



ผลการทดลอง

4.1 ผลของการศึกษาทางองค์ประกอบที่เป็นธาตุอินทรีย์ในแร่ยูเรเนียม

ได้ทำการหาปริมาณของซิลิกาในแร่ยูเรเนียม รายละเอียดต่าง ๆ ได้กล่าวไว้ในข้อ 3.3.1 ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ซิลิกาในแร่ยูเรเนียม

ครั้งที่	น้ำหนักแร่ (กรัม)	น้ำหนักซิลิกา (กรัม)	% ซิลิกา
1	1.0126	0.51258	50.62
2	1.0212	0.52102	51.02
3	1.0138	0.50893	50.20
4	1.0259	0.53880	52.52
5	1.0121	0.50797	50.19
6	1.0225	0.52249	51.10
ค่าเฉลี่ย			50.94 ± 1.17

4.2 ผลการหาปริมาณของซิลิกาและปริมาณของสารอื่นที่ไม่ละลายในกรด

รายละเอียดของการทดลองได้กล่าวไว้ในข้อ 3.3.2 ผลการวิเคราะห์ที่แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการวิเคราะห์ซิลิกาพร้อมกับสารอื่นที่ไม่ละลายในกรด

ครั้งที่	น้ำหนักแร่ (กรัม)	น้ำหนักซิลิกาพร้อมกับสารอื่น ที่ไม่ละลายในกรด (กรัม)	%
1	2.9153	1.82060	62.45
2	2.9148	1.80951	62.08
3	2.9124	1.83481	63.00
4	3.0012	1.91986	63.97
5	3.0128	1.91283	63.49
6	3.0125	1.90992	63.40
ค่าเฉลี่ย			63.07 ± 0.95

4.3 ผลการศึกษาหาคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์ของแร่ยูเรเนียมโดยอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry)

ในการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบของธาตุต่าง ๆ จากแร่ยูเรเนียม โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันนั้น ได้พบว่า แร่ยูเรเนียมมีธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก แมกนีเซียม แมงกานีส โซเดียม โพแทสเซียม และทองแดง รายละเอียดอยู่ในข้อ 3.3.3 และได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานต่าง ๆ ของธาตุดังกล่าว ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณของธาตุเหล่านี้ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.1 - 4.5 และผลของการทำคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์แร่ยูเรเนียมโดยวิธีนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานของธาตุต่าง ๆ

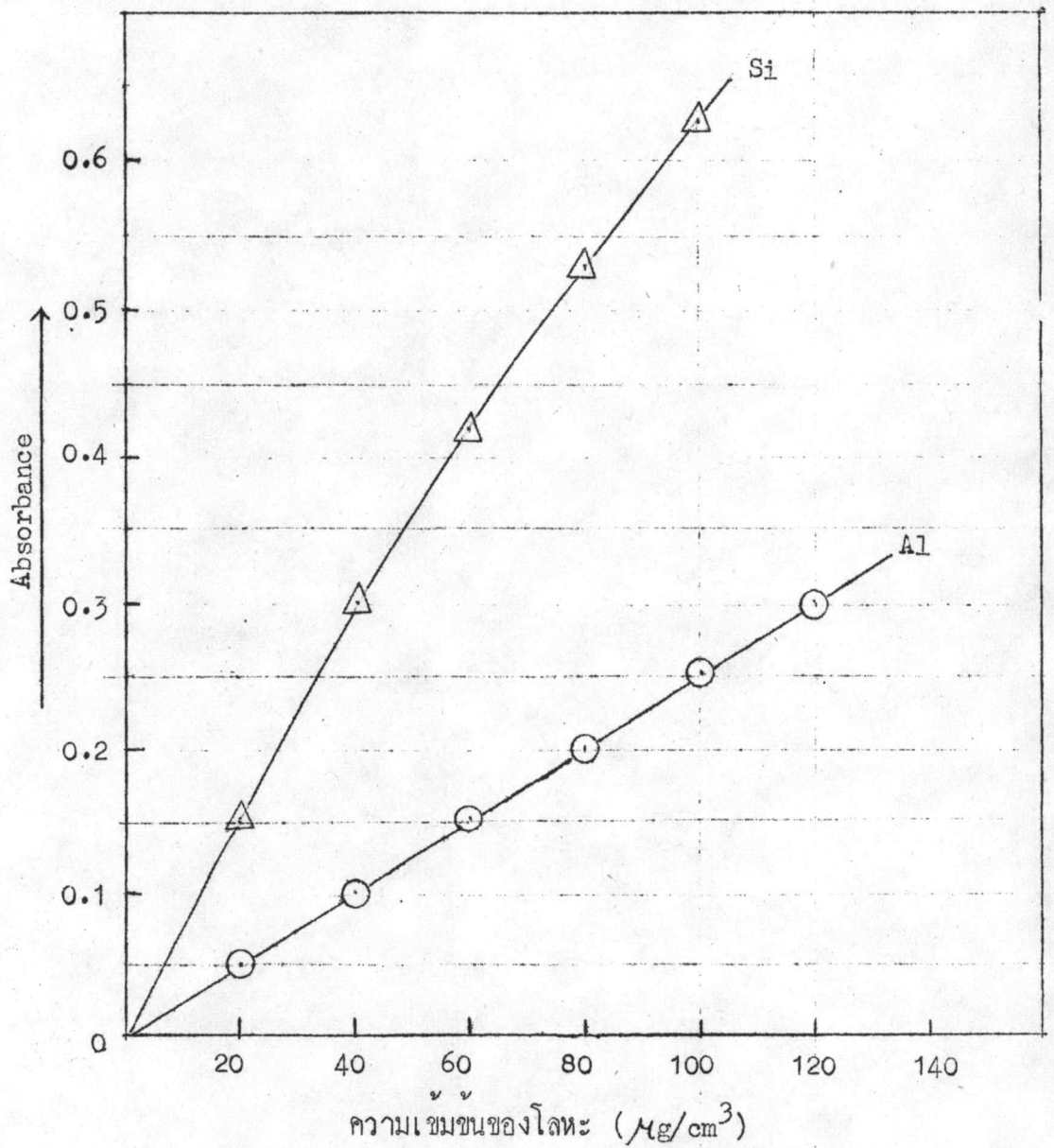
สารละลายมาตรฐาน ของธาตุ	ความเข้มข้นของสารละลาย ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance
อะลูมิเนียม (Al)	20	0.048
	40	0.103
	50	0.120
	75	0.180
	100	0.240
	120	0.301
เหล็ก (Fe)	2	0.068
	4	0.124
	6	0.198
	8	0.250
	10	0.325

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

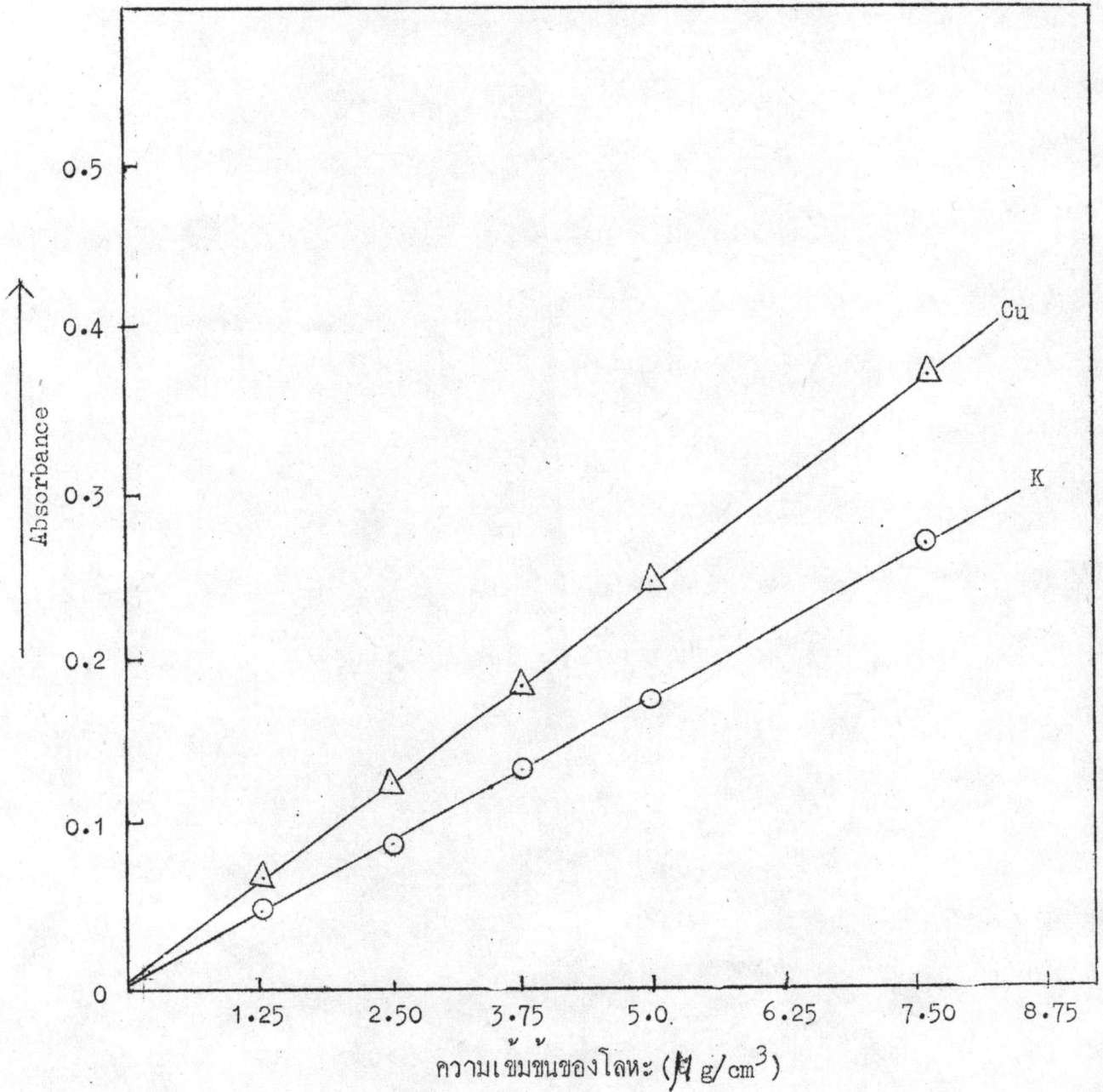
สารละลายมาตรฐาน ของธาตุ	ความเข้มข้นของสารละลาย ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance
แมกนีเซียม (Mg)	0.1	0.052
	0.2	0.101
	0.3	0.150
	0.4	0.191
	0.6	0.280
	0.8	0.381
	1.0	0.470
แมงกานีส (Mn)	2	0.112
	4	0.212
	6	0.291
	8	0.370
	10	0.433
โซเดียม (Na)	0.5	0.100
	1.0	0.194
	1.5	0.296
	2.0	0.375
	2.5	0.450
	5.0	0.840
โพแทสเซียม (K)	1.25	0.040
	2.50	0.091
	3.75	0.130
	5.00	0.180
	7.50	0.271

