

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 28

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องที่ 1

ความสามารถในการดูฉบับตีและโลหะหนักโครเมียม
ของถ่านกัมมันต์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

โดย

นางฉัตร ปัญญวัฒน์กิจ
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

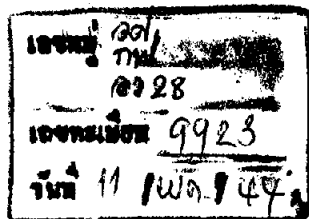
กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม
กองฟอสซิลส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

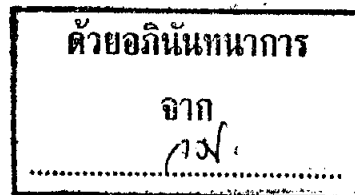
เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องที่ 1

ความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียม
ของถ่านกัมมันต์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย



โดย



นางศัทธา ปัญญวัฒน์กิจ
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการวิจัยหาความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียม (VI) ที่ผลิตจากกะลาปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม โดยนำถ่านกัมมันต์มาคัดขนาดด้วยวิธี ซีฟ อะนาไลซิส (seive analysis) ได้ถ่านกัมมันต์ 2 ขนาด แล้วนำถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ขนาด มาหาค่า พีเอช จากนั้นหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เพราะว่าค่าพีเอชของสารละลายสูงขึ้น ไดโครเมต อีออน (Cr_2O_7^-) จะเปลี่ยนเป็น โครเมต อีออน (Cr_2O_4^-)

ดังนั้นสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จึงเตรียมให้มีพีเอชเท่ากับ 1 และ 2 เท่านั้น จากนั้นทำการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต โดยให้มีความเข้มข้นต่างๆ กัน จำนวน 2 ชุด โดยให้มีค่าพีเอชเป็น 1 และ 2 แล้วนำสารละลายที่เตรียมได้ทั้งหมด ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างเป็นกราฟมาตรฐาน จากนั้นทำการศึกษาไคเนติกส์ สแตคส์ (kinetics studies) ของถ่านกัมมันต์ เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียมของถ่านกัมมันต์ ทั้ง 2 ขนาด คือที่เวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำเวลาที่ศึกษาได้ มาศึกษาหา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม (adsorption isotherm) ของถ่านกัมมันต์ ทั้ง 2 ขนาด พบว่าถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ขนาดให้ความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียมในรูปของไดโครเมต อีออน อยู่ในช่วง 147 ± 0 และ 117 ± 6 มิลลิกรัมต่อกรัมถ่านกัมมันต์ ของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ที่มีค่าพีเอชเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่าขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์ และค่าพีเอชของสารละลาย ไม่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียมทั้งนี้เนื่องมาจาก ค่าพีเอชของสารละลาย และ ขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์ ไม่มีความแตกต่างกันมาก

ดังนั้นเพื่อช่วยให้ประเทศชาติ ซึ่งประสบกับปัญหา มลพิษต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องมลพิษทางน้ำ อันเนื่องมาจากโลหะหนักต่างๆ อาทิเช่น โครเมียม ก็สามารถนำวัสดุทิ้งที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในประเทศมาใช้ประโยชน์ได้แล้ว นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลดีต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศชาติอีกด้วย

สารบัญ	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2-3
1.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย _____	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4-6
บทที่ 3 การดำเนินการ	
3.1 วิธีดำเนินการ	7
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	7
3.4 สารเคมี	7
3.5 ขั้นตอนดำเนินการ	7
บทที่ 4 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	23
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก. วิธีหาค่า พีเอชของถ่านกัมมันต์	
ภาคผนวก ข การสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต	

สารบัญรูป	หน้า
รูปที่ 2.1 การกำจัดสีด้วยผงถ่านกัมมันต์ขนาดต่างๆ ในสารละลาย ที่มีความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร	4
รูปที่ 2.2 แลงเมียร์ พลั๊ตของการดูดซับโครเมียม (VI) บน ฟลายแอส (fly ash) กับ วอลแลสโทไนต์ (wollastonite) (1:1) ที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พีเอช เท่ากับ 2	6
รูปที่ 3.1 แอดซอร์พชัน สเปคตรัม ของสารละลายโพแทสเซียม ไดโครเมตเข้มข้น 1.7×10^{-4} โมลาร์ ที่ พีเอช 1, 2, 3, 5 และ 7 ตามลำดับ	8
รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของสารละลายกรดไนตริก เมื่อผ่านการสูบลuft กับถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันขนาด 0.850 – 0.425 มิลลิเมตร ที่สารละลายมีพีเอช เป็น 1, 2 และ 3	10
รูปที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของสารละลายกรดไนตริก เมื่อผ่านการสูบลuft กับถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันขนาด 0.425 – 0.250 มิลลิเมตร ที่สารละลายมีพีเอช เป็น 1, 2 และ 3	10
รูปที่ 3.4 ไคเนติกส์ สตัดดีส์ ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ของสารละลายโพแทสเซียม ไดโครเมต เข้มข้นขึ้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ และ 1.7×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ	13
รูปที่ 3.5 ไคเนติกส์ สตัดดีส์ ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.425- 0.250 มิลลิเมตร ของสารละลายโพแทสเซียม ไดโครเมต เข้มข้นขึ้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ และ 1.7×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ	13
รูปที่ 3.6 ไคเนติกส์ สตัดดีส์ ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 กับ 0.425- 0.250 มิลลิเมตร ของสารละลาย โพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้นขึ้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1	14
รูปที่ 3.7 ไคเนติกส์ สตัดดีส์ ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 กับ 0.425- 0.250 มิลลิเมตร ของสารละลาย โพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้นขึ้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 2	14
รูปที่ 3.8 แอดซอร์พชัน ไอโซโทม ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน	17

บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช 1	
รูปที่ 3.9 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน	17
บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่พีเอช 1 และ 2	
รูปที่ 3.10 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน	18
บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช 2	
รูปที่ 3.11 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน	18
บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช 1 และ 2	
รูปที่ 3.12 แลงเมียร์ ฟล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม	19
ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่	
พีเอช เท่ากับ 1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	
รูปที่ 3.13 แลงเมียร์ ฟล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม	20
ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.425-0.250 มิลลิเมตร	
พีเอช เท่ากับ 1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	
รูปที่ 3.14 แลงเมียร์ ฟล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม	20
ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่	
พีเอช เท่ากับ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	
รูปที่ 3.15 แลงเมียร์ ฟล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม	21
ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่ พีเอช	
เท่ากับ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	

สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงความ พีเอช ของสารละลายกรดในทริก ที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเข้าสู่สมดุลกับถ่านกัมมันต์	9
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการดูดซับไดโครเมต อีออน บนผิว ถ่านกัมมันต์ ในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เจ้มข้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ พีเอช เท่า กับ 1.10 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง ณ ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร	12
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าการดูดซับไดโครเมต อีออน บนผิว ถ่านกัมมันต์ ในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เจ้มข้น 1.7×10^{-4} โมลาร์ พีเอช เท่า กับ 2.06 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง ณ ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร	12
ตารางที่ 3.4 แสดงค่าการดูดซับของไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่พีเอชเท่ากับ 1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	16
ตารางที่ 3.5 แสดงค่าการดูดซับของไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่พีเอชเท่ากับ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	16
ตารางที่ 3.6 แสดงค่า แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ของไดโครเมต อีออน กับอนุภาคของถ่านกัมมันต์ ในสารละลายที่มี พีเอช เท่ากับ 1 และ 2	22

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตทุกชีวิตบนโลก น้ำจึงเป็นทรัพยากรที่ต้องรักษาไว้ ปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาระดับโลก ซึ่งประเทศต่างๆต้องร่วมมือกัน สำหรับประเทศไทยนั้นมีจำนวนประชากรในอัตราที่สูงเพิ่มขึ้นทุกปี ประกอบกับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี จึงส่งผลให้ความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น จากสถานการณ์ปัจจุบันพบว่า มนุษย์กำลังประสบกับปัญหาน้ำปนเปื้อนอันเนื่องมาจากน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการปนเปื้อนของมลพิษต่างๆในแหล่งน้ำ อันก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาดสำหรับการอุปโภคบริโภค

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศในภาคอุตสาหกรรมซึ่งเพิ่มจากร้อยละ 24 ในปี พ.ศ. 2513 เป็นร้อยละ 31 ในปี พ.ศ. 2532 โดยเฉพาะในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศมีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม มีการขยายตัวสูงมากถึงร้อยละ 12.7 ในปี 2532 ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งตั้งเป้าหมายไว้เพียงร้อยละ 6.6⁽¹⁾ จากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงงานชุบโลหะหนัก

ในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งมีถึง 200 โรงงาน โรงงานดังกล่าวจะมีการระบายโลหะหนักต่างๆ เช่น โครเมียม นิกเกิล ทองแดง เป็นต้น จากกระบวนการผลิตปีละประมาณ 12 ตัน ดังนั้น หากไม่มีการจัดการ ที่เหมาะสม ก็อาจจะทำให้สารมลพิษดังกล่าวปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ โครเมียมเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งห้ามมิให้เกิน 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทั่วไปพิษของโลหะหนัก มีผลต่อการเจริญเติบโตหรือเมตาโบลิซึมของสิ่งมีชีวิต หากมีปริมาณความเข้มข้นที่สูงเกินพอ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าตัวอ่อนไก่ ขณะยังอยู่ในไข่ถ้าหากได้รับโครเมียมในปริมาณต่อมากต่อน้ำหนักตัว จะมีผลทำให้ลูกไก่ที่ฟักตัวอ่อนออกมามีโอกาสเกิดความผิดปกติของการสร้าง ลองโบน (Long bone) เป็นต้น⁽²⁾

การดูดซับสิ่งสกปรก สี และ โลหะหนักด้วยถ่านกัมมันต์เป็นเทคโนโลยีหนึ่ง

ที่ใช้กระบวนการฟิสิกัลเคมี (Physical-chemical processes) โดยทั่วไปนิยมใช้ในการบำบัด
ขั้นสูง (Advanced treatment หรือ Tertiary treatment) ซึ่งนิยมใช้กำจัดสิ่งสกปรกในรูป
ความเข้มข้นต่ำๆ เช่น สี โลหะหนักต่างๆ ⁽³⁾ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียจากโรงงาน
อุตสาหกรรมประเภท Textile ซึ่งประกอบด้วย Metal complex dyes เช่น โครเมียม

