บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 สถานที่ทำวิจัย

ห้องปฏิบัติการเคมี 9305 อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1) เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Thermo รุ่นGENESYS 10S UV-Vis spectrophotometer
2) โทรศัพท์มือถือยี่ห้อ Sumsung รุ่น A5,Sumsungรุ่น J7, Sumsungรุ่นgrand prime, Sumsungรุ่น grand ll และOppoรุ่น F1
3) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartoriousรุ่น CPA3245
4) ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)
5) บีกเกอร์ (Beaker)
6) ปิเปต (Graduated Pipette)
7) คิวเวทท์ (Cuvette)
8) แท่งแก้วคนสาร (Glass Rod)
9) ช้อนตักสาร (Spatula)
10) ลูกยางดูดปิเปต (Rubber Buld)
11) หลอดหยด (Dropper)
12) หลอดฉีดยา (syringe)

3.3 สารเคมี

1) สารละลายเหล็ก (lll) ไนเตรต (Iron (lll) nitrate, $Fe(NO_3)_3$ AR grade, บริษัท Merck
2) โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (Potassium thiocyanate, KSCN) AR grade, บริษัท APS FinechemA Division of Asia Pacific Specialty Chemical Limited

3.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.4.1 ศึกษาปฏิกิริยาระหว่าง เหล็ก (lll) ไนเตรตและโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต

ปิเปตสารละลายเหล็ก (lll) ไนเตรต เข้มข้น 0.0010 โมลาร์ ปริมาตร 1.50 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์จำนวน 6 คิวเวทท์จากนั้นปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตเข้มข้น 0.0010 โมลาร์ ปริมาตร 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 และ 2.50 มิลลิลิตร ตามลำดับ นำสารละลายที่เตรียมไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 468 นาโนเมตร และบันทึกค่าการดูดกลืนแสง จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาสร้างกราฟระหว่างความปริมาตรของ KSCN กับค่าการดูดกลืนแสงของ $[FeSCN]^{2+}$ ทำการทดลองเช่นเดิมแต่เปลี่ยนความ

เข้มข้นของเหล็ก (III) ไนเตรต และ โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จาก 0.0010 โมลาร์ เป็น 0.0020, 0.0030, 0.0040 โมลาร์ เปรียบเทียบกราฟของแต่ละความเข้มข้นและเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด

3.4.2 ศึกษาความเข้มสี RGB เพื่อวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมกับโทรศัพท์มือถือ

ปิเปตสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรต เข้มข้น 0.0020 โมลาร์ ปริมาตร 1.50 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ 6 คิวเวทท์ แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตเข้มข้น 0.0020 โมลาร์ ปริมาตร 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 และ 2.50 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ที่ 1-6 ตามลำดับ จากนั้นทำการถ่ายภาพของสารละลายแล้วนำไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์ค่าความเข้มสีในระบบ Android นำค่าความเข้มสี RGB ที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตกับค่าความเข้มสี RGB ของสารละลายไทโอไซยาเนโตไอรอน (III) ไอออน และพิจารณาเลือกค่าความเข้มสี R G หรือ B ที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์

3.4.3 ศึกษายี่ห้อโทรศัพท์และโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ค่าสี RGB

ปิเปตสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรต เข้มข้น 0.0020 โมลาร์ ปริมาตร 1.50 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ 6 คิวเวทท์ แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตเข้มข้น 0.0020 โมลาร์ ปริมาตร 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 และ 2.50 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ที่ 1-6 ตามลำดับ ถ่ายภาพของสารละลายที่เตรียมไว้ด้วยโทรศัพท์ยี่ห้อต่าง ๆ จากนั้นนำภาพถ่ายใน โทรศัพท์แต่ละเครื่องไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์ค่าความเข้มสีที่แตกต่างกันเพื่อวิเคราะห์ค่าความเข้มสี B ของสารละลายที่เตรียมขึ้นนำค่าความเข้มสี B ที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างกราฟ โดยเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตกับค่าความเข้มสี B ของสารละลายสารละลายไทโอไซยาเนโตไอรอน (III) ไอออน ทำการวิเคราะห์หายี่ห้อโทรศัพท์และโปรแกรมที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาค่าความเข้มสี B ของสารละลายโดยสังเกตจากลักษณะเส้นแนวโน้มของกราฟแสดงความสัมพันธ์จะสามารถอธิบายเรื่องสารกำหนดปริมาณได้

3.4.4 ศึกษาระยะห่างจากสารละลายถึงกล้องโทรศัพท์มือถือ

ผสมสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรตและสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตที่มีความเข้มข้น 0.0020 โมลาร์โดยปิเปตสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรต ลงคิวเวทท์ ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร จำนวน 6 คิวเวทท์ และปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตปริมาตร 0.00, 0.20, 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ที่ 1-6 ตามลำดับ ถ่ายภาพของสารละลายที่เตรียมไว้โดยถ่ายในระยะห่างจากสารละลายถึงกล้องโทรศัพท์มือถือในระยะที่ 10, 20, 30, 40, 50, 60 เซนติเมตร นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์ค่าความเข้มสีในระบบ Android เพื่อวิเคราะห์ค่าความเข้มสี B ของสารละลายที่เตรียมขึ้น นำค่าความเข้มสี B ที่วิเคราะห์ได้จากภาพไปสร้างกราฟ โดยเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตกับค่าความเข้มสี B ของสารละลายสารละลายไทโอไซยาเนโตไอรอน (III) ไอออน วิเคราะห์กราฟเพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ค่าความเข้มสี B ของสารละลาย

3.4.5 ศึกษาผลของอุปกรณ์วัดปริมาตร

อุปกรณ์วัดปริมาตรที่นำมาเปรียบเทียบคือ ปิเปตต์และหลอดฉีดยาพลาสติก โดยทำการทดลองเริ่มต้นจากการผสมสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรตและสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตที่ความเข้มข้น 0.0020 โมลาร์ ด้วยการตวงสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรต ลงในคิวเวทท์ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร จำนวน 6 คิวเวทท์และตวงสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตปริมาตร 0.00, 0.20, 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ที่ 1-6 ตามลำดับ โดยชุดที่ 1 ใช้ปิเปตต์ในการตวงสารละลายและชุดที่ 2 ใช้หลอดฉีดยาในการตวงสารละลาย จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมไว้ทั้ง 2 ชุดไปถ่ายภาพ โดยให้มีระยะห่างจากคิวเวทท์ถึงกล้องโทรศัพท์มือถือในระยะที่ 30-40 เซนติเมตร นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ค่าความเข้มสีในระบบปฏิบัติการ Android เพื่อวิเคราะห์ค่าความเข้มสี B ของสารละลายที่เตรียมขึ้น จากนั้นนำค่าความเข้มสี B ของทั้ง 2 ชุด ที่วิเคราะห์ได้จากภาพไปสร้างกราฟ โดยเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตกับค่าความเข้มสี B ของสารละลายไทโอไซยาเนโตไอรอน (III) ไอออนแล้วทำการวิเคราะห์กราฟเพื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์สำหรับการตวงสารละลาย

3.4.6 การศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ชุดการทดลองที่สร้างขึ้นในครั้งแรกประกอบไปด้วย สารละลายเหล็ก (III) ไนเตรตและสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต เข้มข้น 0.002 โมลาร์ คิวเวทท์พลาสติก จำนวน 5 คิวเวทท์ แผ่นโฟมสำหรับวางคิวเวทท์มีขนาดกว้าง 15 เซนติเมตรสูง 15 เซนติเมตร และสมาร์ทโฟนและหลอดฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร และใบกิจกรรมซึ่งแสดงวิธีการทดลองในแต่ละขั้นตอนเอาไว้ (ภาคผนวก ค) ซึ่งชุดการทดลองนี้ได้นำไปทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานกับนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 10 คน โดยวิธีการทดสอบผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาอ่านวิธีการทดลองตามเอกสารในภาคผนวก ค และลงมือปฏิบัติ โดยเริ่มต้นจากการใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรตเข้มข้น 0.002 โมลาร์ ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ 5 คิวเวทท์ และใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตปริมาตร 0.0, 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิลิตร ลงในคิวเวทท์ที่ 1-5 ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมไปถ่ายภาพบนชุดการทดลองโดยมีระยะห่างจากสารละลายถึงกล้องโทรศัพท์มือถือในระยะที่ 30-40 เซนติเมตร นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ค่าความเข้มสีในระบบปฏิบัติการ Android หรือระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อวิเคราะห์ค่าความเข้มสี B ของสารละลายที่เตรียมขึ้น จากนั้นนำค่าความเข้มสี B ที่วิเคราะห์ได้จากภาพไปสร้างกราฟ โดยเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตกับค่าความเข้มสี B ของสารละลายไทโอไซยาเนโตไอรอน (III) ไอออน ลงรายงานผลการทดลองในภาคผนวก ค. แล้วให้นักศึกษาสรุปผลการทดลอง

หลังจากที่ทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองกับประชากรกลุ่มแรกแล้ว ผู้วิจัยได้ปรับปรุงชุดทดลองโดยเปลี่ยนฐานสำหรับการวางคิวเวทท์และใบกิจกรรม และนำมาทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองนี้อีกครั้งกับนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จำนวน 26 คน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนใช้ชุดทดลองในภาคผนวก ค. เป็นเวลา 10 นาที แล้วให้นักศึกษาอ่านใบความรู้ในภาคผนวก ค. เป็นเวลาอ่าน 5 นาที หลังจาก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

นั้นให้นักศึกษาทำแบบทดสอบชุดเดิมเป็นเวลา 10 นาที เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วให้นักศึกษาอ่านวิธีการทดลองและขั้นตอนในการวิเคราะห์ค่าความเข้มสีและทำการทดลองตามใบกิจกรรมในภาคผนวก ค. โดยนักศึกษาเริ่มต้นการทดลองจาการใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรตลงคิวเวทท์ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร จำนวน 5 คิวเวทท์ และใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ปริมาตร 0.00, 0.20, 0.50, 1.00และ 1.50 มิลลิลิตร ลงใน คิวเวทท์ที่ 1-5 ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมไปถ่ายภาพบนฐานวางคิวเวทท์ที่ปรับปรุงใหม่โดยให้มีระยะห่างจากสารละลายถึงกล้องโทรศัพท์มือถือในระยะที่ 30-40 เซนติเมตร แล้วนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์แล้วนำไปสร้างกราฟระหว่างปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตกับค่าความเข้มสี B ของสารละลาย เมื่อสร้างกราฟเสร็จแล้วให้นักศึกษาตอบคำถามท้ายการทดลองในภาคผนวก ค. เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดความเข้าใจในความหมายของสารกำหนดปริมาณ เมื่อเสร็จการทดลองแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังใช้ชุดทดลองอีกครั้ง เป็นเวลา 10 นาที และให้นักศึกษาประเมินการใช้ชุดการทดลองด้านต่าง ๆ รายละเอียดการประเมินแสดงดังภาคผนวก ค. โดยมีเกณฑ์และการแปลความหมาย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์และการแปลความหมายแบบประเมินการใช้ชุดทดลอง

ค่าคะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
1.00-1.49	น้อยมาก
1.50-2.29	น้อย
2.50-3.49	พอใช้
3.50-4.49	ดี
4.50-5.00	ดีมาก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี