หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

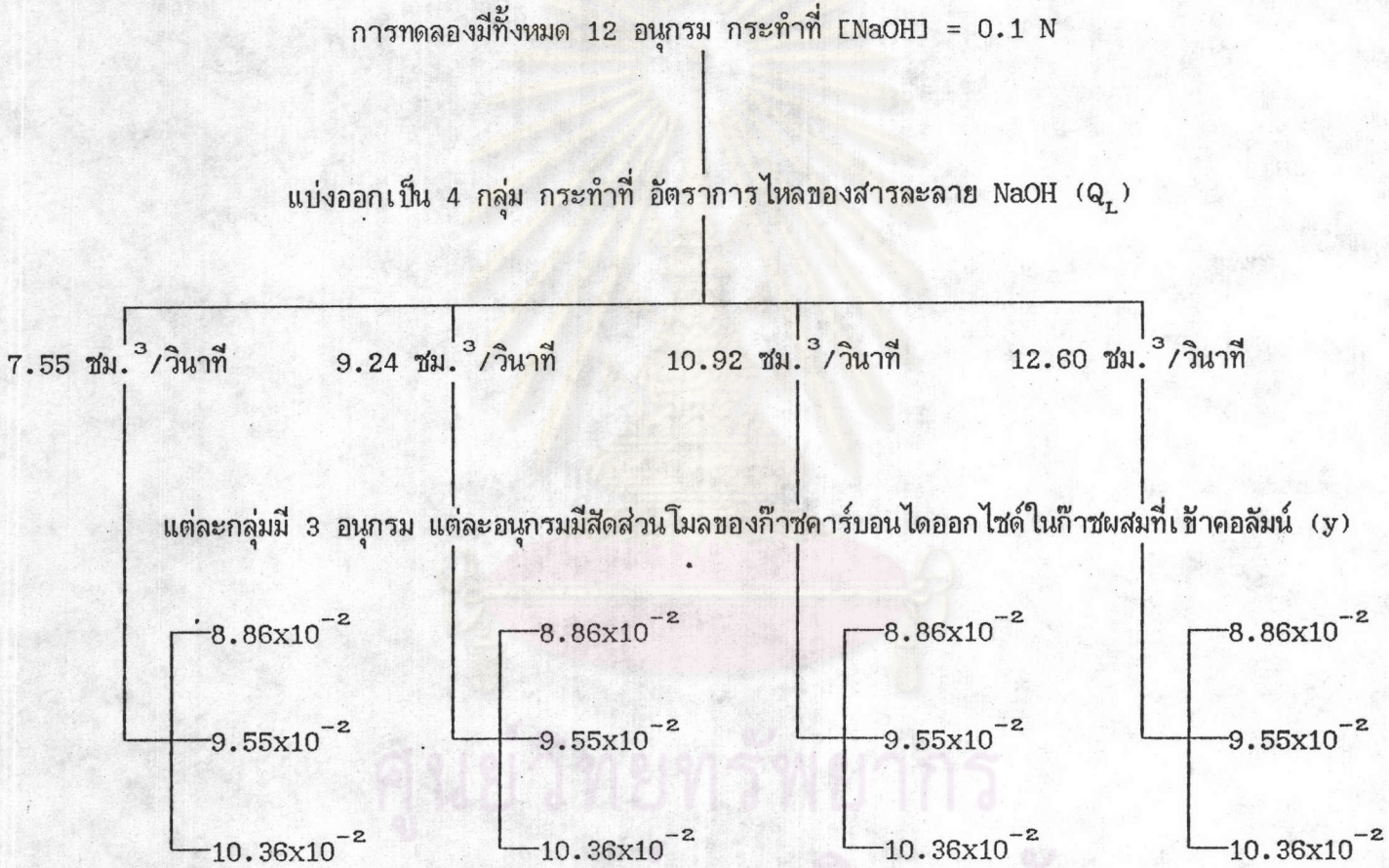
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการถ่ายเทมวลสาร ระบบ ก๊าซ-ของเหลวในคอลัมน์แบบพัลส์ โดยศึกษาการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการดูดซึมคือ ผลคูณของความถี่และระยะทางเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

4.1 อิทธิพลของผลคูณของความถี่และระยะทางเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ (af)

ทำการทดลองด้วยอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ โดยคิดเป็นสัดส่วนโมล (y) และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีค่าคงที่ในแต่ละอนุกรม แปรค่า af ที่ 0.48, 0.80, 1.05 และ 1.30 ซม./วินาที

การทดลองมีทั้งหมด12 อนุกรม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มกระทำที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์แมล อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 7.55, 9.24, 10.92 และ 12.60 ซม.^{3}/วินาที ตามลำดับแต่ละกลุ่มมี 3 อนุกรม แต่ละอนุกรมมีสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ 8.86×10^{-2}, 9.55×10^{-2} และ 10.36×10^{-2} ดังแผนผังที่ 4.1 โดยนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสารรวม, K_GA และผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์, af ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ และนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึม และผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ พบว่าในตอนแรกค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบ, af เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดที่ af เท่ากับ 0.80 ซม./วินาที จากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทมวลรวม, K_GA และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมลดลงจนถึงค่าต่ำสุดที่ af เท่ากับ 1.30 ซม./วินาที

แผนผังที่ 4.1



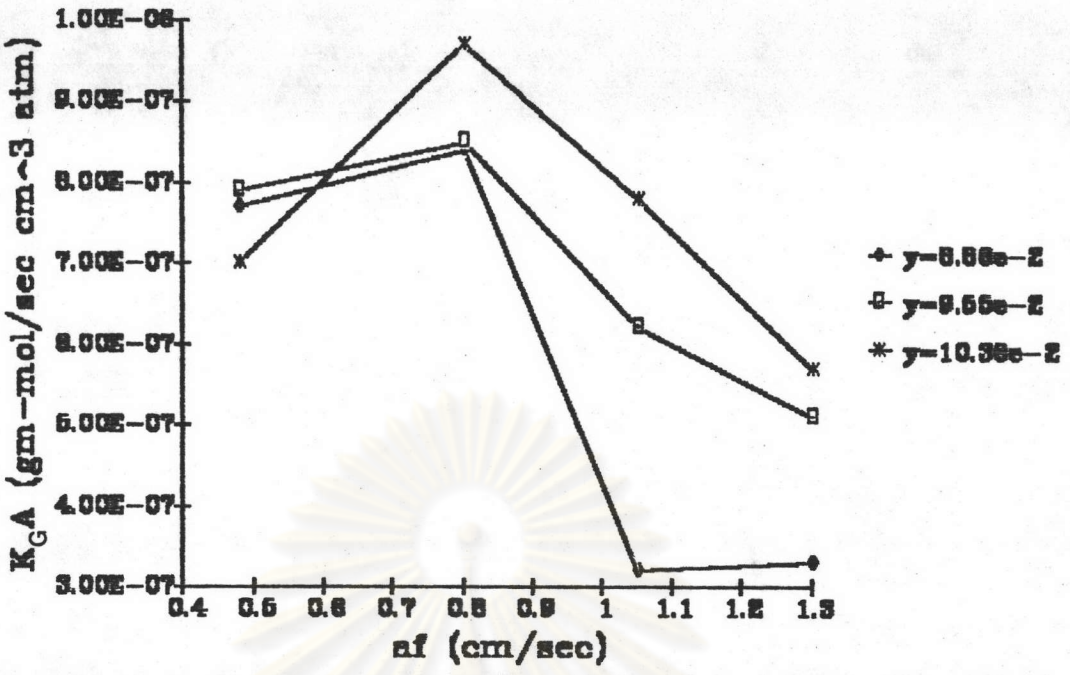
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1

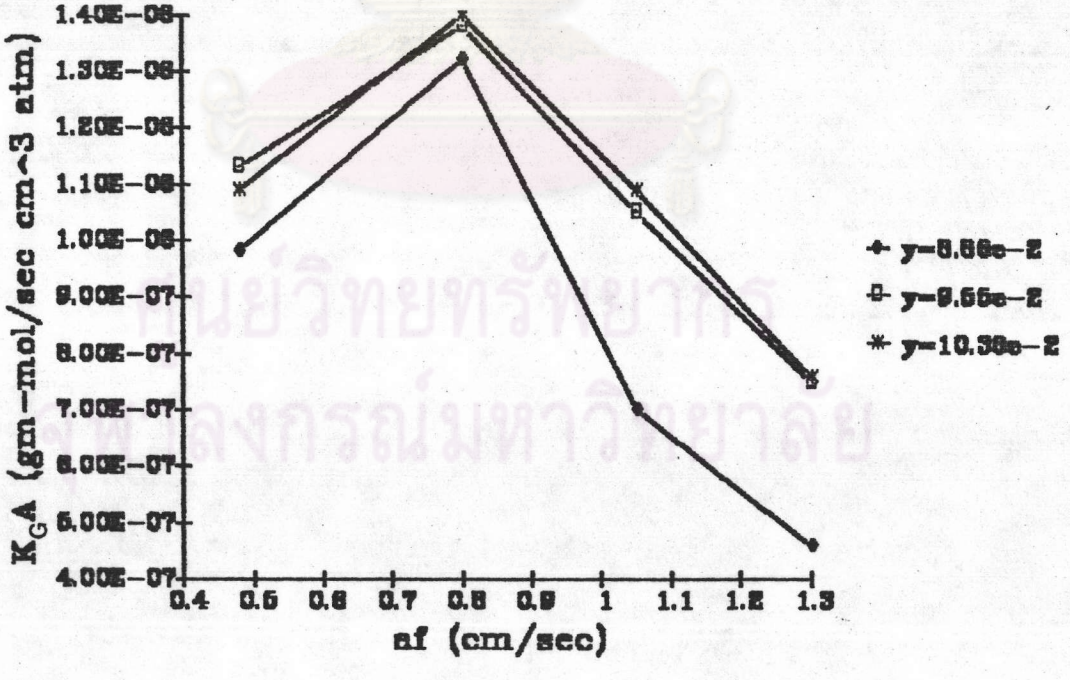
[NaOH] = 0.1 N

Q_L (cm^3/sec)	af (cm/sec)	K_GAx10^6 (gm-mol/sec cm^3 atm)		
		$y=8.86x10^{-2}$	$y=9.55x10^{-2}$	$y=10.36x10^{-2}$
7.55	0.48	0.77	0.79	0.70
	0.80	0.84	0.85	0.97
	1.05	0.32	0.62	0.78
	1.03	0.33	0.51	0.57
9.24	0.48	0.98	1.13	1.09
	0.80	1.32	1.38	1.40
	1.05	0.70	1.05	1.09
	1.30	0.46	0.75	0.76
10.92	0.48	1.44	1.60	1.47
	0.80	1.70	1.92	2.02
	1.05	0.88	1.43	1.36
	1.30	0.72	0.94	1.06
12.60	0.48	1.85	1.98	1.88
	0.80	2.17	2.35	2.50
	1.05	1.21	2.08	1.88
	1.30	0.84	1.17	1.44

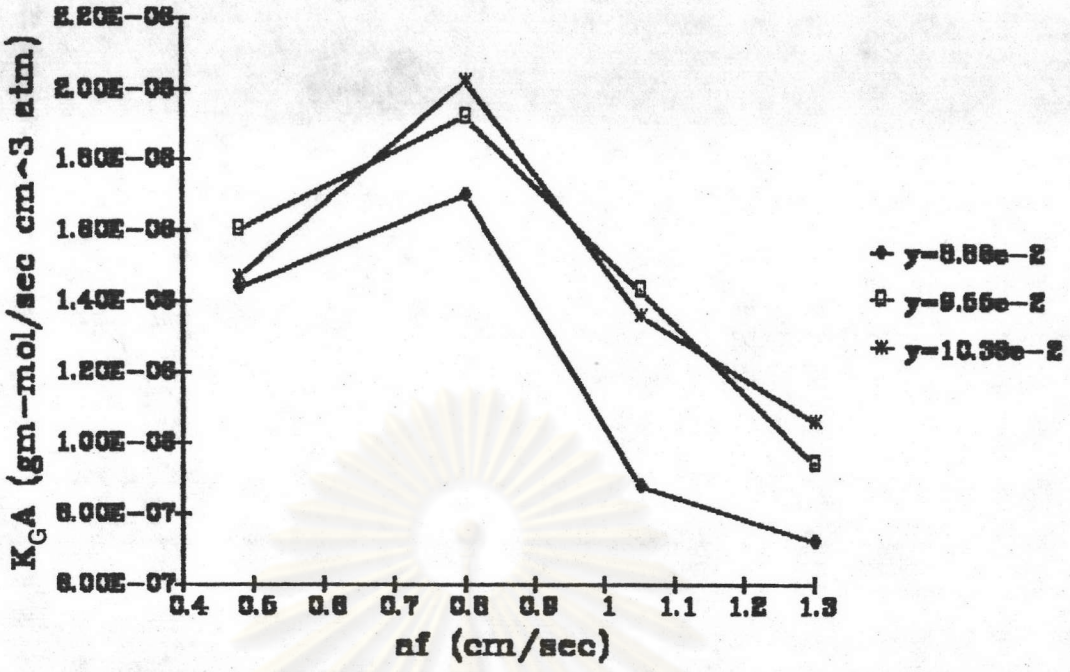
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



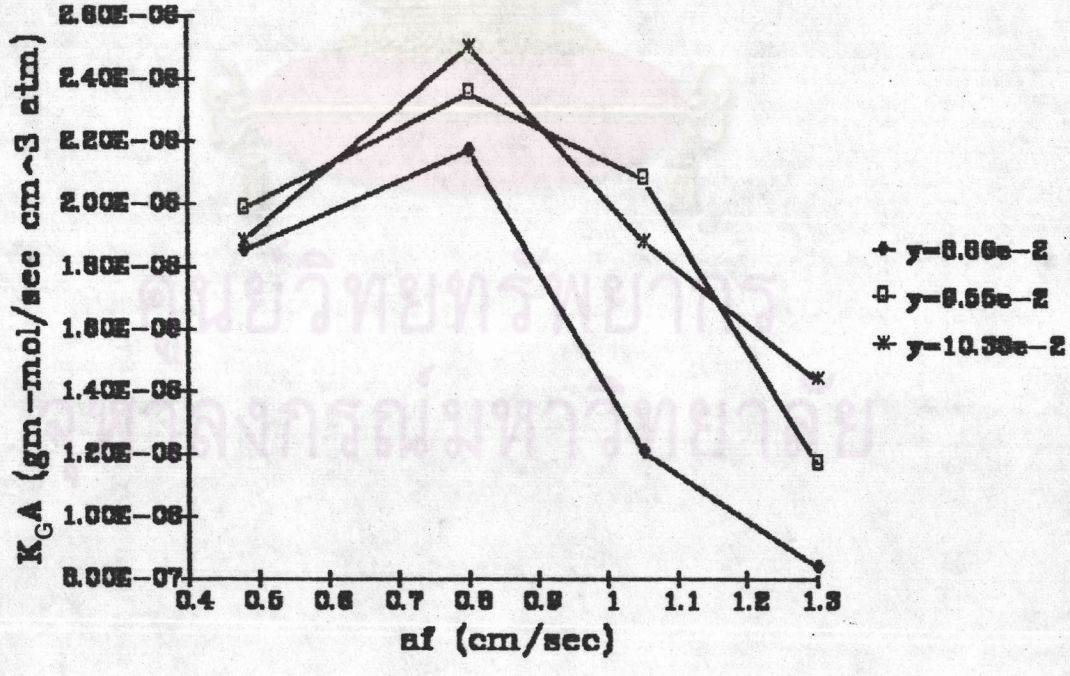
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 7.55 ซม.^{3}/วินาที



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ $\dot{Q}_L$ = 9.24 ซม.^{3}/วินาที



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 10.92 ซม.^{3}/วินาที

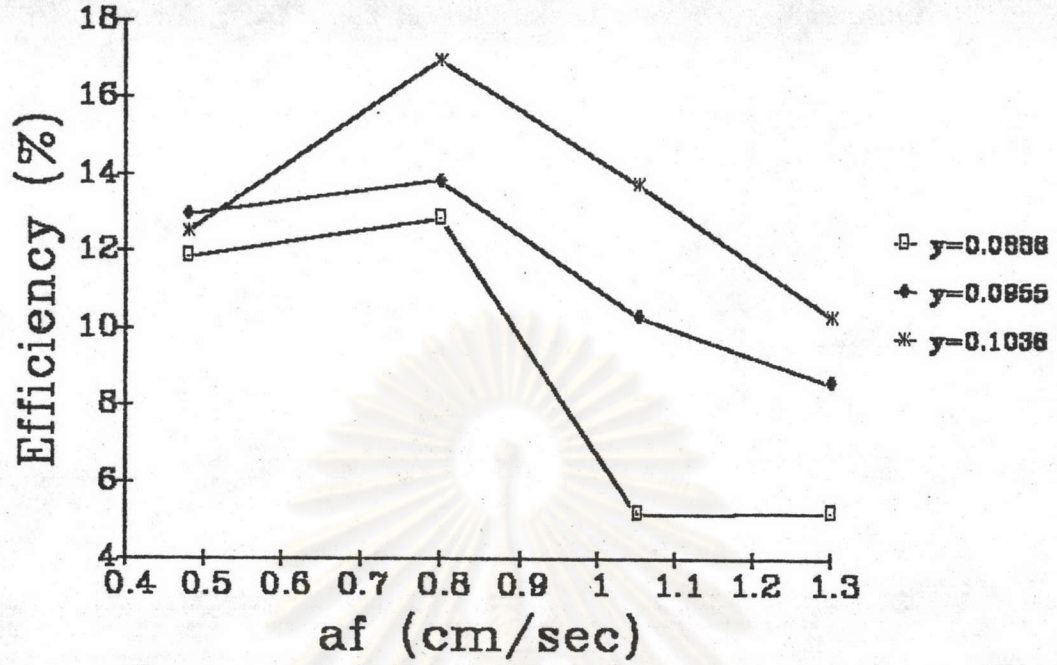


รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 12.60 ซม.^{3}/วินาที

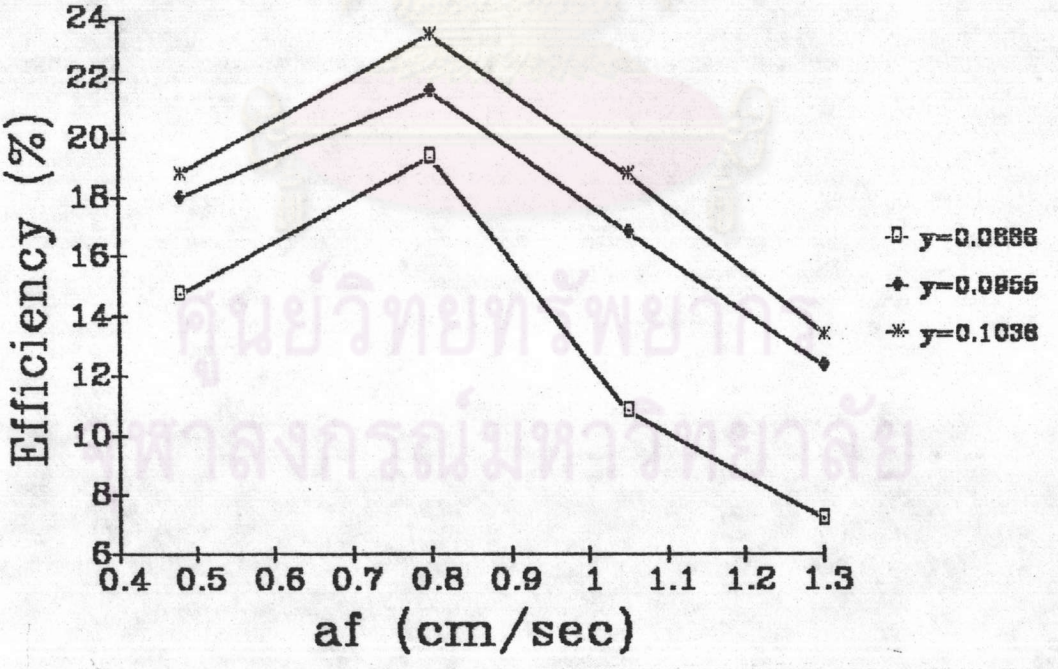
ตารางที่ 4.2

[NaOH] = 0.1 N

Q_L (cm^3/sec)	af (cm/sec)	% Efficiency		
		$y = 8.86x10^{-2}$	$y = 9.55x10^{-2}$	$y = 10.36x10^{-2}$
7.55	0.48	11.82	12.94	12.48
	0.80	12.84	13.83	16.95
	1.05	5.16	10.32	13.75
	1.30	5.20	8.59	10.32
9.24	0.48	14.73	18.00	18.80
	0.80	19.34	21.54	23.45
	1.05	10.77	16.81	18.78
	1.30	7.19	12.35	13.40
10.92	0.48	20.95	24.50	24.47
	0.80	24.18	28.69	31.91
	1.05	13.35	22.20	22.86
	1.30	11.11	15.22	18.32
12.60	0.48	26.04	29.36	30.10
	0.80	29.82	33.85	37.94
	1.05	17.97	30.58	30.20
	1.30	12.82	18.64	24.01

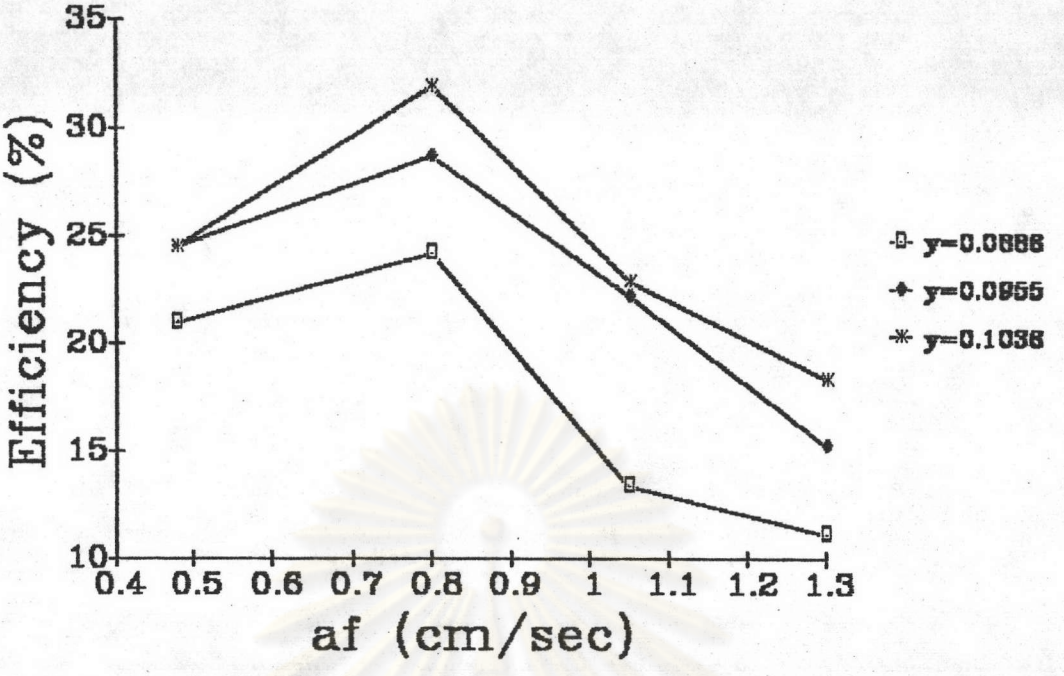


รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 7.55 ซม.^{3}/วินาที

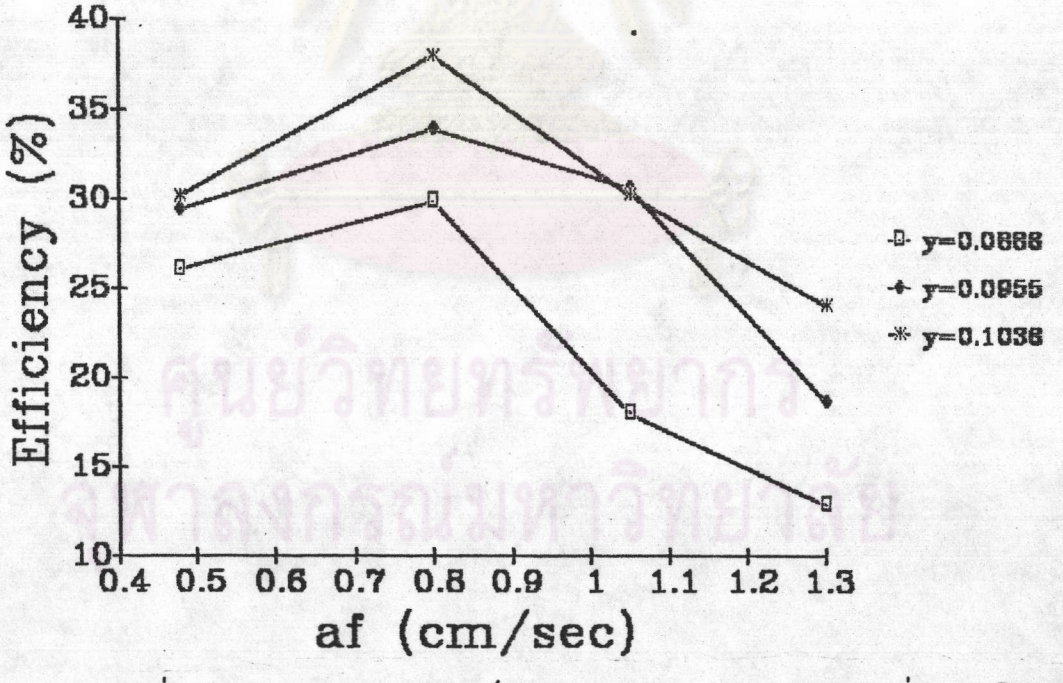


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 9.24 ซม.^{3}/วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 10.92 ซม.^{3}/วินาที



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ af ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ Q_L = 12.60 ซม.^{3}/วินาที

4.2 อิทธิพลของอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Q_L)

ทำการทดลองด้วยผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ สัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีค่าคงที่ในแต่ละอนุกรม แปรค่า Q_L ที่ 7.55, 9.24, 10.92 และ 12.60 ซม.^{3}/วินาที

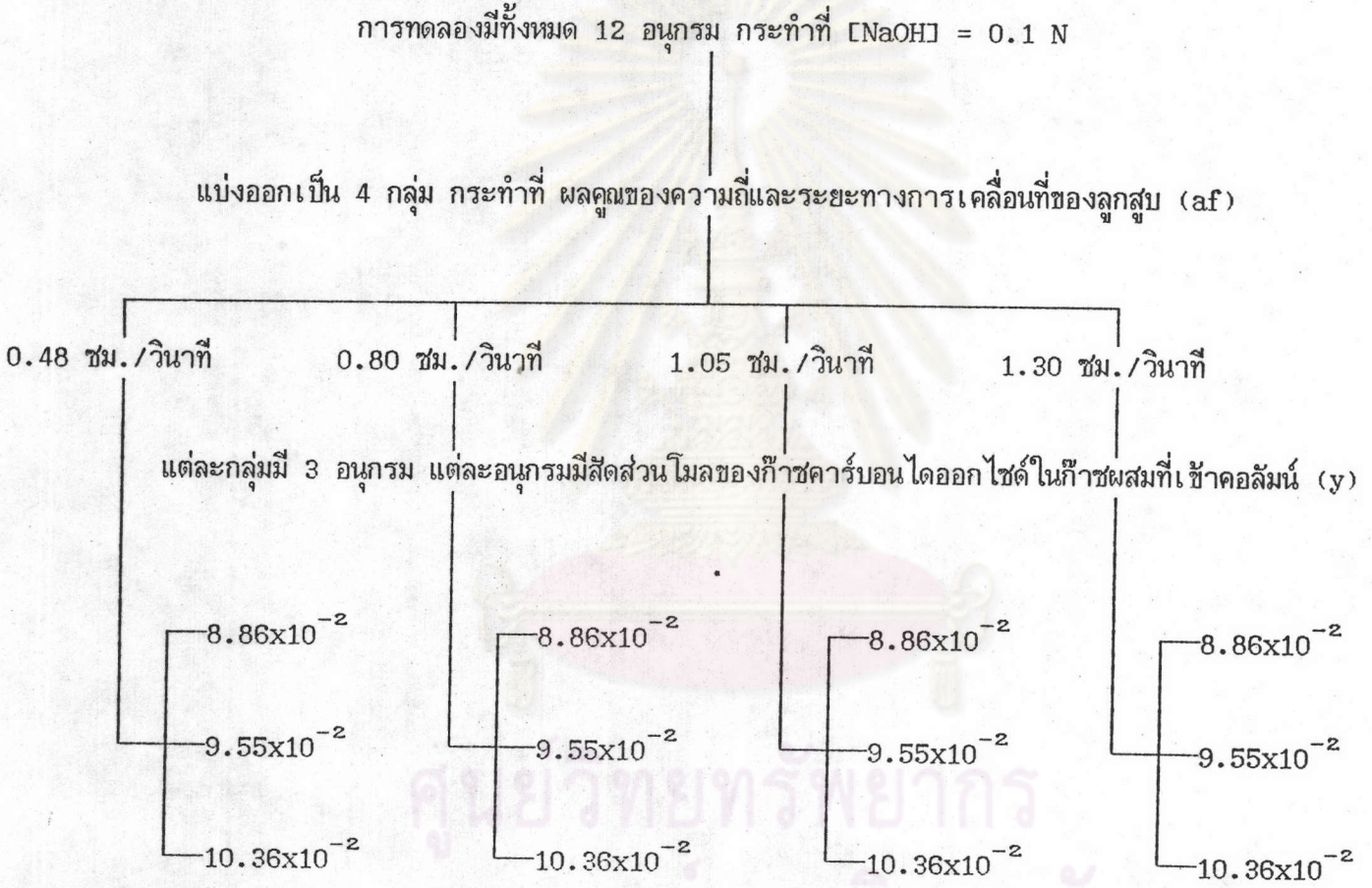
การทดลองมีทั้งหมด 12 อนุกรม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มกระทำที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์แมล และผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ 0.48, 0.80, 1.05 และ 1.30 ซม./วินาที ตามลำดับ แต่ละกลุ่มมี 3 อนุกรม แต่ละอนุกรมมีสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ 8.86×10^{-2}, 9.55×10^{-2} และ 10.36×10^{-2} ดังแผนผังที่ 4.2 โดยนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และ อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, Q_L ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ และนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึม และอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.13, 4.14, 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ พบว่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น

4.3 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ทำการทดลองด้วยอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ และสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ ที่มีค่าคงที่ในแต่ละอนุกรม แปรค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 0.1, 0.15 และ 0.2 นอร์แมล

การทดลองมีทั้งหมด 4 อนุกรม โดยกระทำที่อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 9.24 ซม.^{3}/วินาที และสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ 8.86×10^{-2} แต่ละอนุกรมมีผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ 0.48, 0.80, 1.05 และ 1.30 ซม./วินาที โดยนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์,

แผนผังที่ 4.2

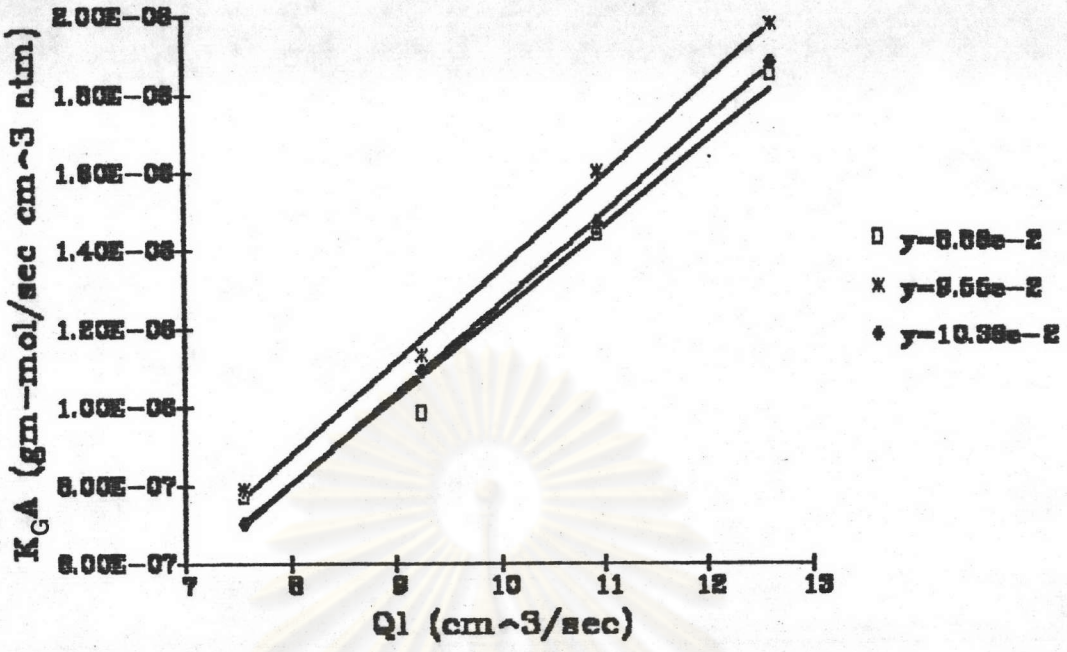


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

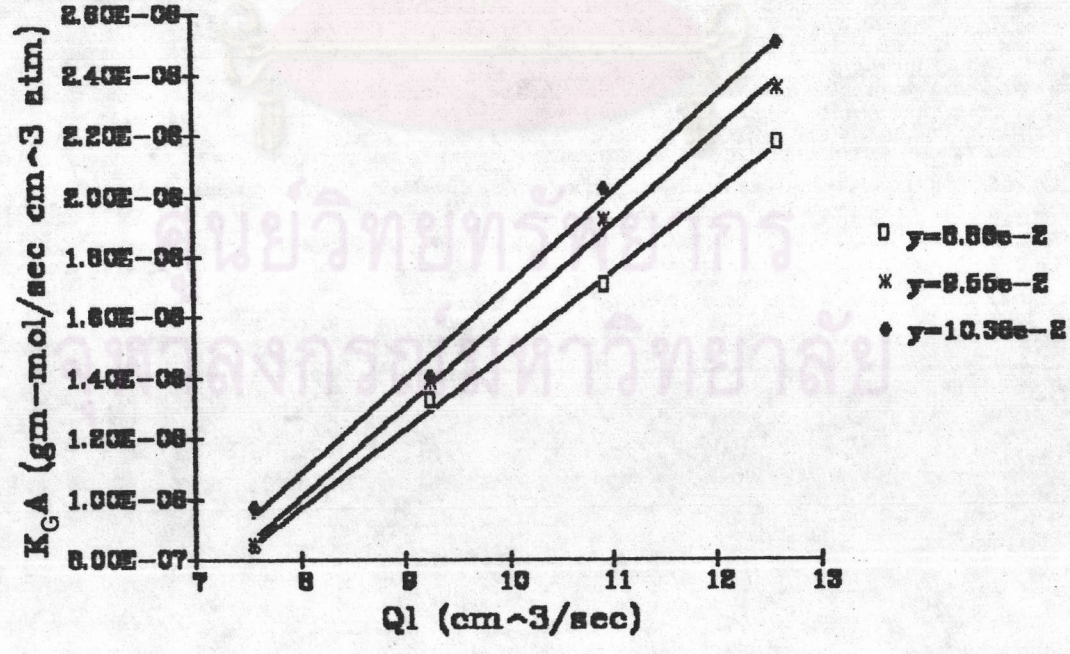
ตารางที่ 4.3

[NaOH] = 0.1 N

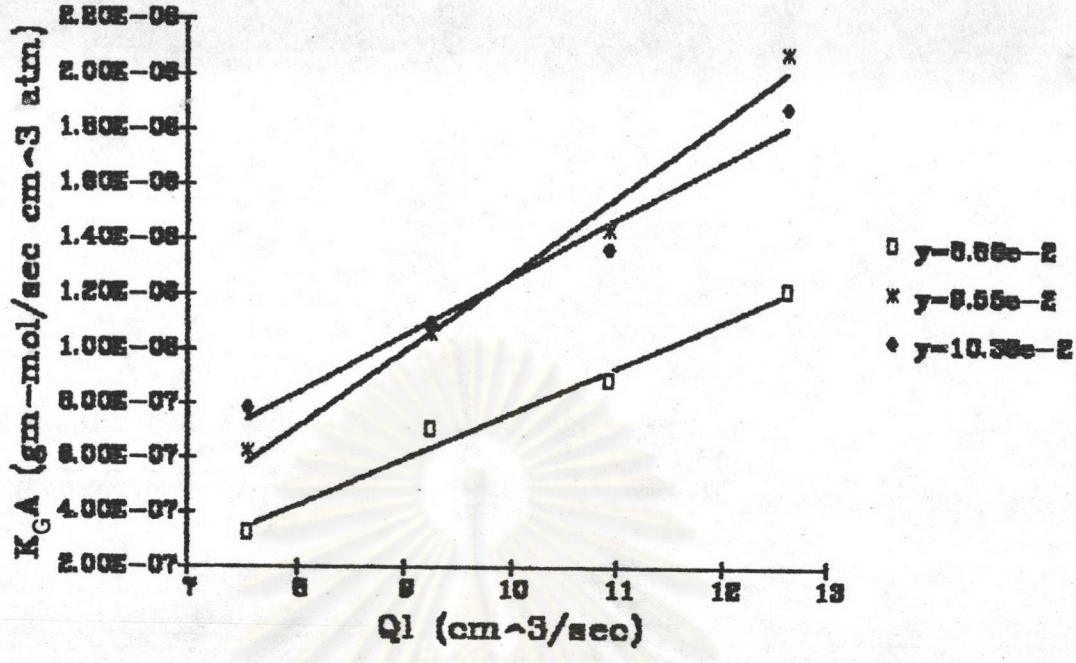
af (cm/sec)	Q_L (cm^3/sec)	K_GAx10^6 (gm-mol/sec cm^3 atm)		
		$y=8.86x10^{-2}$	$y=9.55x10^{-2}$	$y=10.36x10^{-2}$
0.48	7.55	0.77	0.79	0.70
	9.24	0.98	1.13	1.09
	10.92	1.44	1.60	1.47
	12.60	1.85	1.98	1.88
0.80	7.55	0.84	0.85	0.97
	9.24	1.32	1.38	1.40
	10.92	1.70	1.92	2.02
	12.60	2.17	2.35	2.50
1.05	7.55	0.32	0.62	0.78
	9.24	0.70	1.05	1.09
	10.92	0.88	1.43	1.36
	12.60	1.21	2.08	1.88
1.30	7.55	0.33	0.51	0.57
	9.24	0.46	0.75	0.76
	10.92	0.72	0.94	1.06
	12.60	0.84	1.17	1.44



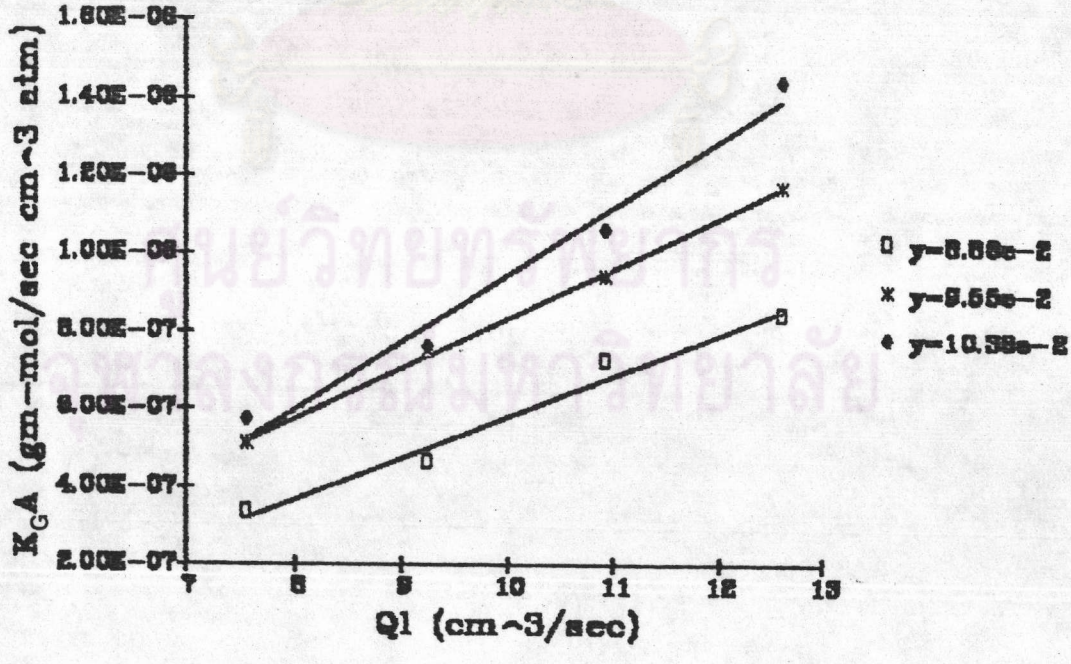
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 0.48 ซม./วินาที



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 0.80 ซม./วินาที



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 1.05 ซม./วินาที



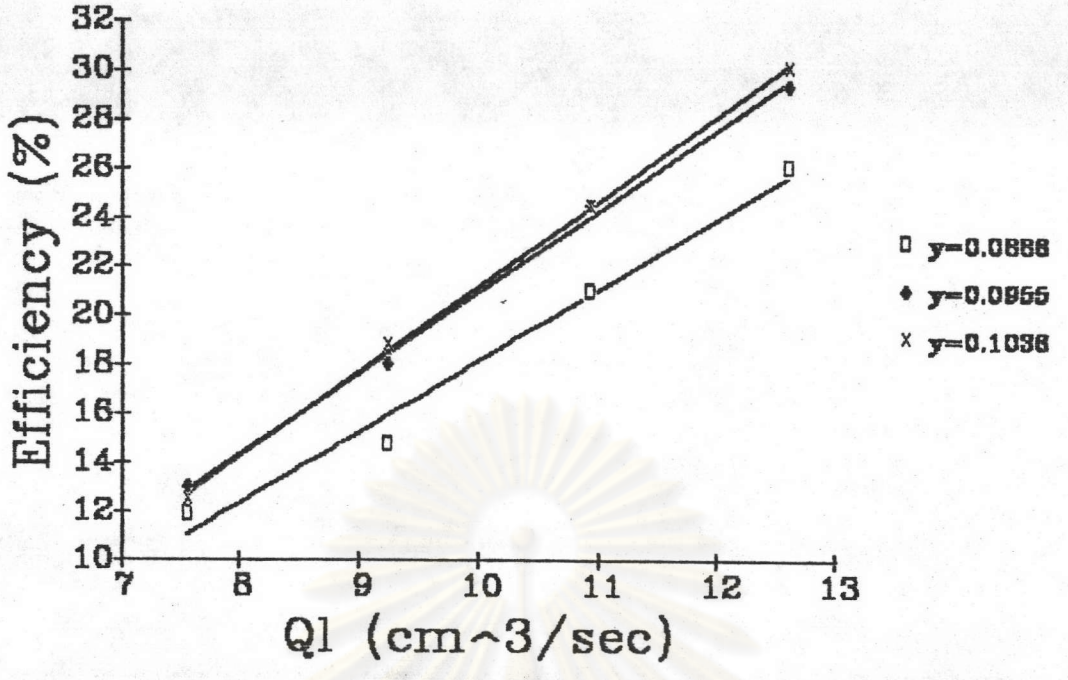
รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 1.30 ซม./วินาที

ตารางที่ 4.4

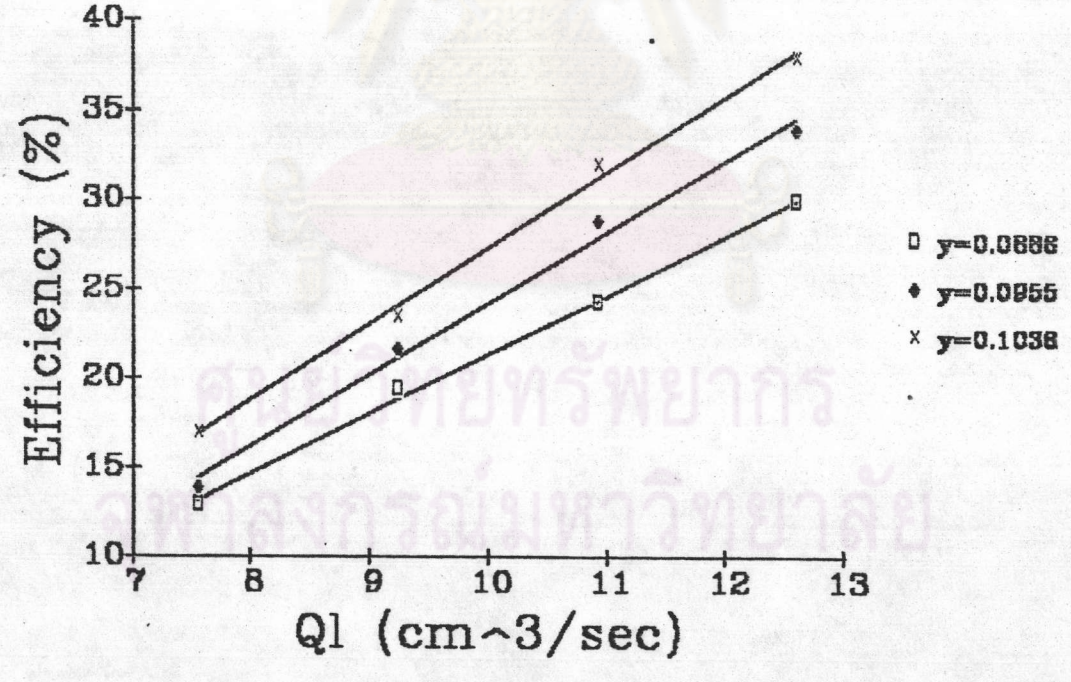
[NaOH] = 0.1 N

af (cm/sec)	Q_L (cm^3/sec)	% Efficiency		
		$y=8.86x10^{-2}$	$y=9.55x10^{-2}$	$y=10.36x10^{-2}$
0.48	7.55	11.82	12.94	12.48
	9.24	14.73	18.00	18.80
	10.92	20.95	24.50	24.47
	12.60	26.04	29.36	30.10
0.80	7.55	12.84	13.83	16.95
	9.24	19.34	21.54	23.45
	10.92	24.18	28.69	31.91
	12.60	29.82	33.85	37.94
1.05	7.55	5.16	10.32	13.75
	9.24	10.77	16.81	18.78
	10.92	13.35	22.20	22.86
	12.60	17.97	30.58	30.20
1.30	7.55	5.20	8.59	10.32
	9.24	7.19	12.35	13.40
	10.92	11.11	15.22	18.32
	12.60	12.82	18.64	24.01

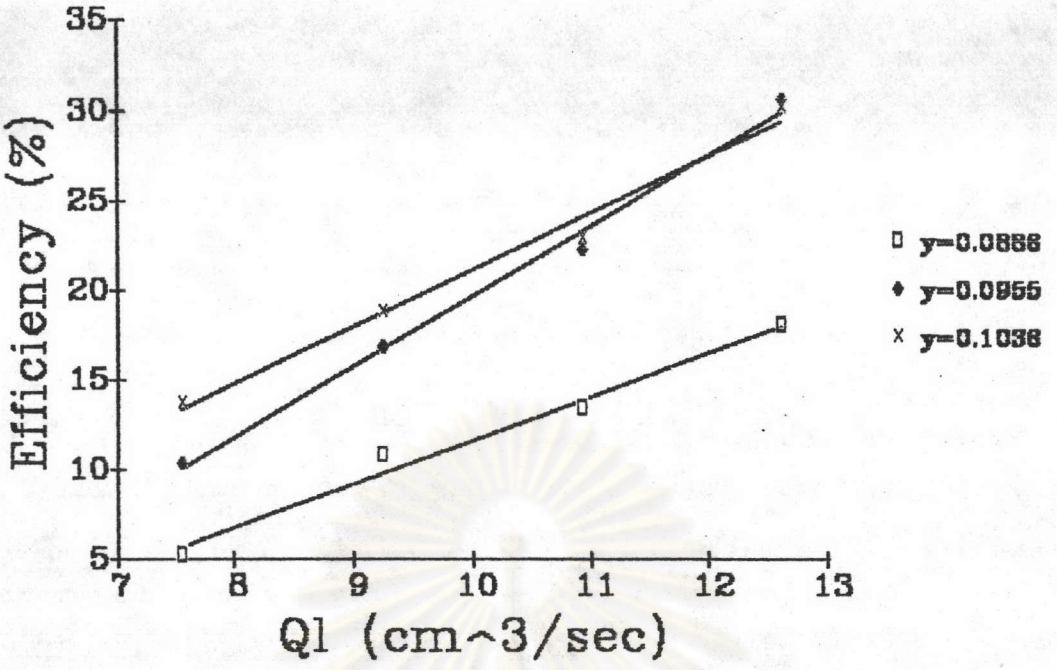
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



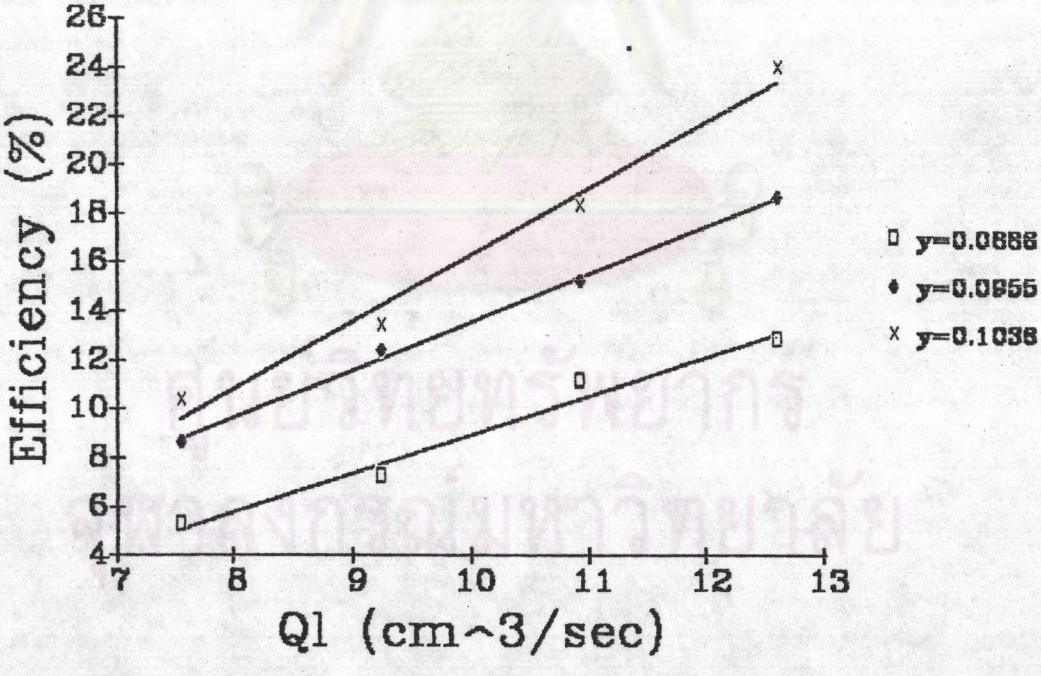
รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 0.48 ซม./วินาที



รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 0.80 ซม./วินาที



รูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 1.05 ซม./วินาที



รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ Q_L ที่สัดส่วนโมลต่างๆ เมื่อ af = 1.30 ซม./วินาที

[NaOH] ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.17 และนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึม และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แสดงไว้ในรูปที่ 4.18 และตารางที่ 4.6 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น

4.4 อิทธิพลของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ โดยคิดเป็นสัดส่วนโมล (y)

ทำการทดลองด้วยอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไอดรอกไซด์ ผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบระบบพัลส์ และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีค่าคงที่ในแต่ละอนุกรม แปรค่า y ที่ 8.86×10^{-2}, 9.55×10^{-2} และ 10.36×10^{-2}

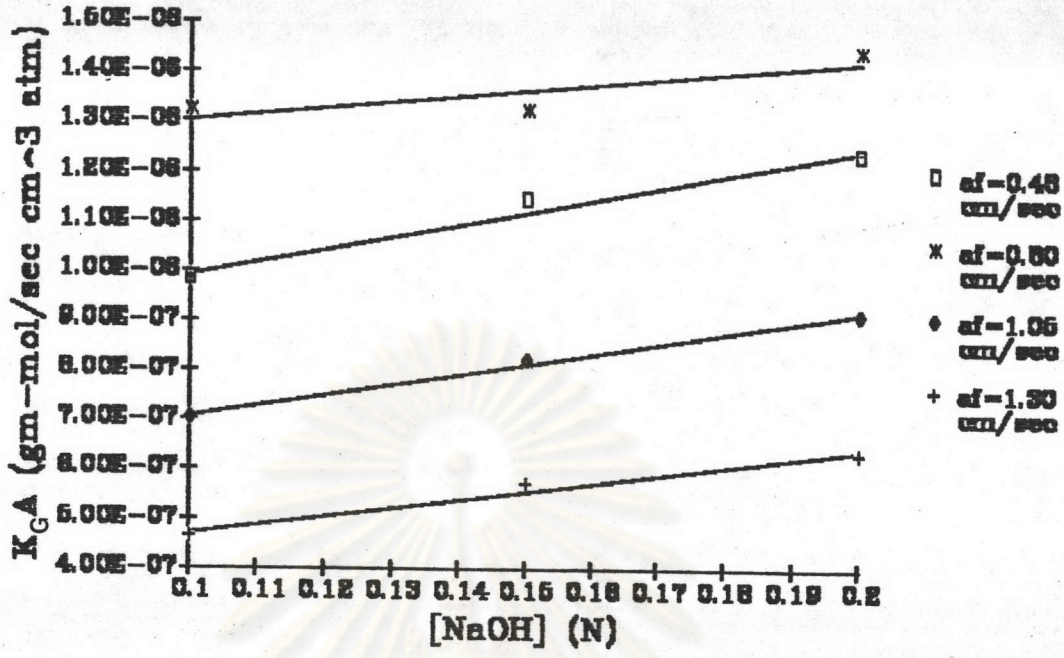
การทดลองมีทั้งหมด 16 อนุกรม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มกระทำที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์แมล และผลคูณของความถี่ และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ 0.48, 0.80, 1.05 และ 1.30 ซม./วินาที ตามลำดับ แต่ละกลุ่มมี 4 อนุกรม แต่ละอนุกรมกระทำที่อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 7.55, 9.24, 10.92 และ 12.60 ซม.^{3}/วินาที ตามลำดับ ดังแผนผังที่ 4.3 โดยนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์, y ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.19, 4.20, 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ และนำผลการทดลองมาพลอตระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมและสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์, y ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.23, 4.24, 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และ ร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.5

Q_L = 9.24 cm^3/sec , y = 8.86×10^{-2}

[NaOH] (N)	$K_G A \times 10^6$ (gm-mol/sec cm^3 atm)			
	af = 0.48 cm/sec	af = 0.80 cm/sec	af = 1.05 cm/sec	af = 1.30 cm/sec
0.10	0.98	1.32	0.70	0.46
0.15	1.14	1.32	0.82	0.57
0.20	1.23	1.44	0.91	0.63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ [NaOH] ที่ af ต่างๆ เมื่อ Q_L = 9.24 ซม.^{3}/วินาที , y = 8.86×10^{-2}

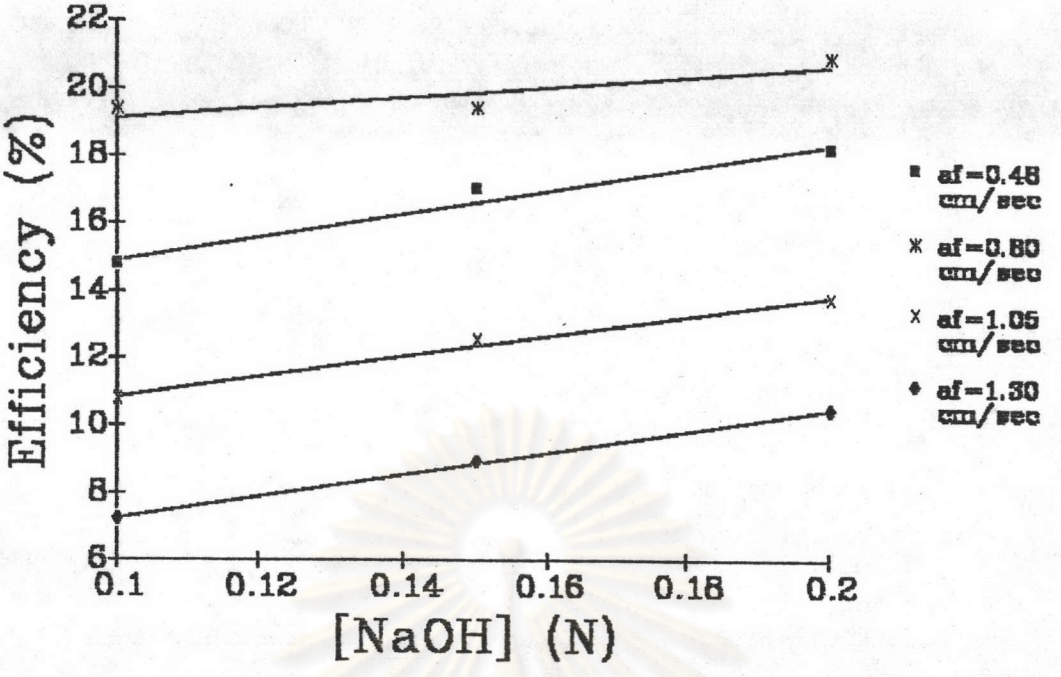
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6

Q_L = 9.24 cm^3/sec , y = 8.86×10^{-2}

NaOH (N)	% Efficiency			
	af=0.48cm/sec	af=0.80cm/sec	af=1.05cm/sec	af=1.30cm/sec
0.1	14.73	19.34	10.77	7.19
0.15	16.98	19.40	12.53	8.89
0.2	18.15	20.90	13.75	10.45

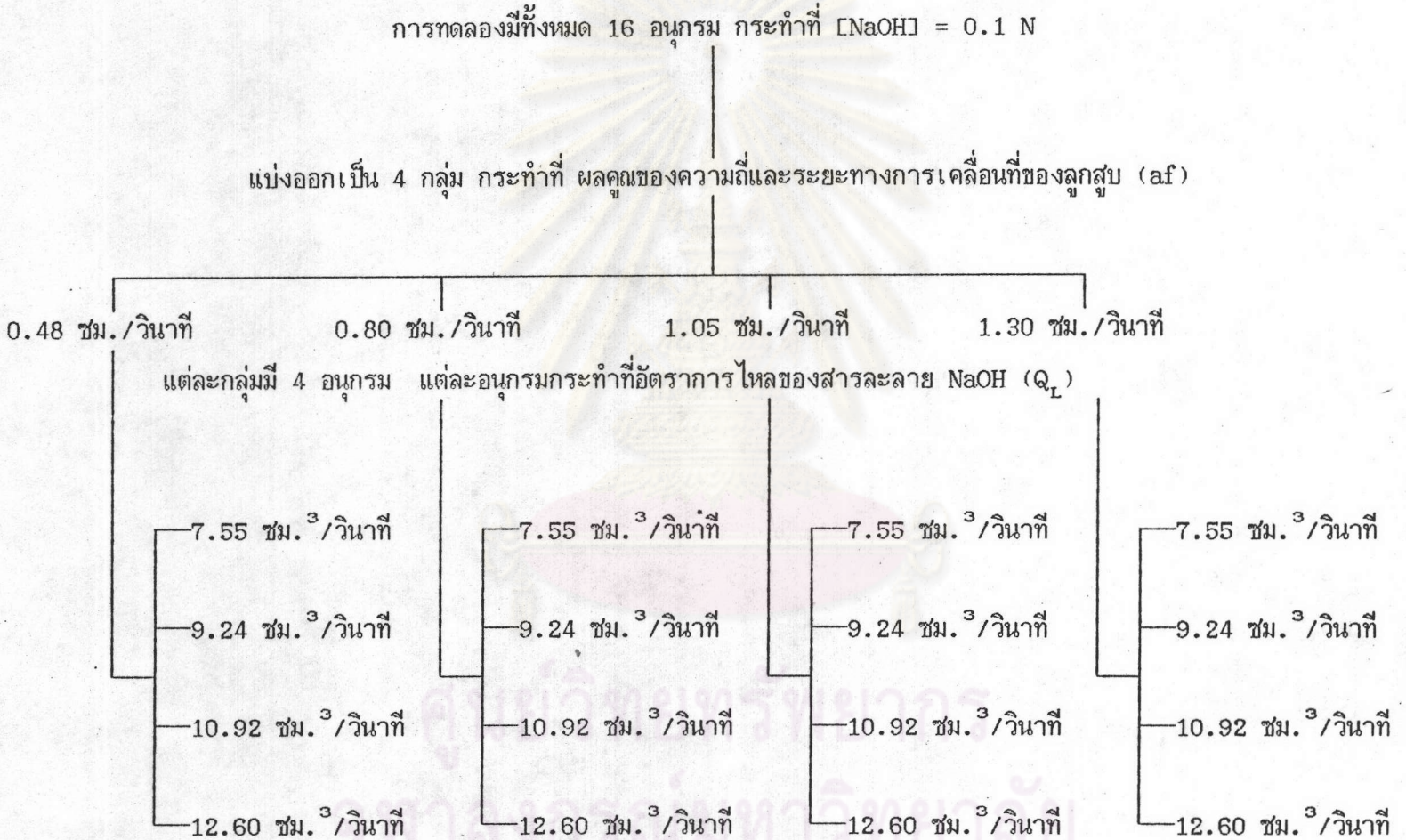
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ [NaOH] ที่ af ต่างๆ เมื่อ Q_L = 9.24 ซม.^{3}/วินาที , y = 8.86×10^{-2}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

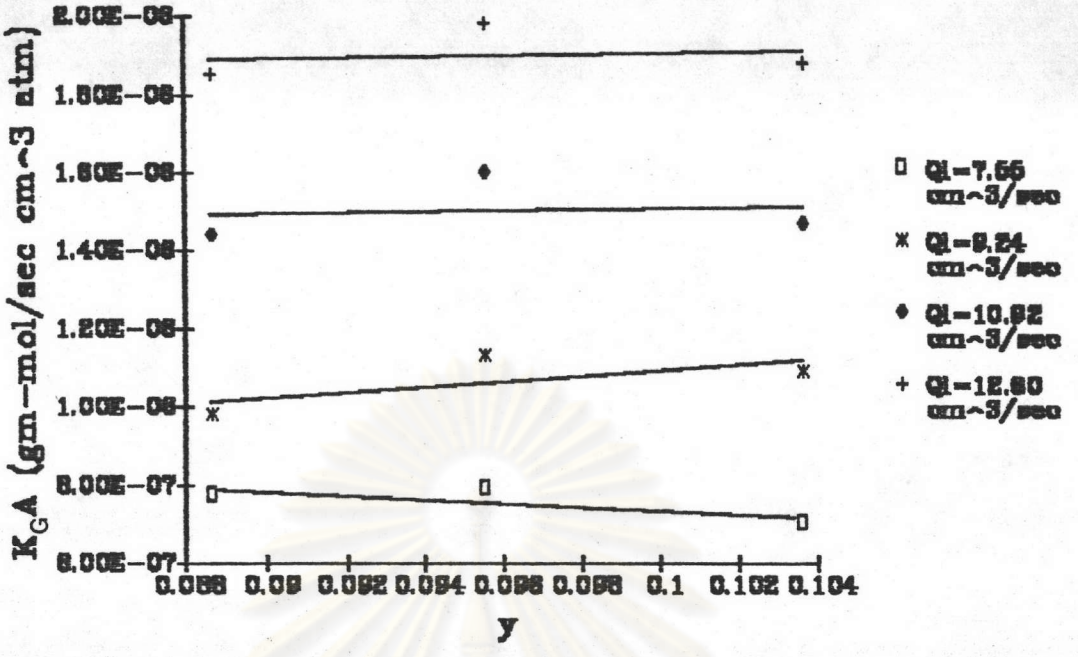
แผนผังที่ 4.3


การทดลองมีทั้งหมด 16 อนุกรม กระทำที่ [NaOH] = 0.1 N
แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กระทำที่ ผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบ (af)
0.48 ซม./วินาที
0.80 ซม./วินาที
1.05 ซม./วินาที
1.30 ซม./วินาที
แต่ละกลุ่มมี 4 อนุกรม แต่ละอนุกรมกระทำที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH (Q_L)
7.55 ซม.^{3}/วินาที
9.24 ซม.^{3}/วินาที
10.92 ซม.^{3}/วินาที
12.60 ซม.^{3}/วินาที

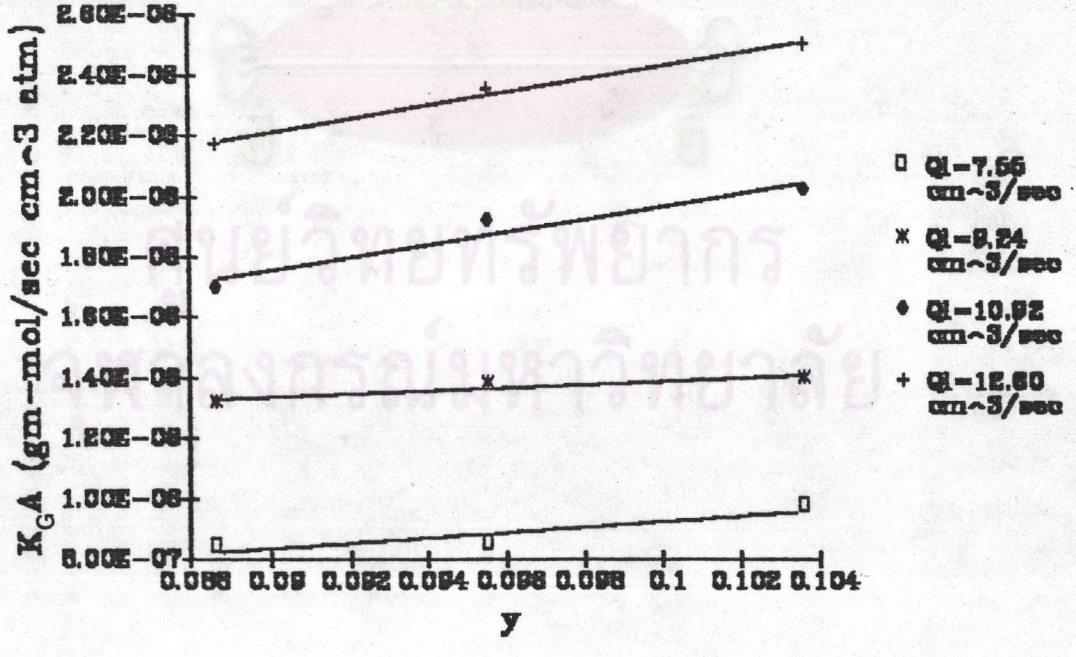
ตารางที่ 4.7

[NaOH] = 0.1 N

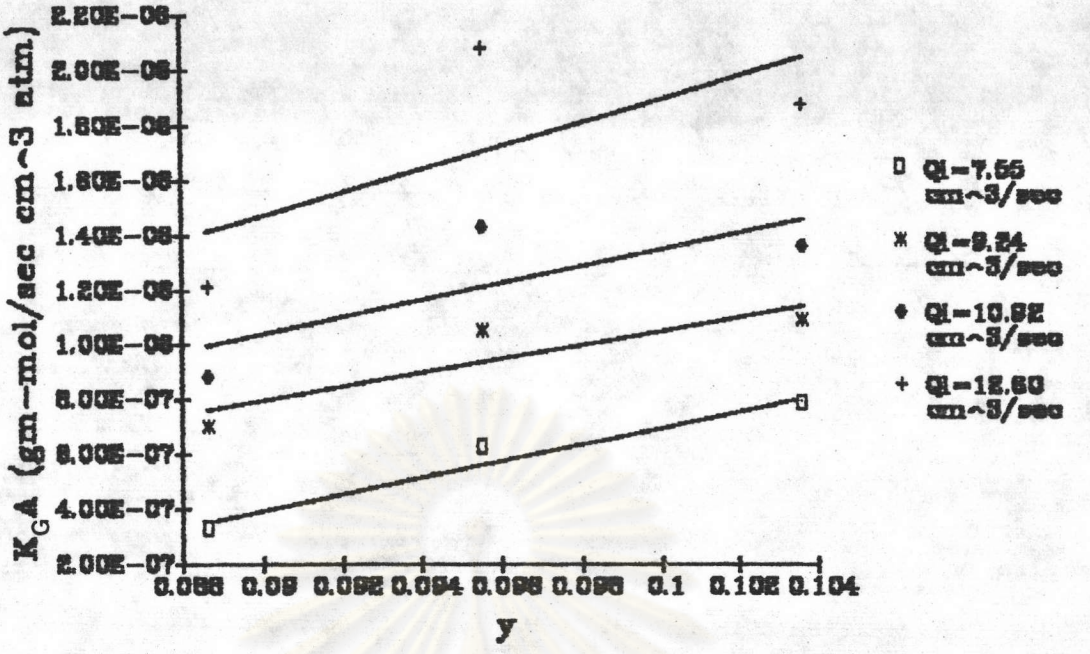
af (cm/sec)	$yx10^2$	K_GAx10^6 (gm-mol/sec cm^3 atm)			
		Q_L = 7.55 cm^3/sec	Q_L = 9.24 cm^3/sec	Q_L = 10.92 cm^3/sec	Q_L = 12.60 cm^3/sec
0.48	8.86	0.77	0.98	1.44	1.85
	9.55	0.79	1.13	1.60	1.98
	10.36	0.70	1.09	1.47	1.88
0.80	8.86	0.84	1.32	1.70	2.17
	9.55	0.85	1.38	1.92	2.35
	10.36	0.97	1.40	2.02	2.50
1.05	8.86	0.32	0.70	0.88	1.21
	9.55	0.62	1.05	1.43	2.08
	10.36	0.78	1.09	1.36	1.88
1.30	8.86	0.33	0.46	0.72	0.84
	9.55	0.51	0.75	0.94	1.17
	10.36	0.57	0.76	1.06	1.44



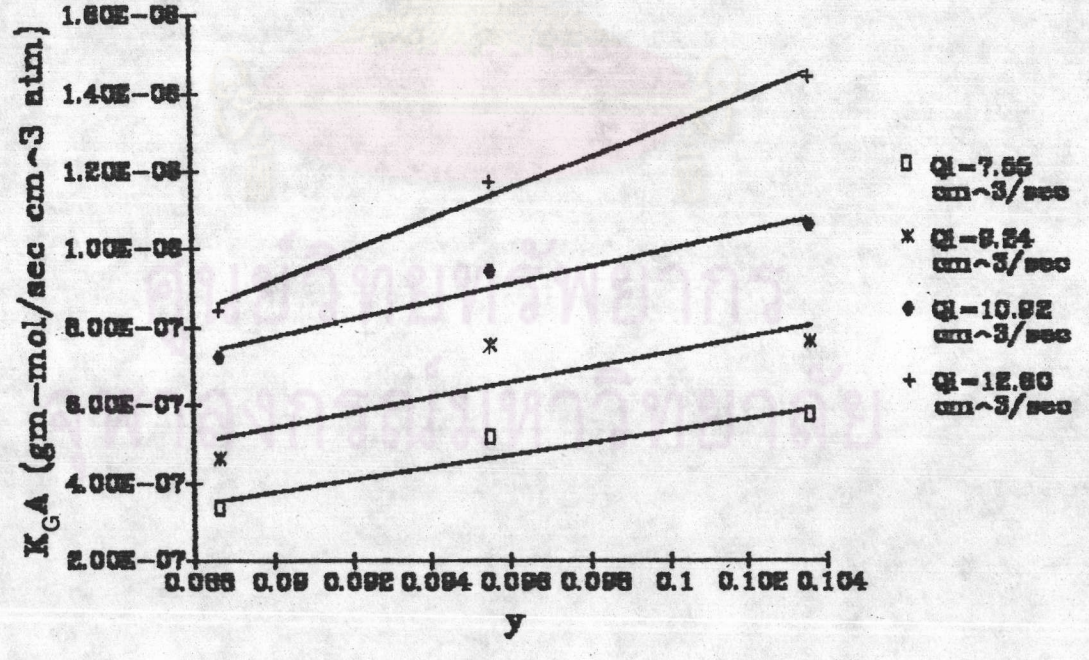
รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH ต่างๆ เมื่อ af = 0.48 ซม./วินาที



รูปที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH ต่างๆ เมื่อ af = 0.80 ซม./วินาที



รูปที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH เมื่อ af = 1.05 ซม./วินาที

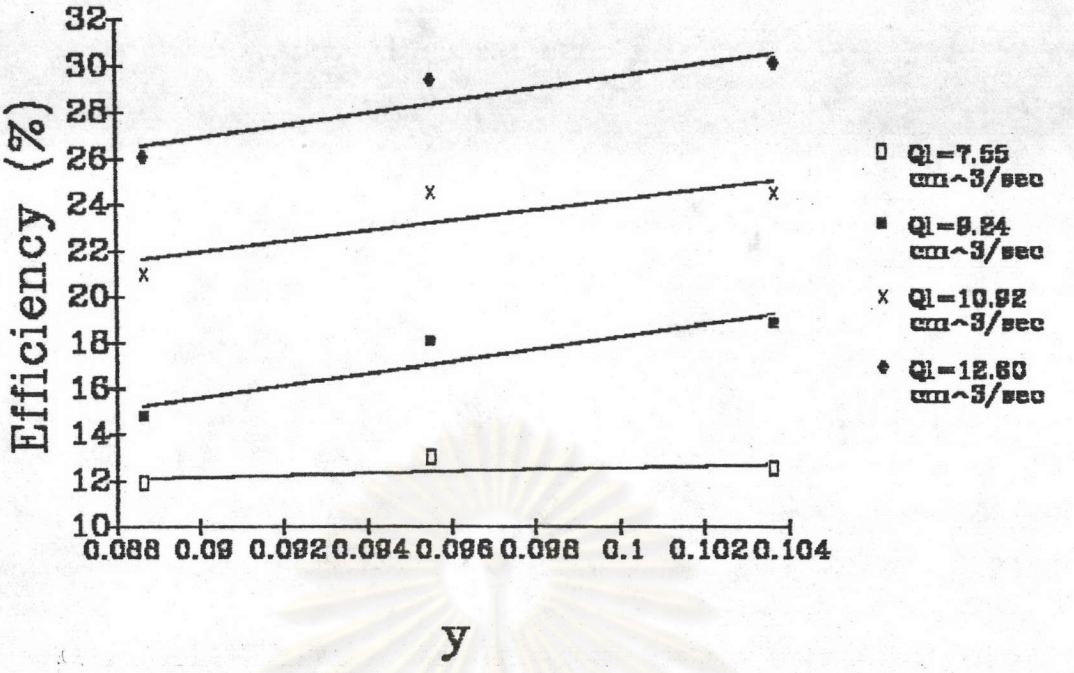


รูปที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_GA กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH เมื่อ af = 1.30 ซม./วินาที

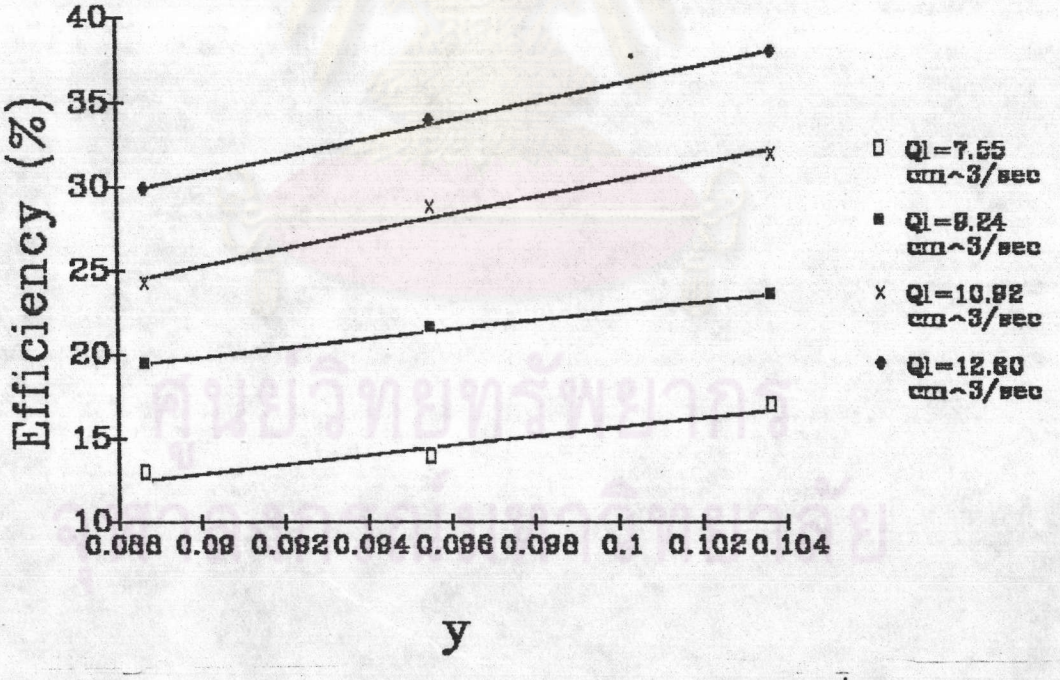
ตารางที่ 4.8

[NaOH] = 0.1 N

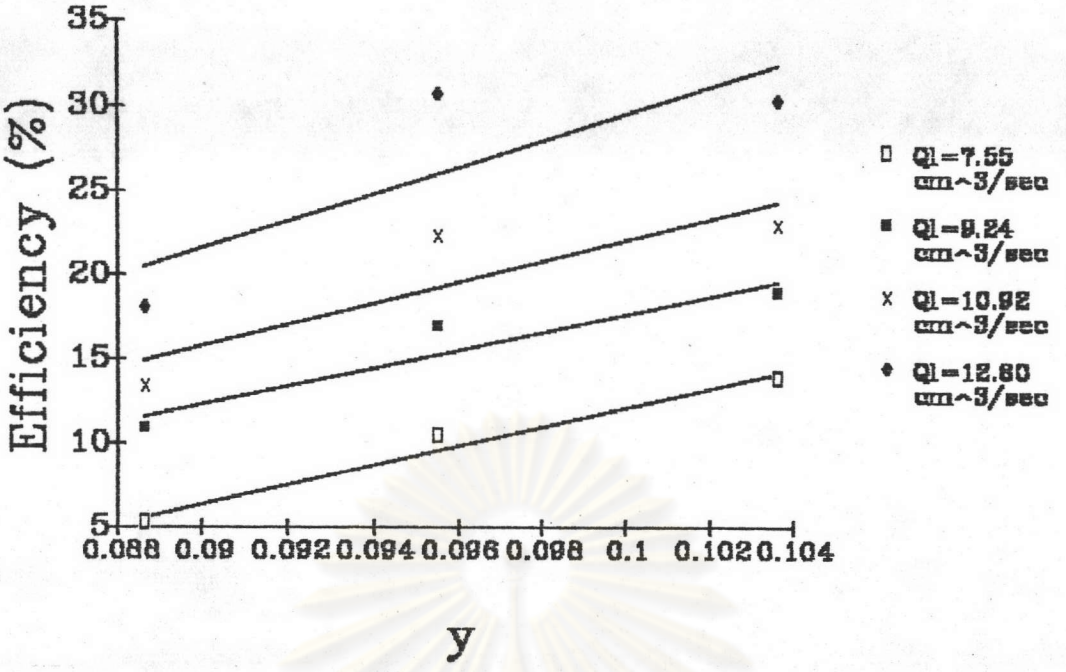
af (cm/sec)	y x 10^2	% Efficiency			
		Q_L = 7.55 (cm^3/sec)	Q_L = 9.24 (cm^3/sec)	Q_L = 10.92 (cm^3/sec)	Q_L = 12.60 (cm^3/sec)
0.48	8.86	11.82	14.73	20.95	26.04
	9.55	12.94	18.00	24.50	29.36
	10.36	12.48	18.80	24.47	30.10
0.80	8.86	12.84	19.34	24.18	29.82
	9.55	15.33	21.54	28.69	33.85
	10.36	16.95	23.45	31.91	37.94
1.05	8.86	5.16	10.77	13.35	17.97
	9.55	10.32	16.81	22.20	30.58
	10.36	13.75	18.78	22.86	30.20
1.30	8.86	5.20	7.19	11.11	12.82
	9.55	8.59	12.35	15.28	18.64
	10.36	10.32	13.40	18.32	24.01



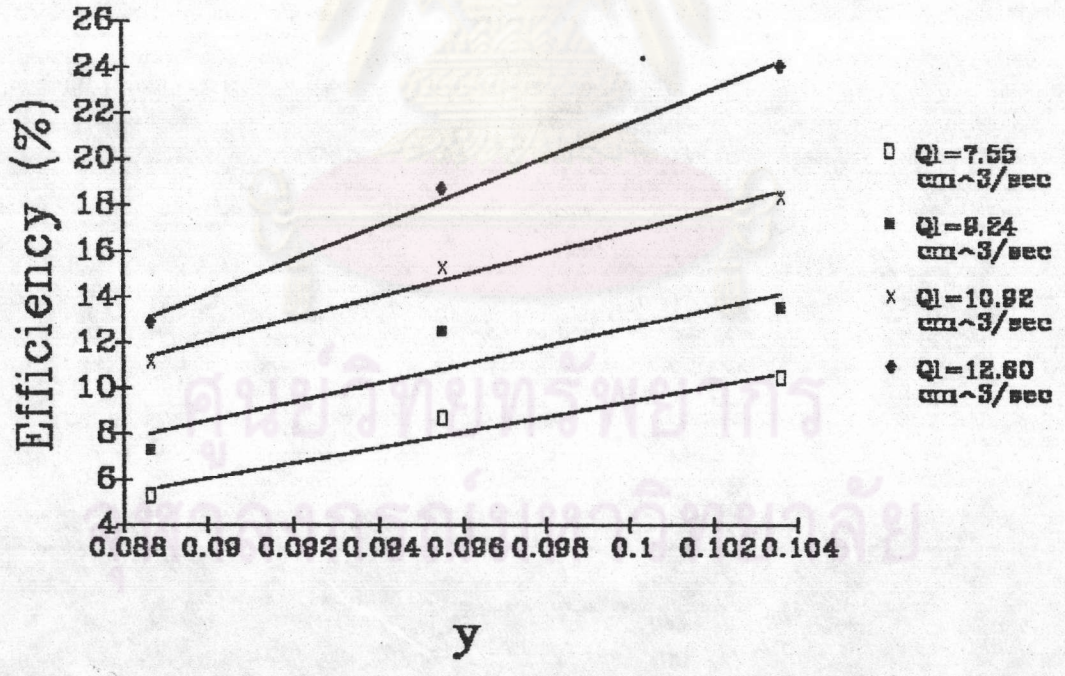
รูปที่ 4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH เมื่อ af = 0.48 ซม./วินาที



รูปที่ 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH เมื่อ af = 0.80 ซม./วินาที



รูปที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH เมื่อ af = 1.05 ซม./วินาที



รูปที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency กับ y ที่อัตราการไหลของสารละลาย NaOH เมื่อ af = 1.30 ซม./วินาที