

IV การวางแผนทดลองและวิจัย

การทดลองวิจัยนี้กระทำขึ้นที่ห้องปฏิบัติการของแผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล วิทยาลัยเกษตร-มหาวิทยาลัย

แผนการทดลองและวิจัย เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ได้แบ่งการทดลองแยกออกเป็น ๒ ตอน คือตอนแรกเป็นการทดลองหาค่าซีไอซีโดยวิธีเรปิกภายใต้สภาวะต่าง ๆ อย่างกว้าง ๆ โดยใส่สารเคมีที่ทราบสูตรเคมีที่แน่นอนและเป็นสารบริสุทธิ์ เทียบผลกับวิธีมาตรฐาน ส่วนตอนที่ ๒ เป็นการทดลองหาค่าซีไอซีโดยวิธีเรปิกกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและทดลองภายใต้สภาวะต่าง ๆ ที่แน่นอน เทียบผลกับวิธีมาตรฐาน รวมถึงการทดลองหาค่าซีไอซีโดยวิธีเรปิกกับสารและน้ำทิ้งที่เลือกขึ้นมาจากตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒ และทดลองภายใต้การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารในน้ำนั้น เทียบผลกับวิธีมาตรฐาน

การเลือกสารเคมีที่ทราบสูตรเคมีและเป็นสารบริสุทธิ์นั้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกใช้แทนคาร์โบไฮเดรต เลือกกรรอกสุกามีโซแทนโปรทีน และเลือกกรรอกซาลิก กับ แอลกอฮอล์ ใช้แทนสารอื่นที่อื่น ๆ ดังกล่าว

ส่วนน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้น้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง แทนคาร์โบไฮเดรต เลือกน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ใช้แทนโปรทีน และเลือกน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกหนังและใช้แทนน้ำใช้แทนสารอื่นที่อื่น ๆ โดยตัวอย่างน้ำทิ้งที่นำมาวิเคราะห์จากโรงงานเหล่านี้ ใช้เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (Grab Sampling) เท่านั้น

แต่ก่อนที่จะทำการวิจัยในแต่ละขั้นตอนนั้น ได้ทดลองหาสารซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมมาใช้เป็นสารควบคุมอุณหภูมิ (Bath) มีทราย, พาราฟิน, น้ำมันเครื่อง และน้ำมันซิลิโคน เพื่อนำไปใช้ในการหาค่าซีไอซีโดยวิธีเรปิก

ซึ่งรายละเอียดแผนการทดลองของงานทั้ง ๒ ตอนมีดังนี้

ตอนที่ ๑ ใช้สารเคมีที่ทราบสูตรเคมีและเป็นสารบริสุทธิ์ โดยเตรียมสารเคมีเหล่านั้นขึ้นให้มีค่าซีไอซีจากการคำนวณ = ๕๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำกลั่น ซึ่งผลจากการคำนวณนี้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ระดับต่าง ๆ ของตัวแปรเปลี่ยนที่ทำการศึกษามีดังนี้

ตัวแปรเปลี่ยนอิสระ (Independent Variables) มีดังนี้

๑. อุณหภูมิของปฏิกิริยา มี ๗ ระดับ คือ ที่ ๑๕๐°ซ, ๑๕๕°ซ, ๑๖๐°ซ, ๑๖๕°ซ, ๑๗๐°ซ, ๑๘๐°ซ และ ๑๙๐°ซ

๒. เวลาในการให้ความร้อนแก่ระบบที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ๖ ระดับคือ ๕, ๙, ๑๓, ๑๗, ๒๑, และ ๒๕ นาที

๓. ชนิดของสาร เคมิที่ทราบสูตร เคมิที่แน่นอนและเป็นสารบริสุทธิ์ถึงได้กล่าวถึงแล้วในตอนต้นคือ กลูโคส (D - Glucose) กรดกลูตามิก (Glutamic acid) กรดฟทาลิก (Pthalic acid) และแอลกอฮอล์ (Ethanol)

ตัวแปรเปลี่ยนอิสระที่ไม่ได้ทำการทดสอบคือปริมาณตัวอยาง และระดับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปของซีไอส์ ซึ่งตัวแปรเปลี่ยนอิสระทั้งสองได้รักษาให้คงที่อยู่ที่ระดับ ๕ มิลลิกรัมและ ๕๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตัวแปรเปลี่ยนตาม (Dependent Variables) ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาเพียงอย่างเดียวคือค่าซีไอส์ที่วัดได้

พร้อมทั้งทดสอบหาค่าซีไอส์ โดยวิธีมาตรฐานกับสารต่าง ๆ ในข้อ ๓ นี้ด้วย

ตอนที่ ๒ ผลการทดลองจากตอนที่ ๑ ทำให้สามารถกำหนดสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกซีไอส์ โดยวิธีเรปิกได้ ซึ่งจากการทดลองในภายหลังพบว่าระดับอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมคือ ๑๖๐ - ๑๖๕°ซ และ ๑๓ - ๑๗ นาที ตามลำดับ จากสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวจึงได้ทดลองนำน้ำใช้หาค่าซีไอส์โดยวิธีเรปิกกับน้ำไฮโดรอกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรม ๔ ชนิด ถึงได้กล่าวถึงในตอนต้น ของบทนี้ไว้คือ น้ำทั้งจากโรงงานแปงมีนส์บะห์อง น้ำทั้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ น้ำทั้งจากโรงงานออกซิง และน้ำทั้งจากโรงงานพิมพ์

นอกจากนี้ในช่วงหลังของการทดลองในตอนนี้ ๒ นี้ ได้มีการทดลองหาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่มีต่อการหาค่าซีไอส์ โดยวิธีเรปิก น้ำไฮโดรอกไซด์ที่ใช้ในการทดลองครั้งหลังนี้ ได้แก่ น้ำไฮโดรอกไซด์จากโรงงานพิมพ์ และน้ำไฮโดรอกไซด์ที่เพิ่มที่ทำจากกลูโคส ระดับของความเข้มข้นของน้ำไฮโดรอกไซด์ทั้งสองชนิดที่ทำการศึกษานี้ อยู่ในช่วงระหว่าง ๑๐๐ - ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อ

ลิตร ของค่าซีไอคี่ (โดยวิธีมาตรฐาน) สภาวะที่ควบคุมในการหาค่าซีไอคี่ของน้ำไฮโดรอกซิดสอง
นี้ใช้แก๊สที่อุณหภูมิ ๑๒๐°ซ เป็นเวลา ๑๗ นาที

สารเคมีและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ทบว่าสารเคมีที่ใช้หาค่าความไฮโดรอกของน้ำแบบ
ซีไอคี่ โดยวิธีมาตรฐานและวิธีเรปิคมีส่วนที่คล้ายคลึงกันมากจะมีที่แตกต่างกันก็คือความเข้มข้น
ของสารเคมีซึ่งสามารถแบ่งให้เห็นได้ชัดเจนดังนี้

วิธีมาตรฐาน

๑. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโคร
เมต (0.250 N $K_2Cr_2O_7$).
ละลายโพแทสเซียมไดโครเมตซึ่งอมไค
ความชื้นแล้วที่ ๑๐๓°ซ เป็นเวลา ๒
ชั่วโมง ๑๒.๒๕๕ กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำ
ปริมาตรทั้งหมดให้เป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำกลั่น

๒. กรดกำมะถันพรอมซิดเวอรซิดเฟต
ละลาย ๒๒ กรัม ซิดเวอรซิดเฟตลงใน
กรดกำมะถันเข้มข้น ๒๐ ลิตร ปิกชวค
เขย่าแล้วทิ้งไว้ ๒๒ วัน ให้ซิดเวอร
ซิดเฟตละลาย

วิธีเรปิค

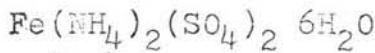
๑. แอทิคมิคเจอร์ (0.05N $K_2Cr_2O_7$
ใน (Acid Mixture). ละลาย
ซิดเวอรซิดเฟต ๒๐ กรัมลงในกรด
กำมะถันเข้มข้น ๑ ลิตร ตั้งทิ้งไว้ ๒๒
วันจนละลายดี ละลายโพแทสเซียม
ไดโครเมต ๕.๕๐๓๒ กรัม ซึ่งอมแล้วที่
๑๐๓°ซ เป็นเวลานาน ๒ ชั่วโมงลงใน
กรดซิดเฟตที่เข้มข้น ๑ ลิตร นำสาร
ละลายของกรดทั้งสองที่ละลายดีแล้วจึง
นำมาเทรวมกัน