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

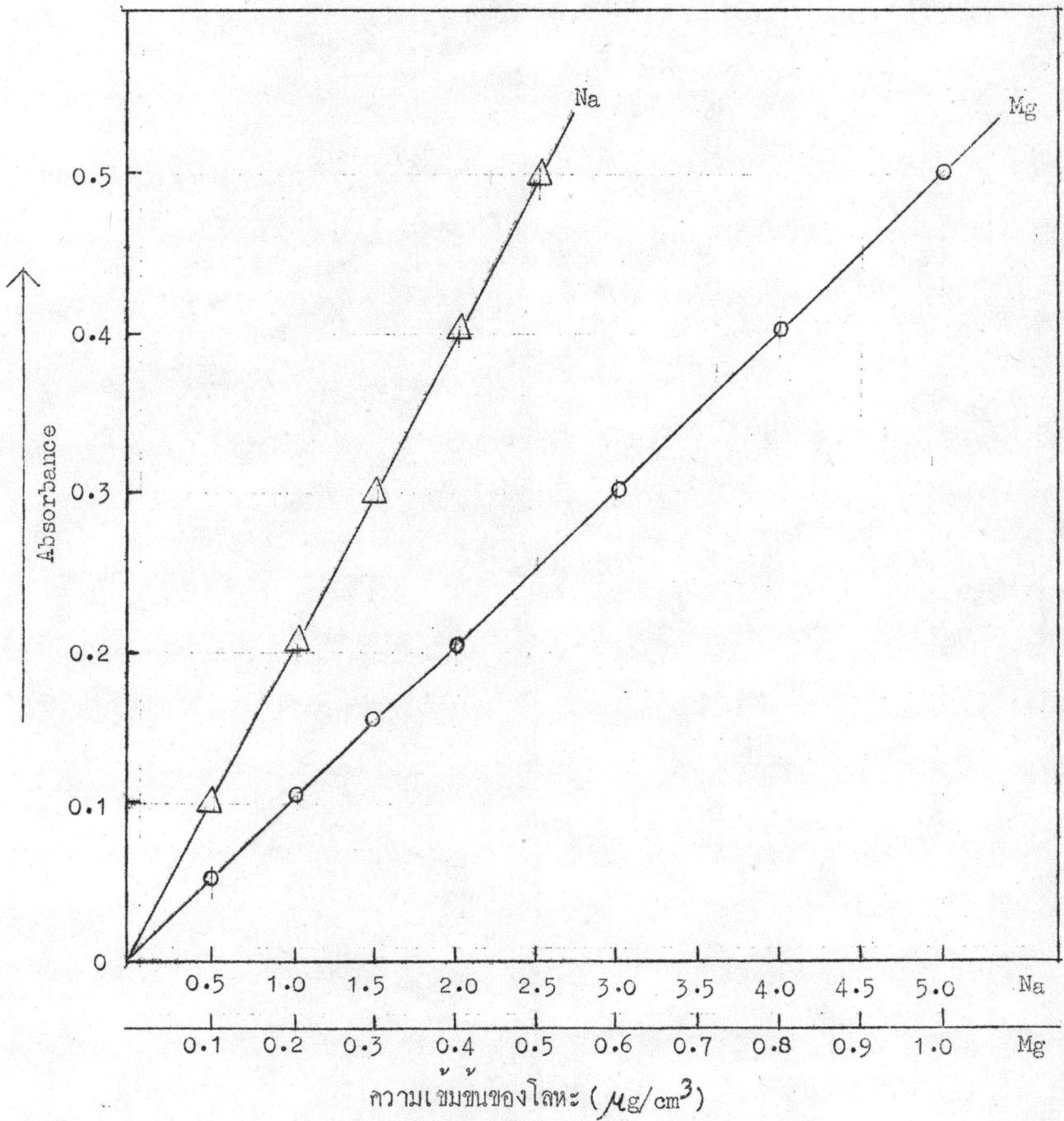
สารละลายมาตรฐาน ของธาตุ	ความเข้มข้นของสารละลาย ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance
ทองแดง (Cu)	1.25	0.070
	2.50	0.130
	3.75	0.180
	5.00	0.241
	7.50	0.360
ตะกั่ว (Pb)	20	0.023
	40	0.030
	60	0.041
	80	0.052
	100	0.060
ซิลิคอน (Si)	20	0.166
	40	0.320
	60	0.451
	80	0.562
	100	0.685



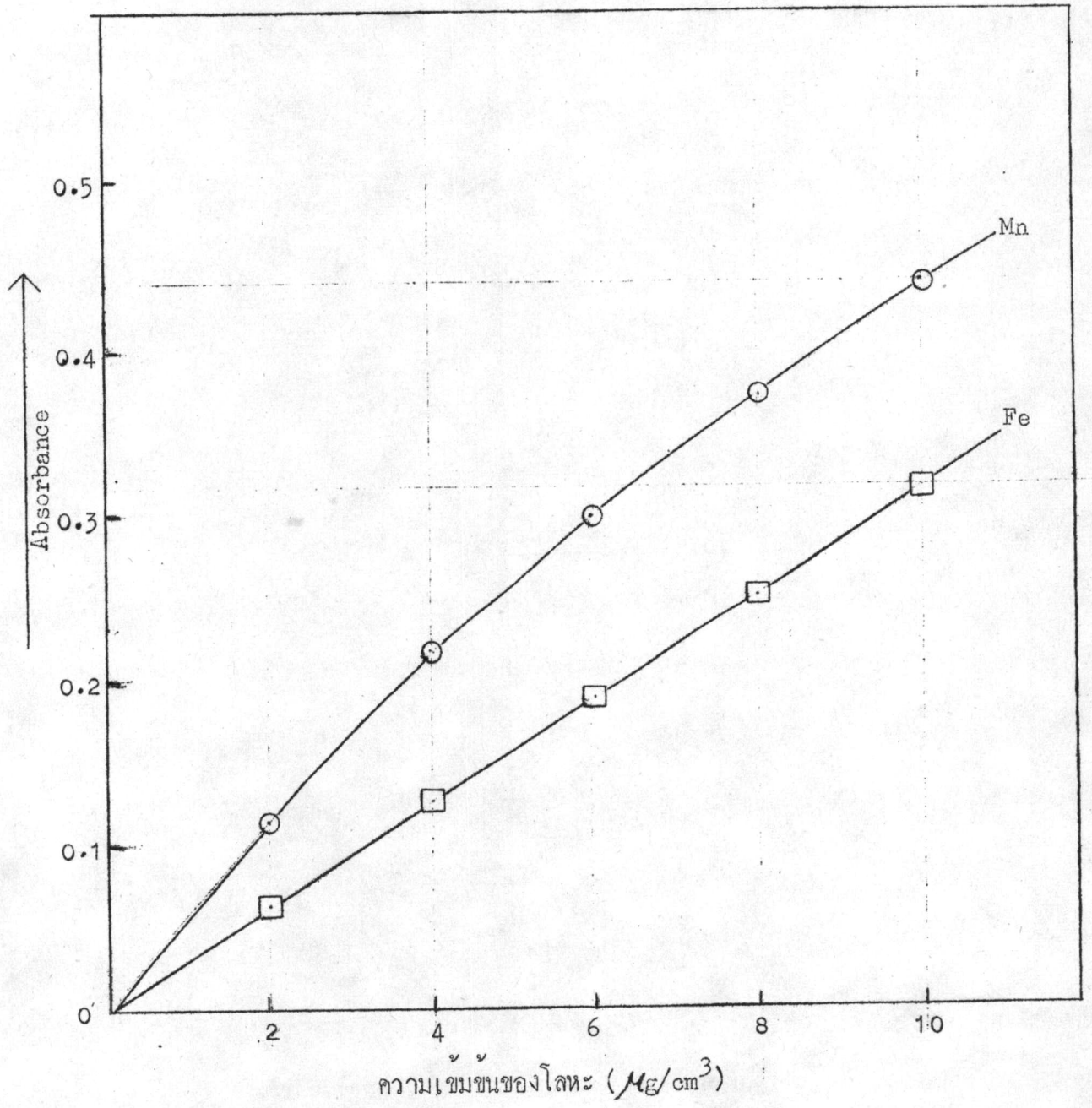
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของ อะลูมิเนียม \circ และซิลิคอน Δ



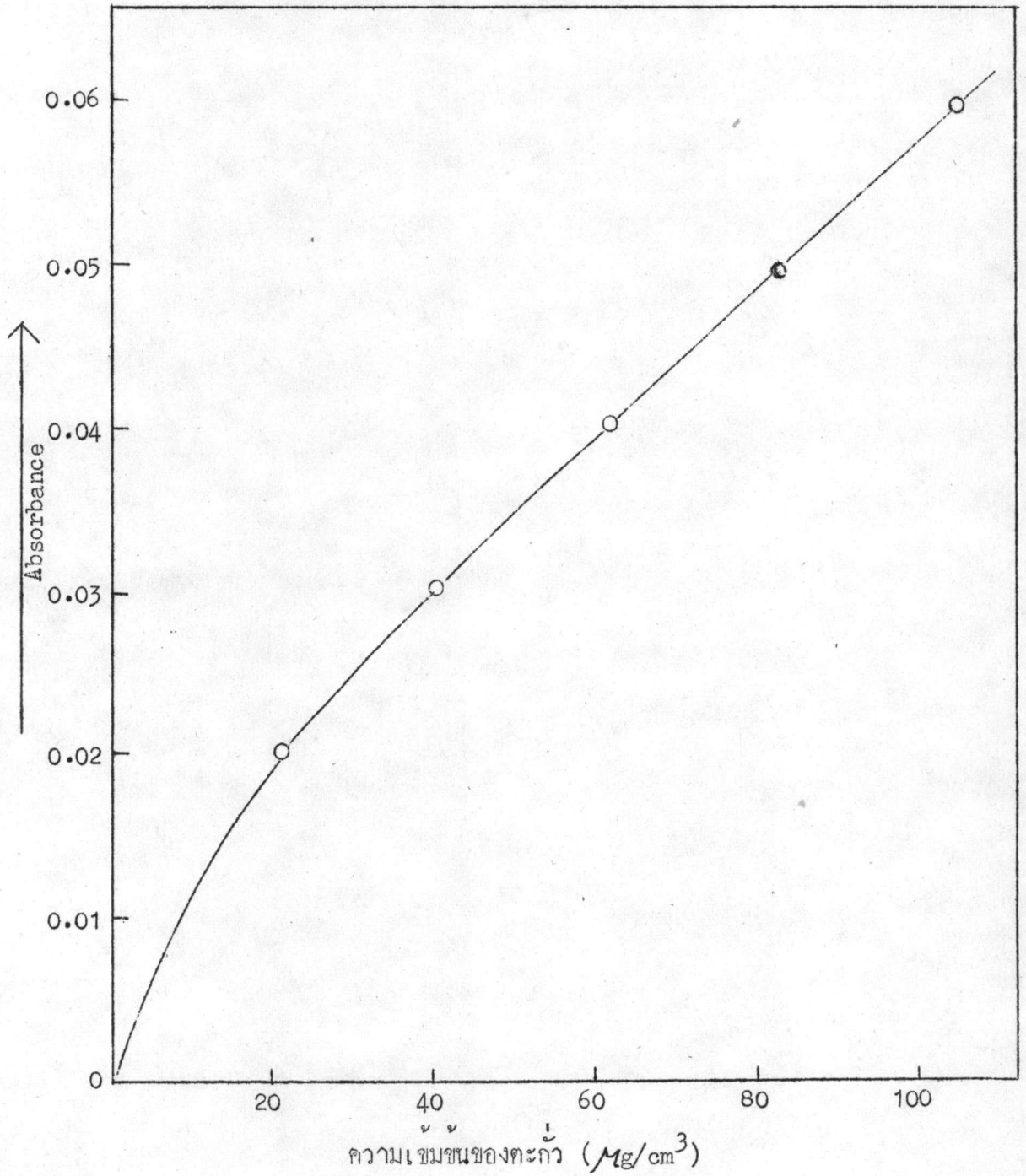
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของโลหะ
โปแตสเซียม (○) และทองแดง (△)



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของโซเดียม (Δ) และแมกนีเซียม (\odot)



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของแมงกานีส
(\odot) และเหล็ก (\square)



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของ
ตะกั่ว

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณของธาตุและสารประกอบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่วิเคราะห์ได้จากแร่ยูเรเนียมโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry)

ธาตุ	% โดยน้ำหนัก	สารประกอบ	% โดยน้ำหนัก
Al	4.210	Al_2O_3	7.952
Na	0.620	Na_2O	0.856
K	3.010	K_2O	3.627
Mg	0.242	MgO	0.565
Mn	0.100	MnO_2	0.285
Fe	1.020	Fe_2O_3	2.914
Cu	3.600	CuO	4.507
Pb	0.0380	PbO	0.041
Si	26.630	SiO_2	50.005

หมายเหตุ มีบางธาตุซึ่งหาปริมาณได้น้อยมาก จึงไม่ได้แสดง % โดยน้ำหนักไว้ ได้แก่ Ni, Zn และ Ca

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์หินทรายโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน สเปกโตรโฟโตเมตรี* (28)

ธาตุ	% โดยน้ำหนัก	สารประกอบ	% โดยน้ำหนัก
Si	28.19	SiO ₂	60.50
Al	6.99	Al ₂ O ₃	13.21
Cu	2.10	CuO	2.63
Fe	0.79	Fe ₂ O ₃	1.13
Pb	0.056	PbO	0.06
Mn	0.12	MnO ₂	0.19
K	2.55	P ₂ O ₅	0.17
Mg	0.17		
Na	0.33		
Ca	0.05		
CO ₃ ²⁻	0.60		

*หมายเหตุ ได้นำตารางการวิเคราะห์หินทรายของวันนี้ พูลแยม มาเพื่อ
ประกอบการพิจารณาและเปรียบเทียบ

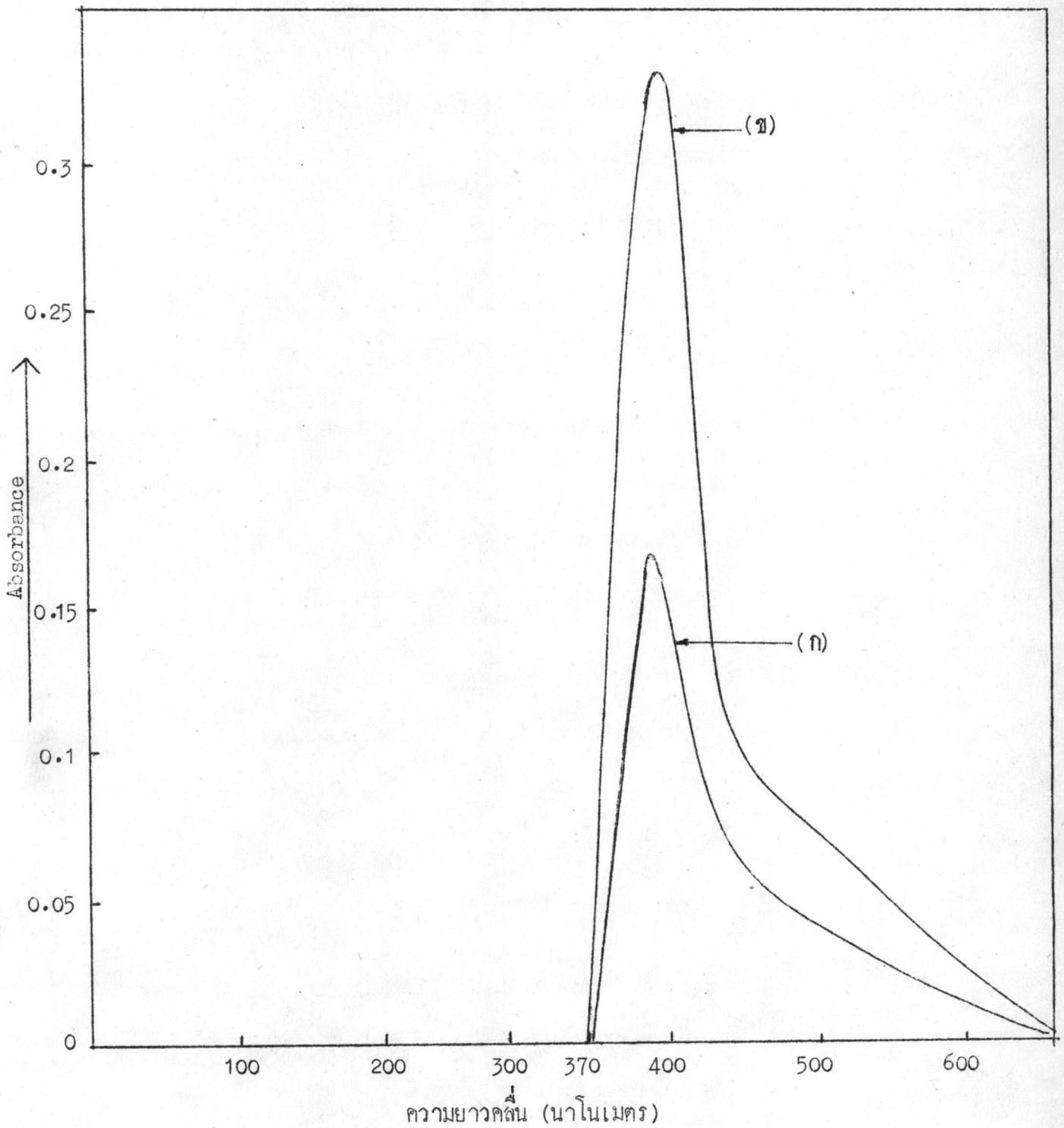
4.4 ผลของการใช้สารละลายมาตรฐานยูเรเนียมทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน
ควยสาร โคเบนโซอิลมีเทนเข้มข้น 1% (น้ำหนัก/ปริมาตร)

4.4.1 เมื่อใช้สารละลายมาตรฐานยูเรเนียมเข้มข้น 12.5, 25.0 ไมโครกรัมต่อ
ลูกบาศก์เซนติเมตร มาทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนควยสาร โคเบนโซอิลมีเทน ราย
ละเอียดของการทดลองอยู่ในข้อ 3.4.1.2 แล้วนำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาว
คลื่นตั้งแต่ 370 - 600 นาโนเมตร พร้อมทั้งบันทึกลักษณะของ Absorption spectra
ผลการทดลองได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.6

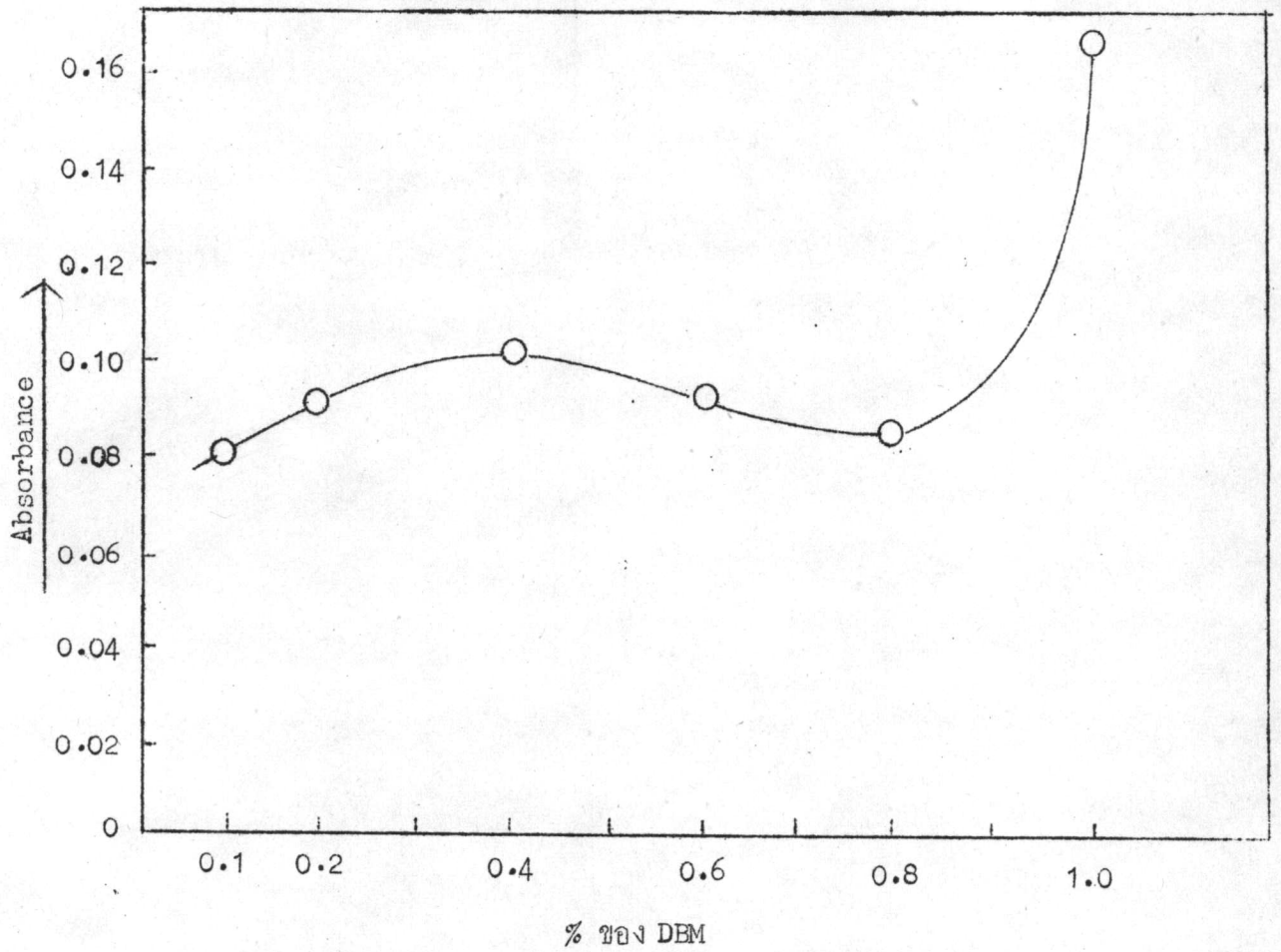
4.4.2 ผลของการศึกษาหาความเข้มข้นของโคเบนโซอิลมีเทน ที่มีต่อการเกิด
สารประกอบเชิงซ้อนของยูเรเนียม เมื่อใช้ยูเรเนียม $12.5 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ ผลของการทดลอง
แสดงอยู่ในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 แสดงผลของการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance
ของสารประกอบเชิงซ้อนของยูเรเนียมกับความเข้มข้นต่าง ๆ
ของโคเบนโซอิลมีเทน

ความเข้มข้นของ DBM (%)	Absorbance
0.1	0.080
0.2	0.090
0.4	0.105
0.6	0.092
0.8	0.085
1.0	0.163



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของ Absorption spectra ของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจาก ยูเรเนียมกับสารโคเบนโซอิลมีเทน เมื่อความเข้มข้นของยูเรเนียมที่ใช้เป็น $1 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ (รูป ก) และ $2 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ (รูป ข.)



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับ % ของ DBM

4.4.3 เมื่อใช้สารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มาทำ
ให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนควยสาร โคเบนโซอิลมีเทน

ได้นำสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ
6.25, 12.5, 25.0, 50.0, 62.5 และ 75.0 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
มาทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนควยสาร โคเบนโซอิลมีเทน รายละเอียดของการทดลอง
อยู่ในข้อ 3.4.1.4 แล้วนำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 394 นาโนเมตร
ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า
Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม ดังรูปที่ 4.8 (ก)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance
กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม เมื่อทำให้เกิด
เกิดสารประกอบเชิงซ้อนควยโคเบนโซอิลมีเทน

ความเข้มข้นของสาร ละลายมาตรฐาน ยูเรเนียม ที่ใช้เดิม ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	ความเข้มข้นของสาร ละลายมาตรฐาน ยูเรเนียม ใหม่ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance
6.25	0.5	0.085
12.50	1.0	0.165
25.00	2.0	0.340
50.00	4.0	0.660
62.50	5.0	0.840
75.00	6.0	0.990

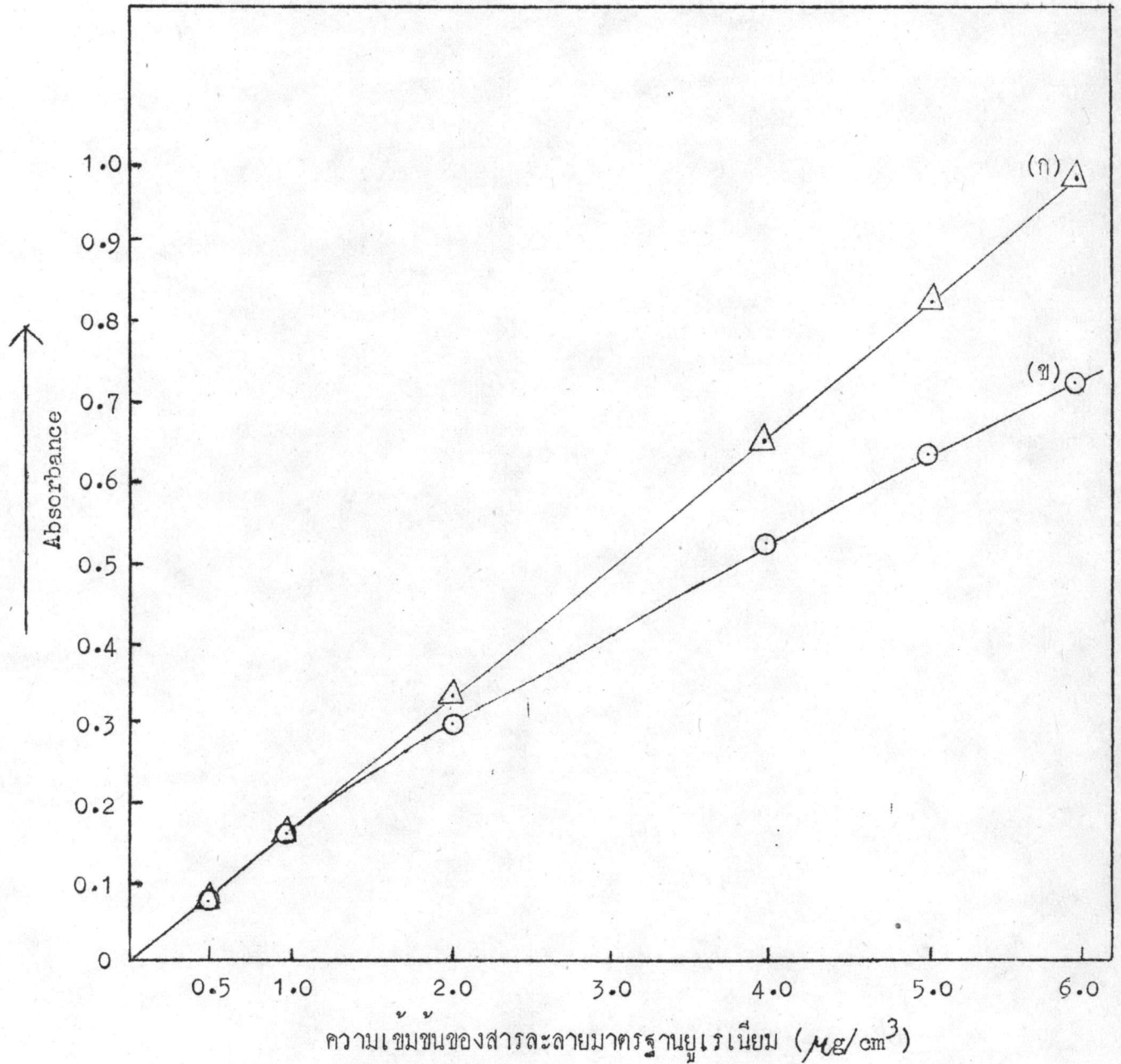
4.5 ผลของการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ด้วยสารละลาย TOPO ในไซโครเฮกเซน ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ในข้อ 3.4.1.5 แล้วนำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 394 นาโนเมตร ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.8 และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม ดังรูปที่ 4.8 (ข)

ตารางที่ 4.8 แสดงผลของการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมด้วยสารละลาย TOPO ในไซโครเฮกเซน แล้วทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนควยสารโคเบนโซอิลมีเทน

ความเข้มข้นของ ยูเรเนียม ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance	ยูเรเนียมที่สกัดได้ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	* % ของการสกัด
0.5	0.085	0.50	100
1.0	0.165	1.00	100
2.0	0.30	1.85	92.5
4.0	0.53	3.20	80.0
5.0	0.64	3.85	77.0
6.0	0.73	4.40	73.3

$$* \% \text{ การสกัด} = \frac{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในแก้วสกัด}}{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในสารละลาย}} \times 100$$

และอัตราส่วนของปริมาตรเป็น 1 : 1



รูปที่ 4.8 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม

(ก) เมื่อไม่มีการสกัด

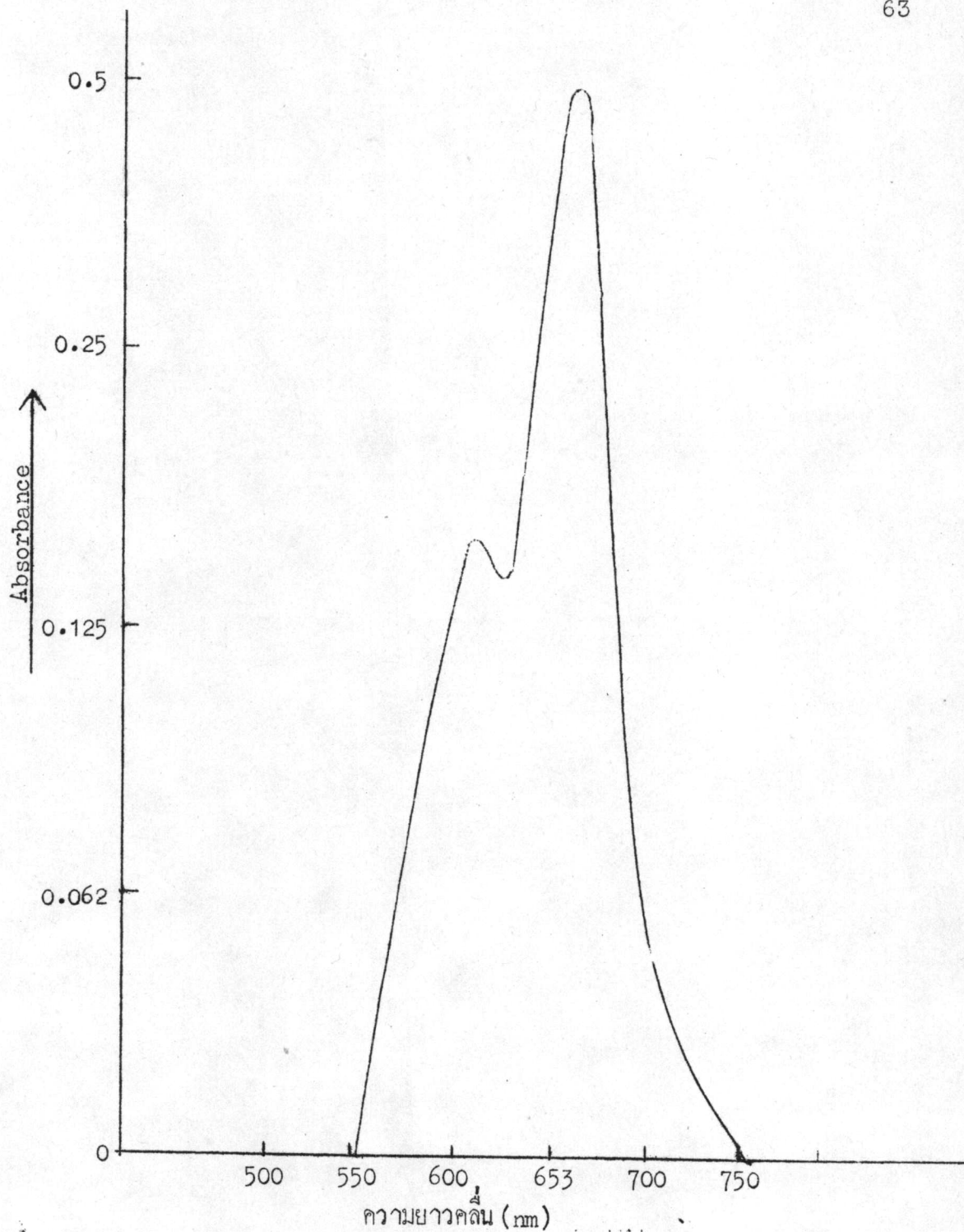
(ข) เมื่อสกัด ด้วย TOPO ในไซโครเฮกเซน

4.6 ผลของการศึกษาอิทธิพลของ pH และเวลาที่มีผลต่อการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของยูเรเนียมกับสารอาร์เซนาโซ III

จากการศึกษาลักษณะของแอมพลิจูดสเปกตรัม ที่ได้จากสารประกอบเชิงซ้อนของยูเรเนียมกับสารอาร์เซนาโซ III แล้วปรากฏว่า ให้ค่า Absorbance สูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 653 นาโนเมตร และวัดค่า Absorbance ที่ λ_{max} ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9 รูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงผลของการวัดค่า Absorbance ในช่วงเวลาต่าง ๆ กันของสารประกอบเชิงซ้อนของยูเรเนียมกับอาร์เซนาโซ III ที่ pH 0.95 - 3.65

pH	Absorbance วัดที่ λ_{max}					
	5 นาที	10 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
0.95	0.52	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52
2.50	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.52
3.00	0.51	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51
3.65	0.52	0.52	0.51	0.50	0.50	0.50



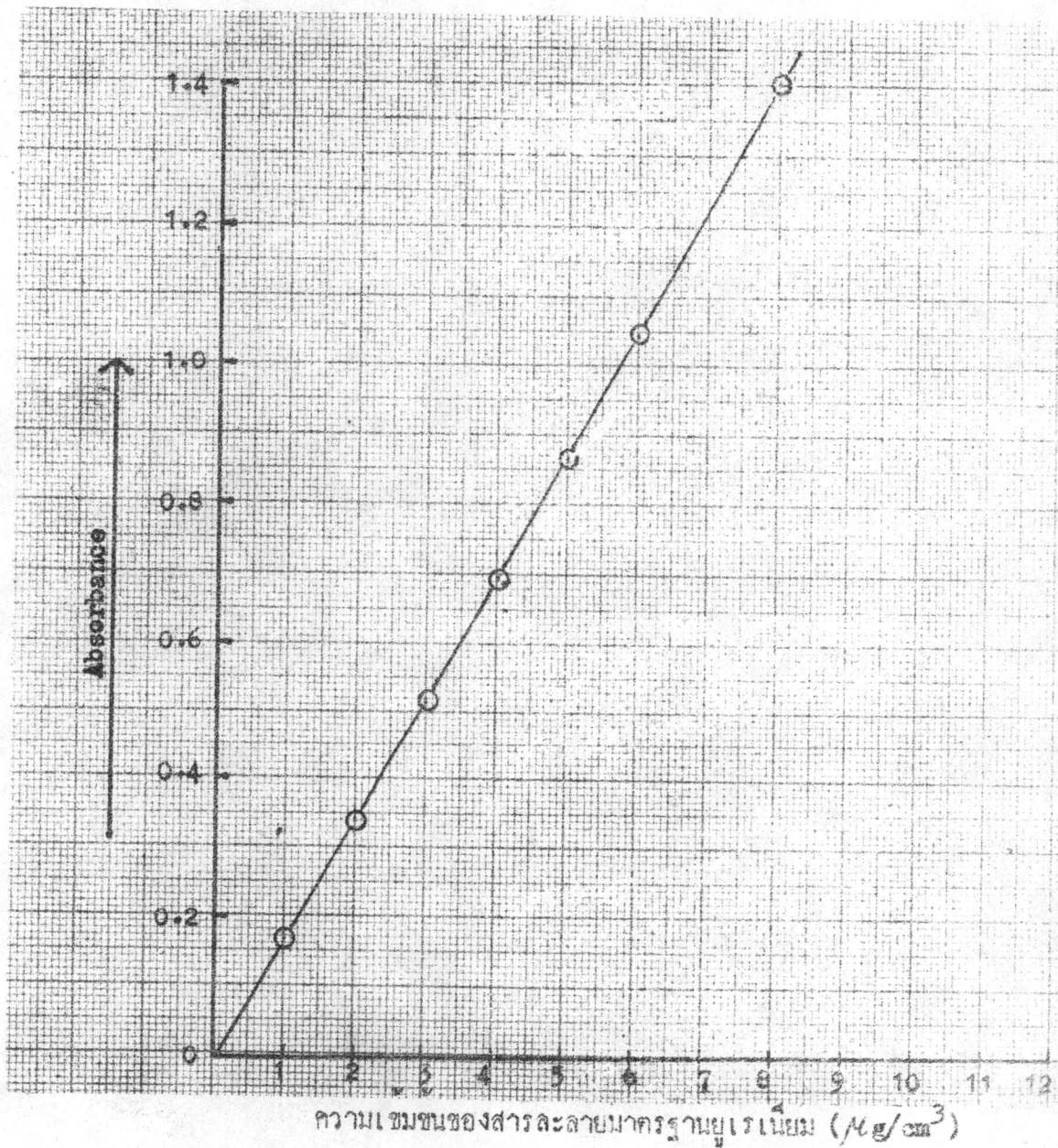
รูปที่ 4.9 แสดงการเกิดแอมพลิจูดสเปกตรัมของสารละลายมาตรฐาน ยูเรเนียมเข้มข้น 15 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนด้วยสารอาร์เซนาโซ III

4.7 ผลของการทดลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยูเรเนียมกับค่า Absorbance ของสารประกอบเชิงซ้อนของยูเรเนียมกับสารอาร์เซนาโซ III

วัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 653 นาโนเมตร และ pH ของสารละลาย ยูเรเนียมระหว่าง 1.0 - 3.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และเขียนกราฟมาตรฐาน ดังรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวัดค่า Absorbance กับความเข้มข้นต่าง ๆ ของยูเรเนียมในสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม เมื่อทำไทเทรตสารประกอบเชิงซ้อน ด้วยสารอาร์เซนาโซ III ที่ pH ระหว่าง 1.0 - 3.5

ความเข้มข้นของยูเรเนียม ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance
1	0.18
2	0.36
3	0.52
4	0.72
6	1.10
8	1.39



รูปที่ 4.10 กราฟมาตรฐาน (Calibration curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม เมื่อทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนด้วยสารตัวเร่งเช่นไอโซ III

4.8 ผลของการศึกษาการหาปริมาณของยูเรเนียมโดยวิธีสกัดยูเรเนียม จากสารละลาย
มาตรฐานยูเรเนียมควย TOPO ในโซลีนเข้มข้น 0.1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

การหาปริมาณของยูเรเนียมโดยใช้วิธีสกัดควย TOPO ในโซลีน แล้วนำไปทำ
ให้เกิดสีควยอาร์เซนาโซ III ดังรายละเอียดอยู่ในข้อ 3.4.2.4 ผลการทดลองได้
แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 และเขียนกราฟมาตรฐานดังรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงผลของการสกัดสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มี
ความเข้มข้นต่าง ๆ ควย TOPO ในโซลีน

ความเข้มข้นของ สารละลายยูเรเนียม ที่โซเคิม ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	ปริมาตรของสาร ละลายมาตรฐาน ยูเรเนียม (cm^3)	Absorbance	ปริมาณยูเรเนียม ที่สกัดได้ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	ผลของการ สกัด (%)
5	5	0.14	0.80	80.00
10	5	0.30	1.70	85.00
15	5	0.46	2.60	86.67*
20	5	0.60	3.40	85.00
30	5	0.91	5.10	85.00
40	5	1.18	6.60	82.50
60	5	1.40	7.80	65.00
80	5	1.40	7.80	48.75

$$\% \text{ การสกัด} = \frac{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในควยสกัด}}{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในสารละลาย}} \times 100$$

และอัตราส่วนของปริมาตร เป็น 1:1

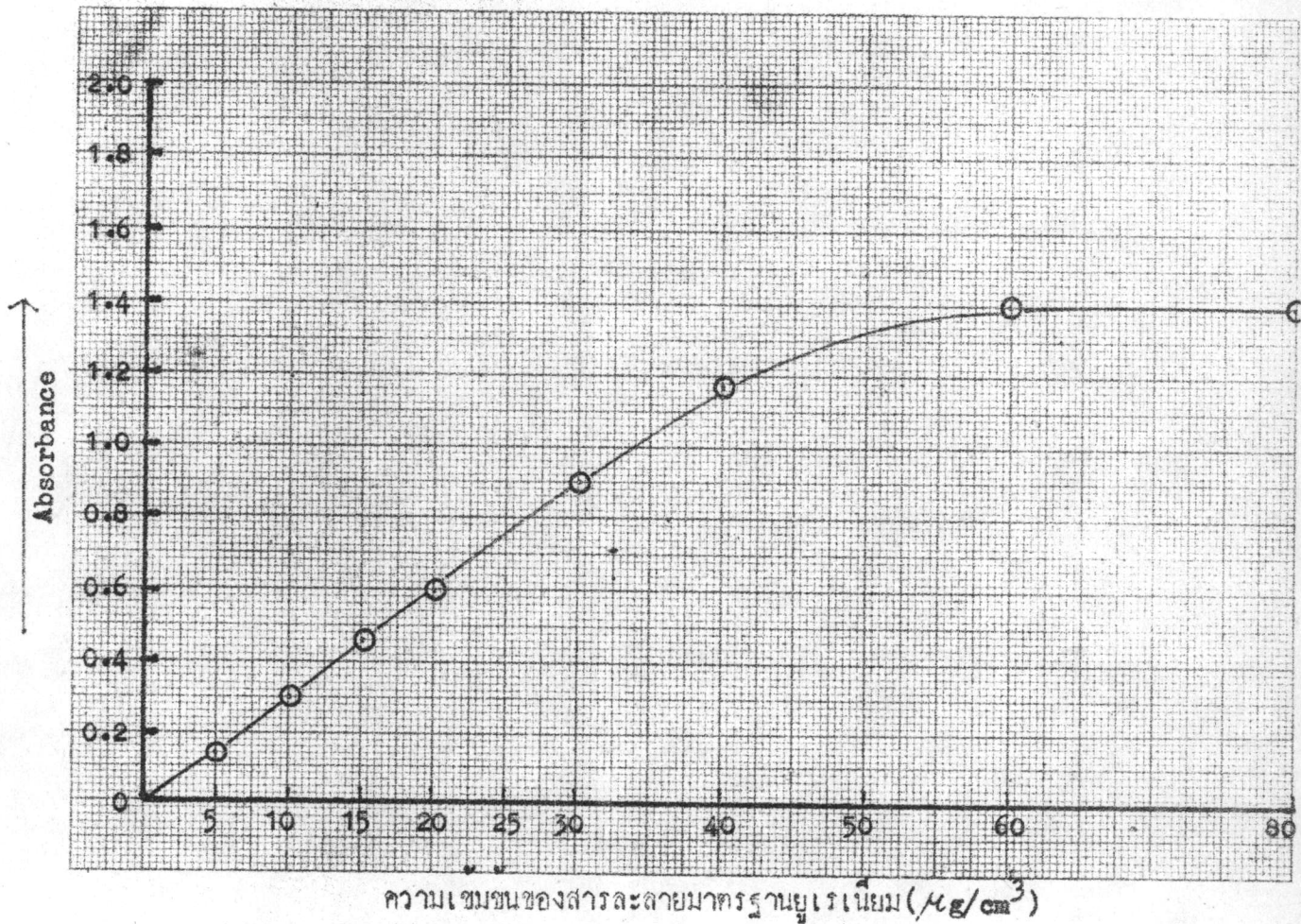
* เป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุดที่สกัดได้

4.9 ผลการหาปริมาณยูเรเนียมในแร่ตัวอย่าง โดยวิธีหลอมกับโซเดียมคาร์บอเนต
ชนิดแห้ง

จากการหลอมแร่ตัวอย่างกับโซเดียมคาร์บอเนตชนิดแห้งนั้น มีรายละเอียด
อยู่ในข้อ 3.5 ผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 4.12 และอานกราฟมาตรฐาน
รูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.12 แสดงผลของการวิเคราะห์หาปริมาณของยูเรเนียมในแร่
ตัวอย่าง โดยการสกัดด้วย TOPO ในโซลัน

ครั้งที่	น้ำหนักแร่ที่โซ (กรัม)	Absorbance	ความเข้มข้นของ ยูเรเนียมจาก กราฟมาตรฐาน ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	% ยูเรเนียม
1	5.0000	0.36	2.4	0.0144
2	4.9992	0.32	2.2	0.0132
3	5.0003	0.38	2.6	0.0156
ค่าเฉลี่ย				0.0144 ± 0.0012



รูปที่ 4.11 กราฟมาตรฐานแสดงการสัคยูเรียเนียมจากสารละลายมาตรฐานยูเรียเนียม
 ค่าย TOPOไนโซลิน และทำให้เกิดสัคยูเรียเนียม III

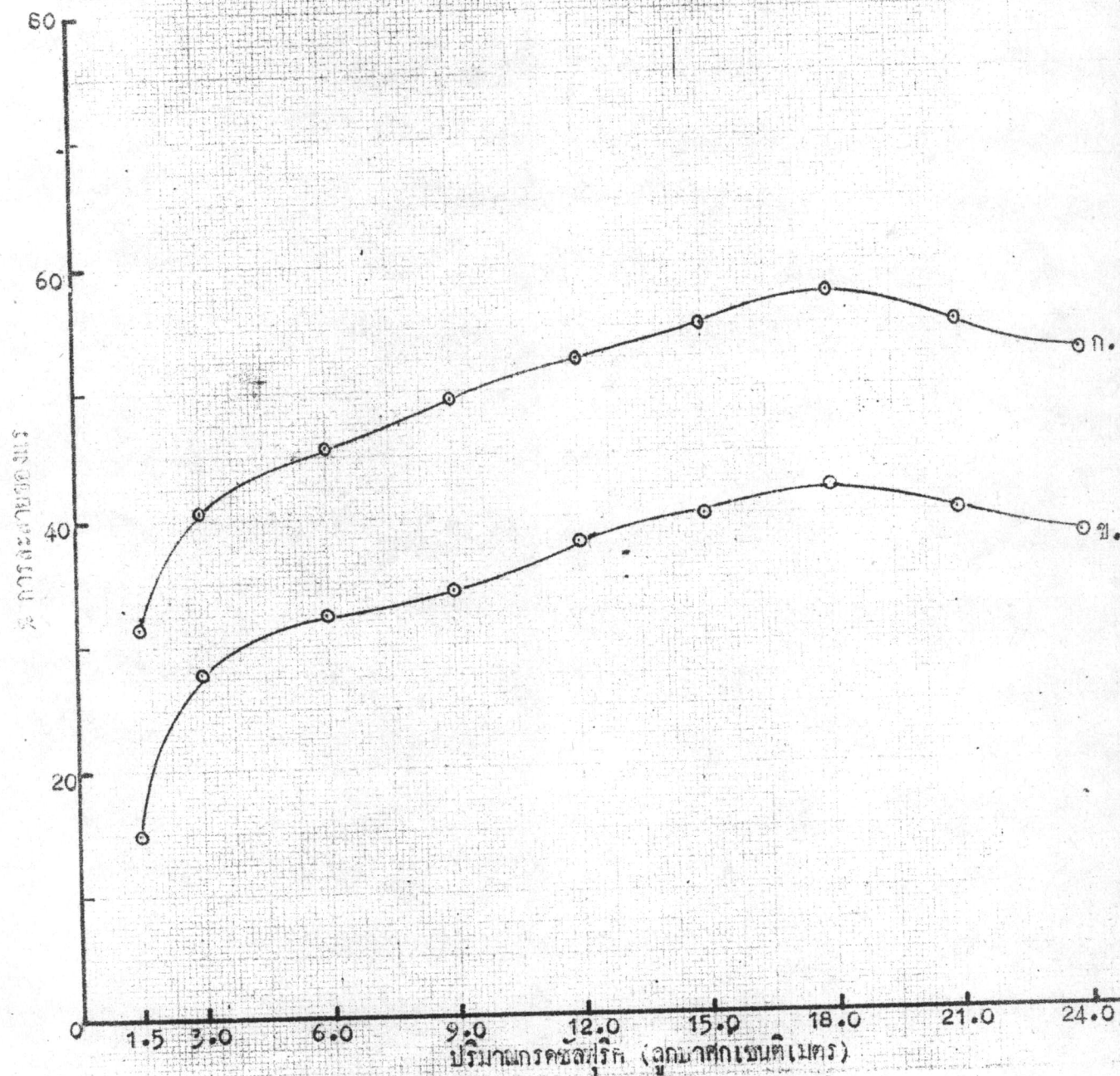
4.10 ผลของการศึกษาหาปริมาณของกรดซัลฟูริกที่มีผลต่อการละลายของแรมูเรเนียม
ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ได้ศึกษาการละลายของแรมูเรเนียมกรดซัลฟูริกทั้งที่มีออกซิเจนและที่ไม่มีออกซิเจน
ผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ
ของกรดซัลฟูริกที่ใช้กับ % ของการละลายของแรมูเรเนียม ดังรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.13 แสดงผลของปริมาณกรดซัลฟูริกที่ใช้ต่อการละลายของแรมูเรเนียม
ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ปริมาณกรดซัลฟูริกเข้มข้น ที่ใช้ต่อแรมูเรเนียม 10 กรัม		% แรมูเรเนียมในสารละลาย		% ของการละลาย	
ปริมาตรของกรด (cm ³)	น้ำหนักกรด (กรัม)	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน
1.5	2.64	0.00321	0.00224	22.29	15.59
3.0	5.28	0.00587	0.00406	40.75	28.21
6.0	10.56	0.00663	0.00471	46.01	32.73
9.0	15.84	0.00691	0.00490	48.00	34.06
12.0	21.12	0.00756	0.00545	52.48	37.91
15.0	26.40	0.00795	0.00582	55.20	40.48
18.0*	31.68	0.00841	0.00608	58.40*	42.28
21.0	36.96	0.00799	0.00578	55.46	40.16
24.0	42.24	0.00756	0.00552	52.50	38.37

*หมายเหตุ เมื่อใช้กรดซัลฟูริก 18 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้ % การละลาย
สูงที่สุด คือ 58.40%



รูปที่ 4.12 แสดงปริมาณของกรดซัลฟูริกที่มีต่อการละลายแร่ยูเรเนียมที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ก. เมื่อมีออกซิเจน

ข. เมื่อไม่มีออกซิเจน

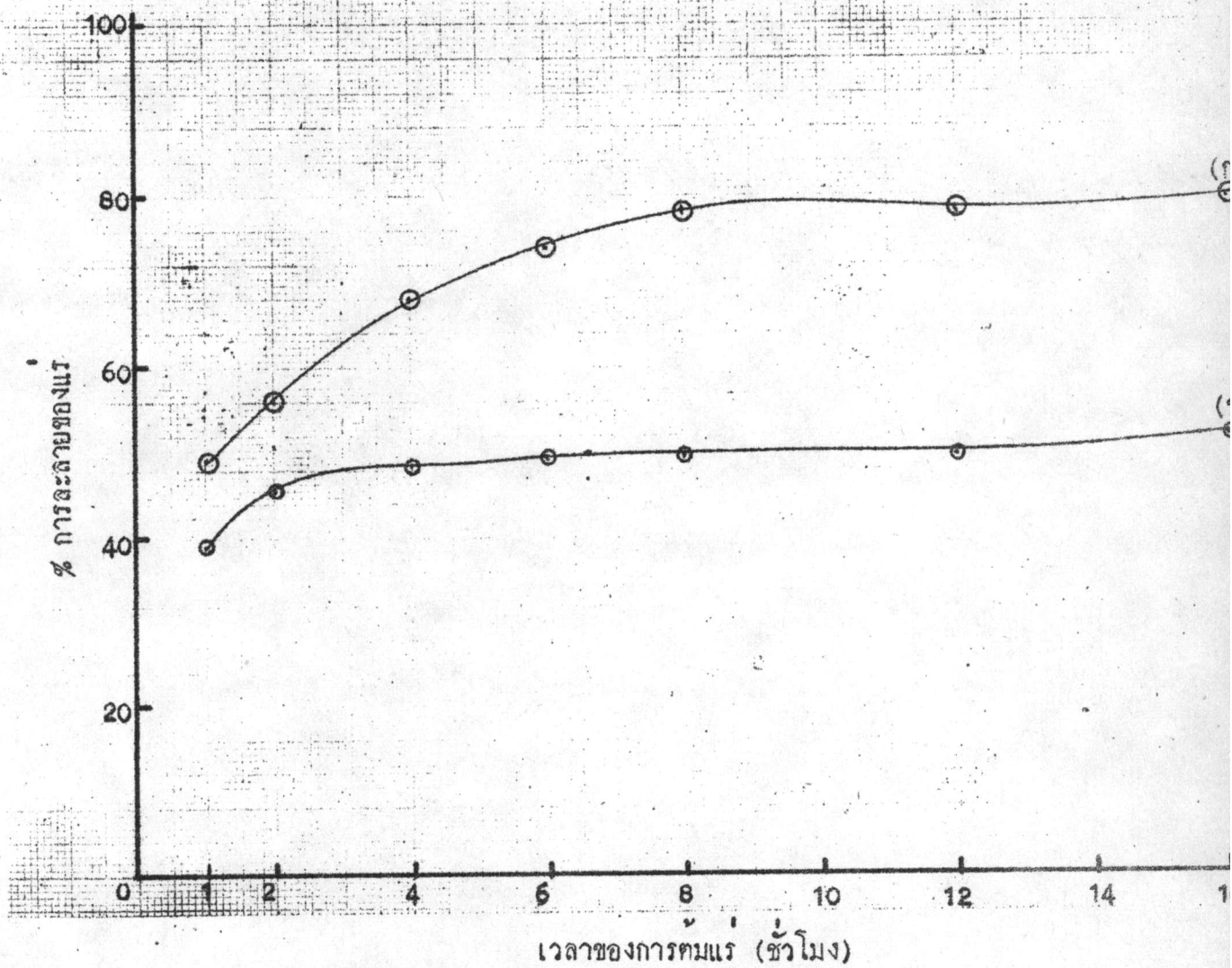
4.11 ผลของการศึกษาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการละลายแรมูเรเนียม

ได้นำแรมูเรเนียมมาต้มกับกรกชัลฟูริก ดังรายละเอียดในข้อ 3.6.3, 3.6.4 ใช้เวลาในการต้มต่าง ๆ กัน ทั้งใส่ออกซิเจนต์ และไม่ใส่ออกซิเจนต์ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.14 และรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการละลายกับ % การละลาย รูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.14 แสดงผลของเวลาที่ใช้ในการละลายแรมูเรเนียมที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	% ของการละลาย	
	เมื่อมีออกซิเจนต์	เมื่อไม่มีออกซิเจนต์
1	47.92	38.89
2	56.17	45.83
4	62.05*	47.92
6	74.50	48.81
8	77.08*	49.30
12	77.28	50.00
16	79.17	52.08

*หมายเหตุ ถ้าใช้เวลาในการต้มแค่เพียง 4 ชั่วโมง จะได้ % ของการละลายเพียง 62.05 แต่ถ้าใช้เวลา 8 ชั่วโมง จะได้ % ของการละลายสูงขึ้นเป็น 77.08



รูปที่ 4.13 แสดงผลของเวลาที่ใช้ในการต้มแร่ เปรียบกับกบด ซัลฟูริกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

(ก) เมื่อมีออกซิเจน

(ข) เมื่อไม่มีออกซิเจน

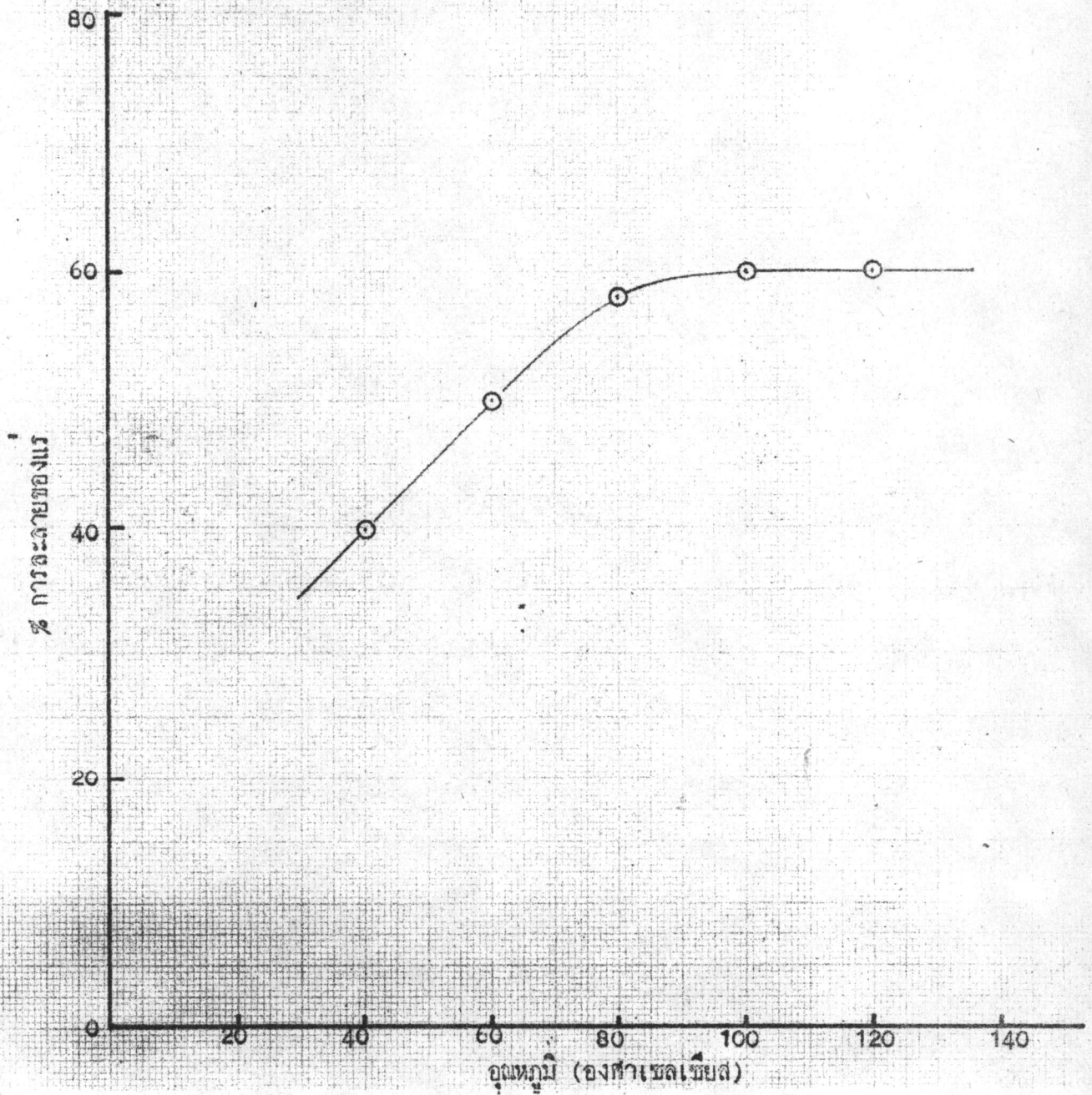
4.12 ผลของการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มแร่เนียม

จากการต้มแร่เนียมกับกรดซัลฟูริก ดังรายละเอียดในข้อ 3.6.5 โดยใช้ อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ผลของการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.15 และกราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของการต้มแร่กับ % การละลายของแร่ แสดงในรูปที่ 4.14

ตารางที่ 4.15 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการละลายของแร่เนียม

อุณหภูมิที่ใช้ต้มแร่ (องศาเซลเซียส)	% การละลายของแร่
40 ± 3	39.58
60 ± 3	50.00
$80 \pm 3^*$	58.33
100 ± 3	60.42
120 ± 3	60.48

* หมายเหตุ การต้มแร่ที่อุณหภูมิ 80 ± 3 องศาเซลเซียส ได้ % การละลายของแร่ 58.33 ซึ่งสูงเกือบเท่ากับการต้มแร่ที่อุณหภูมิ 100 - 120 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.14 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งต้มกับกรด
นาน 4 ชั่วโมง

4.13 ผลของการศึกษาวิธีหาปริมาณยูเรเนียมในแร่ตัวอย่างโดยอาศัยการสกัดยูเรเนียมจากแร่ยูเรเนียม ด้วย TOPO ในโซลีนเข้มข้น 0.1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำสารละลายของแร่ยูเรเนียม (leach liquor) มาสกัดด้วย TOPO ในโซลีน รายละเอียดอยู่ในข้อ 3.7 ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงผลของการหาปริมาณของยูเรเนียมในแร่โดยใช้วิธีสกัดแร่ยูเรเนียม ที่เป็นสารละลายด้วย TOPO ในโซลีน

น้ำหนักแร่ (กรัม)	Absorbance	ความเข้มข้นของยูเรเนียม จากกราฟมาตรฐาน ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	% ยูเรเนียม
10.0000	0.63	4.2	0.0126
10.0002	0.62	4.2	0.0126
10.0004	0.64	4.3	0.0129
ค่าเฉลี่ย			0.0127 ± 0.00015

4.14 ผลของการศึกษาการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความ
เข้มข้นต่าง ๆ กัน คอย TBP ใน IMK (1:4 โดยปริมาตร)

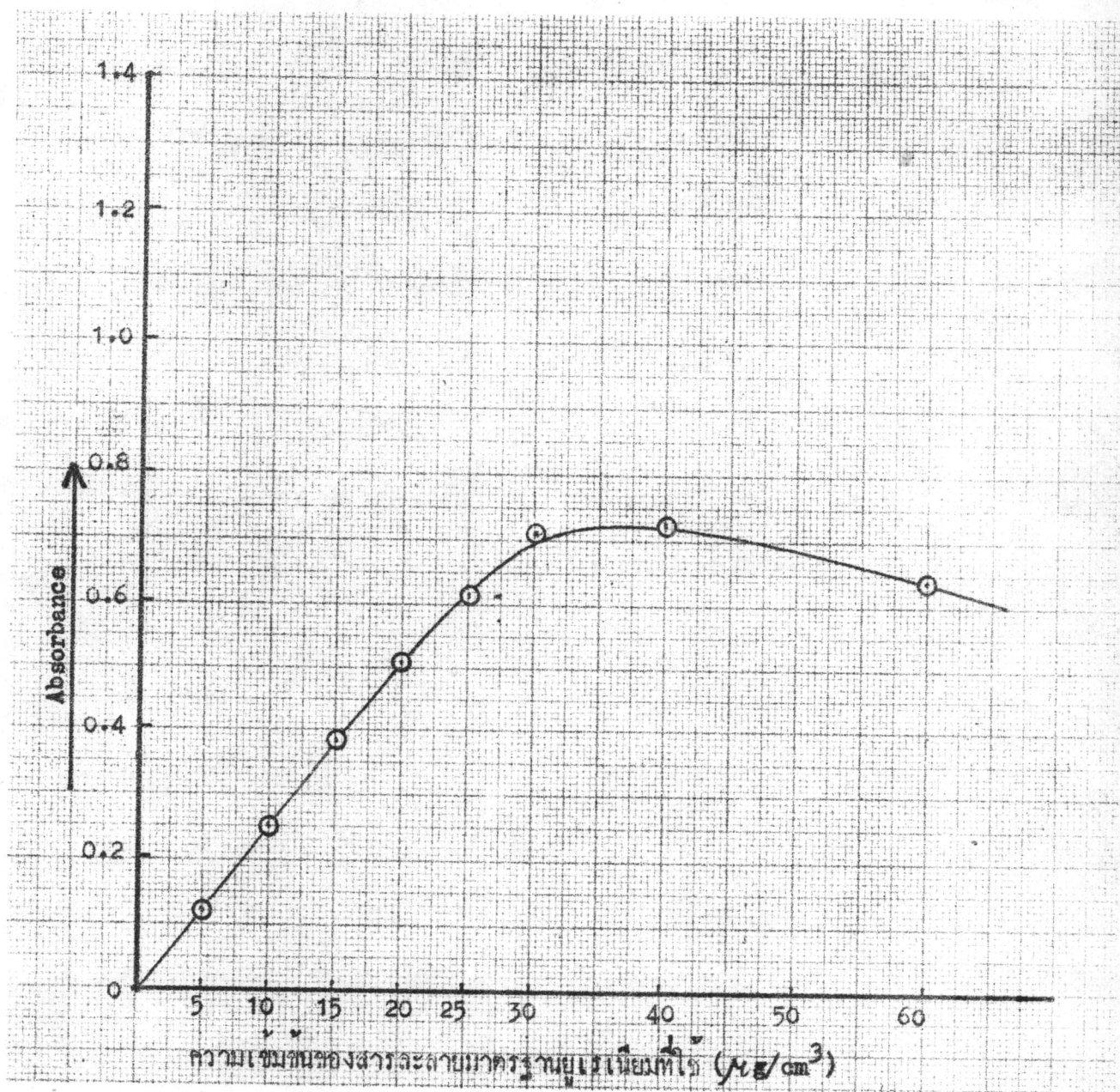
การสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
กัน คอย TBP ใน IMK นั้น มีรายละเอียดอยู่ในข้อ 3.8 ผลการทดลองได้แสดงไว้ใน
ตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐาน
ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คอย TBP ใน IMK แล้วทำให้
เกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอาร์เซนาโซ III

ปริมาตรของสาร ละลายยูเรเนียม ที่ไซ (cm ³)	ความเข้มข้นของ ยูเรเนียมที่ไซ (μg/cm ³)	Absorbance	ยูเรเนียมที่ สกัดได้ (μg/cm ³)	% ของการสกัด
5	5.0	0.12	0.7	70.00
5	10.0	0.26	1.5	75.00
5	15.0	0.38	2.1	70.00
5	20.0	0.54	3.0	60.00
5	25.0	0.62	3.5	70.00
5	30.0	0.74	4.1	68.00
5	40.0	0.72	4.0	50.00
5	60.0	0.64	3.6	30.00

$$\text{หมายเหตุ } \% \text{ การสกัด} = \frac{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในตัวสกัด}}{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในสารละลาย}} \times 100$$

และอัตราส่วนของปริมาตรเป็น 1:1



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการสกัดยูเรเนียมจากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม
ด้วย TBP ใน DMK (1 : 4 โดยปริมาตร)

4.15 ผลของการศึกษาการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความ
เข้มข้นต่าง ๆ กัน ด้วย TBP ขน 93% โดยปริมาตร ในน้ำมันก๊าด

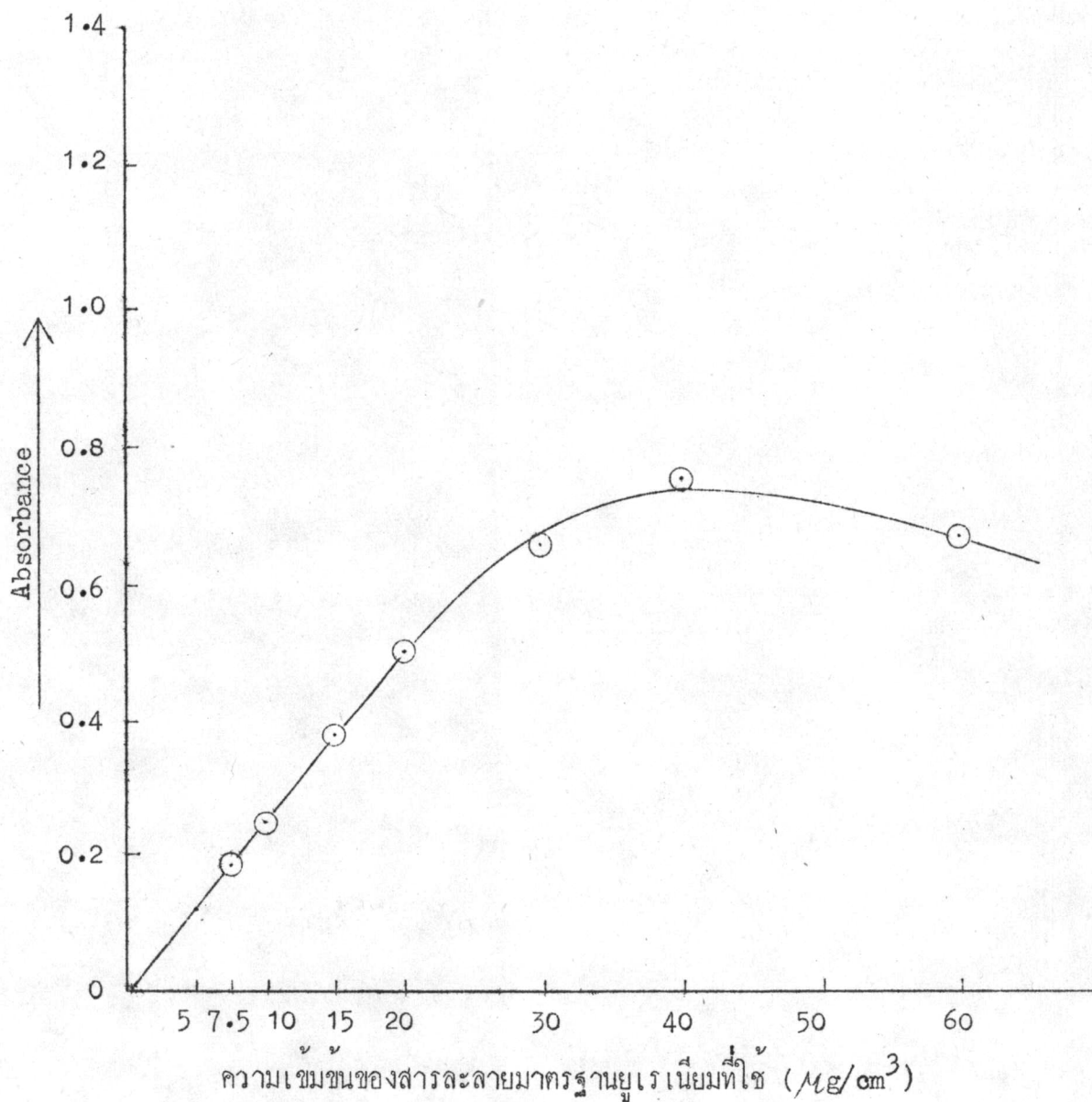
การสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
กัน ด้วย TBP ขน 93% โดยปริมาตรในน้ำมันก๊าด มีรายละเอียดอยู่ในข้อ 3.9.1
ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.16

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐาน
ยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ด้วย TBP ในน้ำมันก๊าด
แลวนำมาสกัด ด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ขน
1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

ปริมาตรของสาร ละลายยูเรเนียม ที่ไซ (cm ³)	ความเข้มข้นของ ยูเรเนียมที่ไซ (μg/cm ³)	Absorbance	ยูเรเนียมที่สกัด ได้ (μg/cm ³)	%ของการสกัด
5	7.5	0.18	1.0	66.67
5	10.0	0.24	1.4	70.00
5	15.0	0.36	2.0	66.67
5	20.0	0.50	2.8	70.00
5	30.0	0.64	3.6	60.00
5	40.0	0.76	4.2	52.50
5	60.0	0.67	3.8	31.67

$$\text{หมายเหตุ } \% \text{ การสกัด} = \frac{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในตัวอย่างสกัด}}{\text{ปริมาณของยูเรเนียมในสารละลาย}} \times 100$$

และอัตราส่วนของปริมาตรเป็น 1:1



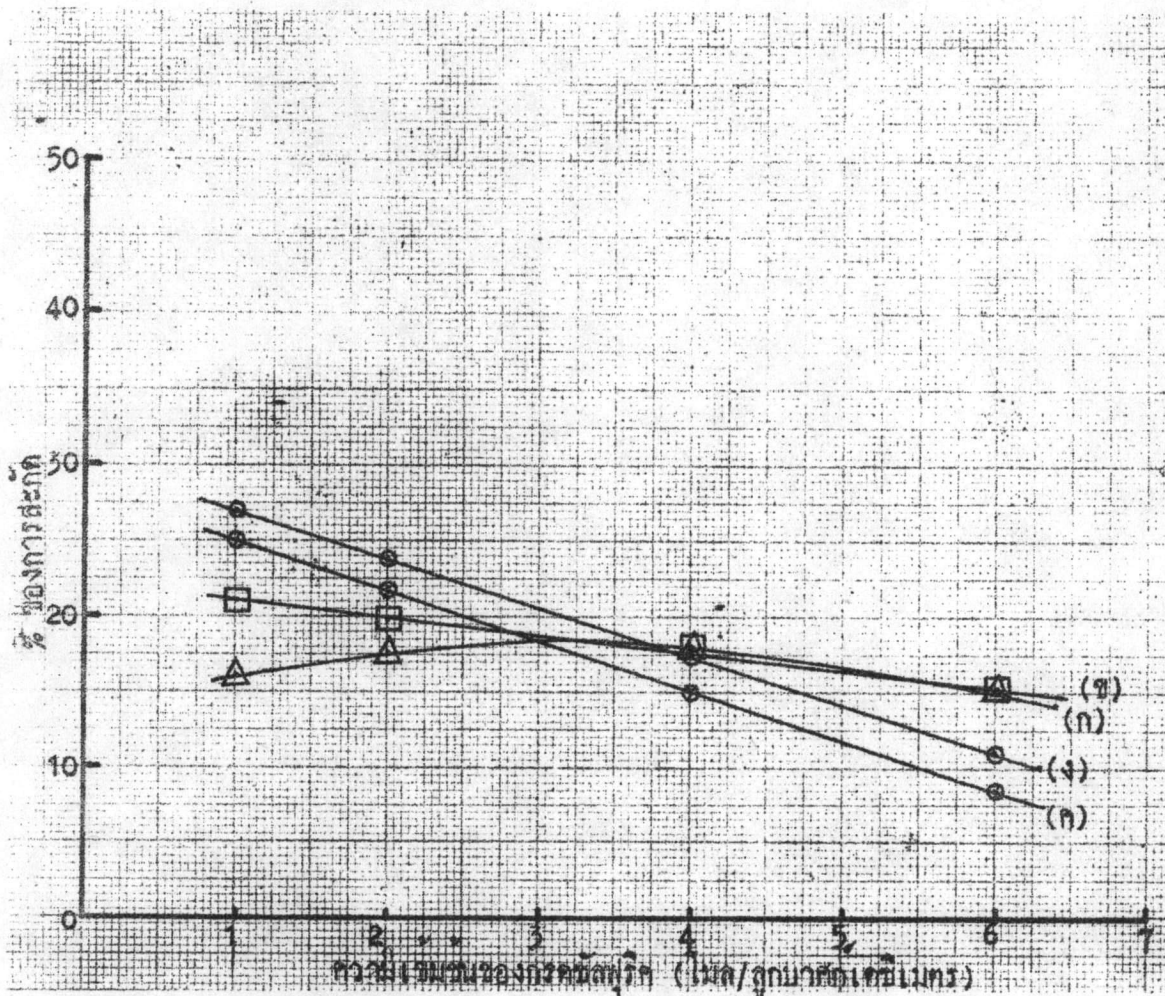
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการสัคยูเรเนียมจากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม
ควย TBP ในน้ำมันภาค 93% (โดยปริมาตร)

4.16 ผลของการศึกษาการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม ซึ่งละลายอยู่ในกรดซัลฟูริก ด้วย TBP ในน้ำมันก๊าด

จากการทดลองใช้สารละลายมาตรฐานยูเรเนียมเข้มข้น 0.02% (200 ppm) ซึ่งละลายอยู่ในกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน โดยนำมาสกัดด้วย TBP ในน้ำมันก๊าด ซึ่งมีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังรายละเอียดในข้อ 3.9.2 ผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 4.19 รูปที่ 4.17

ตารางที่ 4.19 แสดงผลของการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมซึ่งละลายอยู่ในกรดซัลฟูริกด้วย TBP ในน้ำมันก๊าด

ความเข้มข้นของ TBP ในน้ำมันก๊าด (%)	ความเข้มข้นของ กรดซัลฟูริก (mole/dm ³)	Absorbance	ความเข้มข้นของ ยูเรเนียมสกัด (μg/cm ³)	%ของการสกัด
20	1	0.58	3.20	16.00
	2	0.63	3.50	17.50
	4	0.64	3.60	18.00
	6	0.54	3.00	15.00
40	1	0.76	4.20	21.00
	2	0.71	3.90	19.50
	4	0.63	3.50	17.50
	6	0.54	3.00	15.00
60	1	0.90	5.00	25.00
	2	0.78	4.30	21.50
	4	0.54	3.00	15.00
	6	0.33	1.75	8.75
80	1	0.98	5.40	27.00
	2	0.86	4.75	23.75
	4	0.62	3.40	17.00
	6	0.42	2.20	11.00



รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก กับ % ของการสกัด เมื่อใช้ TBP ในน้ำมันสกัดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ เป็น

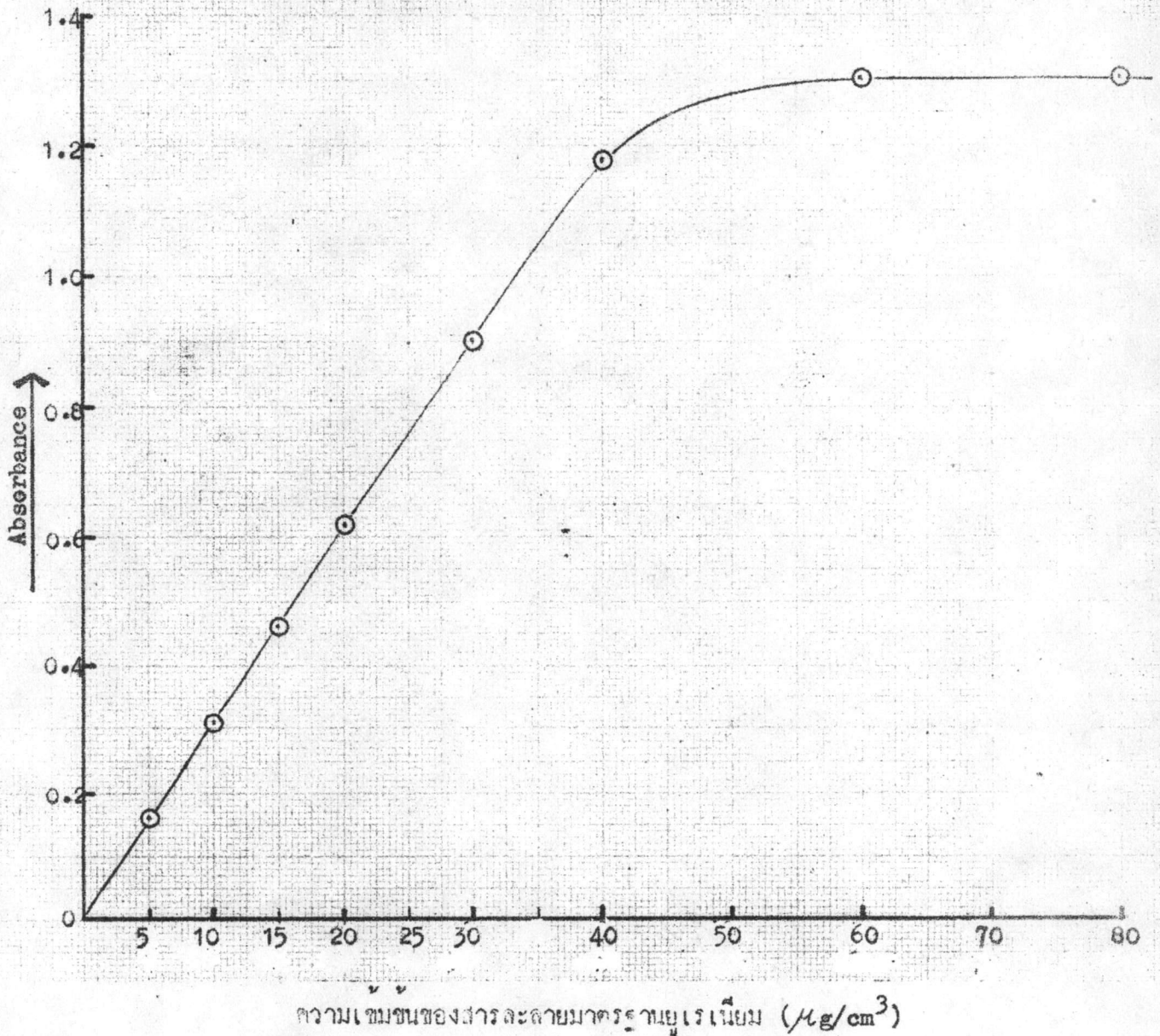
- ก. 20%
- ข. 40%
- ค. 60%
- ง. 80%

4.17 ผลของการศึกษาการสั้กยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม กว่
อะลามีน 336 ในตัวทำละลาย 3040

นำสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมซึ่งมีความเข้มข้นต่าง ๆ กันมาสั้กกว่
อะลามีน 336 ในตัวทำละลาย 3040 รายละเอียดอยู่ในขอ 3.10.2 ผลการทดลอง
แสดงไว้ในตารางที่ 4.20 กราฟมาตรฐานรูปที่ 4.18

ตารางที่ 4.20 แสดงผลของการสั้กยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐาน
ยูเรเนียม โดยใช้อัตราส่วนของชั้นอะลามีนต่อชั้นน้ำ
เท่ากับ 1:2

ความเข้มข้นของสาร ละลายยูเรเนียม ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Absorbance
1	0.160
2	0.325
3	0.485
4	0.605
6	0.900
8	1.175
12	1.290
16	1.310
24	1.350



รูปที่ 4.18 กราฟมาตรฐาน (Calibration curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของยูเรียที่สกัดได้ เมื่อใช้อะลามิน 336 ในตัวทำละลาย 3040 เป็นตัวสกัด

4.18 ผลของการศึกษาการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมควยอะลามีน 336 ในตัวทำละลาย 3040 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัด

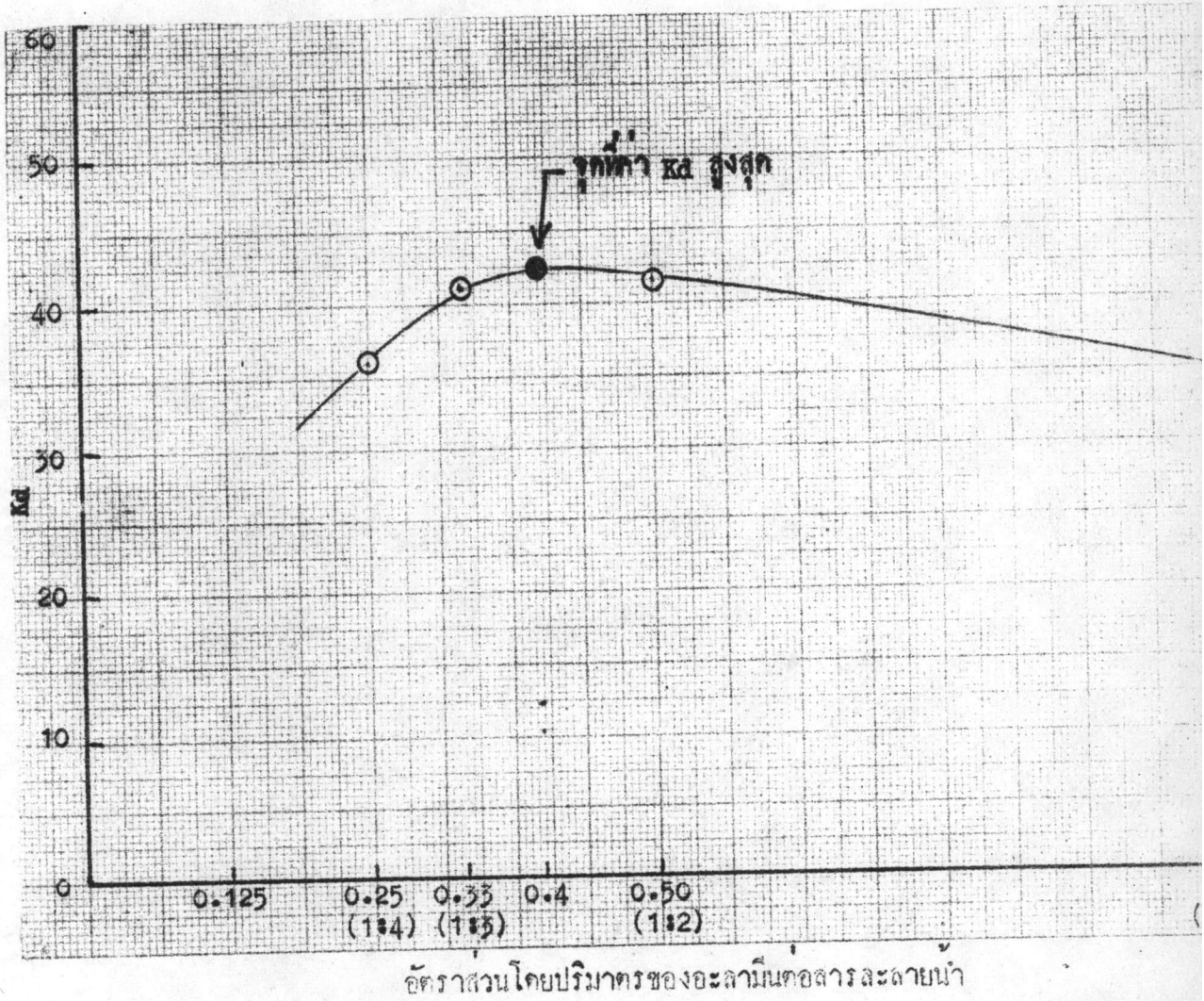
จากการทดลองได้ใช้อัตราส่วนโดยปริมาตรของอะลามีนต่อสารละลายน้ำต่าง ๆ กัน ดังรายละเอียดข้อ 3.10.3 ผลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 4.21 และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_d กับอัตราส่วนโดยปริมาตรของอะลามีนต่อสารละลายน้ำ ดังรูปที่ 4.19

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการสกัดยูเรเนียม จากสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมควยอะลามีน โดยการเปลี่ยนอัตราส่วนของอะลามีนกับน้ำ

อัตราส่วนของ O/a	ปริมาณของยูเรเนียม ที่ใช้ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	ปริมาณของยูเรเนียม		K_d	%ของการสกัด
		ที่สกัดได้ทั้งหมด ($\mu\text{g}/20 \text{ cm}^3$)	ที่ไม่ถูกสกัด ($\mu\text{g}/20 \text{ cm}^3$)		
1:1	2000	1500	42	35.71	75.00
1:2	2000	1870	45	41.56	93.50
1:3	2000	1870	45	41.56	93.50
1:4	2000	1508	42	35.90	75.40

หมายเหตุ 1. $K_d = \frac{\text{ปริมาณของยูเรเนียมที่ละลายอยู่ในชั้นของสารอินทรีย์} / \text{ปริมาตร}}{\text{ปริมาณของยูเรเนียมที่ละลายอยู่ในชั้นน้ำ} / \text{ปริมาตร}}$

2. $O/a = \frac{\text{ปริมาตรของอะลามีน}}{\text{ปริมาตรของสารละลายน้ำ}}$



รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ka กับอัตราส่วนโดยปริมาตรของอะลามีนต่อสารละลายน้ำ

4.19 ผลของการศึกษาการสั้กัคยูเรเนียม จากแร่ยูเรเนียมควายอะลามีน 356 ใน
 ทั่วทำละลาย 3040 โดยใช้อัตราส่วนโดยปริมาตรของอะลามีนต่อสารละลายน้ำ
 เท่ากับ 0.4 หรือเป็นอัตราส่วน 1 : 2.5 โดยปริมาตร

ผลของการศึกษาการสั้กัคยูเรเนียมออกจากแร่ ซึ่งถูกย่อยด้วยกรดซัลฟูริก
 ด้งรายละเอียดในข้อ 310.4 ผลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการสั้กัคยูเรเนียม จากแร่ยูเรเนียมควายอะลามีน

น้ำหนักแร่ (กรัม)	ยูเรเนียมที่ สั้กัคได้ ($\mu\text{g}/25\text{cm}^3$)	ยูเรเนียมที่ ไม่ถูกสั้กัค ($\mu\text{g}/25\text{cm}^3$)	Kd	%ของการสั้กัค จากสารละลาย ที่ตรงกับกรด	ความเข้มข้นของ ยูเรเนียมในสาร ละลายที่ได้ออกจาก ตรงกับกรด ($\text{g}/100\text{g}$ แร่)
10.0000	139.30	5.02	27.75	96.52	0.0139
10.0002	134.20	8.99	14.93	93.72	0.0134
10.0004	133.75	9.98	13.40	93.05	0.0134
				ค่าเฉลี่ย	0.0135 ± 0.0003