การดูดซับโลหะหนักด้วยถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต
หนึ่งๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกะลาปาล์มน้ำมัน ซึ่งวัสดุเหลือทิ้งจาก
กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม นอกจากเพิ่มมูลค่าของวัสดุแล้วยังเป็นการลดปริมาณขยะ
อีกด้วย ประกอบกับสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลตามเทคโนโลยีที่เรียกว่า โลว์ แอนด์
นอนเวสต์ เทคโนโลยี (Low and Nonwaste Technology หรือ LNWT) ซึ่งหมายถึง
เทคโนโลยีที่ว่าด้วยการปรับปรุงการผลิตเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ในวัตถุดิบให้มี
ประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรนำถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากกะลา
ปาล์มน้ำมัน มาศึกษาหาความสามารถ ในการดูดซับสีและโลหะหนัก โครเมียม เพื่อ
ประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียต่อไป อันก่อให้เกิด ผลดีต่อเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อม
ของประเทศชาติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียม ของถ่านกัมมันต์ที่
ได้จากกะลาปาล์มน้ำมัน โดยแบ่งการศึกษา ออกได้ดังนี้

1.2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลง แอดซอร์พชัน สเปกตรัม (Adsorption spectrum) ของ
สารละลาย โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) เมื่อความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH)
เปลี่ยนแปลงไป

1.2.2 ศึกษา ไอโซเทอรัล สแตดิส เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีและ
โลหะหนักโครเมียม ในรูปของ ไดโครเมต อีออน

1.2.3 ศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอรัล เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่าง มิลลิกรัมต่อกรัม
ถ่าน ของไดโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ กับความเข้มข้นของ
ไดโครเมต อีออน ที่เหลืออยู่เพื่อหาความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนัก โครเมียม
ในเทอมของ แอดซอร์พชัน คาแพซิติ [Adsorption capacity (X_m)]

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคือ

- ความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย
- เวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ , ชั่วโมง
- ความเข้มข้นของสารละลาย , โมลาร์ (Molar)
- ขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์, มิลลิเมตร

1.4 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย มิถุนายน 2539 ถึง พฤษภาคม 2540

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 เป็นข้อมูลสำหรับการนำถ่านกัมมันต์ผลิตจากกะลาปาล์มน้ำมันมากำจัดสีและโลหะหนักโครเมียม จากห้องปฏิบัติการ

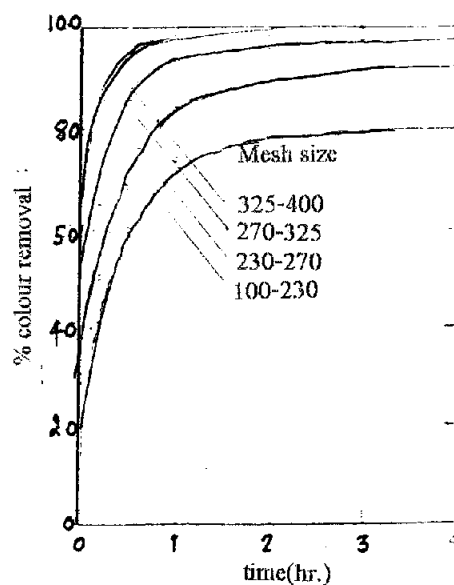
1.5.2 เป็นปัจจัยสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือในการรักษาสิ่งแวดล้อม

1.5.3 เป็นปัจจัยสนับสนุนในการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้ง มาใช้ประโยชน์
อันก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sheng H. Lin⁽⁴⁾ ได้ทำการศึกษาการดูดซับสีคิลิเพอร์ส (CI Disperse Red 60) ซึ่งเป็นสีที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ 1 และ 1.5 กรัม ของ ถ่านกัมมันต์ชนิดผง (ทำมาจาก Saw dust อบให้แห้งที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) ขนาด 325-400 เมชใส่ลงในขวดแก้ว ที่มีสารละลายสีคิลิเพอร์สอยู่ 100 มิลลิลิตร ณ ความเข้มข้น 25, 75, 150 และ 150 ส่วนในล้านส่วน แล้วทำการทดลองซ้ำ โดยใช้ ถ่านกัมมันต์ชนิดผง ขนาดต่างๆ คือ 100-230, 230-270 และ 270-325 เมช หาปริมาณสีที่ถูกดูดซับโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (model TC-1 Tokyo Denshoku) จากผลการทดลองพบว่าขนาดของ ถ่านกัมมันต์ชนิดผง มีผลต่อการดูดซับสี แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การกำจัดสีด้วย ถ่านกัมมันต์ชนิดผง ขนาดต่างๆ ในสารละลายที่มีความเข้มข้น 150 ส่วนในล้านส่วน

A.R. Bowers and C.P. Huang⁽⁵⁾ ได้ทำการศึกษาการกำจัด โครเมียม (VI) ในน้ำเสียสังเคราะห์ พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมคือ 2.5

Toyokichi ได้รายงานว่ โครเมียม (VI) สามารถถูกกำจัดได้ด้วยถ่านกัมมันต์ เมื่อผ่านน้ำเสียที่มีปริมาณ 100 ส่วนในล้านส่วนของ โครเมตไอออน ลงบนถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัม ที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ ในอัตรา 1 ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง พบว่าหลังผ่านการกำจัดมี

โครเมตอิกอนเหลืออยู่เพียง 0.1 ส่วนในล้านส่วน

Tagashira et al. ได้ทำการศึกษา โดยการผสม 200 มิลลิลิตร สารละลาย โปแทสเซียมไดโครเมต (534 ส่วนในล้านส่วน โครเมียม กับ 5 กรัม ผงถ่านจากกะลา มะพร้าว (100-200 เมช) ร้อยละ 15 , 200-325 เมช ร้อยละ 15 และ <325 เมช ร้อยละ 70) แล้วให้ความร้อนใน ออโตคลอว์ (Autoclave) ที่ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถกำจัด โครเมียม (VI) เหลือเพียง 0.1 ส่วนในล้านส่วน

Tsudaw ได้ทำการศึกษาโดยการผสม ร้อยละ 10 โซเดียมไดโครเมต ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 50 มิลลิลิตร กับ 5 กรัม ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ในขวดแก้ว เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถดูดซับ ไดโครเมต อิกอน ได้ ร้อยละ 38 และ ร้อยละ 3.3 ที่สารละลายมีความเป็นกรด-ด่าง 3 และ 7 ตามลำดับ

K.K.Panday, Gur Prasad and V.N. Singh ⁽⁶⁾ ได้ทำการศึกษาการกำจัด โครเมียม (VI) ด้วยเถ้าลอยลิกไนต์ (Fly ash) กับ วอลแลสโทไนท์ (Wollastonite) ใน อัตราส่วน 1:1 พบว่าการกำจัด โครเมียม(VI) ขึ้นกับ ความเข้มข้น, ความเป็นกรด-ด่าง และ อุณหภูมิของสารละลาย พบว่าสถานะที่ดูดซับ โครเมียม (VI) ได้ดีที่สุดคือที่ ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเป็น 2 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของสารละลายโปแทสเซียม ไดโครเมตอยู่ในช่วง 0.6 ถึง 1.6×10^{-4} โมลาร์ หากความ สามารถในการดูดซับโครเมียม (VI) บน เถ้าลอยลิกไนต์ กับ Wollastonite (1:1) โดยใช้ แลงเมียร์ พล็อต ดังสมการ

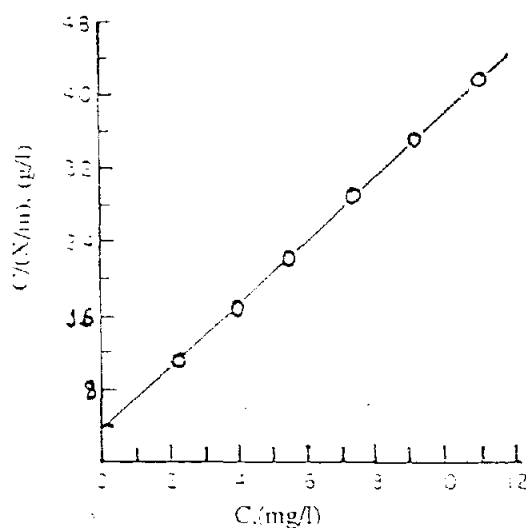
$$\frac{C}{X/m} = \frac{1}{K_1 K_2} + \frac{C}{K_2}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารละลายโปแทสเซียมไดโครเมต ณ จุดสมดุล
มิลลิกรัม/ลิตร

X/m = ปริมาณ โครเมียม (VI) ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัม

K_1, K_2 = ค่าคงที่ของแลงเมียร์ (Langmuir's constants)

ซึ่งจากผลการทดลองได้นำมาทำแผนภูมิ พล็อต ของการดูดซับโลหะหนัก โครเมียม (VI) แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภูมิ พล็อต ของการดูดซับ โครเมียม (VI) บน ถ้ำลอยลิคไนต์กับ วอลแลสโทไนท์ (1:1) อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พีเอช ของสารละลายเท่ากับ 2

พบว่าผลการกำจัด โครเมียม(VI) ด้วย ถ้ำลอยลิคไนต์ กับ วอลแลสโทไนท์ จะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึง 80 นาที หลังจากนั้นจะเริ่มคงที่ และเมื่อเปลี่ยนความเข้มข้น ของ สารละลายจาก 0.35 เป็น 1.6×10^{-1} โมลาร์ ปริมาณการดูดซับจะเพิ่มขึ้นจาก 0.183 มิลลิกรัมต่อกรัม (ร้อยละ 100 การกำจัด) เป็น 0.271 มิลลิกรัมต่อกรัม (ร้อยละ 36) ที่ 30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเท่ากับ 2

บทที่ 3 การดำเนินการ

3.1 วิธีดำเนินการ

เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาหาความสามารถในการดูดซับสี และ โลหะหนักโครเมียมของถ่านกัมมันต์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียอย่างเหมาะสมต่อไป

