



การทดลอง

3.1 เครื่องมือ

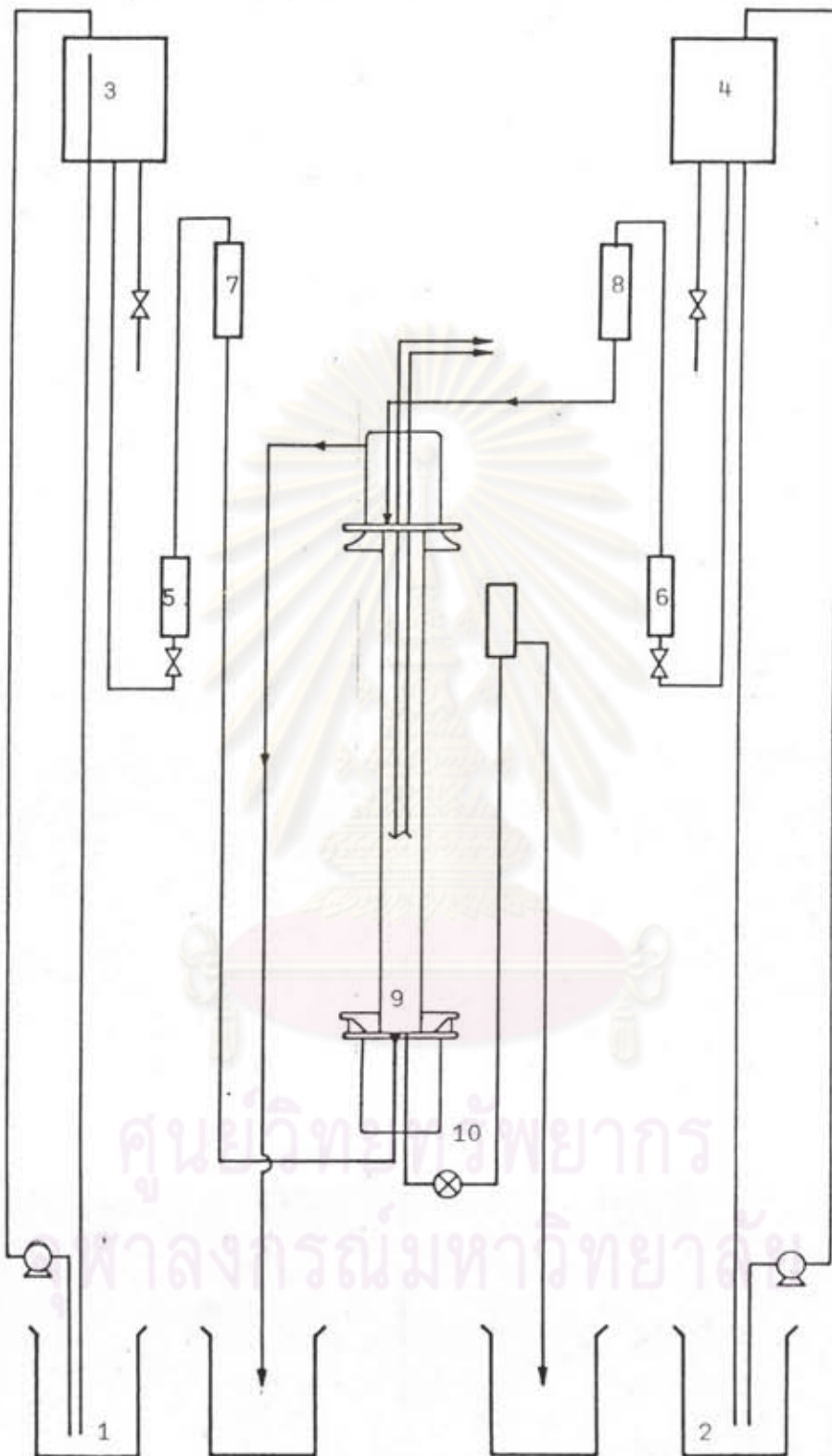
รูปที่ 6 แสดงแบบแผนคร่าว ๆ ของเครื่องมือที่ใช้ทดลอง คอลัมน์แบบสเปร์ยอยู่ตรงกลางของภาพ ถ้า (1), (2) ไขกับเฟลักระจายและเฟลลัตามลำดับ จะถูกดูดโดยปั๊มไปยังถังบน (3), (4)

เฟลลัผ่านเข้าคอลัมน์โดย โรตاميเตอร์ (rotameter) (6) และท่อพัก (settling tube) (8) ส่วนเฟลักระจายผ่านเข้าคอลัมน์ทางโรตاميเตอร์ (5), ท่อพัก (7) และแผ่นกระจาย (9)

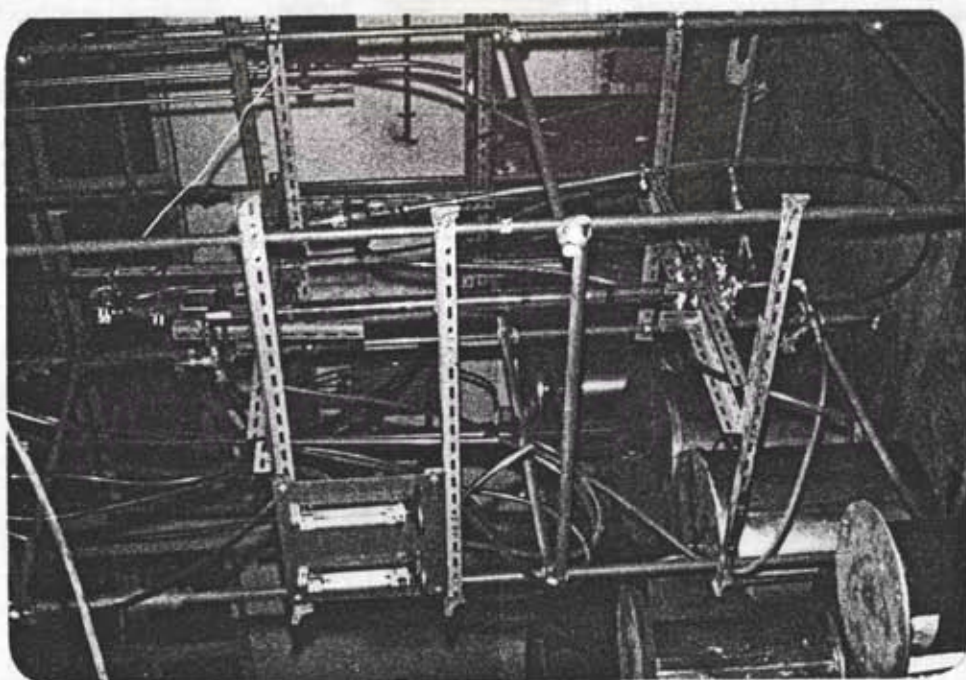
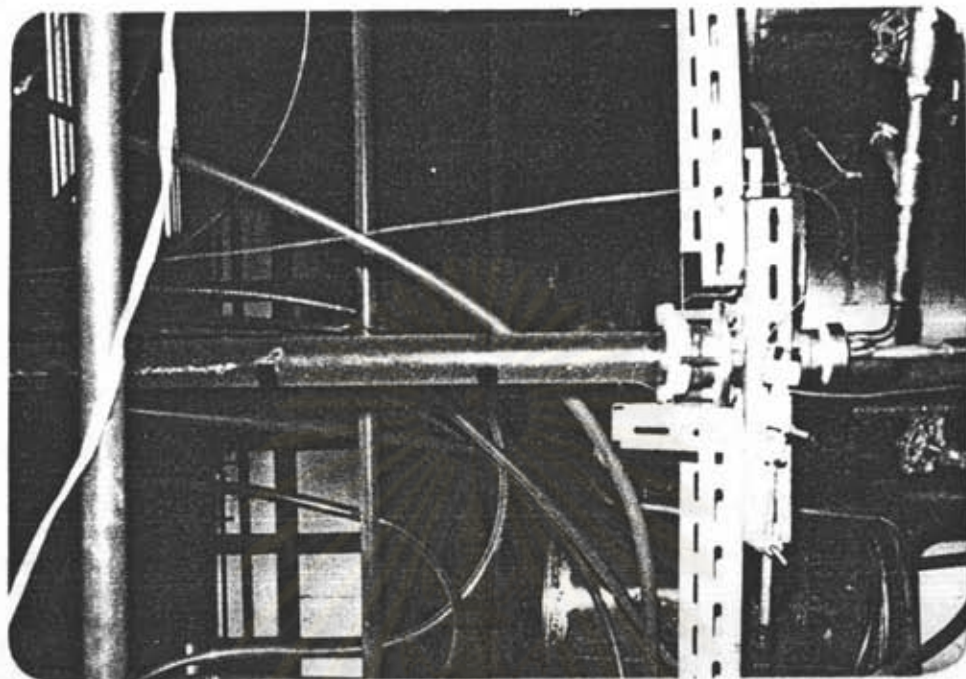
ท่อเก็บตัวอย่างล่องท่อถูกหย่อนจากส่วนบนของคอลัมน์ ท่อที่ใช้เป็นสายยางพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (รูปที่ 9) ท่อซึ่งมีปลายรูปกรวยสำหรับเก็บเฟลลัน้ำมัน (เฟลักระจาย) ภายในอัดด้วยไอเทฟลอน (teflon) เพื่อช่วยในการดึงน้ำมัน ส่วนท่อซึ่งมีปลายรูปตะขอกาด้วยท่อทองแดง สำหรับเก็บเฟลลัน้ำ การเก็บนี้อาศัยหลักกาสิกันน้ำ เมื่อไม่ต้องการตัวอย่างก็ใช้แคม (clamp)หนีบท่ออย่างไว้ อัตราการไหลผ่านท่อเก็บตัวอย่างแปรเปลี่ยนตามอัตราการไหลของเฟลลัทั้งสอง แต่โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 3 - 4 % ของอัตราการไหลทั้งหมดในคอลัมน์ เพื่อจะได้ไม่รบกวนภาวะคงที่ภายในคอลัมน์

ตารางที่ 1 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้

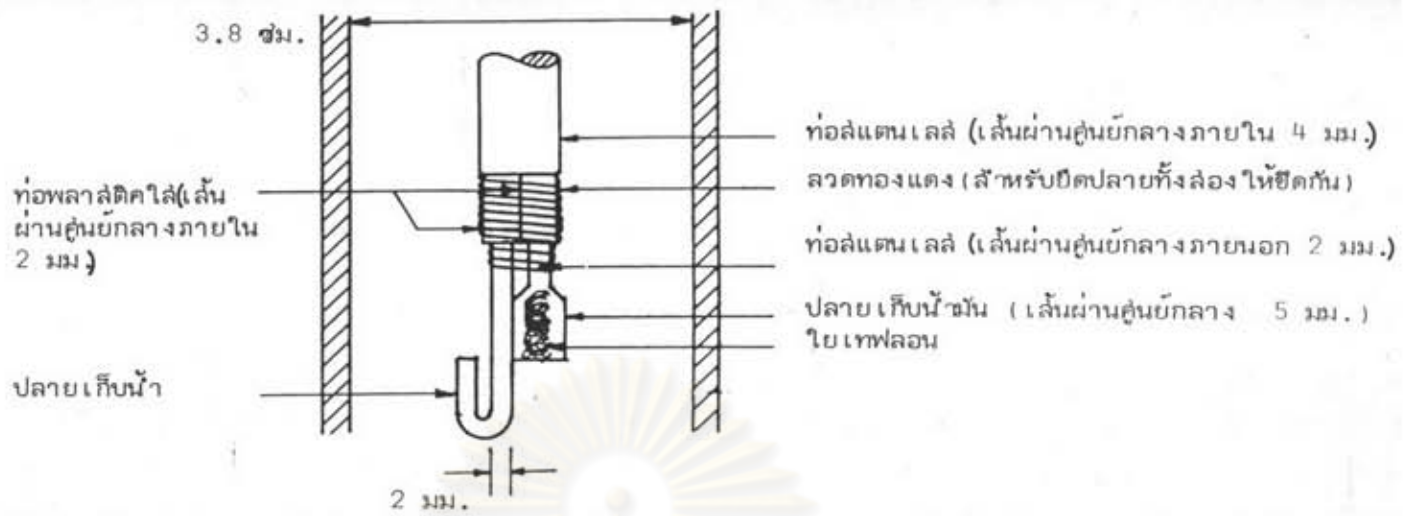
ชนิด	วัสดุ	ขนาด	
คอลัมน์ (รูปที่ 7, 8)	แก้ว	ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	1 เมตร 4 ซม.
แผ่นกระจาย (รูปที่ 10)	เทฟลอน	เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนรู เส้นผ่านศูนย์กลางของรู	1.5 ซม. 9 รู 0.9 มม.



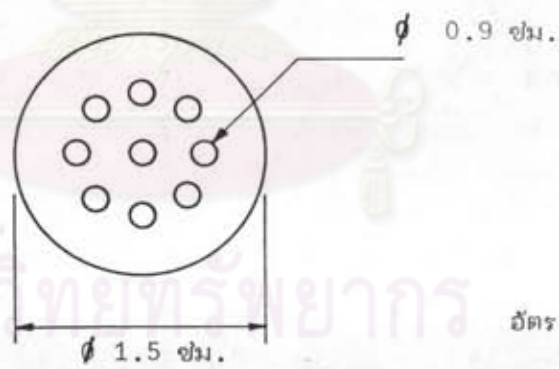
รูปที่ 6 แผนภูมิคอสัมพันธ์แบบสเปรย์



รูปที่ 7,8 ภาพถ่ายของคองคอสัมแบบสเปซที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 9 ที่เก็บตัวอย่าง



รูปที่ 10 แผ่นกระจาย (distributor)



ตารางที่ 1 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้

ชนิด	วัสดุ	ขนาด
ปลายเก็บเพลน้ำ	ทองแดง	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2 มม.
ปลายเก็บเพลน้ำมัน	สแตนเลส (ภายในอัดด้วย ใยเทฟลอน)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 มม.

### 3.2 ระบบที่ใช้ในการทดลอง

เลือกใช้ระบบน้ำ-ไอโอดีน-น้ำมันก๊าด โดยในการทดลองนี้ไอโอดีนถูกส่งผ่านจากน้ำไปยังน้ำมันก๊าด และระบบเฟสเป็นดังนี้

เฟสกระจาย คือ น้ำมันก๊าด

เฟสหลัก คือ น้ำ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของระบบที่ใช้ (25 องศาเซลเซียส) (4)

คุณสมบัติทางฟิสิกส์	น้ำ	น้ำมันก๊าด
ความหนาแน่น (กรัม/ซม. <sup>3</sup> )	0.9977	0.7800
ความหนืด (เซนติพอยล์)	0.8937	0.9000
แรงตึงผิว (ดาบน์/ซม.)	71.97	26.97

โดยที่แรงตึงบนอินเตอร์เฟส (interfacial tension) ระหว่างน้ำและน้ำมันก๊าด = 45 ดาบน์/ซม.

### 3.3 วิธีการวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนในน้ำและน้ำมันก๊าด โดยการไตเตรต (titrate) กับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium thiosulphate) ความเข้มข้นประมาณ 0.02 นอร์มัล (normal) และใช้น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ สำหรับการทดลองวัดแนวความเข้มข้น ใช้ตัวอย่างทั้งน้ำมันและน้ำอย่างละ 50 ซม.<sup>3</sup> ในการไตเตรต

### 3.4 วิธีทดลอง

แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

#### ก. การหาเส้นอัตราซีเบรียมของระบบที่ใช้

ได้ทำการทดลองหลายระบบ และเลือกใช้ระบบ น้ำ-ไอโอดีน-น้ำมันก๊าด ซึ่งให้เส้นอัตราซีเบรียมเป็นเส้นโค้ง การทดลองกระทำโดยละลายไอโอดีนในน้ำมันก๊าด ให้มีความเข้มข้นประมาณ 1000 - 6000 มิลลิกรัม/ลิตร และทำการสกัดโดยใช้สารละลายโพตัสไอโอไดด์ (Potassium Iodide) ความเข้มข้นประมาณ 810 มิลลิกรัม/ลิตร ในอัตราปริมาตรที่เท่ากัน โดยเขย่าในขวดฝาปิดสนิทประมาณครึ่งชั่วโมง ทำการวิเคราะห์หาไอโอดีนในเฟสทั้งสอง ผลการทดลองแสดงโดยตารางที่ 16 ภาคผนวก ก. และกราฟรูปที่ 11

#### ข. การหาความจุของคอสมัน

ความจุของคอสมันจะเป็นตัวตัดสินในการเลือกใช้อัตราการไหลของเฟสทั้งสองในการสกัด ทำการทดลองโดยให้เฟสทั้งสองไหลสวนทางกันโดยไม่มี การถ่ายเทมวลสารระหว่างเฟส กำหนดอัตราการไหลของน้ำคงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง และเพิ่มอัตราการไหลของน้ำมันขึ้นเรื่อย ๆ จนกว่าจะเกิดการฟลัด (flood) ซึ่งน้ำมันและน้ำต่างไหลย้อนกลับทางเดิม การทดลองนี้กำหนดอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 20, 25 และ 30 ลิตร/ชั่วโมง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 17 ของภาคผนวก ก.

จากการสังเกตคอสมันระหว่างจุดฟลัดพบว่า เจ็อนโยที่เกิดการฟลัด คือ เกิดการอัดของหนืด (dense packing) เป็นปริมาณมากที่ส่วนบนของคอสมันและน้ำมันออกปนกับน้ำ หรือถ้าความเร็วของน้ำมันสูงมากจะไม่เกิดการอัด (pack) น้ำจะออกปนกับน้ำมัน

#### ค. การวัดแนวความเข้มข้น

จากการหาความจุของคอสมันได้ถึง 60 ลิตร/ชั่วโมง เป็นปริมาตรรวมของเฟสทั้งสอง กำหนดอัตราการไหลต่ำสุดของน้ำมันเท่ากับ 22.5 ลิตร/ชั่วโมง ซึ่งให้ขนาดหนืดที่เล็กและมีการกระจายดี ทำการแปรเปลี่ยนอัตราการไหลของเฟสทั้งสองได้ทำการทดลอง 12 ชุดดังนี้

อัตราการไหลของน้ำมัน	22.5 , 25, 27.5, 30	ลิตร/ชม.
อัตราการไหลของน้ำ	10, 15, 20	ลิตร/ชม.

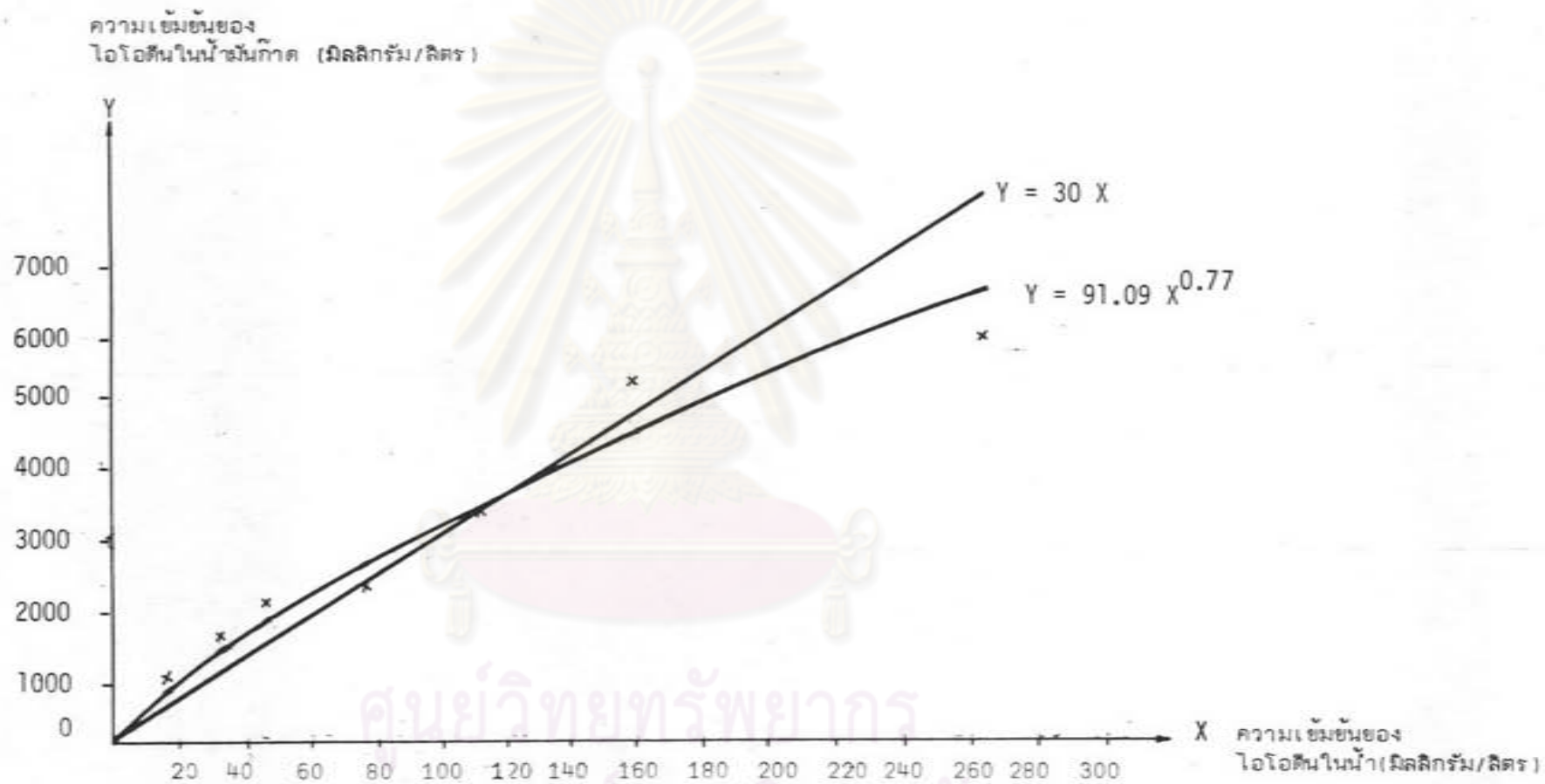
ให้ความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำ (ก่อนถูกสกัด)	90-290	มิลลิกรัม/ลิตร
ความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำมันก๊าด (ก่อนใช้สกัด)	0	มิลลิกรัม/ลิตร

การเก็บตัวอย่าง กระทำที่ความสูงต่างกัน 6 จุดได้แก่ 0, 20, 40, 60, 80 และ 94 ซม. การใช้ท่อเก็บตัวอย่างกระทำทุกจุดยกเว้นที่ระยะ 0 ซม. เพราะเมื่อท่อเก็บตัวอย่างเข้าใกล้ทางเข้าของน้ำมัน ทำให้น้ำหนักที่พุ่งขึ้นมาเปลี่ยนไป ดังนั้นตัวอย่างของแผ่นน้ำที่ระยะ 0 ซม. เก็บจากน้ำที่ออกจากคอสังข์ และการที่ใช้ระยะ 94 ซม. เป็นระยะบนสุด แทนที่จะเป็น 100 ซม. เพราะช่วงพักบนของน้ำมันเป็นท่อเหล็กโรสดีมทำให้เป็นการยากในการดูแลสัมผัสระหว่างช่องแผ่น (interface)

ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 18 ของภาคผนวก ก. การเก็บตัวอย่างของน้ำที่ระยะ 0 ซม. โดยอาศัยวาล์ว (valve) (10) (ภาพที่ 6) โดยการเปิดให้น้ำไหลออกช้า ๆ เก็บตัวอย่างเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ให้ความเข้มข้นที่สอดคล้องกับแนวความเข้มข้น ซึ่งได้ด้วยการเก็บจากท่อเก็บตัวอย่างที่ระยะต่าง ๆ กันภายในคอสังข์แต่เมื่อคำนวณความล้มเหลวของไอโอดีนที่เข้าและออก ปรากฏว่าใช้ไม่ได้ ดังนั้นความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำที่ระยะ 0 ซม. จะใช้ความเข้มข้นที่ออกมาตรง ๆ โดยไม่ผ่านวาล์ว 10 และความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำมันก๊าดที่ระยะบนสุดจะใช้ความเข้มข้นที่ออกมาตรง ๆ โดยไม่ใช่ค่าที่ได้จากการใช้ท่อเก็บตัวอย่าง ซึ่งความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำและน้ำมันก๊าดที่ออกมาเป็นค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างสองครั้ง คือ เมื่อเดินเครื่องไปได้ประมาณครึ่งชั่วโมง และก่อนเลิกเดินเครื่อง ค่านี้แสดงในตารางที่ 18 ของภาคผนวก ก. โดยใส่ไว้ในวงเล็บ ที่ระยะความสูงเท่ากับ 0 ซม. และ 94 ซม. และแสดงแนวความเข้มข้นของไอโอดีนในแผ่นทั้งสองจากการทดลองในกราฟรูปที่ 18 (ภาคผนวก ก.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 11 เส้นอีควิวลิเบรียมของน้ำ - ไอโอดีน - น้ำจืด