บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรจำนวนทั้งหมด 5 จุด โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 2 วันต่อสัปดาห์ ในวันอังคารและวันเสาร์ของแต่ละสัปดาห์เป็นเวลาทั้งหมด 2 เดือน โดยมีรายละเอียดและวิธีการดังนี้

3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา

เก็บตัวอย่างน้ำประปาทั้งหมด 5 จุด ได้แก่

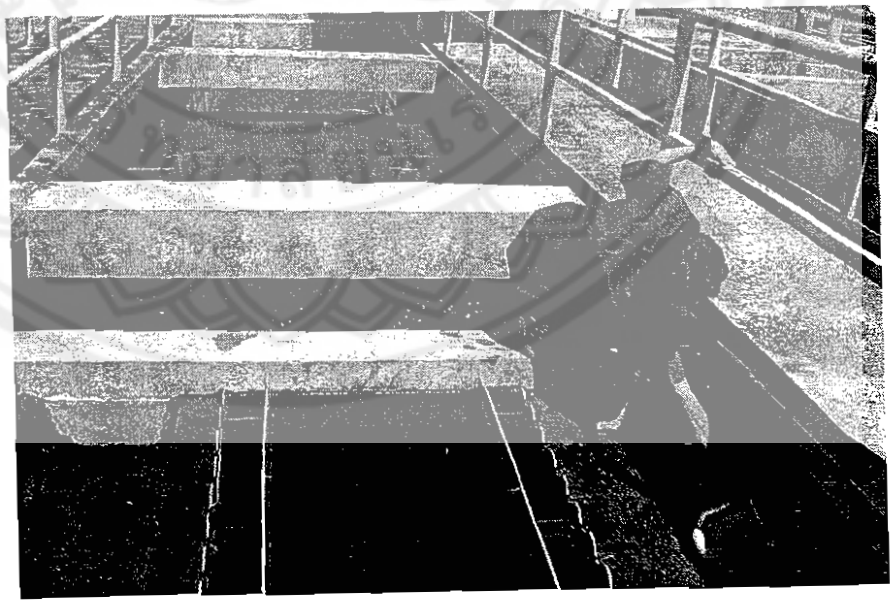
- จุดที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกวนเร็ว

รูปที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกวนเร็ว

- จุดที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกวนช้า

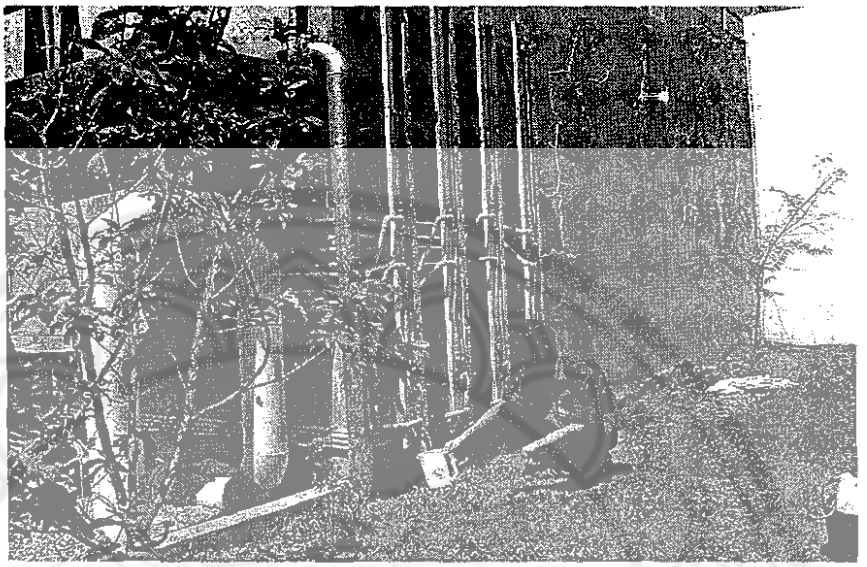
รูปที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกวนช้า

- จุดที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังตกตะกอน



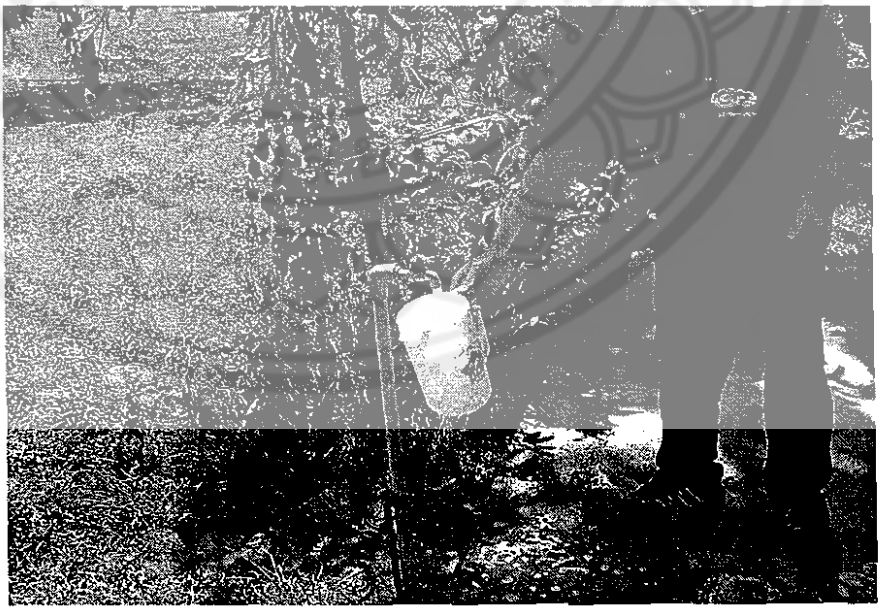
รูปที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังตกตะกอน

- จุดที่ 4 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกรอง



รูปที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกรอง

- จุดที่ 5 เก็บตัวอย่างน้ำประปาที่หน้าโรงผลิตน้ำประปา



รูปที่ 3.5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาที่หน้าโรงผลิตน้ำประปา

3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำประปา

เก็บตัวอย่างน้ำประปาโดยใช้ถังพลาสติกขนาด 5 ลิตร เพื่อนำไปทดสอบ

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่

3.3.1.1 ถังพลาสติกขนาด 5 ลิตร

3.3.1.2 เทอร์โมมิเตอร์

3.3.1.3 Free and Total Chorine Test Kid

3.3.1.4 น้ำกลั่น

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	ถังกวนเร็ว	ถังกวนช้า	ถังตกตะกอน	ถังกรอง	ท่อจากถังน้ำใส	รวม
อุณหภูมิ	✓	✓	✓	✓	✓	5
พีเอช	✓	✓	✓	✓	✓	5
ความขุ่น	✓	✓	✓	✓	✓	5
ของแข็งทั้งหมด	✓	✓	✓	✓	✓	5
ของแข็งแขวนลอย	✓	✓	✓	✓	✓	5
สภาพการนำไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	✓	5
แอมโมเนียไนโตรเจน	–	–	✓	✓	✓	3
เจตาลไนโตรเจน	–	–	✓	✓	✓	3
ไนไตรทไนโตรเจน	–	–	✓	✓	✓	3
ไนเตรทไนโตรเจน	–	–	✓	✓	✓	3
ฟอสฟอรัส	✓	✓	✓	✓	✓	5
คลอรีน	–	–	–	–	✓	1

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 อุณหภูมิ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการทดลอง

1. นำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำที่จะทำการวัดค่าอุณหภูมิแล้วทิ้งไว้จนกว่าอุณหภูมิคงที่ จากนั้นทำการอ่านค่าอุณหภูมิโดยการอ่านค่านั้นต้องอ่านในแนวเดียวกับระดับสายตา

3.5.2 พีเอช

มีวิธีการทดลอง 2 วิธี คือ

3.5.2.1 ใช้ปากกาพีเอชทดสอบ จะใช้ทดสอบน้ำตรงจุดที่เก็บน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปากกาพีเอช
2. สารละลายมาตรฐานพีเอช 4 และพีเอช 7
3. บีกเกอร์
4. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างน้ำมาใส่ในบีกเกอร์
2. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างปากกาพีเอช แล้วใช้กระดาษทิชชูซับให้แห้ง
3. นำปากกาพีเอชมาทำการเทียบค่ากับสารละลายมาตรฐานพีเอช 4 และพีเอช 7
4. ล้างปากกาพีเอชด้วยน้ำกลั่น
5. ทำการวัดค่าพีเอช โดยจุ่มปากกาพีเอชลงในตัวอย่างน้ำที่จะทำการวัดค่าพีเอช แล้วรอจนกว่าตัวเลขค่าพีเอชจะคงที่จากนั้นจึงทำการอ่านค่าพีเอช

3.5.2.2 ใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ทดสอบ จะใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องพีเอชมิเตอร์
2. สารละลายมาตรฐานพีเอช 4 และพีเอช 7
3. บีกเกอร์
4. น้ำกลั่น

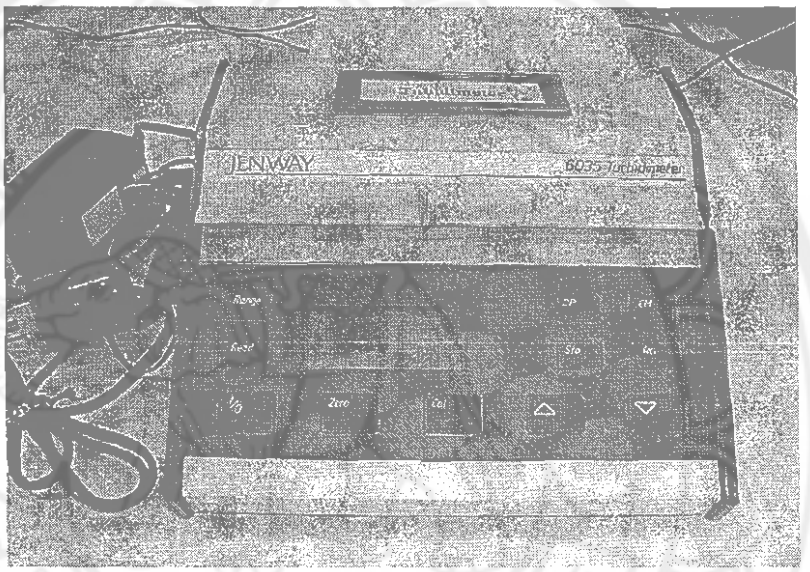
วิธีการทดลอง

ทำเหมือนกับการวัดด้วยปากกาพีเอช

3.5.3 ความขุ่น

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดความขุ่น
2. สารละลายความขุ่นมาตรฐาน 4000 NTU
3. หลอดวัดน้ำตัวอย่าง (Sample Tubes)
4. น้ำกลั่น



รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดความขุ่น

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องมือวัดความขุ่นและเลือกใช้ช่วงความขุ่นให้เหมาะสมกับความขุ่นของน้ำตัวอย่าง
2. ทำการเทียบค่ากับสารละลายความขุ่นมาตรฐาน
3. เขย่าน้ำตัวอย่างแล้วเทลงในหลอดแก้วสำหรับใส่น้ำตัวอย่าง
4. นำหลอดแก้วที่ใส่น้ำตัวอย่างใส่ในช่องสำหรับใส่หลอดแก้ว
5. อ่านค่าความขุ่นจากหน้าปัดของเครื่องวัดความขุ่น

3.5.4 ของแข็งทั้งหมด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องอังน้ำ (Water Bath)
2. โถดูดความชื้น (Desiccator)
3. ตู้อบ (Oven)

4. เครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม
5. น้ำกลั่น

รูปที่ 3.7 เครื่องอังน้ำ

วิธีการทดลอง

1. ล้างถ้วยด้วยน้ำกลั่นแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
1. นำถ้วยที่อบเสร็จแล้วไปใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำถ้วยมาชั่งและจดค่าน้ำหนักของถ้วย
2. เทน้ำตัวอย่างลงในถ้วย 50 มล. แล้วนำไประเหยที่เครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนแห้ง
3. นำถ้วยที่ระเหยหมดแล้วไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. จากนั้นนำถ้วยไปใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปชั่งและจดค่าน้ำหนักของถ้วย

3.5.5 ของแข็งแขวนลอย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรอง
2. ตู้อบ
3. โถดูดความชื้น

4. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001
5. เครื่องดูดสูญญากาศ
6. น้ำกลั่น

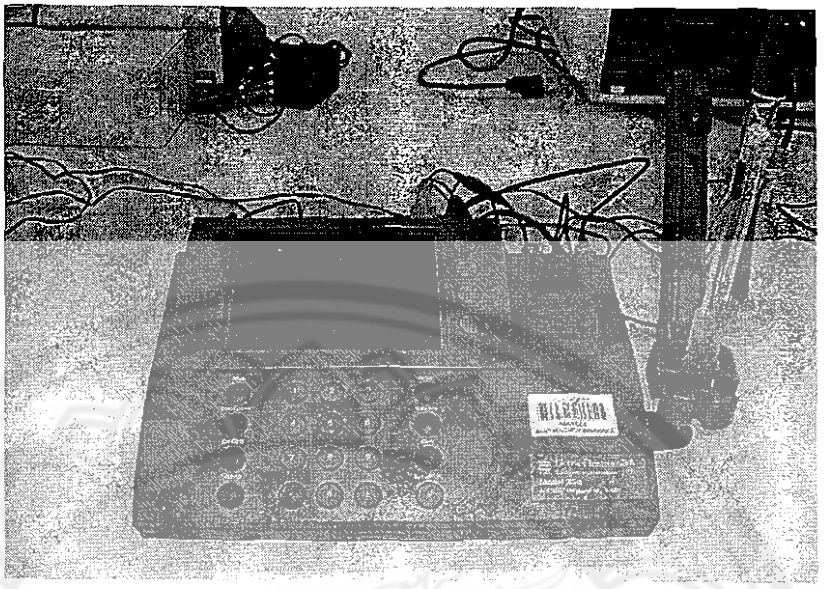
วิธีการทดลอง

1. นำกระดาษกรองไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. นำกระดาษกรองที่อบแล้วไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที
3. นำกระดาษกรองไปชั่งแล้วบันทึกผล
4. นำกระดาษกรองที่ชั่งเสร็จแล้วไปวางบนกรวยบุคเนอร์แล้วล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น แล้วเปิดเครื่องดูดสูญญากาศ
5. เทน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนลงไปอย่างต่อเนื่องจนหมดแล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างกรวยบุคเนอร์
6. ปล่อยให้เครื่องดูดสูญญากาศดูดน้ำออกจนแห้งแล้วปิดเครื่องดูดสูญญากาศ
7. ใช้ปากคีบหนีบกระดาษกรองขึ้นมาแล้ววางบนถาดอลูมิเนียมฟอยล์
8. นำกระดาษกรองไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้น
9. นำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล

3.5.6 สภาพการนำไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดสภาพการนำไฟฟ้า
2. สารละลายมาตรฐาน 84 µs/cm และ 1413 µs/cm
3. หลอดทดลอง



รูปที่ 3.8 เครื่องมือวัดสภาพความนำไฟฟ้า

วิธีการทดลอง

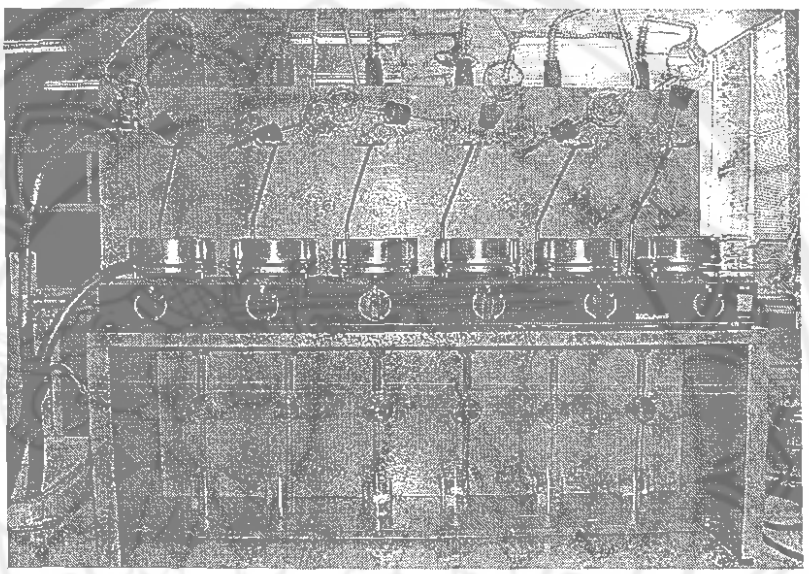
1. นำน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดทดลอง
2. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอิเล็คโทรด (Probe) ให้สะอาดแล้วใช้ทิชชูซับให้แห้ง
3. เปิดเครื่องมือวัดความขุ่นแล้วทำการเทียบค่าสารละลายมาตรฐาน 84 µs/cm และ 1413 µs/cm
4. ล้างแท่งอิเล็คโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วใช้กระดาษทิชชูซับให้แห้ง
5. ทำการวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าโดยใช้แท่งอิเล็คโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่จะทำการทดลอง
6. อ่านค่าสภาพการนำไฟฟ้าจากหน้าปัดของเครื่องวัด

3.5.7 แอมโมเนียไนโตรเจน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์
3. เครื่องพีเอชมิเตอร์
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล
5. ขวดเจดาล
6. เศษกระเบื้อง

7. ขวดรูปชมพู่
8. เครื่องกลั่นแอมโมเนีย
9. อินดิเคเตอร์
10. ไฮโดรเจนเปอร์ซัลเฟต 0.02 นอร์มัล
11. ชุดไตเตรท



รูปที่ 3.9 เครื่องกลั่นแอมโมเนีย

วิธีการทดลอง

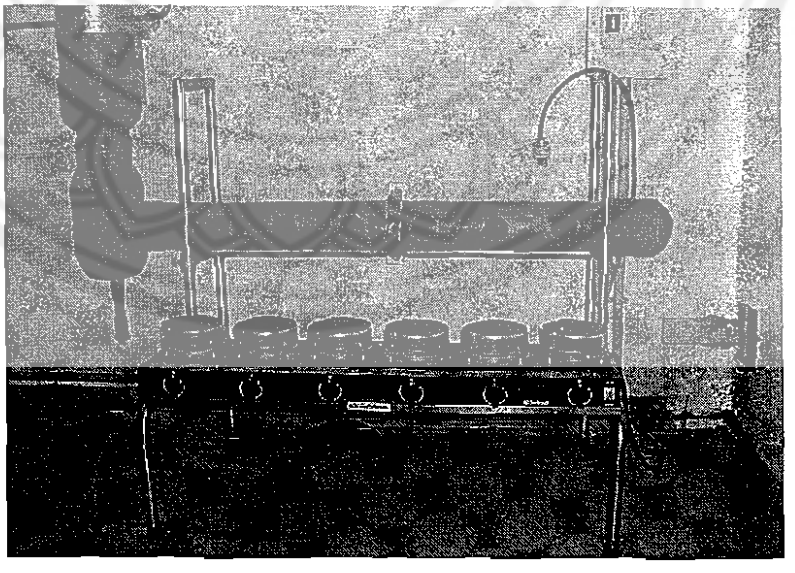
1. นำน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตรใส่ลงในบีกเกอร์แล้วเติมสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิลิตร
2. ปรับค่าพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 9.5 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล
3. ใส่ลงในขวดเจดาลแล้วใส่เศษกระเบื้องลงไป
4. เติมกรดบอริค 2 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่
5. นำขวดเจดาลไปกลั่นแล้วใช้ขวดรูปชมพู่ที่เติมกรดบอริคไปรับจากการกลั่น
6. กลั่นจนน้ำในขวดรูปชมพู่มีปริมาตร 300 มิลลิลิตรแล้วนำมาทำให้เป็นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
7. หยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 3 หยดจะได้สารละลายที่มีสีเขียว

8. นำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ซัลเฟต 0.02 นอร์มัล จนได้สารละลายที่มีสีม่วงแล้วจดปริมาตร
9. นำน้ำตัวอย่างที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตรไปปรับพีเอชให้เท่ากับ 7 แล้วดำเนินการเหมือนน้ำกลั่นทุกประการ

3.5.8 เจตาลไนโตรเจน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดเจตาล
2. ตู้ดูดควัน
3. เครื่องย่อยไนโตรเจน
4. เครื่องกลั่นแอมโมเนีย
5. ชุดไตเตรท
6. ขวดรูปชมพู่
7. กรดซัลฟูริคเข้มข้น
8. คอปเปอร์ซัลเฟต
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 %
10. กรดบอริค 2 %
11. อินดิเคเตอร์



รูปที่ 3.10 เครื่องย่อยไนโตรเจน

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำตัวอย่างปริมาตรที่เหมาะสมใส่ลงในขวดเจดาล
2. เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตร ต้องทำในตู้ดูดควัน
3. เติมคอปเปอร์ซัลเฟตลงไป 1 กรัมแล้วเขย่าให้ละลายในตู้ดูดควัน
4. นำไปย่อยจนกระทั่งเกิดควันขาวแล้วนำไปต้มต่ออีก 30 นาที หรือจนได้สารละลายสีใส หรือมีสีน้ำตาลแดงและตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
5. ค่อยๆเติมน้ำกลั่นลงไป 300 มิลลิลิตร ห้ามเขย่า
6. ค่อยๆเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 % ลงไป 150 มิลลิลิตร ห้ามเขย่า
7. นำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่นแล้วจึงเขย่าขวดให้สารผสมกัน
8. เติมกรดบอริค 2 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่
9. นำขวดเจดาลไปกลั่นแล้วใช้ขวดรูปชมพู่ที่เติมกรดบอริคไปรับจากการกลั่น
10. กลั่นจนน้ำในขวดรูปชมพู่มีปริมาตร 300 มิลลิลิตรแล้วนำมาทำให้เป็นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
11. หยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 3 หยดจะได้สารละลายที่มีสีเขียว
12. นำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ซัลเฟต 0.02 นอร์มอล จนได้สารละลายที่มีสีม่วงแล้วจดปริมาตร

3.5.9 ไนไตรทไนโตรเจน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปิเปต
2. หลอดทดลอง
3. สารละลายซัลฟานิลาไมด์
4. สารละลายเนฟท์ธิลลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์
5. Spectrophotometer

วิธีการทดลอง

1. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่าแล้วทำให้เป็นปริมาตร 10 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นแล้วใส่ลงในหลอดทดลอง
2. เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 1.0 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 2 นาทีแต่ไม่เกิน 8 นาที
3. เติมสารละลารละลายเนฟท์ธิลลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ลงไป 1.0 มิลลิลิตร แล้วเขย่าทันที
4. ทำการวัด absorbance ที่ 543 นาโนเมตร ภายหลังตั้งทิ้งไว้ 5-10 นาทีแต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3.5.10 ไนเตรทไนโตรเจน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปิเปต
2. หลอดทดลอง
3. ฟีนอล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์
5. คอปเปอร์ซัลเฟต
6. สารละลายไฮดราซีน
7. อะซิโดน
8. สารละลายซัลฟานิลไมด์
9. สารละลายเนฟท์ธิลลีนไดเอมีนไฮโดรคลอไรด์
10. Spectrophotometer

วิธีการทดลอง

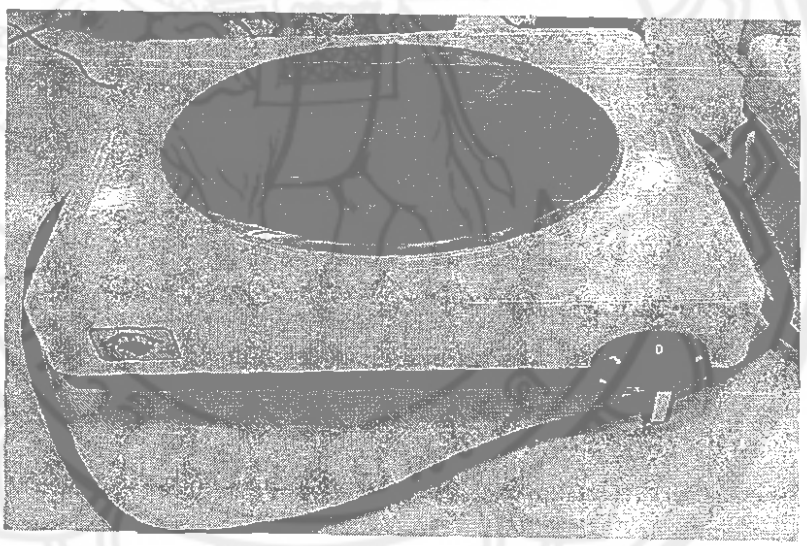
1. เตรียมสารละลายผสมชนิดที่ 1 โดยนำฟีนอลและโซเดียมไฮดรอกไซด์ผสมในอัตราส่วนที่เท่ากัน
2. เตรียมสารละลายผสมชนิดที่ 2 โดยนำคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายไฮดราซีนผสมในอัตราส่วนที่เท่ากัน
3. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่าแล้วทำให้เป็นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วใส่ลงในหลอดทดลอง
4. เติมสารละลายผสมชนิดที่ 1 0.5 มิลลิลิตรแล้วเติมสารละลายชนิดที่ 2 ลงไป 0.25 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน
5. นำไปอบในที่มืดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 – 20 ชั่วโมง
6. เติมอะซิโตนลงไป 0.4 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 2 นาที
7. เติมสารละลายซัลฟานิลไมด์ 0.2 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ 2 นาที แต่ไม่เกิน 5 นาที
8. เติมสารละลายเนฟท์ธิลลีนไดเอมีนไฮโดรคลอไรด์ลงไป 0.2 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน
9. ทำการวัด absorbance ที่ 543 นาโนเมตรภายหลังตั้งทิ้งไว้ 5 – 10 นาทีแต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3.5.11 ฟอสฟอรัส

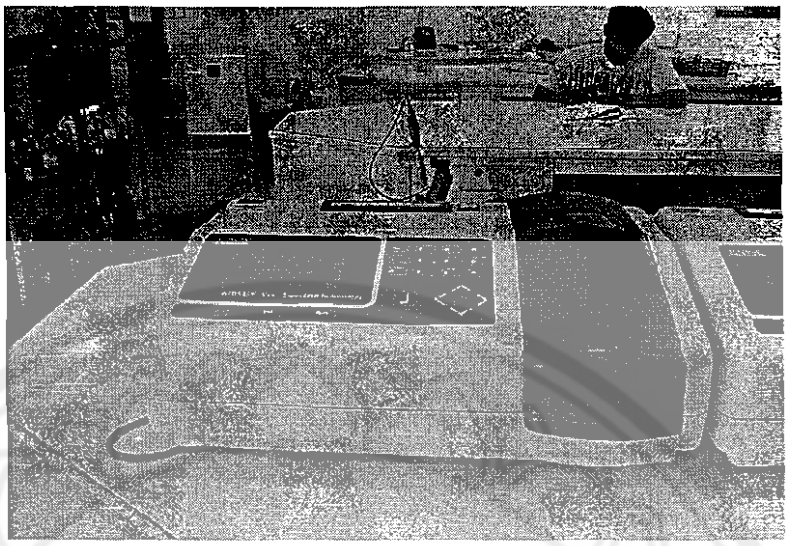
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปิเปต
2. ขวดรูปชมพู่

3. Spectrophotometer
4. เตาต้มไฟฟ้า
5. ขวดวัดปริมาตร
6. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน
7. ไฮดรอกไซด์เปอร์ซัลเฟต
8. แอมโมเนียเปอร์ซัลเฟต
9. สารละลายโซเดียมเปอร์ซัลเฟต 5 นอร์มัล
10. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล
11. น้ำกลั่น



รูปที่ 3.11 เครื่องต้มไฟฟ้า



รูปที่ 3.12 เครื่อง Spectrophotometer

วิธีการทดลอง

1. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่าแล้วทำให้เป็นปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น แล้วใส่ลงในขวดรูปชมพู่
2. หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นให้เติมสารกรดซัลฟูริค 1 นอร์มัล จนสีชมพูหายไป
3. เติมสารละลายกรดซัลฟูริค 1 มิลลิลิตรและแอมโมเนียเปอร์ซัลเฟต 0.4 กรัมแล้วเขย่าให้ละลายเข้าด้วยกัน
4. นำไปต้มให้เดือดพอประมาณจนมีปริมาตรเหลืออยู่ประมาณ 10 มิลลิลิตร
5. ทำให้เย็นแล้วเจือจางให้มีปริมาตร 30 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
6. หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยดแล้วทำการสะเทินกรดด้วยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัลจนกระทั่งได้สารละลายสีชมพู
7. ใส่สารละลายที่ได้ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร
8. นำสารละลายที่ได้มา 50 มิลลิลิตรเทใส่ในขวดรูปชมพู่แล้วเติมสารละลายกรดซัลฟูริค 5 นอร์มัลจนกระทั่งสีชมพูหายไป
9. เติมสารละลายผสมลงไป 8.0 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน
10. ทำการวัด absorbance หลังจากตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที ที่ 880 นาโนเมตร
11. นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสจาก calibration curve

3.5.12 คลอรีน

ทำการทดสอบคลอรีน 2 ประเภท คือ คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) และคลอรีนรวม (Total Chiorine)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Free and Total Chorine Test Kid
   1.1 Color Comparator
   1.2 Color Disc , DPD Chlorine 0-3.5 mg/l
   1.3 Color Viewing Tube with Cap
   1.4 DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows
   1.5 DPD Total Chlorine Reagent Powder Pillows
2. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

1. ล้าง Color Viewing Tube with Cap ด้วยน้ำกลั่น
2. เทตัวอย่างน้ำลงใน Color Viewing Tube จนถึงขีดบอกทั้ง 2 หลอด
3. ใส่ DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows ลงใน Color Viewing Tube 1 หลอด แล้วปิดฝาและทำการเขย่า
4. ทำการเทียบสีระหว่างหลอด Color Viewing Tube ที่ใส่ DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows และไม่ใส่ DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows ด้วย Color Disc และทำการอ่านค่าคลอรีนอิสระ
5. ทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง แต่เปลี่ยนจาก DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows เป็น DPD Total Chlorine Reagent Powder Pillows แล้วทำการอ่านค่าคลอรีนรวม