๒. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต
(0.050 N $K_2Cr_2O_7$) ละลาย
โพแทสเซียมไดโครเมตซึ่งอมไคความชื้น
แล้วที่ ๑๐๓°ซ เป็นเวลา ๒ ชั่วโมง ๒.๕๕๑๕
กรัมในน้ำกลั่น

วิธีมาตรฐาน (ต่อ)

๓. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียม

ซัลเฟต 0.1 N. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ละลาย ๓๘ กรัมของ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต



ลงในน้ำกลั่นจนละลายที่จึงเติมกรดกำมะถัน ๒๐ มิลลิลิตรทิ้งไว้ให้เย็น แล้วทำปริมาตรทั้งหมดให้เป็น ๑ ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บในขวดสีชาเพื่อป้องกันการสลายตัวของ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เนื่องจากแสงสว่างส่องผ่านภาชนะของหากความเข้มข้น กับสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต (0.250 N $K_2Cr_2O_7$) เพื่อทราบnormality ที่แน่นอน

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต :- ละลาย ๑๐ มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม ไดโครเมต (๐.๒5N. $K_2Cr_2O_7$) ด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น ๑๐๐ มิลลิลิตร จึงเติมกรดกำมะถัน ๓๐ มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น จนถึงอุณหภูมิห้อง, แล้วที่เตรตกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ต้องการ

วิธีเรปิค (ต่อ)

๓. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียม

ซัลเฟต 0.025 N. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ละลาย ๑๐ กรัมของ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต



ลงในน้ำกลั่นจนละลายที่จึงเติมกรดกำมะถัน ๒๐ มิลลิลิตรทิ้งไว้ให้เย็น แล้วทำปริมาตรทั้งหมดให้เป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บในขวดสีชาเช่นเดียวกัน ก่อนนำมาใช้ของหากความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต (0.๐5 N $K_2Cr_2O_7$) เพื่อทราบnormality ที่แน่นอน

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต :- ละลาย ๑๐ มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม ไดโครเมต (0.05 N. $K_2Cr_2O_7$) ด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น ๑๐๐ มิลลิลิตร จึงเติมกรดกำมะถันและกรดไฮดรอกซิดริคอย่างละ ๑๒.๕ มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วที่เตรตกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัส

วิธีมาตรฐาน (ต่อ)

พรมภาควัสดุเคมีโดยมีเฟอร์โรอิน ๓
หยด เป็นอินดิเคเตอร์

$$n = \frac{p \times 0.25}{f}$$

n = นอร์มัลลิตี้ของเซอร์สแอมโมเนียม
ซัลเฟต

p = ปริมาณของสารละลายมาตรฐาน
โพแทสเซียมไดโครเมต (มิลลิกรัม)

f = ปริมาณของเซอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต
(มิลลิกรัม)

๔. เฟอร์ริกซัลเฟต (HgSO_4)

๕. เฟอร์โรอิน (Ferrouin) ละลาย

ออร์โธฟีแนนโธรอิน (1,10 - phenan-
throline dihydrate) ๐.๗๖๕

กรัมกับซัลเฟตเฟอร์ริกซัลเฟต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

๐.๖๘๕ กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ ๒๐

มิลลิกรัม ตั้งทิ้งไว้ข้างคืน เพื่อให้สารละลาย

ทั้งสองละลายทั่วไถ้ในน้ำ จึงทำปริมาณทั้ง

หมักให้เป็น ๑๐๐ มิลลิกรัม

วิธีแรบด (ต่อ)

