สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีและค่าทีเอชโอดี

นายพีรวัฒน์ ฤดีสวัสดิ์

นายวาปี จันทร์จรุงภักดิ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

LD
ว794ค
2543
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 40048
วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544

.b.....
ส.....

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Relationship Between Chemical Oxgen demand and Theoretical Oxygen Demand

Mr. Peerawat Rudiswat

Mr. Wapee Chanjaroongpak

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for The Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faclty of Science

King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีและค่าทีเอชโอดี
นักศึกษา	นาย พีรวัฒน์ ฤดีสวัสดิ์
	นาย วาปี จันทร์จรุงภักดิ์
ภาควิชา	เคมี
สาขาวิชา	เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล
	อาจารย์ พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

---------- หัวหน้าภาควิชาเคมี

(ผศ.ดร. สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

คณะกรรมการตรวจสอบโครงงานพิเศษ

---------- ประธานกรรมการ

(ดร. ชมพูนุท ไชยรักษ์)

---------- กรรมการ

(อาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์)

---------- กรรมการ

(รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล)

---------- กรรมการ

(อาจารย์พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย)

ลิขสิทธิ์ของภาคเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักศึกษา	นาย พีรวัฒน์ ฤดีสวัสดิ์
	นาย วาปี จันทร์จรุงภักดิ์
ภาควิชา	เคมี
สาขาวิชา	เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล
	อาจารย์ พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย
ภาควิชา	เคมี
สาขา	เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดี สำหรับสารลอริลซัลเฟต(Lauryl sulfate) และผงซักฟอก ที่ความเข้มข้น 20-100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ โดยค่าซีโอดีและทีเอชโอดีที่ทำการทดลอง ลอริลซัลเฟต อยู่ในช่วง 95.68-180 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 39.37-196.88 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าซีโอดี ทีเอชโอดีของผงซักฟอกอยู่ในช่วง 18.47-103.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 46.45-232.26 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ สำหรับสารลอริลซัลเฟตเมื่อนำค่าซีโอดีที่ได้ และปริมาณลอริลซัลเฟต มาหาค่าความสัมพันธ์ จะได้สมการ $y = 1.104X+73.6$ และสมการความสัมพันธ์ค่าซีโอดี กับ ปริมาณลอริลซัลเฟต คือ $y = 1.9689X-0.007$ ขณะที่สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีและทีเอชโอดีสำหรับผงซักฟอกจะได้ดังสมการ $y = 0.2473X-5.712$ และ $y = 0.5807X-0.004$ ตามลำดับ และอัตราส่วนของซีโอดีต่อทีเอชโอดี สำหรับสารลอริลซัลเฟต ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าหรือต่ำกว่า 85 มิลลิกรัมต่อลิตรจะมีค่าไม่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	**Relationship Between Chemical Oxygen Demand and Theoretical Oxygen Demand**
Author	**Mr. Peerawat Rudiswat**
	Mr. Wapee Chanjaroongpak
Advisor	**Mrs. Pitsamai Chairat-utai**
	Assoc. Arunee Kongsakphaisal
Major Program	**Environment Resource Chemistry**
Academic	**2000**

Abstract

The relations between THOD and COD of Laurly Sulfate and detergent were studied. The concentration ranges of Laurly Sulfate and detergent used were 20 – 100mg/l and 80 –400mg/l respectively. The obtained COD and THOD of Laurly Sulfate were 95.68-180 mg/l and 39.37 – 196.88 mg/l respectively. The obtained COD and THOD of detergent were 18.47-103.04 mg/l and 46.45-232.26 mg/l respectively. The relation between Laurly Sulfate quantity and the COD was found to be $y = 1.104x + 73.9$ and the relation between Laurly Sulfate quantity and the THOD was $y = 1.9689x + 0.007$. Whereas the relations of COD and THOD to detergent quantity were found to be $y = 0.2473x – 5.712$ and $y = 0.5807x + 0.04$ respectively. The ratio of COD and THOD could not to be correlated when concentration of Laurly Sulfate are more or less than 85 mg/l

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ข้อชี้แนะต่างๆ ตลอดจนการดูแลเอาใจใส่การแก้ปัญหาจาก รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล และอาจารย์พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณกรรมการสอบโครงงานพิเศษในครั้งนี้ทุกท่านที่กรุณาเสนอแนะและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้โครงงานพิเศษมีความสมบรูณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ช่วยเหลือในด้านให้คำปรึกษาต่างๆ

ผู้จัดทำ

นาย พีรวัฒน์ ฤดีสวัสดิ์

นาย วาปี จันทร์จรุงภักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดี และค่าบีโอดี	2
2.3 การวิเคราะห์หาค่าซีโอดีโดยใช้ไดโครเมตออกซิไดส์เอเจนต์	3
2.4 การคำนวณค่า ทีเอชโอดี	6
2.5 วิธีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดี	6
2.6 กลุ่มสารเคมีนำมาศึกษา	7
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	10
3.1 ขั้นตอนการวิจัย	10
3.2 สารเคมี	10
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	10
3.4 การดำเนินการทดลอง	11
3.5 การหาค่าความสัมพันธ์ของค่าซีโอดีและค่าทีเอชโอดี	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**12**
4.1 การทดลองหาค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นของ ลอริลซัลเฟต	12
4.2 การคำนวณหาค่าทีเอชโอดีของลอริลซัลเฟต	13
4.3 การคำนวณหาค่าซีโอดีของผงซักฟอกที่ความเข้มข้นต่างๆ	16
4.4 การคำนวณหาค่าทีเอชโอดีของผงซักฟอกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	**21**
5.1 สรุปผลการทดลอง	21
5.2 ข้อเสนอแนะ	22
บรรณานุกรม	**24**
ภาคผนวก	**25**
ภาคผนวก ก การคำนวนค่า ซีโอดี	25
ภาคผนวก ข วิธีรีฟลักซ์แบบปิด	32
ภาคผนวก ค สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ	36
ภาคผนวก ง การคำนวณค่า ทีเอชโอดี	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟต 20 ถึง100มิลลิกรัมต่อลิตร	12
4.2 ค่าทีเอชโอดีที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟต 20 ถึง100 มิลลิกรัมต่อลิตร	13
4.3 ค่าซีโอดีและทีเอชโอดีของลอริลซัลเฟตและอัตราส่วนระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดี	14
4.4 ค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นของผงซักฟอก 80 ถึง 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	16
4.5 ค่าทีเอชโอดีที่ความเข้มข้นของผงซักฟอก 80 ถึง 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	17
4.6 ค่าซีโอดีและทีเอชโอดีของผงซักฟอกและอัตราส่วนระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดี	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	แสดงความความสัมพันธ์ของค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟต 20 ถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร	13
4.2	แสดงความความสัมพันธ์ของค่าทีเอชโอดีที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟต 20 ถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร	14
4.3	แสดงค่าซีโอดีและทีเอชโอดีที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟต 20 ถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร	15
4.4	แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดีของลอริลซัลเฟต	15
4.5	แสดงความความสัมพันธ์ของค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นของผงซักฟอก 80 ถึง 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	17
4.6	แสดงความความสัมพันธ์ของค่าทีเอชโอดีที่ความเข้มข้นของผงซักฟอก 80 ถึง 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	18
4.7	แสดงค่าซีโอดีและทีเอชโอดีที่ความเข้มข้นของผงซักฟอก 20 ถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งอุตสาหกรรมโดยส่วนมากจะใช้น้ำเป็นองค์ประกอบในกระบวนการผลิต เมื่อน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วนำมาใช้ใหม่ แต่โรงงานจำเป็นต้องทิ้งน้ำพวกนี้เพราะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ และในน้ำทิ้งนี้จะมีสารปนเปื้อนต่าง ๆ ปะปนอยู่ โดยทั่วไปในการบ่งบอกความสกปรกของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม คือการวิเคราะห์หาในรูปซีโอดี แต่ในการทดลองนี้จะเป็นการประเมินหาค่าซีโอดี จากการคำนวณหาความสัมพันธ์กับปริมาณ ทีเอชโอดี โดยที่ ทีเอชโอดี เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสกปรกในน้ำเสียที่ได้จากการคำนวณ หาปริมาณออกซิเจนจากมวลสารสัมพันธ์เมื่อได้ทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดส์ สารอินทรีย์ในน้ำเสียที่อยู่ในรูปคาร์บอน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ให้ไปเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีและค่าทีเอชโอดีของน้ำเสียที่มีลอริลซัลเฟตและผงซักฟอกเจือปน
2. สามารถประเมินค่าซีโอดี ของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสารซักฟอกที่ใช้ลอริลซัลเฟตเป็นองค์ประกอบเจือปนมากับน้ำทิ้ง โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์ทางเคมี

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีและค่าทีเอชโอดีของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีลอริลซัลเฟตและผงซักฟอกเจือปนที่ความเข้มข้น 0.01,0.02,0.03,0.04,0.05 และ 0.06 กรัมต่อ 500มิลลิลิตร
2. ทำการประเมินค่าซีโอดีจากทีเอชโอดีของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีลอริลซัลเฟตและผงฟอกเจือปนที่ความเข้มข้น 0.01,0.02,0.03,0.04,0.05 และ 0.06กรัมต่อ 500มิลลิลิตร

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดลองหาค่าซีโอดี
2. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินค่าซีโอดี ได้จากองค์ประกอบของสารเคมี ในน้ำเสียอุตสาหกรรมได้หลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 หลักการและทฤษฎี

ความสกปรกของน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนและโรงงานอาจบอกได้จากค่า ซีโอดี ซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการ เพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยหลักการที่ว่าสารอินทรีย์เกือบทั้งหมดสามารถที่จะถูกออกซิไดส์ โดยตัวเติมออกซิเจนอย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด พวกอะมิโนไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียไนโตรเจน และสารอินทรีย์ก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเทรตดังสมการ

$$C_nH_aO_bN_c + \left(n + \frac{a}{4} - \frac{b}{2} - \frac{3}{4}c\right)O_2 \longrightarrow nCO_2 + \left(\frac{a}{2} - \frac{3}{2}c\right)H_2O + cNH_3$$

สมการข้างบนนี้เกิดขึ้นทั้งในปฏิกิริยาของบีโอดี และซีโอดีดังนั้น จะเห็นได้ว่าหลักการหาค่า ซีโอดี คล้ายกับ บีโอดี คือสารอินทรีย์ในน้ำจะถูกออกซิไดส์จนได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ต่างกันที่ บีโอดี เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ไปในการย่อยสลาย ดังสมการ

$$\text{Organic C} + \text{Chemical Oxidising Agent} \xrightarrow[H^+]{\triangle} CO_2 + H_2O$$

จากปริมาณตัวเติมออกซิเจนที่ใช้สามารถคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการได้ และอัตราส่วนระหว่าง บีโอดี และ ซีโอดี อาจเป็นไปได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.8 แต่ไม่เกิน 1 โดยปกติค่า ซีโอดีจึงสูงกว่าค่าบีโอดีเสมอ

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีและค่าบีโอดี

โดยปกติแล้วค่าซีโอดีจะสูงกว่าค่าบีโอดี ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอนถูกเปลี่ยน ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยไม่ต้องอาศัยความสามารถในการดูดซึมทางชีวภาพ (Biological Assimilability) ของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคสและลิกนินจะถูกออกซิไดส์อย่างสมบูรณ์ ผลก็คือทำให้ค่าซีโอดี สูงกว่า บีโอดีและจะสูงกว่ามากถ้ามีสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถถูกออกซิไดส์ทางชีวะอยู่ด้วย เช่น เซลลูโลส น้ำเสียจากโรงงานกระดาษมีสารลิกนินอยู่สูงมีค่าซีโอดีสูงกว่าบีโอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในกรณี ถ้าน้ำนั้นมีอะโรมาติกคาร์บอน และ พิริดิน ซึ่งไม่ถูกออกซิไดส์ทางเคมี ค่าซีโอดีจะน้อยกว่าค่าบีโอดี

ค่าซีโอดีใช้มากในการวิเคราะห์น้ำเสียอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังใช้ในการสำรวจออกแบบเพื่อพิจารณาและควบคุมเกี่ยวกับระบบท่อน้ำเสีย เนื่องจากผลที่ได้เร็ว จึงสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที

2.3 การวิเคราะห์หาค่าซีโอดีโดยใช้ไดโครเมตเป็นออกซิไดส์เอเจนต์มี 2 วิธี

1. วิธีการรีฟลักซ์แบบเปิด (Open Reflux Method)
2. วิธีการรีฟลักซ์แบบปิด (Close Reflux Method)

วิธีการรีฟลักซ์แบบเปิดเหมาะสำหรับหาค่าซีโอดีในช่วงกว้าง ๆ ต้องใช้ปริมาณสารเคมีมาก ส่วนรีฟลักซ์แบบปิด จะใช้ปริมาณตัวอย่างน้อยกว่าและประหยัดสารเคมี แต่ก็เหมาะกับน้ำตัวอย่างที่มีสารแขวนลอยที่เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3.1 ประโยชน์และข้อดีของซีโอดี

1. ทราบผลได้ในเวลาอันรวดเร็ว ประมาณ 3 ชั่วโมง ดังนั้นค่าซีโอดีจึงนิยมใช้มากในการวิเคราะห์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากทางโรงงานสามารถหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันที ในขณะที่การหาค่าบีโอดี ต้องใช้เวลาถึง 5 วัน
2. ค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถือและแน่นอนกว่าค่าบีโอดี เนื่องจากมีตัวแปรผันน้อย
3. สะดวกรวดเร็วเหมาะสมสำหรับงานประจำ
4. สารพิษในน้ำเสียไม่ขัดขวางในการหาค่าซีโอดีดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ประเมินหาค่าบีโอดี ในน้ำที่มีสารพิษได้
5. ใช้บอกความสกปรกของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ หรือจากบ้านเรือนได้
6. ผลการวิเคราะห์หาค่าซีโอดี เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าบีโอดีสามารถบอกได้ว่าน้ำนั้นมีสารพิษหรือไม่
7. ถ้าใช้พิจารณาร่วมกับค่าบีโอดี ทำให้บอกได้ว่าน้ำเสียมีแนวโน้มในการย่อยสลายโดยทางชีวภาพได้ยากหรือง่ายเพียงใด
8. ใช้ในการประมาณบีโอดีอย่างคร่าว ๆ ถ้ารู้แหล่งกำเนิดหรือที่มาของตัวอย่างน้ำ
9. เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและการคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การรีฟลักซ์แบบปิด

หลักการของการวิเคราะห์โดยวิธีรีฟลักซ์แบบปิดนั้นเหมือนกับวิธีรีฟลักซ์แบบเปิดต่างกันตรงที่วิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ หลักการคือใช้ตัวเติมออกซิเจนโปแตสเซียมไดโครเมตหรือโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ในน้ำเสียที่ทราบปริมาตรสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมต ที่แน่นอนและเติมในปริมาณที่เกินพอในสภาวะที่เป็นกรดอย่างรุนแรงและอุณหภูมิสูงโดยใช้ซิลเวอร์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังสมการ

$$C_nH_aO_bN_c + dCr_2O_2^{2-} + (8d+c)H^+ \xrightarrow{\Delta} nCO_2 + \frac{(a+8d-3c)}{2}H_2O + cNH_4^+ + 2dCr^{3+}$$

$$\text{โดยให้ } d = \frac{2n}{3} + \frac{a}{6} - \frac{b}{3} - \frac{c}{2}$$

จากนั้นไทเทรตหาปริมาตรสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมตที่เกินพอ โดยใช้สารเฟอร์โรอินดิเคเตอร์ โดยที่จุดยุติ จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาลอมแดง

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

ข้อผิดพลาดและวิธีการแก้ไข

1. สารอินทรีย์บางชนิดไม่สามารถถูกออกซิไดส์ โดยสารโปแตสเซียมไดโครเมต ซึ่งทำให้ค่าที่ได้มีน้อยกว่าความเป็นจริง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยใช้ ซิลเวอร์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
2. ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีการปะปนด้วย คลอไรด์ (ซึ่งจะพบมากในน้ำโสโครก) จะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีค่าสูงกว่าความเป็นจริงเนื่องจากคลอไรด์เป็นตัวไปลดออกซิเจนโดยจะไปรีดิวซ์โปแตสเซียมไดโครเมต

$$6Cl^- + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 3Cl_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดได้โดยการเติมเมอร์คิวรี่ซัลเฟต ในน้ำตัวอย่างก่อนเติมน้ำยาเคมีอื่น โดยเมอร์คิวรี่ซัลเฟตจะรวมกับคลอไรด์เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเมอร์คูรีคลอไรด์ดังสมการ

$$Hg^{2+} + 2Cl^- \longrightarrow HgCl_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีการปะปนด้วยไนไทรต์ (NO_2) ในปริมาณที่มากสามารถที่จะทำปฏิกิริยากับไดโครเมตได้เป็นไนเทรต (NO_3) ทำให้ผลที่ได้มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง สามารถแก้ไขได้โดยการเติมกรดซัลฟามิกในสารละลายไดโครเมตดังสมการ

$$NO_2^- + NH_2\text{-}SO_3H \longrightarrow N_2 + H_2SO_4 + H_2O$$

ตาราง แสดงปริมาณตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์ซีโอดี

หลอดย่อยสลาย	ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตสำหรับย่อยสลาย 0.1 N (มิลลิลิตร)	สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น (มิลลิลิตร)	ปริมาตรรวม (มิลลิลิตร)
หลอดแก้ว				
16 x 100 มม.	2.5	1.5	3.5	7.5
20 x 150 มม.	5.0	3.0	7.0	15.0
25 x 150 มม.	10.0	6.0	14.0	30.0
หลอดมาตรฐาน 10 มล.	2.5	1.5	3.5	7.5

ข้อดีของการวิเคราะห์โดยวิธี รีฟลักซ์แบบปิด

1. ประหยัดสารเคมี
2. สะดวกและสามารถทำได้โดยง่ายเหมาะสำหรับงานประจำ
3. สามารถลดผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

ต้องทำการผสมตัวอย่างกับสารเคมีให้ผสมเข้ากันอย่างดีก่อนเข้าตู้อบ

2.4 การคำนวณทีเอชโอดี หาได้จากสมการดังนี้

$$C_nH_mO_eX_kN_jS_IP_h + bO_2 \rightarrow nCO_2 + \frac{(m - k - 3j - 2i - 3h)}{4} H_2O + kHX + jNH_3 + iH_2SO_4 + hH_3PO$$

$$\text{โดยที่ } b = n + \frac{(m - k - 3j - 2i - 3h)}{4} - \frac{e}{2} + 2i + 2h$$

2.5 วิธีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดี

1. หาค่าซีโอดีจากการทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการหรือข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หาได้
2. คำนวณหาค่าทีเอชโอดีจากสมการและวิธีการคำนวณในข้อที่ 2.
3. นำค่าทั้งสองมาเข้าความสัมพันธ์ดังสมการ

$$COD = A \times THOD$$

4. จะได้ค่า A ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าคงที่ของสารเคมีในกลุ่มหนึ่ง ๆ ที่ทำการทดลอง
5. ค่า A ที่ได้สามารถได้จากการทดลองเป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการคูณกับค่าที่เอชโอดีหาค่าซีโอดีซึ่ง Jame R. Baker, Mark and W.Milke(1998) ได้ทำการวิจัย ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีกับทีเอชโอดีของกลุ่มสารอินทรีย์ โดยได้ทำการศึกษาและแบ่งประเภทของสารเคมีแต่ละกลุ่มดังนี้ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกกลุ่มเฉพาะที่ 1 เข้ามาทำการศึกษาเนื่องจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดี และ ทีเอชโอดี มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในช่วง 96 – 90% ขณะที่กลุ่มที่2 ค่าความเชื่อมั่นเป็น 92 – 90% กลุ่มที่ 3ค่าความเชื่อมั่นเป็น 80 – 59% กลุ่มที่ 4ค่าความเชื่อมั่นเป็น 75 – 22% จะมีค่าความเชื่อมั่นลดลงตามลำดับ

กลุ่มสารเคมี	ชื่อสารเคมี
1	Sulfonic acids Phenol and Phenol Ethers Alcohols, Aldehydes and Ketones Carboxylic acids Amines and Nitriles

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มสารเคมี	ชื่อสารเคมี
2	Alcohols Nitriles esters with Phosphate,sulfate,silicate substituent Unsaturated carboxylic acids Acetates and acrylates Multi-substituted alcohols and Ether alcohols Saturated dicarboxylic acids Carbohydrates
3	Chloro, Nitro and Amino-phenols Thiocompounds
4	Nitriles Ketones and hydroxyketones Amino acids Diketones Hydroxy di- and tri-carboxylic acids Polycyclic ring structure with nitrogen substituted into aromtic ring

2.6 กลุ่มสารเคมีที่นำมาศึกษาคือ Sulfonic acids ที่อยู่ในกลุ่มสารลดแรงตึงผิว

ผงซักฟอกมีองค์ประกอบ คือ สารลดแรงตึงผิวน้ำ โดยที่แรงตึงผิวประกอบด้วยโมเลกุลที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอน และส่วนที่แสดงศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกหรือลบเมื่อละลายน้ำ

2.6.1 สารลดแรงตึงผิวแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้คือ

1. Anionic Surfactant มีส่วนประกอบส่วนใหญ่ประกอบด้วย โมเลกุลที่เป็นไฮโดรคาร์บอนซึ่งสามารถละลายในไขมัน และส่วนแสดงศักย์ไฟฟ้าเมื่อละลายน้ำซึ่งจะส่งแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำและโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว จะแทรกปลายด้าน ไฮโดรคาร์บอนเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสารไขมันของสิ่งสกปรก และปลายด้านที่แสดงศักย์ไฟฟ้าจะแขวนลอยอยู่ในน้ำซึ่งจะทำให้แรงยึดเกาะระหว่างสิ่งสกปรกกับผิวผ้าลดลงและเมื่อได้รับแรงขยี้หรือแรงกระแทกจากน้ำสิ่งสกปรกก็จะแยกตัวออกจากผิวผ้าได้ง่าย

สารลดแรงตึงผิวประเภทไอออนนิกใช้ในส่วนผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในบ้านและ ผลิตภัณฑ์ดูแลรักษาผิว ซึ่งมีหมู่ซัลโฟเนต และหมู่ซัลเฟต เป็นส่วนประกอบสำคัญ

2. Nonion

หลักการทำงานของสาร Nonion จะใช้หลักการเหนี่ยวนำให้เกิดประจุ คือ ประจุลบของสารลดแรงตึงผิว จะเหนี่ยวนำให้เกิดประจุบวก

3. Cation ส่วนใหญ่จะใช้กับน้ำยาปรับผ้านุ่มและผงซักฟอก

2.6.2 การทำงานของสารลดแรงตึงผิว

1. แบบอาศัยการละลาย

ส่วนที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอนมีคุณสมบัติละลายไขมันได้ (ซึ่งสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์) และส่วนที่แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าจะส่งแรงดึงดูดกับโมเลกุลที่มีขั้วของน้ำ ทำให้โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวแทรกปลายด้านไฮโดรคาร์บอนเข้าไปในสิ่งสกปรกซึ่งเป็นสารประเภทไขมันและส่งปลายด้านที่มีสภาพไฟฟ้าให้แขวนลอยอยู่ในน้ำเหนือผิวน้ำได้ ซึ่งผลที่ได้จะทำให้แรงยึดเกาะระหว่างสิ่งสกปรกกับผิวผ้าลดลง และเมื่อได้รับแรงขยี้หรือแรงกระแทกจากน้ำ สิ่งสกปรกจะหลุดออกไปจากพื้นผิวผ้าได้ง่าย การป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกย้อนกลับไปติดที่พื้นผิวผ้าอีกทำได้โดยทำให้สิ่งสกปรกแตกออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ เพื่อกระจายตัวในน้ำได้ดีและทำให้มีการไหลเวียนของน้ำตลอดเวลาและใช้หลักการทำให้เกิดแรงผลักระหว่างสิ่งสกปรกกับผิวที่สะอาดโดยยื่นด้านที่มีประจุไฟฟ้าเหมือนกันเข้าหากัน

2. แบบเหนี่ยวนำให้เกิดประจุ

สารลดแรงตึงผิวด้านหนึ่งจะเป็นประจุลบ โดย สารลดแรงตึงผิว จะหันด้านที่มีประจุลบเข้าหาสิ่งสกปรกแล้วประจุลบจะเหนี่ยวนำทำให้สิ่งสกปรกเกิดเป็นประจุ ส่วนอีกด้านของสารลดแรงตึงผิว จะเป็นประจุบวกซึ่งด้านนี้จะดึงดูดกับน้ำ หลักการเหนี่ยวนำนี้จะทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากพื้นผิวผ้าได้

2.6.3 กระบวนการผลิตผงซักฟอก

การผลิตผงซักฟอกจะมีขั้นตอนดังนี้

1. ส่วนการผสม เป็นส่วนหลักของการผลิตจะเป็นการผสมสารต่าง ๆ ที่เป็นสารตั้งต้นในการผลิตผงซักฟอกซึ่งสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตผงซักฟอกแบ่งได้เป็น 7 ชนิด โดยสารแต่ละชนิดจะแยกใส่ถังเก็บตามชนิดของสารนั้น ๆ ซึ่งแต่ละถังจะมีสารที่ใช้ในการผลิตผงซักฟอกดังนี้

1. ABS เป็นสารหลักที่ใช้ในการทำผงซักฟอกซึ่งได้มาจากกระบวนการผลิตผงซักฟอก
2. น้ำและโซเดียมซิลิเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ซีโอไลต์
4. Builder สารทำให้เนื้อผ้าขาว
5. สารเรืองแสง
6. สารเคลือบโลหะไม่ให้ขึ้นสนิม
7. อื่นๆ

ในการผลิตผงซักฟอกแต่ละโรงงานจะมีสัดส่วนของการผสมสารทั้ง 7 ชนิดไม่เท่ากัน วิธีการปฏิบัติคือชั่งน้ำหนักส่วนผสมแต่ละชนิดแล้วนำมาผสมในถัง 2 ใบ คือ

1. ถังผสมใบที่ 1 จะผสมสารระหว่างสาร ABS-H กับน้ำ และโซเดียมซิลิเกต เพื่อทำการปรับสภาพ ให้สาร ABS-H เป็นกลางก่อนเพราะสาร ABS-H ในตอนแรกจะมีสภาพเป็นกรดและมีสีคล้ำเมื่อนำมาผสมกับน้ำและโซเดียมซิลิเกตจะทำให้สาร ABS-H เป็นกลางและมีลักษณะค่อนข้างขาว

2. . ถังผสมใบที่ 2 ถังนี้จะทำการผสมสารที่ได้มาจากถังถังผสมใบที่ 1 และสารที่เหลืออีก 5 ตัว ถังนี้เมื่อผสมสารเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้ผงซักฟอกออกมา แต่อยู่ในสถานะของเหลว ผงทำให้ผงซักฟอกซึ่งมีความหนืดค่อนข้างมากจึงต้องเติมบัฟเฟอร์เพื่อช่วยทำให้ของเหลวมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเพื่อง่ายต่อการสูบไปยังหออบเพราะของเหลวจะมีความหนืดมาก

3. หออบจะเป็นส่วนที่ทำผงซักฟอกให้แห้งโดยการสเปรย์ผงซักฟอกให้เป็นละอองฝอยลงไปในหออบ และจะใช้อากาศร้อนพ่นขึ้นมาจากด้านล่างของหออบให้ของเหลวปะทะกับอากาศร้อนจะทำให้ความชื้นระเหยออกไปทำให้ผงซักฟอกแห้ง ถ้าผงซักฟอกมีขนาดใหญ่จะตกลงมาด้านล่างของหออบส่วนที่มีขนาดเล็กจะถูกลมร้อนพาขึ้นไปยังส่วนบนของหออบพร้อมกับความชื้น และออกจากหออบเพื่อไปทำการบำบัดต่อไป

4. การเติมสารเติมแต่งอื่นๆ เช่น หัวน้ำหอม จะผสมลงไปในผงซักฟอกหลังจากออกจากหออบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาหาค่าซีโอดีของลอริลซัลเฟต ที่ตามความเข้มข้นต่าง ๆ กัน
2. ศึกษาหาค่าซีโอดีของผงซักฟอก ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

3.2 สารเคมี

ผงซักฟอก	ยี่ห้อ เป๋า
Lauryl sulfate	AR grade
สารละลายโพแทสเซียม ไดโครเมต	AR grade
กรดซัลฟูริกที่เติมซิลเวอร์ซัลเฟต	AR grade
สารละลายมาตรฐานไอร์ออน (II) แอมโมเนียซัลเฟตไทแทรนต์ 0.05 N	AR grade
เมอร์คิวรี่ (II) ซัลเฟต สารละลายเฟอโรอีน	AR grade
สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม ไฮโดรเจนพาทาเลต	AR grade
เฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์	AR grade

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. หลอดย่อยสลาย (Digestion vessels) ใช้แก้วที่ทำด้วยพอโรซิลิเกตขนาด 16x100 มม. ที่มีฝาเกลียวชนิด ที เอฟ อี
2. ฮีทติ้งบล๊อค (Heating block) กล่องอลูมิเนียม ลึก 40-50 มม. มีรูขนาดพอดีกับหลอดแก้ว
3. บล๊อคฮีทเตอร์ (Block heater) หรือตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 150 $\pm$2 ซ. การใช้ตู้อบต้องแน่ใจว่าการอบ 2 ชั่วโมงที่ 150 ซ. จะไม่ทำให้ฝาหลอดแก้วถูกทำให้เสียหาย
4. ไมโครปิเปต
5. ไมโครบิวเรต 10 มล.
6. ขวดรูปชมพู่ขนาด 10 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การดำเนินการทดลอง

1. ซึ่งลอริลซัลเฟต ที่ความเข้มข้นต่างๆกันเริ่มต้นที่ 0.01.0.02,0.03,0.04 และ0.05 กรัมมาละลายน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร
2. นำแต่ละความเข้มข้นมาทำการวิเคราะห์หาค่าซีโอดี แบบปิด ดังภาคผนวก ข
3. ชั่งผงซักฟอก ที่ความเข้มข้นต่างๆกันเริ่มต้นที่ 0.04,0.08,0.12,0.16 และ0.20 กรัม มาละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อที่ 2

3.5 การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า ทีเอชโอดี และค่าซีโอดี

1. การหาค่า ทีเอชโอดี ทำได้โดย
   1.1 ต้องทราบสูตรโครงสร้างของสารที่จะทำการศึกษา
   1.2 ทำการคำนวณปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดส์ โดยดูตัวอย่างได้จากภาคผนวก ง
2. นำค่า ทีเอชโอดี ที่ได้จากการคำนวณมาทำการพล๊อตกราฟ ด้วยโปรแกรม Excel หาความชัน จุดตัดแกน ก็จะสามารถสร้างสมการกราฟเส้นตรงได้
3. นำค่าซีโอดี ที่ได้จากการทดลอง มาพล๊อตกราฟด้วยโปรแกรม Excel หาค่าความชันและจุดตัดแกน สามารถสร้างความสัมพันธ์ของกราฟเส้นตรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

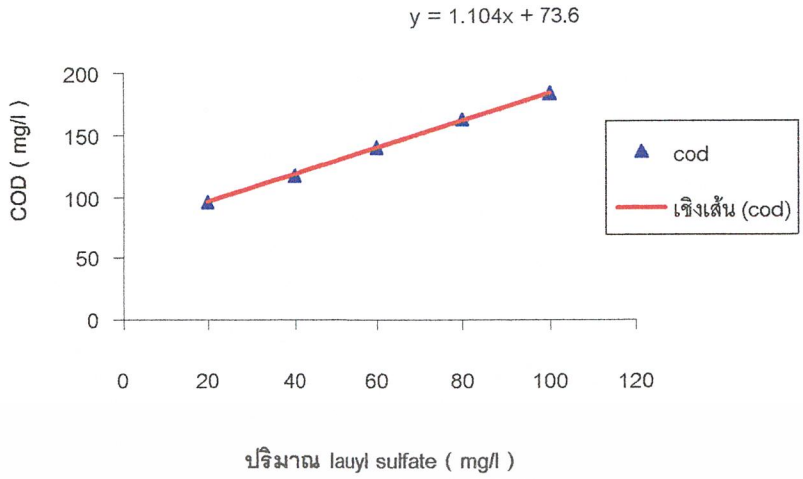
4.1 การทดลองหาค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เราจะทำการทดลองหาค่าซีโอดีของลอริลซัลเฟตที่ความเข้มข้น 20,40,60,80,100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลค่า ซีโอดี ที่ความเข้มข้นลอริลซัลเฟต 20-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณ lauyl sulfute (mg/l)	ค่า COD (mg/l)			$\overline{X} \pm$ S.D	COD
	1	2	3		
20	110.4	80.96	95.68	95.68 $\pm$ 12.01	95.68
40	103.04	125.12	125.12	117.76 $\pm$ 10.40	117.76
60	139.84	139.84	139.84	139.84 $\pm$ 0	139.84
80	169.28	147.2	169.28	161.92 $\pm$ 8.49	161.92
100	184	169.28	198.72	184 $\pm$ 12.01	184

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



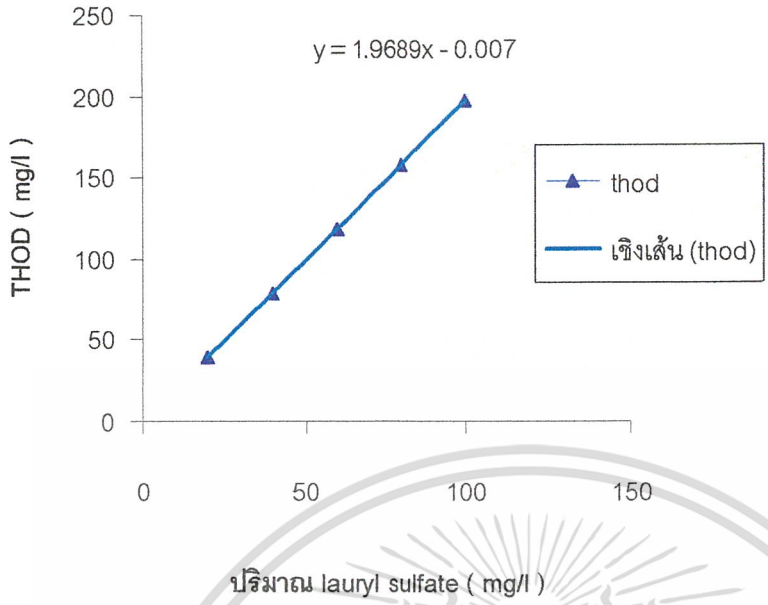
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ของค่าซีโอดี ที่ความเข้มข้นของลอริลซัลเฟต 20-100 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2 การคำนวณหาค่าทีเอชโอดีของ lauryl sulfateที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการคำนวณหาค่า ทีเอชโอดีที่ความเข้มข้น 20,40,60,80,100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.2

ปริมาณ lauyl sulfate (mg/l)	THOD (mg/l)
20	39.37
40	78.75
60	118.12
80	157.50
100	196.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

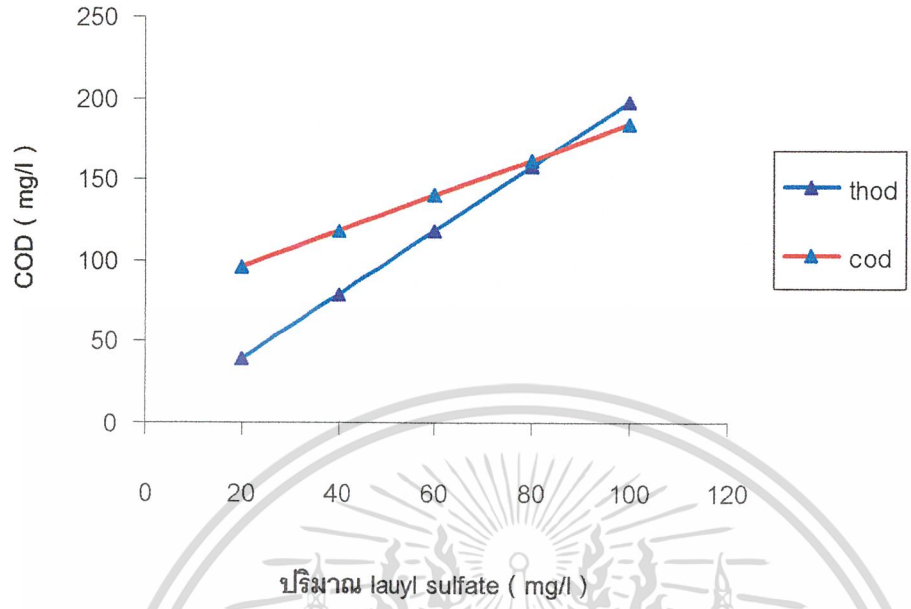


รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ทีเอชโอดี กับ ปริมาณลอริลซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

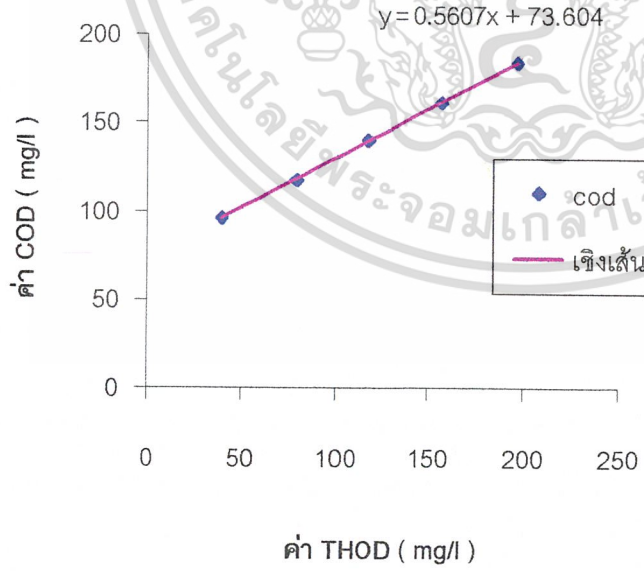
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าซีโอดีและทีเอชโอดีของลอริลซัลเฟตและอัตราส่วนระหว่าง ซีโอดีต่อทีเอชโอดี

ปริมาณ lauryl sulfate (มิลลิกรัมต่อลิตร)	COD	THOD	COD/THOD
20	95.68	39.37	2.43
40	117.76	78.75	1.49
60	139.84	118.12	1.18
80	161.92	157.50	1.02
100	184	196.88	0.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงค่า ซีโอดีและทีเอชโอดีที่มีปริมาณ ลอริลซัลเฟต ต่าง ๆกัน



รูปที่ 4.4 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีและทีเอชโอดีของลอริลซัลเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การคำนวณหาค่าซีโอดีของผงซักฟอกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

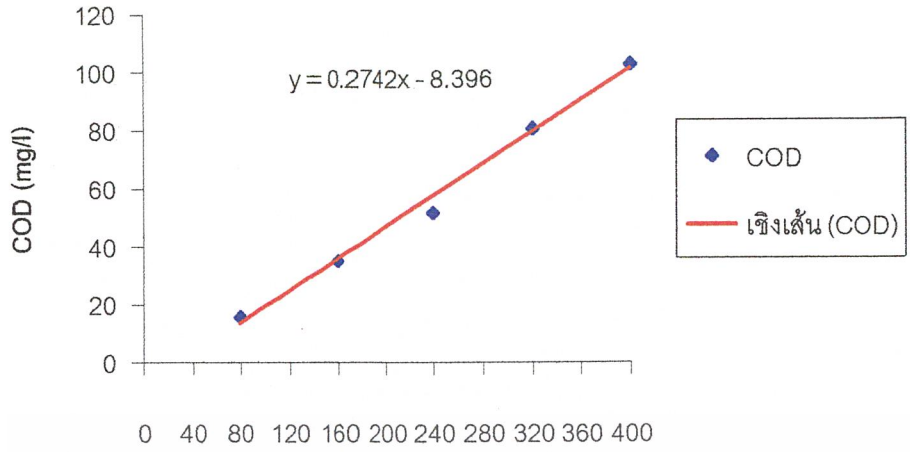
ผลการคำนวณค่าซีโอดีของผงซักฟอกที่ความเข้มข้น 80,160,240,320,400 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลค่า ซีโอดี ที่ความเข้มข้นผงซักฟอก 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณ ผงซักฟอก (mg/l)	ค่า COD (mg/l)			$\overline{X} \pm$ S.D	COD
	1	2	3		
80	14.72	14.72	19.136	16.19 $\pm$ 2.55	16.19
160	36.80	36.80	32.384	35.32 $\pm$ 2.55	35.32
240	51.52	51.52	51.52	51.52 $\pm$ 0	51.52
320	80.96	80.96	80.96	80.92 $\pm$ 0	80.92
400	103.04	103.04	103.04	103.04 $\pm$ 0	103.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ของค่าซีโอดี ที่ความเข้มข้นของผงซักฟอก 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 การคำนวณหาค่าทีเอชโอดีของผงซักฟอกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

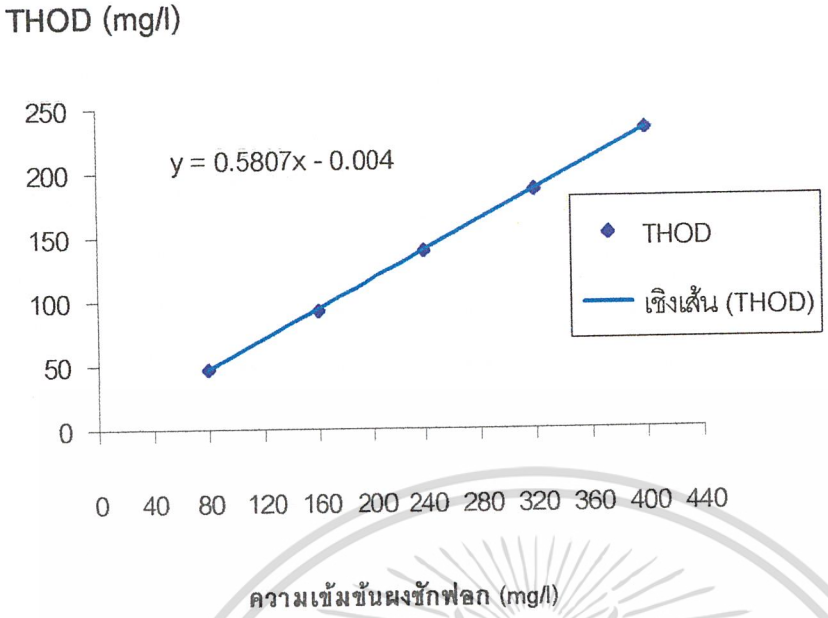
ผลการคำนวณหาค่า ทีเอชโอดีที่ความเข้มข้น 80,160,240,320,400 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า ทีเอชโอดี กับ ปริมาณผงซักฟอก มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า ซีโอดีต่อทีเอชโอดี

ปริมาณผงซักฟอก (mg/l)	THOD (mg/l)
80	46.45
160	92.90
240	139.35
320	185.80
400	232.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40048

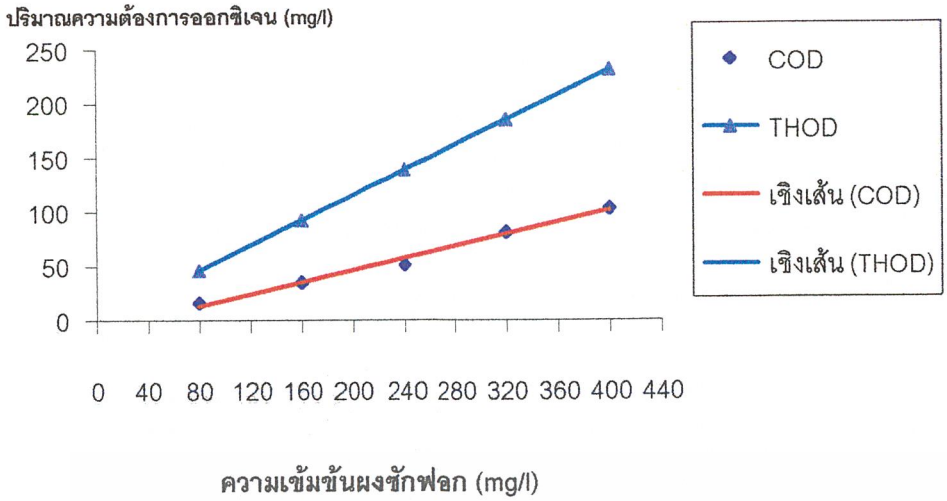


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ทีเอชโอดี กับ ปริมาณผงซักฟอกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าซีโอดีและทีเอชโอดีของผงซักฟอก และ อัตราส่วนระหว่าง ซีโอดี ต่อทีเอชโอดี

ปริมาณผงซักฟอก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	COD	THOD	COD/THOD
80	16.92	46.45	0.403
160	35.32	92.90	0.408
240	51.52	139.35	0.370
320	80.96	185.80	0.436
400	103.04	232.26	0.444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงค่าซีโอดี และ ทีเอชโอดี ที่มีปริมาณผงซักฟอกแตกต่าง ๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาค่า ซีโอดีของลอริลซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 20-100 มิลลิกรัมต่อลิตร สร้างกราฟความสัมพันธ์ของซีโอดีและปริมาณ ลอริลซัลเฟตและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทีเอชโอดีและปริมาณลอริลซัลเฟตถ้าหากทราบปริมาณลอริลซัลเฟตจะนำไปคำนวณ ทีเอชโอดีได้และแทนลงในสมการความสัมพันธ์ $y = 20.5607X + 73.604$ จะทำให้ทราบปริมาณ ซีโอดี อย่างคร่าวๆและประหยัดเวลาในการทำการทดลอง ในทางทฤษฎีค่าซีโอดีและทีเอชโอดีควรมีค่าใกล้เคียงกันหรืออัตราส่วนซีโอดีต่อทีเอชโอดีควรใกล้ 1 แต่จากผลการทดลองตามรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ และความเข้มข้นที่สูง ๆ แนวโน้มค่าซีโอดีและทีเอชโอดี ไม่ใกล้เคียงกันเนื่องจากการหาค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นสูงๆ หรือ ต่ำๆ มีโอกาสที่จะเกิดการผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้น การแก้ไขปัญหานี้ควรเลือกใช้ที่จุดตัดของกราฟที่ความเข้มข้นลอริลซัลเฟตมีค่าเท่ากับ 85 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนำค่าความเข้มข้นที่ใกล้เคียงค่านี้มาหาค่าซีโอดี และ ทีเอชโอดี หลายๆครั้ง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่แน่นอน โดยการนำอัตราส่วน ซีโอดี ต่อ ทีเอชโอดี มาทำการพล๊อตกับความถี่ (โดยทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง) แล้วนำไปทำตารางแจกแจงความถี่ปกติ (normal distribution) จะได้ความสัมพันธ์อยู่ในรูป A = ซีโอดี ต่อ ทีเอชโอดี โดยที่ A คือค่า ซีโอดี ต่อ ทีเอชโอดีที่มีความถี่สูงสุดแต่เนื่องจากเวลาที่มีจำกัดจึงไม่สามารถแสดงผลที่ละเอียดในที่นี้ได้

ในกรณีของผงซักฟอกเนื่องจากใช้ความเข้มข้นมากกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตรกราฟความสัมพันธ์ ซีโอดีและปริมาณผงซักฟอกจะมีลักษณะเดียวกับกราฟในช่วงที่ลอริลซัลเฟต มีปริมาณมากกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตร และกราฟแนวโน้มของค่า ซีโอดี และทีเอชโอดีของผงซักฟอก ที่ได้ตัดกันบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำๆ ดังนั้นแนวทางในการศึกษาต่อไปควรทำการเจือจางความเข้มข้นของผงซักฟอกลงไปอีก แล้วทำการศึกษาบริเวณที่เกิดจุดตัดของค่า ซีโอดี และ ทีเอชโอดี ในลักษณะเดียวกับลอริลซัลเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดลองและหาความสัมพันธ์ของลอริลซัลเฟตที่ความเข้มข้น 85 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือบริเวณใกล้เคียง โดยทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำไปทำตารางแจกแจงความถี่ปกติจะได้ความสัมพันธ์ อยู่ในรูป A = ซีโอดีต่อทีเอชโอดี

2. ในกรณีผงซักฟอกควรทำการเจือจางให้มีความเข้มข้นต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตรเพื่อจะได้ทราบถึงจุดตัดแกนของสมการเส้นตรงของทั้งซีโอดีและทีเอชโอดี แล้วนำไปสร้างความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกับข้อที่ 1

3. ควรใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ซีโอดีที่มีความละเอียดสูง ๆ เช่น ไมโครปิเปต ไมโครบิวเรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ และ พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย . **ปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม 1** , ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2541

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , **คู่มือวิเคราะห์น้ำทิ้ง** , สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2525

American Public Heath Association ," **Standard Method for the Examination of Water and Wastewatre**" , American Public Health Association Inc., Washington DC., 1985

James R.Baker amd Mark W.Milbe.**Relationship between chemical and theoxygen demand for specific classes of organic chemical water Reseach**. 33,327-334, 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนค่า ซีโอดี

การคำนวณค่าซีโอดีของ lauryl sulfate

ซีโอดี = (A - B) x N x 8000 / ปริมาณตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

เมื่อ A = ปริมาณของ FAS ที่ใช้ไทเทรตแบลงค์ (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณของ FAS ที่ใช้ไทเทรตตังอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของ FAS

ปริมาณการใช้ FAS ที่ไทเทรต ณ ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของ lauryl sulfate (mg/l)	ปริมาณ FAS ที่ใช้ไทเทรต (cm^3)		
20	2.60	2.80	2.70
40	2.65	2.50	2.50
60	2.40	2.40	2.40
80	2.20	2.35	2.20
100	2.10	2.20	2.00

20 mg/l lauyl Sulfate (แบลงค์ = 3.35)

ครั้งที่ 1 $$COD = \frac{(3.35 - 2.6) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 110.4 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 2 $$COD = \frac{(3.35 - 2.8) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 80.96 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3 $$COD = \frac{(3.35 - 2.7) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COD = 95.68 มิลลิกรัมต่อลิตร

40 mg/l lauryl sulfate

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 2.65) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 103.40 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 2.50) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 125.12 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 2.50) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 125.12 มิลลิกรัมต่อลิตร

60 mg/l lauryl sulfate

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 2.40) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 139.84 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 2.40) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 139.84 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 2.40) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 139.84 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 mg/l lauryl sulfate

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 2.20) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

$$COD = 169.28 \quad \text{มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 2.35) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

$$COD = 147.20 \quad \text{มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 2.20) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

$$COD = 169.28 \quad \text{มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

100 mg/l lauryl sulfate

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 2.10) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

$$COD = 184 \quad \text{มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 2.20) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

$$COD = 169.28 \quad \text{มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 2.00) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

$$COD = 198.72 \quad \text{มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ใช้ผงซักฟอกที่มีส่วนประกอบ Alkyl benzene sulfonated 25% , Na_2SO_4 25%,$Na_5P_3O_{10}$ 20%,moisture 10%, $Na_2O.SiO_2$ 20% อื่น ๆ 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการใช้ FAS ที่ไทเทรต ณ ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของผงซักฟอก (mg/l)	ปริมาณ FAS ที่ใช้ไทเทรต (cm^3)		
80	3.25	3.25	3.22
160	3.10	3.10	3.13
240	3.00	3.00	3.00
320	2.80	2.80	2.80
400	2.65	2.65	2.65

การหาค่า COD ที่ความเข้มข้นของผงซักฟอกต่าง ๆ

80 mg/l ผงซักฟอก (แบลงค์ = 3.35)

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 3.25) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 14.72 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 3.25) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 14.72 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 3.22) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 19.136 มิลลิกรัมต่อลิตร

160 mg/l ผงซักฟอก

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 3.10) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 36.80 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 3.10) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 36.80 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 3.13) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 32.384 มิลลิกรัมต่อลิตร

240 mg/l lauryl sulfate

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 3.00) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 51.52 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 3.00) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 51.52 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 3.00) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 51.52 มิลลิกรัมต่อลิตร

320 mg/l ผงซักฟอก

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 2.80) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 80.96 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 2.80) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 80.96 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 2.80) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 80.96 มิลลิกรัมต่อลิตร

400 mg/l ผงซักฟอก

ครั้งที่ 1

$$COD = \frac{(3.35 - 2.65) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 103.04 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 2

$$COD = \frac{(3.35 - 2.65) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 103.04 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่ 3

$$COD = \frac{(3.35 - 2.65) \times 0.046 \times 8000}{2.5}$$

COD = 103.04 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วางหลอดแก้วในบล็อคแล้วใส่ตู้อบตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
5. เมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้วนออกจากตู้อบปล่อยทิ้งให้เย็น
6. เทสารละลายออกจากหลอดแก้วลงในขวดรูปกรวย ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดแก้วให้หมดแล้วเทลงขวดรูปกรวย เติมเฟอโรอีนอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานเอฟเอเอสสีของสารละลายจะค่อยๆเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นเขียวอมเหลือง ฟ้าและน้ำตาลแดงซึ่งแสดงว่าถึงจุดยุติ

การคำนวณ

$$\text{ซีโอดี , มิลลิกรัม} = \frac{(A - B) \times N \times 8000}{\text{มล.น้ำตัวอย่าง}}$$

เมื่อ A = มล.ของ FAS ที่ใช้ในการไทเทรตแบลงค์

B = มล.ของ FAS ที่ใช้ในการไทเทรตน้ำตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของ FAS ,นอร์มัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีรีฟลักซ์แบบปิด (Close Reflux Method)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดย่อย(Digestion Vessels)เป็นหลอดแก้วบอโรซิลิเคท(Borosilicate)ซึ่งให้เลี้ยงเชื้อขนาด 16 x 100 หรือ 20 x 150 หรือ 25 x 150 มม.มีฝาสกักเกลียวซึ่งทำด้วย TEE
2. บล็อค(Block) หรือที่ใส่หลอดแาวแบบตัน ทำด้วยอลูมิเนียม ความลึกของช่องใส่หลอดประมาณ 45-50 มม, การให้ความร้อน เพื่อต้มย่อยสลายกระทำโดยวางบล็อคบนเตาแผ่น
3. ตู้อบ(Oven)สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 150±2 องศาเซลเซียล
4. บิวเรต
5. ขวดรูปกรวยขนาด 125 มล.

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียม ไดโครเมต เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ละลายโปตัสเซียมไดโครเมต ซึ่งอบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หนัก 4.913 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิมิตร และปรอทซัลเฟต 33.3 กรัม คนให้ละลายปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
2. กรดซัลฟุริคและซิลเวอร์ซัลเฟต ชั่งซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 8.8 กรัม ใส่ลงในกรดซัลฟุริคเข้มข้น 1 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ซิลเวอร์ซัลเฟตละลายได้ทั้งหมด ก่อนนำไปใช้ต่อไป
3. สารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มัล ละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$)19.6 กรัมในน้ำกลั่นเติมกรดซัลฟุริคเข้มข้น 20 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็นๆ 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. สารละลายเฟอ โรอีนอินดิเคเตอร์ ละลาย 1,10 – ฟีแนนโทรลีนโมโนไฮเดรต (1,10-PhenanthrolineMonohydrate $C_{12}H_8N_2.H_2O$)1.485 กรัม และเฟอรัสซัลเฟต (Ferrous Sulfate,$FeSO_4.7H_2O$) 695 มิลลิลิกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีการตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย FAS

ปิเปตสารละลายโปตัสเซียม ไดโครเมต 0.1 นอร์มัล 5.0 มล.ใส่ขวดรูปกรวย เติมน้ำกลั่น 50 มล.แล้วจึงค่อย ๆ เติมกรดซัลฟุริเข้มข้น 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มล.ทิ้งให้เย็น เติมเฟอโรอีน 2-3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน FAS จนได้สีน้ำตาลเป็นจุดยุติความเข้มข้นของ FAS,นอร์มัล(N) = (5.0x0.1)/มล. FAS ที่ใช้

5. กรดซัลฟามิล(Sulfamic Acid)
ใช้สำหรับป้องกันการรบกวนของไนไตรต์(NO-2)ปริมาณที่ใช้คือ 10 มิลลิกรัมต่อทุก ๆ 1 มิลลิกรัมของไนไตรต์
6. สารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไฮโดรเจนฟธาเลต (Potassium Hydrogen Phthalate หรือ KHP) บด KHP เพื่อลดขนาดลงและนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียล จนแห้ง และมีน้ำหนักคงที่แล้วละลาย KHP ที่บทฆดและอบแห้งแล้ว 425 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น เจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีซีโอดีเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเก็บรักษาในตู้เย็น ได้นานไม่เกิน 3 เดือน
7. สารละลายกลูโคส ละลากลูโคส 486.6 มิลลิกรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตรต่อลิตร (กลูโคส 1 กรัม จะให้ซีโอดี 1.067 กรัม) สารละลายกลูโคสจะไม่ค่อยคงตัว เพราะสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว

วิธีวิเคราะห์

1. เลือกขนาดของหลอดแก้ว สำหรับต้มซีโอดีให้เหมาะสม
ถ้าตัวอย่างน้ำมีซีโอดีต่ำให้เลือกให้ใช้หลอดแก้วขนาด 20x150 มม. (ปริมาตรตัวอย่างน้ำ 5 มล.)และถ้าซีโอดีสูงสามารถใช้หลอดแก้วขนาด 16x100 มม. (ปริมาตรตัวอย่างน้ำ 2.5 มล.)
2. การเลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำ ถ้าเป็นน้ำสะอาด น้ำธรรมชาติ หรือน้ำที่มีค่าซีโอดีต่ำ ๆ (<40มก./ล.)ควรใช้ตัวอย่างน้ำ 10 มล. โดยใช้หลอดแก้วขนาด 25x150 มมฦ โดยเลือกใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่งมากที่สุด 5 มล.หรือใช้น้อยกว่า แล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 5 มล. และถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าซีโอดีสูงมากต้องเจือจางน้ำตัวอย่างก่อนนำมาใช้ ควรประมาณค่าซีโอดีของตัวอย่างน้ำคร่าว ๆ ก่อน เพื่อที่เลือกใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างได้อย่างเหมาะสม การประมาณค่าซีโอดีสามารถทำได้ โดยพิจารณาจากลักษณะตัวอย่างน้ำ แหล่งที่มาของน้ำ ในทางปฏิบัติ ควรเลือกใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำให้ผลต่างของ FAS ที่ใช้ในการไทเทรตแบลงค์ และตัวอย่างน้ำอยู่ระหว่าง 1-5 มล.
3. ใส่น้ำตัวอย่างลงในหลอดแก้วขนาดเหมาะสมเติมน้ำยาย่อยสลาย หรือโปแตสเซียมไดโครเมต ตามด้วยกรดกำมะถันอย่างช้า ๆ ปิดฝาให้แน่นและเขย่าให้ผสมกันให้ดี สำหรับแบลงค์ใช้น้ำกลั่นแล้วทำเหมือนตัวอย่างทุกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ

กำหนดให้ X คือ ค่าของ ซีโอดี 95.68 , 117.76 , 139.84 , 161.92 , 184

กำหนดให้ Y คือ ค่าของ ทีเอชโอดี 39.97 , 78.75 , 118.12 , 157.5 , 196.88

X	Y	XY	X^2	Y^2
95.68	39.37	3766.92	9154.66	1549.99
117.76	78.75	9273.60	13867.41	6201.56
139.84	118.12	16517.90	19555.22	13952.33
161.92	157.50	25502.08	26218.08	24806.25
189	196.88	37210.32	35721	38761.73

จะได้ $\sum XY = 92271.14$ $\sum X^2 = 104516.37$ $\sum Y^2 = 85271.80$

จาก $$R^2 = \frac{(\sum XY)^2}{(\sum X^2)(\sum Y^2)}$$

$$R^2 = \frac{(92271.14)^2}{(104516.37)(85271.80)}$$

$$R^2 = 0.9553$$

เราจะอ่านค่าได้ R^2 ในรูป $100R^2$ เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นถ้า $R^2 = 0$ ก็แสดงว่าความแปรปรวนของ Y ที่เกิดขึ้นไม่ได้ถูกอธิบายโดยถดถอยเลย และถ้า $R^2 = 1$ หรือ 100% ก็หมายความว่าเส้นถดถอยนั้นสามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดของ Y จากค่า $R^2 = 0.9553$ ดังนั้นข้อมูลทั้งสองจึงมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการคำนวณค่าซีโอดี และทีเอชโอดี เสร็จแล้ว จึงนำค่าซีโอดี มาพล็อตกราฟระหว่างค่าซีโอดีและความเข้มข้นของผงซักฟอกที่ละลายน้ำ และนำค่าทีเอชโอดี มาพล็อตกราฟ ระหว่างค่าทีเอชโอดี กับความเข้มข้นของผงซักฟอกที่ละลายน้ำ จากนั้นนำกราฟทั้งสอง มาหาค่าความชัน โดยกราฟ ซีโอดี จะทำการหาความชัน โดยใช้

X = ความเข้มข้นของผงซักฟอก , Y = ค่า COD , n = 5

X	Y	X^2	Y^2	XY
80	18.742	6400	351.26	1499.36
160	37.878	25600	1434.47	6060.48
240	51.52	57600	2654.31	12364.80
320	80.96	102400	6554.52	25907.20
400	103.04	160000	10617.24	41216.00
$\sum X=1200$	$\sum Y=292.14$	$\sum X^2=352000$	$\sum Y^2=21611.8$	$\sum XY=87047.84$

การหาค่าความชัน จะหาได้จาก ความชัน $= \dfrac{(n \times \sum XY) - (\sum X \times \sum Y)}{(n \times \sum X^2) - (\sum X)^2}$

ความชัน $= \dfrac{(5 \times 87047.84) - (1200 \times 292.14)}{(5 \times 352000) - (1440000)}$

ความชัน $= 0.265$

นำค่า ความชัน มาหาจุดตัดแกน จากสูตร $\dfrac{\sum Y - (\text{ค่า ความชัน} \times \sum X)}{n}$

เพราะฉะนั้นจุดตัดแกนของกราฟนี้จะได้เท่ากับ $\dfrac{292.14 - (0.265 \times 1200)}{5}$

จุดตัดแกนของกราฟนี้จะได้เท่ากับ - 5.172

นำมาเขียนความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรงจะได้ COD = Y, m = ความชัน ,c = จุดตัดแกน

จากสมการเส้นตรง $Y = mX + C$, $Y = 0.265X - 5.172$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการหาความชันของกราฟทีเอชโอดี

X	Y	X^2	Y^2	XY
80	46.45	6400	2157.60	3716
160	92.90	25600	8630.41	14864
240	139.35	57600	19418.42	33444
320	185.80	102400	34521.64	59456
400	232.26	160000	53944.7076	92904
$\sum X$=1200	$\sum Y$=696.8	$\sum X^2$=352000	$\sum Y^2$=	$\sum XY$=204384

ทำการหา ความชัน จากสูตร $\frac{(5 \times 204384) - (1200 \times 696.8)}{5}$

ความชัน = 0.5805

ทำการหาจุดตัดแกนจากสูตร $\frac{(696.8) - (0.5805 \times 1200)}{5}$

จุดตัดแกนของกราฟจะเท่ากับ 0.04

เพราะฉะนั้นสมการเส้นตรงจะเท่ากับ $Y = 0.5805X + 0.04$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่า ทีเอชโอดี

การคำนวณทีเอชโอดีของ lauryl sulfate

$$C_{12}H_{25}OSO_3Na + 17.75\,O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 11.5\,H_2O + H_2SO_4$$

ปริมาณ lauyl sulfate 1 mol ใช้ O_2 17.75 mol

ปริมาณ lauyl sulfate 288.5 g ใช้ O_2 17.75 x 32 g

ปริมาณ lauyl sulfate 0.01 g ใช้ O_2 $\frac{17.75 \times 32 \times 0.01}{288.5}$ g

ปริมาณ lauyl sulfate 0.01 g อยู่ในสารละลาย 500 ml ใช้ O_2 $\frac{17.75 \times 32 \times 0.01}{288.5}$ g

ปริมาณ lauyl sulfate 0.01 g อยู่ในสารละลาย 1000 ml ใช้ O_2 39.37 mg/l

การคำนวณที่ความเข้มข้น 40, 60, 80,100 mg/l เช่นเดียวกัน

การคำนวณทีเอชโอดีของผงซักฟอก

$$C_nH_mO_eX_kN_jS_iP_h + bO_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

สูตรโมเลกุลของผงซักฟอกได้แก่

$$C_{18}H_{29}O_4S + \frac{49.5O_2}{2} \longrightarrow 18\,CO_2 + \frac{27\,H_2O}{2} + H_2SO_4$$

เพราะฉะนั้นจะมีปริมาณ O_2 ที่ใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์เท่ากับ $\frac{49.5}{2} = 24.75$ โมล

หรือคิดได้จากสูตร $b = n + \frac{(m-k-3j-2i-3h)}{4} - \frac{e}{2} + 2i + 2h$

$$b = 18 + \frac{(29-2)}{4} - \frac{4}{2} + 2$$

$b = 24.75$ โมล

เมื่อได้ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์แล้ว จึงนำไปหาค่า ThOD โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามี $C_{18}H_{29}O_4S$ 1 โมล จะต้องใช้ O_2 ในการออกซิไดส์ เท่ากับ 24.75 โมล

ถ้ามี $C_{18}H_{29}O_4S$ 341 โมล จะต้องใช้ O_2 ในการออกซิไดส์ เท่ากับ 24.75 x 32 = 792 g

ถ้าใช้ผงซักฟอก 0.04 gจะมี$C_{18}H_{29}O_4S$ อยู่ 0.01 g จะใช้ O_2เท่ากับ

$$\frac{792 \times 0.01}{341} = 0.232 \text{ g/500 ml}$$

จากนั้นเปลี่ยนจากความเข้มข้น g/500ml เป็น g/l เท่ากับ $\frac{0.0232 \times 1000}{500} = 0.04645$ g/l

เปลี่ยนจาก g/l เป็น mg/l 0.04645 x 1000 = 46.45 mg/l

ถ้าผงซักฟอก 0.08 g จะมี $C_{18}H_{29}O_4S$ อยู่ 0.02 g จะได้ค่า ThOD = 92.90 mg/l

ถ้าผงซักฟอก 0.12g จะมี $C_{18}H_{29}O_4S$ อยู่ 0.03 g จะได้ค่า ThOD = 139.35 mg/l

ถ้าผงซักฟอก 0.16 g จะมี $C_{18}H_{29}O_4S$ อยู่ 0.04 g จะได้ค่า ThOD = 185.80 mg/l

ถ้าผงซักฟอก 0.20 g จะมี $C_{18}H_{29}O_4S$ อยู่ 0.05 g จะได้ค่า ThOD = 232.26 mg/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้