

บทที่ 2

การทดลอง

2.1 สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 สารเคมี

- 1) Potassium nitrate, KNO_3 , G.R., MW 101.10,
ผลิตโดยบริษัท E.Merck, Darmstadt, Germany
- 2) Sodium hydroxide, NaOH , G.R., MW 40,
ผลิตโดยบริษัท E.Merck, Darmstadt, Germany
- 3) Potassium phosphate trihydrate, $\text{K}_3\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, MW 266.32, Extra pure,
ผลิตโดยบริษัท E.Merck, Darmstadt, Germany
- 4) Ferric chloride hexahydrate, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, A.R., MW 270.30,
ผลิตโดยบริษัท Carlo Erba, Milan, Italy
- 5) Potassium chloride, KCl , A.R., MW 74.555,
ผลิตโดยบริษัท Carlo Erba, Milan, Italy
- 6) Ammonium nitrate, NH_4NO_3 , A.R., MW 80.043,
ผลิตโดยบริษัท Carlo Erba, Milan, Italy
- 7) Potassium bromide, KBr , A.R., MW 119.01,
ผลิตโดยบริษัท BDH, Poole, England
- 8) Sodium nitrate, NaNO_3 , A.R., MW 84.99,
ผลิตโดยบริษัท BDH, Poole, England
- 9) Potassium sulphate, K_2SO_4 , A.R., MW 174.24,
ผลิตโดยบริษัท BDH, Poole, England
- 10) Sodium nitrate, NaNO_3 , A.R., MW 84.99,
ผลิตโดยบริษัท BDH, Poole, England
- 11) Magnesium nitrate, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Lab, MW 256.43,
ผลิตโดยบริษัท M&B, Dagenham, England

2.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) Ultraviolet - Visible Spectrophotometer รุ่น UV – 2000
ผลิตโดยบริษัท Hitachi, Japan
- 2) Conductivity / TDS Meter รุ่น Model 44600
ผลิตโดยบริษัท Hach, U.S.A
- 3) Magnetic stirrer / Hot Plate MM31 Chiltern
ผลิตโดยบริษัท Heidolph, Germany
- 4) pH meter รุ่น PHM 28
ผลิตโดยบริษัท Radiometer, Denmark
- 5) Biohit Proline Pipette ขนาด 200 – 1000 μ l
ผลิตโดยบริษัท Biohit, Finland
- 6) ควอทซ์เซลล์ (quartz cell) 2 อัน

2.2 การเตรียมสารละลาย

2.2.1 สารละลาย FeCl_3 เข้มข้น 1.000 M เตรียมโดยละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 13.52 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.2 สารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol เข้มข้นประมาณ 0.100 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.1 มาจำนวน 5.00 ml ใส่ลงในน้ำร้อนประมาณ 45 ml แล้วคนเป็นเวลา 2 นาที จะเกิดเป็นสารละลายใสสีน้ำตาลแดงเกิดขึ้น จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง

2.2.3 สารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol เข้มข้น 0.600 mM – 1.50 mM เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.2 มาจำนวน 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700 และ 750 μ l ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.4 สารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol เข้มข้น 0.0200 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.2 มาจำนวน 1.00 ml ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.5 สารละลาย NaOH เข้มข้น 1.00 M เตรียมโดยละลาย NaOH 4.00 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.6 สารละลาย KNO_3 เข้มข้น 1.000 M เตรียมโดยละลาย KNO_3 10.11 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.7 สารละลาย KNO_3 เข้มข้น 0.700 M – 0.950 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.70, 0.73, 0.78, 0.80, 0.85, 0.88, 0.90 และ 0.95 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.8 สารละลาย KNO_3 เข้มข้น 0.0600 M – 0.140 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60, 0.80, 1.00, 1.20 และ 1.40 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.9 สารละลาย KNO_3 เข้มข้น 0.0800 M – 0.200 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80, 1.90 และ 2.00 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.10 สารละลาย KBr เข้มข้น 1.000 M เตรียมโดยละลาย KBr 11.90 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.11 สารละลาย KBr เข้มข้น 0.0400 M – 0.0900 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85 และ 0.90 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.12 สารละลาย KCl เข้มข้น 1.00 M เตรียมโดยละลาย KCl 7.46 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.13 สารละลาย KCl เข้มข้น 0.0300 M – 0.0800 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.12 มาจำนวน 0.30, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75 และ 0.80 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.14 สารละลาย $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ เข้มข้น 1.000 M เตรียมโดยละลาย $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 25.64 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.15 สารละลาย $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ เข้มข้น 0.0200 M – 0.0500 M เตรียมโดยเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.14 มาจำนวน 0.20, 0.25, 0.27, 0.30, 0.32, 0.35, 0.37, 0.40, 0.42, 0.45 และ 0.50 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.16 สารละลาย NaNO_3 เข้มข้น 1.00 M เตรียมโดยละลาย NaNO_3 8.50 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.17 สารละลาย NaNO_3 เข้มข้น 0.0600 – 0.170 M เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.16 มาจำนวน 0.60, 0.80, 1.00, 1.10, 1.20, 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.65 และ 1.70 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.18 สารละลาย NH_4NO_3 เข้มข้น 1.00 M เตรียมโดยละลาย NH_4NO_3 8.00 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียดด้วยน้ำกลั่น เทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.19 สารละลาย NH_4NO_3 เข้มข้น 0.0600 – 0.180 M เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.18 มาจำนวน 0.60, 0.80, 1.00, 1.10, 1.20, 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.65, 1.70, 1.75 และ 1.80 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.20 สารละลาย K_2SO_4 เข้มข้น 0.100 M เตรียมโดยละลาย K_2SO_4 1.74 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียดด้วยน้ำกลั่น เทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.21 สารละลาย K_2SO_4 เข้มข้น 1.00 mM เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.20 มาจำนวน 0.50 ml ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.22 สารละลาย K_2SO_4 เข้มข้น 0.110 – 0.170 mM เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.21 มาจำนวน 1.10, 1.15, 1.40, 1.45, 1.50, 1.55, 1.60, 1.65 และ 1.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.23 สารละลาย K_3PO_4 เข้มข้น 0.100 M เตรียมโดยละลาย $\text{K}_3\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 2.66 กรัม ที่ทราบน้ำหนักโดยละเอียด ด้วยน้ำกลั่นเทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.24 สารละลาย K_3PO_4 เข้มข้น 1.00 mM เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.23 มาจำนวน 0.50 ml ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.25 สารละลาย K_3PO_4 เข้มข้น $5.60 \times 10^{-5} M - 6.60 \times 10^{-5} M$ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.24 มาจำนวน 0.56, 0.57, 0.58, 0.60, 0.62, 0.63, 0.64, 0.65 และ 0.66 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.26 สารละลาย KNO_3 เข้มข้น $0.0800 M - 0.320 M$ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มา 4.00, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00, 9.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, 15.00, และ 16.00 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.27 สารละลาย $0.0600 M KNO_3$ ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.28 สารละลาย $0.0800 M KNO_3$ ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.80 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.29 สารละลาย $0.100 M KNO_3$ ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 1.00 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.30 สารละลาย $0.120 M KNO_3$ ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 1.20 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.31 สารละลาย $0.160 M KNO_3$ ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 1.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.32 สารละลาย 0.200 M KNO_3 , ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 2.00 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.10 มาจำนวน 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.33 สารละลาย 0.100 M KBr เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.9 มาจำนวน 5.00 ml ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.34 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 , ผสมกับสารละลาย KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.31 มาจำนวน 1.00, 1.30, 1.50, 1.75, 2.00, 2.25, 2.52, 2.75, 3.00, 3.25, 3.50, และ 3.65 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.35 สารละลาย 0.100 M KCl เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.12 มาจำนวน 5.00 ml ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.36 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 , ผสมกับสารละลาย KCl ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.36 มาจำนวน 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.25, 3.50 และ 3.75 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.37 สารละลาย 0.100 M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.14 มาจำนวน 5.00 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.38 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 , ผสมกับสารละลาย $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.38 มาจำนวน 1.00, 1.30, 1.50, 2.00, 2.25, 2.50, 2.75, 3.00 และ 3.25 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.39 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 , ผสมกับสารละลาย NaNO_3 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.17 มาจำนวน 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00, 1.10 และ 1.20 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.40 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 ผสมกับสารละลาย NH_4NO_3 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.19 มาจำนวน 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00, 1.10, 1.20, 1.30 และ 1.40 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.41 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 ผสมกับสารละลาย K_2SO_4 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.20 มาจำนวน 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00 และ 1.10 ml ตามลำดับ ลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.42 สารละลาย 1.0×10^{-4} M K_3PO_4 เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.24 มาจำนวน 5 ml ลงในขวดปริมาตร 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.2.43 สารละลาย 0.0600 M KNO_3 ผสมกับสารละลาย K_3PO_4 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เตรียมโดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.6 มาจำนวน 0.60 ml และปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.43 มาจำนวน 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80 และ 1.90 ml ตามลำดับลงในขวดปริมาตร 10 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.3 วิธีการทดลอง

การศึกษาเสถียรภาพของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ซึ่งเป็นไฮโอโซล โดยการศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ชนิดต่างๆ ได้แก่ KNO_3 , KBr , KCl , NaNO_3 , NH_4NO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4 และ K_3PO_4 ทำโดยนำสารละลาย ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2 ไปวัดค่าความขุ่นและค่าการนำไฟฟ้าตามวิธีการต่อไปนี้

2.3.1 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการวัดค่าความขุ่นของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol

นำสารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.3 ไปวัดค่าความขุ่นเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมในช่วงความยาวคลื่น 200-800 nm โดยใช้ น้ำเป็นสารอ้างอิง

2.3.2 การสร้างกราฟมาตรฐานของค่าความขุ่นของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol

นำสารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.3 ไปวัดค่าความขุ่นในช่วงความยาวคลื่น 290 - 420 nm โดยใช้ น้ำเป็นสารอ้างอิง โดยเครื่อง UV - 2000 Spectrophotometer จากนั้นนำค่าความขุ่นที่ความยาวคลื่นต่างๆ ไปสร้างกราฟมาตรฐาน และนำข้อมูลที่ ความยาวคลื่นต่างๆ ไปคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r)

2.3.3 การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ใน KNO_3

การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ในสารละลาย KNO_3 ทำโดยนำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2 ไปวัดค่าความขุ่นและค่าการนำไฟฟ้าดังนี้

ก. การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ใน KNO_3 โดยวิธีวัดค่าความขุ่น

(1) บีบเปิดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.4 มาจำนวน 1.00 ml กับ 1.00 ml ของสารละลาย 0.700 M KNO_3 ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.7 ผสมกันในคิวเวตต์พร้อมเขย่าและจับเวลาอย่างรวดเร็ว แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าความขุ่นที่เวลาต่างๆ ที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่ได้ในข้อ 2.3.2 จากนั้นนำผลที่ได้ พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับเวลา เพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน

(2) ทำการทดลองข้อ (1) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KNO_3 จาก 0.700 M เป็น 0.730 - 0.950 M แทน

(3) พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นที่ได้จากข้อ (1) และ (2) กับเวลา เพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน

(4) นำอัตราเริ่มต้นของการจับก้อนไปพล็อตกราฟกับ $\log [\text{KNO}_3]$ เพื่อหา stability ratio ($W = f/s$) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ มาพล็อตความสัมพันธ์ระหว่าง $\log W$ กับ $\log [\text{KNO}_3]$ เพื่อหา CCC

ข. การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ในสาร KNO_3 โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า

(1) นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.4 มาปรับ pH เป็น 4.20 ด้วย 1.00 M NaOH

(2) บีบเปิดสารละลายที่ได้ในข้อ (1) จำนวน 25 ml กับ 25 ml ของ 0.0800 M KNO_3 ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.26 ผสมกันในบีกเกอร์พร้อมคนและจับเวลาอย่างรวดเร็ว แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (27.0°C)

(3) ทำการทดลอง (1) - (2) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KNO_3 เป็น 0.1000, 0.1200, 0.1400, 0.1600, 0.1800, 0.200, 0.2200, 0.24, 0.2600, 0.2800, 0.300 และ 0.3200 M ตามลำดับ

(4) นำผลที่ได้จากข้อ (1) - (3) พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับเวลา เพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน

2.3.4 การศึกษาอิทธิพลของสภาพกรด - เบสที่มีต่อการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ใน KNO_3 โดยวิธีวัดค่าความขุ่น

การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ที่ pH ต่างๆ ใน KNO_3 ทำโดยนำสารละลาย ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2 ไปวัดค่าความขุ่นดังนี้