แอมโมเนียมซัลเฟตที่ผ่านการพรมภาควัสดุ
เคมีโดยมีเฟอร์โรอิน ๓ หยด เป็นอินดิ
เคเตอร์

$$n = \frac{p \times 0.05}{f}$$

n = นอร์มัลลิตี้ของเซอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต

p = ปริมาณของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม
ไดโครเมต (มิลลิกรัม)

f = ปริมาณของเซอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต
(มิลลิกรัม)

๔. เฟอร์ริกซัลเฟต (HgSO_4)

๕. เฟอร์โรอิน (Ferrouin) วิธีเตรียม

เช่นเดียวกับในวิธีมาตรฐาน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

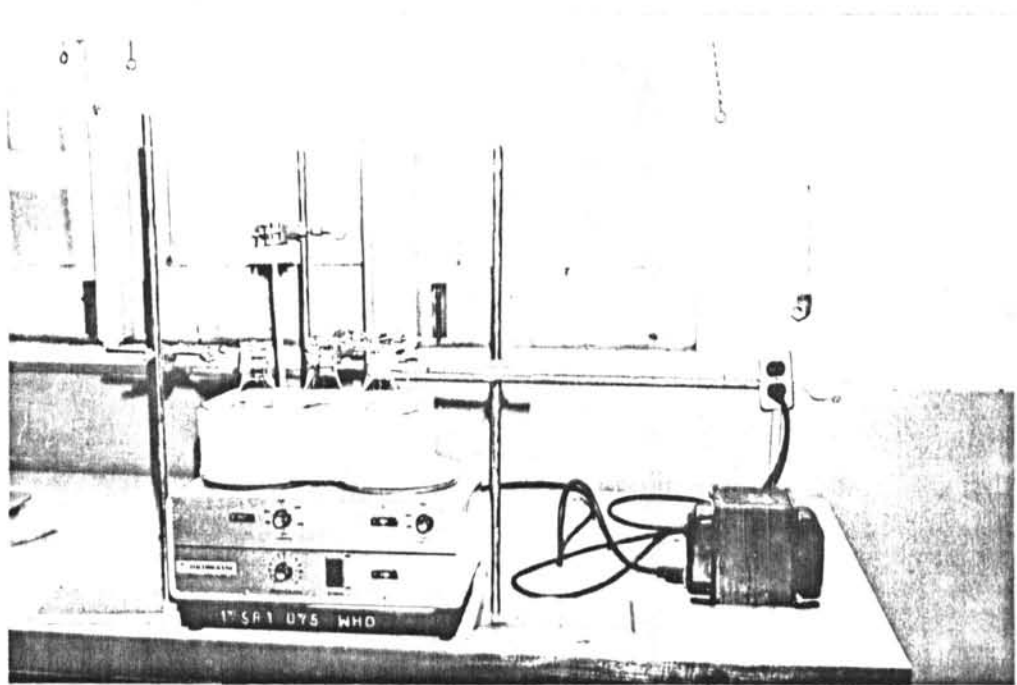
การวัดความไวไฮโกรกของน้ำแบบซีโอดีนั้น การทดลองวิเคราะห์ห่าสามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ ขั้นตอน คือในขั้นตอนแรกเป็นการให้ออกซิเจนแก่สารในน้ำนั้น โดยให้ความร้อนเพื่อช่วยให้สารอินทรีย์ในน้ำกับสารเคมีที่ให้ออกซิเจนทำปฏิกิริยากันได้ ส่วนในขั้นตอนที่สองเป็นการหาปริมาณสารเคมีที่ให้ออกซิเจนที่เหลือจากปฏิกิริยาในขั้นตอนแรก ซึ่งในการวัดความไวไฮโกรกของน้ำแบบซีโอดีนี้ถึงวิธีมาตรฐานและวิธีเรปิก วิธีการให้ความร้อนในขั้นตอนแรกเท่ากันที่ต่างกัน ส่วนในขั้นตอนหลังจะเป็นไปในทำนองเดียวกัน เพราะจะได้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในขั้นตอนแรกจึงต่างกัน จึงกล่าวแยกเฉพาะในขั้นตอนแรกของแต่ละวิธี ส่วนในขั้นตอนหลังนั้นเป็นการกล่าวรวมไปพร้อมกัน

ในขั้นตอนแรกของการวัดความไวไฮโกรกของน้ำทั้งแบบซีโอดีตามในวิธีมาตรฐานเป็นการให้ความร้อนเพื่อช่วยเร่งอัตราเร็วในปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ในน้ำกับสารเคมีที่ให้ออกซิเจนให้เกิดขึ้นได้ดี แต่พบว่าความร้อนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารอินทรีย์ที่ระเหยง่ายระเหยออกไปจากระบบก่อนที่สารนี้จะทำปฏิกิริยากับไปทดสอบในไฮโกรเมทในหลอดเดียวกันจึงจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของสารกลายเป็นของเหลวกลับลงมาสู่ระบบ (reflux) เพื่อทำปฏิกิริยาต่อไป ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์จนกว่าจะสิ้นสุดการให้ความร้อน เพราะฉะนั้นเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ก็คือขวดแก้วกลมกับแบบ (Round Bottle Flask) ขนาด ๕๐๐ มิลลิลิตร ภายในบรรจุเบ็ดแก้ว (gunice) ที่ยอมแล้วที่ ๖๐๐° ซ เป็นเวลานาน ๑ ชั่วโมง เพื่อให้สารอินทรีย์ที่อาจตกอยู่ที่ผิวของเบ็ดแก้ว ซึ่งจะช่วยในการกระจายความร้อนให้ของเหลวกลับลงมาจากกระบอก เป็นที่ใส่หัวอย่างและสารเคมีโดยท่อเข้ากับเครื่องกลั่น (Condenser) วางอยู่บนเตาไฟฟ้า ความร้อนที่ออกจากจะเป็นตัวเพิ่มอัตราเร่งของปฏิกิริยาแล้ว ยังสามารถช่วยให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนไดออกไซด์เนื่องจากสารอินทรีย์ในกรดได้ เพื่อให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับตัววางน้ำแข็ง และที่เข้าเพียงขึ้นด้วยน้ำกลั่น (Blank Test) เกิดในสภาวะเดียวกันตลอด เตาไฟฟ้าจึงควรถอดกันอย่างอนุกรมเพื่อปริมาณความร้อนที่ให้แก่ปฏิกิริยาจะใกล้เคียงกัน โดยปกติเครื่องแก้วกลั่นมักใช้หลอดช่วยนำเย็น

แต่ถ้าเราไม่สามารถหาเครื่องแก้วกลั่นหลอดคายน้ำเย็นได้ อาจใช้หลอดแก้วทอกับขวดแก้วกลม
กันแบบนั้นขึ้นไปสูงมากกว่า ๑ เมตรก็ได้ เพื่อใช้ความเย็นของอากาศแทนความเย็นของน้ำ
แก้ววิธีนี้ในสะดวกในการปฏิบัติงาน

ส่วนในขั้นตอนแรกของการวัดความใสโครมของน้ำแอมมีโอต์โดยวิธีปริมาตร จะเห็นว่า
การให้ความร้อนในวิธีมาตรฐานยุ่งยากทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ก็มีราคาค่อนข้างแพง จึงปรับปรุงโดย
เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในปฏิกิริยาโดยลดปริมาณตัวอย่างน้ำตั้งลงกว่าเดิม
คือใช้ตัวอย่างน้ำตั้งเพียง ๕ มิลลิลิตร และกรดไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$ ใน Acid
Mixture) ๒๕ มิลลิลิตร ความหนักของกรจะช่วยป้องกันมิให้สูญเสียสารอันตรึงที่ระ-
เหยง่ายในขณะให้ความร้อนได้ วิธีนี้สามารถตั้งเครื่องแก้วกลั่นได้ และเปลี่ยนจากขวดแก้วกลม
กันแบบมาเป็นขวดแก้วรูปชมรุ (Erlenmeyer flask) ขนาด ๒๕๐ มิลลิลิตร ซึ่งหาได้
ทั่วไปในห้องทดลองที่มีการทำปริมาตรวิเคราะห์ (Volumetric Analysis) แทนการท
ค่าความใสโครมของน้ำแอมมีโอต์โดยวิธีปริมาตรนี้ให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนแรกเกิดที่อุณหภูมิ
สูงและใช้เวลาสั้น แต่ที่ระดับอุณหภูมิสูง ๆ การควบคุมอุณหภูมิทำได้ลำบากยากแก่การควบคุม
จึงใช้สารที่ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงนำมาควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ ซึ่งสารเหล่านี้ต้องมีลักษณะ
เป็นของไหล เพื่อกระจายความร้อนให้ทั่วทุกภายในภาชนะที่สารที่บรรจุอยู่นั้นเท่ากับ ในการ
ทดลองนี้ภาชนะที่ใส่สารควบคุมอุณหภูมิ (Bath) นี้เป็นภาชนะโลหะกันแบบรวมอีกขนาด ๗" x
๑๑" ภายในมีแท่งแม่เหล็ก ๒ อัน และทีกเทอร์โมมิเตอร์เพื่อบอกอุณหภูมิ ภาชนะโลหะนี้
วางอยู่บนเตาไฟฟ้าที่มีแม่เหล็กสเตอโร (Magnetic stirrer) ดังภาพที่ IV-1
เพื่อคนให้อุณหภูมิของสารควบคุมอุณหภูมิ (Bath) ร้อนเท่ากันตลอดเวลาการทดลอง ซึ่งเตา
ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนนี้สามารถปรับอุณหภูมิได้ ผิวภายนอกของภาชนะโลหะหุ้มด้วยแผ่นกระดาษ
ทนไฟ (Asbestos) เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากสารควบคุมอุณหภูมิ (Bath)

ในขั้นตอนที่สอง ซึ่งเป็นการหาปริมาณสารที่ให้ออกซิเจนนี้ หรือจากปฏิกิริยาในขั้นตอน
แรก โดยการตักเครต อุปกรณ์ที่ใช้ก็คือ ปิเปต (pipette) และปิวเรท -



รูปที่ IV-1 เครื่องมือในการทดลองเมื่อหาค่า ซีไฮดี โดสมิรีเรปิต.

(burette) ซึ่งใช้เหมือนกันทั้ง ๒ วิธี แต่เพื่อความสะดวกอาจใช้หมกเนติกสเทอโรอ (Magnetic Stirrer) ช่วยในขณะตีเทรกกี้ได้

การทดลองวิเคราะห์

การทดลองสารที่ใช้เป็นตัวควบคุมความร้อน (Bath)

เพื่อให้การให้ความร้อนแก่ปฏิกริยาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมและกระจายความร้อนให้ทั่วถึงตลอดส่วนที่ถ่วงการได้รับความร้อน จึงใช้สารอื่นเพื่อใช้เป็นสารควบคุมความร้อน (Bath) แทนการให้ความร้อนแก่ระบบโดยตรงด้วยเตาไฟฟ้า วัสดุที่นำมาทดลองได้แก่ทราย ขนทราย น้ำมันเครื่อง และน้ำมันซิลิโคน เพื่อการเปลี่ยนแปลงสถานะและคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ในค่าอื่น ๆ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่อุณหภูมิห้องจนถึง 200° C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่ถ่วงการให้ทดลองเล็กน้อย โดยนำสารในปริมาตร ๕๐ ซม. ซม. ใส่ในบีกเกอร์นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้า สังเกตผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของสารนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

การทดลองวิเคราะห์หาค่าซีไอดี

การหาความใสโคโรกของน้ำแบบซีไอดี โดยใช้โปเตสเวียมไดโครเมตเป็นสารเจือที่ให้ออกซิเจนซึ่งเราสนใจนำมาทดลอง ๒ วิธีด้วยกันคือ

โดยวิธีมาตรฐาน

ซึ่งรายละเอียดหาอ่านได้จาก Standard Method (1974)

โดยวิธีเรปิก

การหาความใสโคโรกของน้ำหึ่งแบบซีไอดีโดยวิธีเรปิก ทำการวิเคราะห์โดยเติมเมอร์คิวริกซัลเฟต ลงในตัวอย่างน้ำที่นำมาหาค่าซีไอดี ซึ่งมีปริมาณ ๕ มิลลิลิตรในขวดแก้วรูปกลมอยู่ในอัตราส่วนของเมอร์คิวริกซัลเฟต : คลอโรก = ๑๐ : ๑ แต่ถ้าปรากฏว่าน้ำนั้นมีคลอโรกมากกว่า ๕๐๐๐ มิลลิลิตรต่อลิตร จะต้องเติมเมอร์คิวริกซัลเฟตเป็น ๒๐ : ๑ เพื่อลด

อิทธิพลของกรดโรตที่มีต่อค่าซีไอคือ กรดนี้เนื่องจากตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์ไม่มีปริมาณ
 กรดโรตจึงใช้ ๐.๒ กรัม-เมอร์คิวริกซัลเฟตเพื่อป้องกัน อิทธิพลของกรดโรตไว้ ซึ่งจะประมาณ
 ครึ่งหนึ่งของปลายช้อนตักสารทามบน และอาจเติมกรดกำมะถันอีกเล็กน้อยเพื่อละลายเมอร์คิวริก
 ซัลเฟตเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของเมอร์คิวริกซัลเฟต ในการทำปฏิกิริยากับกรดโรต เขย่าเพื่อให้
 เมอร์คิวริกซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดโรตใหม่มากที่สุด จึงเติมแอสซิมิกเจอร์ (0.05 N $K_2Cr_2O_7$
 ใน Acid Mixture) เขย่าอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ตัวอย่างน้ำกับแอสซิมิกเจอร์ผสมเข้า
 กันอย่างทั่ว ๆ ไป โดยค่อย ๆ แลวงให้สารละลายเคลื่อนที่ในแนวราบเป็นวงโค้ง จึงนำไป
 จุ่มในสารควบคุมอุณหภูมิ (Bath) ตามอุณหภูมิที่ต้องการวัดประมาณ ๒" จากระดับผิวของ
 สารควบคุมอุณหภูมิ และเมื่อได้เวลาตามต้องการให้ยกขึ้นตั้งทิ้งไว้ที่ระดับอุณหภูมิห้อง จึงเติม
 น้ำกลั่นจนปริมาตรของสารละลายเป็น ๑๒๕ - ๑๓๐ มิลลิเมตร ระยะเวลาจะพบว่าอุณหภูมิของสาร
 ละลายสูงขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาคายความร้อนระหว่างกรดกับน้ำ ทำให้เป็นของที่ขุ่น โดยเขย่า
 ไว้ในน้ำ แล้วตีเตรทหาปริมาณโปแตสเซียมไดโครเมตที่ได้ออกจากทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ใน
 น้ำด้วย ๐.๐๒๕ เปอร์เซ็นต์แอสซิมิกเจอร์ที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว โดยใช้แก้วโรอิน
 เป็นอินดิเคเตอร์ ๓ พบจุดครึ่งของการทดลอง สีของวินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนจากสีน้ำเป็นน้ำภาค
 แดงที่จุดสุดท้ายของปฏิกิริยาในการตีเตรท (End Point)

ปรากฏพบว่าโปแตสเซียมไดโครเมตในทรอกบางส่วนจะตายตัวไปเมื่อมีความร้อน
 เพื่อเป็นการแก้ไขข้อผิดพลาดในเรื่องนี้ระจากกรณีอื่น ๆ ได้ จึงต้องทำการทดลองกับน้ำที่ไม่มีตัว
 น้ำคั้น (Blank Test) โดยวิธีเดียวกันตลอด และปริมาณสารเคมีที่ได้เท่ากับค่าใน
 ปริมาณน้ำคั้นได้กับตัวอย่างทุกประการ เพื่อเปรียบเทียบผลกันในการหาค่าซีไอคือ

$$\text{ซีไอคือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{(ท - ส) \times น \times ๑๐๐๐}{ป}$$

- ท = ปริมาณเปอร์สแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ตีเตรทกับน้ำคั้น
- ส = ปริมาณเปอร์สแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ตีเตรทกับตัวอย่างน้ำคั้น (มิลลิกรัม)
- น = นอร์มัลลิตี้ของเปอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต
- ป = ปริมาณตัวอย่างที่นำไปหาค่าความใสโครกของน้ำนั้นแบบซีไอคือ (มิลลิกรัม)