

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ได้ใช้แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตรฐาน 1:250,000 ราว ND 47-8 และ ND 47-12 (สุภาวดี วิมุกตะนันท์, 2528 และ 2527) และแผนที่ภูมิประเทศมาตรฐานเดียวกันเป็นส่วนประกอบหลัก เนื่องจากในการศึกษาค้างนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของลักษณะทางธรณีวิทยาที่มีต่อปริมาณแคลเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงมากน้อยเพียงไร โดยได้เลือกเก็บตัวอย่างในลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ที่ประกอบด้วยชนิดของหินแตกต่างกัน (รูป 11)

3.2 การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

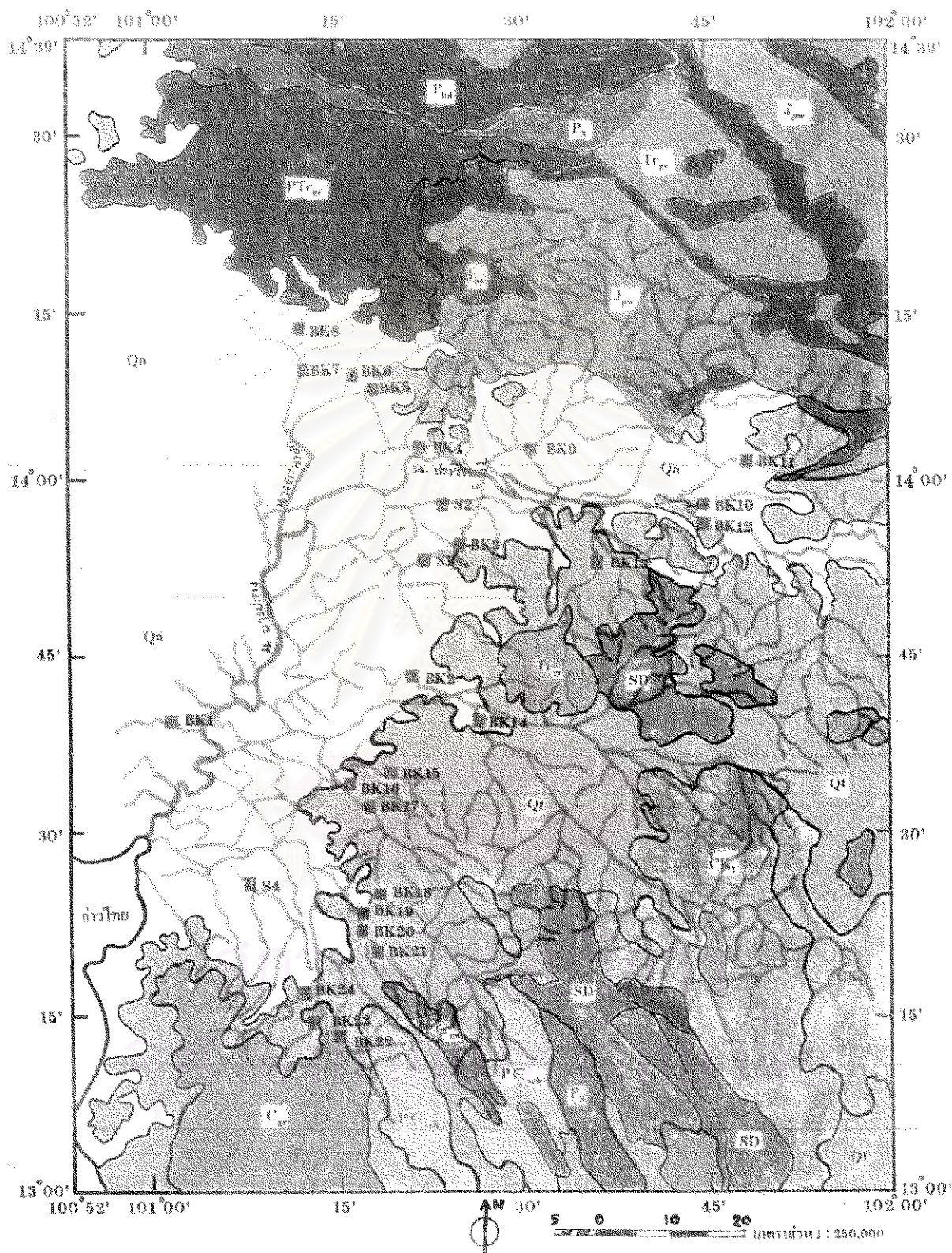
การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาศึกษาในครั้งนี้ ได้จัดแบ่งการเก็บตัวอย่างเป็น 2 ช่วงฤดู คือ ช่วงปลายฤดูฝน (ประมาณช่วงเดือนพฤศจิกายน) และช่วงปลายฤดูแล้ง (ประมาณช่วงเดือนเมษายน) สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำนั้น ได้กำหนดจุดที่เก็บน้ำจากบริเวณกลางแม่น้ำ หรือ ลำคลองสาขาในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง เพื่อลดอิทธิพลจากการปนเปื้อน (contamination) ของตะกอนจากตลิ่ง สำหรับตำแหน่งเก็บตัวอย่างได้แสดงในแผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง (รูป 11) โดยใช้ Global Positioning System หรือ GPS เป็นเครื่องช่วยในการหาตำแหน่ง (ตาราง 4 และ 5) และเพื่อให้ถูกต้องแม่นยำในแต่ละจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจึงได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทันทีในภาคสนาม ซึ่งได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH value), การนำไฟฟ้า (conductivity), ความเค็ม (salinity), และ อุณหภูมิ (temperature) โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 องค์ประกอบที่ทำการตรวจวัดและเครื่องมือที่ใช้

องค์ประกอบที่ทำการตรวจวัด	เครื่องมือที่ใช้
ความเป็นกรด-เบส (pH value)	pH Meter Model HM-10K
การนำไฟฟ้า (conductivity)	YSI Meter Model 33
ความเค็ม (salinity)	YSI Meter Model 33
อุณหภูมิ (temperature)	YSI Meter Model 33

ต่อมาจึงนำตัวอย่างน้ำที่ได้มาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยได้เก็บรักษาแยกเป็น 4 ส่วน ตามชนิดขององค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ อาทิ เช่น

- ส่วนที่ 1** แบ่งตัวอย่างน้ำประมาณ 200 มิลลิลิตร เก็บในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 240 มิลลิลิตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ ตัวอย่างนี้นำมาวิเคราะห์อัลคาไลน์ิตีทันทีเมื่อกลับมาถึงห้องปฏิบัติการ
- ส่วนที่ 2** แบ่งตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองชนิด GF/F ประมาณ 200 มิลลิลิตร เก็บในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 240 มิลลิลิตร และทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ตัวอย่างส่วนนี้นำมาวิเคราะห์ซัลเฟตไอออน
- ส่วนที่ 3** แบ่งตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองชนิด GF/F ประมาณ 400 มิลลิลิตร เก็บในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 450 มิลลิลิตร และเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับนำมาวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แคลเซียมไอออน คลอไรด์ไอออน และซัลเฟตไอออน
- ส่วนที่ 4** แบ่งตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองชนิด GF/F ประมาณ 200 มิลลิลิตร เก็บในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 240 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3) 0.3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ตัวอย่างส่วนนี้นำมาวิเคราะห์ไนเตรตไอออน ไบโตนไนเตรตไอออน และแอมโมเนียไนเตรตไอออน



รูป 11 ดัชนีแผนที่แสดงลักษณะทางน้ำ และตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง (ตัดแปลงจาก สุภาวดี วิมุกตะนันท์, 2527 และ 2528)



รูป 12 การเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง



รูป 13 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณบ้านคลองใหญ่ จังหวัดชลบุรี



รูป 14 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณแควหนุมานในช่วงปลายฤดูแล้ง



รูป 15 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณแควโขมงในช่วงปลายฤดูฝน

ตาราง 4 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำบางปะกงในช่วงปลายฤดูฝน

จุดเก็บตัวอย่าง	หมายเลข ตัวอย่าง	ชนิดหินและตะกอน	เส้นรุ้ง (Latitude)	เส้นแวง (Longitude)	วันเดือนปี
น. บางปะกง	BK1	ตะกอน (Qa)	N13O 39.436'	E101O 01.097'	21/12/39
คลองท่าลาด	BK2	หินแกรนิต (R_{gr})	N13O 44.306'	E101O 21.042'	21/12/39
น. บางปะกง	BK3	ตะกอน (Qt)	N14O 03.186'	E101O 21.405'	21/12/39
คลองยาง	BK4	หินทราย (J_{pw})	N14O 08.456'	E101O 17.344'	21/12/39
คลองท่าแดง	BK5	หินทราย (J_{pk})	N14O 09.448'	E101O 16.022'	21/12/39
น. นครนายก	BK6	หินทราย (J_{pk})	N14O 11.569'	E101O 13.214'	10/02/40
คลองประจักษ์คาม	BK7	หินภูเขาไฟ ($PT_{r_{kw}}$)	N14O 04.164'	E101O 31.518'	02/01/40
แควหนุมาน	BK8	หินภูเขาไฟ ($PT_{r_{kw}}$)	N13O 59.499'	E101O 43.711'	02/01/40
แควโขม่ง	BK9	หินทราย (J_{pw})	N14O 02.707'	E101O 47.523'	02/01/40
คลองพระปรัง	BK10	ตะกอน (Qt)	N13O 57.965'	E101O 44.482'	02/01/40
คลองรัง	BK11	หินแปร (SD)	N13O 53.644'	E101O 35.327'	02/01/40
คลองท่าลาด	BK12	หินแกรนิต (Tr_{gr})	N13O 43.239'	E101O 23.049'	02/01/40
คลองเจริญสุข	BK13	ตะกอน (Qt)	N13O 36.178'	E101O 18.337'	02/01/40
คลองห้วยยายแปลิว	BK14	หินชีส (PE_{sch})	N13O 34.343'	E 01O 16.555'	02/01/40
คลองบางกะจะ	BK15	หินชีส (PE_{sch})	N13O 33.902'	E101O 16.308'	02/01/40
คลองม่วง	BK16	หินชีส (PE_{sch})	N13O 24.564'	E101O 17.143'	02/01/40
คลองเกาะโพธิ์	BK17	หินชีส (PE_{sch})	N13O 23.578'	E101O 17.103'	02/01/40
คลองกระเบา	BK18	หินชีส (PE_{sch})	N13O 22.419'	E101O 16.801'	02/01/40
ห้วยหนองปรือ	BK19	หินชีส (PE_{sch})	N13O 14.648'	E101O 12.838'	02/01/40
ห้วยลำพาง	BK20	หินแปร (PE_{gn})	N13O 15.259'	E101O 08.596'	10/02/40
คลองใหญ่	BK21	หินแปร (PE_{gn})	N13O 14.304'	E101O 14.595'	10/02/40
ตำรางขวดบัว	S1	ตะกอน (Qa)	N13O 54.392'	E101O 24.169'	10/02/40
คลองสะพานหิน	S2	ตะกอน (Qa)	N13O 59.374'	E101O 23.242'	10/02/40
คลองสืบท	S3	หินทราย (J_{pw})	N14O 08.392'	E101O 59.181'	10/02/40
คลองเข็ด	S4	หินแกรนิต (C_{gr})	N13O 26.110'	E101O 08.673'	10/02/40