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.2.1 แร่ขนาด 0.850 , 0.425 และ 0.250 มิลลิเมตร
- 3.2.2 เครื่องชั่ง ละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่งของ Satorius รุ่น RC 210 S
- 3.2.3 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ , Milton Roy Spectronic 3000
- 3.2.5 เครื่องวัดพีเอช : Orion Model 900A
- 3.2.4 เครื่องแก้วต่างๆ ได้แก่ บีกอร์ , เปเปต , ขวดปริมาตร , และ กรวยกรอง
ก้านยาว ลูกยาง เป็นต้น
- 3.2.5 กระดาษกรองวอชท์แมน เบอร์ 41

3.3 สารเคมี

- 3.3.1 โพลแทสเซียมไดโครเมต ชนิดวอลูมเมตริก เกรด และ แลบบอราทอรี เกรด
- 3.3.2 กรดไนตริกเข้มข้น
- 3.3.3 สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

3.4 ขั้นตอนดำเนินการ

3.4.1 นำถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาปาล์มนำมาตัดขนาดโดยผ่านแร่ขนาด 0.850 , 0.425 และ 0.250 มิลลิเมตร โดยวิธี ซีฟ อะนาไลซิส ได้ถ่านกัมมันต์ 2 ขนาด คือ ขนาด 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร

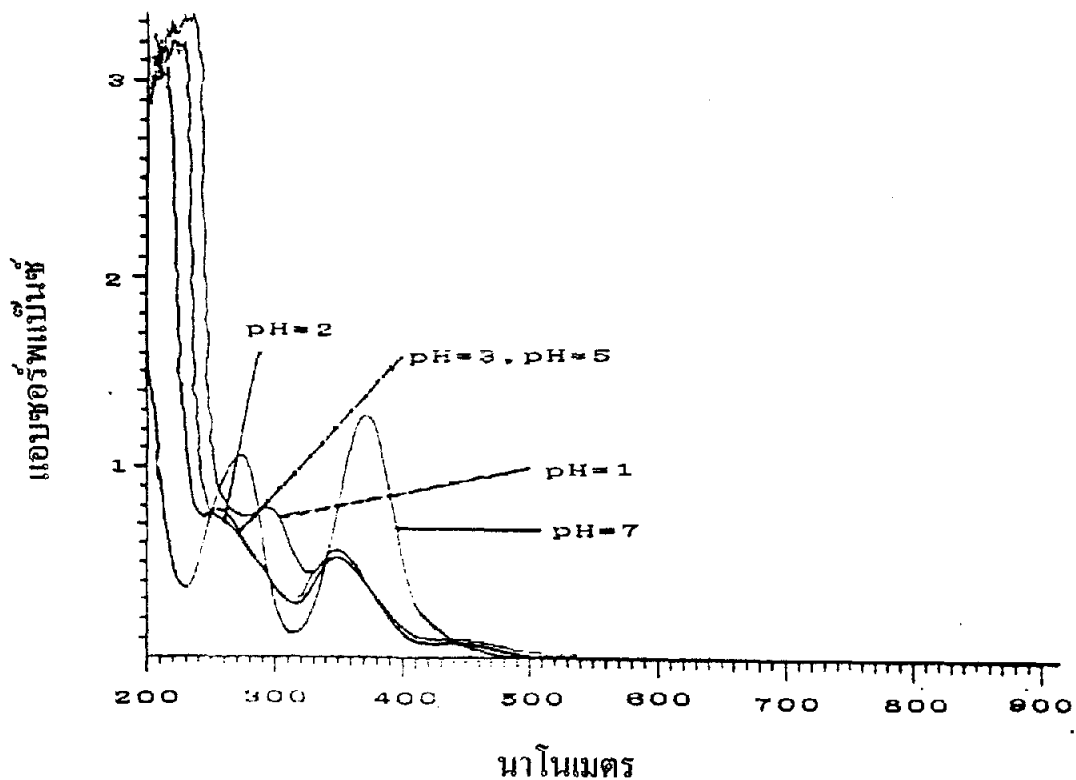
3.4.2 นำถ่านกัมมันต์ที่คัดเรียบร้อยแล้วไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 เซลเซียส แล้วเก็บไว้ในเดลิทเกเตอร์ เพื่อป้องกันมิให้ถ่านดูดความชื้น นำไปหาค่าพีเอช^(๑) ได้พีเอช เท่ากับ 9.85

3.4.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลง แอมพอร์พจน์ สเปกตรัม ของสารละลาย โพลแทสเซียมไดโครเมต เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของสารละลาย

ดังนี้

-เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ให้มีความเข้มข้น 1.7×10^{-4} โมลาร์ ปรับสารละลายให้มีพีเอชเป็น 1, 2, 3, 5 และ 7 ด้วย 0.1 โมลาร์ กรดไนทริก และหรือ 0.1 โมลาร์ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

- นำสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ที่เตรียม ณ พีเอชต่างๆ ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยการสแกนสเปกตรัม เพื่อหาพีเอชที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลาย ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อค่าพีเอชของสารละลายสูงขึ้น ไดโครเมต อีออน จะเปลี่ยนเป็น โครเมต อีออน ดังรูปที่ 3.1



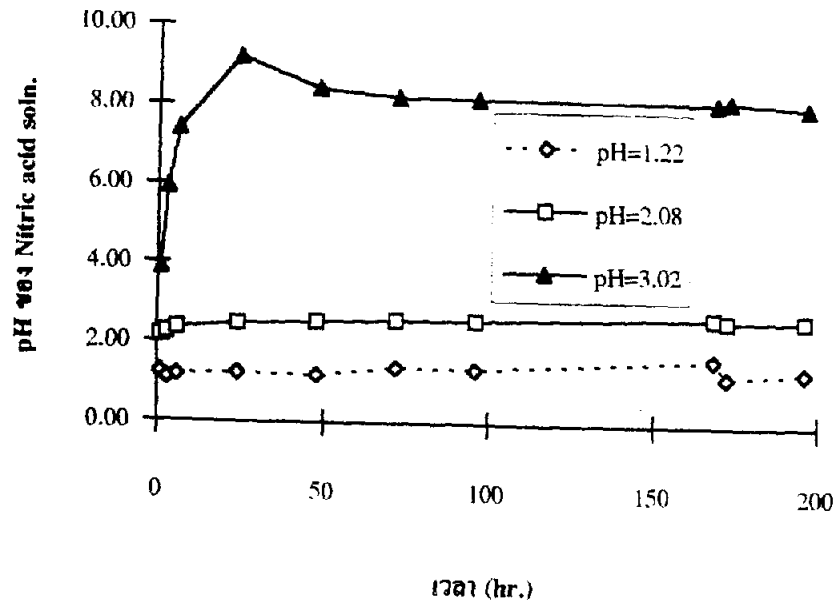
รูปที่ 3.1 แอดซอร์ปชัน สเปกตรัม ของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 1.7×10^{-4} โมลาร์ ที่ พีเอช 1, 2, 3, 5 และ 7 ตามลำดับ

ผลจาก แอดซอร์ปชัน สเปกตรัม ของสารละลายที่พีเอช 1, 2, 3, 5 และ 7 พบว่าสารละลายที่มีค่า พีเอช เท่ากับ 5 และ 7 มีการเปลี่ยนแปลง สเปกตรัมจาก ไดโครเมต อีออน เป็น โครเมต อีออน ดังนั้นจึงทดลองเตรียมสารละลายกรดไนทริก ให้มีพีเอชเป็น 1, 2 และ 3 แล้วนำไปแช่ถ่านกัมมันต์ ทั้ง 2 ชนิด เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ค่าพีเอชของสารละลายกรดไนทริกที่พีเอชต่างๆ เมื่อเข้า

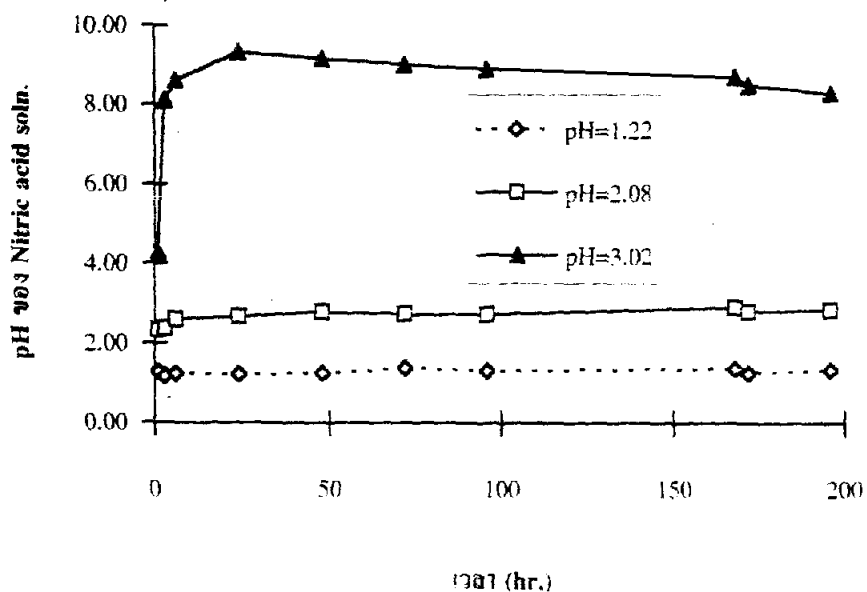
สู่สมดุลงับถ่านกัมมันต์ โดยใช้ถ่านกัมมันต์ 0.25 กรัม ต่อสารละลายกรดไนตริก 25.0 มิลลิเมตร ตั้งแต่เวลา 0 ถึง 196 ชั่วโมง รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.1 ตารางที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลง ค่าพีเอชของสารละลายกรดไนตริก ที่มีความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเข้าสู่สมดุลงับถ่านกัมมันต์

