

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง และขั้นตอนการทดลองในการสร้างและทดสอบฟิโอสเซนเซอร์เชิงแสงด้วยเซลล์ลูโลสอะซิเตดเมมเบรนตรึงสีย้อมอะลิซารินเฮลโลอาร์

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง

1. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100, 250 และ 500 ml
2. หลอดหยด (Dropper)
3. กระบอกตวง (Measuring Cylinder) ขนาด 10 ml
4. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)
5. ช้อนตักสาร (Spoons)
6. หลอดฉีดยาแก้ว (Glass Syringe) ขนาด 10ml
7. ขวดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 100 ml
8. เซลล์ลูโลสอะซิเตดเมมเบรน (Cellulose acetate membrane) ที่ได้จากแผ่นฟิล์มถ่ายรูปที่ใช้แล้ว
9. คิวเวทแก้วบรรจุสารละลาย (Cuvette) ขนาด $10 \times 10 \text{ mm}^2$
10. กรอบกระดาษสำหรับยึดแผ่นตรวจวัดสร้างขึ้นเอง
11. เครื่องชั่งสาร (Balance) ยี่ห้อ Sartorius ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
12. เครื่อง Portable fiber-optic based spectrometer ยี่ห้อ Avates รุ่น 2048 – USB2
13. เครื่องฟิโอสมิเตอร์ (pH Meter) ยี่ห้อ Meterohm รุ่น 744
14. เครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ (Optical power meter)
15. เครื่องอัลตราโซนิก (Ultrasonic) ยี่ห้อ Cole-Parmer
16. หลอดแอลอีดี (Light Emitting Diode; LED) สีน้ำเงินความยาวคลื่น 393nm
17. กล่องทึบแสงทำขึ้นเองสำหรับสร้างอุปกรณ์แอลอีดีฟิโอสเซนเซอร์เชิงแสง

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid; HCL)
2. ผงโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) บริษัท QReC™
3. สารละลายสีย้อมอะลิซาลินเยลโลอาร์ (Alizarin yellowR) ความเข้มข้น 0.1 %w/v บริษัท Sigma Aldrich
4. เมทานอล (Methanol)
5. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite; NaHCl) ในที่นี้ใช้น้ำยาฟอกผ้าขาวไฮเตอร์สูตรสีชมพู
6. น้ำกลั่นหรือใช้น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)
7. ผงซักฟอก

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารละลายพีเอช

เตรียมสารละลาย pH = 0 จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 M และสารละลาย pH = 14 จากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 M ก่อนแล้วปรับค่า pH ตั้งแต่ pH = 0 ถึง pH = 14 ด้วยวิธี Tenfold dilution ดังนี้

1. เตรียมสารละลาย pH = 0 จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 M

ปิเปต Cone. (37.5%) HCl Solution ปริมาตร 8.196 ml ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตร 100 ml เขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันจะได้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 1 mol. L^{-1} (pH = 0)

2. การเตรียมสารละลาย pH = 1 จากสารละลาย pH = 0

เตรียมได้โดยเริ่มต้นจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 M (pH = 0) นำมาทำให้เป็นสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 M (pH = 1) โดยความเข้มข้นของสารละลายลดลงไป 10 เท่าหรือ pH ต่างไป 1 หน่วย) โดยปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 M (pH = 0) จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 90 ml จนทำให้มีปริมาตร 100 ml เขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายใหม่ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol. L^{-1} (pH = 1)

การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (pH = 2) จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (pH = 1) โดยการปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 mol. dm^{-3} (pH = 1) จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 90 ml จนทำให้มีปริมาตร 100 ml เขย่าให้

สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายใหม่ที่มีความเข้มข้นลดลงเหลือ 0.01 mol. L^{-1} ($\text{pH} = 2$) ซึ่งการเตรียมค่าพีเอชค่าต่อจากนี้ก็สามารถทำได้ด้วยวิธีเดียวกัน

3. การเตรียมสารละลาย $\text{pH} = 14$ จากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 M

ชั่งผงโซเดียมไฮดรอกไซด์มวล 4.0 g นำมาละลายในน้ำกลั่นในขวดปริมาตรขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตร 100 ml ได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 1 mol. L^{-1} ($\text{pH} = 14$)

4. เตรียมสารละลาย $\text{pH} = 13$ จากสารละลาย $\text{pH} = 14$

เตรียมได้เช่นเดียวกับการเตรียม $\text{pH} = 1$ จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (ข้อ 1 และ 2) โดยเริ่มต้นจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 mol. L^{-1} ($\text{pH} = 14$) นำมาทำให้เป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 M ($\text{pH} = 13$) โดยความเข้มข้นของสารละลายลดลงไป 10 เท่า หรือ pH ต่างไป 1 หน่วย) โดยเปิดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 M ($\text{pH} = 14$) จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 90 ml จนทำให้มีปริมาตร 100 ml เขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายใหม่ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol. L^{-1} ($\text{pH} = 13$)

การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($\text{pH} = 12$) จากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($\text{pH} = 13$) โดยเปิดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 mol. dm^{-3} ($\text{pH} = 13$) จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 90 ml จนทำให้มีปริมาตร 100 ml เขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายใหม่ที่มีความเข้มข้นลดลงเหลือ 0.01 mol. L^{-1} ($\text{pH} = 12$) ซึ่งการเตรียมค่าพีเอชค่าต่อจากนี้ก็สามารถทำได้ด้วยวิธีเดียวกัน



รูปที่ 3.1 การตรวจสอบค่าพีเอชโดยใช้ชุดพีเอชมิเตอร์

3.3.2 การเตรียมแผ่นเซลล์โอสอะซิเตดเมมเบรนตรึงสีย้อมด้วยอะลิซาริน เยลโลอาร์

ในลำดับขั้นนี้จะกล่าวถึง การเตรียมแผ่นเซลล์โอส อะซิเตดเมมเบรน จากฟิล์มถ่ายรูปที่ใช้ แล้ว ได้แก่ การฟอกสี การไฮโดรไลซ์ และการตรึงสีย้อมด้วยอะลิซาริน เยลโลอาร์ มีกระบวนการขั้นตอนดังนี้

1. นำฟิล์มถ่ายรูปที่ใช้แล้วมาล้างฟอกสีออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์หรือน้ำยาฟอกขาวไฮเตอร์โดยแช่แผ่นฟิล์มถ่ายรูปที่ตัดขนาด $1 \times 6 \text{ cm}^2$ จำนวน 15 แผ่นลงในน้ำยาฟอกขาวเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจนกระทั่งสีหลุดออกหมดล้างทำความสะอาดแผ่นฟิล์มถ่ายรูปด้วยผงซักฟอกและน้ำสะอาดหลายครั้งจนไม่เหลือสีฟอกขาวตกค้าง
2. ทำให้เป็นแผ่นไฮโดรไลซ์เซลล์โอสอะซิเตดเมมเบรนโดยแช่แผ่นฟิล์มถ่ายรูปที่ฟอกสีแล้วแช่ลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 M เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดหลายครั้งจนไม่เหลือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ตกค้าง
3. ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำแผ่นไฮโดรไลซ์เซลล์โอสอะซิเตดเมมเบรนที่สะอาดไปแช่ในสารละลายสีย้อมอะลิซาริน เยลโลอาร์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. แผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนที่เตรียมเสร็จล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและเก็บไว้ในน้ำเมื่อยังไม่ได้ใช้งานทุกขั้นตอนทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง

หลังจากสิ้นสุดกระบวนการตรึงสีย้อมลงบนแผ่นเซลล์โอส อะซิเตดเมมเบรนแล้ว จะได้แผ่นเซ็นเซอร์ที่จะใช้ในศึกษาคุณสมบัติต่างๆของแผ่นเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดค่าพีเอช ซึ่งลำดับต่อไปจะเรียกแผ่นนี้ว่า พีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน



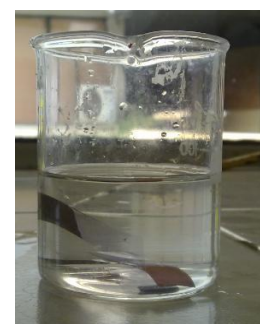
(ก) ฟอกสีฟิล์มถ่ายรูปที่ใช้แล้ว



(ข) แช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์



(ค) แช่ในสารละลายสีข้อมะลิชาลินเซลโลอาร์

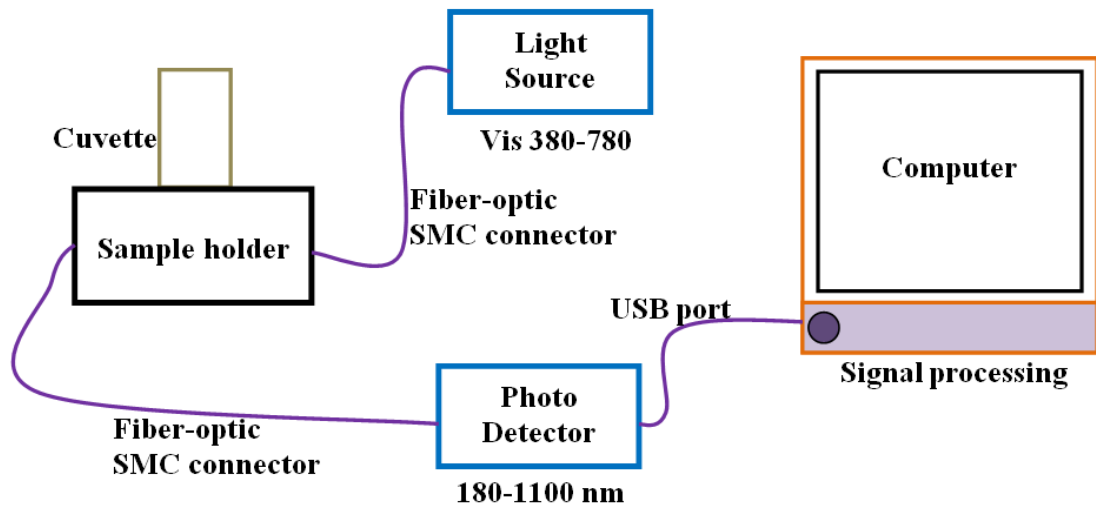


(ง) เก็บไว้ในน้ำเมื่อยังไม่ได้ใช้งาน

รูปที่ 3.2 การเตรียมแผ่นฟิเชอร์เซ็นเซอร์เมมเบรน

3.3.3 การติดตั้งเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงด้วยวิสิเบิลสเปกโตรมิเตอร์

การติดตั้งเครื่องมือวัด Portable fiber-optic based spectrometer เพื่อวิเคราะห์สเปกตรัมและวัดค่าการดูดกลืนแสงแสดงดังรูป 3.3 ประกอบด้วยแสงจากแหล่งกำเนิดแสง (Avalight) มีความยาวคลื่นในย่านตามองเห็น (visible) ที่ความยาวคลื่น 380 - 750nm จากหลอดฮาโลเจน (Halogen) ผ่านสายออฟติกไฟเบอร์ที่เชื่อมกับแหล่งกำเนิดแสงและแทนวางตัวอย่าง ด้วยหัวต่อ SMC connector แทนวางตัวอย่าง (Sample holder) สำหรับวางแผ่นฟิล์มและสารละลายที่ใช้ในการทดสอบ โดยมีช่องสำหรับใส่ฟิล์มและช่องสำหรับใส่ควเวทแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวอย่างสารที่ใช้ทดสอบจะเข้าสู่สายออฟติกไฟเบอร์ไปยังสเปกโตรมิเตอร์ (Avaspec) ที่ตอบสนองการวัดในช่วงความยาวคลื่น 180-1100 nm ถูกเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ (AvaSoft USB2) สำหรับวิเคราะห์และประมวลผลสัญญาณ โดยวัดโหมดการดูดกลืนแสง (Absorbance) ใช้ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงและแสดงผลการดูดกลืนแสงเทียบกับความยาวคลื่นแสงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์



(ก)



(ข)

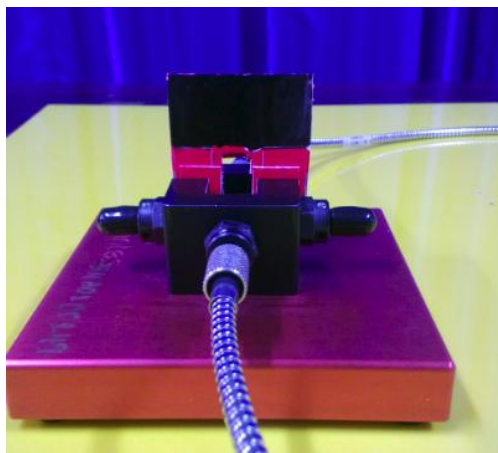
รูปที่ 3.3 การติดตั้งเครื่อง Portable fiber-optic based spectrometer (ก) ไคอะแกรม (ข) รูปถ่ายของจริง

3.3.4 การศึกษาการดูดกลืนแสงและการส่องผ่านแสงของแผ่นเซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดเมมเบรน ก่อนและหลังการย้อมสีอะลิซาริน เยลโล อาร์ ด้วยวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์

การทดสอบการดูดกลืนแสงและการส่องผ่านแสงของแผ่นเซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดเมมเบรนที่ผ่านกระบวนการไฮโดรไลซ์ก่อนการย้อมสีและหลังการย้อมสีอะลิซาริน เยลโล อาร์ ด้วยวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์ โดยทำการวัดเทียบกับอากาศน้ำแผ่นเซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดเมมเบรน มาทำการวัดการดูดกลืนแสงที่เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.2 มาวางลงในกรอบกระดาษสำหรับยึดแผ่นตรวจวัด ที่ทำด้วยกระดาษแข็งเจาะรูขนาด $0.5 \times 5 \text{ cm}^2$ ดังรูปที่ 3.4 เพื่อยึดจับแผ่นเซ็นเซอร์และวางภายในแท่นวางตัวอย่างให้ตั้งฉากหน้าเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ได้พอดีดังรูปที่ 3.5 เพื่อวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงและการส่องผ่านแสงของแผ่นเซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดเมมเบรน ทั้งก่อนและหลังการย้อมสีอะลิซาริน เยลโล อาร์ ในตอนท้ายศึกษาคุณสมบัติสมรรถนะของแผ่นฟิล์มที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.4 แถบยึดเซ็นเซอร์กรอบกระดาษแผ่นฟิโอสเซ็นเซอร์เมมเบรน



รูปที่ 3.5 การจัดวางตำแหน่งแผ่นฟิโอสเซ็นเซอร์เมมเบรนตั้งฉากหน้าเครื่องสเปกโตรมิเตอร์

3.3.5 การศึกษาการดูดกลืนแสงของสารละลายสีย้อม อะลิซาลิน เยลโลอาร์ ในสารละลายพีเอช 0-14 ด้วยวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์

ทดสอบแบบกะโดยใช้สารละลาย pH = 0 จำนวน 1ml ใส่ลงในบีกเกอร์ใช้สีย้อมอะลิซาลิน เยลโลอาร์ จำนวน 2 หยด หยดลงในสารละลาย เขย่าเพื่อให้สารละลาย เข้ากัน วิเคราะห์การดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์ทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนสารละลายจาก pH = 0 เป็น pH = 1,2,3,.....,14 ได้สเปกตรัมการเปลี่ยนสีแล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟลักสูงสุดของการดูดกลืนแสง (แกน y) กับค่าพีเอช (แกน x)

3.3.6 การศึกษาการดูดกลืนแสงของแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนในสารละลายพีเอช 7-14 ด้วยวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์ในแบบกะและแบบต่อเนื่อง

การวัดแบบกะ (batch condition) คือการวัดที่มีการเก็บข้อมูลการทดลองทีละชุดไม่ต่อเนื่อง

การวัดแบบต่อเนื่อง (continuous condition) คือการวัดที่กระทำอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลองในแต่ละชุดการทดลอง

เลือกใช้แผ่น พีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 จำนวน 7 แผ่นนำมาทดสอบการตอบสนองต่อค่า pH = 7 ถึง pH = 14 ที่เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1 เพื่อศึกษาการดูดกลืนแสงของแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนโดยวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ การทดสอบแบบกะ ทำได้โดยใช้แผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนจำนวน 1 แผ่นแช่ลงในสารละลาย pH = 7 ประมาณ 5 นาทีแล้วนำแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์ออกทำให้แห้งแล้วนำไปวิเคราะห์การดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์ได้สเปกตรัมการดูดกลืนแสง จากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกโดยนำแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนแช่ในการละลาย pH = 8,9,10,..., 14 ประมาณ 5 นาที แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) กับค่าความยาวคลื่น (แกน x) ในการทดสอบแบบกะนี้ฟิล์มที่นำมาวิเคราะห์การดูดกลืนแสงต้องแห้งสนิท ซึ่งเรียกการทดสอบแบบนี้ว่าระบบแห้ง

3.3.7 การศึกษาการทำซ้ำของแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนแบบกะด้วยวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์