- (1) นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.4 มาปรับ pH เป็น 3.50 ด้วย 1.00 M NaOH
- (2) บีบเปิดสารละลายที่ได้ในข้อ (1) จำนวน 1 ml กับ 1 ml ของ 0.0600 M KNO_3 ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.8 ผสมกันในคิวเวตต์พร้อมเขย่าและจับเวลาอย่างรวดเร็ว แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าความขุ่นที่เวลาต่างๆ ที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่ได้ในข้อ 2.3.3
- (3) ทำการทดลอง (2) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KNO_3 เป็น 0.0800, 0.1000, 0.1200 และ 0.1400 M ตามลำดับ
- (4) ทำการทดลอง (1) - (3) ซ้ำ แต่เปลี่ยนแปลง pH ของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ เป็น 4.00, 4.20, 4.50 และ 4.70 ตามลำดับ
- (5) นำผลที่ได้จากข้อ (1) - (4) พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับเวลาเพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน
- (6) นำอัตราเริ่มต้นของการจับก้อนที่ pH ต่างๆ พล็อตกับ pH เพื่อหา pH ที่เหมาะสม

2.3.5 การศึกษาอิทธิพลของอิเล็กโทรไลต์เดี่ยวที่มีต่อการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol

การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ทำโดยนำสารละลาย ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2 ไปวัดค่าความขุ่นดังนี้

- ก. การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน KNO_3
 - (1) นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.4 มาปรับ pH เป็น 4.20 ด้วย 1.00 M NaOH
 - (2) บีบเปิดสารละลายที่ได้ในข้อ (1) จำนวน 1 ml กับ 1 ml ของสารละลาย 0.0400 M KNO_3 ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.8 ผสมกันในคิวเวตต์พร้อมเขย่าและจับเวลาอย่างรวดเร็ว แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าความขุ่นที่เวลาต่าง ๆ ที่ความยาวคลื่น ที่เหมาะสมที่ได้ในข้อ 2.3.3
 - (3) ทำการทดลอง (1) - (2) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KNO_3 จาก 0.0400 M เป็น 0.0600 - 0.100 M แทน
 - (4) นำผลที่ได้จากข้อ (1) - (3) พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับเวลา เพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน

(5) นำอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน ที่ได้ในข้อ (4) พล็อตกราฟกับ $\log [KNO_3]$ เพื่อหา stability ratio (W) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพล็อต $\log W$ กับ $\log [KNO_3]$ เพื่อหา CCC

ข. การศึกษาจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ sol ที่ pH ที่เหมาะสมใน KBr

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น KBr เข้มข้น 0.0400 M - 0.0900 M ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.11 แทน

ค. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน KCl

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น KCl เข้มข้น 0.0300 M - 0.0800 M ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.13 แทน

ง. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน $Mg(NO_3)_2$

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น $Mg(NO_3)_2$ เข้มข้น 0.0200 M - 0.0500 M ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.15 แทน

จ. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน $NaNO_3$

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น $NaNO_3$ เข้มข้น 0.0600 M - 0.170 M ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.17 แทน

ฉ. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน NH_4NO_3

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น NH_4NO_3 เข้มข้น 0.0600 M - 0.180 M ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.19 แทน

ช. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน K_2SO_4

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น K_2SO_4 เข้มข้น 0.110 - 0.170 mM ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.22 แทน

ซ. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมใน K_3PO_4

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ก. แต่เปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์จาก KNO_3 เป็น K_3PO_4 เข้มข้น $5.60 \times 10^{-5} - 6.60 \times 10^{-5}$ M ที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.25 แทน

2.3.6 การศึกษาอิทธิพลของอิเล็กโทรไลต์ผสมที่มีต่อการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol

การศึกษาผลของอิเล็กโทรไลต์ชนิดอื่นต่อการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ใน KNO_3 ทำโดยนำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2.2 ไปวัดค่าความขุ่นดังนี้

ก. การศึกษาอิทธิพลของ KBr ต่อการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol ใน KNO_3

(1) นำสารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.4 มาปรับ pH ให้เป็น 4.20 ด้วย 1.00 M NaOH

(2) ปิเปตสารละลายที่ได้ในข้อ (1) จำนวน 1 ml และ 1 ml ของสารละลายผสมระหว่าง 0.0600 M KNO_3 กับ 0.0400 M KBr ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.27 ผสมกันในκιวเวตต์พร้อมเขย่าและจับเวลาอย่างรวดเร็ว แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าความขุ่นที่เวลาต่างๆ ที่ความยาวคลื่น 380 nm

