บทที่ 4

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

4.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

4.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดพีเอช (pH meter): HACH, sens Ion 3
2. เครื่องเขย่า (Shaker): GFL, 3020
3. เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifuge): SORVALL,Biofuge Stratos
4. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าแบบละเอียด (Analytical Balance): Satorius, BP2215
5. เครื่องสูบอัตราสูบต่ำ (Piston Pump): Fluid Metering, QG6-2/QG62MB
6. เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS): GBC, Avanza
7. คอลัมน์เทฟลอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร
8. ภาชนะพลาสติกคุณภาพสูง เช่น PE , PP
9. กระดาษกรอง GF/C
10. ชุดเครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum Filter)
11. อุปกรณ์เครื่องแก้วทั่วไป

4.1.2 สารเคมีที่ใช้

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะเป็นรีเอเจนท์เกรด

1. โซเดียมโครเมต (Na_2CrO_4)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
3. กรดไนตริก (HNO_3)
4. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)
5. โซเดียมอะซิเตต (CH_3COONa)
6. ไตรโซเดียมออร์โธฟอสเฟต(Na_3PO_4)
7. โซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$)
8. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
9. สารคุมพีเอชที่พีเอช 7 ($C_8H_{17}N_2O_6S_2Na$)
10. สารคุมพีเอชที่พีเอช 10 ($C_9H_{19}NO_3S$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ตัวแปรในการทำการวิจัย

ในการทำการวิจัยจะทำการศึกษา โดยทำการควบคุมตัวแปรในแต่ละขั้นตอนการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ถึง 4.6

ตารางที่ 4.1 ตัวแปรในการทำการทดลองเพื่อหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการดูดติดผิวของโครเมตบนดินตัวอย่าง

ตัวแปรคงที่	**ช่วงที่ทำการควบคุม**
1. ความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม	5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารคุมพีเอช	10 มิลลิโมลต่อลิตร
3. ค่ากำลังไอออนของสารละลายโครเมียม	20 มิลลิโมลต่อลิตร
4. ปริมาณของสารละลายโครเมียม	50 มิลลิลิตร
5. ปริมาณตัวอย่างดินในน้ำเสียสังเคราะห์	1 กรัม
6. ความเร็วรอบในการเขย่า	200 รอบต่อนาที
7. พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์	4
ตัวแปรอิสระ	**ช่วงที่ทำการศึกษา**
1. เวลาในการสัมผัส	0.5 1 2 24 26 46 48 71 72 75 144 และ172 ชั่วโมง
ตัวแปรตาม	**ค่าที่ทำการตรวจวัด**
1. ลักษณะของน้ำเสียหลังทำการทดลอง	- ปริมาณของโครเมียมที่เหลือ - พีเอช
2. ประสิทธิภาพในการดูดติดผิวของโครเมียมบนดิน	- ร้อยละของการดูดติดผิว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรในการทำการทดลองแบบแบตช์เพื่อหาไอโซเทอมการดูดติดผิวของโครเมตบนดินตัวอย่าง

ตัวแปรคงที่	**ช่วงที่ทำการควบคุม**
1. ความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม	5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารคุมพีเอช	10 มิลลิโมลต่อลิตร
3. ค่ากำลังไอออนของสารละลายโครเมียม	20 มิลลิโมลต่อลิตร
4. ปริมาณของสารละลายโครเมียม	50 มิลลิลิตร
5. ความเร็วรอบในการเขย่า	200 รอบต่อนาที
6. พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์	4 7 และ10
ตัวแปรอิสระ	**ช่วงที่ทำการศึกษา**
1. ปริมาณตัวอย่างดินในน้ำเสียสังเคราะห์	3 7 11 15 และ20 กรัม
ตัวแปรตาม	**ค่าที่ทำการตรวจวัด**
1. ลักษณะของน้ำเสียหลังทำการทดลอง	- ปริมาณของโครเมียมที่เหลือ - พีเอช
2. ความสามารถในการดูดติดผิวของโครเมียมบนดิน	- ปริมาณโครเมียมที่ถูกดูดติดผิวต่อดินตัวอย่าง 1 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการทำการทดลองหาผลของไอออนประจุลบที่มีต่อการดูดติดผิวของโครเมตบนดินตัวอย่าง

ตัวแปรคงที่	ช่วงที่ทำการควบคุม
1. ความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม	5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารคุมพีเอช	10 มิลลิโมลต่อลิตร
3. ค่ากำลังไอออนของสารละลายโครเมียม	20 มิลลิโมลต่อลิตร
4. ปริมาณของสารละลายโครเมียม	50 มิลลิลิตร
5. ความเร็วรอบในการเขย่า	200 รอบต่อนาที
6. พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์	4 7 และ10
7. ปริมาณตัวอย่างดินในน้ำเสียสังเคราะห์	3 7 11 15 และ20 กรัม
8. สัดส่วนเชิงโมลต่อลิตรของโครเมตต่อไอออนประจุลบอื่น	1:1
ตัวแปรอิสระ	**ช่วงที่ทำการศึกษา**
1. ชนิดของไอออนประจุลบอื่น	ฟอสเฟต ซัลเฟต ไนเตรต และคลอไรด์
ตัวแปรตาม	**ค่าที่ทำการตรวจวัด**
1. ลักษณะของน้ำเสียหลังทำการทดลอง	- ปริมาณของโครเมียมที่เหลือ - พีเอช
2. ความสามารถในการดูดติดผิวของโครเมียมบนดิน	- ปริมาณโครเมียมที่ถูกดูดติดผิวต่อดินตัวอย่าง 1 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการทำการทดลองหาผลของไอออนประจุลบที่มีต่อการดูดติดผิวของโครเมตบนดินตัวอย่างเมื่อมีสัดส่วนไอออนประจุลบต่อโครเมตต่าง ๆ

ตัวแปรคงที่	**ช่วงที่ทำการควบคุม**
1. ความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม	5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารคุมพีเอช	10 มิลลิโมลต่อลิตร
3. ค่ากำลังไอออนของสารละลายโครเมียม	20 มิลลิโมลต่อลิตร
4. ปริมาณของสารละลายโครเมียม	50 มิลลิลิตร
5. ความเร็วรอบในการเขย่า	200 รอบต่อนาที
6. พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์	7
7. ปริมาณตัวอย่างดินในน้ำเสียสังเคราะห์	3 7 11 15 และ20 กรัม
ตัวแปรอิสระ	**ช่วงที่ทำการศึกษา**
1. ชนิดของไอออนประจุลบอื่น	ฟอสเฟต ซัลเฟต ไนเตรต และคลอไรด์
2. สัดส่วนเชิงโมลต่อลิตรของโครเมตต่อไอออนประจุลบอื่น	1:0.1 1:1 และ1:10
ตัวแปรตาม	**ค่าที่ทำการตรวจวัด**
1. ลักษณะของน้ำเสียหลังทำการทดลอง	- ปริมาณของโครเมียมที่เหลือ - พีเอช
2. ความสามารถในการดูดติดผิวของโครเมียมบนดิน	- ปริมาณโครเมียมที่ถูกดูดติดผิวต่อดินตัวอย่าง 1 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ตัวแปรในการทำการทำการทดลองแบบคอลัมน์

ตัวแปรคงที่	**ช่วงที่ทำการควบคุม**
1. ความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม	5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารคุมพีเอช	10 มิลลิโมลต่อลิตร
3. ค่ากำลังไอออนของสารละลายโครเมียม	20 มิลลิโมลต่อลิตร
4. เส้นผ่านศูนย์กลางคอลัมน์ดิน	2.54 เซนติเมตร
5. ความสูงของคอลัมน์ดิน	20 เซนติเมตร
6. ปริมาณตัวอย่างดินในคอลัมน์	150 กรัม
7. ความเร็วการไหลผ่านคอลัมน์ดิน	ประมาณ 9.87 เซนติเมตรต่อชั่วโมง
ตัวแปรอิสระ	**ช่วงที่ทำการศึกษา**
1. พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์	4 7 และ10
2. เวลาในการป้อนสารละลายผ่านคอลัมน์	จากเริ่มต้นจนกระทั่งความเข้มข้นของโครเมียมที่ออกจากคอลัมน์เท่ากับความเข้มข้นของโครเมียมที่ป้อน
ตัวแปรตาม	**ค่าที่ทำการตรวจวัด**
1. ลักษณะของน้ำเสียหลังทำการทดลอง	- ปริมาณของโครเมียมที่เหลือ และพีเอช
2. ปริมาณโครเมียมที่เหลือจากการไหลผ่านคอลัมน์ดิน	- อัตราส่วนโครเมียมที่เหลือออกจากคอลัมน์เทียบกับความเข้มข้นของโครเมียมที่ป้อนเข้าสู่คอลัมน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ตัวแปรในการทำการทดลองแบบคอลัมน์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของโครเมตเมื่อมีไอออนประจุลบอื่นรบกวน

ตัวแปรคงที่	**ช่วงที่ทำการควบคุม**
1. ความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม	5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารคุมพีเอช	10 มิลลิโมลต่อลิตร
3. ค่ากำลังไอออนของสารละลายโครเมียม	20 มิลลิโมลต่อลิตร
4. เส้นผ่านศูนย์กลางคอลัมน์ดิน	2.54 เซนติเมตร
5. ความสูงของคอลัมน์ดิน	20 เซนติเมตร
6. ปริมาณตัวอย่างดินในคอลัมน์	150 กรัม
7. ความเร็วการไหลผ่านคอลัมน์ดิน	ประมาณ 9.87 เซนติเมตรต่อชั่วโมง
8. ชนิดของไอออนประจุลบอื่น	ไอออนที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากการทดลองหาผลของไอออนประจุลบต่อการดูดติดผิวของโครเมต
9. สัดส่วนเชิงโมลต่อลิตรของโครเมตต่อไอออนประจุลบอื่น	สัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองหาผลของไอออนประจุลบต่อการดูดติดผิวของโครเมตเมื่อมีสัดส่วนไอออนประจุลบต่อโครเมตต่างๆ
ตัวแปรอิสระ	**ช่วงที่ทำการศึกษา**
1. พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์	4 7 และ10
2. เวลาในการป้อนสารละลายผ่านคอลัมน์	จากเริ่มต้นจนกระทั่งความเข้มข้นของโครเมียมที่ออกจากคอลัมน์เท่ากับความเข้มข้นของโครเมียมที่ป้อน
ตัวแปรตาม	**ค่าที่ทำการตรวจวัด**
1. ลักษณะของน้ำเสียหลังทำการทดลอง	- ปริมาณของโครเมียมที่เหลือ และพีเอช
2. ปริมาณโครเมียมที่เหลือจากการไหลผ่านคอลัมน์ดิน	- อัตราส่วนปริมาณโครเมียมที่เหลือออกจากคอลัมน์เทียบกับโครเมียมที่ป้อนเข้าสู่คอลัมน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการวิจัยจะแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.3.1 วิธีการทดลองเพื่อหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการดูดติดผิวของโครเมตบนดิน

4.3.1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมโครเมต

ชั่งสารโซเดียมโครเมต [Na_2CrO_4] มาจำนวน 1000 มิลลิกรัม ละลายในน้ำDeionized ปริมาตร 1 ลิตร แล้วเก็บในสภาวะและอุณหภูมิที่เหมาะสม

4.3.1.2 การเตรียมสารละลายเพื่อใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองที่พีเอชเริ่มต้น คือ 4 ดังนี้

1. เตรียมสารละลายโซเดียมโครเมตที่ความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ชุด ชุดละ 12 หลอดทดลอง (ทำการทดลอง 2 ซ้ำ)
2. ปรับพีเอชของสารละลาย ให้คงที่และมีค่าประมาณ 4 ด้วย ตัวคุมพีเอช
3. เติมตัวอย่างดินลงในหลอดทดลองชุดที่1 และ2 หลอดทดลองละ 1 กรัม
4. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ตามระยะเวลา และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสมที่อุณหภูมิห้อง
5. ทำการเก็บตัวอย่างตามช่วงเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ชุด ชุดละ 1 หลอดทดลอง
6. กรองแยกเอาน้ำใสด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ เพื่อนำไปวัดค่าพีเอช และวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมที่เหลืออยู่ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
7. นำผลการทดลองที่ได้มาพลอตความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการสัมผัส และประสิทธิภาพในการดูดติดผิวของโครเมตบนดินตัวอย่างที่เวลานั้นๆ

4.3.2 วิธีการทดลองแบบแบตช์ (Batch Test) เพื่อหาไอโซเทอมการดูดติดผิว

ทำการทดลองจำนวน 3 พีเอชเริ่มต้น คือ 4 , 7,และ 10 ดังนี้

1. เตรียมสารละลายโซเดียมโครเมตที่ความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมของโครเมียมต่อลิตร ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 หลอดทดลอง (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Triplicate))
2. ปรับพีเอชของสารละลายในแต่ละชุดทดลอง ให้คงที่และมีค่าประมาณ 4, 7 และ 10 ด้วยตัวคุมพีเอช
3. เติมตัวอย่างดินชุด 1 โดยให้หลอดแรกของแต่ละชุดมีปริมาณต่ำที่สุดและเพิ่มปริมาณไปเรื่อย ๆ จนถึงหลอดสุดท้าย คือ 3, 7, 11, 15 และ 20 กรัม

4. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ตามระยะเวลา และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสมที่อุณหภูมิห้อง
5. กรองแยกเอาน้ำใสด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมที่เหลืออยู่ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
6. นำผลการทดลองไปพลอตกราฟของการดูดซับของโครเมต (Q) กับค่าความเข้มข้นที่สมดุล (C_e) เพื่อหาค่า Adsorption Parameter จากกราฟดังกล่าว

4.3.3 การทดลองหาผลของไอออนประจุลบที่มีต่อการดูดติดผิวของโครเมต

ทำการทดลองจำนวน 3 พีเอชเริ่มต้น คือ 4 , 7 และ 10 ดังนี้

1. เตรียมชุดการทดลองเมื่อมีไอออนประจุลบชนิดแรก จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 หลอดทดลอง (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Triplicate)) โดยแต่ละหลอดใช้สารละลายประมาณ 50 มิลลิลิตร
2. ผสมสารละลายโครเมต และสารละลายที่มีไอออนประจุลบชนิดแรกคือ ฟอสเฟต โดยใช้อัตราส่วนการผสมฟอสเฟตต่อโครเมต คือ 1:1 ในเชิงโมลาร์ ปรับพีเอชให้มีค่าคงที่ทั้ง 3 ชุดการทดลอง คือ 4, 7, และ 10 ด้วยตัวคุมพีเอช
3. เติมตัวอย่างดินโดยให้หลอดแรกของแต่ละชุดมีปริมาณต่ำที่สุดและเพิ่มปริมาณไปเรื่อย ๆ จนถึงหลอดสุดท้าย คือ 3, 7, 11, 15 และ 20 กรัม
4. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ตามระยะเวลา และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิห้อง
5. กรองแยกเอาน้ำใสด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมต ที่เหลืออยู่ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
6. นำผลการทดลองไปพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่สภาวะสมดุล (Ce) และความสามารถในการดูดติดผิว (Q)

ทำการทดลองเช่นเดิมตั้งแต่ข้อ 1 – 6 โดยเปลี่ยนสารละลายไอออนประจุลบจากฟอสเฟตเป็นโซเดียมซัลเฟต โซเดียมไนเตรต และ โซเดียมคลอไรด์ โดยใช้อัตราส่วนการผสมไอออนประจุลบเหล่านี้ต่อโครเมต เท่ากับ 1:1 ในเชิงโมลาร์ ปรับพีเอชให้มีค่าคงที่ด้วยตัวคุมพีเอช

4.3.4 การทดลองหาผลของไอออนประจุลบที่มีต่อการดูดติดผิวของโครเมตบนดินเมื่อมีสัดส่วนไอออนประจุลบต่อโครเมตต่าง ๆ

ทำการทดลองจำนวน 3 สัดส่วนของโครเมตต่อไอออนประจุลบ ในเชิงโมลาร์ โดยทำการทดลองที่พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7 ดังนี้

1. เตรียมสารละลายเช่นเดิม จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 หลอดทดลอง (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Triplicate)) โดยแต่ละหลอดใช้สารละลายประมาณ 50 มิลลิลิตร
2. ผสมสารละลายโครเมต และสารละลายที่มีไอออนประจุลบชนิดแรกคือ ฟอสเฟต โดยใช้อัตราส่วนการผสมฟอสเฟตต่อโครเมต คือ 0.1:1,1:1 และ 10:1 ในเชิงโมลาร์ ปรับพีเอชให้มีค่าคงที่ด้วยตัวคุมพีเอช
3. เติมตัวอย่างดินโดยให้หลอดแรกของแต่ละชุดมีปริมาณต่ำที่สุดและเพิ่มปริมาณไปเรื่อย ๆ จนถึงหลอดสุดท้าย คือ 3, 7, 11, 15 และ 20 กรัม
4. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ตามระยะเวลา และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิห้อง
5. กรองแยกเอาน้ำใสด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมต ที่เหลืออยู่ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
6. นำผลการทดลองไปพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่สภาวะสมดุล (Ce) และความสามารถในการดูดติดผิว (Q)

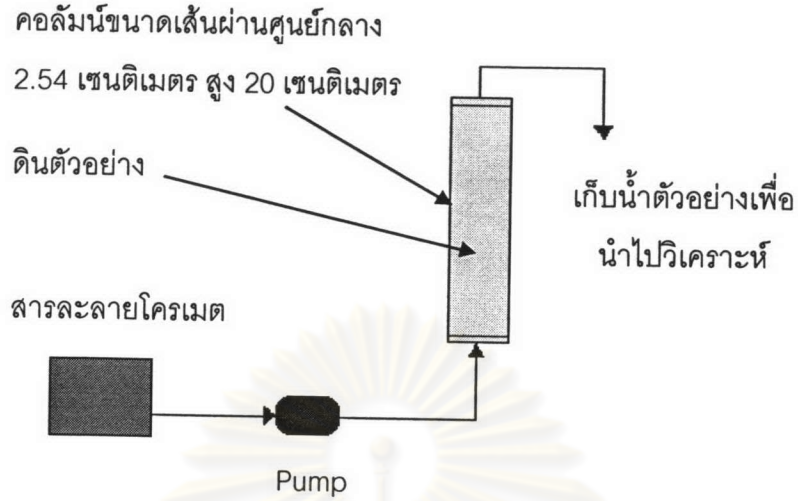
ทำการทดลองเช่นเดิมตั้งแต่ข้อ 1 – 6 โดยเปลี่ยนสารละลายไอออนประจุลบจากฟอสเฟตเป็นซัลเฟต ไนเตรต และ คลอไรด์ โดยใช้อัตราส่วนการผสมไอออนประจุลบเหล่านี้ต่อโครเมตเท่ากับ 0.1:1, 1:1 และ 10:1 ในเชิงโมลาร์ ปรับพีเอชให้มีค่าคงที่ด้วยตัวคุมพีเอช

4.3.5 การทำการทดลองแบบคอลัมน์

ในการทดลองนี้จะใช้คอลัมน์ดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร บรรจุดินตัวอย่างได้เต็มที่ 150 กรัม ทำการทดลองที่พีเอช 4 7 และ 10 โดยป้อนสารละลายโซเดียมโครเมตเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมโครเมียมต่อลิตร (0.1 มิลลิโมลต่อลิตร) ในการทดลอง ดังนี้

1. สูบน้ำผ่านคอลัมน์ดินโดยใช้อัตราการไหลประมาณ 9.87 เซนติเมตร/ชั่วโมง (20 มิลลิลิตร/ชั่วโมง)
2. ปรับพีเอชของน้ำให้มีค่าพีเอช 4 7 และ 10 ด้วย ตัวคุมพีเอช
3. ในแต่ละการทดลองสูบสารละลายโครเมต ความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมโครเมียมต่อลิตร ผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราการไหลประมาณ 9.87 เซนติเมตร/ชั่วโมง (20 มิลลิลิตร /ชั่วโมง)
4. เก็บน้ำที่ทางน้ำออกไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมตที่เหลืออยู่ในน้ำออกจากคอลัมน์ที่เวลาต่าง ๆ
5. นำข้อมูลมาพลอต Breakthrough Curve

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

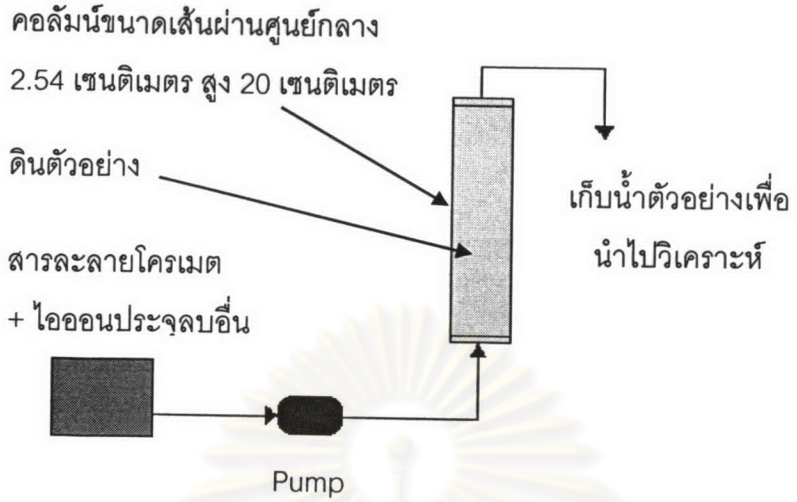


รูปที่ 4.1 **การทำการทดลอง** Column Test

4.3.6 การทดลองแบบคอลัมน์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของโครเมตเมื่อมีไอออนประจุลบอื่นรบกวน

ทำการทดลองที่พีเอช 4 7 และ 10 โดยป้อนสารละลายโซเดียมโครเมตเข้มข้น 15.2 มิลลิกรัมโครเมียมต่อลิตร (0.1 มิลลิโมลต่อลิตร) ที่มีสารไอออนประจุลบที่ใช้รบกวนในการทดลองในสัดส่วนของโครเมตต่อไอออนรบกวนเท่ากับ 1:1 ในเชิงโมลาร์ ดังนี้

1. สูบน้ำผ่านคอลัมน์ดินโดยใช้อัตราการไหลประมาณ 9.87 เซนติเมตร/ชั่วโมง (20 มิลลิลิตร/ชั่วโมง)
2. ปรับพีเอชของน้ำให้มีค่าพีเอชให้คงที่ด้วยตัวคุมพีเอช
3. ศึกษาผลจากไอออนลบโดยเลือกใช้อัตราส่วนการผสมโครเมตและฟอสเฟตเท่ากับ 1:1 ในเชิงโมล ปั๊มผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราการไหลประมาณ 9.87 เซนติเมตร/ชั่วโมง (20 มิลลิลิตร/ชั่วโมง)
4. เก็บน้ำที่ทางน้ำออกไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมตที่เหลืออยู่ในน้ำออกจากคอลัมน์ที่เวลาต่าง ๆ
5. นำข้อมูลมาพลอต Breakthrough Curve



รูปที่ 4.2 การทำการทดลอง Column Test เมื่อสารละลายโครเมตมีไอออนประจุลบอื่นเป็นสัดส่วนเชิงโมลาร์กับโครเมต ที่เหมาะสม

4.4 วิธีการตรวจวัดพารามิเตอร์

การหาค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการวิจัยคือ การหาค่าตัวแปรตาม ได้แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 วิธีการตรวจวัดตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม	เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดค่า	วิธีการตรวจวัดค่า
1. พีเอช	พีเอช มิเตอร์: ยี่ห้อ HACH รุ่น sens Ion 3	Electrometric Method U.S.EPA 0150.1 600/4-79-020
2. ปริมาณโครเมียมในสารละลาย	เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS): ยี่ห้อ GBC รุ่น Avanza	AA, Direct Aspiration U.S.EPA 0218.1 600/4-79-020