เวลา ชั่วโมง	0.1 โมลาร์ กรดไนตริก ความเป็นกรด-ด่าง 1.22 ขนาดถ่านกัมมันต์ ,มิลลิเมตร		0.01 โมลาร์ กรดไนตริก ความเป็นกรด-ด่าง 2.08 ขนาดถ่านกัมมันต์ ,มิลลิเมตร		0.001 โมลาร์ กรดไนตริก ความเป็นกรด-ด่าง 3.02 ขนาดถ่านกัมมันต์ ,มิลลิเมตร	
	0.850-0.425	0.425-0.250	0.850-0.425	0.425-.250	0.850-0.425	0.425-0.250
0	1.22	1.22	2.08	2.08	3.02	3.02
1	1.24	1.28	2.17	2.33	3.88	4.28
3	1.10	1.17	2.25	2.37	5.91	8.10
6	1.18	1.23	2.36	2.59	7.39	8.61
24	1.23	1.23	2.47	2.68	9.18	9.33
48	1.19	1.24	2.52	2.79	8.41	9.18
72	1.40	1.38	2.58	2.75	8.21	9.04
96	1.36	1.31	2.59	2.73	8.18	8.93
168	1.34	1.37	2.71	2.91	8.13	8.73
172	1.23	1.25	2.64	2.80	8.18	8.52
196	1.36	1.34	2.67	2.86	8.05	8.33

ผลจากตารางที่ 3.1 พบว่าสารละลายกรดไนตริกที่พีเอช 1 และ 2 เมื่อเวลาของการแช่ถ่านกัมมันต์ จาก 0 ถึง 196 ชั่วโมง พีเอชของสารละลายไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก เมื่อเทียบกับสารละลายกรดไนตริก ที่พีเอชเท่ากับ 3 จะมีการเปลี่ยนแปลงพีเอชไปเป็น 9 ภายในเวลา 5 ชั่วโมง ของการเข้าสู่สมดุล และจากข้อมูลดังตารางที่ 3.1 นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง พีเอชของสารละลายกับเวลาต่างๆ ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของสารละลายกรดไนตริกเมื่อผ่านการสูบลมคู่กับแผ่นกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันขนาด 0.850 – 0.425 มิลลิเมตร ที่สารละลายมีพีเอช เป็น 1, 2 และ 3



รูปที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของสารละลายกรดไนตริกเมื่อผ่านการสูบลมคู่กับแผ่นกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันขนาด 0.425 – 0.250 มิลลิเมตร ที่สารละลายมีพีเอช เป็น 1, 2 และ 3

จากรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3 เมื่อแผ่นกัมมันต์ทั้ง 2 ขนาด ในสารละลายกรดไนตริกที่พีเอชเท่ากับ 1, 2 และ 3 พบว่าในสารละลายที่มีพีเอชเท่ากับ 1 และ 2 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพีเอชเมื่อเวลาเปลี่ยนไป สำหรับในสารละลายที่มีพีเอชเท่ากับ 3 จะมีพีเอชเปลี่ยนเป็น 9 ภายในเวลา 5 ชั่วโมง ของการเข้าสู่สูบลม ดังนั้นการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตเริ่มต้น สำหรับหา

ความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียม ควรมีพีเอชเริ่มต้นไม่เกิน 2 ทั้งนี้เพราะว่าถ่านกัมมันต์ซึ่งมีพีเอชเท่ากับ 9.85 จะทำให้ สารละลายพีเอชสูงขึ้น และพบว่าถ้าสารละลายมีพีเอชมากกว่า 5 จะไม่เหมาะสมในการทดลอง เพราะ ไคโครเมต อีออน จะเปลี่ยนเป็น โครเมต อีออน

3.4.4 ศึกษาไอโซเทอริก สัตตคีส์ ของถ่านกัมมันต์รังสี โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- เตรียมสารละลายโพแทสเซียม ไคโครเมตเข้มข้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ และ 1.7×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1 และ 2 ด้วยสารละลาย 0.1 โมลาร์ และ หรือ 0.1 โมลาร์ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข) ได้สารละลายโพแทสเซียม ไคโครเมตมีความเข้มข้นเริ่มต้นในเทอมของไคโครเมต อีออน เป็น 442 และ 446.7 มิลลิกรัม ต่อลิตร ที่พีเอช 1 และ 2 ตามลำดับ แล้วนำสารละลายดังกล่าวมาแช่ถ่านกัมมันต์ ทั้ง 2 ชนิด โดยใช้ถ่านกัมมันต์ 0.25 กรัม ต่อสารละลาย 25.0 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที 1, 2, 3, 5 และ 24 ชั่วโมง หลังครบเวลาดังกล่าวกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 41 นำสารละลายที่กรองได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน ของไคโครเมต อีออน จะทราบค่า ไคโครเมต อีออนที่เหลือจากการดูดซับ จากนั้นคำนวณหาปริมาณที่ถูกดูดซับของ ไคโครเมต อีออนได้ โดยการนำไคโครเมต อีออน ที่เหลืออยู่หักออก จากปริมาณไคโครเมต อีออนเริ่มต้นคูณด้วย 0.025 หารด้วย น้ำหนักตัวอย่าง รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

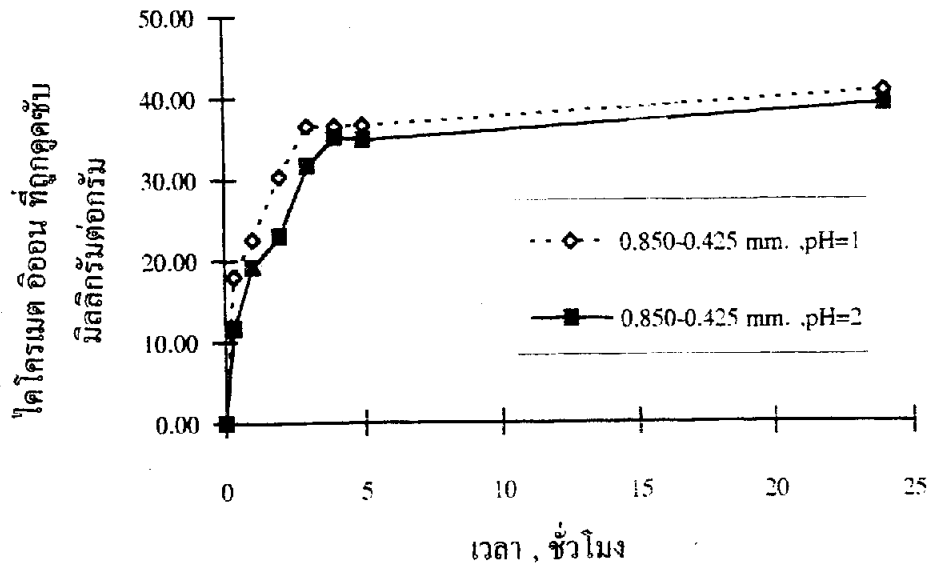
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการดูดซับโคโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ในสารละลายโพแทสเซียมโคโครเมต เข้มข้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ พีเอช เท่ากับ 1.10 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง ณ ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร

เวลา ชั่วโมง	ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร	ขนาด 0.425 -0.250 มิลลิเมตร
	ปริมาณของ โคโครเมตอีออน ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัม	ปริมาณของ โคโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัม
20 นาที	18.06	25.55
1	22.61	29.06
2	30.28	29.63
3	36.50	37.98
4	36.50	39.37
5	36.67	40.23
24	40.73	42.69

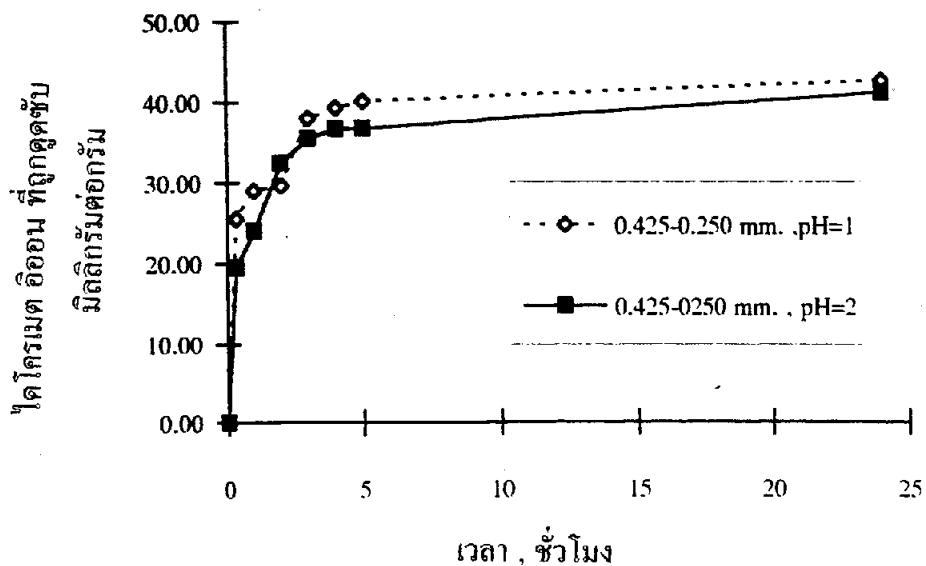
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าการดูดซับโคโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ในสารละลายโพแทสเซียมโคโครเมต เข้มข้น 1.7×10^{-4} โมลาร์ พีเอช เท่ากับ 2.06 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง ณ ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร

เวลา ชั่วโมง	ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร	ขนาด 0.425 -0.250 มิลลิเมตร
	ปริมาณของโคโครเมตอีออน ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัม	ปริมาณของโคโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัม
20 นาที	11.64	19.51
1	19.18	24.07
2	23.03	32.49
3	31.59	35.46
4	35.14	36.71
5	34.84	36.79
24	39.17	41.19

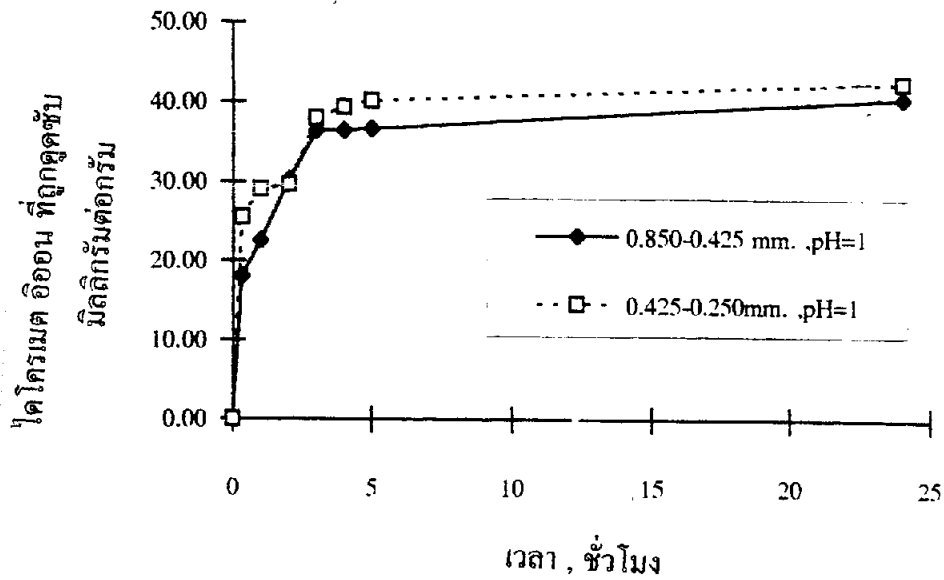
จากข้อมูลตารางที่ 3.2 และ 3.3 นำมาเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ไคโครเมต อีออนที่ถูกดูดซับ มิลลิกรัมต่อกรัม กับเวลา เป็น ชั่วโมง ดังรูปที่ 3.3 ถึง 3.6



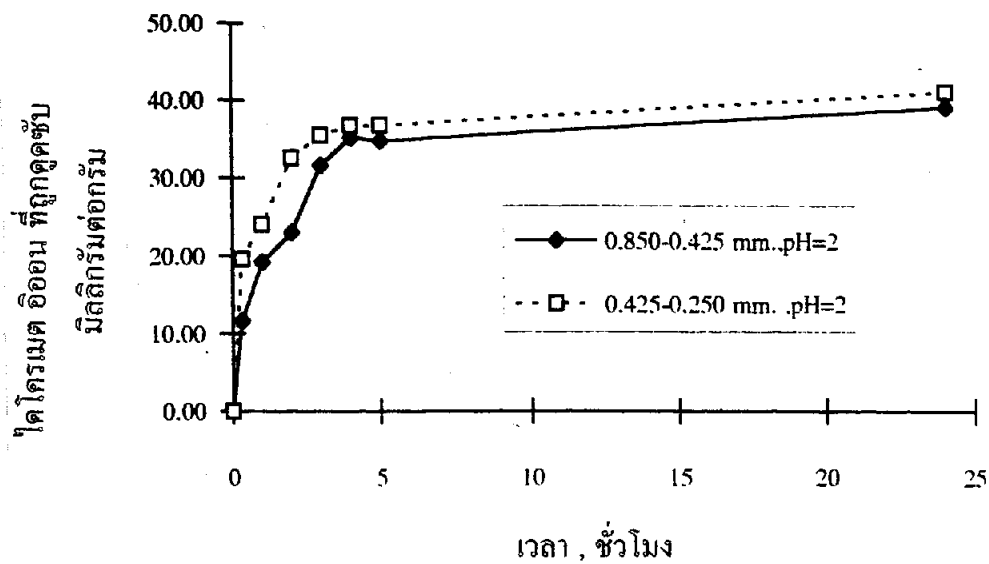
รูปที่ 3.3 ไคเนติกส์ สถิตยศาสตร์ ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ของสารละลายโพแทสเซียมไคโครเมต เข้มข้นขึ้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ และ 1.7×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 3.4 ไคเนติกส์ สถิตยศาสตร์ ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.425- 0.250 มิลลิเมตร ของสารละลายโพแทสเซียมไคโครเมต เข้มข้นขึ้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ และ 1.7×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 3.5 โคนดิกส์ สถัดดีส์ ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 กับ 0.425- 0.250 มิลลิเมตร ของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 1



รูปที่ 3.6 โคนดิกส์ สถัดดีส์ ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 กับ 0.425- 0.250 มิลลิเมตร ของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1.7×10^{-4} โมลาร์ ให้มีพีเอชเป็น 2

จากรูปที่ 3.2 ถึง 3.5 โคนดิกส์ สถัดดีส์ ของการดูดซับไดโครเมต อีออน ในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่ความเข้มข้น 1.6×10^{-4} โมลาร์ และ 1.7×10^{-4} โมลาร์ มีพีเอชเป็น 1 และ 2 จะเข้าสู่สมดุลของการดูดซับได้ภายในเวลา 4 ชั่วโมง จึงได้นำ

เวลาดังกล่าวไปใช้ศึกษาความสามารถในการดูดซับสี และ โลหะหนักโครเมียมต่อไป

3.4.5 การศึกษา แอคซอร์พชัน ไอโซเทอม เป็นการศึกษาค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง ไคโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ มิลลิกรัม ต่อกรัมถ่านกัมมันต์ กับ ความเข้มข้นของ ไคโครเมต อีออน ที่เหลืออยู่ มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีขั้นตอนดังนี้

- เตรียมสารละลายโพแทสเซียม ไคโครเมตให้มีความเข้มข้นต่างๆ กัน 2 ชุด ชุดละ 6 ความเข้มข้น ดังนี้ 11.7×10^{-5} , 1.7×10^{-4} , 2.5×10^{-4} , 3.3×10^{-4} , 5.0×10^{-4} และ 8.3×10^{-4} โมลาร์ แล้วปรับพีเอชให้เป็น 1 และ 2 ด้วย 0.1 โมลาร์ กรดไนตริก และหรือ 0.1 โมลาร์ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

- นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร แล้วนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน ได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของ ไคโครเมต อีออน 2 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 256.67, 353.33, 528.0, 706.00, 1052 และ 1802.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พีเอช เท่ากับ 1 ชุดที่ 2 244.67, 344.00, 518.00, 726.00, 1041.33 และ 1770.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พีเอช เท่ากับ 2 นำสารละลายดังกล่าวมาแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ขนาด โดยใช้ถ่านกัมมันต์ 0.25 กรัม ต่อ สารละลาย 25.0 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาดังกล่าว นำมากรองเอาถ่านกัมมันต์ออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 แล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน ค่าที่ได้คือความเข้มข้นของ ไคโครเมต อีออนที่เหลือจากการดูดซับ แล้วคำนวณหาค่าการ ดูดซับของ ไคโครเมต อีออน หน่วย มิลลิกรัมต่อกรัมถ่านกัมมันต์ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.4 และ 3.5

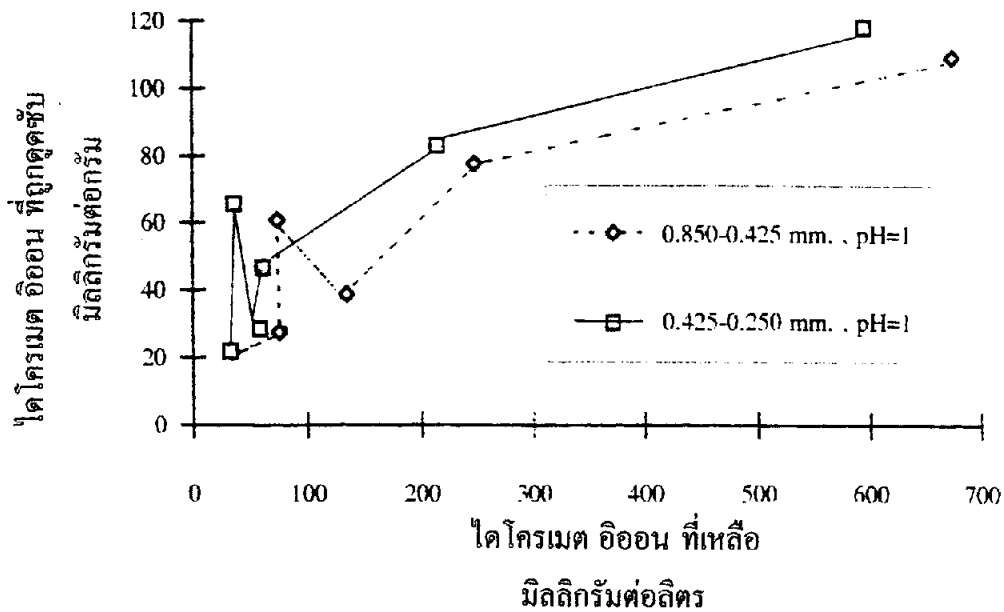
ตารางที่ 3.4 แสดงค่าการดูดซับของไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ในสารละลาย โพลีเทสซีเอ็ม ไดโครเมตที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่พีเอชเท่ากับ 1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้น ไดโครเมต อีออน เริ่มต้น มิลลิกรัม/ลิตร	ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร	ขนาด 0.425-0.25 มิลลิเมตร		
	ไดโครเมต อีออน ที่เหลือ มิลลิกรัม/ลิตร	ไดโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัมถ่าน	ไดโครเมต อีออน ที่เหลือ มิลลิกรัม/ลิตร	ไดโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัมถ่าน
256.67	34.00	21.72	32.66	21.79
353.33	75.33	27.63	58.67	28.64
528.00	134.67	38.87	61.33	46.55
706.00	74.00	60.93	36.00	65.61
1052.67	246.67	77.85	214.00	83.09
1802.67	673.35	109.60	595.00	118.34

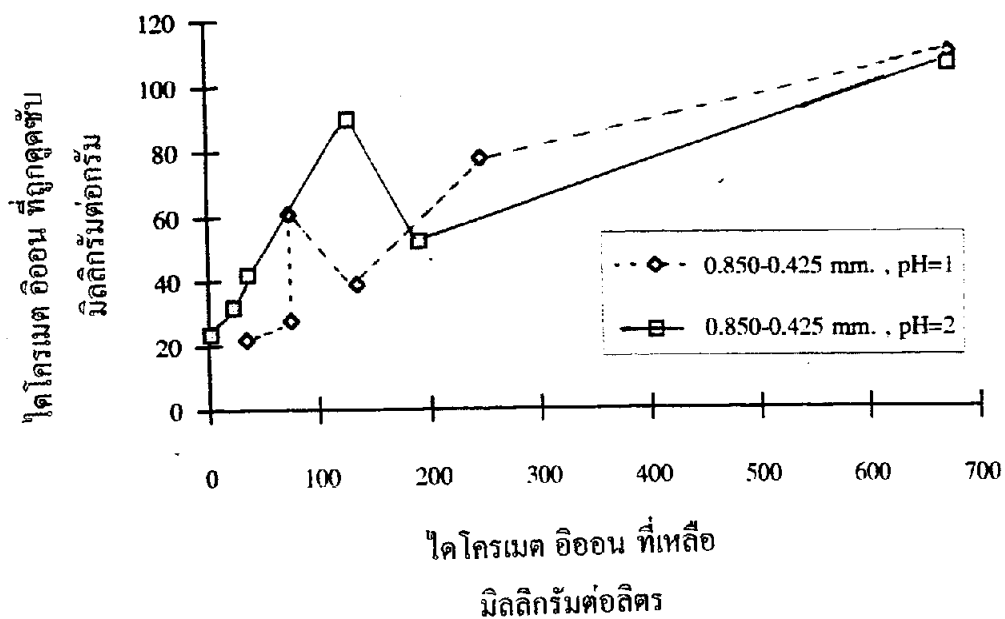
ตารางที่ 3.5 แสดงค่าการดูดซับของไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ในสารละลาย โพลีเทสซีเอ็ม ไดโครเมตที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่พีเอชเท่ากับ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้น ไดโครเมต อีออน เริ่มต้น มิลลิกรัม/ลิตร	ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร	ขนาด 0.425-0.25 มิลลิเมตร		
	ไดโครเมต อีออน ที่เหลือ มิลลิกรัม/ลิตร	ไดโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ มิลลิกรัม/กรัมถ่าน	ไดโครเมต อีออน ที่เหลือ มิลลิกรัม/ลิตร	ไดโครเมต อีออน ที่ถูกดูดซับ มิลลิกรัมต่อกรัมถ่าน
244.67	2.00	23.49	0	24.08
344.00	22.67	31.69	8.67	32.97
518.00	36.00	46.83	22.0	49.13
726.00	191.33	52.27	155.33	55.95
1041.33	128.67	89.69	66.0	94.7
1770.67	673.33	105.99	525.0	121.54

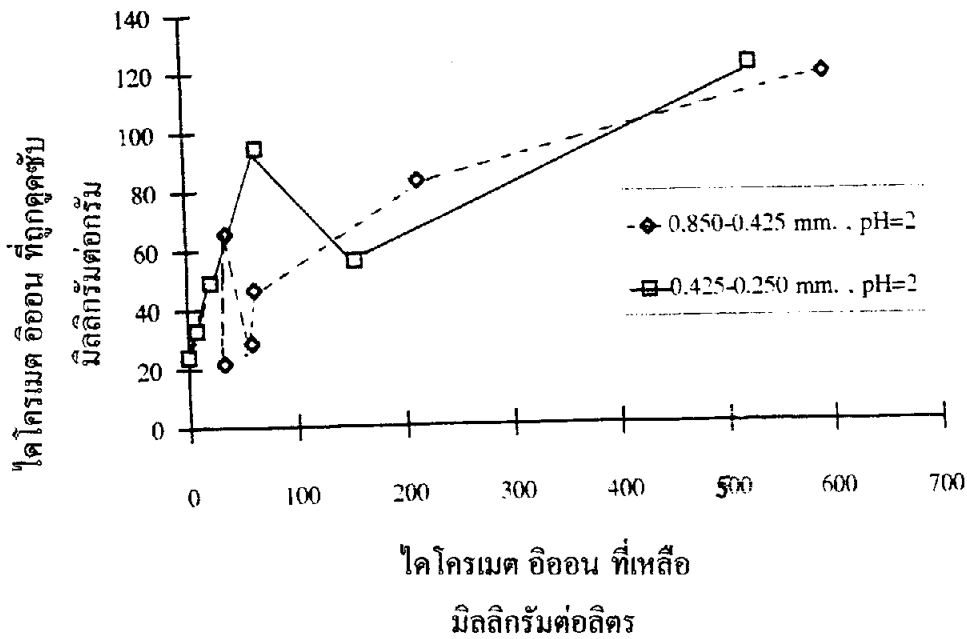
จากตารางที่ 3.4 และ 3.5 ได้ถูกนำมาสร้างกราฟ เพื่อหาแอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของถ่านกัมมันต์ ดังรูปที่ 3.8 ถึง 3.12



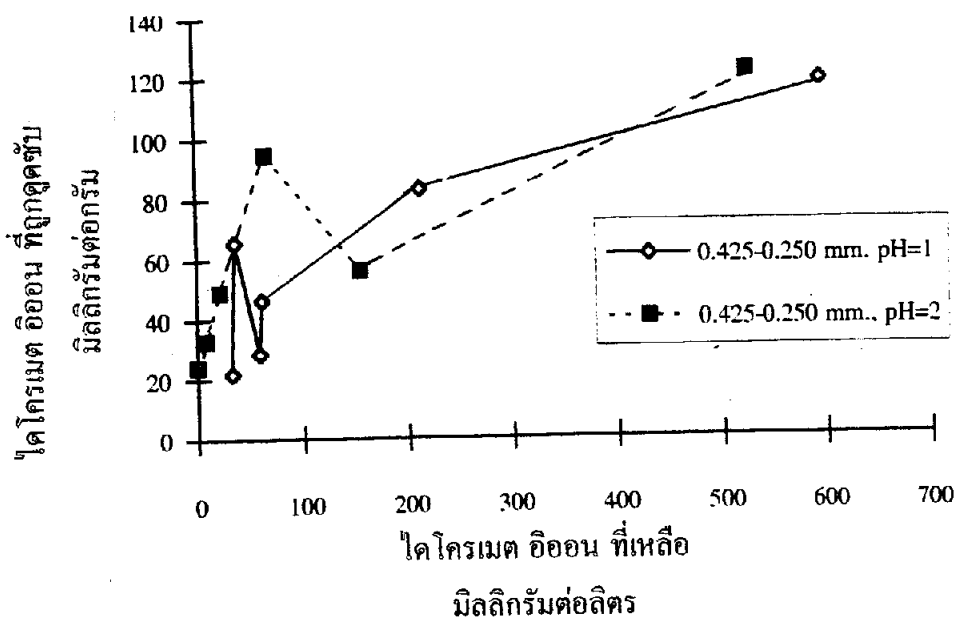
รูปที่ 3.8 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไอโอดีน บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช 1



รูปที่ 3.9 แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไอโอดีน บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่พีเอช 1 และ 2



รูปที่ 3.10 แอดซอร์พชัน ไอโอดีน ของการดูดซับ ไอโอดีน บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช 2



รูปที่ 3.11 แอดซอร์พชัน ไอโอดีน ของการดูดซับ ไอโอดีน บนถ่านกัมมันต์ ขนาดอนุภาค 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช 1 และ 2

จากรูปที่ 3.9 ถึง 3.12 แสดงค่าแอดซอร์พชัน ไอโอดีน ของการดูดซับ ไอโอดีน บนถ่านกัมมันต์ ไม่สามารถอ่านค่าความสามารถในการดูดซับ ไอโอดีน ได้ดีพอ ดังนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการดูดซับ จากตารางที่ 3.4 และ 3.5 ได้ถูกนำมาพล็อต ตามสมการแลงเมียร์ (Langmuir equation) เพื่อหาแอดซอร์พชัน ค่าแมกซ์ิมัของแต่ละสถานะ ดังสมการ

จากข้อมูลการดูดซับไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ที่ผลิตจากกะลาปาล์ม น้ำมัน ขนาดอนุภาค 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร ในสารละลาย โพแทสเซียมที่มีความเข้มข้นต่างๆ ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 1 และ 2 ดังรูปที่ 3.12 ถึง 3.15 ได้ถูกนำมาพล็อตตาม สมการแลงเมียร์ (Langmuir equation ,Felix A.,1995) เพื่อหา แอดซอร์พชัน คาพาซิตี ของ แต่ละสภาวะ ดังสมการ

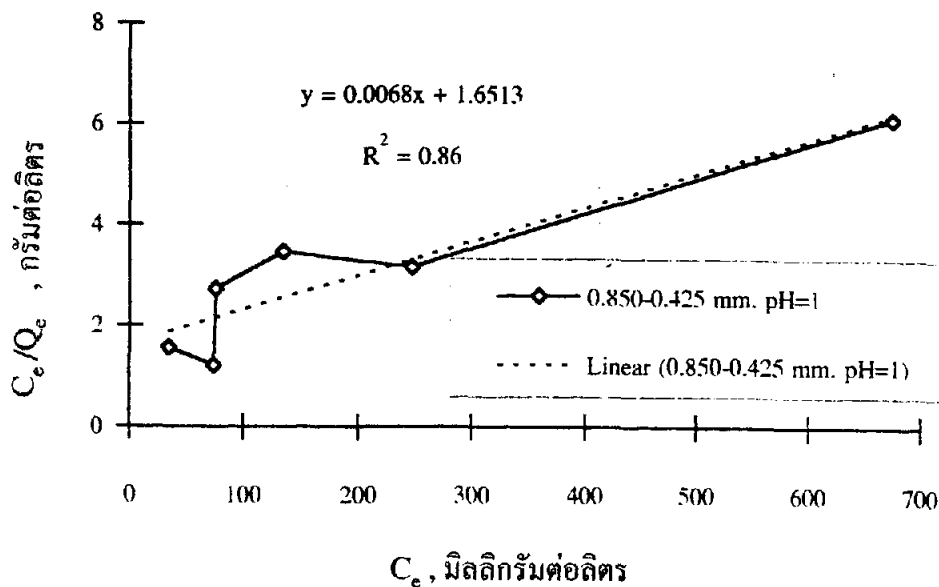
$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{X_m k} + \frac{C}{X_m}$$

เมื่อ Q_e = ไดโครเมตอีออนที่ถูกดูดซับ , มิลลิกรัม/กรัม

C_e = ความเข้มข้นที่เข้าสู่สมดุล (equilibrium concentration), มิลลิกรัม/ลิตร

X_m = มิลลิกรัมไดโครเมตอีออน ที่ถูกดูดซับ ณ โมโนเลเยอร์ ต่อกรัมถ่านกัมมันต์

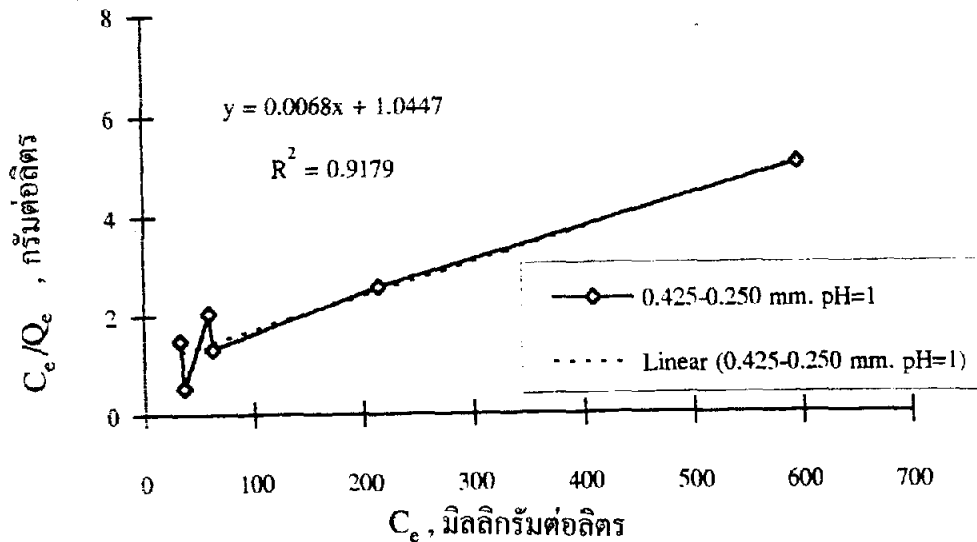
k = ค่าคงที่ที่ขึ้นกับ เอนทัลปีของการดูดซับ



รูปที่ 3.12 แลงเมียร์ พล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่ พีเอช เท่ากับ 1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

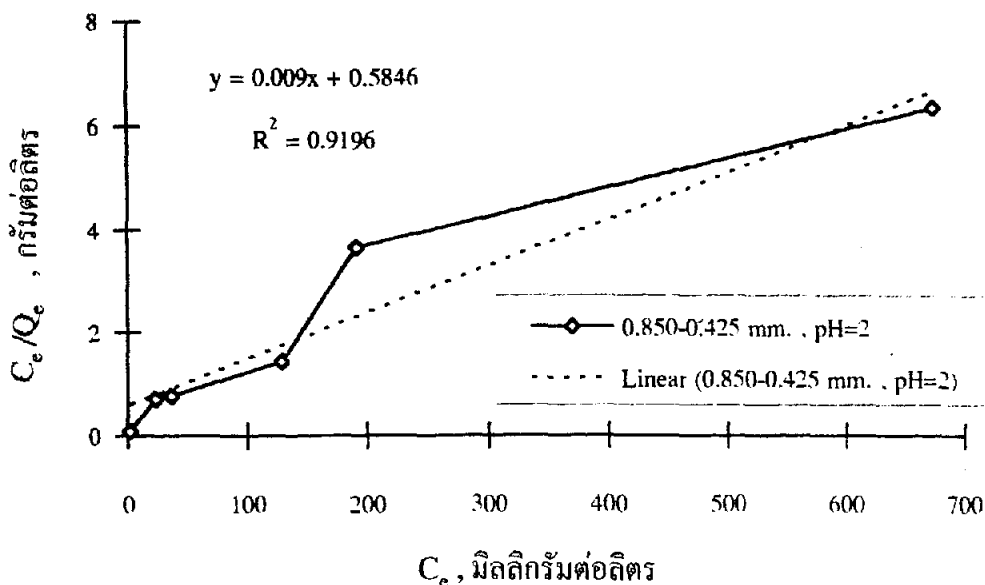
จากรูป ได้ข้อมูลการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่พีเอช เท่ากับ 1 พบว่าเมื่อทำการพล็อตโดยใช้ สมการแลงเมียร์ แล้วคำนวณหา แอดซอร์พชัน คาพาซิตี ของไดโครเมต อีออน จาก

ความชันของกราฟได้เท่ากับ 147 มิลลิกรัม ไดโครเมต อีออนต่อกรัมถ่านกัมมันต์



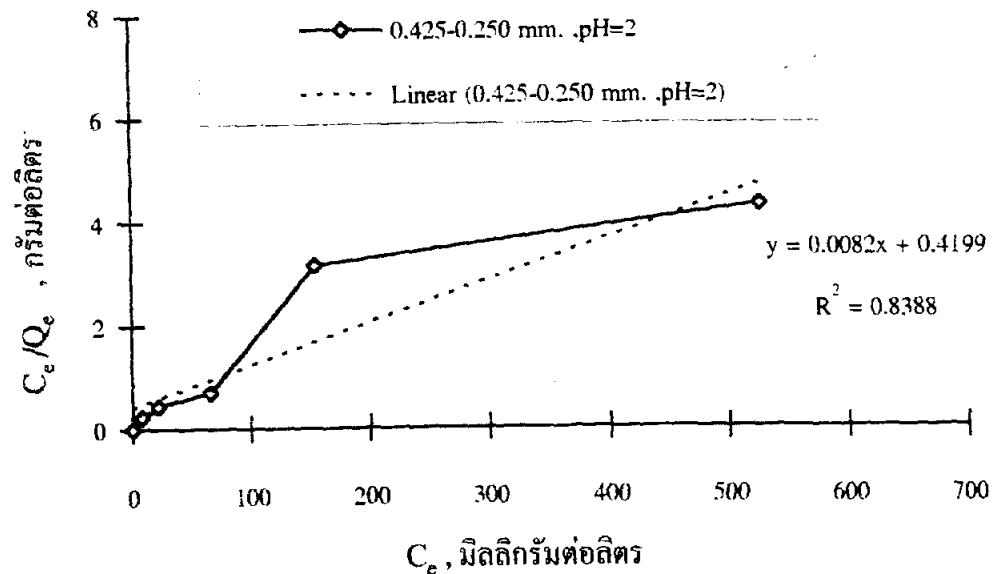
รูปที่ 3.13 แลงเมียร์ พล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช เท่ากับ 1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

จากรูป ได้ข้อมูลการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอช เท่ากับ 1 พบว่าเมื่อทำการพล็อตโดยการใส่ สมการแลงเมียร์ แล้วคำนวณหา แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ของไดโครเมต อีออน จากความชันของกราฟได้เท่ากับ 147 มิลลิกรัมไดโครเมต อีออนต่อกรัมถ่านกัมมันต์



รูปที่ 3.14 แลงเมียร์ พล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไดโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่พีเอช เท่ากับ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

จากรูป ได้ข้อมูลการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่พีเอชเท่ากับ 2 พบว่าเมื่อทำการพล็อต โดยการใช้ สมการแลงเมียร์ แล้วคำนวณหา แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ของไคโครเมต อีออน จากความชันของกราฟได้เท่ากับ 111 มิลลิกรัมไคโครเมต อีออนต่อกรัมถ่านกัมมันต์



รูปที่ 3.15 แลงเมียร์ พล็อต ในการศึกษา แอดซอร์พชัน ไอโซเทอม ของการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.850-0.425 มิลลิเมตร ที่ พีเอชเท่ากับ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

จากรูป ได้ข้อมูลการดูดซับ ไคโครเมต อีออน บนผิวถ่านกัมมันต์ ขนาด 0.425-0.250 มิลลิเมตร ที่พีเอชเท่ากับ 2 พบว่าเมื่อทำการพล็อตโดยใช้ สมการแลงเมียร์ แล้วคำนวณหา แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ของไคโครเมต อีออน จากความชันของกราฟได้เท่ากับ 112 มิลลิกรัมไคโครเมต อีออนต่อกรัมถ่านกัมมันต์

ผลจากการทำแลงเมียร์ พล็อต เพื่อคำนวณหา แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ของการดูดซับไคโครเมต อีออน ของแต่ละสภาวะ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ของถ่านทั้ง 2 ขนาด และผลของพีเอชของสารละลาย ไม่มีผลต่อค่าความสามารถ ในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียม ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของถ่านที่ใช้ และพีเอชของสารละลายไม่มีความแตกต่างกัน จากค่า แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ทั้ง 4 ค่า นำมาสรุปได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงค่า แอดซอร์พชัน คาแพซิตี ของโคโครเมต อีออน กับอนุภาค
ของถ่านกัมมันต์ ในสารละลายที่มี พีเอช เท่ากับ 1 และ 2

ขนาดอนุภาค, มิลลิเมตร	แอดซอร์พชัน คาพาซิตี มิลลิกรัม ต่อกรัมถ่านกัมมันต์	
	ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 1	ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 2
0.850-0.425	147	111
0.425-0.250	147	123

จากตารางที่ 3.6 แอดซอร์พชัน คาแพซิตี มีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 147 ± 0
และ 117 ± 6 มิลลิกรัมต่อกรัมถ่านกัมมันต์ ที่พีเอช เท่ากับ 1 และ 2 ตามลำดับ

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลองโดยการนำถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาปาล์มน้ำมัน มาศึกษาหาความสามารถในการดูดซับสีและโลหะหนักโครเมียมในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต พบว่าสารละลายที่เหมาะสมในการดูดซับควรใช้สารละลายที่มีพีเอช เป็น 1 หรือ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และขนาดอนุภาคของถ่าน 0.850-0.425 กับ 0.425-0.250 มิลลิเมตร ให้ค่าความสามารถในการดูดซับ ไดโครเมต อีออน อยู่ในช่วง 147 ± 0 และ 117 ± 6 ที่พีเอช 1 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการทดลองดังกล่าว สามารถนำถ่านกัมมันต์ที่ผลิต จากวัสดุเหลือทิ้ง มาใช้ประโยชน์ในการกำจัดในน้ำเสียที่มีโลหะหนักโครเมียมได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษา ความสามารถของการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาปาล์มน้ำมัน กับโลหะหนักชนิดอื่นๆเพื่อใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพสูง
2. ควรแปรขนาด อนุภาคของถ่านกัมมันต์ให้มีช่วงขนาดที่แตกต่างกันมากๆจะได้เห็นปัจจัยของขนาดที่มีผลต่อการดูดซับอย่างชัดเจน
3. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ซึ่งเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการดูดซับบนผิวของถ่านกัมมันต์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก คุณชัยวุฒิ เลาวเลิศ ผู้อำนวยการกอง กองฟิสิกส์และวิศวกรรม และ คุณ ธิดา เกิดกำไร หัวหน้างาน กลุ่มงานสิ่งแวดลอม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อน และลูกชายทั้ง 2 คน ที่เป็นกำลังใจให้จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

หากงานวิจัยฉบับนี้ เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง ขอให้ท่านที่กล่าวนามแล้วข้างต้นจงได้รับเกียรติคุณความดีและการสรรเสริญโดยทั่วหน้ากัน

บรรณานุกรม

- (1) ขจร สมชาย “การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังปฏิกริยาแบบตัวกลางพลาสติกขม่น้ำใช้ออกซิเจน-น้ำไหลขึ้น” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล 2538:1
- (2) กิตติ เอกอำพล “ความเป็นพิษของโลหะหนัก” อุตสาหกรรมสิ่งแวดล้อม ปีที่ 4 ฉบับที่ 4 สิงหาคม-กันยายน ,2528 :12
- (3) Eckenfelder, W. Wesley, Jr. “Physical Chemical Treatment” Principle of Water Quality Management, 1980:457,509-510
- (4) Lin, Sheng H. “Adsorption of Disperse Dye by Various Adsorbent.” Journal Chemical Technology & Biotechnology Vol.58, 1993:159-163
- (5) Bowers, A.R. and Haung, C.P. “ Activated Carbon Process” The Treatment of Chromium(VI) Containing Industrial Wastewaters . Water Technology, Vol.12, 1981:629-638
- (6) Pandey, K.K. Prasad, -G. and Singh, V.N. “Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions by Adsorption on Fly Ash Wallastonite” Journal Chemical Technology Biotechnology . No. 4 Vol.68 ,1991:349-350
- (7) American Standard of Testing Material. “Standard Test Method for pH of Activated Carbon “ Annual Book of ASTM Standards. Sec.15 Vol.15.01 D3838-80(reapproved 1990),1991:386

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วิธีหาค่า ความเป็นกรด-ด่าง ของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของถ่านกัมมันต์ วิเคราะห์ตาม ASTM D 3838:1990 ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

- ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ 10.00 กรัม ที่อบแห้งแล้วใส่ลงในขวดรูปชมพู่ในขนาด 250 มิลลิลิตร
 - ต้มน้ำกลั่นประมาณ 110 มิลลิลิตรให้เดือดอ่อนๆ
 - ตวงน้ำที่ต้มแล้ว 100 มิลลิลิตร เทลงในขวดรูปชมพู่ ที่มีตัวอย่างถ่านกัมมันต์ อยู่แล้ว ต้มให้เดือดอ่อนๆ ประมาณ 10 วินาที
 - กรองผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 1 ก่อนกรองให้ล้างกระดาษกรองก่อน ด้วยน้ำกลั่น จนกระทั่งกระดาษเปียกชุ่มทั้งแผ่น) ที่ให้สารละลายเย็นที่อุณหภูมิ 55-45 องศาเซลเซียส แล้ววัดหาค่า ความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง พีเอช มิเตอร์ ที่แคลิเบรท (Calibrate) เรียบร้อยแล้ว

ภาคผนวก ข การสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

สำหรับการสร้างกราฟมาตรฐาน ใช้โพแทสเซียมไดโครเมตชนิด วอลุ่มเมตริก เกรด ซึ่งมีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.95-100.5 โดยมีขั้นตอนของการดำเนินการดังนี้

1. ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส และทิ้งให้เย็นใน เดสิคเคเตอร์แล้ว มา 4.90519 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ทำปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ใน ขวดแก้วปริมาตร ได้สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 1.7×10^{-1} โมลาร์

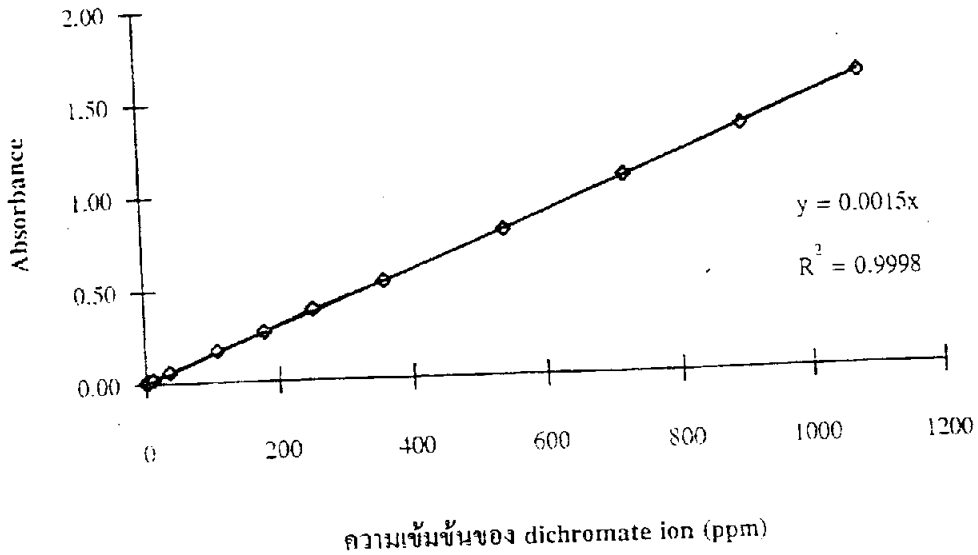
2. นำมาเจือจางให้มีความ เข้มข้นต่างๆ กัน ดังตาราง ข.1 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายให้เป็น 1 และ 2 ด้วยสารละลาย 0.1 โมลาร์ กรดไนตริก และ 0.1 โมลาร์ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยวิธีการ สแกน (Scan) ตั้งแต่ความยาวคลื่น 200-900 นาโนเมตร พบว่า ณ ความยาว คลื่น 350.2 และ 301.9 นาโนเมตร เป็นความยาวคลื่นที่ให้ค่าการดูดกลืนแสง ของ ไดโครเมต อีออน รายละเอียดแสดงตารางที่ ข.1 และจากข้อมูลที่ได้ นำมาสร้างกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า แอปซอร์พเอนซ์ กับ ความเข้มข้นเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร ของไดโครเมต อีออน ดังรูปที่ ข.1 และ ข.2

ตารางที่ ข.1 ค่า แอบซอร์พแบนซ์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของ ไคโครเมต อีออน

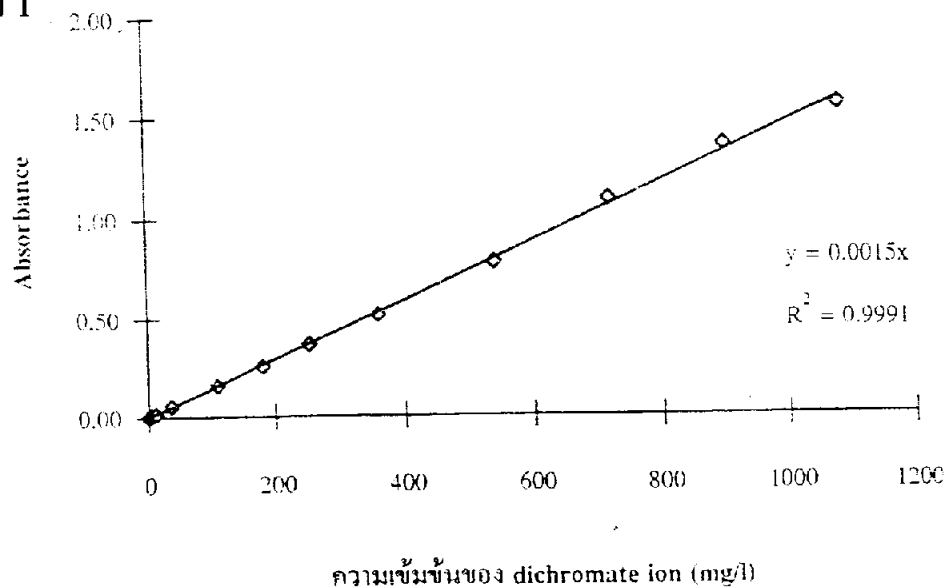
มิลลิกรัม ต่อ ลิตร ของ ไคโครเมต อีออน	ความเป็นกรด- ด่าง ของ สารละลาย	แอบซอร์พแบนซ์		ความเป็นกรด- ด่าง ของ สารละลาย	แอบซอร์พแบนซ์	
		นาโนเมตร			นาโนเมตร	
		301.9	350.2		301.9	350.2
3.6×10^{-14}	0.98	0.916	0.007	2.08	0.069	0.001
3.6×10^{-10}	0.99	0.918	0.006	2.09	0.070	0.001
3.6×10^{-6}	0.99	0.918	0.006	2.09	0.069	0.000
0.036	1.10	1.170	0.006	2.08	0.094	0.000
0.36	1.10	1.169	0.008	2.11	0.095	0.001
3.6	1.08	1.173	0.012	2.09	0.099	0.008
10.8	1.06	1.175	0.023	2.09	0.105	0.017
36	1.09	1.204	0.061	1.98	0.127	0.055
108	1.08	1.268	0.170	2.05	0.189	0.158
180	1.08	1.323	0.270	2.06	0.248	0.258
252	1.09	1.397	0.385	2.02	0.314	0.367
360	1.06	1.484	0.530	1.93	0.401	0.516
540	1.06	1.645	0.792	1.98	0.558	0.777
720	1.19	1.541	1.059	2.01	0.715	1.090
900	1.13	1.697	1.315	2.01	0.874	1.358
1081	1.10	1.484	1.579	2.02	1.030	1.562

ข้อมูลจากการเตรียมความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไคโครเมต ดังตารางที่ ข.1
ที่ความเข้มข้น ต่างๆ พบว่าที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 0.036 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าการดูดกลืน

แสง จะมีค่าคงที่ และไม่เป็น 0.000 ที่ความยาวคลื่น 301.9 นาโนเมตร แต่ที่ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสง จะเป็น 0.000 ดังนั้นจึงเลือกค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 350.2 นาโนเมตร มาสร้างกราฟมาตรฐาน ดังรูปที่ ข.1 และ ข.2



รูปที่ ข.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่มี ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 1



รูปที่ ข.2 กราฟมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่มี ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 2