ตาราง 5 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำบางปะกงในช่วงปลายฤดูแล้ง

จุดเก็บตัวอย่าง	หมายเลข ตัวอย่าง	ชนิดหินและตะกอน	เส้นรุ้ง (Latitude)	เส้นแวง (Longitude)	วัน/เดือน/ปี
น. บางปะกง	BK1	ตะกอน (Qa)	N13O 39.436'	E101O 01.097'	03/05/40
คลองท่าลาด	BK2	หินแกรนิต (R_{gr})	N13O 44.558'	E101O 21.097'	03/05/40
น. บางปะกง	BK3	ตะกอน (Qt)	N14O 03.295'	E101O 21.658'	03/05/40
คลองขาง	BK4	หินทราย (J_{pw})	N14O 08.790'	E101O 17.537'	03/05/40
คลองท่าแดง	BK5	หินทราย (J_{pk})	N14O 09.736'	E101O 16.092'	03/05/40
น. นครนายก	BK6	หินทราย (J_{pk})	N14O 11.953'	E101O 13.330'	03/05/40
คลองประจักษ์คาม	BK7	หินภูเขาไฟ ($PT_{r_{kw}}$)	N14O 04.065'	E101O 31.390'	05/05/40
แควหนุมาน	BK8	หินภูเขาไฟ ($PT_{r_{kw}}$)	N13O 59.508'	E101O 43.707'	05/05/40
แควโขมง	BK9	หินทราย (J_{pw})	N14O 02.580'	E101O 47.558'	05/05/40
คลองพระปรัง	BK10	ตะกอน (Qt)	N13O 58.109'	E101O 44.383'	05/05/40
คลองรัง	BK11	หินแปร (SD)	N13O 53.685'	E101O 35.218'	05/05/40
คลองท่าลาด	BK12	หินแกรนิต (Tr_{gr})	N13O 41.844'	E101O 25.979'	05/05/40
คลองเจริญสุข	BK13	ตะกอน (Qt)	N13O 36.133'	E101O 18.363'	05/05/40
คลองห้วยยายแปลิว	BK14	หินชีส (PE_{sch})	N13O 34.279'	E101O 16.492'	05/05/40
คลองบางกะจะ	BK15	หินชีส (PE_{sch})	N13O 33.867'	E101O 16.321'	05/05/40
คลองม่วง	BK16	หินชีส (PE_{sch})	N13O 24.547'	E101O 17.147'	05/05/40
คลองเกาะโพธิ์	BK17	หินชีส (PE_{sch})	N13O 23.558'	E101O 17.062'	05/05/40
คลองกระเบา	BK18	หินชีส (PE_{sch})	N13O 22.408'	E101O 16.783'	05/05/40
ห้วยหนองปรือ	BK19	หินชีส (PE_{sch})	N13O 14.665'	E101O 12.797'	05/05/40
ห้วยลำพาง	BK20	หินแปร (PE_{gn})	N13O 16.716'	E101O 11.130'	05/05/40
คลองใหญ่	BK21	หินแปร (PE_{gn})	N13O 14.263'	E101O 14.587'	05/05/40
หนองอ้ายกาง	BK22	หินชีส (PE_{sch})	N13O 55.409'	E101O 24.100'	03/05/40
คลองแสง	BK23	หินแกรนิต (C_{gr})	N14O 13.480'	E101O 10.807'	03/05/40
คลองหลวง	BK24	หินแกรนิต (C_{gr})	N13O 24.136'	E101O 17.100'	05/05/40

8.8 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการ

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนามแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างน้ำให้เร็วที่สุด เพื่อมีข้อมูลองค์ประกอบต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปจากที่พบในธรรมชาติ สำหรับองค์ประกอบทางเคมีที่ทำการวิเคราะห์ประกอบด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 6 องค์ประกอบที่ทำการตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
Alkalinity (HCO_3^-)	Titration Method *
Sulfate ions (SO_4^{2-})	Turbidimetric Method *
Reactive silicate (SiO_4^{2-})	Colorimetric Method **
Chloride ions (Cl^-)	Colorimetric Method ***
Total Hardness	EDTA titrimetric Method *
Potassium ions (K^+)	Flame Atomic Absorption Spectrometric Method *
Sodium ions (Na^+)	Flame Atomic Absorption Spectrometric Method *
Magnesium ions (Mg^{2+})	Flame Atomic Absorption Spectrometric Method *
Calcium ions (Ca^{2+})	EDTA titrimetric Method *

หมายเหตุ * จาก APHA, 1992

** จาก Strickland และ Parsons, 1977

*** จาก Grasshoff, Ehrhardt, และ Kremling, 1983

3.3.1 การวิเคราะห์หัตถคาลินิติ โดยวิธี Titration

(ดัดแปลงจาก APHA, 1992)

หลักการ

ไฮดรอกซิลไอออนที่พบในตัวอย่างน้ำเกิดจากปฏิกิริยา dissociation หรือ hydrolysis ในตัวอย่างน้ำที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานกรด ค่าหัตถคาลินิติที่ได้จะขึ้นกับ pH ที่จุดยุติว่าใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด หัวไปรายงานออกมาในหน่วยมิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อลิตร

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายมาตรฐานปรอทภูมิโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 0.05 นอร์มัล (N)

นำสารมาตรฐานปรอทภูมิโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ประมาณ 3-5 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง และตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์ (desiccator) จากนั้นชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 2.5 ± 0.2 กรัม ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นและทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. สารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริก เข้มข้นประมาณ 0.1 นอร์มัล

ปิเปตสารละลายกรดเข้มข้นไฮโดรคลอริกมาประมาณ 8.90 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ซึ่งใส่น้ำกลั่นไว้ประมาณ 250 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นถ่ายลงขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร ชะบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น และทำให้สารละลายในขวดมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร

3. บรอมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ (bromocresol green indicator)

ชั่งบรอมครีซอลกรีนในรูปของเกลือโซเดียม (bromocresol green, sodium salt) ประมาณ 100 มิลลิกรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดเอทานอล (CH_3OH) จนกระทั่งบรอมครีซอลกรีนละลายจนหมด เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรและคนให้เข้ากัน

การไทเทรตเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

1. เปิดสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 0.05 นอร์มัล 40 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นลงไป 60.0 มิลลิลิตร จุ่มอิเล็กโทรด (electrode) สำหรับวัดค่า pH ลงในสารละลาย นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริกจนกระทั่งมีค่า pH ประมาณ 5
2. นำอิเล็กโทรดออก แล้วชะอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิลา จากนั้นนำไปต้มให้เดือดประมาณ 3-5 นาที
3. ตั้งสารละลายให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชะกระดาษฟิลาด้วยน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ นำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริกต่อจน pH มีค่าประมาณ 4.5 บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริกที่ใช้ทั้งหมด เพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริกต่อไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. เริ่มจากเปิดตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
2. หยดบรอมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ลงในตัวอย่างน้ำประมาณ 5 หยด หรือประมาณ 0.2 มิลลิลิตร สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม
3. จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริก จนถึงจุดยุติ สารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้มเป็นสีเหลือง บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาค่าอัลคาไลน์ิตีต่อไป

การคำนวณหาค่าอัลคาไลน์ิตี

$$\text{Alkalinity (meq/L หรือ mN)} = (C_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}} \times 1 \times 1000) / V_{\text{sample}}$$

เมื่อ C_{HCl} = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (โมลต่อลิตร)

V_{HCl} = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

และ V_{sample} = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่นำมาไทเทรต (มิลลิลิตร)

8.3.2 การวิเคราะห์ซัลเฟตไอออน โดยวิธี Turbidimetry

(ดัดแปลงจาก APHA, 1992)

หลักการ

ซัลเฟตไอออน (sulfate ion : SO_4^{2-}) ตกตะกอนกับแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) ในตัวกลางที่ประกอบด้วยกรดอะซิติก (CH_3COOH) ในรูปของผลึกแบเรียมซัลเฟต (BaSO_4) ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน สารละลายที่ประกอบด้วยสารแขวนลอยของแบเรียมซัลเฟตจะถูกนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) และความเข้มข้นของซัลเฟตในตัวอย่างน้ำหาได้จากการเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซัลเฟตกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร (nm) วิธีการนี้สามารถวัดความเข้มข้นต่ำสุดได้ ประมาณ 1.0 มิลลิกรัมซัลเฟตต่อลิตร ($\text{mg SO}_4/\text{L}$)

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์ เอ

ละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 30.0 กรัม, โซเดียมอะซิเตต ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 5.0 กรัม, โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) 1.0 กรัม, และกรดอะซิติก (CH_3COOH ; 99%) 20 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. สารละลายบัฟเฟอร์ บี

ละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ 30.0 กรัม โซเดียมอะซิเตต 5.0 กรัม โพแทสเซียมไนเตรด 1.0 กรัม กรดอะซิติก 20.0 มิลลิลิตร และไดโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) 0.111 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร (สำหรับตัวอย่างที่มีปริมาณซัลเฟตต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมซัลเฟตต่อลิตร)

3. สารละลายแบเรียมคลอไรด์

เนื่องจากผลึกของแบเรียมคลอไรด์ที่ใช้มีขนาดอยู่ในช่วง 20-30 mesh และตามวิธีการมาตรฐานของ APHA (1992) มีการเติมแบเรียมคลอไรด์ลงในตัวอย่างประมาณ 1 ช้อนโดยใช้ช้อนตวง (capacity spoon) ขนาด 0.2-0.3 มิลลิลิตร แต่จากการทำการศึกษาเบื้องต้นโดยวิธีการนี้พบว่า ปริมาณแบเรียมคลอไรด์ที่เติมลงในแต่ละตัวอย่างค่อนข้างไม่แน่นอน จึงเปลี่ยนแบเรียมคลอไรด์ให้อยู่ในรูปสารละลายก่อน และเติมสารละลายนี้ลงในตัวอย่างให้มีปริมาณแบเรียมคลอไรด์เท่ากับที่ระบุไว้ตามวิธีข้างต้น โดยละลายแบเรียมคลอไรด์ ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 29.0

กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร กรองสารละลายแบบเตรียมคลอไรด์ผ่านกระดาษกรองชนิด GF/F เก็บสารละลายที่ผ่านการกรองในขวดแก้ว และอัตราส่วนที่นำไปใช้ในการทดลอง คือ สารละลายแบบเตรียมคลอไรด์ 5 มิลลิลิตรต่อตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร

4. สารละลายมาตรฐานซัลเฟต

ละลายไดโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) 0.1479 กรัม ในน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร ซึ่งได้สารละลายมาตรฐานซัลเฟตเข้มข้น 100 มิลลิกรัมซัลเฟตต่อลิตร

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

- นำตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร (หรือในปริมาณที่เพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์ และทำให้มีปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 20 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนระบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer) ในขณะที่คนสารละลายอยู่นั้น เติมสารละลายแบบเตรียมคลอไรด์ 5 มิลลิลิตร ลงไปทันที และผสมสารละลายบนเครื่องกวนระบบแม่เหล็ก ที่ความเร็วคงที่ประมาณ 3 นาที
- นำตัวอย่างสารละลายในข้อ 1 มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และควรวัดความขุ่นของสารละลายภายใน 5 ± 0.5 นาที โดยใช้เซลล์ขนาด 4.0 เซนติเมตร
- เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟตอยู่ในช่วง 0 - 40 มิลลิกรัมซัลเฟตต่อลิตร นำไปวิเคราะห์ตามขั้นตอน 1 และ 2 หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซัลเฟต (calibration curve) สำหรับความเข้มข้นของซัลเฟตในตัวอย่างน้ำ หาได้จากการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้กับกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานซัลเฟต (ในกรณีที่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ เอ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จะต้องลบด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างก่อนที่จะมีการเติมสารละลายแบบเตรียมคลอไรด์ จากนั้นจึงจะนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานซัลเฟต)

3.3.3 การวิเคราะห์ซิลิเกตไอออน โดยวิธี Colorimetry

(ดัดแปลงจาก Strickland และ Parsons, 1977)

หลักการ

ซิลิเกตไอออน (SiO_4^{2-}) ในตัวอย่างน้ำทำปฏิกิริยากับสารละลายโมลิบเดต เกิดเป็นสารประกอบซิลิโคโมลิบเดต ต่อมาสารประกอบซิลิโคโมลิบเดตนี้จึงถูกรีดิวซ์ด้วยสารละลายที่ประกอบด้วยเมโทลและกรดออกซาลิก เปลี่ยนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 810 นาโนเมตร และหาความเข้มข้นของซิลิเกตไอออนในตัวอย่างน้ำเทียบกับกราฟมาตรฐาน

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายโมลิบเดต

ละลายแอมโมเนียมพาราโมลิบเดต ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 4.0 กรัมในน้ำกลั่นประมาณ 300 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในภาชนะที่ทำจากโพลีเอธิลีน

2. สารละลายเมโทล-ซัลไฟด์

ละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 6 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมเมโทล (*p*-methylaminophenol sulphate) 10 กรัม เมื่อเมโทลละลายหมดแล้ว นำสารละลายที่ได้ไปกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เก็บสารละลายที่ได้ในขวดแก้ว

3. สารละลายกรดออกซาลิก

ละลายออกซาลิกแอซิดไดไฮเดรต ($(\text{COOH})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 50.0 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในภาชนะที่เป็นแก้ว

4. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

เทสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) 250 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 500 มิลลิลิตร

5. สารละลายผสม

ผสมสารละลายเมโทล-ซัลไฟด์ 100 มิลลิลิตร กับสารละลายกรดออกซาลิก 60 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร 60 มิลลิลิตร ลงในสารละลายผสมข้างต้นอย่างช้าๆ จากนั้นทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 300 มิลลิลิตร สารละลายนี้ควรเตรียมทันทีก่อนใช้

6. สารละลายมาตรฐานซิติเกด

ละลายไซเดียมซิติโคฟลูออไรด์ (Na_2SiF_6) 0.240 กรัม ในน้ำกลั่น และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 250 มิลลิลิตร จะได้สารละลายเข้มข้น 5 มิลลิโมลต่อลิตร

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. เติมสารละลายโมลิบเดต 2.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตตัวอย่างน้ำ 5.0 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดทดลอง ปิดด้วยพาราฟิล์ม เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
2. เติมสารละลายผสม 3.0 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง ปิดด้วยพาราฟิล์มผสมให้เข้ากัน
3. จากนั้นตั้งสารละลายทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้สารประกอบซิติโคโมลิบเดตถูกรีดิวซ์เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินจนหมด จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 810 นาโนเมตร
4. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาหักลบกับรีเอเจนต์แบลงค์ (reagent blank) แล้วนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของซิติเกด

หมายเหตุ กราฟมาตรฐานของซิติเกด ได้จากการเตรียมสารละลายมาตรฐานซิติเกดที่ระดับความเข้มข้น 0-50 ไมโครโมลต่อลิตร แล้วนำไปทำตามขั้นตอนเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง แต่เปลี่ยนจากตัวอย่างน้ำเป็นสารละลายมาตรฐานซิติเกดแทน จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง

8.34 การวิเคราะห์คลอไรด์ไอออน โดยวิธี Colorimetry

(ดัดแปลงจาก Grasshoff, Ehrhardt, และ Kremling, 1988)

หลักการ

การหาปริมาณคลอไรด์ไอออนในตัวอย่างน้ำ อาศัยหลักการการดูดซับที่เกิดขึ้นบนผิวของตะกอน ตามวิธีของ K. Fajan ด้วยการไทเทรตคลอไรด์ไอออนในตัวอย่างน้ำกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรด โดยใช้โซเดียมฟลูออเรสซิน (fluorescein) ในรูปของเกลือโซเดียมเป็นอินดิเคเตอร์ ที่จุดยุติตะกอนสีขาวของซิลเวอร์คลอไรด์จะดูดซับเอาฟลูออเรสซินเข้าไปที่ผิวและเปลี่ยนเป็นตะกอนสีชมพู

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรด

ละลายซิลเวอร์ไนเตรด (AgNO_3) 17.818 กรัม ในน้ำกลั่นและทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 500 มิลลิลิตร

2. สารละลายอินดิเคเตอร์ฟลูออเรสซิน

ละลายโซเดียมฟลูออเรสซิน 0.025 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

3. สารละลายมาตรฐานคลอไรด์

ละลายโซเดียมคลอไรด์ 32.731 กรัม ในน้ำกลั่น และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะมีค่าคลอริไนต์เท่ากับ 19.375×10^{-3}

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. บีบตัวอย่างน้ำมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ฟลูออเรสซิน 1 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างน้ำ ผสมให้เข้ากัน
3. จากนั้นนำสารละลายดังกล่าวไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรด ที่จุดยุติตะกอนสีขาวของซิลเวอร์คลอไรด์จะเปลี่ยนเป็นตะกอนสีชมพู

หมายเหตุ การไทเทรตเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรด มีขั้นตอนเหมือนการไทเทรตตัวอย่างน้ำ แต่เปลี่ยนจากตัวอย่างน้ำเป็นสารละลายมาตรฐานโซเดียมคลอไรด์แทน

การคำนวณหาคลอไรด์ไอออน

$$\text{ปริมาณคลอไรด์ไอออน (meq/L)} = (C_{Ag} \times V_{Ag} \times 1 \times 1000) / V_{\text{sample}}$$

เมื่อ C_{Ag} = ความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (โมลต่อลิตร)

V_{Ag} = ปริมาตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

และ V_{sample} = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่นำมาไทเทรต (มิลลิลิตร)

3.3.5 การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Total Hardness) โดยวิธี EDTA Titrimetry (ดัดแปลงจาก APHA, 1992)

หลักการ

ความกระด้างของน้ำ คือการหาปริมาณของไอออนของโลหะที่มีประจุตั้งแต่ 2+ ขึ้นไป โดยทั่วไปจะเป็นแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออน ซึ่งอาศัยหลักการไทเทรตด้วยสารละลายอีดีทีเอ (Disodium ethylenediaminetetraacetate dihydrate หรือ EDTA) โดยนำตัวอย่างน้ำมาเติมสารละลายบัฟเฟอร์ระบบ แอมโมเนีย-แอมโมเนียมคลอไรด์ เพื่อควบคุม pH ของสารละลายให้มีค่าประมาณ 10 และใช้อีริโอโครมแบล็กที (Eriochrom Black T) เป็นอินดิเคเตอร์ ที่จุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายบัฟเฟอร์

ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 16.9 กรัม ด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc. NH_4OH) 143 มิลลิลิตร หลังจากนั้น เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ (magnesium salt of EDTA) จำนวน 1.25 กรัม ลงในสารละลาย และเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 250 มิลลิลิตร สารละลายนี้ควรเก็บในภาชนะที่เป็นพลาสติกหรือภาชนะแก้ว โบโรซิลิเกต (borosilicate glass container) และไม่ควรเก็บนานเกิน 1 เดือน

2. สารละลายอินดิเคเตอร์อิริโอโครมแบลคที

ละลายอิริโอโครมแบลคที 0.5 กรัม ด้วยสารละลายไตรเอทานอลามีน (2, 2', 2''-nitrilotriethanol) 100.0 กรัม และอัตราส่วนที่ใช้ในการไทเทรต คือสารละลายอินดิเคเตอร์ 2 หยด ต่อตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร

3. สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ เข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร

ละลายอีดีทีเอ (A.R. Grade) จำนวน 3.723 กรัม ด้วยน้ำกลั่นและทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้ควรเก็บในภาชนะที่เป็นโพลีเอธิลีน หรือภาชนะแก้วโบโรซิลิเกต และต้องไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนตทุกครั้งที่ใช้

4. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต เข้มข้น 1.0000 กรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อลิตร

ชั่งแคลเซียมคาร์บอเนต 1.0000 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1 ต่อ 1 จนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด จากนั้นเติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ค้างทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นหยดสารละลายอินดิเคเตอร์เมทิลเรด (methyl red indicator) ลงในสารละลาย 2-3 หยด ปรับให้สารละลายให้มีสีส้ม โดยเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 3 นอร์มอล หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1 ต่อ 1 เท่าที่จำเป็น หลังจากนั้น นำสารละลายที่ได้ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร และเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ปิเปิดตัวอย่างน้ำมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้สารละลายมี pH ประมาณ 10-10.1
3. หยดสารละลายอินดิเคเตอร์อิริโอโครมแบลคที 2 หยด ลงในตัวอย่างน้ำ ผสมให้เข้ากัน สารละลายที่ได้จะมีสีม่วงแดง
4. นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดง เป็นสารละลายสีน้ำเงิน

หมายเหตุ การไทเทรตหาความเข้มข้นของสารละลายอีดีทีเอ (Standardization of EDTA) จะทำตามขั้นตอนที่วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ แต่จะเปลี่ยนจากตัวอย่างน้ำเป็นสารละลายมาตรฐาน แคลเซียมคาร์บอเนตแทน

การคำนวณหาความกระด้างของน้ำ

$$\text{ความกระด้างของน้ำ (M)} = (C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}) / V_{\text{sample}}$$

$$\text{หรือ ความกระด้างของน้ำ (meq/L)} = (C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} \times 2 \times 1000) / V_{\text{sample}}$$

เมื่อ C_{EDTA} = ความเข้มข้นของสารละลายอีดีทีเอ (โมลต่อลิตร)

V_{EDTA} = ปริมาตรของสารละลายอีดีทีเอ ที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

และ V_{sample} = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่นำมาไทเทรต (มิลลิลิตร)

3.8.6 การวิเคราะห์โปแตสเซียมไอออน โซเดียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน

โดยวิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry

(ดัดแปลงจาก APHA, 1992)

หลักการ

ในสภาวะปกติ อะตอมของธาตุแต่ละชนิดจะพยายามปรับตัวให้มีเสถียรภาพมากที่สุด โดยการให้อิเล็กตรอนวงนอกอยู่ในที่ชั้นที่มีพลังงานต่ำที่สุด (ground state) แต่เมื่อมีการให้พลังงานเข้าไปในอะตอมมากขึ้นจนทำให้อิเล็กตรอนวงนอกมีพลังงานสูงขึ้นและขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานสูงสุด เพื่อให้อะตอมกลับมามีเสถียรภาพเหมือนเดิม จึงมีการคายพลังงานออกมา เพื่อกลับมายู่ที่ชั้นที่มีพลังงานต่ำสุด พลังงานที่คายออกมานี้จะถูกวัดเป็นค่าการดูดกลืนแสง และนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสง เพื่อเทียบหาความเข้มข้นของไอออนแต่ละชนิดในตัวอย่างน้ำ

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม เข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน (ppm) (MERCK 60121959)
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียม เข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน (TITRISOL 9927)
3. สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม เข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน (MERCK 60142393)
4. สารละลายแลนทานัม

ละลายแลนทานัมออกไซด์ (La_2O_3) 29.35 กรัม ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 125 มิลลิลิตร โดยค่อยๆ เติมกรดลงไปช้าๆ จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 500 มิลลิลิตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไอออน โซเดียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไอออน โซเดียมไอออน และแมกนีเซียมไอออนเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน มาสารละลายละ 1.0 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายผสมของโปแตสเซียมไอออน โซเดียมไอออน และแมกนีเซียมไอออนเข้มข้น 10 ส่วนในล้านส่วน
2. นำสารละลายที่ได้มาเจือจางให้มีความเข้มข้น 0-10 ส่วนในล้านส่วน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometry ที่สภาวะของเครื่องต่างๆ กัน (ภาคผนวก) ตามชนิดของโลหะที่ต้องการวิเคราะห์ ยกเว้นการวิเคราะห์แมกนีเซียมไอออน ซึ่งต้องเติมสารละลายแทนทานัม 10 มิลลิลิตรต่อสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม 100 มิลลิลิตร โดยผสมให้เข้ากันก่อนที่จะนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง
3. นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของไอออนแต่ละชนิดมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสง เพื่อใช้ในการเทียบหาความเข้มข้นของไอออนในตัวอย่างน้ำ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์โปแตสเซียมไอออน โซเดียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน ในตัวอย่างน้ำ มีขั้นตอนการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของไอออนแต่ละชนิดต่อไป

3.3.7 การวิเคราะห์แคลเซียมไอออนโดยวิธี EDTA Titrimetry

(ดัดแปลงจาก APHA, 1992)

หลักการ

การหาปริมาณแคลเซียมไอออน อาศัยหลักการไทเทรตกับสารละลายอีดีทีเอ โดยนำตัวอย่างน้ำมาเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อควบคุม pH ของตัวอย่างน้ำให้มีค่าประมาณ 12-13 ซึ่งเป็นภาวะที่แคลเซียมไอออนสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารละลายอีดีทีเอได้ดีที่สุด โดยใช้เมอร์เรกไซด์เป็นอินดิเคเตอร์ ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีม่วง

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอร์มัล

นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 250 มิลลิลิตร

2. สารละลายอินดิเคเตอร์เมอร์เรกไซด์ (murexide indicator)

นำเมอร์เรกไซด์ 200 มิลลิกรัม และโซเดียมคลอไรด์ 100 มิลลิกรัม มาผสมรวมกัน โดยอัตราส่วนที่นำไปใช้ในการไทเทรต คือ ของผสม 200 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร

3. สารละลายอีดีทีเอ เข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร

ละลายโคโซเดียมเอธิลีนไดเอมีนเตตระอะซิเตตไดไฮเดรต หรือ อีดีทีเอ (A.R. Grade) ประมาณ 3.723 กรัม ด้วยน้ำกลั่นและทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้ควรเก็บในภาชนะที่เป็นโพลีเอธิลีน หรือภาชนะโพรซิติกเกต และควรไทเทรตสารละลายนี้กับสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนตทุกครั้งที่ใช้

4. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต เข้มข้น 1.0000 กรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อลิตร

ชั่งแคลเซียมคาร์บอเนต 1.0000 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1 ต่อ 1 จนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร และนำไปต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตั้งสารละลายทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หยดสารละลายเมทิลเรดลงในสารละลาย 3 หยด ปรับให้สารละลายมีสีส้มโดยการเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 3 นอร์มอล หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1 ต่อ 1 เท่าที่จำเป็น จากนั้นนำสารละลายที่ได้ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร และเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ปิเปิดตัวอย่างน้ำมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 มิลลิลิตร เพื่อปรับ pH ของน้ำให้มีค่าประมาณ 12-13
3. เติมอินดิเคเตอร์ (ของผสมระหว่างเมอร์เรกไซด์กับเกลือโซเดียมคลอไรด์) ประมาณ 0.2 กรัม เขย่าของผสมให้ละลายจนหมด สารละลายที่ได้จะมีสีชมพู
4. จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายอีดีทีเอ จนกระทั่งถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสารละลายสีม่วง

การคำนวณหาแคลเซียมไอออน

$$\text{ปริมาณแคลเซียมไอออน (mcg/L)} = (C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} \times 2 \times 1000) / V_{\text{sample}}$$

เมื่อ C_{EDTA} = ความเข้มข้นของสารละลายอีดีทีเอ (โมลต่อลิตร)

V_{EDTA} = ปริมาตรของสารละลายอีดีทีเอที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

และ V_{sample} = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่นำมาไทเทรต (มิลลิลิตร)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย