Starch-KI paper ถ้าเกิดสีม่วงน้ำเงินขึ้นแสดงว่าหยด NaNO_2 เพียงพอแล้ว) เก็บสารละลายที่ได้นี้ไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เพื่อจะนำไปทำปฏิกิริยาต่อไป สารละลายนี้คือสารละลายของเกลือไดอะโซเนียม

แบ่งสารละลายของเกลือไดอะโซเนียม ออกเป็น 2 ส่วน

3.1 ส่วนที่หนึ่ง นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อนสังเกตว่ามีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่

3.2 สารละลาย 2-Naphthol 0.1 กรัม ในสารละลาย 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 มิลลิกรัม ในหลอดทดลอง นำส่วนที่สองของสารละลายเกลือไดอะโซเนียม เติมลงไป สารละลายของ 2-Naphthol สังเกตดูผลที่เกิดขึ้น

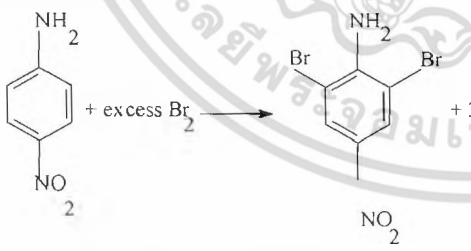
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline ด้วยปฏิกิริยาเกิด Azo dye

3. ปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน

ใส่ 4-Nitroaniline ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำ 3 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆ แล้วจึงค่อยๆเติมน้ำโบรมีนลงไปทีละหยด พร้อมทั้งเขย่าเติมน้ำโบรมีนให้มากเกินพอ (สังเกตสารละลายมีสีเหลือง) สังเกตดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



ก. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดาร์บอซิดิกโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

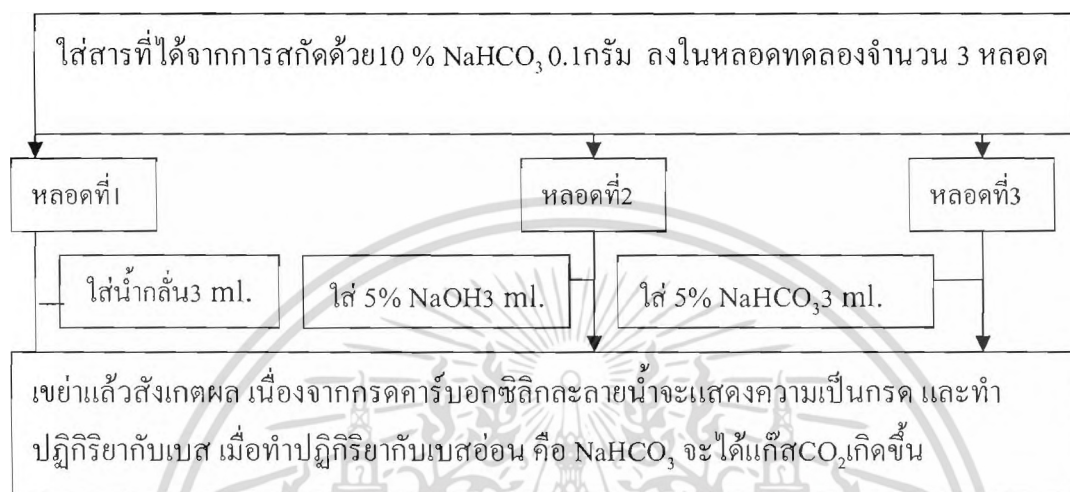
1. ปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรด

1.1 การละลายน้ำ ใส่กรดเบนโซอิก 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นลงในหลอดละ 3 มิลลิลิตร แล้วเขย่าสังเกตดูการละลายทดสอบสารละลายที่ได้ด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน

1.2 ปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ใส่กรดเบนโซอิก 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5% NaOH) ลงในหลอดละ 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วสังเกตดูผลที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ปฏิกริยากับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ใส่กรดเบนโซอิก 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย 5% โซเดียมไบคาร์บอเนต (5% NaHCO₃) ลงในหลอดละ 3 มิลลิลิตร เขย่าสังเกตดูมีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่



ภาพที่ 3.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ Benzoic acid โดยใช้ปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรด

ง. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-Naphthol โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

1. การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นกรด

การละลายน้ำ ใส่ 2-Naphthol 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นลงในหลอดละ 3 มิลลิลิตร แล้วเขย่าสังเกตดูการละลายทดสอบสารละลายที่ได้ด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน

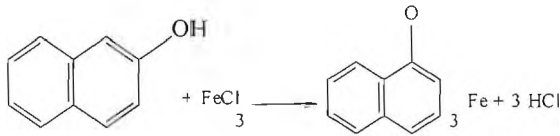
2. การทดสอบด้วยเฟอริกคลอไรด์และพิริดีน (Ferric Chloride-Pyridine Reagent)

ใส่คลอโรฟอร์ม 2 มล. ลงในหลอดทดลองที่สะอาดและแห้ง เติมสารที่ต้องการทดสอบ (30-50 มก. หรือ 4-5 หยด) ลงไป คนให้เข้ากัน ถ้าสารที่ต้องการทดสอบไม่ค่อยละลายให้เติมคลอโรฟอร์มลงไปอีกประมาณ 2-3 มล. แล้วนำไปอุ่นเพื่อช่วยการละลาย ปล่อยให้เย็น จากนั้นเติมสารละลาย 1% เฟอริกคลอไรด์ชนิดปราศจากน้ำในคลอโรฟอร์ม จำนวน 2 หยด และพิริดีน 3 หยดลงไป เขย่าให้เข้ากัน สังเกตผลที่เกิดขึ้นในทันที

3. Ferric chloride Test

วิธีทดสอบนี้เป็นการทดสอบฟีนอล หรือ อัลดีไฮด์และคีโตนที่มี อัลฟา-ไฮโดรเจน สารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จะมีสีแดง น้ำเงิน ม่วง หรือ เขียว ขึ้นกับโครงสร้างของฟีนอล อย่างไรก็ตามฟีนอลบางตัวจะไม่เกิดสีกับ FeCl₃ นอกจากนี้ อัลดีไฮด์และคีโตนที่อยู่ในรูปอินอล ได้ก็สามารถเกิดปฏิกิริยากับ FeCl₃ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่ไม่ดีนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีทดสอบ

เติมสารตัวอย่าง 2 หยด หรือ 20 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองซึ่งมีเอทานอลอยู่ 1 มิลลิลิตร แล้วหยดสารละลายของ 3% FeCl₃ 3 หยด แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเกิดสีแดง ม่วง น้ำเงิน หรือ เขียว แสดงว่าสารตัวอย่างเป็นฟีนอล หรือ อัลดีไฮด์ และ คีโตนที่มีอัลฟา-ไฮโดรเจน

4.Ceric nitrate Test

วิธีทดสอบนี้เป็นวิธีทดสอบฟีนอล และ แอลกอฮอล์

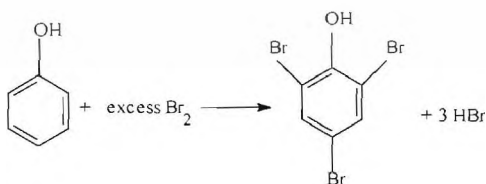


วิธีทดสอบ

เติมสารตัวอย่าง 3 หยด หรือ 10 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่ 1 มิลลิลิตร แล้วหยดสารละลายของ Ceric ammonium nitrate 5 หยด แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเกิดสารประกอบเชิงซ้อน สีแดงแสดงว่าเป็นแอลกอฮอล์ แต่ถ้าเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาลถึงน้ำตาลอมเขียว แสดงว่าสารตัวอย่างเป็นฟีนอล

5.Bromine Test

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาแทนที่ในวงแหวนอะโรมาติก (aromatic substitution) ซึ่งจะมีก๊าซไฮโดรเจนโบรไมด์เกิดขึ้นด้วย แต่การจะสังเกตก๊าซดังกล่าวอาจทำได้ยากเพราะไฮโดรเจนโบรไมด์ละลายน้ำได้ดีมาก ดังนั้นถ้าเกิดการฟอกสีโบรมีนก็ถือได้ว่าเป็นปฏิกิริยาดังกล่าวแล้ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับฟีนอล ได้แก่



วิธีการทดสอบ

เติมสารตัวอย่าง 2 หยด หรือ 20 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองที่มีเอทานอล 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Br₂/CCl₄ 5 หยด ถ้าสีของโบรมีนถูกฟอกแสดงว่าสารตัวอย่างเป็นฟีนอล อัลคีน และ แอลกอฮอล์เบนซีน

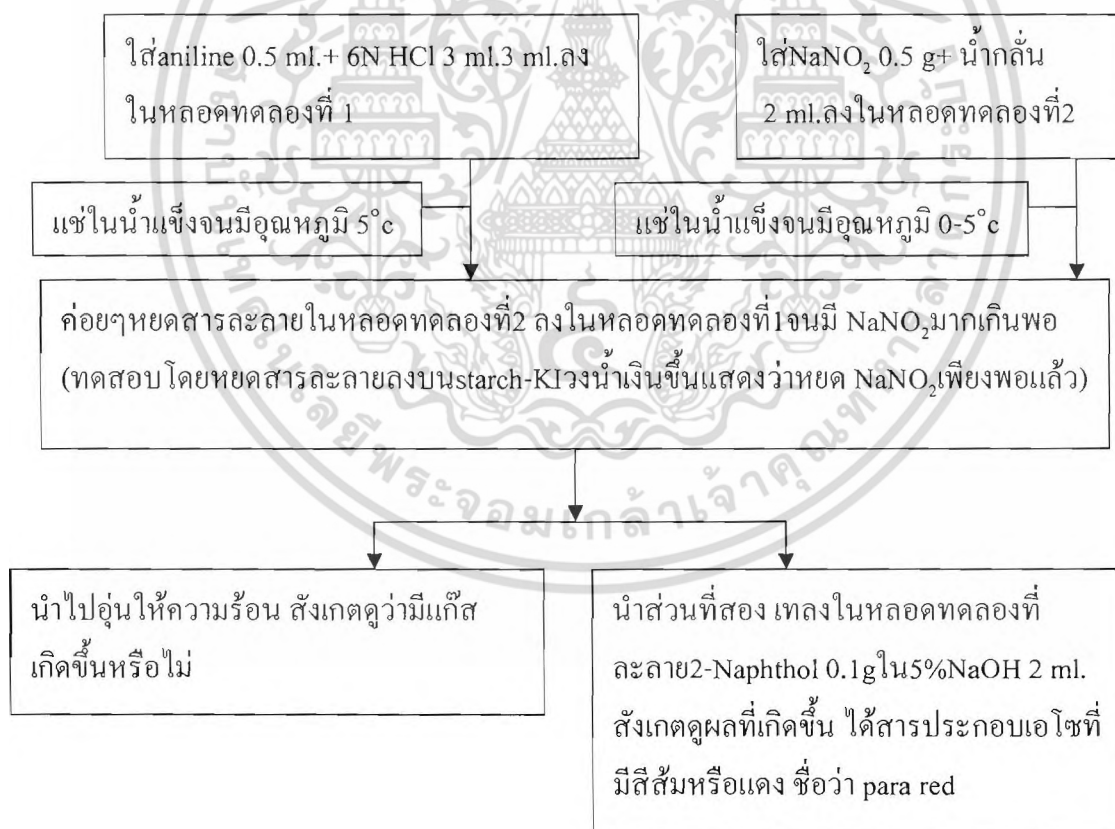
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปฏิกริยาเกิดเป็นสารสีแดง(Azo dye)

ใส่ aniline 0.5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองแล้วเติมสารละลาย 6N กรดไฮโดรคลอริก 3 มิลลิลิตร นำไปแช่น้ำแข็งทำให้สารละลายที่ได้เย็น โดยมีอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส

ใช้หลอดทดลองอีกหลอดหนึ่งละลาย NaNO_2 0.5 กรัม 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปแช่ น้ำแข็งจนมีอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส ค่อยๆหยดสารละลาย NaNO_2 ที่เย็นนี้ลงในสารละลายหลอดแรกอย่างช้าๆ ที่ละหยดพร้อมทั้งคนตลอดเวลาเติมสารละลาย NaNO_2 ให้มากเพียงพอ (ทดสอบโดยหยดสารละลาย 1 หยดลงบน Starch-KI paper ถ้าเกิดสีม่วงน้ำเงินขึ้นแสดงว่าหยด NaNO_2 เพียงพอแล้ว) เก็บสารละลายที่ได้นี้ไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เพื่อจะนำไปทำปฏิกิริยาต่อไป สารละลายนี้คือสารละลายของเกลือไดอะโซเนียม

เตรียมสารละลาย 2-Naphthol 0.1 กรัม ในสารละลาย 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง นำสารละลายเกลือไดอะโซเนียม เติมนลงในสารละลายของ 2-Naphthol สังเกตดูผลที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.5 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-Naphthol ด้วยปฏิกิริยาเกิด Azo dye

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. การใช้เครื่องมือเคมีวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของสาร

1. การใช้ FT-IR เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด

บดสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งปริมาณเล็กน้อย (0.5-1.0 มิลลิกรัม) ผสมกับผงโพแทสเซียมโบรไมด์แห้ง หรือ alkali halide ชนิดอื่นๆ ประมาณ 100 มิลลิกรัม สารผสมจะถูกทำให้แห้งสนิทโดยใช้เครื่องอัดพิเศษอัดภายใต้ความดันสูง (10,00-15,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว) ออกมาเป็นแผ่นรูปจาน ซึ่งบางและโปร่งใสมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 มม. และหนาประมาณ 1-2 มม. โพแทสเซียมโบรไมด์ไม่ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในช่วง 667-4000 ซม.⁻¹ จึงให้อินฟราเรดสเปกตรัมที่ดีแต่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการที่ผงโพแทสเซียมโบรไมด์ ดูดความชื้นในอากาศได้ง่ายจึงอาจพบแถบปรากฏใกล้ 3448 ซม.⁻¹ และ 1639 ซม.⁻¹ อันเนื่องมาจากความชื้น

การวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัม

ในการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของสารตัวอย่าง จะมุ่งความสนใจต่อแถบดูดกลืนรังสีของหมู่ฟังก์ชันหลักที่สำคัญๆ เช่น C=O, O-H, N-H, C-O, C=C และ NO₂ ซึ่งจะช่วยให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสาร ได้ทันที และตัดสินใจได้ว่าสาร unknown นั้น เป็นสารประกอบประเภทใด ลำดับขั้นตอนต่อไปนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของสาร โดยการพิจารณาตามลำดับความสำคัญของหมู่ฟังก์ชันหลักต่างๆ ในโมเลกุลของสาร

1. มีหมู่คาร์บอนิลอยู่หรือไม่

หมู่ C=O มีแถบดูดกลืนรังสีที่มีความเข้มสูงในช่วง 1660-1820 ซม.⁻¹ แถบดังกล่าวนี้มัก จะมีความเข้มสูงสุดในสเปกตรัมและมีความกว้างปานกลาง

2. ถ้ามีหมู่ C=O ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันหลักของสารประกอบต่อไป (ถ้าไม่มีหมู่ C=O ให้ข้ามไปข้อ 3)

กรดคาร์บอกซิลิก มีหมู่ O-H ซึ่งให้แถบกว้างใกล้ 2400-3400 ซม.⁻¹ (มักจะเกี่ยวกับแถบของการยืด C-H)

เอมีด มีหมู่ N-H ซึ่งให้แถบที่มีความเข้มปานกลางใกล้ 3500 ซม.⁻¹ เอมีดจะให้สองแถบส่วน 2° เอมีดให้เพียงแถบเดียว

เอสเทอร์ มีหมู่ C-O ซึ่งให้แถบที่มีความเข้มสูงใกล้ 1000-1300 ซม.⁻¹

แอนไฮไดรด์ มีแถบของการยืด C=O 2 แถบ ใกล้ 1760 ซม.⁻¹ และ 1810 ซม.⁻¹

อัลดีไฮด์ มีแถบของการยืด C-H ของหมู่อัลดีไฮด์อยู่ใกล้ 2750 ซม.⁻¹ และ 2850 ซม.⁻¹ เป็นแถบที่มีความเข้มต่ำอยู่ทางขวามือของแถบการยืด C-H

คีโตน ถ้าไม่เป็นสารประกอบคาร์บอนิลที่กล่าวมาแล้วข้างต้นก็น่าจะเป็นคีโตน

3. ถ้าไม่มีหมู่ C=O ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันหลักในสารประกอบประเภทอื่น

แอลกอฮอล์ แถบของการยืด O-H เป็นแถบกว้างอยู่ที่ประมาณ 3300-3600 ซม.⁻¹ และ ยืนยันด้วยแถบของการยืด C=O ใกล้ 1000-1300 ซม.⁻¹

เอมีน แถบของการยืด N-H มีความเข้มปานกลางใกล้ 3500 ซม.⁻¹

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีเทอร์ มีแถบของการยืด $C=O$ เป็นแถบที่มีความเข้มสูงใกล้ 1000-1300 ซม.⁻¹
(ไม่มีแถบของการยืด O-H)

4. พันธะคู่และ/ หรือ วงแหวนอะโรมาติก

แถบของการยืด $C=C$ เป็นแถบที่มีความเข้มต่ำใกล้ 1650 ซม.⁻¹

แถบของการยืด $C=C$ ที่มีความเข้มตั้งแต่ปานกลางถึงความเข้มสูงในช่วง 1450-1600 ซม.⁻¹ บ่งชี้ว่า
แสดงว่ามีวงแหวนอะโรมาติกอยู่ ยืนยันด้วยแถบของการยืด $C-H$ ของอะโรมาติกและไวบิลซึ่งเกิด
ในช่วง 3000-3100 ซม.⁻¹

5. พันธะสาม

แถบของการยืด $C \equiv C$ เป็นแถบที่มีความเข้มต่ำ แต่แหลมคมใกล้ 2150 ซม.⁻¹

แถบของการยืด $C \equiv N$ เป็นแถบที่มีความเข้มปานกลางและแหลมคมใกล้ 2250 ซม.⁻¹

แถบของการยืด $C-H$ ของอะเซทิลีนใกล้ 3300 ซม.⁻¹

6. หมู่ไนโตร มีแถบที่มีความเข้มสูง 2 แถบที่ 1500-1600 ซม.⁻¹ และ 1300-1390 ซม.⁻¹

7. ไฮโดรคาร์บอน ไม่มีแถบที่กล่าวมาข้างต้นเลย

แถบดูดกลืนรังสีอยู่ใกล้ 3000 ซม.⁻¹ ให้สเปกตรัมที่มีแถบค่อนข้างน้อย ยังมีแถบของการงอ $C-H$ ใกล้
1375 ซม.⁻¹ และ 1450 ซม.⁻¹

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

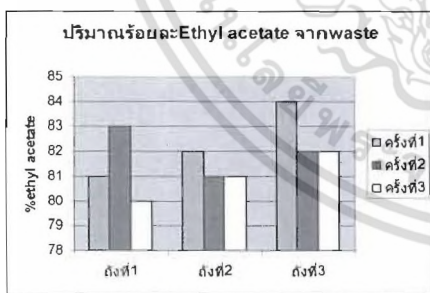
บทที่ 4

ผลการทดลอง

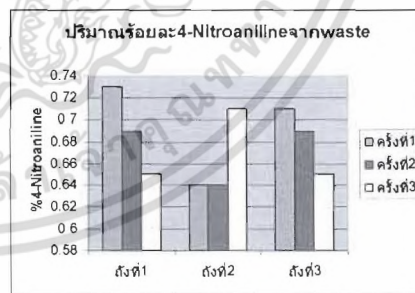
4.1 การศึกษาการแยกสารอินทรีย์ออกจากของเสียเคมี

ตารางที่ 4.1 ปริมาณร้อยละของสารอินทรีย์ที่แยกได้จากของเสียเคมี

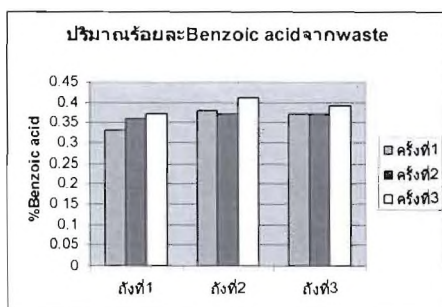
ถังที่	ครั้งที่	%Ethyl acetate	%4-Nitroaniline	%Benzoic acid	%2-Naphthol
1	1	81	0.73	0.33	0.53
	2	83	0.69	0.36	0.51
	3	80	0.65	0.37	0.53
2	1	82	0.64	0.38	0.52
	2	81	0.64	0.37	0.53
	3	81	0.71	0.41	0.53
3	1	84	0.71	0.37	0.52
	2	82	0.69	0.37	0.51
	3	82	0.65	0.39	0.54
	ค่าเฉลี่ย	81.78	0.68	0.37	0.52
	S.D.	1.09	0.04	0.02	0.01
	%RSD	1.32	5.45	4.78	2.07



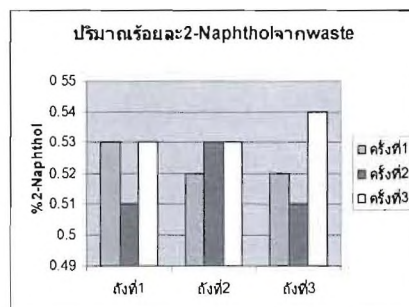
(1) แอทิลแอซิเตต



(2) 4-Nitroaniline



(3) Benzoic acid



(4) 2-Naphthol

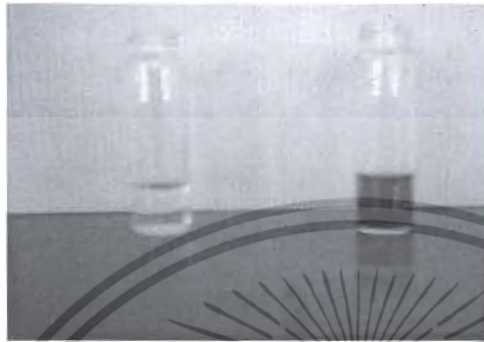
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.1 ปริมาณร้อยละของสารอินทรีย์ที่แยกได้จากของเสียเคมี
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

4.2.1. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลอะซีเตทโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

4.2.1.1 การทดสอบโดยใช้ไฮดรอกซีลอมินไฮโดรคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์

(Hydroxamic Acid Test)



ก. ผลการทดสอบBlank Test ข. ผลการทดสอบสารที่ได้การกลั่นของเสียเคมี

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลอะซีเตท โดย Hydroxamic Acid Test

4.2.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

4.2.2.1 การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นเบส

ตารางที่ 4.2 การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นเบสของ 4-Nitroaniline

4 Nitroaniline / ในตัวทำละลาย	การละลาย	การเปลี่ยนแปลงสีกระดาษลิตมัส
1. น้ำ	ละลาย	แดง → น้ำเงิน

4.2.2.2 ปฏิกิริยาการทดสอบด้วยกรดไนทริก

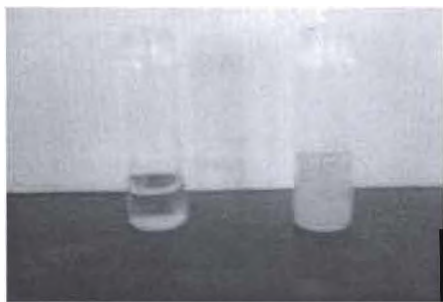


ก. 4-Nitroaniline ละลายใน 6N HCl ข. ผลทดสอบด้วยกรดไนทริก

รูปที่ 4.3 ปฏิกิริยาการทดสอบด้วยกรดไนทริกของ 4-Nitroaniline

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 ปฏิบัติการทดสอบด้วยน้ำโบรมีน



ก. 4-Nitroaniline ละลายในน้ำกลั่น ข. 4-Nitroaniline หลังใส่น้ำโบรมีน

รูปที่ 4.4 ปฏิบัติการทดสอบด้วยน้ำโบรมีนของ 4-Nitroaniline

4.2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดคาร์บอกซิลิกโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

4.2.3.1 ปฏิบัติการแสดงความเป็นกรด

ตารางที่ 4.3 ปฏิบัติการแสดงความเป็นกรดของกรดคาร์บอกซิลิก

กรดเบนโซอิก/ในตัวทำละลาย	การละลาย	การเปลี่ยนแปลงสีกระดาษลิตมัส
1. น้ำ	ไม่ค่อยละลาย	น้ำเงิน → แดง
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	ละลาย	น้ำเงิน → แดง
3. สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต	ละลาย	น้ำเงิน → แดง

4.2.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-Naphthol โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

4.2.4.1 การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นกรด

ตารางที่ 4.4 การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นกรดของ 2-Naphthol

2-Naphthol/ในตัวทำละลาย	การละลาย	การเปลี่ยนแปลงสีกระดาษลิตมัส
1. น้ำ	ไม่ค่อยละลาย	น้ำเงิน → แดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 การทดสอบด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีน (Ferric Chloride-Pyridine

Reagent)



ก. 2-Naphthol ใน CHCl_3 ข. ผลการทดสอบด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีน

รูปที่ 4.5 การทดสอบ 2-Naphthol ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีน

4.2.4.3 การทดสอบด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์

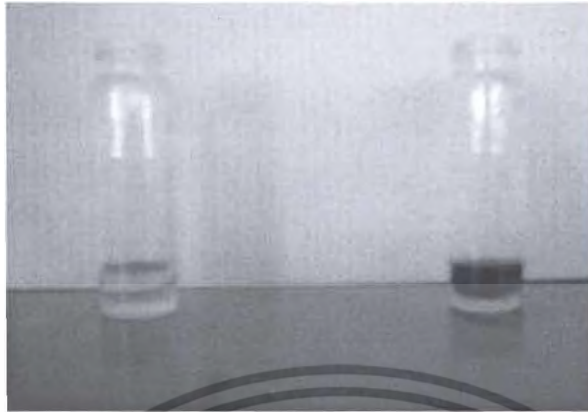


ก. 2-Naphthol ในเอทานอล ข. ผลการทดสอบด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์

รูปที่ 4.6 การทดสอบ 2-Naphthol ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.4 การทดสอบด้วยCeric nitrate Test



ก.2-Naphtholในน้ำกลั่น 1ml. ข.ผลการทดสอบด้วยCeric nitrate Test

รูปที่4.7 การทดสอบ2-Naphtholด้วยCeric nitrate Test

4.2.4.5 ปฏิกริยากับน้ำโบรมีน

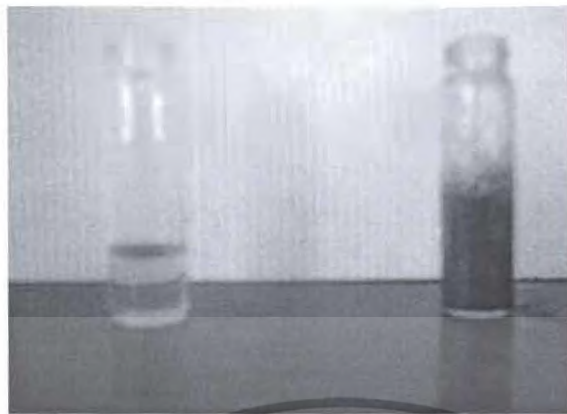


ก.2-Naphtholในเอทานอล 1ml. ข.ผลการทดสอบด้วยน้ำโบรมีน

รูปที่4.8 การทดสอบ2-Naphthol ด้วยปฏิกริยากับน้ำโบรมีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.5 ปฏิกิริยาเกิดเป็นสารสีแดง(Azo dye)



ก.2-Naphtholละลายใน5%NaOH ข.ผลทดสอบ
รูปที่4.9 การทดสอบ2-Naphtholด้วยปฏิกิริยาเกิดเป็นสารสีแดง(Azo dye)

4.3 การใช้เครื่องมือวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของสาร

4.3.1 IR สเปกตรัมของเอทิลแอซิเตต

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของเอทิลแอซิเตตด้วยเทคนิคFT-IR

ความถี่ (cm ⁻¹)	แถบการยึด
ใกล้ 1770	C=O stretching
1000-1300	C-O stretching โดยที่ใกล้ 1246 cm ⁻¹ มีความเข้มสูงแสดงว่าเป็นสารประกอบเอสเตอร์
ใกล้ 1370	การสั่นแบบงอที่ไม่สมมาตรของหมู่เมทิลที่ติดกับหมู่คาร์บอนิล(CH ₃ -C=O)
2900-3000	C-H stretching of Aliphatic
สรุปได้ว่าสารตัวอย่างเป็นสารประกอบของเอสเตอร์โดยมีหมู่เมทิลติดอยู่กับหมู่คาร์บอนิล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 IR สเปกตรัมของ 4-ไนโตรอะนีน

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของ 4-ไนโตรอะนีนด้วยเทคนิค FT-IR

ความถี่ (cm^{-1})	แถบการยึด
3300-3400	มี 2 แถบ แสดงว่าเป็น N-H Stretching ของ 1° Amine
1560-1640	มีความเข้มปานกลางถึงสูงแสดงว่าเป็น 1° Amine
ใกล้ 800	N-H out of plane
1250-1350	C-N Stretching ของ Aromatic amine
3000-3100 cm^{-1}	C-H Stretching ของ Aromatic
800-850 cm^{-1}	C-H bending ของ para-disubstituted ring
1300-1390 cm^{-1} , 1500-1600 cm^{-1}	N=O คอนจูเกตกับพันธะคู่หรือวงแหวนอะโรมาติก
1450-1600	C=C stretching of aromatic เนื่องจากพีคมีความแหลมคม
สรุปได้ว่าสารตัวอย่างเป็น para-disubstituted ring โดยมีฟังก์ชันนัลกรุปเป็น 1° Amine และมีหมู่ไนโตร คอนจูเกตกับพันธะคู่หรือวงแหวนอะโรมาติก	

4.3.3 IR สเปกตรัมของกรดเบนโซอิก

ตารางที่ 4.7 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของกรดเบนโซอิกด้วยเทคนิค FT-IR

ความถี่ (cm^{-1})	แถบการยึด
ช่วงใกล้ 1700	C=O conjugated stretching
1000-13000	C-O stretching มีความเข้มสูง
ประมาณ 930	O-H Bending
2400-3400	O-H stretching
3000-3100	C-H stretching of Aromatic compounds
ความเข้มสูงใกล้ 690 และ 750	=CH out of plane bending of monosubstituted aromatic compounds
1450-1600	C=C stretching of aromatic เนื่องจากพีคมีความแหลมคม
สรุปได้ว่าสารตัวอย่างเป็น monosubstituted aromatic compounds โดยมีฟังก์ชันนัลกรุปเป็นกรดคาร์บอกซิลิก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 IR สเปกตรัมของ2-แนพทอล

ตารางที่ 4.8 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของ2-แนพทอลด้วยเทคนิคFT-IR

ความถี่ (cm^{-1})	แถบการยืด
3200-3500	O-H stretching
ใกล้1223	C-O stretching of Phenol compound
1450-1600	C=C stretching of aromatic เนื่องจากพีคมีความแหลมคม
3000-3100	C-H stretching of Aromatic compounds เนื่องจากพีคมีความแหลมคม
สรุปได้ว่าสารตัวอย่างเป็นสารประกอบของฟีนอล	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการของเสียโดยใช้หลักการป้องกันมลพิษ ทำให้ลดปัญหามลพิษการปนเปื้อนสารเคมีจากห้องปฏิบัติการเคมีสู่สิ่งแวดล้อม โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอซิเตด กรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. จากการทดลองการแยกสารอินทรีย์โดยใช้การกลั่นแบบสูญญากาศ และการสกัดด้วยตัวทำละลายกรด-เบส พบว่าเมื่อใช้ปฏิกิริยาเคมีทดสอบร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

- ตัวทำละลายอินทรีย์ที่แยกได้โดยการกลั่นแบบสูญญากาศ คือ เอทิลแอซิเตด
- สารอินทรีย์ที่สกัดได้ในตัวทำละลายกรดแก่ คือ 4-ไนโตรอะนิลีน
- สารอินทรีย์ที่สกัดได้ในตัวทำละลายเบสอ่อน คือ กรดเบนโซอิก
- สารอินทรีย์ที่สกัดได้ในตัวทำละลายเบสแก่ คือ 2-เนพทอล

2. ปริมาณร้อยละของ Ethyl acetate จากของเสียทางเคมี = 81.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์=1.09 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 1.32 โดยใช้เทคนิคการกลั่นแบบสูญญากาศ

ปริมาณร้อยละของ 4-Nitroaniline จากของเสียทางเคมี = 0.68 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์=0.04 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 5.45 โดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายกรดแก่

ปริมาณร้อยละของ Benzoic acid จากของเสียทางเคมี = 0.37 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ = 0.02 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 4.78 โดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายเบสอ่อน

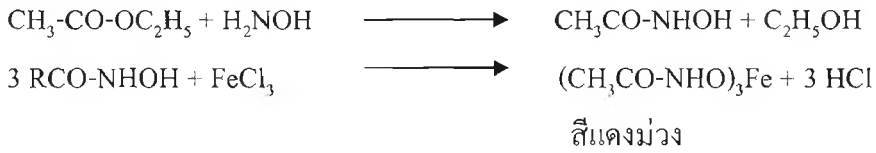
ปริมาณร้อยละของ 2-Naphthol จากของเสียทางเคมี = 0.52 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์= 0.01 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 2.07 ด้วยเทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายเบสแก่

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้มีแนวโน้มของค่า %RSD ที่สามารถยอมรับได้ว่าผลการทดลองนี้มีความเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

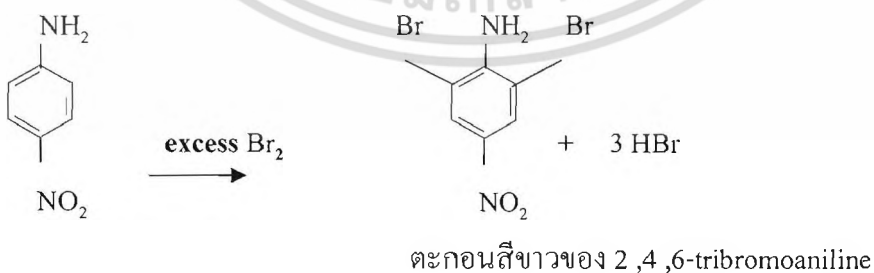
3. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

ก. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอซิติเตดโดยใช้ไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์ และเฟอร์ริกคลอไรด์ (Hydroxamic Acid Test) ผลทดสอบเป็นบวกจะเกิดเป็นสีแดงม่วง



ข. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

- การละลายน้ำและสมบัติในการเป็นเบสพบว่าละลายน้ำและเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน
- ปฏิกิริยาการทดสอบด้วยกรดไนตริกเกิดเกลือไดอะโซเนียมของอะโรมาติกเอมีนประเภทปฐมภูมิจะเสถียรพอสมควรที่อุณหภูมิต่ำ (0-5 ° ซ) แต่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวได้ก๊าซไนโตรเจน และ aryl cation ข้อพิสูจน์ที่ว่าเกลือไดอะโซเนียมของอะโรมาติกเอมีนประเภทปฐมภูมิจะเสถียรพอสมควร ณ อุณหภูมิต่ำนั้น ทำได้โดยการนำเอาสารละลายแชน์เย็นของเกลือไดอะโซเนียมดังกล่าวมาทำปฏิกิริยา coupling กับ 2-แนพทอล ซึ่งผลที่เกิดขึ้นเป็นสารประกอบสีแดงขึ้น
- ปฏิกิริยาการทดสอบด้วยน้ำโบรมีน 4-Nitroaniline มีหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งเป็นหมู่ให้อิเล็กตรอนที่จะช่วยเพิ่มความว่องไวให้กับวงเบนซีนในปฏิกิริยาแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ จึงสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน จะเกิดการแทนที่ไฮโดรเจนในวงเบนซีนที่ตำแหน่งออร์โทและพารา ให้สารผลิตภัณฑ์เป็นตะกอนสีขาวของ 2,4,6-tribromoaniline



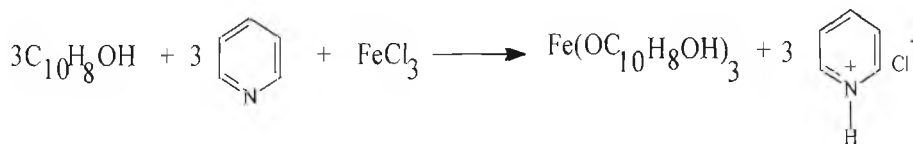
ค. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดเบนโซอิกโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

- กรดเบนโซอิก คือ สารประกอบที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นฟังก์ชัน เป็นกรดที่มีมวลโมเลกุลสูง ละลายน้ำได้ไม่ค่อยดีและแสดงฤทธิ์เป็นกรดต่อกระดาษลิตมัส สามารถทำปฏิกิริยากับเบสแก่และเบสอ่อนคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะได้แก่สคาร์บอเนต ไดออกไซด์เกิดขึ้น ดังสมการ

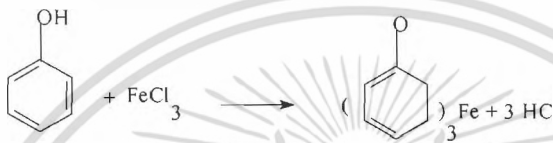
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต จะถือว่าผิดกฎหมายและต้องรับผิดชอบต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ง. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-Naphthol โดยใช้เฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีนผลทดสอบเป็นบวกจะเกิดเป็นสีน้ำตาลแดง จากปฏิกิริยา $\text{Fe}(\text{O C}_{10}\text{H}_8)_3$



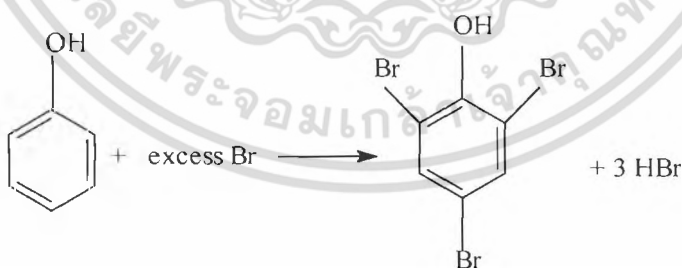
- การทดสอบโดยใช้เฟอร์ริกคลอไรด์ ผลทดสอบเป็นบวกจะเกิดเป็นสีแดง



- การทดสอบด้วย Ceric nitrate Test ผลทดสอบเป็นบวกจะเกิดเป็นสีน้ำตาลแดง



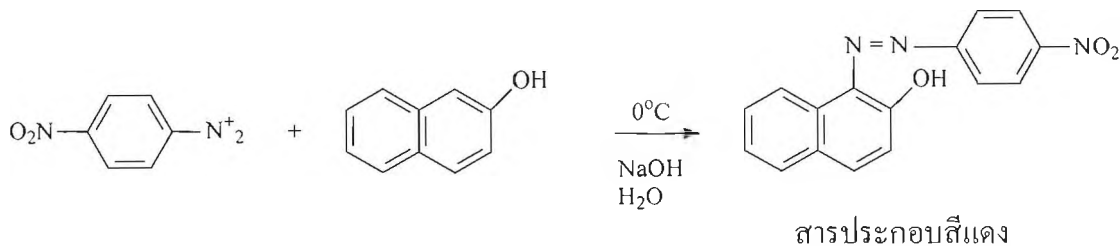
• ปฏิกริยากับน้ำโบรมีน เนื่องจาก 2-Naphthol มีหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งเป็นหมู่ให้อิเล็กตรอนที่จะช่วยเพิ่มความว่องไวให้กับวงเบนซีนในปฏิกิริยาแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ จึงสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน จะเกิดการแทนที่ไฮโดรเจนในวงเบนซีนที่ตำแหน่งออร์โธ ให้สารผลิตภัณฑ์เป็นตะกอนสีขาวของ 2,4,6-Tribromophenol



ตะกอนสีขาว

- ปฏิกริยาการทดสอบด้วยไดอะโซเซียมของอะโรมาติกเอมีนประเภทปฐมภูมิมาทำปฏิกิริยา coupling กับ 2-แนพทอล ซึ่งผลที่ได้เกิดเป็นสารประกอบสีแดงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข้อเสนอแนะ

1.จากการทดลองพบว่าในขั้นตอนการสกัดสารอินทรีย์มีความยุ่งยากเสียเวลา ในเชิงปฏิบัติ อาจใช้การกลั่นเอทิลแอลกอฮอล์ออกจากของเสียทางเคมี แล้วส่งของเสียทางเคมีที่เหลือหลังจากกลั่นเอทิลแอลกอฮอล์ไปกำจัดที่หน่วยงานภายนอก เนื่องจากผลการทดลองปริมาณของสารอินทรีย์ที่เหลือหลังจากแยกเอทิลแอลกอฮอล์มีปริมาณไม่สูง

2.ควรมีการออกแบบชุดกลั่นที่มีขนาดใหญ่ ถ้าจะต้องใช้ในการกลั่นแยกของเสียทางเคมี

3.สารอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดพบว่ายังมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ตัวอื่น วิธีการแก้ปัญหา อาจเลือกระบบตัวสกัดใหม่หรือทำการตกผลึกสารอินทรีย์ที่ได้ แต่เนื่องจากจุดประสงค์ของโครงการวิจัย คือการนำสารอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดนำกลับมาใช้ในการทดลองที่ 2 การสกัดปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ จึงไม่มีความจำเป็นต้องทำสารอินทรีย์ให้บริสุทธิ์ก่อน เนื่องจากในขั้นตอนการทดลองมีการผสมสารอินทรีย์ทั้งสามตัว คือกรดเบนโซอิก 2-เนพทอล และ 4-ไนโตรอะนิลีน เข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นสารตัวอย่างในการทดลอง

4.ควรมีการออกแบบชุดสกัดใหม่ให้มีลักษณะต่อเนื่องมากกว่าการใช้กรวยแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บรรณานุกรม

1. กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
2. กุลยา จงศิริลักษณ์ และ อำนวย อรุณรุ่งอารีย์. 2537. **ปฏิบัติการเคมี2**. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
3. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http : www.lks.ac.th/student/kroo_su/chem11/sub07.html](http://www.lks.ac.th/student/kroo_su/chem11/sub07.html) (วันที่ค้นข้อมูล : 16 มิถุนายน 2554).
4. ต่อตระกูล วัฒนวรกิจกุล. 2002. การกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำด้วยถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(สิ่งแวดล้อม) สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
5. ธวัชชัย ศรีวิบูลย์และ สมบูรณ์ แก้วปั้นทอง. 2533. **ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์2**. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
6. เพิ่มพงษ์ ณ.ลำพูน. 2007. การกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนรวมในน้ำเสียอุตสาหกรรมย้อมผ้าด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันร่วมกับกระบวนการดูดซับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(สิ่งแวดล้อม) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
7. พัทณี เจริญยิ่ง และ สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล. 2551. **ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์1**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
8. แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2539. **หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ**. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
9. รัชณี ตันทะพานิชกุล. 2532. **เคมีอินทรีย์2**. พิมพ์ครั้งที่6. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
10. วัชรินทร์ เวชตง. 2005. การกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด โดยการสร้างตะกอนที่มีประสิทธิภาพ : กรณีศึกษาระบบผลิตน้ำของโรงไฟฟ้าวังน้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(สิ่งแวดล้อม) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
11. ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตราย. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http : //msds.ped.go.th](http://msds.ped.go.th) (วันที่ค้นข้อมูล : 16 มิถุนายน 2554).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

12. สมยศ สุทธิไวยกิจ. 2534. **เคมีอินทรีย์วิเคราะห์**. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
13. อัครวินทร์ พุ่มไพศาลชัย. 2005. **การกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติชนิดชอบน้ำ และไม่ชอบน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยโคเอกกุลเลชั่นที่ใช้สารส้ม**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(สิ่งแวดล้อม) สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
14. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล. 2552. **ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 1**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
15. C.-P. Sherman Hsu. 2010. **Infrared Spectroscopy. Research and Product Development Mallinekrodt,Inc.** Retrieved May 31, 2011 from [http://www. Prenhall .com/settle /chapters / ch15.pdf](http://www.Prenhall.com/settle/chapters/ch15.pdf).
16. D.Ighigeanu,I.Calinescu, D.Martin , C. Matei. 2008. **A new hybrid technique for the volatile organic compounds removal by combined use of electron beams, microwaves and catalysts.** Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. Vol 266: 2524-2528.
17. D.Mantzavinos. 2003. **Removal of benzoic acid derivatives from aqueous effluents by the catalytic decomposition of hydrogen peroxide.** Insitution of Chemical Engineers. Vol 81: 99-101.
18. Tadahiro Ohshima, Takashi Miyata, Tadashi Uragami and Hugo Berghmens. 2004. **Cross-linked smart poly(dimethylsiloxane) membraes for removal of volatile organic compounds in water.** Journal of Molecular Structure. Vol 739: 47-55.
19. XU Jiao,HE Jie,ZHANG Weijiang,YANG Tao,JIAO Shujin and HU Xuedong. 2009. **Development on the Technique of Total Recovery of Benzoic Acid Residue.** Chinse Journal of Chemical Engineering. Vol 17 : 608-612.
20. Yang Chunping , Chen Hong, Zeng Guangming , Zhu Xueqing and Suidan Makram T. 2008. **Performance of rotating drum biofilter for volatile organic compound removal at high organic loading rates.** Journal of Environmental Sciences. Vol 20: 285-290.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. Young-Bo Lin, Bunshi Fugetsu, Norifumi Terui and Shunitz Tanaka. 2005. **Removal of organic compounds by alginate gel beads with entrapped activated carbon.** Journal of Hazardous Materials B. Vol 120: 237-241.
22. Yves Chabel . 2006. **Introduction to spectroscopy.** Retrieved May 31, 2011 from http://www.wooster.edu/chemistry/is/brubaker/ir/ir_works_modern.html.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

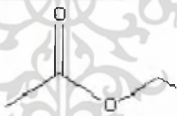

MSDS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ethyl acetate CAS No. 141-78-6 UN/ID NO. 1173

การใช้ประโยชน์	ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี
อันตรายต่อสุขภาพ	ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา	อัคคีภัย/ระเบิด
การเก็บรักษา/ขนส่ง	การกำจัดกรณีรั่วไหล	อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
การปฐมพยาบาล	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์
การปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน	เอกสารอ้างอิง	

ชื่อเคมีทั่วไป	Ethyl acetate				
ชื่อพ้องอื่นๆ	Ethyl acetic ester; Acetoxyethane; Acetic ether; Vinegar naphtha; Acetidin; Acetic ester				
สูตรโมเลกุล	$C_4H_8O_2$	สูตรโครงสร้าง			
รหัส IMO		CAS No.	141-78-6	รหัส EC NO.	607-022-00-5
		UN/ID No.	1173	รหัส RTECS	AH 5425000
รหัส EUEINECS/ELINCS	205-500-4	ชื่อย่อ	-		
ชื่อผู้ผลิต/นำเข้า	-				
แหล่งข้อมูลอื่นๆ	-				

3. การใช้ประโยชน์ (Uses)

- ใช้ทำเครื่องสำอางค์, ใช้ในการกลั่นแยก, ใช้เป็นสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ (Standard and Toxicity)

LD ₅₀ (มก./กก.):	5620 (หนู)	LC ₅₀ (มก./ม ³):	200 / หนู	ชั่วโมง (-)	
IDLH(ppm):	400	ADI(ppm):	-	MAC(ppm):	-
PEL-TWA(ppm):	2000	PEL-STEL(ppm):	-	PEL-C(ppm):	-
TLV-TWA(ppm):	400	TLV-STEL(ppm):	1400	TLV-C(ppm):	-
พรบ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535(ppm):	-				
พรบ. โรงงาน พ.ศ. 2535 (ppm):	-				
พรบ. ควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ. 2530 :	☐ ชนิดที่ 1 ☐ ชนิดที่ 2 ☐ ชนิดที่ 3				
พรบ. คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 (ppm):	-				
เฉลี่ย 8 ชั่วโมง	-	ระยะสั้น	-	ค่าสูงสุด	-
พรบ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 :	☑ ชนิดที่ 1 ☐ ชนิดที่ 2 ☐ ชนิดที่ 3 ☐ ชนิดที่ 4				
หน่วยงานที่รับผิดชอบ :	กรมโรงงานอุตสาหกรรม				

5. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ : เป็นของเหลว สี:ใส กลิ่น:หอม นน.โมเลกุล :88.11
 จุดเดือด(°ซ.): 77.2 จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง(°ซ.): -83
 ความถ่วงจำเพาะ(น้ำ=1) : 0.9018 ความหนาแน่นไอ(อากาศ=1) : 3.0
 ความหนืด(mPa.sec) : 0.44 ความดันไอ(มม.ปรอท) : 75 ที่ 0°ซ.
 ความสามารถในการละลายน้ำที่(กรัม/100 มล.): 7.9 ที่ 20°ซ. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) : 7.4 ที่ 0°ซ.
 แฟกเตอร์แปลงหน่วย 1 ppm = 3.60 มก./ม³ หรือ 1 มก./ม³ = 0.28 ppm ที่ 25°ซ.

ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่นๆ :

- สารนี้ละลายในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ กลีเซอริน ตัวทำละลายอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

- สัมผัสทางหายใจ** - จะเป็นอันตรายถ้าหายใจเข้าไป ไอระเหยที่ความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ปวดศีรษะ มีเมื่อย หมดสติ
- สัมผัสทางผิวหนัง** - การสัมผัสทางผิวหนังทำให้เกิดการอักเสบของผิวหนังบริเวณที่สัมผัส และเกิดการทำลายชั้นไขมันของผิวหนังอย่างรุนแรง
- กินหรือกลืนเข้าไป** - การกลืนกินเข้าไปจะทำให้คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ ง่วงนอน หมดสติ
- สัมผัสถูกตา** - การสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง
- การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่น ๆ** - ไม่เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ตามรายละเอียด IARC ,NTP, OSHA
- สารนี้มีผลทำลายดวงตา ผิวหนัง และระบบหายใจ

7. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัว : สารนี้มีความเสถียร
- อันตรายจากการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน : จะไม่เกิดขึ้น
- สภาวะ : ควรหลีกเลี่ยงความร้อน สัมผัสกับแหล่งจุดติดไฟ จะจุดติดไฟเมื่อสัมผัสกับโพแทสเซียมเตตระโบรมาตไฮไดรด์
- ปฏิกิริยารุนแรงกับ กรดคลอโรซัลฟอนิก
- สารที่ควรหลีกเลี่ยง : กรด สารออกซิไดซ์ สารอัลคาไลที่มีปฏิกิริยารุนแรง ในเดทรท

8. การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Life and Explosion)

จุดวาบไฟ("ซ.): -4.44 จุดติดไฟได้เอง("ซ.): 460

ค่า LEL % : 2.20% UEL % : 11.00% NFPA Code :

- วิธีการดับไฟ : สารดับเพลิงที่เหมาะสมเมื่อเกิดอัคคีภัย คือ แอลกอฮอล์ โฟม คาร์บอนไดออกไซด์ ผงเคมีแห้ง
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเมื่อหล่อเย็นภาชนะบรรจุที่สัมผัสถูกเพลิงไหม้
- ขั้นตอนการปฏิบัติการดับเพลิง ควรสวมใส่เครื่องช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัวและชุดป้องกันสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไอรระหยสามารถแพร่กระจายไปสู่แหล่งจุดติดไฟและเกิดไฟย้อนกลับมาได้ผสมกับอากาศ ปรกะยกไฟอาจจะเกิดขึ้นได้ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ปรกะยกไฟทั่ว ๆ ไปที่เกิดขึ้นเอง หรืออุณหภูมิของ ปรกะยกไฟ อุณหภูมิปรกะยกไฟจะลดลงเมื่อปริมาณไอรระหยเพิ่มขึ้นและเวลาที่ไอรระหยสัมผัส กับอากาศและความดันที่เปลี่ยนแปลง
- ปรกะยกไฟอาจจะเกิดที่อุณหภูมิสูงเฉพาะกับห้องปฏิบัติการภายใต้สุญญากาศ ถ้าอากาศเข้าไป อย่างทันทีทันใดหรือการปฏิบัติการภายใต้ความดันสูงถ้าไอรระหยออกมาทันที หรือการเกิดขึ้นที่ บริเวณแอทโมสเฟีย

9. การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท
- เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิเย็น แห้ง
- เก็บไว้ในที่มีการระบายอากาศ
- เก็บให้ห่างจากแหล่งที่เกิดประกายไฟ และสารออกซิไดซ์
- สารที่เหลืออยู่ในภาชนะอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้ ควรใช้อย่างระมัดระวัง
- ข้อมูลการขนส่ง DOT ชื่อทางการขนส่งเหมาะสม : Ethyl Acetate
- หมายเลข DOT ID UN : 1173

10. การกำจัดกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- วิธีการเมื่อเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล การตอบโต้กรณีหกรั่วไหล
 - อพยพคนที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมดออกจากพื้นที่
 - สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสมที่ระบุไว้ในบัญชีรายชื่อได้เปิด / การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
 - จัดแหล่งการจุดติดไฟใดๆออกไปจนกระทั่งพื้นที่ดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิด หรืออันตรายไฟ
 - บรรจุส่วนที่หกรั่วไหลและแยกออกจากแหล่งสารเคมีนั้น
 - ถ้าสามารถทำได้โดยปราศจากความเสี่ยงอันตราย
- เก็บและบรรจุสารสำหรับการนำไปกำจัดให้เหมาะสม
- ปฏิบัติตามกฎ กฏหมาย และกฎระเบียบของทางราชการในการรายงานการรั่วไหลของสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPD/PPE)



ข้อแนะนำการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPD/PPE) :

- การเลือกประเภทถุงมือ : แนะนำให้ใช้ถุงมือที่ทำมาจากวัสดุประเภท Laminated film ซึ่งควรมีระยะเวลาที่จะทำให้เกิดการซึมผ่านผนังของถุงมือ (Permeation Breakthrough time) มากกว่า 480 นาที และควรมีอัตราการเสื่อมสภาพของถุงมือ (Degradation Rating) อยู่ในระดับดีมาก และไม่แนะนำให้ใช้ถุงมือที่ทำมาจากวัสดุประเภท Nitrile, Polyvinyl Chloride
- ข้อแนะนำในการเลือกประเภทหน้ากากป้องกันระบบหายใจ
- สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 2000 ppm : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจประเภทที่ใช้การส่งอากาศสำหรับการหายใจ ซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศแบบต่อเนื่อง โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 25 หรือให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) ซึ่งมี Cartridge พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50 หรือให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า (gas mask) ซึ่งมี Canister สำหรับป้องกันไอระเหยของสารอินทรีย์ โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50 หรือให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50 หรือให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50
- ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน หรือการเข้าไปสัมผัสกับสารที่ไม่ทราบช่วงความเข้มข้น หรือการเข้าไปในบริเวณที่มีสภาวะอากาศที่เป็น IDLH : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000 หรือให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) หรือแบบที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว และแบบความดันภายในเป็นบวก (combination with an auxiliary self-contained positive-pressure breathing apparatus) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000

เมื่อปฏิบัติงานในสถานที่ที่มีการใช้สารอันตรายนั้น ไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน : ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า (gas mask) ซึ่งมี Canister ที่สามารถป้องกันไอระเหยของสารอินทรีย์ ให้ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉินพร้อม อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50

12. การปฐมพยาบาล (First Aid)

หายใจเข้าไป: - ถ้าหายใจเข้าไปให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ผู้ป่วยไม่หายใจ ให้ช่วยผายปอด ผู้ป่วยหายใจลำบาก ให้ออกซิเจน

กินหรือกลืนเข้าไป: - การกินหรือกลืนเข้าไป : ถ้าผู้ป่วยยังมีสติให้ดื่มน้ำและกระตุ้นทำให้อาเจียนทันทีโดยเจ้าหน้าที่ทาง การแพทย์ ถ้าผู้ป่วยหมดสติห้ามไม่ให้สิ่งใดเข้าปาก ถอดเสื้อผ้าที่ประอบร้อนและทำความสะอาดก่อนใช้อีกครั้ง

สัมผัสผิวหนัง: - ถ้าสัมผัสผิวหนัง ให้ล้างออกด้วยน้ำและสบู่ปริมาณมาก ๆ อย่างน้อย 15 นาที

สัมผัสลูกตา: - ถ้าสัมผัสลูกตา ให้ฉีดล้างตาโดยให้น้ำไหลผ่านอย่างน้อย 15 นาที

อื่น ๆ:

13. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

- เมื่อรั่วไหลลงสู่ น้ำ : สารนี้มีความเป็นพิษต่อปลาและแพลงก์ตอน อาจเกิดการผสมกับอากาศเหนือผิวน้ำ ให้ไอของสารที่ระบิดได้
- สารนี้สามารถเกิดการสลายตัวทางชีวภาพได้ดี
- สารนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำทิ้ง หากมีการใช้และจัดการสารอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. การเก็บและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

NMAM NO. : 1457

OSHA NO. : 7

วิธีการเก็บตัวอย่าง : กระจายกรอง หลอดเก็บตัวอย่าง อิมพินเจอร์

วิธีการวิเคราะห์ : ชั่งน้ำหนัก สเปกโตรโฟโตมิเตอร์
 แก๊สโครมาโตกราฟี อะตอมมิกแอบซอร์ปชัน

ข้อมูลอื่น ๆ :

- การเก็บตัวอย่างใช้ : coconut shell charcoal 100 mg/ 50 mg
- อัตราการไหลสำหรับเก็บตัวอย่าง : 0.01-0.2 ลิตรต่อนาที

15. ขั้นตอนการปฏิบัติงานฉุกเฉิน (Emergency Response)

AVERS Guide : 18

DOT Guide : 129

- กรณีฉุกเฉิน โปรดใช้บริการระบบให้บริการข้อมูลการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมีทางโทรศัพท์หรือสายด่วน AVERS ที่หมายเลขโทรศัพท์ 1650
- ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อ กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ โทร 0 2298 2447, 0 2298 2457

16. เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. "Chemical Safety Sheet ,Samsom Chemical Publisher ,1991 ,หน้า 384 "
2. "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards.US.DHHS ,1990 ,หน้า 130 "
3. "Lange'S Handbook of Chemistry McGrawHill ,1999 ,หน้า 1.213 "
4. "Fire Protection Guide to Hazardous Material ,NFPA ,1994 ,หน้า 325-47 "
5. "ITP. SAX'S Dangerous Properties of Industrial Materials ,1996 ,หน้า 1513 "
6. "สอป.มาตรฐานสารเคมีในอากาศและดัชนีวัดทางชีวภาพ ,นำอักษรการพิมพ์ ,2543 ,หน้า 32 "
7. "http://www.cdc.gov/NIOSH ,CISC Card. , 0367 "
8. "Firefighter 's Hazardous Materials Reference Book ,1997 ,หน้า 320 "
9. " ACGIH. 2000 TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Agents ,and Biological Exposure Indices. Ohio.,2000 ,หน้า 30 "

10. Source of Ignition หน้า 95 "

11. "อื่น ๆ" <http://chemtrack.trf.or.th> "



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พบชื่อเคมี: P-aminonitrobenzene CAS No. 100-01-6 ,88-74-4 UN/ID NO. 1661

การใช้ประโยชน์ ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี
 อันตรายต่อสุขภาพ ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา อัคคีภัย/ระเบิด
 การเก็บรักษา/ขนส่ง การกำจัดกรณีรั่วไหล อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
 การปฐมพยาบาล ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์
 การปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน เอกสารอ้างอิง

ชื่อเคมี IUPAC: 1-Amino-4-nitrobenzene

ชื่อเคมีทั่วไป	P-aminonitrobenzene				
ชื่อพ้องอื่นๆ	4-Nitrobenzenamine; PNA; C.I. 37035; 4-Nitroaniline; P-nitrophenylamine; Azofix red gg salt; Azoic diazo component 37; C.I. developer 17; Developer P; Devol red gg; Diazo fast red gg; Fast red base 2j; Fast red base gg; Fast red 2g base; Fast red 2g salt; Shinnippon fast red gg base; Fast red salt 2j; Fast red salt gg; Nitrazol cf extra; Red 2g base; Fast red gg base; Fast red mp base; Fast red p base; Fast red p salt; Naphtoelan red gg base; Azamine red 2H; C.I. azoic diazo component 37; 4-Nitroaniline;				
สูตรโมเลกุล	$C_6H_6N_2O_2$	สูตรโครงสร้าง			
รหัส IMO		CAS No.	100-01-6 ,88-74-4	รหัส EC NO.	612-012-00-9
		UN/ID No.	1661	รหัส RTECS	BY 7000000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส EUEINECS/ELINCS	202-810-1	ชื่อวงศ์	-
ชื่อผู้ผลิต/นำเข้า	-		
แหล่งข้อมูลอื่นๆ	-		

3. การใช้ประโยชน์ (Uses)

- ใช้เป็นสาร azo coupling สีย้อมปฐมภูมิ และใช้ในทางการแพทย์

4. ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ (Standard and Toxicity)

LD ₅₀ (มก./กก.) :	- (-)	LC ₅₀ (มก./ม ³) :	- / -	ชั่วโมง	(-)
IDLH(ppm) :	53.1	ADI(ppm) :	-	MAC(ppm) :	-
PEL-TWA(ppm) :	1	PEL-STEL(ppm) :	-	PEL-C(ppm) :	-
TLV-TWA(ppm) :	1	TLV-STEL(ppm) :	-	TLV-C(ppm) :	-
พรบ. ส่งเสริมและรักษาสภาพแวดล้อม พ.ศ. 2535(ppm) :	-				
พรบ. โรงงาน พ.ศ. 2535 (ppm) :	-				
พรบ. ควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ. 2530 :	- ชนิดที่ 1 - ชนิดที่ 2 - ชนิดที่ 3				
พรบ. คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 (ppm) :	-				
เฉลี่ย 8 ชั่วโมง	-	ระยะสั้น	-	ค่าสูงสุด	-
พรบ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 :	- ชนิดที่ 1 - ชนิดที่ 2 - ชนิดที่ 3 - ชนิดที่ 4				
หน่วยงานที่รับผิดชอบ :	-				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ : ผลึก สี : เหลือง กลิ่น : เกือบไม่มีกลิ่น นน.โมเลกุล : 138.1

จุดเดือด(°ซ.): 332 จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง(°ซ.): 148

ความถ่วงจำเพาะ(น้ำ=1)

: 1.424 ความหนาแน่นไอ(อากาศ=1) : 4.8

ความหนืด(mPa.sec) ความดันไอ(มม.ปรอท) 0

: - : 0.0015 ที่ 20 ซ.

ความสามารถในการละลายน้ำที่(กรัม/ ไม่ละลาย 0 ความเป็นกรด-ด่าง 0

100 มล.): น้ำ ที่ - ซ. (pH) : ~ 7 ที่ 20 ซ.

แฟลคเตอร์แปลงหน่วย 1 ppm มก./ม³ หรือ 1 มก./ม³ ppm 0

= 5.648 = 0.177 ที่ 25 ซ.

ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่นๆ

: - ละลายในน้ำ แอลกอฮอล์ อีเธอร์ เบนซีน เมทานอล

6. อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

สัมผัสทางหายใจ - การสัมผัสสารนี้ทางการหายใจ จะทำให้มีอาการเจ็บคอ , หายใจถี่ๆ , เวียนศีรษะ , ผิวหนังชนิดเป็นสีน้ำเงิน , อ่อนเพลีย

สัมผัสทางผิวหนัง - การสัมผัสสารนี้ทางผิวหนัง สารนี้สามารถซึมผ่านหนังได้ , ผื่นแดง , อาการคล้ายคลึงกับการสัมผัสสารนี้ทางการหายใจ

กินหรือกลืนเข้าไป - การกลืนกินสารนี้เข้าไป จะทำให้มีอาการเจ็บในช่องท้อง , คลื่นไส้ , อาการคล้ายคลึงกับการสัมผัสสารนี้ทางการหายใจ

สัมผัสถูกตา - การสัมผัสสารนี้ทางตา จะทำให้มีอาการตาแดง , ปวดตา

การก่อมะเร็ง ความ - การได้รับสารในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต ทำลายตับและเลือดผิดปกติ.อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัวทางเคมี : สารนี้สลายตัวเมื่อถูกความร้อน
- สภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง : หลีกเลี่ยงไม่ให้สารนี้สัมผัสกับความชื้น , สารอินทรีย์ และกรดซัลฟูริก
- หลีกเลี่ยงการทำให้สารนี้เป็นผงฝุ่น
- สารเคมีอันตรายจากการสลายตัว ไอพิษของไนตรัส

8. การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ("ซ.) : 199 จุดลุกติดไฟได้เอง("ซ.) : 521
ค่า LEL, % : - UEL, % : - NFPA Code :
LFL, % : - UFL, % : -

- สารนี้เป็นสารไวไฟ
- สารดับเพลิง : น้ำ , ผงดับเพลิง
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อหล่อเป็นภาชนะที่กำลังถูกไฟไหม้
- ไอระเหยของสารนี้ถ้าผสมกับอากาศอาจจะเกิดระเบิดขึ้นได้

9. การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บในบริเวณที่แห้ง
- เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดแน่นสนิท
- เก็บสารให้จากเปลวไฟ , ประกายไฟ
- เก็บแยกจากสารที่เผาไหม้ได้และสารอินทรีย์
- ห้ามสูบบุหรี่บริเวณที่เก็บรักษาสารนี้
- เก็บในที่อุณหภูมิ +15 ถึง +25 องศาเซลเซียส
- เข้าได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น
- ประเภทอันตราย : 6.1
- รหัส UN : 1661

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเภทการบรรจุหีบห่อ : กลุ่ม II

10. การกำจัดกรณีสารรั่วไหล (Leak and Spill)

- การกำจัดกรณีสารนี้หกรั่วไหล เก็บกวาดสารที่หกรั่วไหลด้วยความระมัดระวัง และเคลื่อนย้ายไปในที่ที่ปลอดภัย
- ใช้ภาชนะที่ปิดมิดชิดและใช้อุปกรณ์ที่ป้องกันการระเบิด
- ควบคุมการเกิดฝุ่น
- กวาดขยะที่แห้ง เก็บส่วนที่หกรั่วไหลในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิดเพื่อนำไปกำจัด

11. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPD/PPE)

		
ขอแนะนำการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPD/PPE) :		

12. การปฐมพยาบาล (First Aid)

- หายใจเข้าไป: - ถ้าหายใจเอาสารนี้เข้าไปให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปในที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ให้ผู้ป่วยพักผ่อน นำส่งไปพบแพทย์
- กินหรือกลืนเข้าไป: - ถ้ากลืนกินสารนี้เข้าไปให้ล้างปากด้วยน้ำ แล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที
- สัมผัสถูกผิวหนัง: - ถ้าสัมผัสสารนี้ทางผิวหนัง ล้างล้างผิวหนังด้วยสบู่และน้ำ ถอดเสื้อผ้าที่ปนเปื้อน นำส่งไปพบแพทย์
- สัมผัสถูกตา: - ถ้าสารนี้เข้าตาให้ล้างล้างตาด้วยน้ำ นำส่งไปพบแพทย์
- อื่น ๆ:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

- ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน

14. การเก็บและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

NMAM NO. : 5033

OSHA NO. : -

วิธีการเก็บตัวอย่าง : กระจกครอบ กระจกเก็บตัวอย่าง อิมพีเนเจอร์

วิธีการวิเคราะห์ : ชั่งน้ำหนัก สปีกโตโฟโตมิเตอร์
แก๊สโครมาโตกราฟี อะตอมมิกแอบซอร์ปชัน

ข้อมูลอื่น ๆ :

- การเก็บตัวอย่างใช้ 0.8 UM mixed collulose ester membrane
- อัตราการไหลสำหรับเก็บตัวอย่าง 1 ถึง 3 ลิตรต่อนาที

15. ขั้นตอนการปฏิบัติงานฉุกเฉิน (Emergency Response)

AVERS Guide : 38

DOT Guide : 153

- กรณีฉุกเฉินโปรดใช้บริการระบบให้บริการข้อมูลการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมีทางโทรศัพท์หรือสายด่วน AVERS ที่หมายเลขโทรศัพท์ 1650
- ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อ กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ โทร 0 2298 2447, 0 2298 2457

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. เอกสารอ้างอิง (Reference)

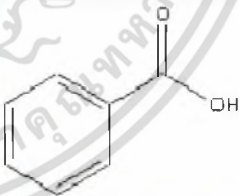
1. "Chemical Safety Sheet ,Samsom Chemical Publisher ,1991 ,หน้า 640 "
2. "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards.US.DHHS ,1990 ,หน้า 226 "
3. "Lange'S Handbook of Chemistry McGrawHill ,1999 ,หน้า 1.282 "
4. "Fire Protection Guide to Hazardous Material ,NFPA ,1994 ,หน้า 325-74 "
5. "ITP. SAX'S Dangerous Properties of Industrial Materials ,1996 ,หน้า 2423, 2424 "
6. "สอป.มาตรฐานสารเคมีในอากาศและดัชนีวัดทางชีวภาพ ,นำอักษรการพิมพ์ ,2543 ,หน้า - "
7. "http://www.cdc.gov/NIOSH ,CISC Card. , 0308 "
8. "Firefighter 's Hazardous Materials Reference Book ,1997 ,หน้า 600 "
- 9." ACGIH. 2000 TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents ,and Biological Exposure Indices. Ohio.,2000 ,หน้า - "
10. Source of Ignition หน้า 114 "
11. "อื่น ๆ" http://chemtrack.trf.or.th "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พบชื่อเคมี: Carboxybenzene ; Benzoic acid CAS No. 65-85-0 UN/ID NO. 3077

การใช้ประโยชน์	ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี
อันตรายต่อสุขภาพ	ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา	อัคคีภัย/ระเบิด
การเก็บรักษา/ขนส่ง	การกำจัดกรณีรั่วไหล	อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
การปฐมพยาบาล	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์
การปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน	เอกสารอ้างอิง	

ชื่อเคมี IUPAC: Benzoic acid				
ชื่อเคมีทั่วไป	Carboxybenzene ; Benzoic acid			
ชื่อพ้องอื่นๆ	Benzenecarboxylic Acid; Carboxybenzene; Diacylic acid; Benzeneformic acid; Benzenemethonic acid; Phenyl carboxylic acid; Phenylformic acid; Retarded ba; Retardex; Tennplas; Oracylic acid			
สูตรโมเลกุล	$C_7H_6O_2$	สูตรโครงสร้าง		
รหัส IMO	CAS No.	65-85-0	รหัส EC NO.	-
	UN/ID No.	3077	รหัส RTECS	DG 0875000
รหัส EUEINECS/ELINCS	200-618-2	ชื่อวงศ์	Orgsuic Acids	
ชื่อผู้ผลิต/นำเข้า	JT Baker Inc.			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งข้อมูลอื่นๆ

-

3. การใช้ประโยชน์ (Uses)

- เป็นสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

4. ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ (Standard and Toxicity)

LD ₅₀ (มก./กก.):	2350 (หนู)	LC ₅₀ (มก./ม ³):	>26 / 1	ชั่วโมง (หนู)				
IDLH(ppm):	-	ADI(ppm):	-	MAC(ppm):	-			
PEL-TWA(ppm):	-	PEL-STEL(ppm):	-	PEL-C(ppm):	-			
TLV-TWA(ppm):	-	TLV-STEL(ppm):	-	TLV-C(ppm):	-			
พรบ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535(ppm):	-							
พรบ. โรงงาน พ.ศ. 2535 (ppm):	-							
พรบ. ควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2530 :	┌	ชนิดที่ 1	┌	ชนิดที่ 2	┌	ชนิดที่ 3		
พรบ. คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 (ppm):								
เฉลี่ย 8 ชั่วโมง	-	ระยะสั้น	-	ค่าสูงสุด	-	สารเคมีอันตราย : ┌		
พรบ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 :	┌	ชนิดที่ 1	┌	ชนิดที่ 2	┌	ชนิดที่ 3	┌	ชนิดที่ 4
หน่วยงานที่รับผิดชอบ :								

5. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ : ผลึก ของแข็ง สี : สีขาว กลิ่น : ฉุน นน.โมเลกุล : 122.12
จุดเดือด(°ซ.): 249 จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง(°ซ.): 122
ความถ่วงจำเพาะ(น้ำ=1)
: 1.32 ความหนาแน่นไอ(อากาศ=1): 4.2
ความหนืด(mPa.sec) : - ความดันไอ(มม.ปรอท) : <1 ที่ 20⁰ซ.
ความสามารถในการละลายน้ำที่(กรัม/100 มล.): 0.1- 0 ความเป็นกรด-ด่าง 2.5- 0
: 1 ที่ 21ซ. (pH) : .35 ที่ 20ซ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แฟกเตอร์แปลงหน่วย 1 ppm = 4.99 มก./ม³ หรือ 1 มก./ม³ = 0.20 ppm ที่ 25 °ซ.

ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ :

- ละลายในคลอโรฟอร์ม

6. อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

- สัมผัสทางหายใจ - การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคือง และเผาไหม้เยื่อเมือก
- สัมผัสทางผิวหนัง - การสัมผัสผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคือง
- กินหรือกลืนเข้าไป - การกลืนหรือกินเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน
- สัมผัสลูกตา - การสัมผัสลูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง
- การก่อมะเร็ง ความ - ไม่เป็นสารก่อมะเร็งตามบัญชีรายชื่อของ IARC , NTP , Z , OSHA
ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ - สารนี้มีผลทำลายปอด ทรวงอก ระบบหายใจ ทางเดินอาหาร

7. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัวทางเคมี : สารนี้มีความเสถียร
- สารที่เข้ากันไม่ได้ : เบสเข้มข้น, สารออกซิไดซ์อย่างแรง, โลหะอัลคาไลน์
- สภาพที่ควรหลีกเลี่ยง : ความร้อน, เปลวไฟ, แหล่งจุดติดไฟต่างๆ, ความชื้น
- สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว : คาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนมอนอกไซด์
- อันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ : ไม่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ(°ซ.): 120 จุดติดไฟได้เอง(°ซ.): 570
ค่า LEL % : - UEL % : - NFPA Code :

- สารนี้ไวไฟ
- สารดับเพลิงกรณีเกิดเพลิงไหม้ ให้ใช้โฟมแอลกอฮอล์, ผงเคมีแห้ง หรือคาร์บอนไดออกไซด์ (น้ำจะใช้ไม่ได้)
- กรณีเกิดเพลิงไหม้ ผู้ดับเพลิงควรสวมอุปกรณ์ป้องกัน และหน้ากากป้องกันการหายใจที่มีที่กำบังหน้า
- สารเคมีอันตรายจากการเผาไหม้ คาร์บอนมอนนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อหล่อเย็นภาชนะบรรจุที่สัมผัสเพลิงไหม้

9. การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บในภาชนะให้มิดชิด
- เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง
- เก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ
- เก็บในบริเวณที่เหมาะสมสำหรับเก็บสารเคมี
- ให้ล้างทำความสะอาดร่างกาย ให้ทั่วถึงภายหลังทำการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การกำจัดกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- วิธีปฏิบัติกรณีเกิดการรั่วไหล ทำความสะอาดและเก็บกวาดสารหกรั่วไหลอย่างระมัดระวัง
- ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสม
- การดูดหรือกวาดขณะขึ้นสามารถใช้ได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการแพร่กระจายของฝุ่น
- ระบายอากาศบริเวณที่สารหกรั่วไหล
- ป้องกันไม่ให้สารเคมีที่หกรั่วไหล ไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ แม่น้ำ และแหล่งน้ำอื่นๆ
- ดำเนินการทำความสะอาดสารหกรั่วไหล หลังจากสารเคมีถูกเก็บกวาดเรียบร้อยแล้ว
- การพิจารณาการกำจัด : ปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎระเบียบที่ทางราชการกำหนด

11. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPD/PPE)



12. การปฐมพยาบาล (First Aid)

- หายใจเข้าไป: - ถ้าหายใจเข้าไป หากผู้ป่วยหายใจเข้าไปปริมาณมาก ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่อากาศบริสุทธิ์
- กินหรือกลืนเข้าไป: - ถ้ากลืนหรือกินเข้าไป หากผู้ป่วยยังมีสติให้ดื่มน้ำปริมาณมากๆ ทันที นำส่งไปพบแพทย์
- สัมผัสถูกผิวหนัง: - ถ้าสัมผัสถูกผิวหนัง ให้ฉีดล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำและสบู่ปริมาณมากอย่างน้อย 15 นาที
- สัมผัสถูกตา: - ถ้าสัมผัสถูกตา ให้ฉีดล้างตาทันทีด้วยน้ำปริมาณมากอย่างน้อย 15 นาที
- อื่นๆ: -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

- สารนี้สามารถเกิดการย่อยสลายได้ง่ายในน้ำ
- สารนี้มีแนวโน้มในการสะสมทางชีวภาพต่ำ
- ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ หากมีการใช้และจัดการกับผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม

14. การเก็บและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

NMAM NO. : -

OSHA NO. : -

วิธีการเก็บตัวอย่าง : กระจายกรอง หลอดเก็บตัวอย่าง อิมพัลเจอร์

วิธีการวิเคราะห์ : ชั่งน้ำหนัก สเปคโตรโฟโตมิเตอร์
 แก๊สโครมาโตกราฟี อะตอมมิกแอบซอร์ปชัน

15. ขั้นตอนการปฏิบัติงานฉุกเฉิน (Emergency Response)

AVERS Guide : 49

DOT Guide : 171

- กรณีฉุกเฉินโปรดใช้บริการระบบให้บริการข้อมูลการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมีทางโทรศัพท์หรือสายด่วน AVERS ที่หมายเลขโทรศัพท์ 1650
- ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมโปรดติดต่อ กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ โทร 0 2298 2447, 0 2298 2457

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. เอกสารอ้างอิง (Reference)


1. "Chemical Safety Sheet ,Samsom Chemical Publisher ,1991 ,หน้า 99 "
2. "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards.US.DHHS ,1990 ,หน้า - "
3. "Lange'S Handbook of Chemistry McGrawHill ,1999 ,หน้า 1.102 "
4. "Fire Protection Guide to Hazardous Material ,NFPA ,1994 ,หน้า 325-17 "
5. "ITP. SAX'S Dangerous Properties of Industrial Materials ,1996 ,หน้า 352 "
6. "สอบ.มาตรฐานสารเคมีในอากาศและดัชนีวัดทางชีวภาพ ,นำอักษรกรพิมพ์ ,2543 ,หน้า - "
7. "http://www.cdc.gov/NIOSH ,CISC Card. , - "
8. "Firefighter 's Hazardous Materials Reference Book ,1997 ,หน้า - "
9. " ACGIH. 2000 TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents ,and Biological Exposure Indices. Ohio.,2000 ,หน้า - "
10. Source of Ignition หน้า 73 "
11. "อื่น ๆ" <http://chemtrack.trf.or.th> "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พบชื่อเคมี: Beta-Naphthol CAS No. 135-19-3 UN/ID NO. -

การใช้ประโยชน์	ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี
อันตรายต่อสุขภาพ	ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา	อักษิภัย/ระเบิด
การเก็บรักษา/ขนส่ง	การกำจัดกรณีรั่วไหล	อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
การปฐมพยาบาล	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์
การปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน	เอกสารอ้างอิง	

ชื่อเคมี IUPAC: 2-Naphthol					
ชื่อเคมีทั่วไป	Beta-Naphthol				
ชื่อพ้องอื่นๆ	isonaphthol; Beta-hydroxynaphthalene; 2-Hydroxynaphthalene; 2-Naphthalenol; Hydroxynaphthalene; Naphthalenol; Naphthyl alcohol; Naphthyl hydroxide				
สูตรโมเลกุล	C ₁₀ H ₇ OH	สูตรโครงสร้าง			
รหัส IMO	CAS No.	135-19-3	รหัส EC NO.	604-007-00-5	
	UN/ID No.	-	รหัส RTECS	QL 2975000	
	รหัส EUEINECS/ELINCS	205-182-7	ชื่อวงศ์	Phenols	
ชื่อผู้ผลิต/นำเข้า	JT Baker Inc.				
แหล่งข้อมูลอื่นๆ	222 Red School Lane, Phillipsburg New Jersey U.S.A. 08865				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้ประโยชน์ (Uses)

- ใช้เป็นสารเคมีในห้องปฏิบัติการ (Laboratory reagent)

4. ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ (Standard and Toxicity)

LD ₅₀ (มก./กก.):	1960 (หนู)	LC ₅₀ (มก./ม ³):	>770 / 1	ชั่วโมง (หนู)	
IDLH(ppm):	-	ADI(ppm):	-	MAC(ppm):	-
PEL-TWA(ppm):	-	PEL-STEL(ppm):	-	PEL-C(ppm):	-
TLV-TWA(ppm):	-	TLV-STEL(ppm):	-	TLV-C(ppm):	-
พรบ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535(ppm):	-				
พรบ. โรงงาน พ.ศ. 2535 (ppm):	-				
พรบ. ควบคุมยวดยภัณฑ์ พ.ศ. 2530 :	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3		
พรบ. คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 (ppm):	-				
เฉลี่ย 8 ชั่วโมง	- ระยะสั้น	- ค่าสูงสุด	- สารเคมีอันตราย:	<input checked="" type="checkbox"/>	
พรบ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 :	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	ชนิดที่ 4	
หน่วยงานที่รับผิดชอบ :					

5. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ : ของแข็ง สี : ผงสีขาว กัดกร่อน : กัดกร่อนฟีนอลิก นน.โมเลกุล : 144.17
 จุดเดือด(°ซ.): 285 จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง(°ซ.): 123
 ความตึงผิว(น้ำ=1)
 : 1.22 ความหนาแน่นไอ(อากาศ=1): 4.97
 ความหนืด(mPa.sec) : - ความดันไอ(mm.ปรอท) : 10^{ที่} 145⁰ซ.
 ความสามารถในการละลายน้ำที่(กรัม/100 ⁰ : - ความเป็นกรด-ด่าง ⁰
 มล.): 0.1% ^{ที่} 20ซ. (pH) : - ^{ที่} - ซ.
 แคลคูลอร์แปลงหน่วย 1 ppm = 5.89 มก./ม³ หรือ 1 มก./ม³ = 0.169 ppm ^{ที่} 25 ⁰ซ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมหนังสือไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ :

สารนี้สามารถละลายได้ในเอทานอล, อีเธอร์ และคลอโรฟอร์ม

6. อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

สัมผัสทางหายใจ - การหายใจเข้าไปทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน

สัมผัสทางผิวหนัง - การสัมผัสถูกผิวหนังทำให้เกิดการระคายเคือง

กินหรือกลืนเข้าไป - การกลืนกินเข้าไป จะทำให้เกิดปวดศีรษะ อาเจียน เวียนศีรษะ ระคายเคืองต่อหลอดอาหาร และกระเพาะอาหาร

สัมผัสตุ๊กตา - การสัมผัสตุ๊กตาจะทำให้เกิดการระคายเคืองตาแดง เจ็บตา

การก่อมะเร็ง ความ - ผลกระทบของการสัมผัสสารเรื้อรัง มีอวัยวะเป้าหมายคือ ทำลายตา ผิดปกติอื่น ๆ

7. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัว สารนี้มีความเสถียร
- อันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ จะไม่เกิดขึ้น
- สภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง : แสง ความร้อน เปลวไฟและแหล่งจุดติดไฟอื่น ๆ
- สารที่เข้ากันไม่ได้ : สารออกซิไดซ์อย่างแรง ฟีนอล (Phenol) เบสแก่ กรดคลอไรด์ กรดแอนไฮดราย
- สารจากการสลายตัว : คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ(°ซ.): 160

จุดติดไฟได้เอง(°ซ.): -

ค่า LEL % : - UEL % : -

NFPA Code :

LFL % : - UFL % : -



NFPA 704 Code

- ผู้ขนส่งสามารถทำให้เกิดส่วนผสมที่สามารถระเบิดได้
- เมื่อเกิดเพลิงไหม้ทำให้ก๊าซพิษของคาร์บอนมอนนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์
- สารดับเพลิงให้ใช้สารดับเพลิงที่เหมาะสมกับประเภทของเพลิงโดยรอบ
- ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมกับหน้ากากแบบเต็มหน้า

9. การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด
- เก็บในที่แห้ง
- เก็บห่างจากแสงแดด และเก็บในภาชนะที่ป้องกันแสงได้
- หลีกเลี่ยงการสัมผัสลูกตา ผิวหนัง เสื้อผ้าและหายใจเข้าไป
- ล้างทำความสะอาดให้ทั่วภายหลังจากการเคลื่อนย้าย
- ใช้ในบริเวณที่มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ
- เก็บในบริเวณที่เหมาะสมสำหรับการเก็บสารเคมีทั่วไป

10. การกำจัดกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- ขั้นตอนในการปฏิบัติในเหตุการณ์รั่วไหลหรือการปล่อยออกมาให้สวมใส่ชุดป้องกันอันตรายให้เหมาะสม
- เก็บกวาดอย่างระมัดระวังและขนย้ายออกไป
- กำจัดตามกฎหมายระเบียบของทางราชการ
- หลีกเลี่ยงการทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPD/PPE)



12. การปฐมพยาบาล (First Aid)

- หายใจเข้าไป: - ถ้าหายใจเข้าไป ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจ ให้ทำการผายปอด หากหายใจติดขัดให้ออกซิเจนช่วย นำส่งไปพบแพทย์ทันที
- กินหรือกลืนเข้าไป: - ถ้ากลืนหรือกินเข้าไป ให้กระตุ้นให้อาเจียน ให้ดื่มน้ำปริมาณมาก นำส่งไปพบแพทย์ทันที
- สัมผัสถูกผิวหนัง: - ถ้าสัมผัสถูกผิวหนัง ให้ฉีดล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำปริมาณมากๆ อย่างน้อย 15 นาที นำส่งไปพบแพทย์
- สัมผัสถูกตา: - ถ้าสัมผัสถูกตา ให้ฉีดล้างตาทันทีด้วยน้ำปริมาณมากๆ อย่างน้อย 15 นาที นำส่งไปพบแพทย์
- อื่นๆ: -

13. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

- ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน
- ความสามารถในการย่อยสลาย : สามารถกำจัดได้อย่างง่ายดาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. การเก็บและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

NMAM NO. : -

OSHA NO. : -

วิธีการเก็บตัวอย่าง : กระดาษกรอง หลอดเก็บตัวอย่าง อิมพินเจอร์

วิธีการวิเคราะห์ : ชั่งน้ำหนัก สเปกโตรโฟโตมิเตอร์
 แก๊สโครมาโตกราฟี อะตอมมิกแอบซอร์ปชัน

15. ขั้นตอนการปฏิบัติงานฉุกเฉิน (Emergency Response)

AVERS Guide : -

DOT Guide : -

- กรณีฉุกเฉินโปรดใช้บริการระบบให้บริการข้อมูลการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมีทางโทรศัพท์หรือสายด่วน AVERS ที่หมายเลขโทรศัพท์ 1650

- ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อ กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ โทร 0 2298 2447, 0 2298 2457

16. เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. "Chemical Safety Sheet ,Samsom Chemical Publisher ,1991 ,หน้า - "
2. "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards.US.DHHS ,1990 ,หน้า - "
3. "Lange'S Handbook of Chemistry McGrawHill ,1999 ,หน้า 1.282 "
4. "Fire Protection Guide to Hazardous Material ,NFPA ,1994 ,หน้า - "
5. "ITP. SAX'S Dangerous Properties of Industrial Materials ,1996 ,หน้า 2379 "
6. "สอป.มาตรฐานสารเคมีในอากาศและดัชนีวัดทางชีวภาพ ,นำอักษรการพิมพ์ ,2543 ,หน้า - "
7. "http://www.cdc.gov/NIOSH ,CISC Card. , - "
8. "Firefighter 's Hazardous Materials Reference Book ,1997 ,หน้า - "
- 9." ACGIH. 2000 TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents ,and Biological Exposure Indices. Ohio.,2000 ,หน้า - "
10. Source of Ignition หน้า - "
11. "อื่น ๆ" http://chemtrack.trf.or.th "

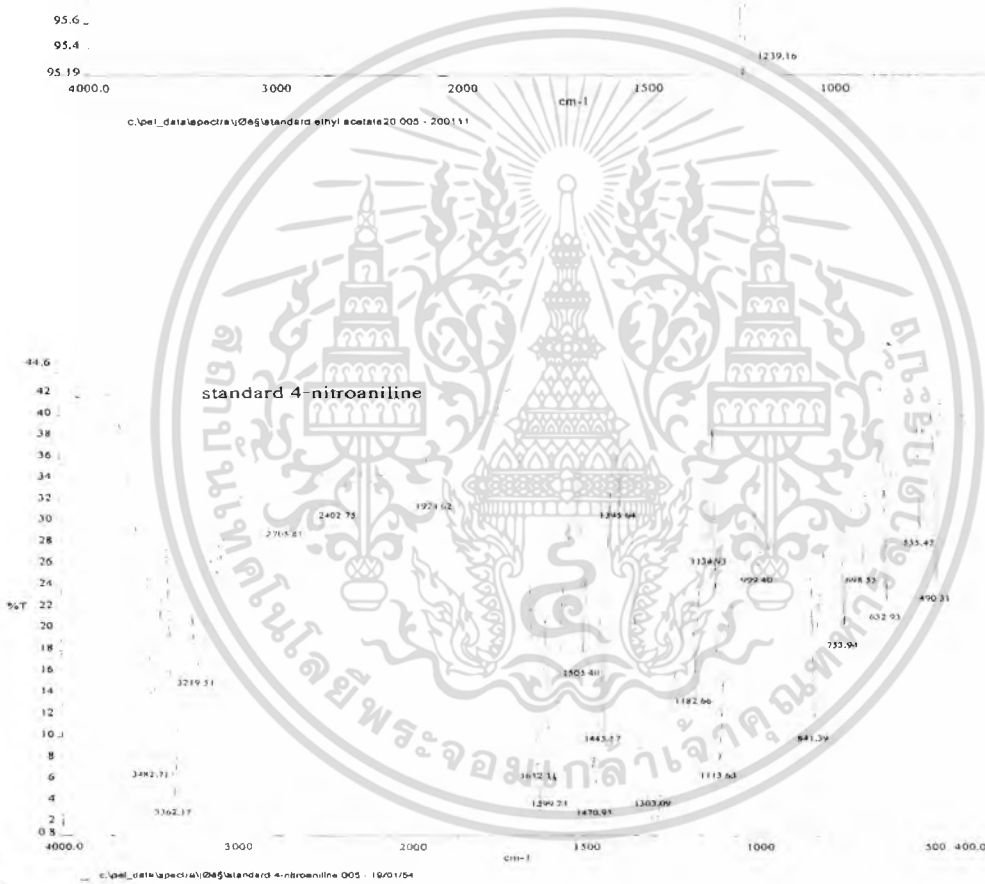
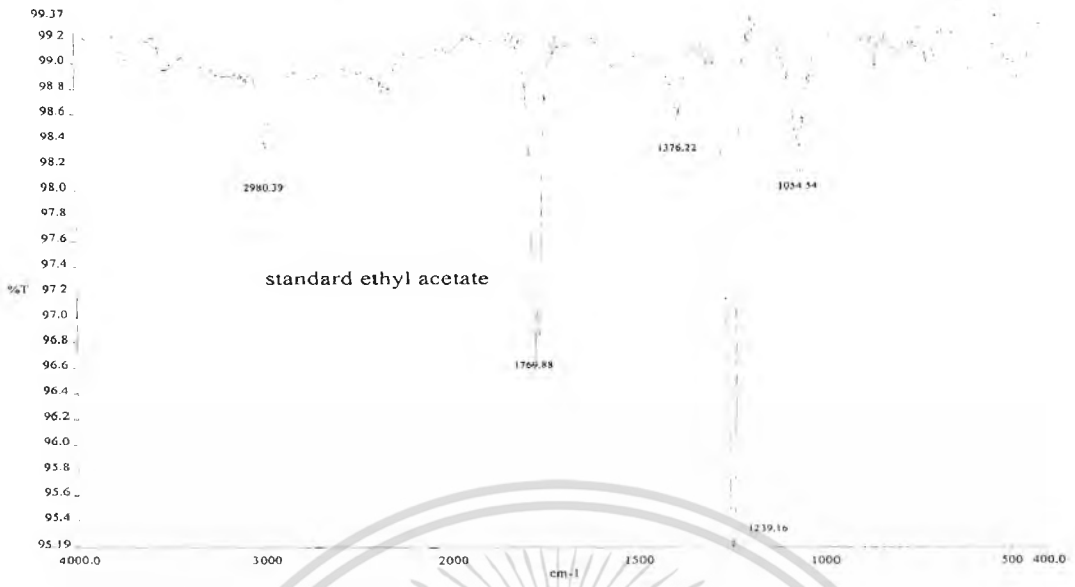
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



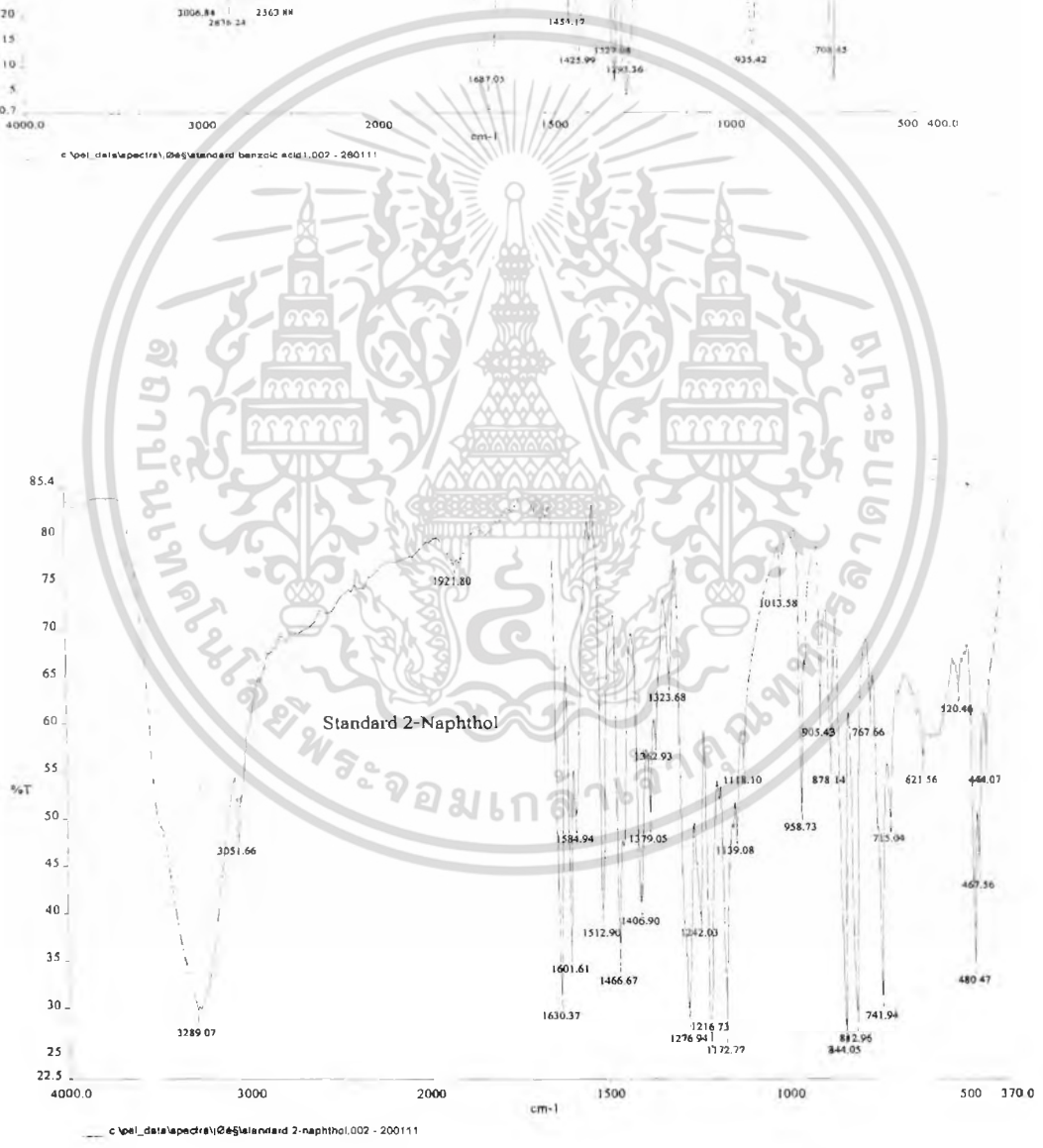
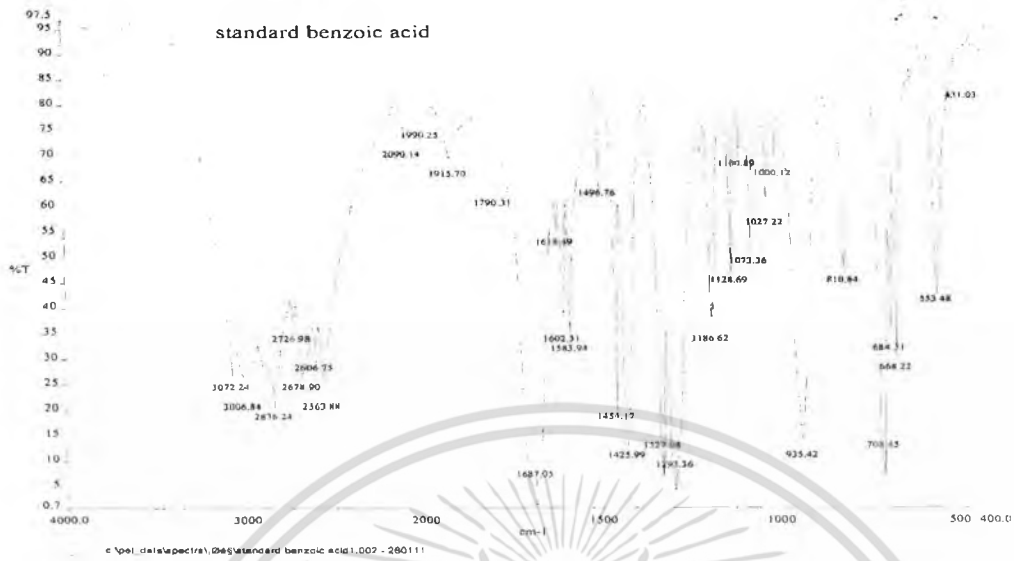
ภาคผนวก ข

IR Spectrum

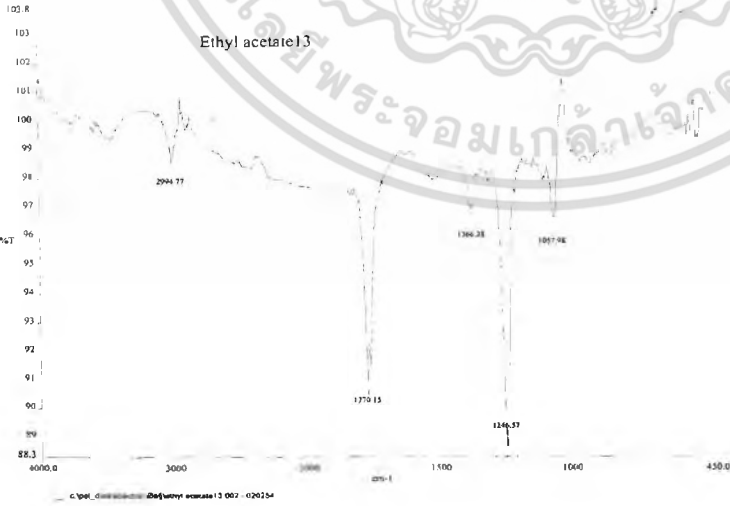
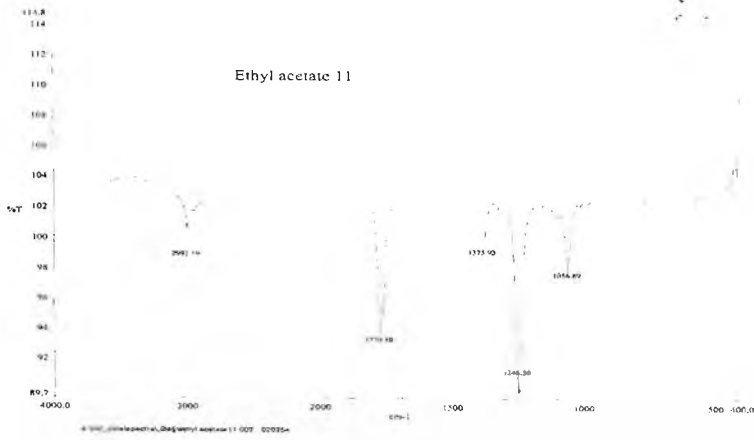
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



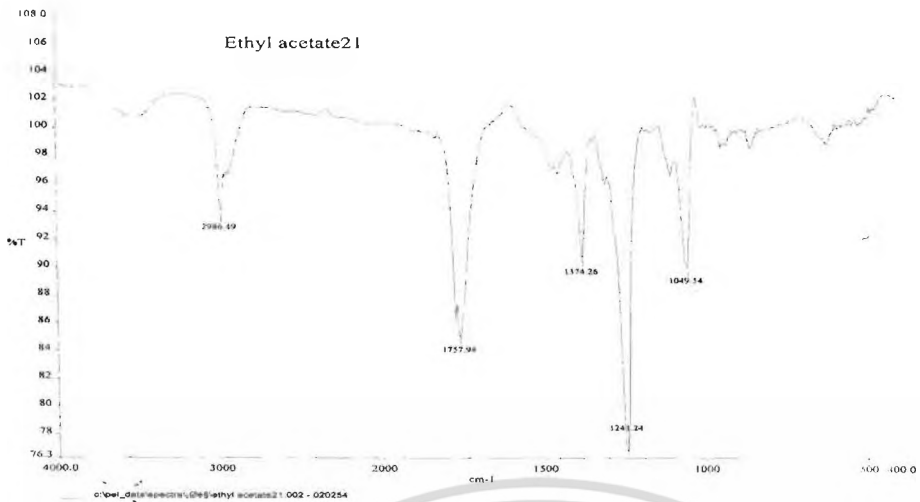
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



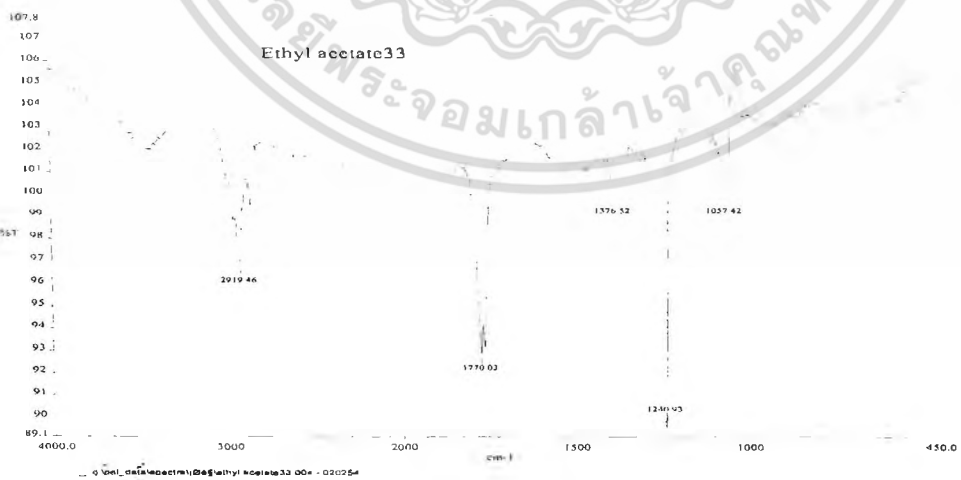
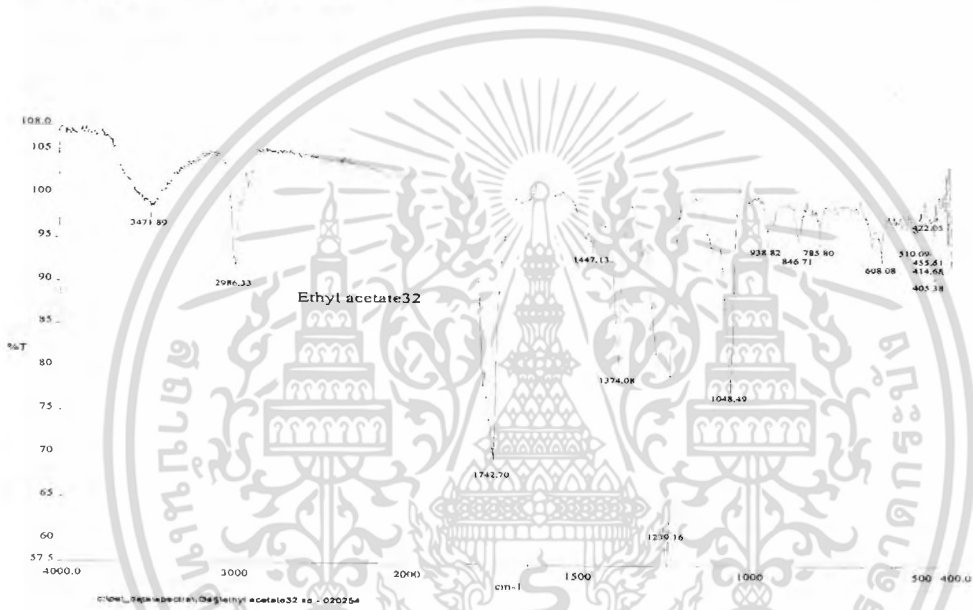
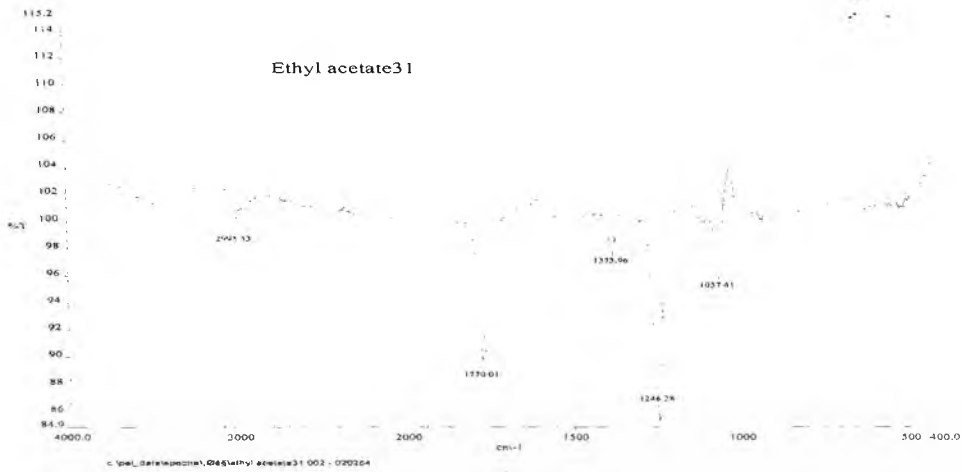
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



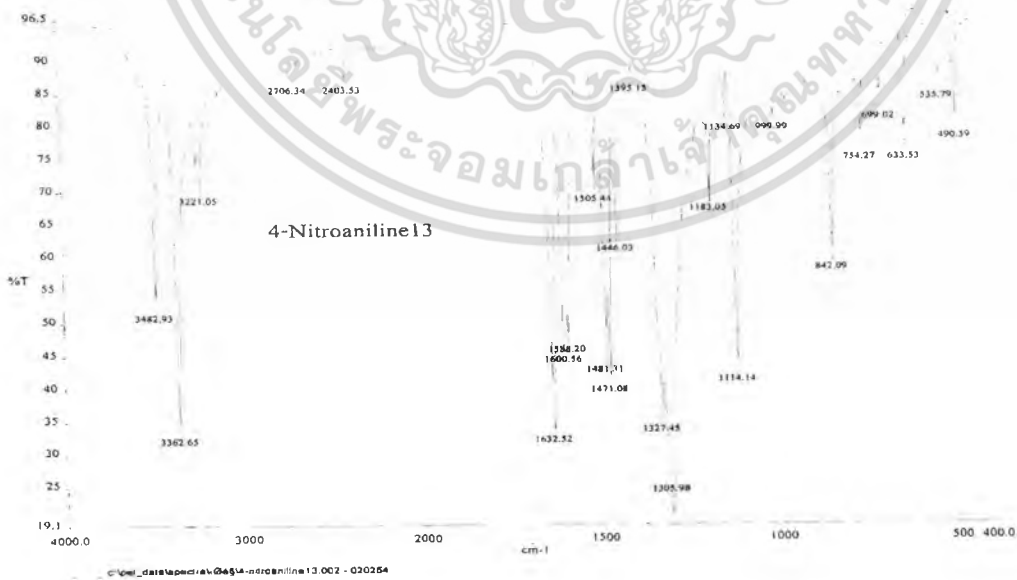
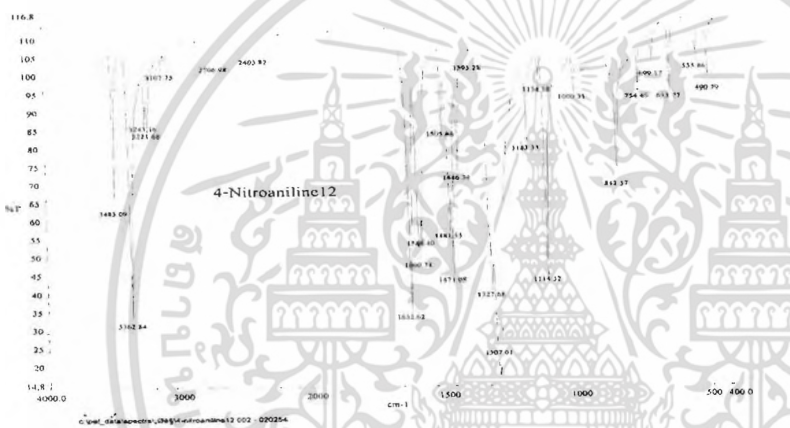
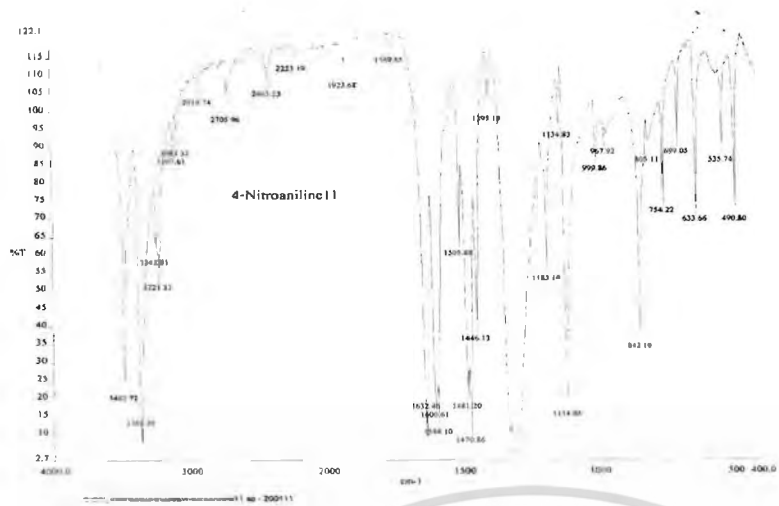
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



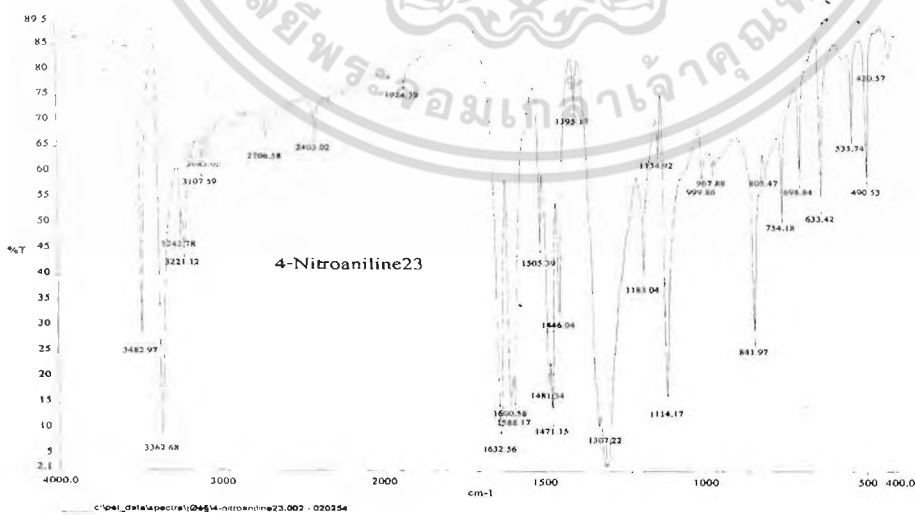
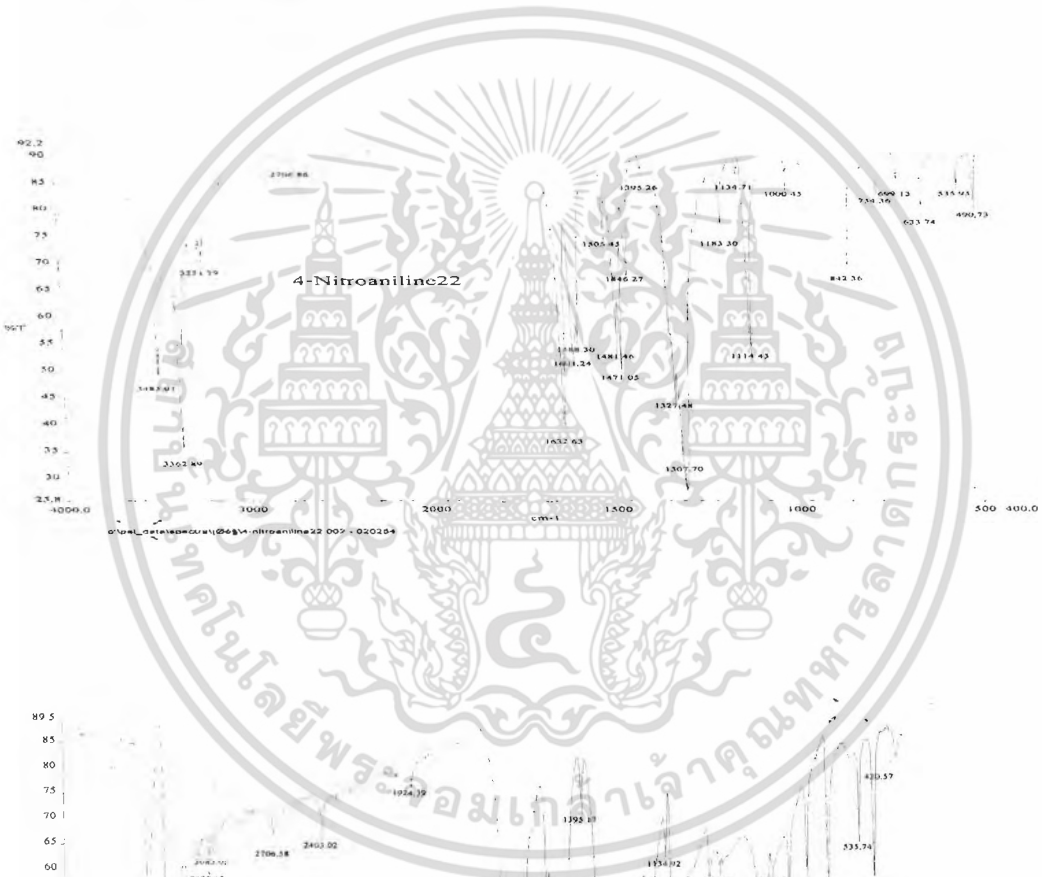
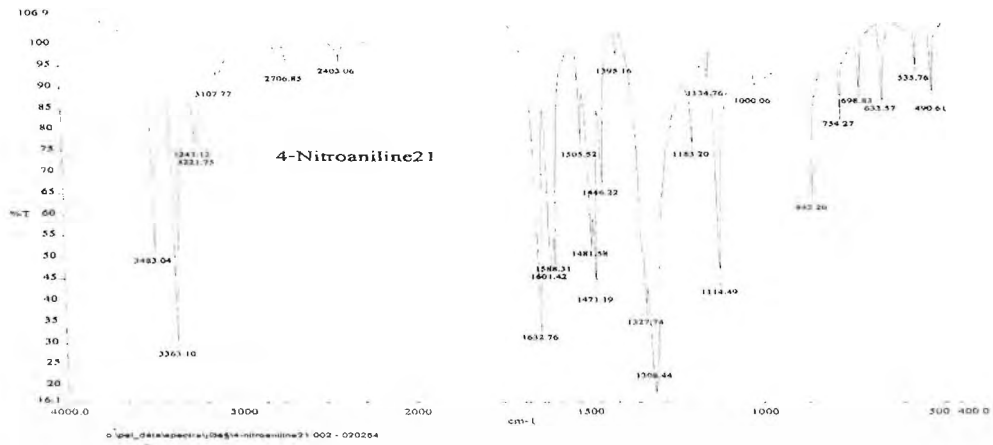
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



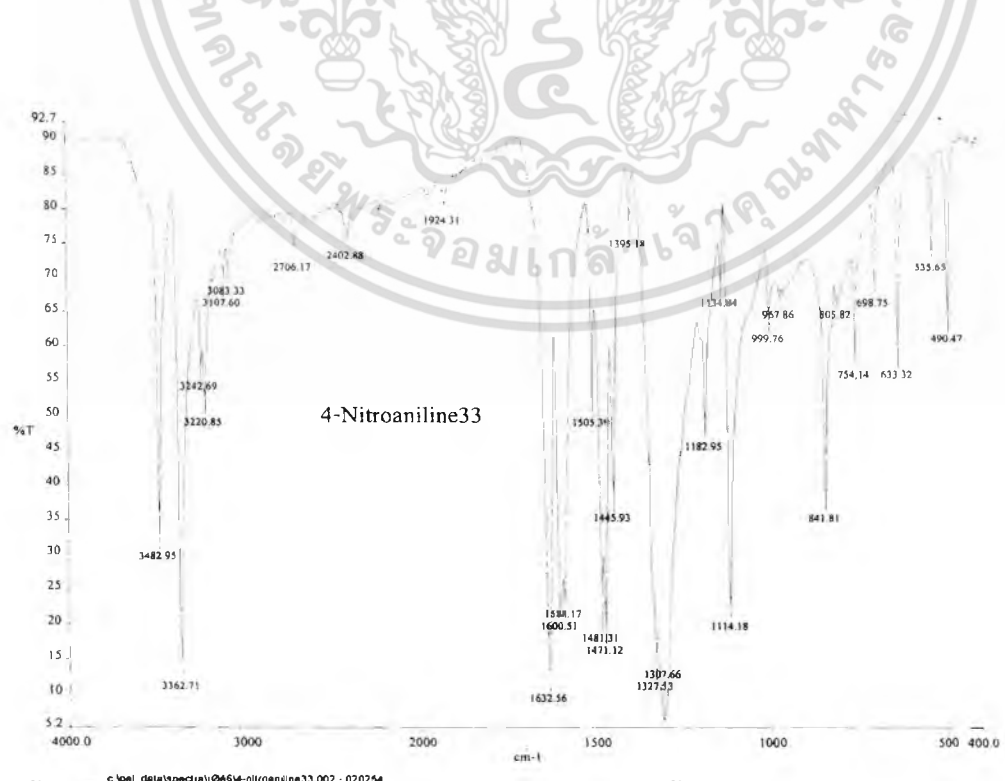
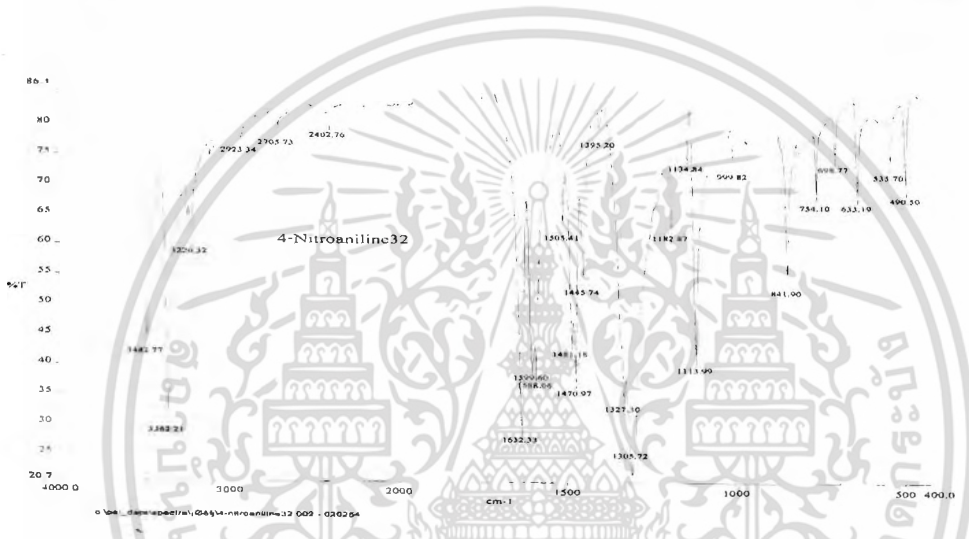
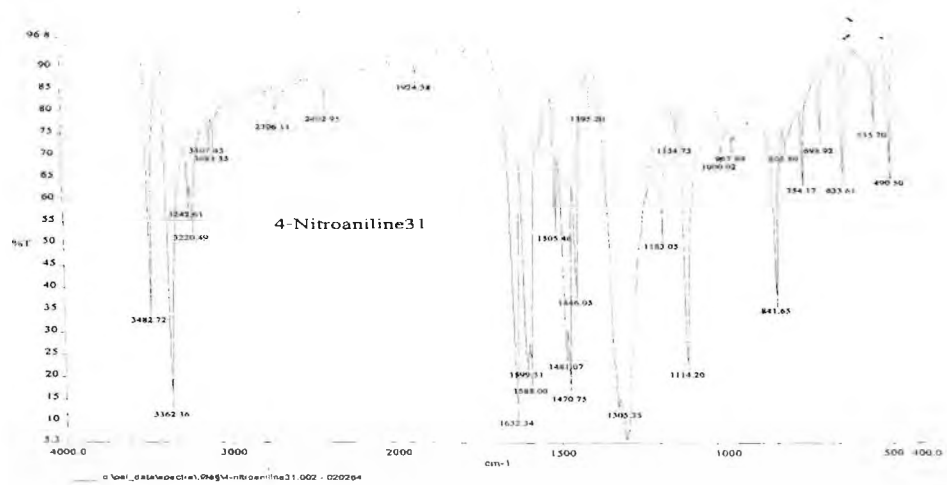
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



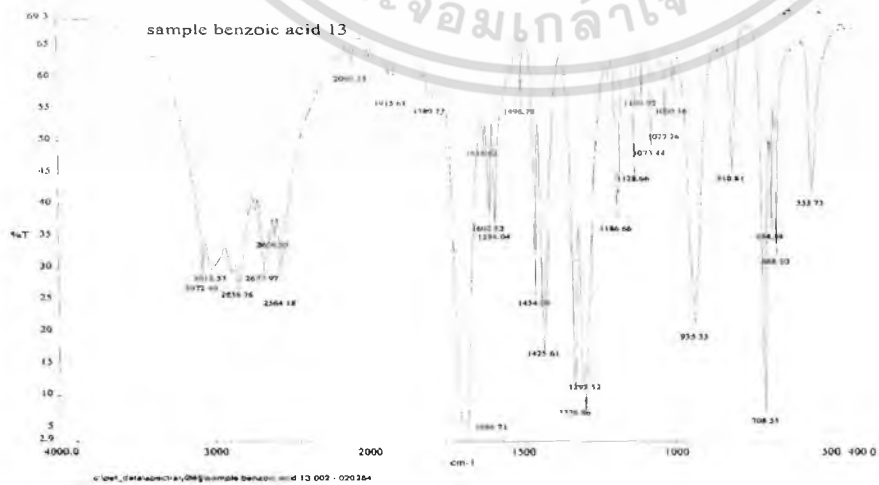
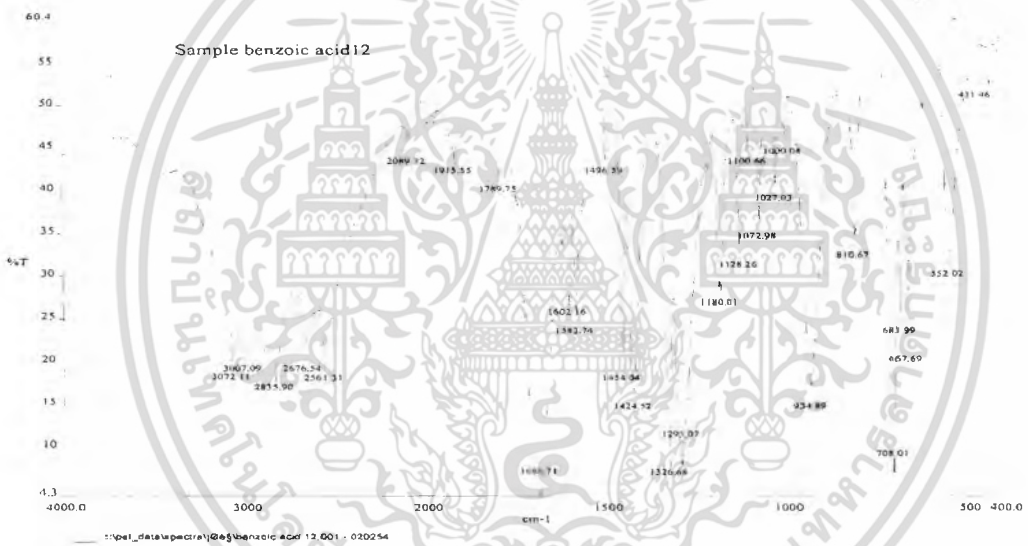
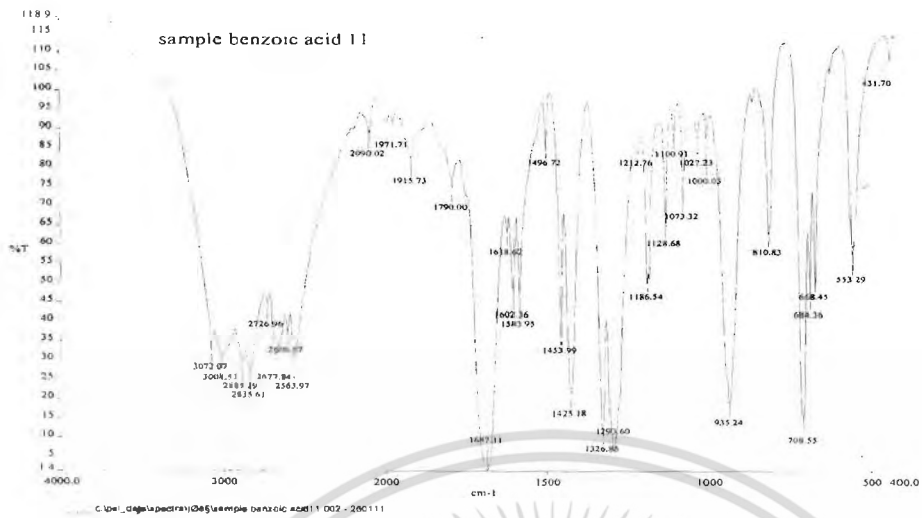
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



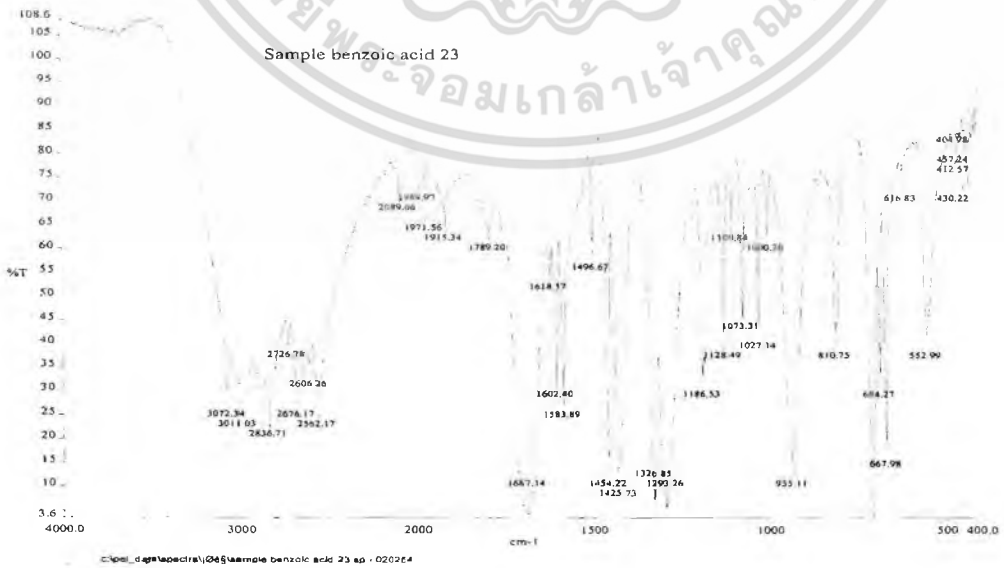
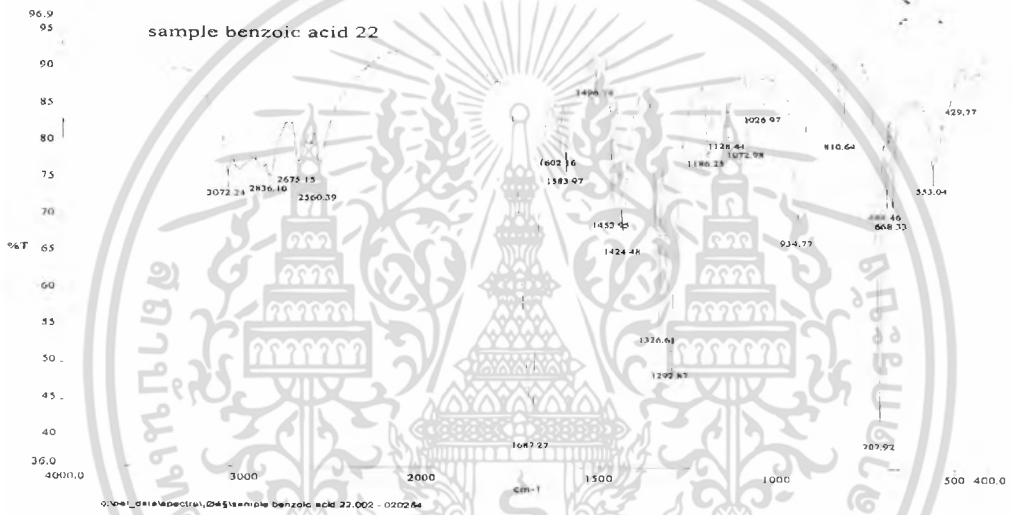
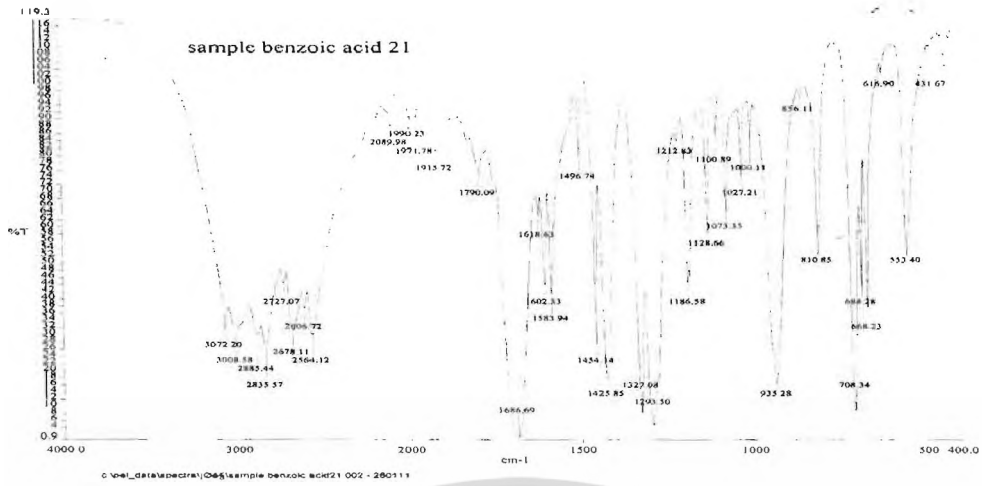
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



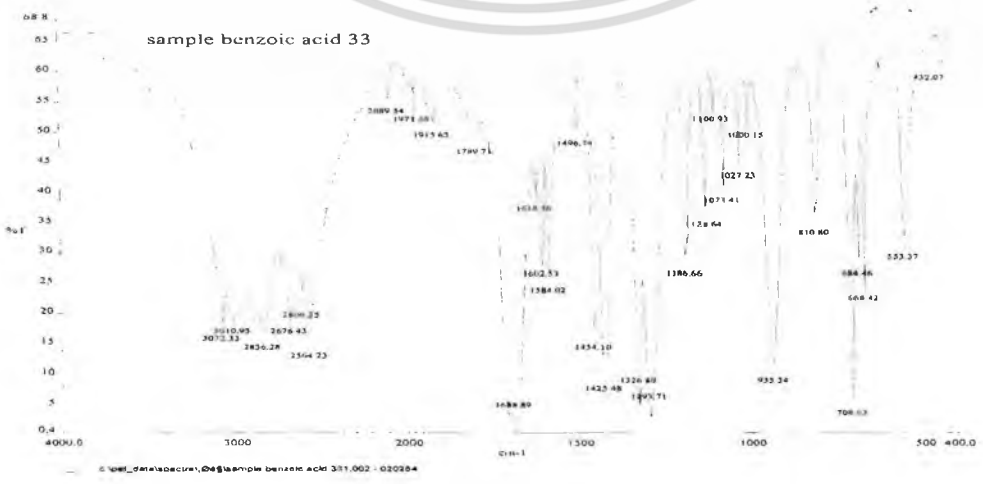
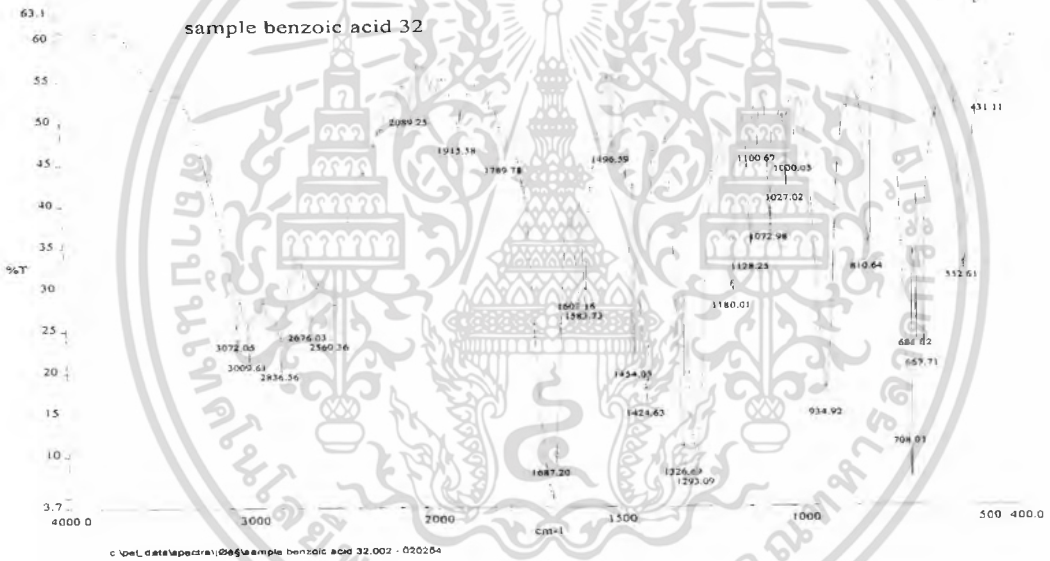
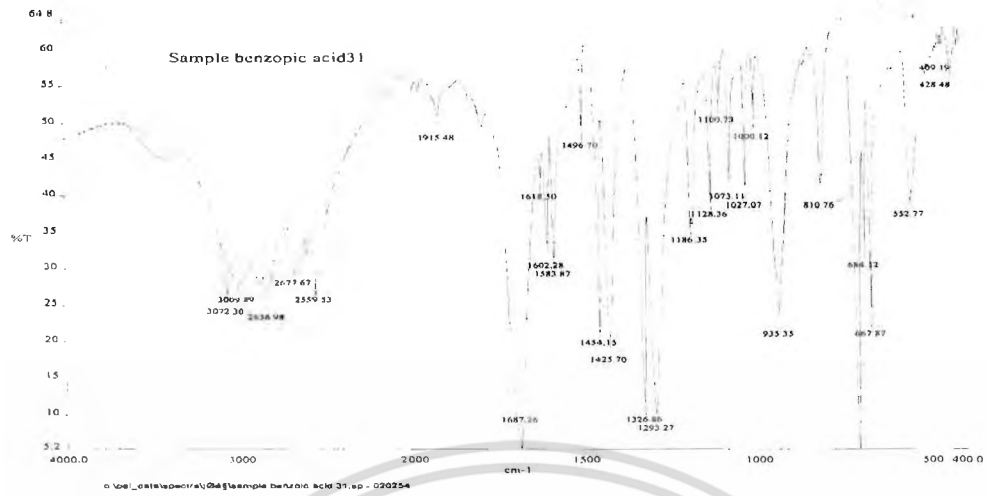
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



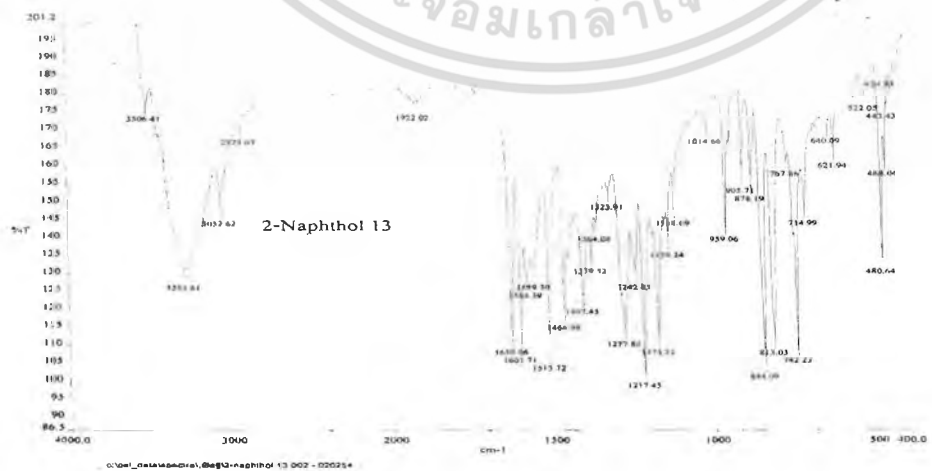
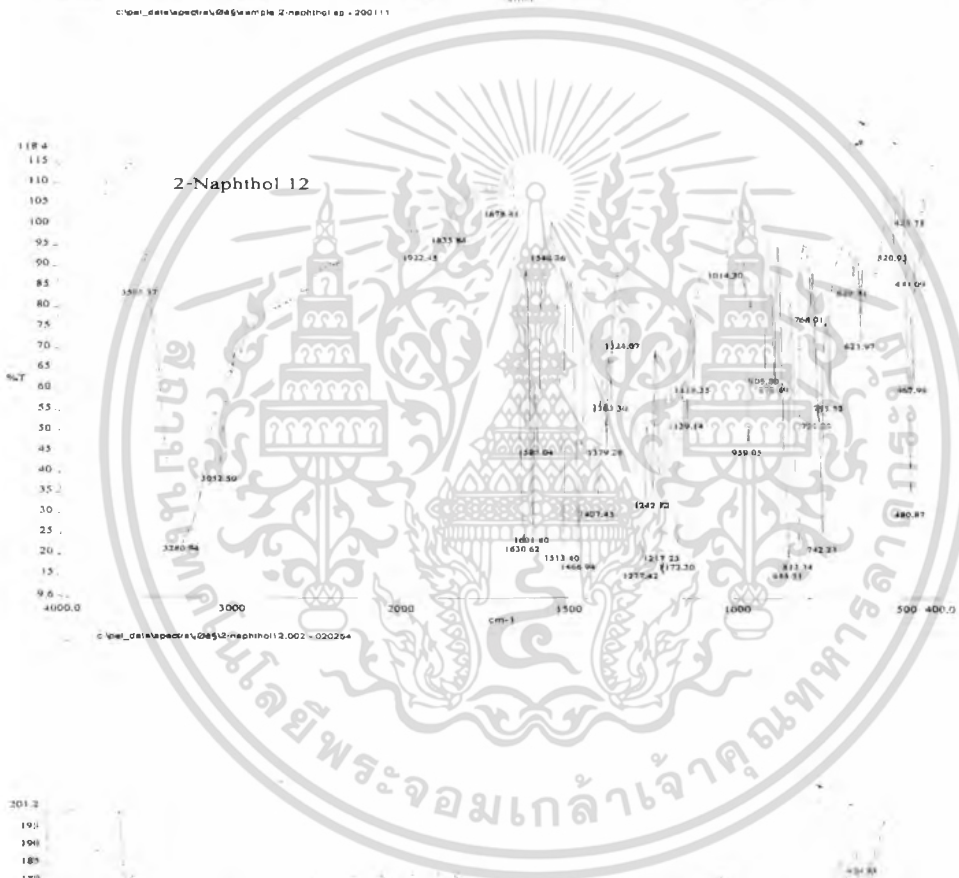
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



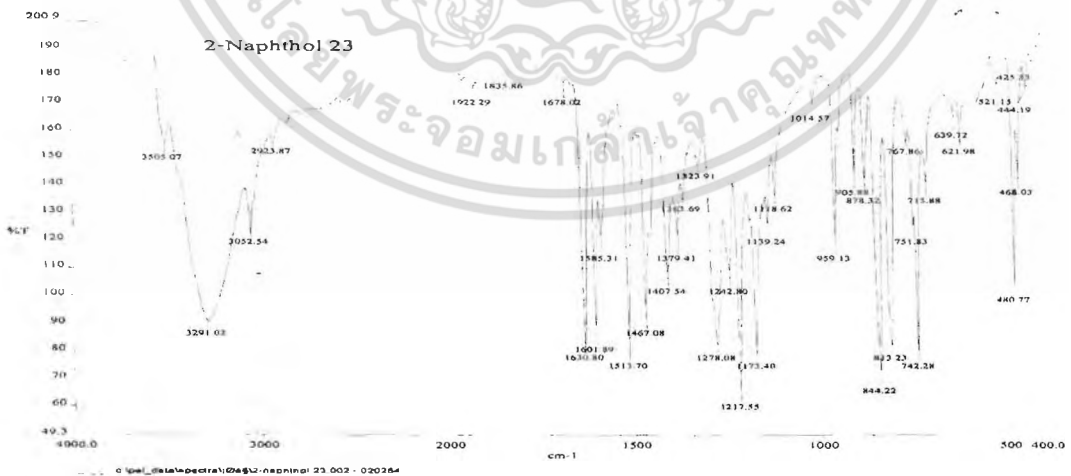
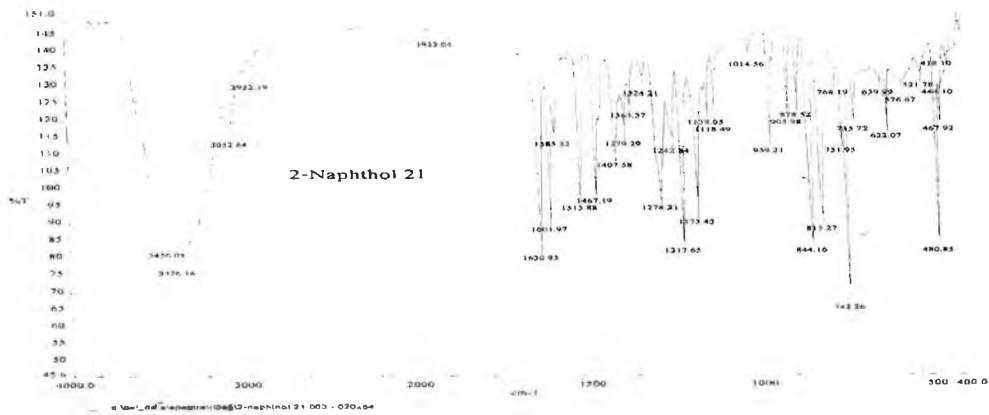
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



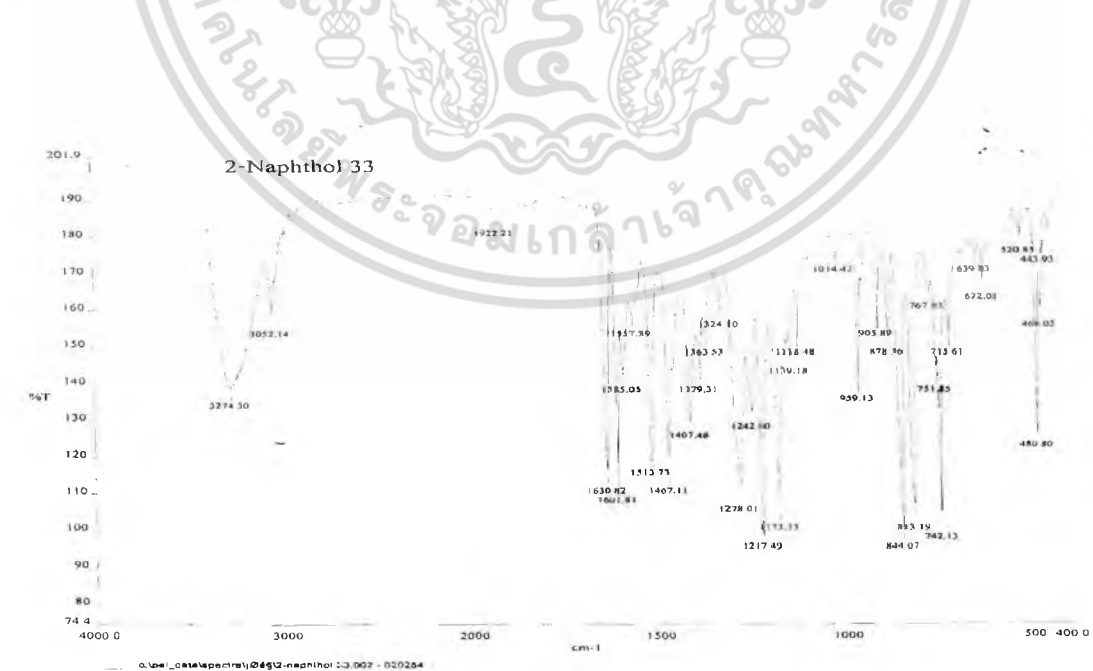
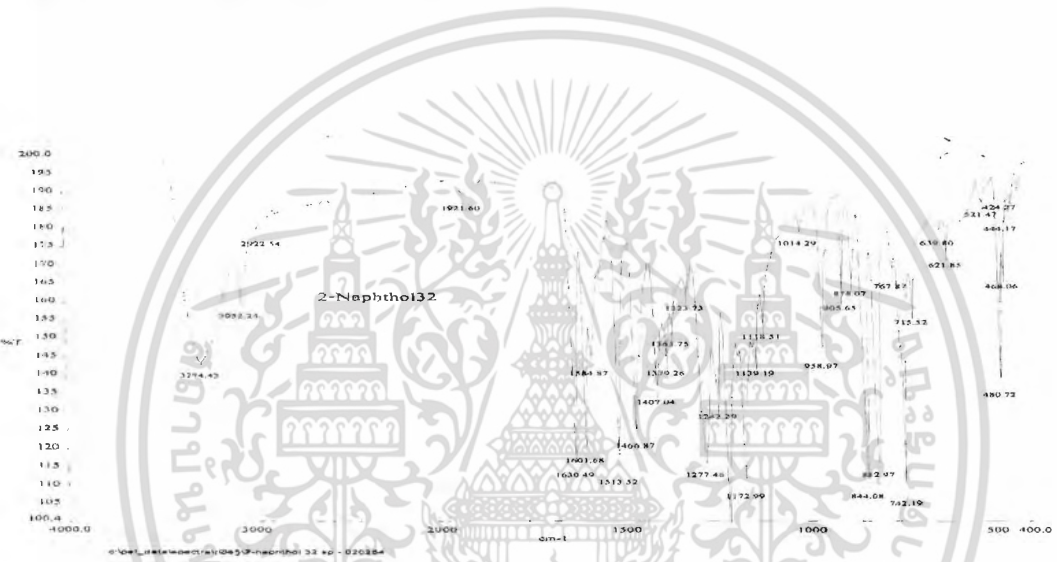
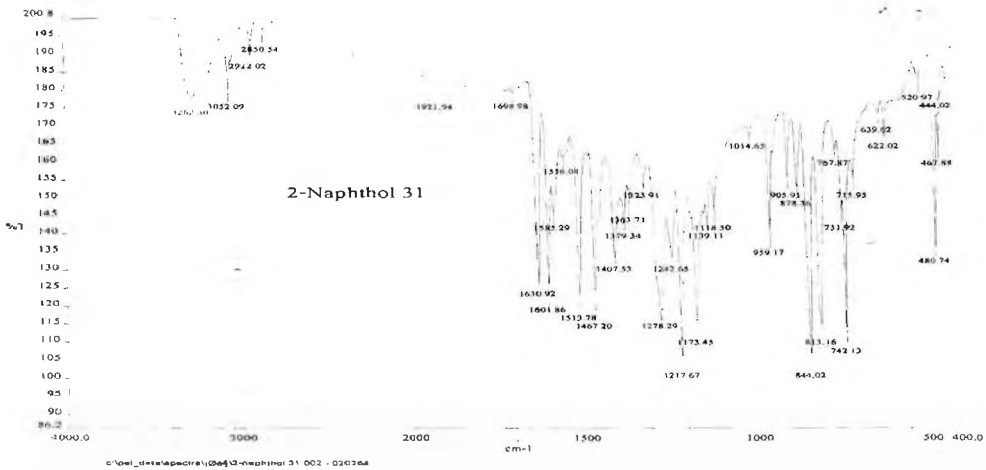
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 22 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ที่ระบุว่า “ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilutions) “ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังนี้

ข้อ 1 คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการ โรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคณงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ 2 น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

(2) ทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.1 ค่า ทีดีเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า ทีดีเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้น กับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) โลหะหนักมีค่าดังนี้

4.1	ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า	0.005	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.2	เซเลเนียม (Selenium)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.3	แคดเมียม (Cadmium)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.4	ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.5	อาร์เซนิก (Arsenic)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6	โครเมียม (Chromium)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.1	Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.2	Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.75	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.7	บารีียม (Barium)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.8	นิกเกิล (Nickel)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9	ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า	2.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10	สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.11	แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(8) สารประกอบฟีนอล (phenols Compound) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) เพสติไซด์ (Pesticide) ต้องไม่มี

(11) อุณหภูมิ ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

(12) สี ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(13) กลิ่น ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(14) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) ค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่

มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำ

ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(16) ค่า ทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ค่า ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ 3 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH)

Meter)

(2) การตรวจสอบค่า ทิตีเอสให้ใช้การระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

(3) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber filter Disc)

(4) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

4.1 การตรวจสอบค่าสังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิกเกิลและแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอบซอร์ปชัน สเปกโตรเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไดเรกต์แอสไพเรชัน (Direct Aspiration) หรือ วิธีพลาสมา อิมมิสชัน สเปกโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิลด์ พลาสมา (Inductively Coupled plasma :ICP)

4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิกและเชลเลนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์ เจเนอเรชัน (Hydride Generation) หรือวิธี

พลาสมา อิมมิสชันสเปกโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิลด์ พลาสมา (Inductively Coupled Plasme : ICP)

4.3 การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน โคลด์ เวปเปอร์ เทคนิก (Atomic Absorption Cold Vapour Technigue)

(5) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท (Titrate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (6) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดีน บาร์บิทูริกแอซิด (pyridine-Barbituric Acid)
- (7) การตรวจสอบค่าฟอรัมมาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีการเทียบสี (Spectrophotometry)
- (8) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, 4-Aminoantipyrine)
- (9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอดิเมตริก (Iodometric Method)
- (10) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ให้ใช้วิธีก๊าซโคร โตกกราฟี (Gas-Chromatography)
- (11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัตถุประสงค์ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
- (12) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
- (13) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ
- (14) การตรวจสอบค่าทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาล์ (Kjeldahl)
- (15) การตรวจสอบค่าซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโปตัสเซียม ไดโครเมต (Potassium dichromate digestion)

ข้อ 4 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือ

วิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard

Methods

for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health

Association,

American Water Work Assciation และ Water Environment Federation ของ

สหรัฐอเมริกา

ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2539

ไชยวัฒน์ สิ้นสุวรรณ
(นายไชยวัฒน์ สิ้นสุวรรณ)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนที่ 52 ง วันที่ 27 มิถุนายน 2539

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของของเสียที่สามารถทิ้งลงท่อน้ำทิ้งได้โดยไม่ต้องจัดเก็บ

ประเภทของสาร	ปริมาณ/ความเข้มข้น
สารอินทรีย์	
• แป้งและคาร์โบไฮเดรต	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• กรดอะมิโนและเกลือ	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• กรดไขมันและไขมัน	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• แอลกอฮอล์ ชนิดที่มีอะตอมน้อยกว่า 5 อะตอม	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• อัลดีไฮด์ ชนิดมีอะตอมน้อยกว่า 5 อะตอม	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• เอไมด์ (Amides)	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ $RCONH_2$ และ $RCONHR$	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ $RCONH_2$	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• เอมีน (Amines)	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ Aliphatic amines ชนิดที่มีอะตอมน้อยกว่า 7 อะตอม	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ Hydroxyalkanoic acids	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• เอสเทอร์	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ Dioxylane	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ Dioxane	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• คีโตน (Ketone)	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• ไนไตรล์ (Nitrile) เช่น Acetonitrile	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
• ซัลโฟนิค เอซิด	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม
◆ โซเดียมหรือโปแตสเซียม	ต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้