

บทที่ 4 ผลการทดลอง

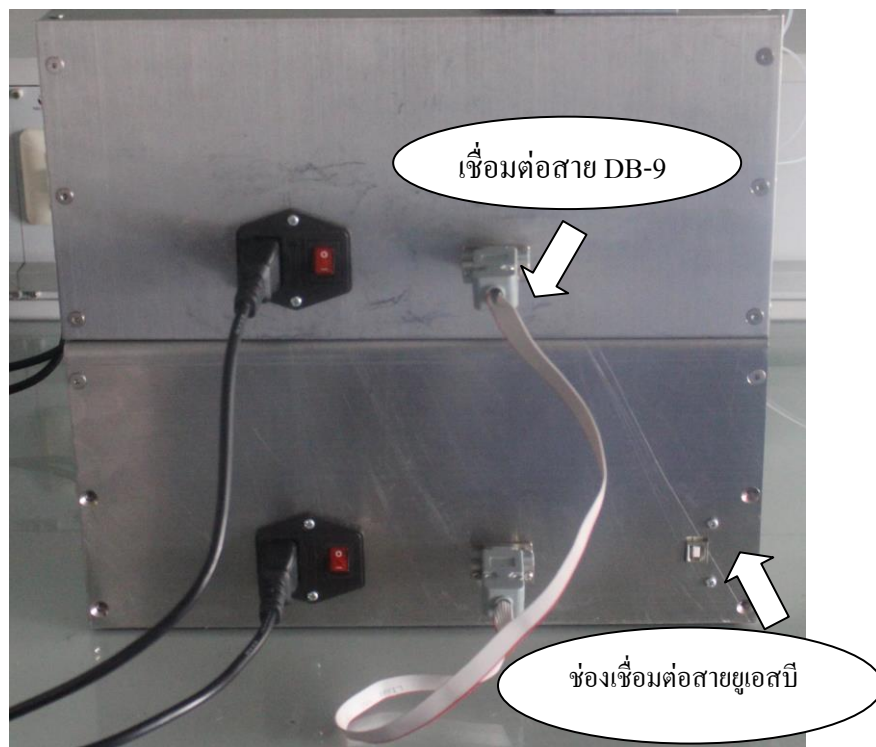
4.1 การออกแบบและการสร้างชุดทดสอบ

ชุดทดสอบจะอาศัยหลักการการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายในระบบการไหลซึ่งแสดงดังภาพที่ 3.1

4.2 การใช้งานเครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหล

การใช้งานเครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหลเป็นการใช้งานเบื้องต้น เพื่อลดความผิดพลาดในการวัดค่าการดูดกลืนแสง และบอกถึงขั้นตอนการใช้งานดังนี้

4.2.1 เชื่อมต่อสาย DB-9 ระหว่างส่วนการควบคุมระบบการไหลเข้ากับส่วนการวัดค่าการดูดกลืนแสงเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 4.1 และเชื่อมต่อสายยูเอสบีเข้ากับช่องเสียบยูเอสบีแล้วต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 4.2

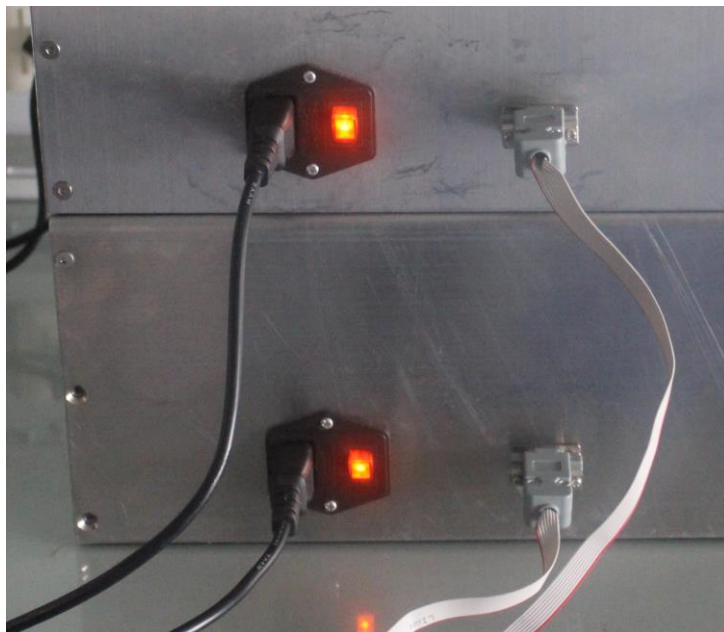


ภาพที่ 4.1 เชื่อมต่อสาย DB-9 ระหว่าง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน



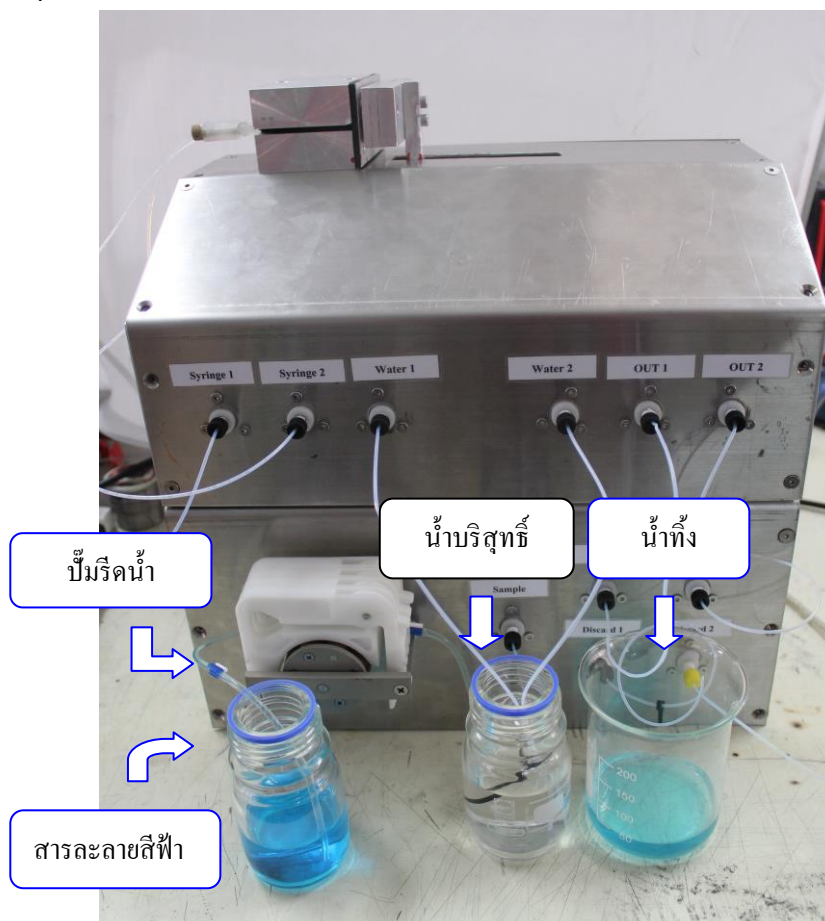
ภาพที่ 4.2 การเชื่อมต่อสายยูเอสบีเข้ากับคอมพิวเตอร์

4.2.2 กดเปิดสวิตช์ส่วนการควบคุมระบบการไหลและการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อเริ่มทำงานเครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหล ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กดเปิดสวิตช์

4.2.3 ทำการต่อสายละลายสีฟ้าเข้ากับปั๊มรีดน้ำ และทำการต่อสายน้ำเปล่าเข้ากับภาชนะที่ใส่น้ำบริสุทธิ์ จากนั้นต่อสายน้ำทิ้งเข้ากับบีกเกอร์ขนาด 250 ml ดังภาพที่ 4.4



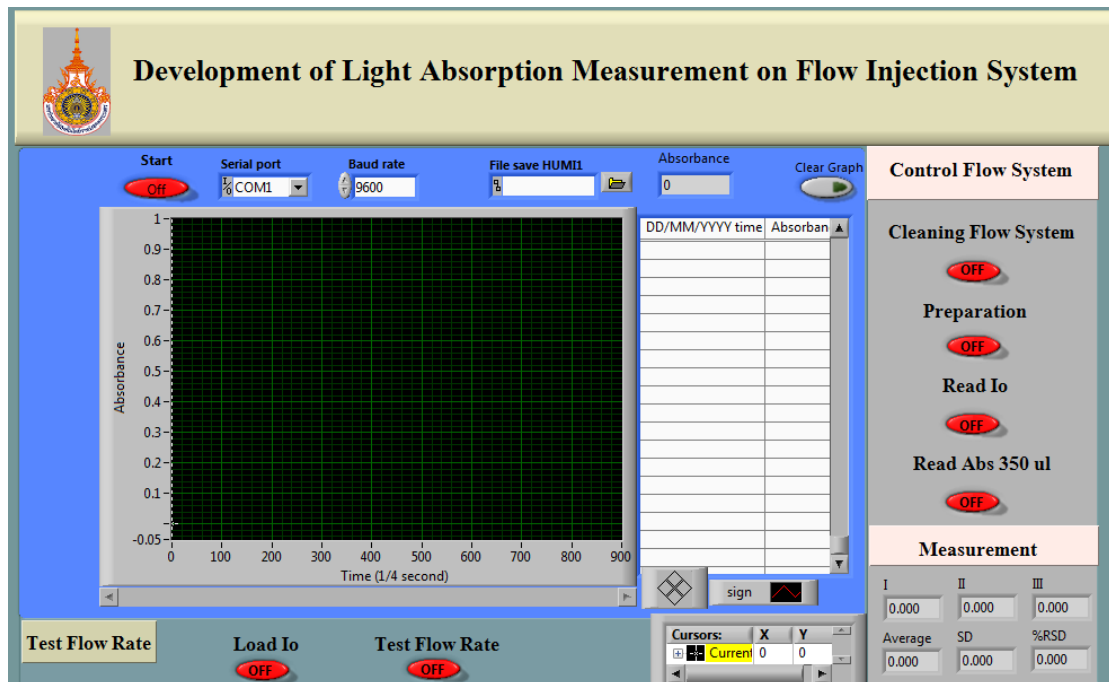
ภาพที่ 4.4 ต่อสายน้ำเปล่าและสารละลายสีฟ้าเข้ากับภาชนะที่ใส่น้ำบริสุทธิ์

4.2.4 ทำการเปิดโปรแกรมเครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหล ที่คอมพิวเตอร์โดยดับเบิลคลิกที่ไอคอน Absorption Measurement ดังภาพที่ 4.5



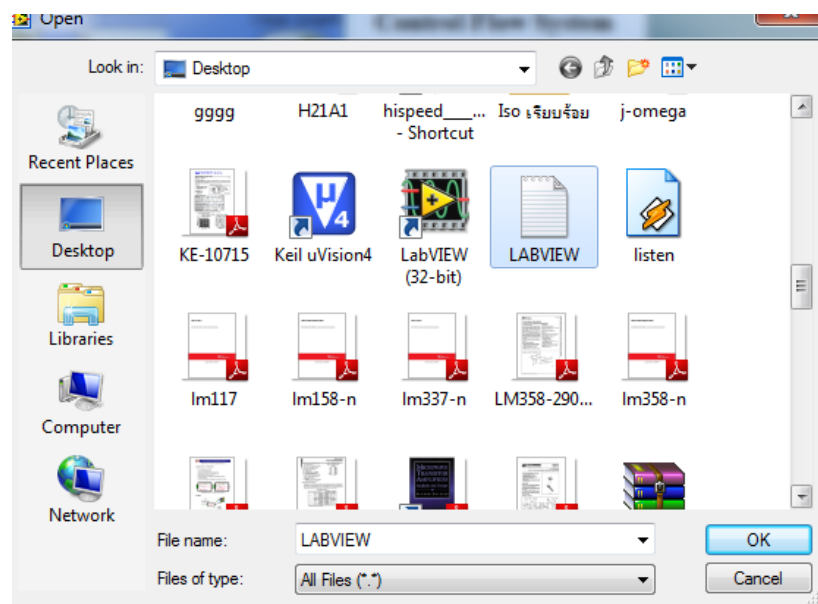
ภาพที่ 4.5 ไอคอน Absorption Measurement

4.2.5 เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะปรากฏหน้าต่าง ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 โปรแกรม เครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหล

4.2.6 เลือกช่อง File Save เพื่อเลือกที่อยู่ในการบันทึกไฟล์ค่าการดูดกลืนแสงที่ทำการวัด โดยกดปุ่ม  เลือกบันทึก ดังภาพที่ 4.7 ไฟล์ที่สามารถบันทึกได้จะต้องเป็นไฟล์ *.txt, *.xls เท่านั้น



ภาพที่ 4.7 การบันทึกไฟล์

4.2.7 เลือกช่อง Serial Port ใส่ค่าพอร์ตคอมพิวเตอร์ ที่ติดต่อกับ RS-485 ของคอมพิวเตอร์ ในที่นี้ติดต่อกันพอร์ต COM 3 และเลือกช่อง Baud Rate ใส่ค่า Baud Rate ติดต่อกับ RS-485 ของคอมพิวเตอร์ในที่นี้ใส่ค่า Baud Rate คือ 9600 ดังภาพที่ 4.8



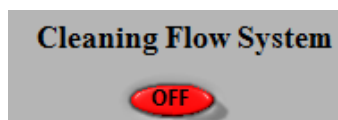
ภาพที่ 4.8 ใส่ค่าพอร์ตคอมพิวเตอร์และ Baud Rate

4.2.8 กดปุ่ม Start ไปที่ ON ดังภาพที่ 4.9 เพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม



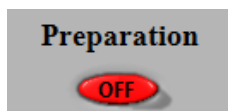
ภาพที่ 4.9 กดปุ่ม Start ไปที่ ON

4.2.9 กดปุ่ม Cleaning Flow System ดังภาพที่ 4.10 เพื่อไล่อากาศออกจากระบบการไหล



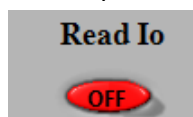
ภาพที่ 4.10 กดปุ่ม Cleaning Flow System

4.2.10 กดปุ่ม Preparation ดังภาพที่ 4.11 เพื่อเตรียมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปในดับเบิลไซลิ่งค์ พร้อมสำหรับการอ่านค่าการดูดกลืนแสง



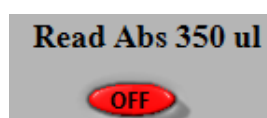
ภาพที่ 4.11 กดปุ่ม Preparation

4.2.11 หลังจากกดปุ่ม Preparation รอจนดับเบิลไซลิ่งค์หยุดนิ่ง แล้วกดปุ่ม Read I_0 ดังภาพที่ 4.12 เพื่ออ่านค่าการดูดกลืนแสงของน้ำบริสุทธิ์



ภาพที่ 4.12 กดปุ่ม Read I_0

4.2.12 หลังจากเครื่อง Read I_0 เสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม Preparation อีกครั้งเพื่อเตรียมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปในดับเบิลไซลิ่งค์ และพร้อมสำหรับการอ่านค่าการดูดกลืนแสง โดยนำสารละลายสีฟ้าต่อเข้ากับปั๊มรีดน้ำ จากนั้นกดปุ่ม Read Abs 350 μ l ดังภาพที่ 4.13 เป็นการอ่านค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายเทียบกับน้ำบริสุทธิ์



ภาพที่ 4.13 กดปุ่ม Read Abs 350 μ l

4.2.13 แถบ Measurement ดังภาพที่ 4.14 เป็นแถบที่แสดงผลการอ่านค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลาย โดยนำค่าสูงสุดของค่าการดูดกลืนแสงจำนวน 3 ครั้ง ที่ได้จากการกราฟค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลาย นำมาแสดงในช่อง I, II, III และแสดงค่าอื่นๆดังนี้

Measurement		
I	II	III
0.000	0.000	0.000
Average	SD	%RSD
0.000	0.000	0.000

ภาพที่ 4.14 แถบ Measurement

ค่าเฉลี่ย (Average) หรือค่ากลาง (Mean) เป็นผลรวมของค่าที่ได้จากการทดสอบได้ แล้วหารด้วยจำนวนทั้งหมดในการทดสอบ ดังสมการที่ 4.1

$$\text{ค่าที่วัดได้เฉลี่ย} = \frac{(\text{ผลรวมของค่าที่ได้จากการทดสอบ})}{(\text{จำนวนทั้งหมดในการทดสอบ})} \quad \text{สมการที่ 4.1}$$

SD ย่อมาจากค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายในรูปแบบเส้นตรง ดังสมการที่ 4.2

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum f(X - \bar{X})^2}{N}} \quad \text{สมการที่ 4.2}$$

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของการอ่านค่าสูงสุดของค่าการดูดกลืน

N แทน จำนวนครั้งในการอ่านค่าข้อมูลนั้นๆ

%RSD ย่อมาจาก Relative Standard Deviation เป็นค่าที่นำมาวัดความสามารถในการทำซ้ำ(Repeatability) หาได้จากสมการที่ 4.2

$$\%RSD = \frac{SD}{Average} \quad \text{สมการที่ 4.3}$$

4.2.14 แถบ Test Flow Rate ดังภาพที่ 4.15 ประกอบด้วยสองปั๊มด้วยกันคือ Load I₀ จะทำการเติมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปในดับเบิลไซลิ่งค์แล้วคงสถานะเดิมสารไว้เพื่อรอการกด ปั๊ม Test Flow Rate เป็นปั๊มไว้สำหรับวัดค่าอัตราไหลของสารละลายในระบบการไหลด้วยดับเบิลไซลิ่งค์



ภาพที่ 4.15 แถบ Test Flow Rate

4.3 การทดสอบเครื่องวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายในระบบการไหล

มีการทดสอบสองส่วนประกอบด้วย ทดสอบอัตราการไหลของระบบการไหลของสารละลาย และทดสอบวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย

4.3.1 การทดสอบอัตราการไหลของสารละลายที่ 2.5 ml/min

เพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมีทางเคมีในการผสมระหว่างสาร Imipramine Hydrochloride ผสมกับกรดซัลฟิวริก(H_2SO_4) และสารต้านอนุมูลอิสระ จำพวกวิตามินซี (Vitamin C) หรือ กรดแอสคอร์บิก(L-Ascorbic Acid) แต่ในการทดสอบสารละลายในการทดสอบอัตราไหลของสารละลาย เราจะใช้น้ำบริสุทธิ์แทนสารในขั้นตอน โดยมีขั้นตอนในการทดสอบต่อไปนี้

- 1) เตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ
 - ก) กระจกตวง 5 ml
 - ข) เครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหล
- 2) ขั้นตอนในการทดสอบดังนี้
 - ก) โดยเตรียมกระจกตวง 5 ml และภาชนะใส่น้ำบริสุทธิ์ ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 กระจกตวง 5 ml และภาชนะใส่น้ำบริสุทธิ์

ข) ต่อสายน้ำบริสุทธิ์แสดงในภาพที่ 4.4 แล้วกดปุ่ม Load I_0 ดังภาพที่ 4.17 เพื่อทำการเตรียมน้ำบริสุทธิ์เก็บในดับเบิลไชลต์ลิงค์แล้วรอนแกนดับเบิลไชลต์ลิงค์หยุดนิ่ง



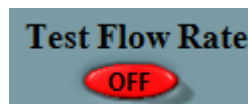
ภาพที่ 4.17 กดปุ่ม Load I_0

ค) นำท่อน้ำทิ้ง (Discard 1) ต่อเข้ากับกระบอกตวง 5 ml ดังภาพที่ 4.18 s



ภาพที่ 4.18 ท่อน้ำทิ้งต่อเข้ากับกระบอกตวง 5 ml

ง) กดปุ่ม Test Flow Rate ดังภาพที่ 4.19 พร้อมทั้งจับเวลารอบจนครบ 1 นาที นำท่อน้ำทิ้งออกจากกระบอกตวง แล้วอ่านค่าปริมาตรบันทึกผลการทดสอบ ในตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.19 กดปุ่ม Test Flow Rate

จ) ทำขั้นตอนที่ 4.3.1 ก) ถึง 4.3.1 ง) อีก 4 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบวัดค่าอัตราการไหลของระบบการไหลด้วยดัดเบิ้ลไฮลิ่งลิค

อัตราไหลที่ต้องการ (ml/min)	ผลการทดสอบ(ml/min)					ค่าเฉลี่ย (ml/min)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
2.5	2.5	2.55	2.5	2.55	2.55	2.53

จากตารางที่ 4.1 สามารถหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของการการทดสอบวัดค่าอัตราการไหลของระบบการไหลด้วยดัดเบิ้ลไฮลิ่งลิค ดังสมการที่ 4.4

$$\begin{aligned}
 \text{เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด} &= ((\text{ค่าที่ต้องการ}-\text{ค่าที่วัดได้เฉลี่ย}) / \text{ค่าที่ต้องการ}) \times 100 \\
 &= ((2.5 - 2.53) / 2.5) \times 100 \\
 &= -1.2\%
 \end{aligned}$$

4.3.2 การทดสอบวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายสีฟ้า

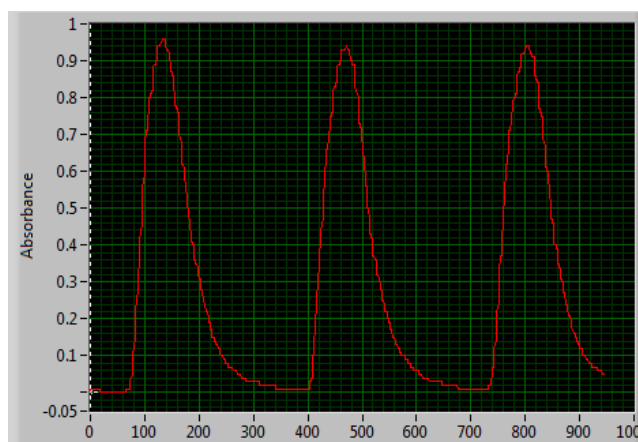
เป็นการตรวจสอบว่าเครื่องสามารถวัดปริมาณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างได้ถูกต้องตามปริมาณความเข้มข้นที่ได้เจือจางไว้ได้ โดยการทดสอบเริ่มตั้งแต่ให้นักเคมีเตรียมสารละลายตัวอย่าง ให้มีอัตราส่วนความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็นเท่าๆ ในการทดสอบใช้สารละลายสีฟ้าที่มีค่าความเข้มข้นจำนวน 6 ตัวอย่าง คือ 0, 0.1, 0.05, 0.025, 0.0125 และ 0.003125% ดังภาพที่ 4.20 และมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.20 สารละลายสีฟ้าที่มีค่าความเข้มข้นจำนวน 6 ตัวอย่าง

1) ต่อเครื่องให้พร้อมใช้งาน โดยทำตามขั้นตอนที่กล่าวมาในหัวข้อการใช้งานเครื่องวัดการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในระบบการไหล 4.2.1-4.2.11

2) กดปุ่ม Preparation เพื่อดูดน้ำบริสุทธิ์เก็บไว้ในคัมเบิ้ลไซลิ่งค์ รอนดับเบิ้ลไซลิ่งค์หยุด แล้วนำสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.1% ต่อเข้ากับปั๊มรีดน้ำดังแสดงในภาพที่ 4.4 หลังจากนั้นกดปุ่ม Read Abs 350 μ l ได้กราฟและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.1% ดังภาพที่ 4.21-4.22 นำค่าที่ได้ในช่อง I, II, III บันทึกค่าในตารางที่ 4.2

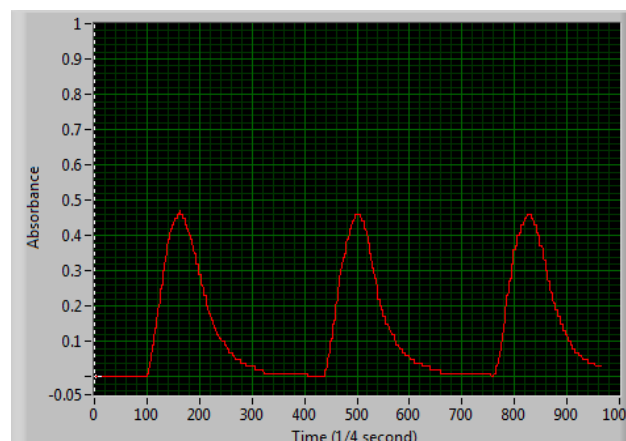


ภาพที่ 4.21 กราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.1%

I	II	III
0.959	0.937	0.941
Average	SD	%RSD
0.946	0.010	1.012

ภาพที่ 4.22 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.1%

3) กดปุ่ม Preparation เพื่อดูดน้ำบริสุทธิ์เก็บไว้ในดับเบิลไซลิ่งค์ รอนดับเบิลไซลิ่งค์หยุด แล้วนำสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.05% ต่อเข้ากับปั๊มรีดน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 หลังจากนั้นกดปุ่ม Read Abs 350 μ l ได้กราฟและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.05% ดังภาพที่ 4.23-4.24 นำค่าที่ได้ในช่อง I, II, III บันทึกค่าในตารางที่ 4.2

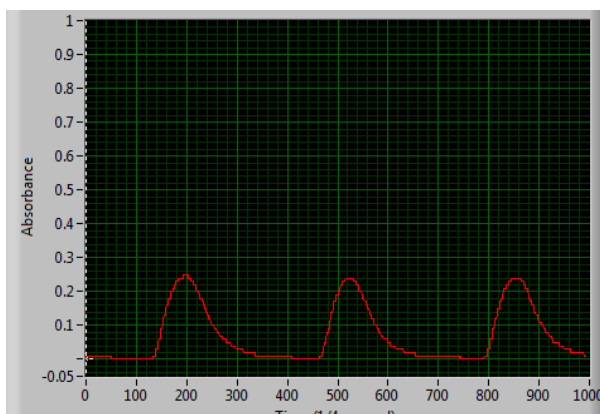


ภาพที่ 4.23 กราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.05%

I	II	III
0.465	0.458	0.461
Average	SD	%RSD
0.461	0.003	0.622

ภาพที่ 4.24 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.05%

4) กดปุ่ม Preparation เพื่อดูดน้ำบริสุทธิ์เก็บไว้ในดับเบิลไซลิ่งค์ รอนดับเบิลไซลิ่งค์หยุด แล้วนำสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.025% ต่อเข้ากับปั๊มรีดน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 หลังจากนั้นกดปุ่ม Read Abs 350 μ l ได้กราฟและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.025% ดังภาพที่ 4.25-4.26 นำค่าที่ได้ในช่อง I, II, III บันทึกค่าในตารางที่ 4.2

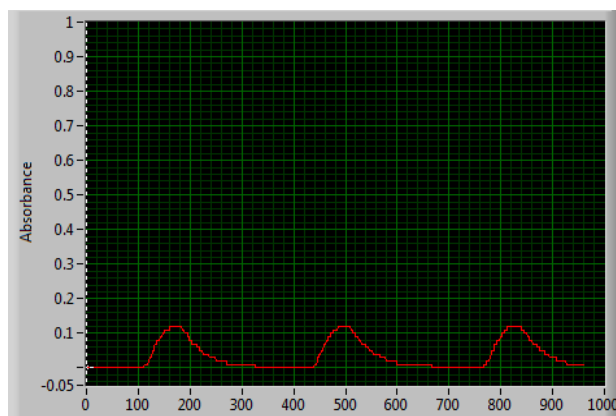


ภาพที่ 4.25 กราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.025%

I	II	III
0.249	0.244	0.244
Average	SD	%RSD
0.246	0.002	0.959

ภาพที่ 4.26 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.025%

5) กดปุ่ม Preparation เพื่อดูดน้ำบริสุทธิ์เก็บไว้ในดับเบิลไซลิ่งค์ รอนดับเบิลไซลิ่งค์หยุดนิ่ง แล้วนำสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.0125% ต่อเข้ากับปั๊มรีดน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 หลังจากนั้นกดปุ่ม Read Abs 350 μ l ได้กราฟและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.0125% ดังภาพที่ 4.27-4.28 นำค่าที่ได้ในช่อง I, II, III บันทึกค่าในตารางที่ 4.2

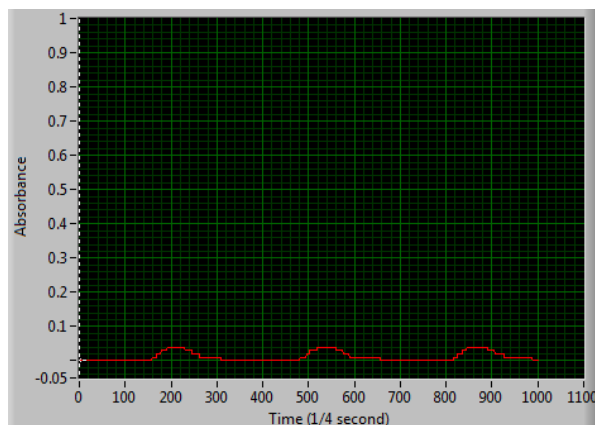


ภาพที่ 4.27 กราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.0125%

I	II	III
0.124	0.124	0.120
Average	SD	%RSD
0.123	0.002	1.537

ภาพที่ 4.28 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.0125%

6) กดปุ่ม Preparation เพื่อเติมน้ำบริสุทธิ์เก็บไว้ในดับเบิลไซลิ่งค์ รอนดับเบิลไซลิ่งค์หยุดนิ่ง แล้วนำสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.003125% ต่อเข้ากับปั๊มรีดน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 หลังจากนั้นกดปุ่ม Read Abs 350 μ l ได้กราฟและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.003125% ดังภาพที่ 4.29-4.30 นำค่าที่ได้ในช่อง I, II, III บันทึกค่าในตารางที่ 4.2



ภาพที่ 4.29 กราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.003125%

I	II	III
0.041	0.041	0.042
Average	SD	%RSD
0.041	0.000	1.140

ภาพที่ 4.30 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.003125%

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบวัดค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายสีฟ้าโดยใช้คอยล์ 350 μ l

อัตราส่วนความเข้มข้น	ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดจากการทดสอบ			ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบ
		I	II	III	
0.003125%	0.04	0.041	0.041	0.042	0.041
0.0125%	0.12	0.124	0.124	0.120	0.123
0.025%	0.24	0.249	0.244	0.244	0.246
0.05%	0.46	0.465	0.458	0.461	0.461
0.1%	0.94	0.99	0.937	0.947	0.958

จากตารางที่ 4.2 สามารถหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของผลการทดสอบวัดค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายสีฟ้าโดยใช้คอยล์ 350 μl ดังสมการที่ 4.5 ปรากฏว่าที่ค่าความเข้มข้นที่ 0.003125% ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ = 0.041

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด} &= ((\text{ค่าที่วัดได้จากสเปกโตร} && \text{สมการที่ 4.5} \\ &\quad - \text{ค่าเฉลี่ยจากผลทดสอบ}) / \\ &\quad \text{ค่าที่วัดได้จากสเปกโตร}) \times 100 \\ &= ((0.41 - 0.041) / 0.41) \times 100 \\ &= -2.5\% \end{aligned}$$

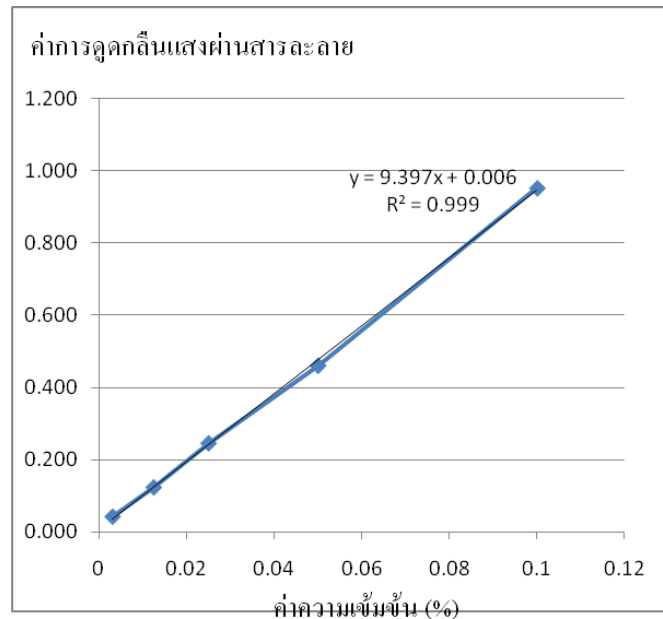
ค่าความเข้มข้นที่ 0.0125% มีค่าการดูดกลืนแสงจริง = 0.12 ค่าที่วัดได้เฉลี่ย = 0.123 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = -2.5% ค่าความเข้มข้นที่ 0.025% มีค่าการดูดกลืนแสงจริง = 0.24 ค่าที่วัดได้เฉลี่ย = 0.246 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = -2.5% ค่าความเข้มข้นที่ 0.05% มีค่าการดูดกลืนแสงจริง = 0.46 ค่าที่วัดได้เฉลี่ย = 0.461 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = -2.17% ค่าความเข้มข้นที่ 0.1% มีค่าการดูดกลืนแสงจริง = 0.94 ค่าที่วัดได้เฉลี่ย = 0.958 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = -1.914% หาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของการทดสอบวัดค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายสีฟ้าโดยใช้คอยล์ 350 μl ได้ดังสมการที่ 4.6

$$(\%) \text{ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย} = \frac{\text{ความผิดพลาดตัวอย่างที่}(1+2+3+4+5)}{5} \quad \text{สมการที่ 4.6}$$

$$(\%) \text{ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย} = 2.316\%$$

4.4 ทดสอบการดูดกลืนแสงในน้ำสีฟ้า

การทดสอบวัดค่าการดูดกลืนแสงในน้ำสีฟ้าที่ได้จากสลิสมอากรนำมาผสมกับน้ำจนได้ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน จะการผสมให้ได้ตามความเข้มข้นจะให้นักเคมีเป็นผู้ผสม เมื่อผสมเสร็จแล้วจะนำไปวัดหาค่าการดูดกลืนแสงตามที่ต้องการ โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เป็นเครื่องวัด และจำแนกความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นจะเป็นเท่าตัว คือ ที่ 0.003125% จะมีค่าการดูดกลืนแสง 0.041, 0.0125% จะมีค่าการดูดกลืนแสง 0.123, 0.025% จะมีค่าการดูดกลืนแสง 0.246, 0.050% จะมีค่าการดูดกลืนแสง 0.461 และ 0.1% จะมีค่าการดูดกลืนแสง 0.958 ต่อมาก็เป็นการทดสอบโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นทั้ง 5 หลังจากนั้นจะนำความเข้มข้นทั้ง 5 มา Calibration Curve ถ้ากราฟที่ออกมาเป็นกราฟที่ค่อนข้างตรงก็แสดงว่ากราฟที่ได้ก็จะเป็นไปตามกฎของเบียร์และแลมเบิร์ต อัตราความเข้มข้นของสารละลายเป็นแกน(Y) เทียบกับค่าเฉลี่ยค่าการดูดกลืนแสงจากผลการทดสอบเป็นแกน(X) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการพล็อตกราฟหาสมการเส้นตรง ดังภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 กราฟและสมการเส้นตรงที่ได้จากการ Calibration Curve ด้วยโปรแกรม Ms-Excel

$$Y = 9.397X + 0.006$$

สมการที่ 4.7

X แทน ค่าความเข้มข้นของสารละลาย(%)

Y แทน ค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลาย

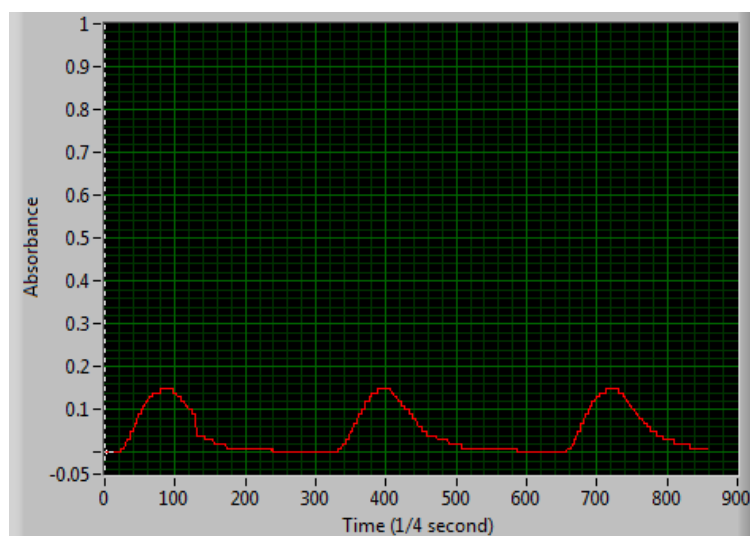
เมื่อต้องการหาค่า X จากสมการที่ 4.2 จะได้สมการใหม่ดังสมการที่ 4.3

$$X = (Y - 0.006) / 9.397$$

สมการที่ 4.8

เราสามารถหาค่าความเข้มข้นของสารละลาย(%) ในสมการที่ 4.8 โดยแทนค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลายในตัวแปร (Y) และหากต้องการหาค่าการดูดกลืนแสงผ่านสารละลาย ในสมการที่ 4.7 โดยแทนค่าค่าความเข้มข้นของสารละลายในตัวแปร (X)

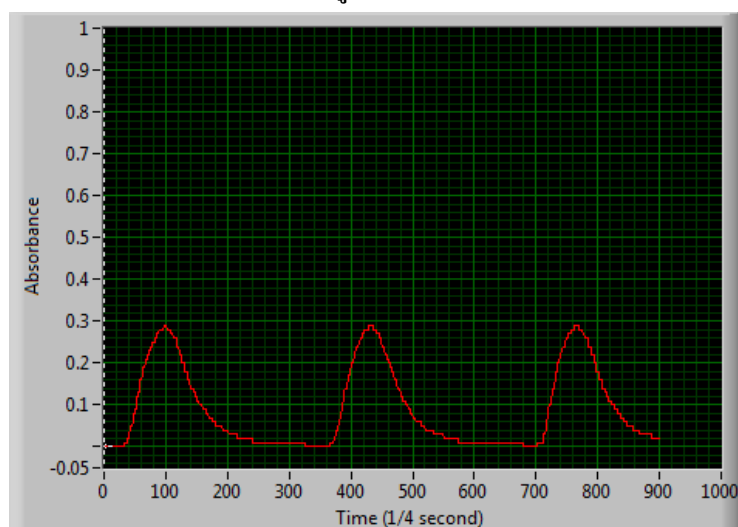
วัดค่าการดูดกลืนแสงในสารละลายตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้จำนวน 3 ตัวอย่างโดยมีขั้นตอนในการทดสอบคล้ายหัวข้อที่ 4.3.2 แต่สารละลายจะมีความเข้มข้น A, B และ C เพื่อคำนวณย้อนกลับหาค่าความเข้มข้น แสดงกราฟและตารางค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร A, B และ C ไว้ดังภาพที่ 4.33 ก), ข), ค), ง), จ) และ ฉ) ตามลำดับ แล้วทำการบันทึกผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4.3



ก) กราฟค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร A

I	II	III
0.150	0.151	0.150
Average	SD	%RD
0.150	0.000	0.314

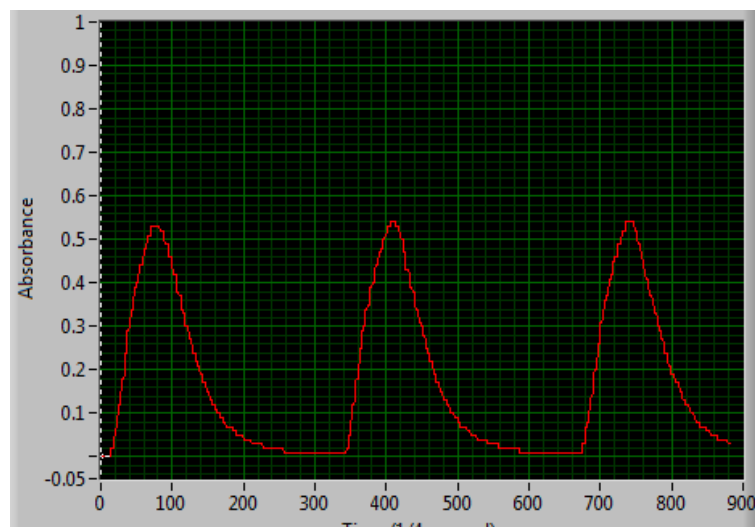
ข) แสดงกราฟและตารางค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร A



ค) กราฟค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร B

I	II	III
0.286	0.287	0.280
Average	SD	%RD
0.284	0.003	1.087

ง) แสดงกราฟและตารางค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร B



จ) กราฟค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร C

I	II	III
0.532	0.537	0.542
Average	SD	%RD
0.537	0.004	0.760

ฉ) แสดงกราฟและตารางค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร C

ภาพที่ 4.32 กราฟและตารางค่าการดูดกลืนแสงของความเข้มข้นของสาร A, B และ C

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยวัดสาร A, B และ C

อัตราส่วนความ เข้มข้น(%)	ค่าการดูดกลืน	ค่าความเข้มข้น	ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนแสง			
	แสงที่วัดได้จาก	ได้อ่านได้จาก				
	เครื่องสเปกโตร โฟโตมิเตอร์	เครื่องสเปกโตร โฟโตมิเตอร์(%)	I	II	III	ค่าเฉลี่ย
A	0.28	0.0297	0.286	0.287	0.28	0.284
B	0.143	0.0151	0.15	0.151	0.15	0.150
C	0.531	0.058	0.532	0.537	0.542	0.537

เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงในระบบการไหลความเข้มข้นทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ A, B และ C โดยนำค่าการดูดกลืนแสงแทนตัวแปร(Y) จะได้ค่าความเข้มข้นคือตัวแปร(X) ในสมการที่

4.7 ได้ค่าความเข้มข้นของสาร A เท่ากับ 0.029619, สาร B ได้ค่า 0.015359 และสาร C ได้ค่า 0.056507 แล้วบันทึกค่าความเข้มข้นของสารละลาย A, B และ C ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบหาค่าความเข้มข้นสารละลายด้วยสมการเส้นตรง

สารละลาย ความเข้มข้น	ค่าความเข้มข้นได้อ่าน ได้จากเครื่องสเปกโตร โฟโตมิเตอร์(%)	ค่าความเข้มข้นของสารละลายที่ได้จากการกลับ สมการโดยใช้สมการเชิงเส้นตรง
A	0.0297	0.02961
B	0.0151	0.01535
C	0.058	0.05650

จากตารางที่ 4.4 สามารถหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของการทดสอบหาค่าความเข้มข้นสารละลายด้วยสมการเส้นตรงในสมการที่ 4.5

ค่าความเข้มข้นที่ A มีค่าความเข้มข้นของสารละลายจริงเท่ากับ 0.0291 ค่าที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 0.02961 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = -1.75% ค่าความเข้มข้นที่ B มีค่าการดูดกลืนแสงจริงเท่ากับ 0.0151 ค่าที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 0.01535 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = -1.65% ค่าความเข้มข้นที่ C มีค่าการดูดกลืนแสงจริง = 0.058 ค่าที่วัดได้เฉลี่ย = 0.05650 เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด = 2.58% หาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของการทดสอบหาค่าความเข้มข้นสารละลายด้วยสมการเส้นตรง ได้เท่ากับ 1.993%