การทดสอบการทำซ้ำของแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน โดยเลือกแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนจำนวน 1 แผ่น แช่ลงในสารละลาย pH = 7 ประมาณ 5 นาที แล้วนำแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน ออกทำให้แห้งนำมาทดสอบด้วยเครื่องวิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์ จากนั้นนำแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนไปแช่ลงในสารละลาย pH = 12 ทำให้แห้งนำมาทดสอบด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ แล้วนำแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนไปแช่ลงในสารละลาย pH = 5 เพื่อทำการปรับสภาพของแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน จากนั้นนำแผ่นพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนแช่ลงในสารละลายแช่ลงในสารละลาย pH = 7 และ pH = 12 ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับตอนแรกจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์การทำซ้ำ

3.3.8 การศึกษาทดสอบความคงทนของฟิเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนด้วยเครื่องอัลตราโซนิก

เลือกแผ่นฟิเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 3.3.2 มาจำนวน 1 ชิ้นเพื่อทำการทดสอบความคงทนด้วยกระบวนการเขย่าด้วยคลื่นความถี่สูง (sonicate) ด้วยเครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 10 นาทีโดยวิธีนี้ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ทำการศึกษาการดูด แสงกลืนของแผ่นฟิเอชเซ็นเซอร์ก่อนและหลังของแผ่นฟิเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนด้วยวิสิเบิลสเปกโตรมิเตอร์ แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) กับค่าความยาวคลื่น (แกน x) เปรียบเทียบกับกราฟข้อมูลก่อนและหลังโซนิกเท

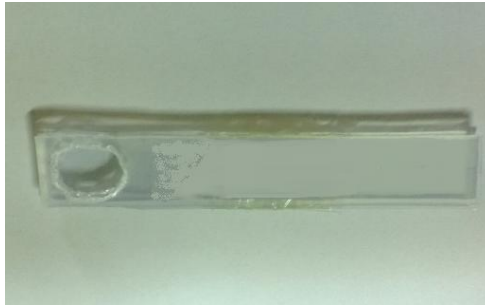


รูปที่ 3.6 เครื่องอัลตราโซนิก

3.3.9 การศึกษาเวลาตอบสนองของแผ่นฟิเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนแบบต่อเนื่องด้วยวิสิเบิลสเปกโตรมิเตอร์

เลือกใช้แผ่น ฟิเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 นำมาทดสอบการตอบสนองต่อค่าฟิเอช โดยการทดสอบการวัดแบบต่อเนื่อง (continuous condition) เริ่มจากนำแผ่นฟิเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน วางในกรอบพลาสติกขนาด $0.4 \times 5 \text{ cm}^2$ ดังรูปที่ 3.7 จากนั้นฟิเอชเซ็นเซอร์วางใน คิวเวตตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสง ดังรูปที่ 3.8 เติมสารละลาย $\text{pH} = 7$ ปริมาณ 1 ml ทำการวัดและบันทึกค่าการดูดกลืนแสงแบบต่อเนื่อง ทุก 15 วินาที จนครบเวลา 15 นาที ด้วยวิสิเบิลสเปกโตรมิเตอร์ จากนั้นเปลี่ยนสารละลายฟิเอชโดยดูดสารละลาย $\text{pH} = 7$ ออกก่อน แล้วเติมสารละลาย $\text{pH} = 12$ ปริมาณ 1 ml ลงไปทันทีทำการวัดการดูดกลืนแสงเช่นเดียวกันกับ $\text{pH} = 7$ สารละลายฟิเอชที่ใช้เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1

และทำการวิเคราะห์ค่าตอบสนองในช่วงการเปลี่ยนแปลง แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) กับเวลา (แกน x)



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงกรอบยึดแผ่นฟิโอสเซ็นเซอร์เมมเบรน



รูปที่ 3.8 ภาพแสดงการวางตำแหน่งของกรอบยึดแผ่นฟิโอสเซ็นเซอร์เมมเบรนในคิวเวท

3.3.10 ศึกษาการดูดกลืนแสงของแผ่นฟิโอะเซ็นเซอร์เมมเบรน แบบต่อเนื่อง ด้วยวิธี-บิลสเปกโตรมิเตอร์

เลือกใช้แผ่น ฟิโอะเซ็นเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 นำมาทดสอบการตอบสนองต่อค่าฟิโอะ โดยในการวัดกระทำในระบบเปียกเริ่มจากนำแผ่นฟิโอะเซ็นเซอร์วางในกรอบพลาสติกขนาด $0.4 \times 5 \text{ cm}^2$ แช่ในน้ำกลั่นเพื่อทำการปรับสภาพเป็นเวลา 15 นาที จากนั้น วางฟิโอะเซ็นเซอร์เมมเบรน ในคิวเวท โดยตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสงเดิมสารละลาย pH = 7 ปริมาตร 1 ml ทิ้งไว้เป็นเวลา 8 นาที ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยวิธีบิลสเปกโตรมิเตอร์ จากนั้นเปลี่ยนสารละลายฟิโอะโดยดูดสารละลาย pH = 7 ออกก่อน แล้วเติมสารละลาย pH = 8,9,10...,14 ทำทีละค่า โดยทุกขั้นตอนในการเปลี่ยนค่าฟิโอะต้องกระทำอย่างรวดเร็วสารละลายฟิโอะที่ใช้เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1 และทำการวิเคราะห์ค่าตอบสนองในช่วงการเปลี่ยนแปลง แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) กับเวลา (แกน x)

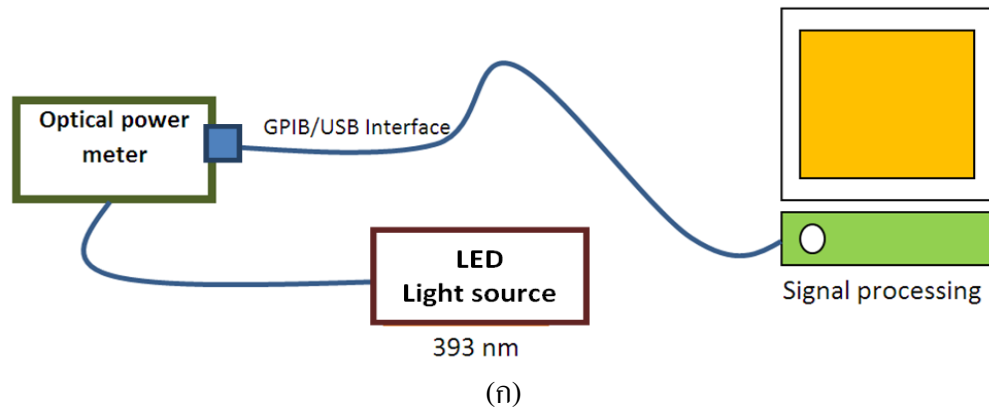
3.3.11 การศึกษาการทำซ้ำของแผ่นฟิโอะเซ็นเซอร์เมมเบรนแบบต่อเนื่องด้วยวิธีบิลสเปกโตรมิเตอร์

เลือกใช้แผ่น ฟิโอะเซ็นเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 นำมาทดสอบการตอบสนองต่อค่าฟิโอะ โดยในการวัดกระทำในระบบเปียกเริ่มจากนำแผ่นฟิโอะเซ็นเซอร์ปรับสภาพในน้ำกลั่นเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำแผ่นฟิโอะเซ็นเซอร์วางในกรอบพลาสติกขนาด $0.4 \times 5 \text{ cm}^2$ จากนั้นวางฟิโอะเซ็นเซอร์เมมเบรน ในคิวเวท โดยตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสง เดิมสารละลาย pH = 7 ปริมาณ 1 ml ทำการวัดค่าการดูดกลืนแบบต่อเนื่องแสงทุก 15 วินาทีเป็นเวลา 8 นาที จากวิธีบิลสเปกโตรมิเตอร์ จากนั้นเปลี่ยนสารละลายฟิโอะโดยดูดสารละลาย pH = 7 ออกก่อน แล้วเติมสารละลาย pH = 9 ปริมาณ 1 ml ทำการวัดการดูดกลืนแสงจากนั้นเปลี่ยนสารละลายเป็น pH = 12 ทำการวัดการดูดกลืนแสงทำการทดลองซ้ำอีกครั้งโดยการปรับสภาพฟิโอะเซ็นเซอร์ด้วยสารละลาย pH = 5 เป็นเวลา 15 นาที ก่อนทำการทดลองซ้ำ สารละลายฟิโอะที่ใช้เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1 และทำการวิเคราะห์ค่าตอบสนองในช่วงการเปลี่ยนแปลง แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) กับเวลา (แกน x)

3.3.12 การติดตั้งเครื่องมือวัดการส่องผ่านแสงด้วยออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์

การติดตั้งเครื่องมือวัดออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ (Optical power meter) เพื่อวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านแสงแสดงดังรูป 3.6 ประกอบด้วยแสงจากแหล่งกำเนิดแสงแอลอีดี (LED) มีความยาวคลื่น 393 nm เข้าสู่แท่นวางตัวอย่าง (Sample holder) สำหรับวางแผ่นฟิล์มและสารละลายที่ใช้ ในการทดสอบโดยมีช่องสำหรับใส่ฟิล์มและช่องสำหรับใส่คิวเวทแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวอย่างสารที่ใช้ทดสอบ เข้าหัววัดและ

ผ่านสายสัญญาณ เข้าสู่เพาเวอร์มิเตอร์ ซึ่งถูกอินเตอร์เฟสเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง GPIB/USB Interface ใช้ซอฟต์แวร์ (LAB View) ทำการวิเคราะห์ความเข้มแสง (Intensity)



รูปที่ 3.9 การติดตั้งอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ (ก) ไดอะแกรม (ข) ภาพถ่ายของจริง

3.3.13 การศึกษาการส่องผ่านแสงของแผ่นฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรน แบบกะด้วยออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์

เลือกใช้แผ่น ฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 นำมาทดสอบการตอบสนองต่อค่า pH = 7 ถึง pH = 14 ที่เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1 เพื่อทดสอบการส่องผ่านแสงของแผ่นฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรนและทำการวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านแสงของโดยใช้แสงสีเดียวความยาวคลื่น 393 nm จากแอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยทำการทดสอบแบบกะ ะทำได้โดยใช้แผ่นฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรนแช่ลงในสารละลาย pH = 7 ประมาณ 5 นาที แล้วนำแผ่นฟิโอสเซนเซอร์ออกทำให้แห้งแล้วนำไปวิเคราะห์การเปลี่ยนความเข้มแสง (Intensity change) ด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์โดยอินเตอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.9 ได้ค่าการส่องผ่านแสงจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกโดยนำแผ่นฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรนแช่ในการละลาย pH = 8,9,10,..., 14 แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง(แกน y) กับค่าฟิโอส (แกน x)

3.3.14 ศึกษาการส่องผ่านแสงของแผ่นฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรนแบบต่อเนื่องด้วยออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์

เลือกใช้แผ่น ฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 นำมาทดสอบการตอบสนองต่อค่า pH = 7 ถึง pH = 14 ที่เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1 เพื่อทดสอบการส่องผ่านแสงของแผ่นฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรนและทำการวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านแสงของโดยใช้แสงสีเดียวความยาวคลื่น 393 nm จากแอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสง เริ่มจากนำแผ่นฟิโอสเซนเซอร์วางในกรอบพลาสติกขนาด $0.4 \times 5 \text{ cm}^2$ แช่ในน้ำกลั่นเพื่อทำการปรับสภาพเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นวางฟิโอสเซนเซอร์เมมเบรน ในคิวเวท โดยตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสงเดิมสารละลาย pH = 7 ปริมาตร 1 ml ทำการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์โดยอินเตอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์วิธีเบิลสเปกโตรมิเตอร์แบบต่อเนื่อง จากนั้นเปลี่ยนสารละลายฟิโอสโดยดูดสารละลาย pH = 7 ออกก่อนแล้วเติมสารละลาย pH = 8,9,10,...,14 ทำซ้ำเหมือน pH = 7 ทุกขั้นตอนในการเปลี่ยนค่าฟิโอสต้องกระทำอย่างรวดเร็วสารละลายฟิโอสที่ใช้เตรียมได้จากตอนที่ 3.3.1 นำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง (แกน y) กับค่าฟิโอส (แกน x) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนความเข้มแสง

3.3.15 การทดสอบประสิทธิภาพการนำไปใช้วัดค่าพีเอชของสารละลายตัวอย่างค่าต่างๆ

เลือกใช้แผ่น พีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรน จากตอนที่ 3.3.2 จำนวน 4 แผ่นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนในสารละลายต่างๆที่ทราบค่าแล้ว (ทำการวัดกับพีเอชมิเตอร์) โดยทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโตรมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาหาค่าพีเอชโดยการแทนค่าการดูดกลืนแสง ลงในสมการเส้นตรงที่ได้ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากพีเอชเซ็นเซอร์เมมเบรนกับค่าที่วัดได้จากพีเอชมิเตอร์นำค่าพีเอชที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน