

## รายการอ้างอิง

- Alonso, A. I., Galan, B., Irabien, A., and Ortiz, I. Separation of Cr(VI) with aliquat 336: Chemical equilibrium modeling. Separation Science and Technology Vol. 32, No. 9 (1997): 1543-1555.
- Alonso, A. I., Irabien, A., and Ortiz, M. I. Nondispersive extraction of Cr(VI) with aliquat 336: Influence of carrier concentration. Separation Science and Technology Vol. 31, No. 2 (1996): 271-282.
- Boyadzhiev, L., Separation Science and Technology. 25 (1990): 187.
- Brooks, C. S. Metal Recovery from Industrial Waste. Chelsea: Lewis, 1991.
- Chaisin, S., Saiwan, C., Scaehon, J. F., Christian, S. D., and Tucker, E. E., Equilibrium precipitation of barium chromate from an aqueous solution of a cationic polyelectrolyte, Conference of Chemical Engineering and Applied Chemistry Association in Thailand. 7<sup>th</sup> (1997): 406-412.
- Chiarizia R. Application of supported liquid membranes for removal of nitrate, technetium (VII) and chromium(VI) from groundwater. Journal of Membrane Science 55 (1991): 39-64. Kirk, Raymond Eller. Encyclopedia of Chemical Technology. 3rd ed. New York: John Wiley & Son, 1979.
- Cotton, F. A., and Wilkinson, G. Advanced inorganic chemistry. 3rd ed. New York: Interscience, 1972.
- Danesi, P. R., Reichley, L., and Rickert, P. G., Journal of Membrane Science 31 (1987): 117.
- Fraser, B. G., Pritzker, M. D., and Legge, R. L. Development of liquid membrane pertraction from the removal and recovery of chromium from aqueous effluents., Separation Science and Technology Vol. 29, No. 16 (1994): 2097-2116.

- Galan, B., Urtiaga, A. M., Alonso, A. I., Irabien, J. A., and Ortiz, M. I., Extraction of anions with the aliquat 336: Chemical equilibrium modeling. Industrial Engineering Chemistry Research 33 (1994): 1765-1770.
- Greenkorn, R. A., and Kessler, D. P. Transfer Operations. McGraw-Hill.
- Horn, M. W., Fraser, B. G., Pritzker, M. D., and Legge, R. L., Chemistry of Cr(VI) solvent extraction using tri-n-octylamine. Separation Science and Technology, Vol. 29, No. 4 (1994): 535-542.
- Keneth H. Lanouette., "Heavy metals Removal", Industrial Wastewater and solid wastewater Engineering.. Mc Graw-Hill, 1980: 116-124.
- Laddha, S., and Degaleesan, T. E. Transport phenomena in liquid extraction. New Delhi: McGraw-Hill, 1978.
- Lanouette, Keneth H. Industrial Wastewater and solid wastewater Engineering: Heavy metals removal. New York: Mc Graw-Hill, 1980.
- Lee, K. H., Evans, D. F., and Cussler, E. L., AIChE J. 24, 860(1978).
- Marr, R. and Kopp, A., Chem.-Ing.-Tech., 52,390(1980).
- Ortiz, I., Galan, B., and Irabien, A. Kinetic analysis of the simultaneous nondispersive extraction and back-extraction of chromium(VI), Industrial Engineering Chemistry Research 35 (1996): 1369-1377.
- Porter, Mark C., Handbook of industrial Membrane Technology. New Jersey: Noyes, 1989.
- Prasad, R., Runkle, C. J., and Shuey, H. F., United States of America, United States Patent number 5,352,361(1994).
- Salazar, E., Ortez, M. I., Urtiaga, A M., and Irabien, J. A., Equilibrium and kinetics of Cr(VI) extraction with Aliquat 336., Industrial Engineering Chemistry Research 31 (1992): 1516-1522.

Tavlarides, L.L., Bae, J. H., and Lee, C. K.. Solvent Extraction, Membranes, and Ion Exchange in Hydrometallurgical Dilute Metals Separation. Separation Science and Technology Vol. 22, No. 2&3 (1987): 581-617.

Teramoto, M., Matsuyama, H., Takaya, H., and Asano, S. Development of spiral-type supported liquid membrane module for separation and concentration of metal ions. Separation Science and Technology Vol. 22, No.11 (1987): 2175-2201.

Teramoto M., Tohno N., Ohnishi N., and Matsuyama H., Development of a spiral-type flowing liquid membrane module with high stability and its application to the recovery of chromium and zinc. Separation Science and Technology Vol. 24, No. 12&13 (1989): 981-999

Yang, Z., Guha, A. K., and Sirkar, K K.. Novel membrane-based synergistic metal extraction and recovery processes, Industrial Engineering Chemistry Research 35 (1996), 1383-1394.

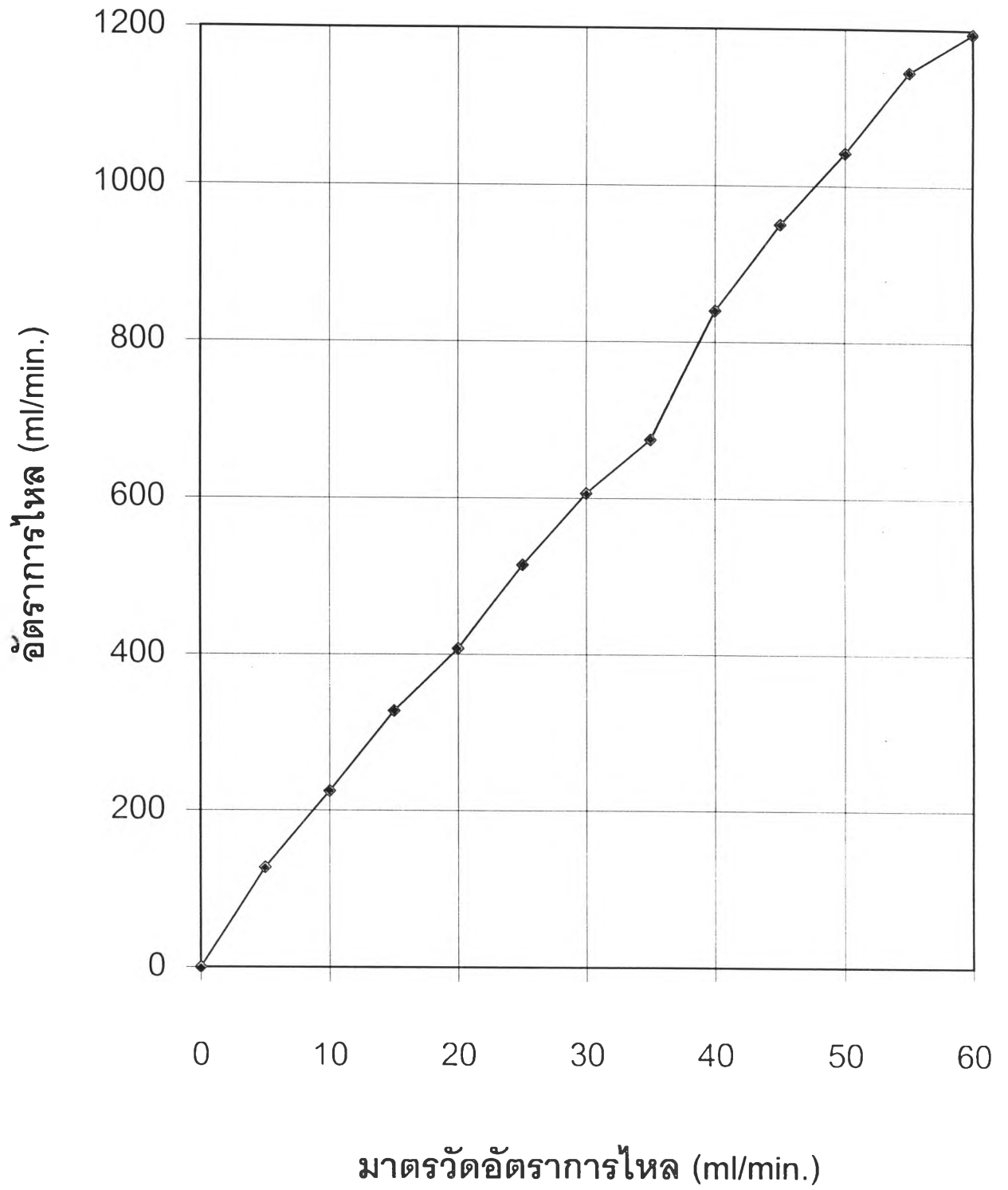
ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

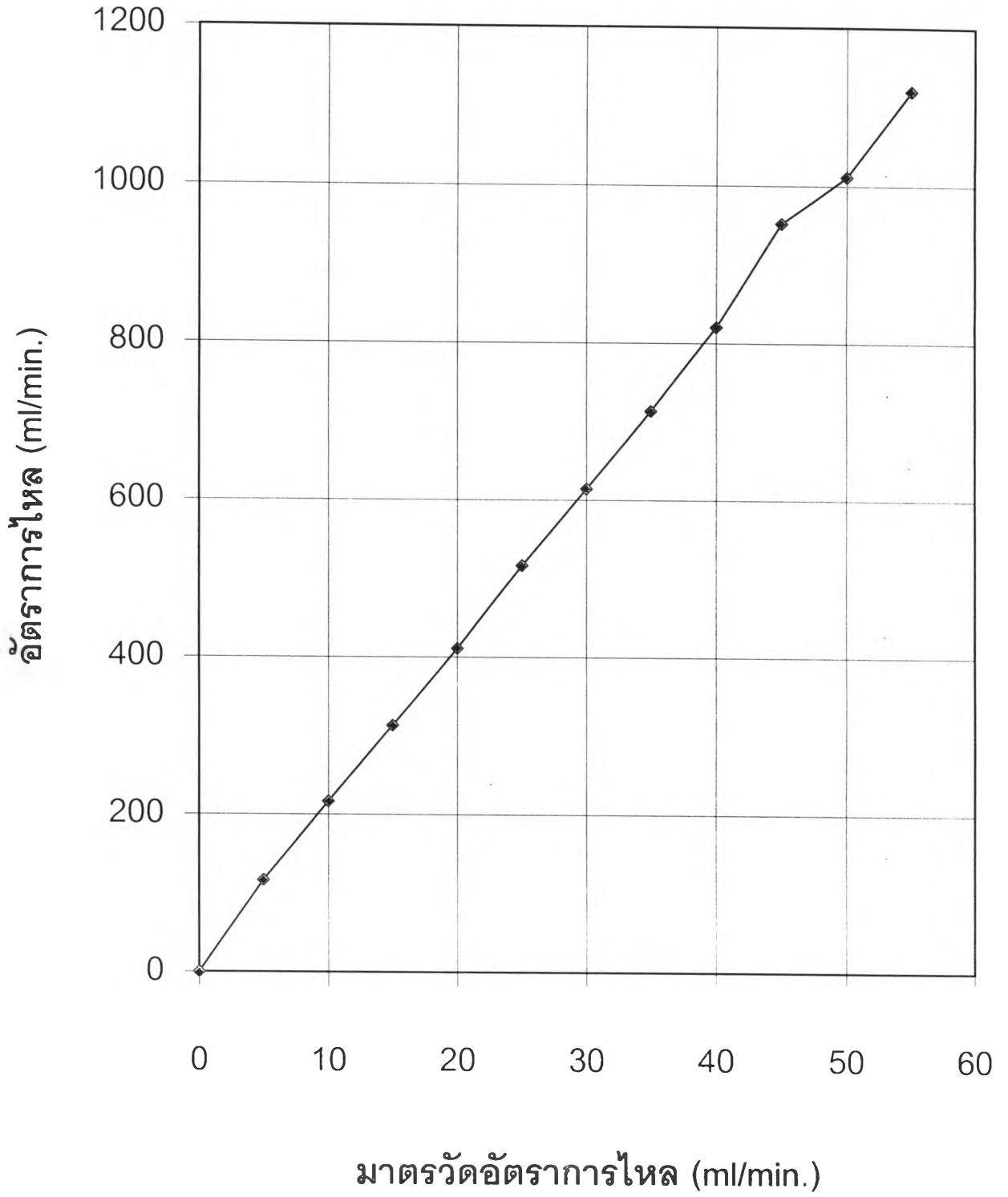
ข้อมูลการปรับมาตรฐานของมาตรวัดอัตราการไหล

ตาราง ก-1 ข้อมูลการปรับมาตรฐานของมาตรวัดอัตราการไหล

มาตรวัดอัตราการไหล	อัตราการไหลด้านใน เส้นใยกลวง (ml/min)	อัตราการไหลด้านนอก เส้นใยกลวง (ml/min)
0	0.0	0.0
5	127.3	116.5
10	224.8	216.5
15	327.8	313.3
20	407.5	411.1
25	514.3	516.6
30	605.9	614.1
35	675.1	713.1
40	840.0	820.5
45	950.4	951.8
50	1,041.0	1,011.4
55	1,145.2	1,120.7
60	1,195.0	-



รูป ก-1 การปรับมาตรฐานอัตราการไหลด้านในเส้นใยกลวง



รูป ก-2 การปรับมาตรฐานอัตราการไหลด้านนอกเส้นใยกลวง

## ภาคผนวก ข

ตาราง ข-1 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตที่เหลือในสารละลายป้อนของกระบวนการการสกัด ที่ความเป็นกรด-ด่างค่าต่างๆ

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของโครเมต					C/C <sub>0</sub>				
	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	137.97	126.65	126.39	126.47	117.61	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.5	14.83	13.05	13.31	23.43	37.7	0.11	0.10	0.11	0.19	0.32
1	10.77	9.01	12.12	16.45	35.01	0.08	0.07	0.10	0.13	0.30
2	10.42	6.56	10.12	16.06	31.18	0.08	0.05	0.08	0.13	0.27
3	10.77	7.97	10.65	14.86	29.54	0.08	0.06	0.08	0.12	0.25
4	10.90	8.78	11.29	13.86	27.81	0.08	0.07	0.09	0.11	0.24
5	11.51	8.54	11.27	13.93	28.67	0.08	0.07	0.09	0.11	0.24
10	11.82	8.63	11.50	15.59	27.97	0.09	0.07	0.09	0.12	0.24

ตาราง ข-2 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายป้อนที่เวลาต่างๆ ในกระบวนการการสกัด

เวลา (นาที)	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
0.5	2.44	3.48	6.61	7.27	6.90
1	2.45	3.51	6.64	7.39	6.90
2	2.45	3.57	6.59	7.47	7.12
3	2.44	3.74	6.74	7.21	7.31
4	2.46	3.57	6.12	7.83	7.30
5	2.47	3.55	6.85	7.23	7.29
10	2.37	3.63	6.69	7.24	7.12



ตาราง ข-3 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตที่สมดุลในสารละลายป้อน และค่า  $k_0$  ที่ความเป็นกรด-ด่างค่าต่างๆ

ตัวอย่าง	$C/C_{0eq}$	$k_0$
pH2	0.09	11.0
pH3	0.07	9.0
pH4	0.09	6.5
pH5	0.12	5.5
pH6	0.24	3.5

ตาราง ข-4 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตที่เกิดขึ้นในสารละลายสตรีปของกระบวนการการนำกลับ

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของโครเมต					$C/C_0$				
	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	23.78	42.27	37.80	21.95	38.81	0.25	0.34	0.33	0.20	0.42
1	28.86	54.27	53.89	34.02	84.32	0.30	0.44	0.47	0.31	0.53
2	37.74	73.44	79.43	53.24	64.82	0.39	0.59	0.69	0.49	0.71
3	49.88	80.90	95.66	77.58	72.54	0.52	0.65	0.84	0.71	0.79
4	50.80	94.33	96.84	82.84	79.90	0.53	0.76	0.85	0.76	0.87
5	60.00	92.66	97.57	94.08	83.32	0.63	0.75	0.85	0.86	0.91
10	61.11	103.6	107.25	103.08	86.55	0.64	0.83	0.94	0.95	0.95

ตาราง ข-5 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายป้อนในแต่ละครั้งที่ผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง

ครั้งที่	ความเข้มข้นของโครเมต					C/C <sub>0</sub>				
	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	92.93	111.25	104.61	94.06	96.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	64.95	63.89	82.41	75.44	83.66	0.70	0.57	0.79	0.80	0.87
2	33.92	35.27	58.41	56.90	80.46	0.37	0.32	0.56	0.61	0.84
3	12.54	18.46	49.53	50.51	79.39	0.14	0.17	0.47	0.54	0.82
4	2.19	6.75	39.15	44.96	72.68	0.02	0.06	0.37	0.48	0.76
5	-	1.43	26.66	34.79	68.03	-	0.01	0.26	0.37	0.71
6	-	0.45	15.81	27.57	65.77	-	0.01	0.15	0.29	0.68
7	-	-	6.98	17.84	69.42	-	-	0.07	0.19	0.72
8	-	-	1.92	8.93	65.79	-	-	0.02	0.10	0.68
9	-	-	0.50	3.66	68.93	-	-	0.01	0.04	0.72
10	-	-	-	1.21	61.92	-	-	-	0.01	0.64
11	-	-	-	0.38	66.25	-	-	-	0.01	0.69
12	-	-	-	-	59.70	-	-	-	-	0.62
13	-	-	-	-	61.67	-	-	-	-	0.64
14	-	-	-	-	60.86	-	-	-	-	0.63
15	-	-	-	-	61.68	-	-	-	-	0.64
16	-	-	-	-	57.91	-	-	-	-	0.60

ตาราง ข-6 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างในสารละลายป้อนในแต่ละครั้งที่ผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง

ครั้งที่	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	2.04	3.05	4.05	5.04	6.02
1	2.08	3.72	5.86	6.06	6.15
2	2.11	6.46	6.51	6.52	6.27
3	2.14	10.41	7.36	7.14	6.40
4	2.15	10.99	10.41	7.59	6.50
5	-	11.20	10.92	10.74	6.60
6	-	11.33	11.08	8.67	6.68
7	-	-	11.21	11.15	6.74
8	-	-	11.29	10.43	6.86
9	-	-	11.39	10.56	6.94
10	-	-	-	11.30	7.03
11	-	-	-	11.36	7.06
12	-	-	-	-	7.05
13	-	-	-	-	7.13
14	-	-	-	-	7.31
15	-	-	-	-	7.39
16	-	-	-	-	7.51

ตาราง ข-7 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายสตริปในแต่ละครั้งที่ผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง

ครั้งที่	ความเข้มข้นของโครเมต					C/C <sub>0</sub>				
	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24.29	22.58	13.30	13.32	2.29	0.26	0.20	0.13	0.14	0.02
2	55.04	65.52	30.05	29.97	5.52	0.59	0.59	0.29	0.32	0.06
3	79.64	80.90	44.88	35.80	8.68	0.86	0.73	0.43	0.38	0.09
4	89.66	99.86	55.32	46.49	11.98	0.97	0.90	0.53	0.49	0.12
5	-	104.28	70.32	56.52	13.96	-	0.94	0.67	0.60	0.15
6	-	105.11	87.27	63.70	16.30	-	0.95	0.83	0.68	0.17
7	-	-	93.06	71.47	19.24	-	-	0.89	0.77	0.20
8	-	-	97.95	81.42	21.47	-	-	0.94	0.87	0.22
9	-	-	99.13	85.64	23.36	-	-	0.95	0.91	0.24
10	-	-	-	88.84	25.03	-	-	-	0.95	0.26
11	-	-	-	88.01	25.56	-	-	-	0.94	0.27
12	-	-	-	-	26.31	-	-	-	-	0.27
13	-	-	-	-	26.75	-	-	-	-	0.28
14	-	-	-	-	27.42	-	-	-	-	0.29
15	-	-	-	-	29.04	-	-	-	-	0.30
16	-	-	-	-	30.14	-	-	-	-	0.31

ตาราง ข-8 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายป้อนเทียบกับเวลาที่ความเข้มข้นของโดเดคคานอล  
ค่าต่างๆ

เวลา (นาทีก)	ความเข้มข้นของโครเมต					C/C <sub>0</sub>				
	0%	5%	10%	15%	20%	0%	5%	10%	15%	20%
0	115.22	115.22	115.22	115.22	121.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.5	19.93	10.67	11.67	20.88	19.28	0.17	0.09	0.10	0.18	0.16
1	20.49	8.37	7.10	13.11	10.72	0.18	0.07	0.06	0.11	0.09
2	18.70	7.28	8.03	12.03	8.92	0.16	0.06	0.07	0.10	0.07
3	17.46	6.98	7.00	9.32	9.51	0.15	0.06	0.06	0.08	0.08
4	18.56	6.63	8.18	10.45	9.66	0.16	0.06	0.07	0.09	0.08
5	17.73	6.21	6.83	9.08	12.41	0.15	0.05	0.07	0.08	0.10
10	17.68	5.93	6.71	8.51	11.30	0.15	0.05	0.06	0.08	0.09

ตาราง ข-9 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายสตริปเทียบกับเวลาที่ความเข้มข้นของโดเดคคานอล  
ค่าต่างๆ

เวลา (นาทีก)	ความเข้มข้นของโครเมต					C/C <sub>0</sub>				
	0%	5%	10%	15%	20%	0%	5%	10%	15%	20%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	7.42	75.74	45.49	26.35	54.58	0.08	0.70	0.44	0.26	0.51
1	8.23	84.37	73.19	35.09	63.89	0.08	0.78	0.71	0.34	0.59
2	7.98	94.09	93.45	75.60	75.69	0.08	0.87	0.90	0.74	0.70
3	8.84	97.99	96.86	91.46	91.52	0.09	0.90	0.94	0.89	0.85
4	8.96	103.99	101.65	92.80	93.53	0.09	0.96	0.98	0.90	0.87
5	9.46	104.50	100.35	99.46	98.20	0.10	0.96	0.97	0.97	0.91
10	9.06	105.93	98.47	102.56	100.23	0.09	0.98	0.95	1.00	0.93

ตาราง ข-10 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตทั้งในสารละลายป้อนและสารละลายstrips ในลักษณะการไหล ทั้งในการไหลในทิศทางเดียวกันและไหลสวนทางกัน โดยมีการปฏิบัติการแบบไหลวนกลับ

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	feed,co	strip,co	feed,ct	strip,ct	feed,co	strip,co	feed,ct	strip,ct
0	101.13	0.00	101.54	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
1	87.97	2.63	92.03	1.19	0.87	0.03	0.91	0.01
2	86.57	7.01	82.59	4.11	0.86	0.07	0.81	0.04
3	84.97	10.64	76.57	8.36	0.84	0.11	0.75	0.08
4	77.34	14.93	70.76	11.95	0.77	0.15	0.70	0.12
5	67.67	19.43	70.39	15.43	0.67	0.19	0.69	0.15
7	63.38	29.75	69.75	24.60	0.63	0.29	0.69	0.24
10	54.44	42.78	60.30	39.25	0.54	0.42	0.59	0.39
15	38.86	60.58	41.79	57.38	0.38	0.60	0.41	0.57
20	35.33	63.58	35.96	63.69	0.35	0.63	0.35	0.63
30	17.46	81.37	20.61	78.77	0.17	0.81	0.20	0.78
60	0.60	98.41	0.86	98.22	0.01	0.97	0.01	0.97
90	0.28	98.92	0.08	98.89	0.00	0.98	0.00	0.97

ตาราง ข-11 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตทั้งในสารละลายป้อนและสารละลายstripsเทียบกับเวลาในครั้งแรกของการผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง ทั้งในลักษณะการไหลในทิศทางเดียวกันและไหลสวนทางกัน โดยมีการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียว

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	feed,co	strip,co	feed,ct	strip,ct	feed,co	strip,co	feed,ct	strip,ct
0	111.25	0.00	113.20	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.17	0.67	1.80	0.09	0.17	0.01	0.02	0.00	0.00
0.33	4.50	3.94	0.72	2.43	0.04	0.04	0.01	0.02
0.50	13.27	7.69	1.81	5.40	0.12	0.07	0.02	0.05
0.75	25.00	43.61	9.55	11.03	0.23	0.12	0.08	0.10
1.00	33.30	18.00	22.58	14.74	0.30	0.16	0.20	0.13
1.50	47.01	24.21	48.44	19.14	0.42	0.22	0.42	0.17
2.00	65.46	26.43	56.27	23.75	0.59	0.24	0.50	0.21
3.00	68.18	27.67	65.66	26.46	0.61	0.25	0.58	0.23
4.00	70.74	25.86	74.90	25.85	0.64	0.23	0.66	0.23
5.00	71.49	29.93	71.55	25.83	0.64	0.27	0.63	0.23

ตาราง ข-12 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตทั้งในสารละลายป้อนและสารละลายstripperเทียบกับจำนวนครั้งของการผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง ในการไหลทั้งในทิศทางเดียวกันและไหลสวนทางกัน การปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียว

ครั้งที่	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	feed,co	strip,co	feed,ct	strip,ct	feed,co	strip,co	feed,ct	strip,ct
0	111.25	0.00	113.20	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
1	63.89	22.58	62.38	22.33	0.57	0.20	0.55	0.20
2	35.27	65.52	35.21	54.60	0.32	0.59	0.31	0.48
3	18.46	80.90	18.42	78.76	0.17	0.73	0.16	0.70
4	6.75	99.86	6.93	99.09	0.06	0.90	0.06	0.88
5	1.43	104.28	1.67	100.45	0.01	0.94	0.02	0.89
6	0.45	105.11	0.55	109.24	0.00	0.95	0.01	0.97

ตาราง ข-13 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายป้อนในครั้งแรกที่ผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง ที่อัตราการไหลค่าต่างๆ การปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียว

ปริมาตร (ml)	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min
0	107.12	108.60	112.01	110.21	1.00	1.00	1.00	1.00
33	8.84	24.46	37.87	90.97	0.08	0.23	0.34	0.83
67	22.27	46.24	71.95	98.47	0.21	0.43	0.64	0.89
100	36.55	60.21	85.04	85.81	0.34	0.55	0.76	0.87
150	43.30	70.04	74.10	97.63	0.40	0.65	0.75	0.89
200	47.73	76.85	90.51	100.39	0.45	0.71	0.81	0.91
300	57.27	81.80	94.21	98.52	0.54	0.75	0.84	0.89
400	73.17	89.50	94.25	101.94	0.68	0.82	0.84	0.92
600	76.43	92.71	96.65	105.10	0.71	0.85	0.86	0.95
900	80.45	93.16	94.56	106.63	0.75	0.86	0.84	0.97
1200	79.71	92.93	97.17	105.08	0.74	0.86	0.87	0.95
1800	-	94.66	95.61	104.32	-	0.87	0.85	0.95
2400	-	94.19	95.37	-	-	0.87	0.85	-



ตาราง ข-14 แสดงการเปรียบเทียบปริมาตรขาออกกับเวลาที่ใช้ในอุปกรณ์เส้นใยกลวง ที่อัตราการไหลต่างๆ กัน

ปริมาตรขาออก (ml)	เวลา (นาที)			
	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min
0	0	0	0	0
33	0.17	0.08	0.06	0.04
67	0.38	0.17	0.11	0.08
100	0.50	0.25	0.17	0.13
150	0.75	0.38	0.25	0.19
200	1.00	0.50	0.33	0.25
300	1.50	0.75	0.50	0.38
400	2.00	1.00	0.67	0.50
600	3.00	1.50	1.00	1.00
900	4.00	2.00	1.50	1.50
1200	5.00	3.00	2.00	2.00
1800	-	4.00	3.00	3.00
2400	-	5.00	4.00	-

ตาราง ข-15 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายสตริปในครั้งแรกที่ผ่านอุปกรณ์เส้นใยกลวง ที่อัตรา  
การไหลค่าต่างๆ การปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียว

ปริมาตร (ml)	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	6.20	1.35	1.06	0.89	0.06	0.01	0.01	0.01
67	8.43	3.14	2.52	1.35	0.08	0.03	0.02	0.01
100	10.67	5.24	3.80	1.63	0.10	0.05	0.03	0.02
10	15.50	7.85	4.46	2.05	0.15	0.07	0.04	0.02
200	16.90	9.91	5.38	2.11	0.16	0.09	0.05	0.02
300	22.47	11.39	6.08	2.29	0.21	0.11	0.05	0.02
400	25.36	13.37	6.81	3.17	0.24	0.12	0.06	0.03
600	23.85	14.84	6.97	3.06	0.22	0.14	0.06	0.03
900	24.87	14.47	6.80	2.81	0.23	0.13	0.06	0.03
1200	23.43	14.43	6.77	3.35	0.22	0.13	0.06	0.03
1800	-	13.69	6.86	2.94	-	0.13	0.06	0.03
2400	-	13.44	7.09	-	-	0.12	0.06	-

ตาราง ข-16 แสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายป้อนเทียบกับจำนวนครั้งในการไหล ที่อัตราการไหลค่าต่างๆ ในการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียว

จำนวนครั้ง	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min
0	107.12	108.60	112.01	110.21	1.00	1.00	1.00	1.00
1	79.47	93.81	91.77	107.01	0.74	0.86	0.82	0.97
2	51.88	79.98	82.72	95.58	0.48	0.74	0.74	0.87
3	29.69	65.11	81.56	92.47	0.28	0.60	0.73	0.84
4	14.37	50.50	73.61	93.78	0.13	0.47	0.67	0.85
5	4.13	39.60	64.94	88.68	0.04	0.37	0.58	0.82
6	0.86	30.65	55.67	83.60	0.01	0.28	0.50	0.76
7	0.29	22.13	46.31	79.35	0.00	0.20	0.41	0.72
8	-	15.10	39.59	73.52	-	0.14	0.35	0.67
9	-	8.46	36.63	68.89	-	0.08	0.33	0.63
10	-	3.85	31.11	66.68	-	0.04	0.28	0.61
11	-	1.31	26.85	64.49	-	0.01	0.24	0.59
12	-	-	20.08	61.31	-	-	0.18	0.56
13	-	-	15.24	56.08	-	-	0.14	0.51
14	-	-	11.31	51.63	-	-	0.10	0.47
15	-	-	7.12	47.64	-	-	0.06	0.43
16	-	-	4.08	44.62	-	-	0.04	0.41
17	-	-	2.32	41.69	-	-	0.02	0.38
18	-	-	1.24	40.38	-	-	0.01	0.37
19	-	-	-	37.86	-	-	-	0.34
20	-	-	-	35.02	-	-	-	0.32
21	-	-	-	30.99	-	-	-	0.28
22	-	-	-	26.99	-	-	-	0.25
23	-	-	-	24.77	-	-	-	0.23
24	-	-	-	23.21	-	-	-	0.21
25	-	-	-	22.38	-	-	-	0.20
26	-	-	-	19.75	-	-	-	0.18
27	-	-	-	16.46	-	-	-	0.15
28	-	-	-	11.12	-	-	-	0.10
29	-	-	-	12.55	-	-	-	0.12
30	-	-	-	9.99	-	-	-	0.09

ตาราง ข-17 ตารางแสดงค่าสัดส่วนโครเมตในสารละลายสตริปเทียบกับจำนวนครั้งในการไหล ที่อัตราการไหลค่าต่างๆ ในการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียว

จำนวนครั้ง	ความเข้มข้นของโครเมต				C/C <sub>0</sub>			
	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min	200 ml/min	400 ml/min	600 ml/min	800 ml/min
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	22.21	13.04	6.94	2.69	0.21	0.12	0.06	0.02
2	47.49	27.36	18.48	7.04	0.44	0.25	0.17	0.06
3	72.33	42.52	26.72	11.97	0.68	0.39	0.24	0.11
4	88.72	56.45	36.05	14.75	0.83	0.52	0.32	0.13
5	98.09	67.49	44.76	19.84	0.92	0.62	0.40	0.18
6	104.24	76.97	54.87	24.64	0.97	0.71	0.49	0.22
7	105.79	84.69	60.84	30.39	0.99	0.78	0.54	0.28
8	-	91.87	69.93	35.46	-	0.85	0.62	0.32
9	-	97.71	74.05	38.41	-	0.90	0.66	0.35
10	-	103.08	78.64	40.74	-	0.95	0.70	0.37
11	-	105.70	83.84	45.23	-	0.97	0.75	0.41
12	-	-	90.28	45.23	-	-	0.81	0.41
13	-	-	94.82	48.06	-	-	0.85	0.44
14	-	-	100.07	58.11	-	-	0.89	0.53
15	-	-	103.10	61.80	-	-	0.92	0.56
16	-	-	106.16	64.21	-	-	0.95	0.58
17	-	-	106.56	67.30	-	-	0.95	0.61
18	-	-	110.02	69.19	-	-	0.98	0.63
19	-	-	-	70.48	-	-	-	0.64
20	-	-	-	74.85	-	-	-	0.68
21	-	-	-	78.55	-	-	-	0.71
22	-	-	-	83.03	-	-	-	0.75
23	-	-	-	83.50	-	-	-	0.76
24	-	-	-	85.50	-	-	-	0.78
25	-	-	-	87.16	-	-	-	0.79
26	-	-	-	89.52	-	-	-	0.81
27	-	-	-	92.54	-	-	-	0.84
28	-	-	-	98.70	-	-	-	0.87
29	-	-	-	96.80	-	-	-	0.88
30	-	-	-	97.47	-	-	-	0.88

## ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ

### สัดส่วนโครเมต

$$\text{สัดส่วนโครเมต} = \frac{\text{ความเข้มข้นของโครเมตที่เวลาใดๆ}}{\text{ความเข้มข้นของโครเมตที่เวลาริเริ่มต้น}}$$

จากตาราง ข-1 ที่สารละลายป้อนมีความเป็นกรด-ด่างเป็น 2

$$\begin{aligned} \text{สัดส่วนโครเมตที่เวลา 0.5 นาที} &= \frac{14.83}{137.97} \\ &= 0.107 \end{aligned}$$

### ฟลักซ์ของโครเมต

$$\text{ฟลักซ์โครเมต} = \frac{([\text{โครเมต}]_{\text{เข้า}} - [\text{โครเมต}]_{\text{ออก}}) \times \text{อัตราการไหล}}{\text{พื้นที่ผิวสัมผัส}}$$

จากตาราง ข-5 ที่สารละลายป้อนมีความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเป็น 2

ฟลักซ์โครเมตในส่วนการสกัดรอบแรก

$$\begin{aligned} &= \frac{(92.03 - 64.95) \text{ g}}{\text{m}^3} \left| \frac{0.2 \text{ L}}{\text{min.}} \right| \frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ sec.}} \left| \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right| \frac{1}{0.7 \text{ m}^3} \\ &= 1.289 \times 10^{-4} \text{ g/m}^2 \text{ sec.} \end{aligned}$$

## ประวัติผู้วิจัย

นายไพศาล อภินพพัฒน์ เกิดวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2518 ที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2539