

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการหาความเข้มข้นของปริมาณไอโชน ในขั้นตอนนี้จะศึกษาการหาความเข้มข้นของปริมาณไอโชน โดยวิธีมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอไดด์ ซึ่งเป็นวิธีการหาปริมาณไอโชนที่ง่าย สะดวก และได้ผลค่อนข้างถูกต้อง แม่นยำ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอัตราการไหลของออกซิเจนที่เหมาะสมในการผลิตไอโชน ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาหาอัตราการไหลของออกซิเจนที่ให้ปริมาณไอโชนสูงสุด ซึ่งจะเป็นค่าอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุดในผลิตไอโชนในการทดลองนี้ และเป็นอัตราการไหลของออกซิเจนที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยนี้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 หาความเข้มข้นของปริมาณไอโชนที่ความต่างศักย์ต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้ทำการศึกษาปริมาณไอโชนที่เวลาต่าง ๆ ของแต่ละค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เพื่อสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอโชนกับเวลาของแต่ละความต่างศักย์ไฟฟ้า เพื่อที่จะสามารถใช้ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดการคิดสาร์ตไอโชน เนื่องจากในระหว่างที่เกิดคิดสาร์ตไอโชน จะมีกระแสไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะเป็นกระแสคิดสาร์ตเล็ก ๆ เกิดขึ้นจำนวนมาก ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษากระแสคิดสาร์ตเหล่านี้ เพื่อให้ทราบถึงสมบัติทางกายภาพของกระบวนการผลิตไอโชน

ขั้นตอนที่ 5 ศึกษาการประยุกต์ใช้ไอโชนในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมลีสื่อกระดูก และการบำบัดโดยใช้ไอโชนร่วมกับวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม รวมทั้งการบำบัดด้วยไอโชนร่วมกับการกรองด้วยเมมเบรนในระบบ Reverse Osmosis ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้งานของไอโชน โดยในที่นี้จะเป็นการประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมลีสื่อกระดูก นอกจากนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบกับการบำบัดด้วยไอโชนร่วมกับการตกตะกอนด้วยสารส้มและการบำบัดด้วยไอโชนร่วมกับการกรองด้วยเมมเบรนในระบบ Reverse Osmosis

ขั้นตอนที่ 6 ศึกษาอัตราการไหลของน้ำสีผ่านเมมเบรน ในขั้นตอนนี้ทำการศึกษาอัตราการไหลของน้ำสีในการเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงสมบัติของเมมเบรนที่เปลี่ยนไประหว่างการใช้งาน

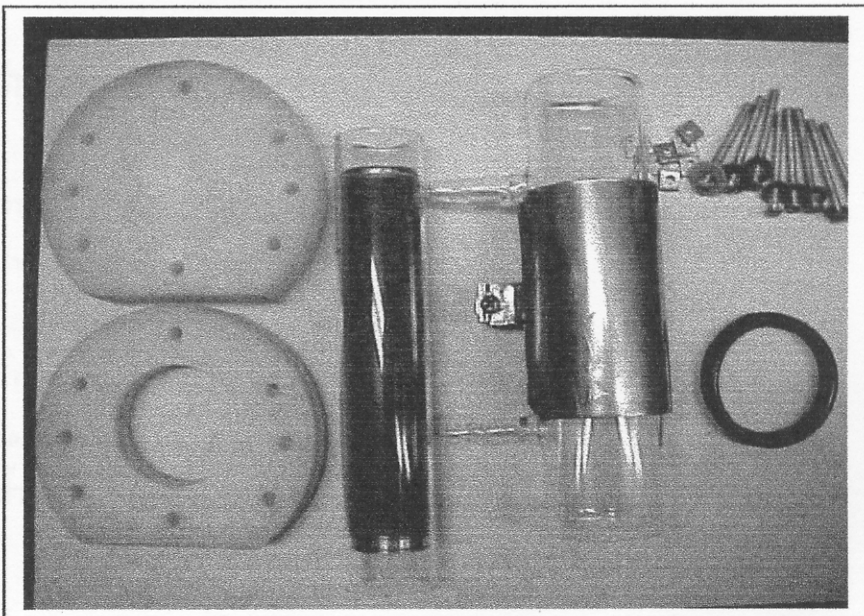
ขั้นตอนที่ 7 ศึกษาโครงสร้างของอนุภาคสีข้อมเสื่อกระจกที่เปลี่ยนแปลงหลังผ่านการบำบัดด้วยโอโซน ในขั้นตอนนี้จะใช้เครื่อง FTIR (Fourier Transform Infrared Spectrometer) ศึกษาโครงสร้างอนุภาคสีข้อมเสื่อกระจกก่อนและหลังการบำบัดด้วยโอโซน เพื่อเปรียบเทียบและหาหมู่ฟังก์ชันของอนุภาคสีที่ถูกทำลายโดยโอโซน

3.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย วัสดุที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในเครื่องกำเนิดโอโซน

- หลอดแก้ว pyrex ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 35.0 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 40.0 มิลลิเมตร
- หลอดแก้ว pyrex ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 26.7 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 30.0 มิลลิเมตร
- หลอดสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 23.6 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 25.5 มิลลิเมตร
- ลวดทองแดง
- แท่งอะคริลิก
- เทฟลอน
- O – ring
- แก๊สออกซิเจน

ภาพประกอบ 5 แสดงวัสดุที่ใช้ในเครื่องกำเนิดโอโซน



3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการหาความเข้มข้นของปริมาณไอโชน

- สารละลาย Absorbing reagent 1 % KI ใน 0.1 M Phosphate buffer
- สารละลายไอโอดีนมาตรฐาน (standard iodine)

3.1.3 วัสดุที่ใช้ในการศึกษากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างการดิซซาร์ตไอโชน

- แท่งเทฟลอน
- ลวดทองแดง

3.1.4 วัสดุที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมสีเสียออกด้วยไอโชน

- น้ำทิ้งที่ได้จากการข้อมสีเสียออก

3.1.5 วัสดุที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมสีเสียออกโดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม

- น้ำทิ้งที่ได้จากการข้อมสีเสียออก

3.1.6 วัสดุที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมสีเสียออกโดยการกรองด้วยเมมเบรน

- น้ำทิ้งที่ได้จากการข้อมสีเสียออก
- เมมเบรน ที่ใช้ในระบบ Reverse Osmosis

3.1.7 วัสดุห่อถรรการไหลของน้ำสีผ่านเมมเบรน

- น้ำทิ้งที่ได้จากการข้อมสีเสียออก

3.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการหาความเข้มข้นของปริมาณไอโชน

- โปแทสเซียม ไอโอดด์
- ไอโอดีน
- โปแทสเซียม ไฮโดรเจนฟอสเฟต
- anhydrous disodium hydrogen phosphate
- น้ำกลั่น (Double distilled water)

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียอเนกประสงค์โดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม

- สารส้ม
- โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่า COD

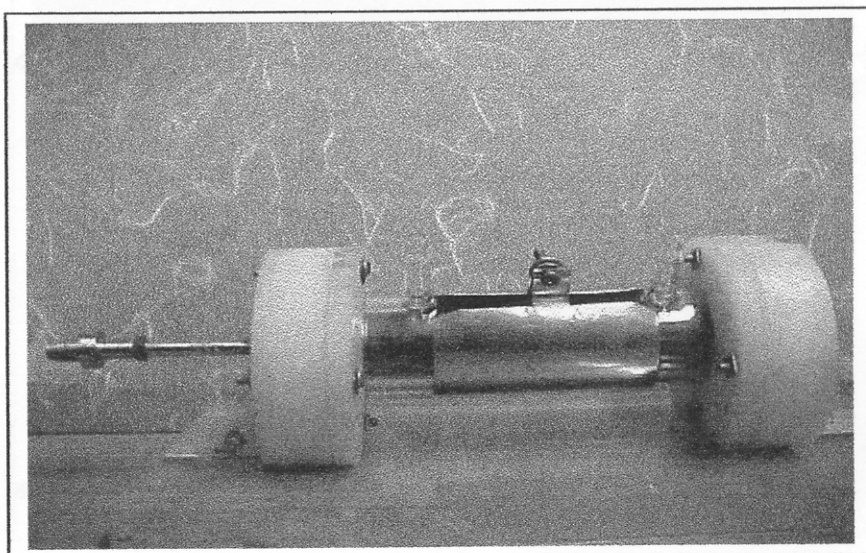
- สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
- สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต
- ซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4)
- พวงเมอร์คิวรีซัลเฟต (HgSO_4)
- สารละลายกรดกำมะถัน
- Ferroin indicator solution
- น้ำกลั่น

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องกำเนิดโอโซน

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ความต่างศักย์สูง
- หลอดโอโซน
- มาตรการลดอัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน

ภาพประกอบ 6 แสดงหลอดโอโซน



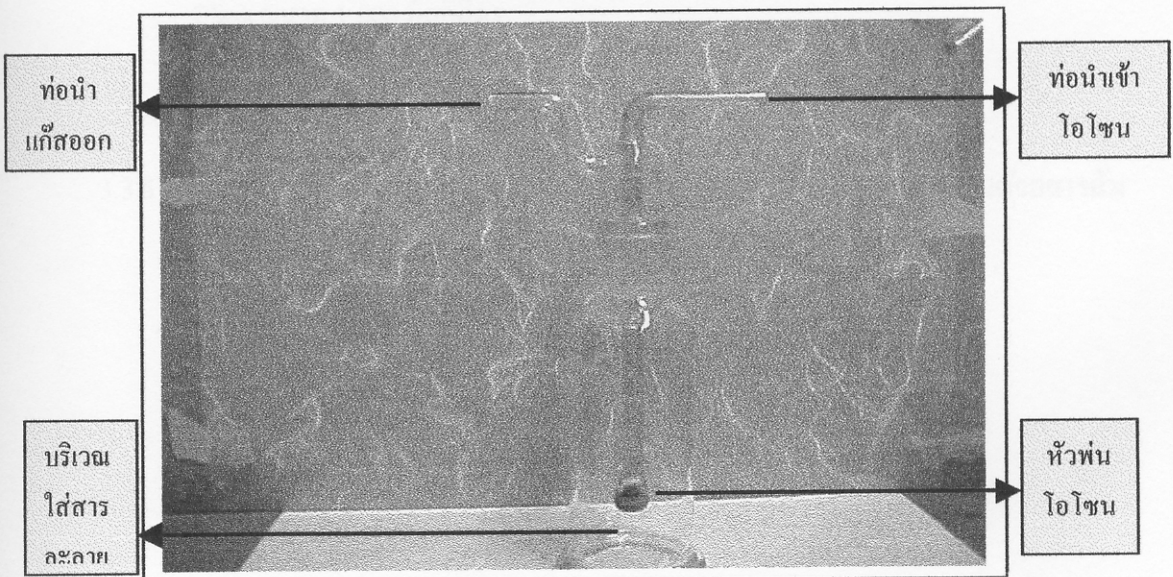
3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาความเข้มข้นของปริมาณโอโซน

- เครื่อง UV – visible spectrophotometer ยี่ห้อ Spectronic 20D⁺
- midget impringer
- นาฬิกาจับเวลา

ภาพประกอบ 7 แสดงเครื่อง UV – visible spectrophotometer ยี่ห้อ Spectronic 20D⁺



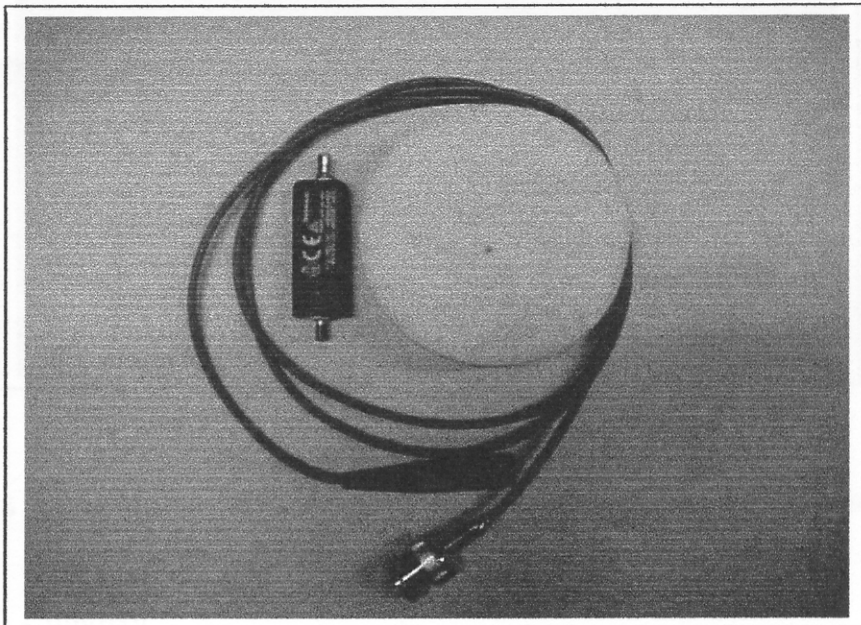
ภาพประกอบ 8 แสดงอุปกรณ์ midget impringer



3.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างการดิสชาร์จไอออน

- หัววัดกระแสไฟฟ้า ยี่ห้อ Tektronic รุ่น CT - 1
- เครื่องออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ Hewlett Parkard รุ่น 54502A

ภาพประกอบ 9 แสดงหัววัดกระแสไฟฟ้า ยี่ห้อ Tektronic รุ่น CT - 1



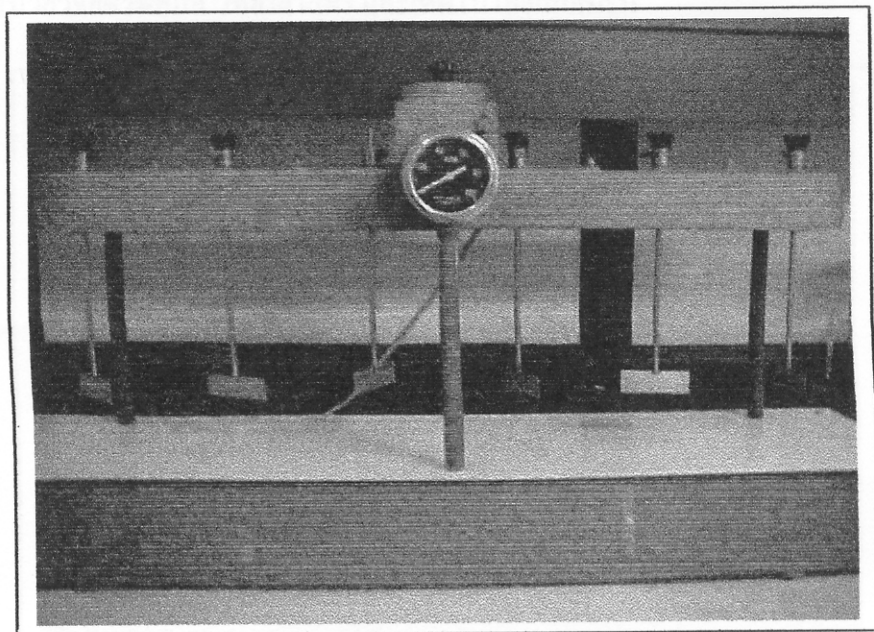
3.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมลีสื่อกรองด้วยไอออน

- Flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- นาฬิกาจับเวลา

3.3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมลีสื่อกรองโดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม

- ชุดอุปกรณ์ jar test
- pH meter
- ปิเปต
- นาฬิกาจับเวลา

ภาพประกอบ 10 แสดงชุด jar test

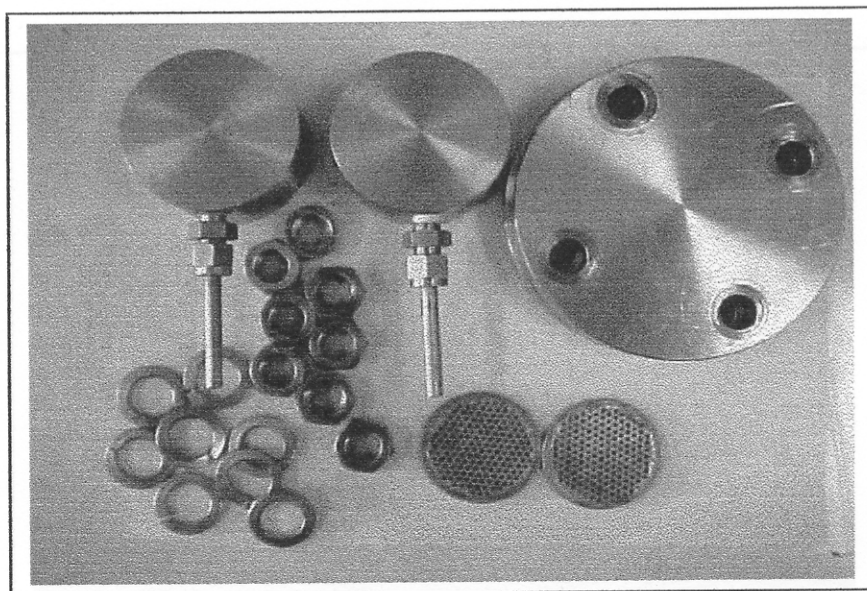


3.3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการข้อมลี่เสียกระจุตโดยการกรองด้วยเมมเบรน

- ชุดเครื่องกรองระบบ Reverse Osmosis
- เมมเบรน

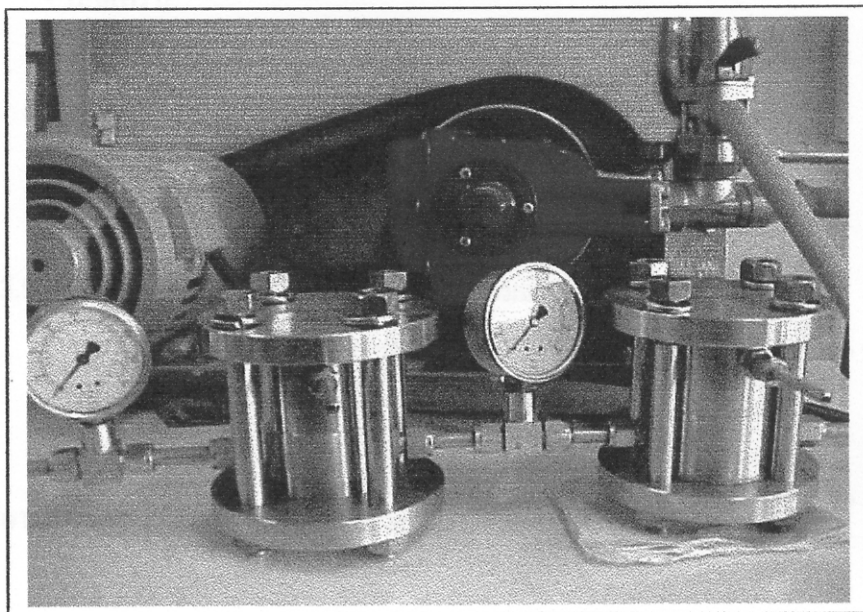
ภาพประกอบ 11 แสดงส่วนประกอบภายในของชุดเครื่องกรองระบบ Reverse Osmosis

ที่มา : หน่วยวิจัยชีวฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเมมเบรน



ภาพประกอบ 12 แสดงชุดเครื่องกรองระบบ Reverse Osmosis

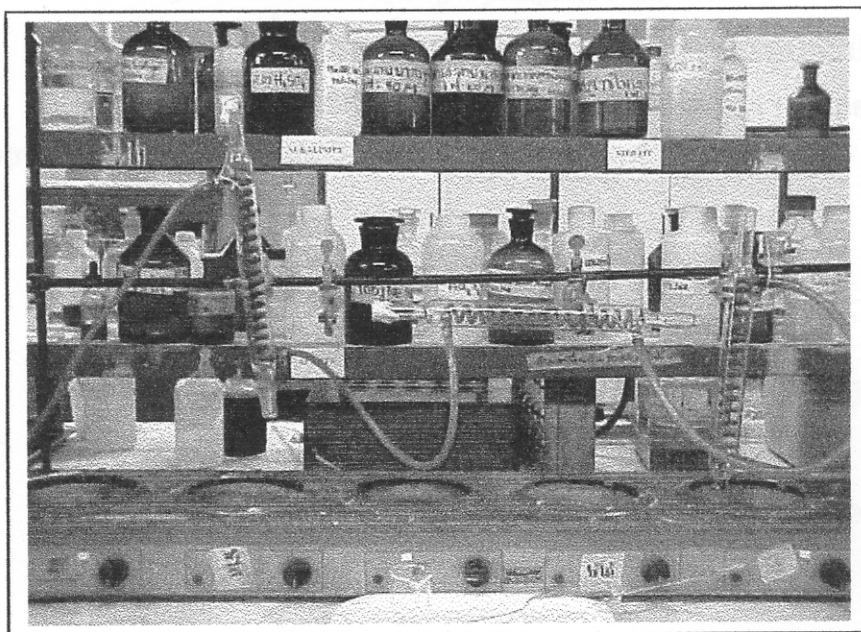
ที่มา : หน่วยวิจัยชีวฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเมมเบรน



3.3.7 อุปกรณ์วิเคราะห์น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีต่าง ๆ

- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่า COD
- เครื่อง UV – visible spectrophotometer ยี่ห้อ Spectronic 20D⁺

ภาพประกอบ 13 แสดงชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่า COD



3.3.8 อุปกรณ์หาอัตราการไหลของน้ำเสียผ่านเมมเบรน

- ชุดเครื่องกรองระบบ Reverse Osmosis
- เมมเบรน
- เครื่องชั่ง
- กระจบอทดวง
- นาฬิกาจับเวลา

3.3.9 อุปกรณ์ศึกษาโครงสร้างของอนุภาคสีย้อมเนื้อกระดูก

- เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR) ยี่ห้อ Bruker รุ่น Quinox 55
- เครื่อง Freeze Dryer

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย งานวิจัยนี้สามารถสรุปขั้นตอนในการดำเนินการได้ดังนี้

3.4.1 การหาความเข้มข้นของปริมาณไอโชน ตามวิธีมาตรฐานโพแทสเซียม ไอโอไดด์ (Moris, 1977)

1) การเตรียมสารละลาย Absorbing reagent 1 % KI ใน 0.1 M Phosphate buffer โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 13.61 กรัม
- ชั่งโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10.00 กรัม
- ชั่ง anhydrous disodium hydrogen phosphate 14.20 กรัม
- ละลายสารเคมีทั้งหมดในน้ำกลั่น (Double distilled water) ทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
- บรรจุสารละลายในขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 วัน ก่อนนำมาใช้

หากเก็บสารละลายในตู้เย็นจะสามารถเก็บไว้ได้นานหลายสัปดาห์

2) การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน 0.025 M

- ชั่งโพแทสเซียมไอโอไดด์ 16.0 กรัม
- ชั่ง ไอโอดีน 3.1730 กรัม
- ละลายสารเคมีทั้งหมดในน้ำกลั่น (Double distilled water) ทำให้มีปริมาตร 500

มิลลิลิตร

- บรรจุสารละลายในขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 วัน ก่อนนำมาใช้

3) การสร้างกราฟไอโอดีนมาตรฐาน เป็นกราฟมาตรฐานที่ใช้บอกปริมาณความเข้มข้น

ของไอโอดีน เมื่อทราบค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย absorbing reagent มีขั้นตอนดังนี้

- เตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน 0.00125 M โดยปีปตสารละลายไอโอดีน

มาตรฐาน 0.025 M ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยให้ละลายในสารละลาย Absorbing reagent

- ปีปตสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน 0.00125 M ที่เตรียมไว้ 0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 , 1.0

และ 1.2 มิลลิลิตร ละลายด้วยสารละลาย Absorbing reagent จนได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยปริมาตรสารละลายไอโอดีนมาตรฐานสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไอโอดีนได้ดังนี้

ไอโอดีนมาตรฐาน (mL)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
Exact concentration ($\mu\text{mole/L}$)	10	20	30	40	50	60

- นำสารละลายไอโอดีนมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ หาค่าการดูดกลืนของแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 352 นาโนเมตร

- เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง correct absorbance (absorbance ลบออกด้วย absorbance ของสารละลาย Absorbing reagent) กับค่าความเข้มข้นของไอโอดีน

- หาสมการเส้นตรงของกราฟ โดยที่ $Y = mX + c$

เมื่อ

Y คือ correct absorbance

m คือ ค่าความชันของกราฟ

X คือ ความเข้มข้นของไอโอดีน ($\mu\text{mole/L}$)

c คือ จุดตัดบนแกน y

- จากกราฟสามารถหาความเข้มข้นของไอโอดีนได้ โดยที่

จาก $Y = mX + c$

correct absorbance = $m(\text{ความเข้มข้นของไอโอดีน}) + c$

ดังนั้น จะได้ว่า

ความเข้มข้นของไอโอดีน = $(\text{correct absorbance} - c) / m$

โดยความเข้มข้นของไอโอดีนที่ได้ จะมีหน่วยเป็น ไมโครโมลต่อลิตร

4) การหาความเข้มข้นของปริมาณ โอโซน ในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนดังนี้คือ

- นำสารละลาย absorbing reagent บรรจุใน midget impringer 2 ขวด ๆ ละ 50

มิลลิลิตร นำ midget impringer ทั้ง 2 คู่กันในลักษณะอนุกรม

- ผ่านออกซิเจนไปยังเครื่องกำเนิดโอโซน โดยใช้อัตราการไหลของออกซิเจนและความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดไฟกระแสสลับที่ต้องการ

- ผ่าน โอโซนที่ได้จากเครื่องกำเนิดโอโซนไปยัง midget impringer ที่บรรจุสาร

ละลาย absorbing reagent ทั้ง 2 ขวด

- นำสารละลาย absorbing reagent ที่ได้หาค่า absorbance โดยใช้เครื่อง UV – visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 352 นาโนเมตร

- นำค่า absorbance ที่ได้หาค่า correct absorbance แล้วเทียบกับกราฟไอโอดีนมาตรฐาน

เพื่อหาความเข้มข้นของโอโซน

3.4.2 การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณโอโซนกับอัตราการไหลของออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของออกซิเจนที่ให้กับเครื่องกำเนิดโอโซน ทำให้ปริมาณโอโซนที่ได้เปลี่ยนแปลงไปด้วย จึงต้องมีการหาปริมาณโอโซนที่อัตราการไหลของออกซิเจนต่าง ๆ กัน เพื่อจะได้ทราบอัตราการไหลของออกซิเจนที่เหมาะสมในการผลิตโอโซน โดยขั้นตอนในการดำเนินการสามารถสรุปได้ดังนี้

1) นำสารละลาย absorbing reagent บรรจุใน midget impringer 2 ขวดที่ต่อแบบกันอนุกรม ขวดละ 50 มิลลิลิตร

2) ผ่านออกซิเจนไปยังเครื่องกำเนิดโอโซน โดยกำหนดให้ความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดไฟกระแสสลับเป็น 9 กิโลโวลต์ ให้อัตราการไหลของออกซิเจน 6 ลิตรต่อนาที

3) ผ่าน โอโซนที่ได้จากเครื่องกำเนิดโอโซนไปยัง midget impringer ที่บรรจุสารละลาย absorbing reagent ทั้ง 2 ขวด เป็นเวลา 3 นาที

4) นำสารละลาย absorbing reagent ที่ได้หาค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV – visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 352 นาโนเมตร

5) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ หาความเข้มข้นของโอโซนโดยเทียบกับกราฟไอโอดีนมาตรฐาน

6) ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1 ถึง 5 โดยเปลี่ยนอัตราการไหลของออกซิเจนเป็น 7, 8, 9 และ 10 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ

7) ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1 ถึงข้อ 6 โดยเปลี่ยนความต่างศักย์ให้เป็น 10 และ 11 กิโลโวลต์ ตามลำดับ

8) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ของออกซิเจนกับปริมาณไอโชนที่ความศักย์ 9, 10 และ 11 กิโลโวลต์ ตามลำดับ

3.4.3 การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณไอโชนกับความต่างศักย์ไฟฟ้า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าให้กับเครื่องกำเนิดไอโชน ปริมาณไอโชนที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไป จึงได้มีการหาค่าปริมาณไอโชนที่เวลาต่าง ๆ ของแต่ละความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยขั้นตอนในการดำเนินการสามารถสรุปได้ดังนี้

1) นำสารละลาย absorbing reagent บรรจุใน midget imprinter 2 ขวดที่ต่อแบบอนุกรม ขวละ 50 มิลลิลิตร

2) ผ่านออกซิเจนไปยังเครื่องกำเนิดไอโชน โดยกำหนดให้อัตราการใช้ของออกซิเจน 8 ลิตรต่อนาที ให้ความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดไฟกระแสสลับเป็น 9 กิโลโวลต์

3) ผ่านไอโชนที่ได้ไปยัง midget imprinter ทั้งสอง เป็นเวลา 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5 และ 5 นาที ตามลำดับ

4) หาค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย absorbing reagent ด้วยเครื่อง UV – visible spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 352 นาโนเมตร

5) หาความเข้มข้นของไอโชนโดยเทียบกับกราฟไอโชนมาตรฐาน

6) ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1 ถึงข้อ 5 โดยเปลี่ยนความต่างศักย์ให้เป็น 10 และ 11 กิโลโวลต์ ตามลำดับ

7) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอโชนที่ได้กับเวลาที่ความต่างศักย์ 9, 10 และ 11 กิโลโวลต์ ตามลำดับ

3.4.4 การหาปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างการดิสชาร์จไอโชน

1) การเตรียมอุปกรณ์การวัดกระแสไฟฟ้า

- หุ้มหัววัดด้วยเทฟลอน เพื่อป้องกันอันตรายของไฟฟ้าแรงสูงที่อาจเกิดแก่หัววัด
- นำเส้นลวดต่อผ่านช่องของหัววัดและเทฟลอน โดยพยายามให้เส้นลวดอยู่บริเวณ

กึ่งกลางของช่องหัววัด และไม่สัมผัสกับผนังของช่องหัววัด

2) การวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดระหว่างการดิสชาร์จ

- นำปลายข้างหนึ่งของเส้นลวดต่อเข้ากับสายดินของเครื่องกำเนิด ไอโชน

- ต่อสายสัญญาณจากหัววัดไปยังออสซิลโลสโคป
- ผ่านแก๊สออกซิเจนไปยังเครื่องกำเนิดโอโซน โดยให้อัตราการไหลของแก๊สเป็น 2

ลิตรต่อนาที

- จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับเครื่องกำเนิดโอโซน โดยเริ่มที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 2

กิโลโวลท์

- บันทึกสัญญาณที่ได้จากเครื่องออสซิลโลสโคป
- เปลี่ยนอัตราการไหลของออกซิเจนเป็น 8 ลิตรต่อนาที โดยใช้ค่าความต่างศักย์ไฟ

ฟ้า 2 กิโลโวลท์ เท่าเดิม ทำการบันทึกสัญญาณที่ได้จากเครื่องออสซิลโลสโคป

- แปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้เป็นกระแสคิซาร์ต โดยใช้อัตราส่วน ความต่าง

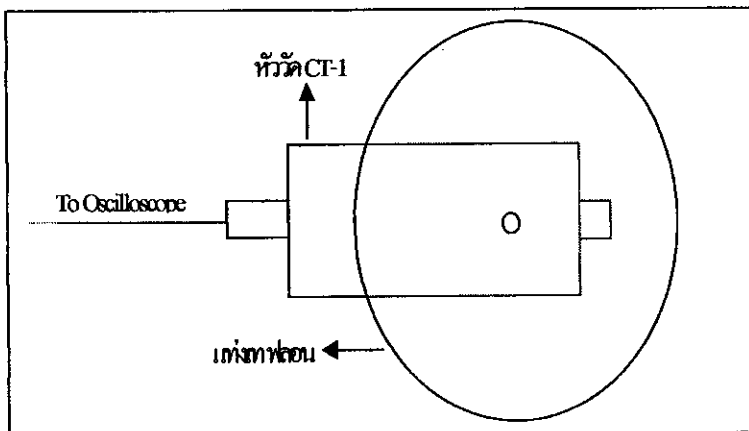
ศักย์ไฟฟ้า 5 มิลลิโวลท์ต่อกระแสคิซาร์ต 1 มิลลิแอมแปร์

- ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็น 6 กิโลโวลท์ ทำการบันทึก

สัญญาณที่ได้จากเครื่องออสซิลโลสโคป ที่อัตราการไหลของออกซิเจน 2 และ 8 ลิตรต่อนาที ตาม

ลำดับ

ภาพประกอบ 14 แสดงอุปกรณ์การวัดกระแสไฟฟ้าคิซาร์ต พร้อมทั้งส่วนยึดจับอุปกรณ์



3.4.5 การบำบัดน้ำทิ้งจากการย้อมสีเสื่อกระดาษด้วยโอโซน

- 1) นำน้ำทิ้งที่ได้จากการย้อมสีเสื่อกระดาษ 600 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ขนาด 1,000 ลิตร
- 2) ต่อ flask ในข้อ 1 เข้ากับ midget imprinter 2 ขวด ซึ่งมีสารละลาย absorbing reagent บรรจุขวดละ 50 มิลลิลิตร เพื่อทำการหาปริมาณ โอโซนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา โดยทั้ง 2 ขวดจะต่อกันในลักษณะอนุกรม
- 3) เปิดเครื่องกำเนิดโอโซน โดยจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 10 กิโลโวลท์ และให้อัตราการไหลของออกซิเจนเป็น 8 ลิตรต่อนาที
- 4) ผ่านโอโซน ไปยัง flask ในข้อ 1 เป็นเวลา 15 , 30 , 60 และ 120 นาที ตามลำดับ
- 5) เก็บน้ำสี ทำการหาค่าการดูดกลืนของแสง และค่า COD เพื่อใช้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำสี โดยสามารถจำแนกขั้นตอนการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.1) การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนของแสง มีขั้นตอนดังนี้คือ

- หากความยาวคลื่นที่เหมาะสม เนื่องจากในการหาค่าการดูดกลืนของแสงจะต้องใช้ค่าความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสม เพราะจะทำให้ค่าการดูดกลืนของแสงที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แต่เนื่องจากยังไม่มีย้อมของข้อมูลของความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสมในการใช้วิเคราะห์น้ำสีย้อมเสื่อกระดาษ จึงต้องทำการหาค่าการดูดกลืนของแสงของน้ำสีที่มีความยาวคลื่นต่างๆ ด้วยเครื่อง UV – visible spectrophotometer เพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่สุด
- เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับค่าการดูดกลืนแสง
- หาความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนของแสงของน้ำสี
- นำตัวอย่างน้ำสีที่ต้องการวิเคราะห์ มาทำการหาค่าการดูดกลืนของแสง โดยใช้ความยาวคลื่นที่เหมาะสม

5.2) การหาค่า COD มีขั้นตอนดังนี้ คือ

- นำตัวอย่างน้ำสี 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดสำหรับหาค่า COD ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยหากตัวอย่างน้ำสีมีความเข้มข้น COD สูง จะต้องทำการเจือจางตัวอย่างน้ำสีก่อน
- เติม H_2SO_4 0.4 กรัม และ glass beads 2 – 3 เม็ด
- เติมสารละลายกรดกำมะถัน (มี Ag_2SO_4 ผสมอยู่ก่อนแล้ว) 5 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- เติมสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไดโครเมต 0.0417 M 10 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปต
- เติมสารละลายกรดกำมะถัน 25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
- นำขวด COD ต่อกับ Condenser เปิดน้ำหล่อเย็น

- เปิดเตาให้ความร้อน ทำการ reflux 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
- ผสมน้ำกลั่น จนปริมาตรรวมเป็น 140 มิลลิลิตร
- โทเทรตโคโครเมตที่มากเกินไปด้วย FAS 0.25 M โดยใช้ 2 – 3 หยด ferroin indicator solution จุดยุติคือ จุดที่สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง
- คำนวณหาค่า COD

6) เก็บสารละลาย absorbing reagent ทั้งสองขวด เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณ ไอโชนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา โดยทำการวิเคราะห์ตามหัวข้อ 3.4.1 ข้อที่ 4

7) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีกับเวลา และกราฟระหว่างค่า %COD กับเวลา

8) หาปริมาณ ไอโชนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับน้ำสี โดยทำการคำนวณจากปริมาณ ไอโชนที่ได้จากเครื่องกำเนิด ไอโชนลบออกด้วยปริมาณ ไอโชนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา ที่ได้จากข้อ 6

9) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ไอโชนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับเวลา

3.4.6 การบำบัดน้ำเสียเนื่องระงูคโดยการใช้อิโชนร่วมกับการตกตะกอนด้วยสารส้ม

เนื่องจากขั้นตอนการใช้ไอโชนในการบำบัดน้ำทิ้งได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ในหัวข้อ 3.4.5 ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงขอกล่าวถึงขั้นตอนในการตกตะกอนด้วยสารส้มเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) หาปริมาณสารส้มที่เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

- หาค่า pH และการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำสี
- ปรับค่า pH ของน้ำทิ้งจากการช้อนสีเนื่องระงูค โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ไซค์

- นำตัวอย่างน้ำสี ใส่ในบีกเกอร์ 5 ใบ ๆ ละ 500 มิลลิลิตร
- นำบีกเกอร์ทั้ง 5 ใบ ค่อยๆ เข้ากับเครื่อง jar test
- เติมสารส้มความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ 10 , 20 , 30 , 40 และ 50

มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ลงในแต่ละใบบีกเกอร์

- เปิดเครื่อง jar test ด้วยความเร็วใบพัด 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที
- เปลี่ยนความเร็วเป็น 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที
- ปิดเครื่อง ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- ดูตัวอย่างน้ำสี เฉพาะตอนบน โดยใช้ปิเปต

- หาค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีแต่ละบีกเกอร์ ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงที่ต่ำสุดจะเป็นปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการใช้ในการทดลอง

2) การบำบัดน้ำสีด้วยสารส้มหลังจากผ่านการบำบัดด้วยโอโซน

- นำน้ำสีที่ได้จากการบำบัดด้วยโอโซน เป็นเวลา 0, 15, 30, 60 และ 120 นาที ในขั้นตอน 3.4.5 ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ 5 ใบ

- ปรับค่า pH ของน้ำสีให้เป็นกลาง โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

- นำบีกเกอร์ ต่อเข้ากับชุดเครื่อง jar test

- เติมสารส้ม ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 20 มิลลิกรัมต่อลิตรลงในบีกเกอร์แต่ละใบ

- เปิดเครื่อง jar test ด้วยความเร็วใบพัด 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นเปลี่ยนความเร็วเป็น 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที

- ปิดเครื่อง ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

- ดูตัวอย่างน้ำสี เฉพาะตอนบน โดยใช้ปิเปต

- หาค่าการดูดกลืนแสง และค่า COD ของตัวอย่างน้ำสี ตามขั้นตอน 3.4.5 หัวข้อ

5.1 และ 5.2

- เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %การดูดกลืนแสงกับเวลา และ %COD กับเวลา

3.4.7 การบำบัดน้ำสีขมเสียออกฤทธิ์ด้วยการใช้โอโซนร่วมกับการกรองด้วยเมมเบรนในระบบ

Reverse Osmosis

เนื่องจากขั้นตอนการใช้โอโซนในการบำบัดน้ำทิ้งได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ในหัวข้อ 3.4.5 ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงขอลำถึงขั้นตอนในการกรองด้วยเมมเบรนเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) เตรียมอุปกรณ์สำหรับการกรองด้วยระบบ (RO) Reverse Osmosis โดยใช้เมมเบรนหมายเลข R1 / 31 จากหน่วยวิจัยชีวฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเมมเบรน มีความหนา 150 ไมครอน

2) นำน้ำสีขมเสียออกฤทธิ์ที่ไม่ผ่านการบำบัดด้วยโอโซน ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เจือจางให้มีปริมาตรเป็น 50 ลิตร

3) เปิดเครื่องกรองระบบ Reverse Osmosis ให้ความดันของระบบเป็น 2,112 kPa

4) นำน้ำสีที่ผ่านการกรอง ไปทำการวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสี และ

ค่า COD ตามขั้นตอนที่ 3.4.5 ในหัวข้อ 5.1 และ 5.2

- 5) ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1 ถึงข้อ 5 โดยเปลี่ยนเป็นน้ำสีข้อมที่ผ่านการบำบัดด้วยโอโซนเป็นเวลา 15 , 30 , 60 และ 120 นาที ตามลำดับ
- 6) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %การดูดกลืนของแสงกับเวลา และ %COD กับเวลา

3.4.8 การหาอัตราการไหลของน้ำสีข้อมผ่านเมมเบรน

- 1) ทำการทดลองตามข้อ 1 – 3 ในหัวข้อ 3.4.7
- 2) ชั่งสารละลายที่ผ่านการกรองปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพื่อทำการหาความหนาแน่นของตัวอย่างน้ำสี โดยสามารถคำนวณจาก

$$\text{ความหนาแน่น} = \text{มวล} / \text{ปริมาตร}$$

- 3) ทำการทดลองต่อไป โดยทำการจับเวลาและชั่งน้ำหนักของตัวอย่างน้ำสี ที่เวลาต่าง ๆ
- 4) คำนวณหาปริมาตรของตัวอย่างน้ำสี ที่เวลาต่าง ๆ โดยใช้ค่าความหนาแน่นที่หาได้จากข้อ 2
- 5) คำนวณหาอัตราการไหลของน้ำสีที่เวลาต่าง ๆ
- 6) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำสีกับเวลา

3.4.9 การศึกษาโครงสร้างของอนุภาคสีข้อมเมื่อกระตุ้นหลังการบำบัดด้วยโอโซน

- 1) ชั่งผงสีข้อมเมื่อกระตุ้น สีเขียว 2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 250 มิลลิลิตร
- 2) นำสารละลายสีเขียว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ใน midget imprinter
- 3) เปิดเครื่องกำเนิด โอโซนโดยจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 10 กิโลวัตต์และอัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน 8 ลิตรต่อนาที
- 4) ผ่านโอโซนไปยังสารละลายสีเขียวเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที
- 5) นำสารละลายสีเขียวจากข้อ 1 และสารละลายสีเขียวที่ผ่านการบำบัดจากข้อ 4 ทำให้แห้ง โดยใช้อุปกรณ์ Freeze Dryer
- 6) ศึกษาโครงสร้างของผงที่แห้งแล้วจากข้อ 5 ด้วยเครื่อง FTIR โดยชั่งน้ำหนักผงสีเขียวทั้งก่อนและหลังการบำบัดด้วยโอโซนเท่ากันคือ 2.1 มิลลิกรัม และใช้โพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr) 200 มิลลิกรัม
- 7) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 ถึง ข้อ 6 แต่เปลี่ยนผงสีข้อมจากสีเขียวเป็นสีชมพู