(3) ทำการทดลองข้อ (1) - (2) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KBr เป็น 0.0500, 0.0600 และ 0.0700 M ตามลำดับ

(4) ทำการทดลอง (1) - (3) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KNO_3 (ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.28 ถึง ข้อ 2.2.32) เป็น 0.0800, 0.1000, 0.1200, 0.1600 และ 0.2000 M ตามลำดับ

(5) นำค่าความขุ่นที่ได้พล็อตกราฟความสัมพันธ์กับเวลา เพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน

ข. การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ที่ pH ที่เหมาะสม ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ KBr ที่มีความเข้มข้นต่างๆ

(1) นำสารละลาย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.4 มาปรับ pH ให้เป็น 4.20 ด้วย 1.00 M NaOH

(2) ปิเปตสารละลายที่ได้ในข้อ (1) จำนวน 1 ml และ 1 ml ของสารละลายผสมระหว่าง 0.0600 M KNO_3 กับ 0.0100 M KBr ที่เตรียมได้ในข้อ 2.2.34 ผสมกันในκιวเวตต์พร้อมเขย่าและจับเวลาอย่างรวดเร็ว แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าความขุ่นที่เวลาต่างๆ ที่ความยาวคลื่น 380 nm.

(3) ทำการทดลอง (1) - (2) ซ้ำ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ KBr ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ผสม เป็น 0.0130, 0.0150, 0.0175, 0.0200, 0.0225, 0.0250, 0.0275, 0.0300, 0.0325, 0.0350 และ 0.0365 M ตามลำดับ

(4) นำค่าความขุ่นที่ได้พล็อตกราฟความสัมพันธ์กับเวลา เพื่อหาอัตราเริ่มต้นของการจับก้อน

(5) นำอัตราเริ่มต้นของการจับก้อนที่ได้ในข้อ (4) ไปพล็อตกราฟกับ $\log [KBr]$

เพื่อหา $W = f/s$

(6) นำข้อมูลในข้อ (5) พล็อต $\log W$ กับ $\log [KBr]$ เพื่อหา CCC

ก. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ sol ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลาย

อิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ KCl ที่มีความเข้มข้นต่างๆ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ ข. แต่เปลี่ยนสารละลายผสมระหว่าง 0.0300 M

KNO_3 กับ KBr เป็น 0.0300 M KNO_3 กับ KCl ที่มีความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.36

แทน

ง. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลาย

อิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ $Mg(NO_3)_2$ เข้มข้นต่างๆ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ ข. แต่เปลี่ยนสารละลายผสมระหว่าง 0.0300 M

KNO_3 กับ KBr เป็น 0.0300 M KNO_3 กับ $Mg(NO_3)_2$ ที่มีความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมได้จากข้อ

2.2.38 แทน

จ. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลาย

อิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ $NaNO_3$ เข้มข้นต่างๆ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ ข. แต่เปลี่ยนสารละลายผสมระหว่าง 0.0300 M

KNO_3 กับ KBr เป็น 0.0300 M KNO_3 กับ $NaNO_3$ ที่มีความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.39

แทน

ฉ. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลาย

อิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ NH_4NO_3 เข้มข้นต่างๆ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ ข. แต่เปลี่ยนสารละลายผสมระหว่าง 0.0300 M

KNO_3 กับ KBr เป็น 0.0300 M KNO_3 กับ NH_4NO_3 ที่มีความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.40

แทน

ช. การศึกษาการจับก้อนของ $Fe(OH)_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลาย

อิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ K_2SO_4 เข้มข้นต่างๆ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ ข. แต่เปลี่ยนสารละลายผสมระหว่าง

0.0300 M KNO_3 กับ KBr เป็น 0.0300 M KNO_3 กับ K_2SO_4 ที่มีความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมได้จาก

ข้อ 2.2.41 แทน

ซ. การศึกษาการจับก้อนของ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ที่ pH ที่เหมาะสมในสารละลาย
อิเล็กโทรไลต์ผสมระหว่าง 0.0300 M KNO_3 และ K_3PO_4 เข้มข้นต่างๆ
ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ บ. แต่เปลี่ยนสารละลายผสมระหว่าง 0.0300 M
 KNO_3 กับ KBr เป็น 0.0300 M KNO_3 กับ K_3PO_4 ที่มีความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมได้จากข้อ 2.2.43
แทน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University