

รายการอ้างอิง

1. M. Fiset, M. Braunovic and A. Galibois. The effect of thermal cycling on grain growth in aluminum Scripta Metallurgica. 5 (1971) : 325-328.
2. Bent Bay and Niels Hansen. Initial Stages of Recrystallization in Aluminum of Commercial Purity Metallurgical Transactiona 10A (1979) : 279-288
3. C.H. Worner and P.M. Hazzledine. Grain Growth Stagnation by Inclusions or Pores. Scripta Materialia 40 (1992) : 801-808
4. T.Gladman. The Theory and Inhibition of Abnormal Grain Growth in Steels. Scripta Materialia 40 (1992): 809-812
5. M.V. Markushev , C.C. Bampton , M. Yu. Murashkin , D.A. Hardwick. Structure and properties of ultra- fine grained aluminium alloys produced by severe plastic deformation. Materials Science and Engineering. A234-236 (1997) : 927-931.
6. S.S. Sahay , C.P. Malhotra, A.M. Kolkhede. Accelerated grain growth behavior during cyclic annealing. Acta Materialia 51 (2003) : 339-346.
7. Jian Li, F. Seki, S. Saimoto, K. Itoh and T. Kamijo. Annealing Twins in Nominally Pure Al. Scripta Materialia 36 (1997) : 1261-1266

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

1. B. Q. Han, S. R. Agnew, and D. C. Dunand. High-strain-rate deformation of pore aluminum reinforced with 25% alumina submicron particles near the solidus temperature. Scripta Materialia 40 (1999) : 801-808
2. A. Gholinia, F.J. Humphreys, P.B. Prangnell. Production of ultra-fine grain microstructures in Al-Mg alloys by conventional rolling. Acta Materialia 50 (2002) : 4461-4476.
3. BingShe Xu and Shun-ichiro Tanaka. Behavior and Bonding Mechanisms of Aluminum Nanoparticles by Electron Beam Irradiation. NanoStructured Materials 12 (1999) : 915-918.
4. C.H. Shek and J.K.L. Lai. Transformation Evolution and infrared absorption spectra of amorphous and crystalline NANO- Al_2O_3 powders. NanoStructured Materials 8 (1997) : 605-610
5. E.M. Lauridsen, D. Juul Jensen and H.F. Poulsen. Kinetics of individual grains during recrystallization. Scripta mater. 43 (2000) : 561-566
6. G.J. Qiao, C.G. Zhang, Z.H. Jin. Thermal cyclic test of alumina/kovar joint brazed by Ni-Ti active filler. Ceramics International 29 (2003) : 7-11
7. Joon-Yeon Chang, Jong-Seo Yoon, and Gyeong-Ho Kim. Development of submicron sized grain during cyclic equal channel angular pressing. Scripta Materialia 45 (2001) : 1261-1266.
8. Joon-Yeon Chang, Geung-Ho Kim and In-Ge Moon. X-Ray diffraction analysis of pure aluminum in the cyclic equal channel angular pressing. Scripta mater. 44 (2001) : 331-336
9. M.W. Chen , R.T. Ott , T.C. Hufnagel , P.K. Wright , K.J. Hemker. Microstructural evolution of platinum modified nickel aluminide bond coat during thermal cycling. Surface and Coatings Technology 163 -164 (2003) : 25-30.

บรรณานุกรม(ต่อ)

10. P.L. Sun, C.Y. Yu, P.W. Kao, C.P. Chang. Microstructural characteristics of ultra-ne-grained aluminum produced by equal channel angular extrusion. Scripta Materialia 47 (2002) : 377–381.
11. S.C. Tjong, K.F. Tam, S.Q. Wu. Thermal cycling characteristics of in-situ Al-based composites prepared by reactive hot pressing. Composites Science and Technology 63 (2003) : 89–97.
12. S.F. Nielsen, S. Schmidt, E.M. Lauridsen , H. Yiu, J. Savoie, M. Zeng. Growth kinetics of individual grains during recrystallization with an intermediate cooling cycle. Scripta Materialia 48 (2003) : 513–518.
13. Y. SAITO, H. UTSUNOMIYA, N. TSUJI and T. SAKAI. Novel ultra-high straining process for bulk materials-development of the Accumulative Roll-Bonding (ARB) process. Acta mater 47 (1999) : 579-583.
- 14 Yuichiro Koizumi , Masanori Ueyama , Nobuhiro Tsuji , Yoritoshi Minamino , Ken'ichi Ota. Journal of Alloys and Compounds 355 (2003) : 47–51.
- 15 Charles Kittel. Introduction to Solid State Physics. John Wiley & Sons, 1966.
- 16 Charles S.Barrett, M.A.,Ph.D. and T.B.Massalski, Ph.D., D.Sc. Structure of metals McGraw-Hill Book Company, 1966.
- 17 Christopher Hemmond. The Basics of Crystallography and Diffraction. Oxford University Press, 1997.
- 18 Leonid V. Azaroff. Elements of X-Ray Crystallography. McGraw-Hill Book Company, 1968.
- 19 Werner Massa. Crystay Structure Determination. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000.
- 20 William Clegg, Alexander J. Blake, Robert O. Gould, and Peter Main. Crystal Structure Analysis Principles and Practice Oxford University Press, 2001.



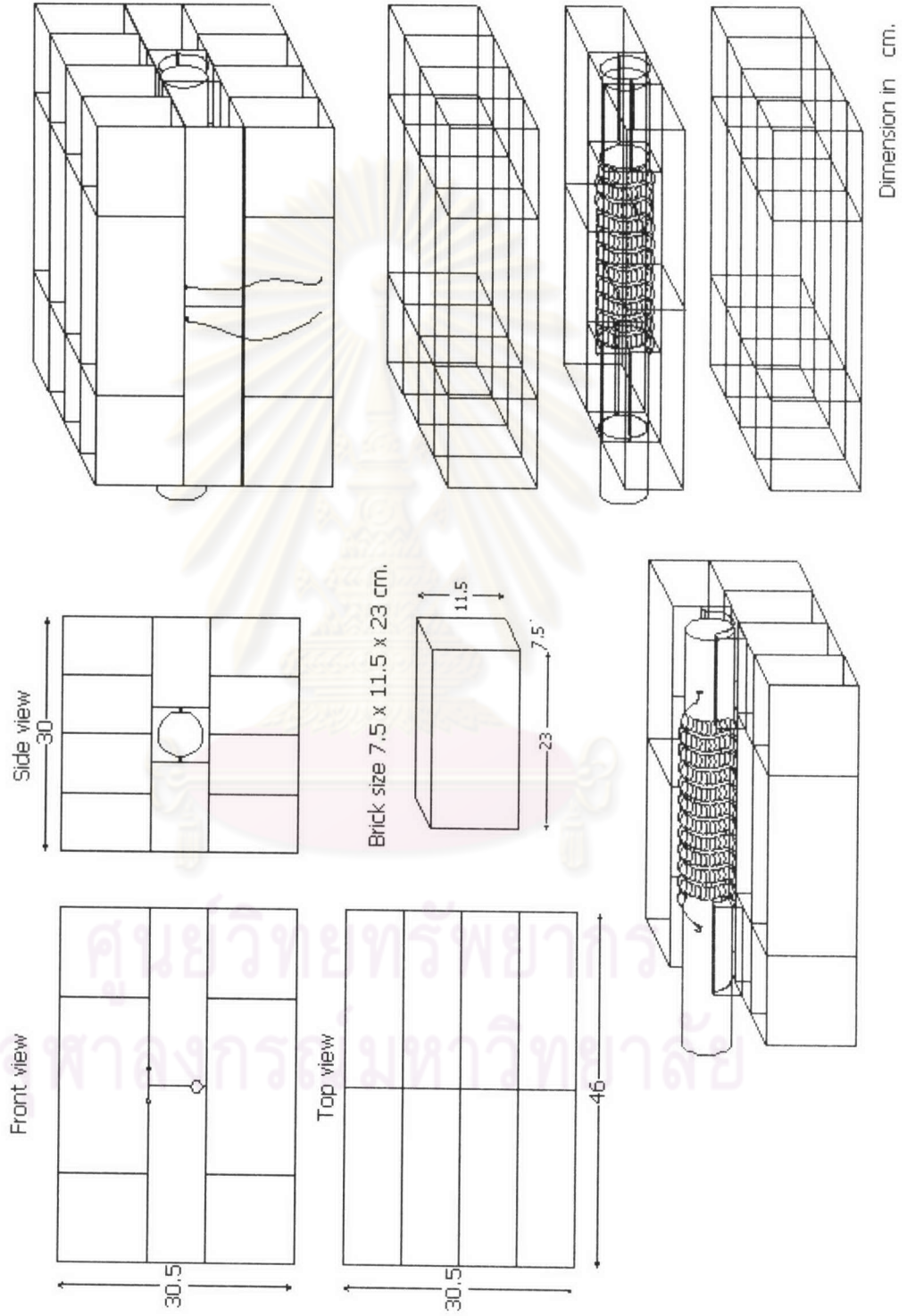
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

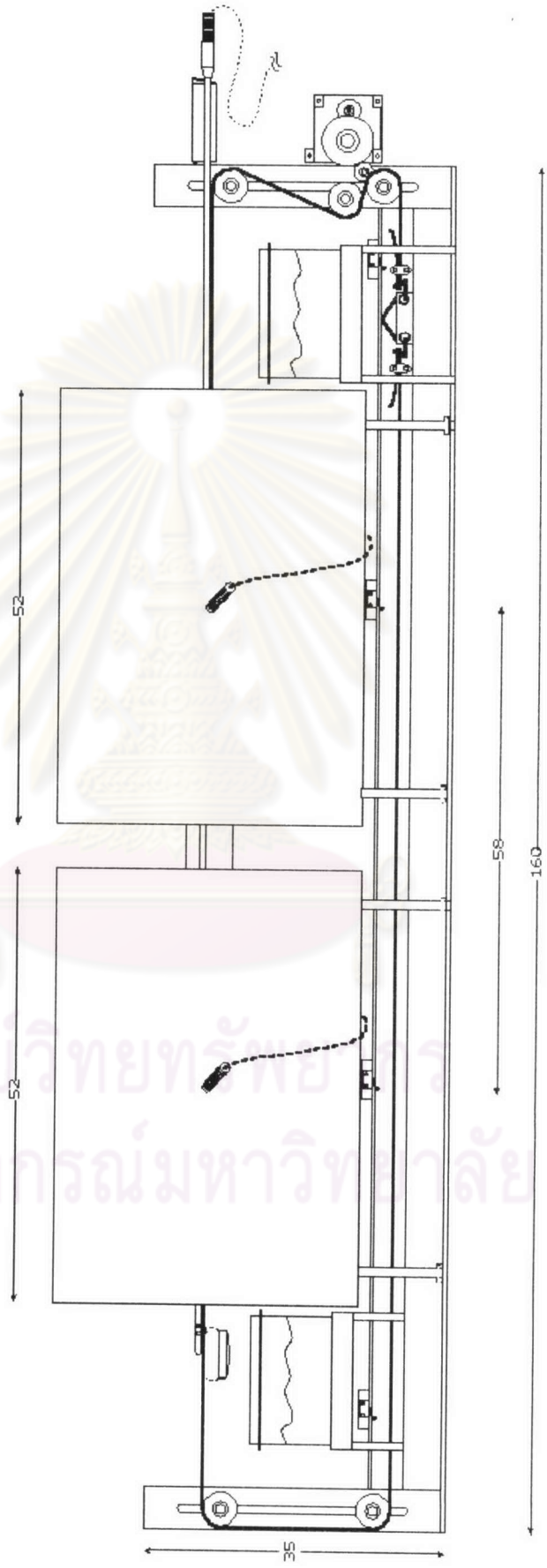
ภาคผนวก ก

โครงร่างของเตาและระบบการอบอุ่นแบบวัฏจักร

Details of Furnace Unit



Cyclic Annealing System



Dimension in cm.

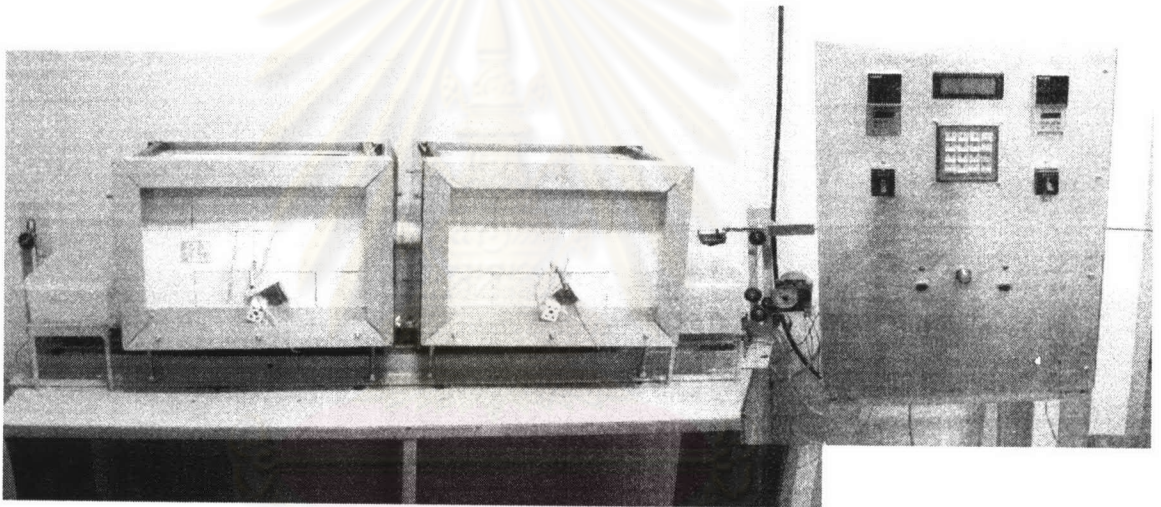
ภาคผนวก ข

การใช้งานระบบการอบอ่อนแบบวัฏจักร

เพื่อให้คนทั่วไปสามารถใช้งานระบบการอบอ่อนแบบวัฏจักรที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย จำเป็นที่จะต้องมีความรู้การใช้งาน ซึ่งจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

คู่มือการใช้งานระบบการอบอ่อนแบบวัฏจักร

1. ระบบการอบอ่อนแบบวัฏจักรที่ออกแบบและสร้างขึ้นในวิทยานิพนธ์นี้ แสดงดังรูปข้างล่าง ประกอบด้วยเตา 2 ตัว ตัวควบคุม ที่ใส่ชิ้นงานตัวอย่าง ระบบการควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นงานตัวอย่าง และคอมพิวเตอร์สำหรับบันทึกข้อมูล

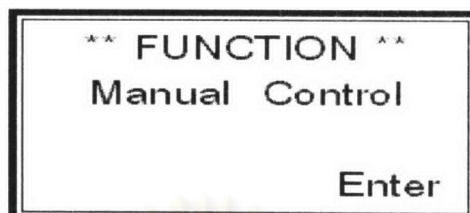


2. ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการ โดยการตั้งค่าที่ตัวควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นรอกว่าเตาทั้ง 2 จะร้อนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้

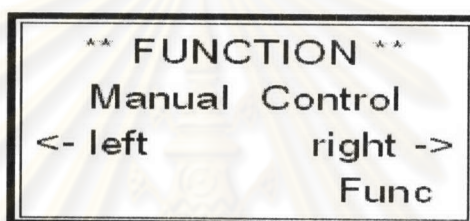
3. เปิดระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นงานตัวอย่าง หน้าจอ LCD จะแสดงข้อความดังรูปข้างล่าง



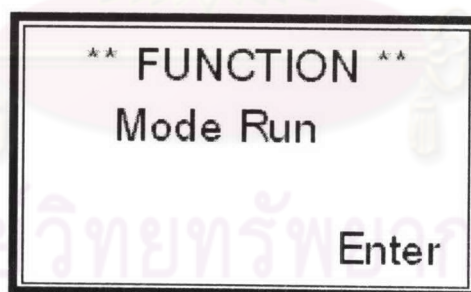
4. กดปุ่ม FUN ที่เป็นพิมพ์เพื่อเข้าสู่การใช้งานฟังก์ชันต่างๆ หน้าจอ LCD จะแสดงข้อความดังรูปข้างล่าง ซึ่งจะเริ่มจากโหมด Manual Control เป็นโหมดที่ให้ผู้ใช้งานเป็นผู้ควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นงานตัวอย่างด้วยตนเอง



5. กดปุ่ม Enter ถ้าต้องการจะใช้งานในโหมดนี้ ซึ่งจะปรากฏหน้าจอด้รูปข้างล่าง ถ้าต้องการให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย ให้กดปุ่ม ◀ และกดปุ่ม ▶ ชิ้นงานจะเคลื่อนที่ไปด้านขวา ถ้าต้องการหยุดให้กดปุ่ม Clear สามารถกลับไปหน้าฟังก์ชันโดยการกดปุ่ม FUN



6. จากข้อ 4 ถ้าไม่ต้องการใช้งานโหมด Manual Control ให้กดปุ่ม ▲ หรือ ▼ เพื่อเลือกโหมดต่อไป นั่นคือโหมดรัน ดังรูปข้างล่าง โหมดนี้เป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติทั้งการเคลื่อนที่ของชิ้นงานตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล ซึ่งจะใช้โหมดนี้ในการทดลอง



7. กดปุ่ม Enter เพื่อเข้าสู่การทำงานต่อไป จะปรากฏหน้าจอด้รูปข้างล่าง ในช่อง Total Time คือเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง ให้ป้อนเวลาตามที่ต้องการ โดยเวลาที่ใช้ในโปรแกรมนี้จะเป็นหน่วยนาทีทั้งหมด เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จ กดปุ่ม Enter เพื่อป้อนข้อมูลต่อไป Furnace A และ Furnace B คือเวลาที่จะให้ชิ้นงานตัวอย่างหยุดค้างในเตาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ถ้าไม่ต้องการให้หยุดค้างที่เตาใดให้กด Enter ผ่านไป Start คือตำแหน่งเริ่มต้นของเตาที่จะให้ชิ้นงานไปหยุดค้าง

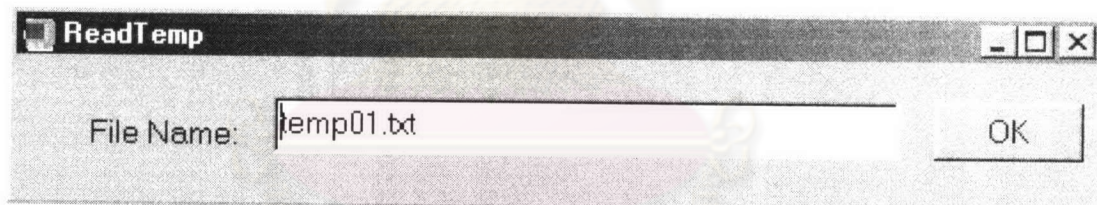
หมายเหตุ ถ้าป้อนข้อมูลผิดให้กดปุ่ม Clear เพื่อป้อนข้อมูลใหม่ และก่อนเริ่มการทดลองชิ้นงานต้องอยู่ด้านเดียวกับมอเตอร์เสมอ!!!

Total Time :	min
Furnace A :	min
Furnace B :	min
Start :	(A,B)

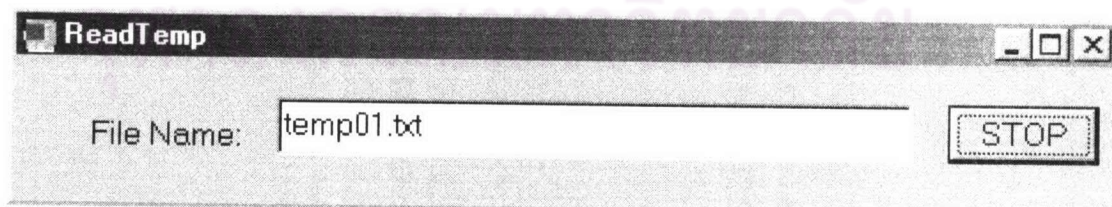
8. เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้ว กดปุ่ม Enter ระบบจะเริ่มทำงาน โดยจะแสดงหน้าจอ ดังรูปข้างล่าง Status จะแสดง ON เมื่อระบบทำงาน และจะเป็น OFF เมื่อหยุดทำงาน ส่วน Sample Position จะแสดงตำแหน่งของเตาที่ชิ้นงานเคลื่อนที่ไปหยุด และจะแสดง - เมื่อจบการทำงาน

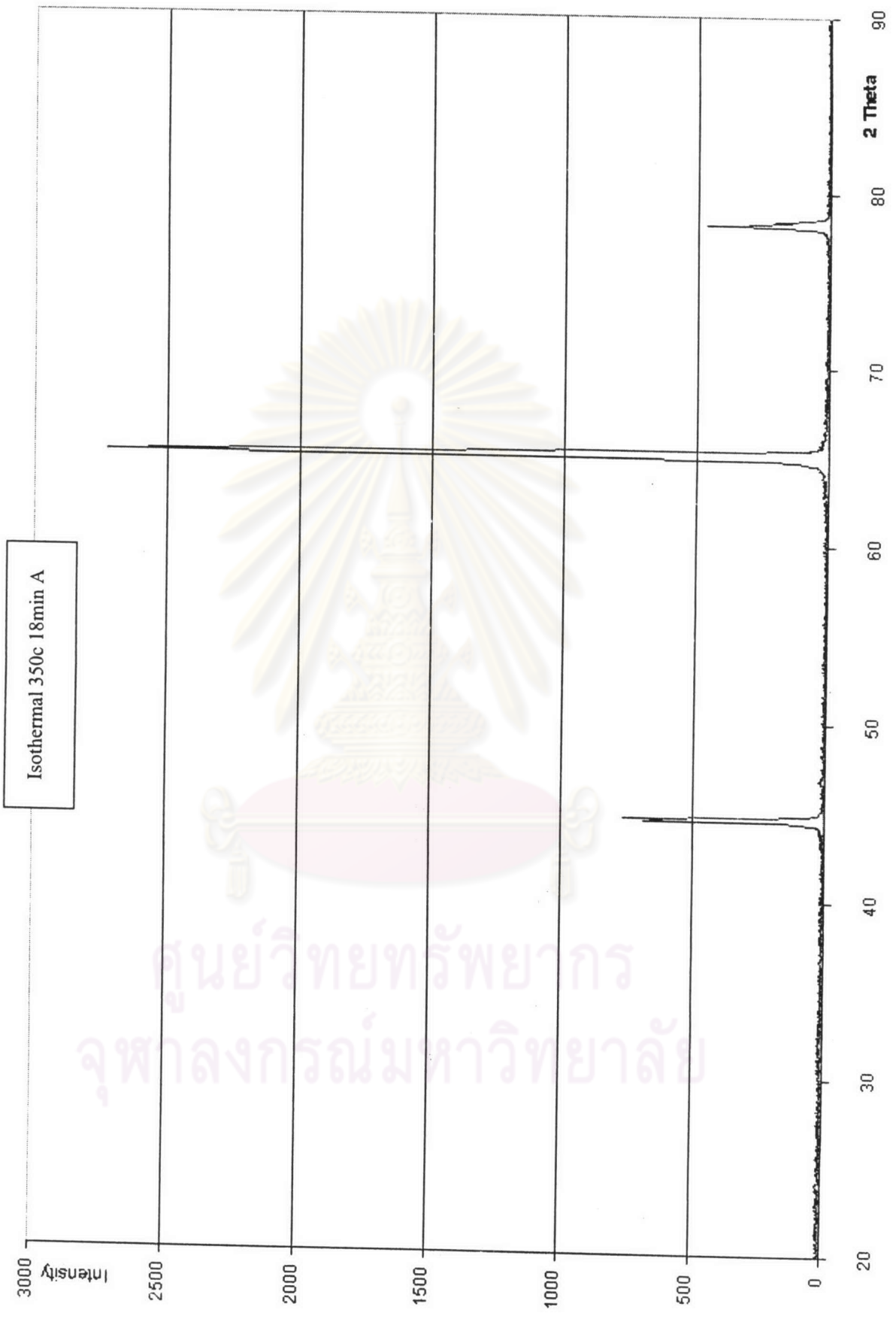
Cyclic Movement
Status :
Sample Position :

9. ก่อนที่จะเริ่มทดลองเราจะต้องตั้งชื่อไฟล์เพื่อเก็บข้อมูล ทำได้โดยการเรียก โปรแกรม ReadTemp บนเครื่องคอมพิวเตอร์ จะได้โปรแกรมดังรูปข้างล่าง ตั้งชื่อไฟล์เสร็จแล้ว กด ปุ่ม OK



10. เมื่อทดลองเสร็จ ให้กดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการบันทึกข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้อาจ อยู่ในรูปของ Text File





ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

File : 470113-2.SM
Date : 23- JAN - 1984

Isothermal 350c 30min A

COUNTS

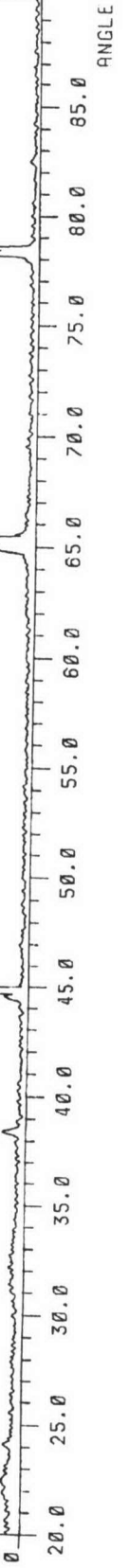
Measure condition	2θ (°)	d (Å)	I (count)	I/I ₀
Sample				
Target				
Cu	38.36	2.345	69	5
kV	44.68	2.027	696	48
mA	64.80	1.438	118	8
Start angle	20.00 deg.	1.433	1459	100
Stop angle	90.00 deg.	1.429	708	49
Step angle	0.040 deg.	1.221	436	30
M. time	1.50 sec.	1.218	211	14

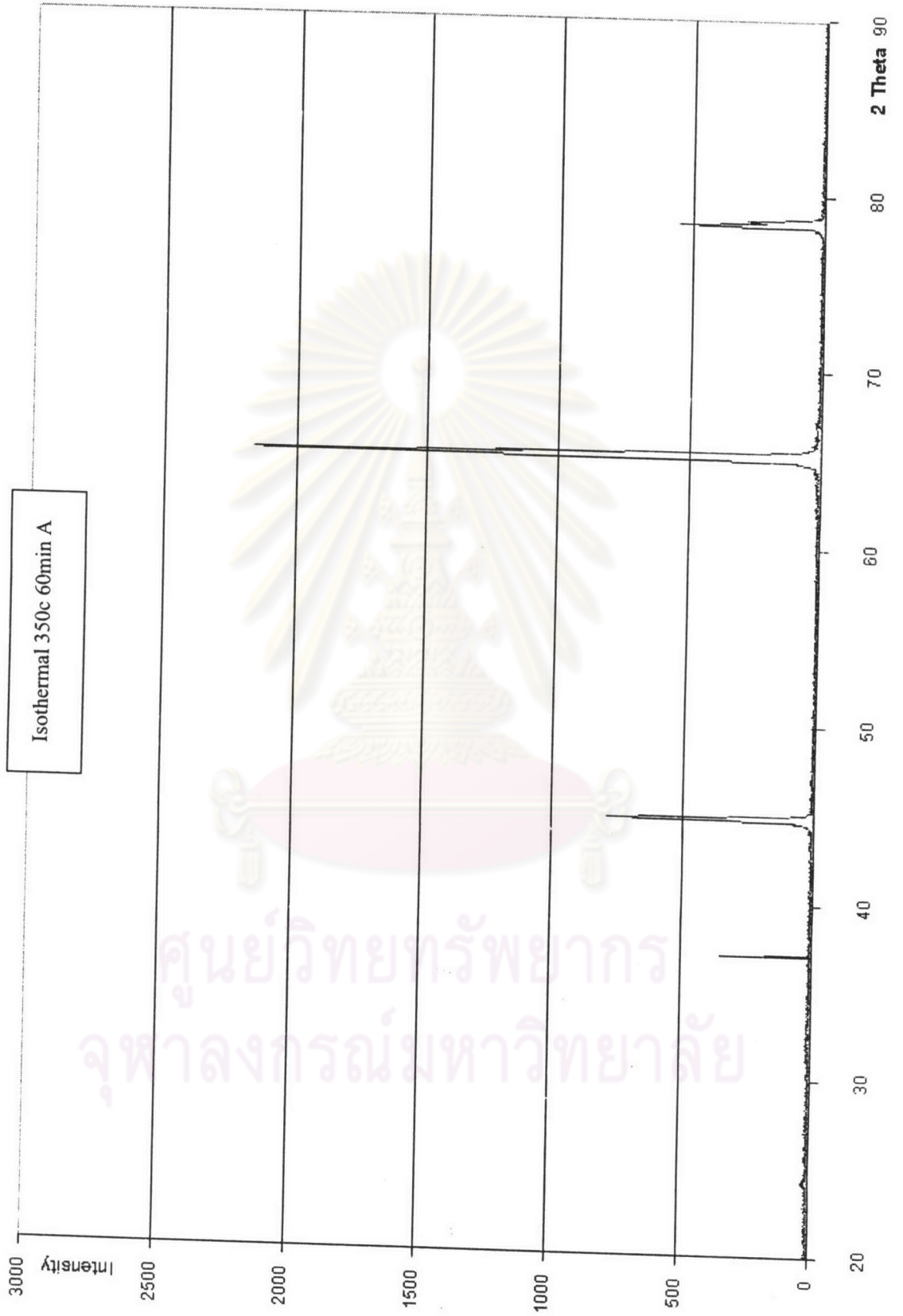


ศูนย์วิทยทรัพยากร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

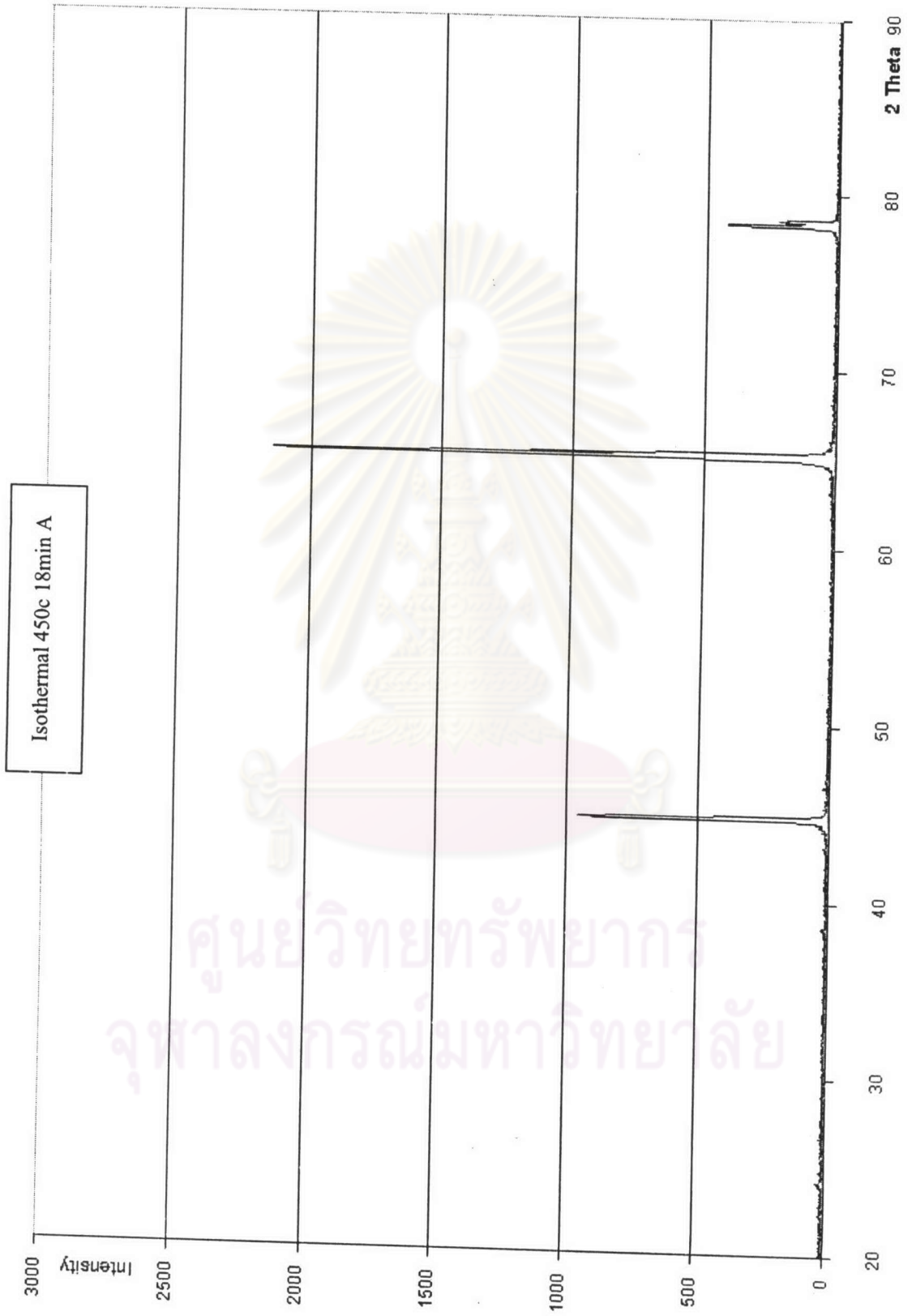
3000

1500





ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

File : 470113-1.SM
 Date : 23- JAN - 1984

Isothermal 450c 30min A

COUNTS

Measure condition

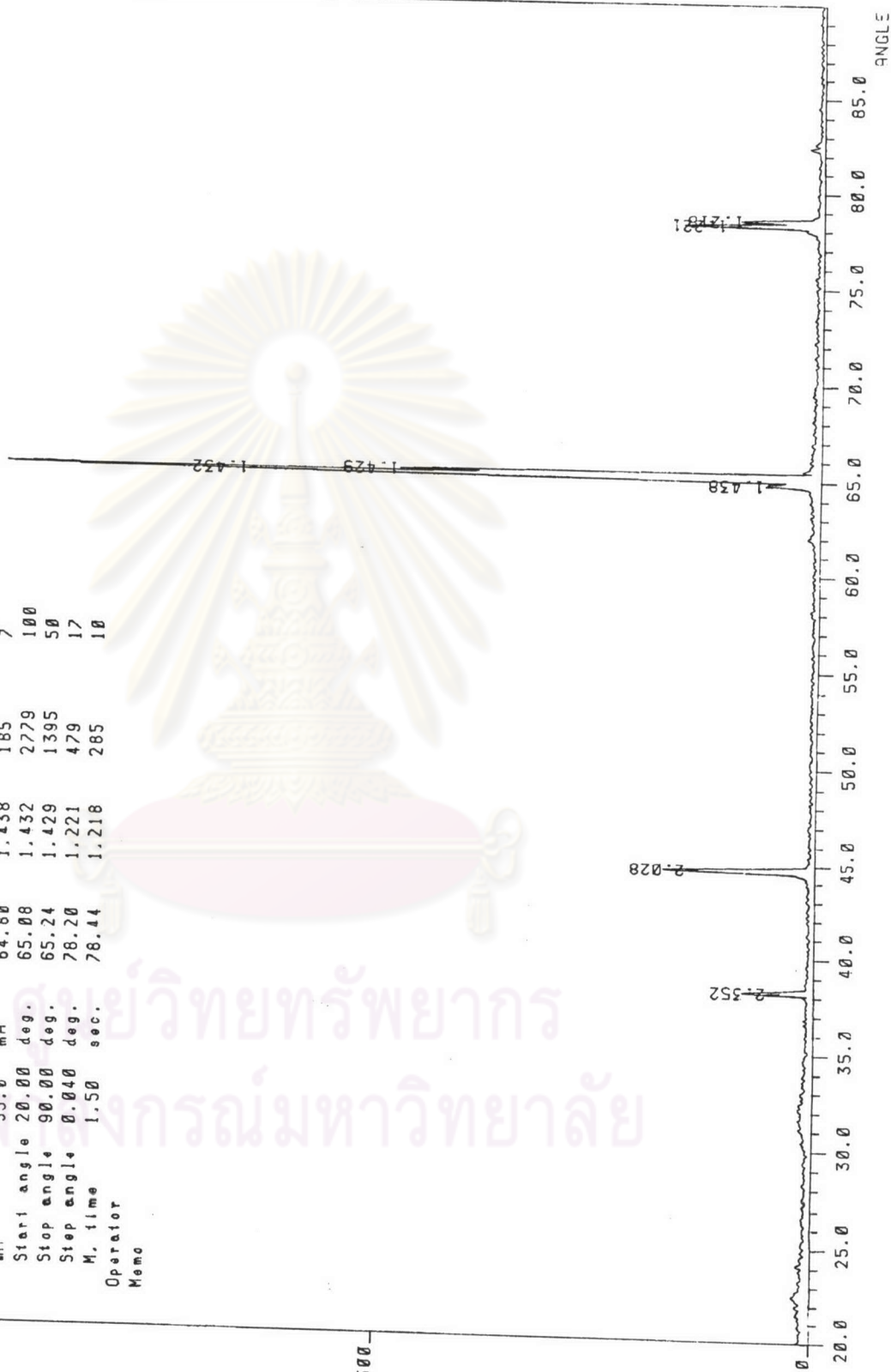
2θ (°)	d (Å)	I (counts)	I/I ₀
38.24	2.352	247	9
44.64	2.028	523	19
64.80	1.438	185	7
65.08	1.432	2779	100
65.24	1.429	1395	50
78.20	1.221	479	17
78.44	1.218	285	10

Sample ISO450-30
 Target Cu
 kV 45.0
 mA 35.0
 Start angle 20.00 deg.
 Stop angle 90.00 deg.
 Step angle 0.040 deg.
 M. time 1.50 sec.

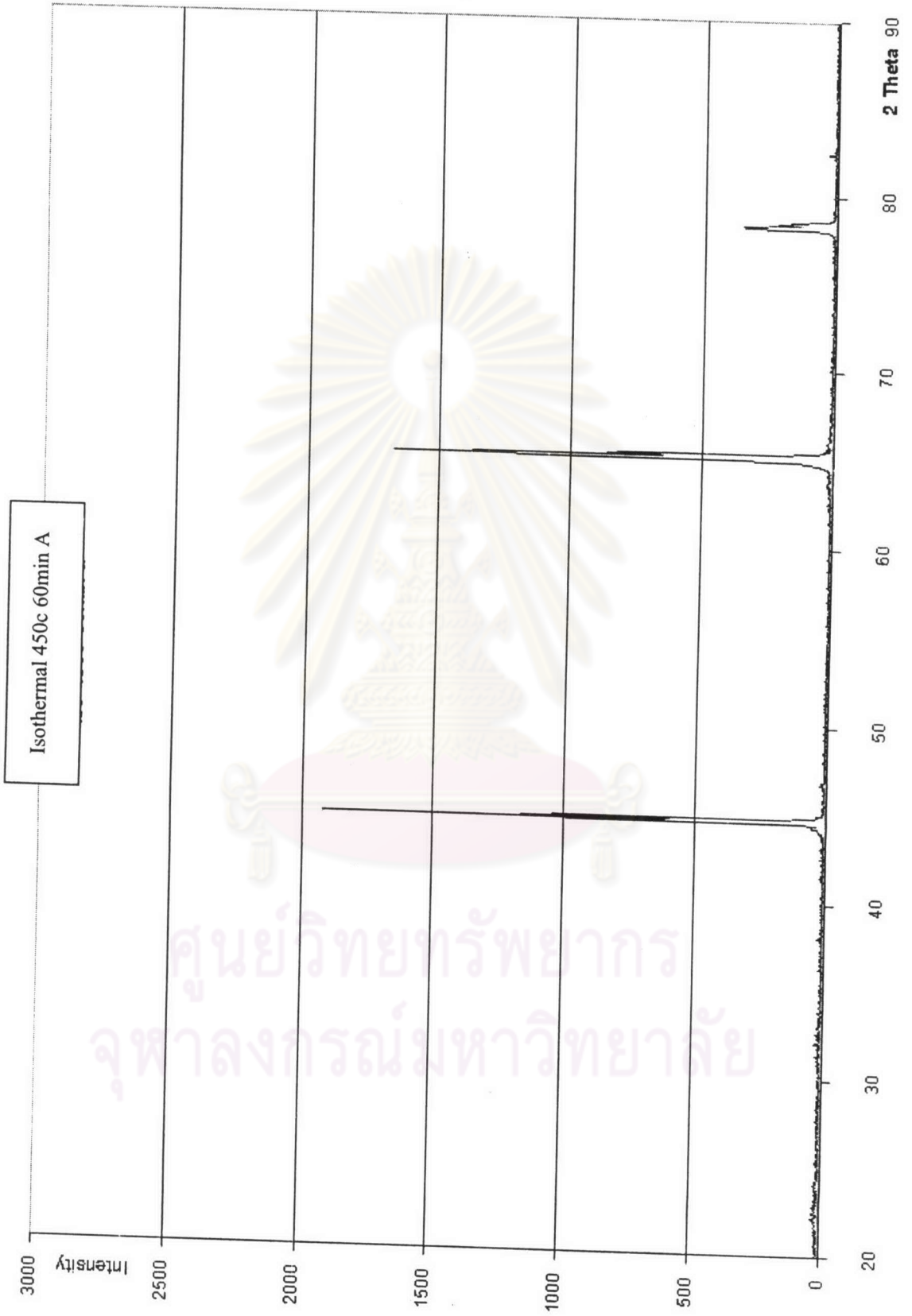
Operator
 Memo

3000

1500

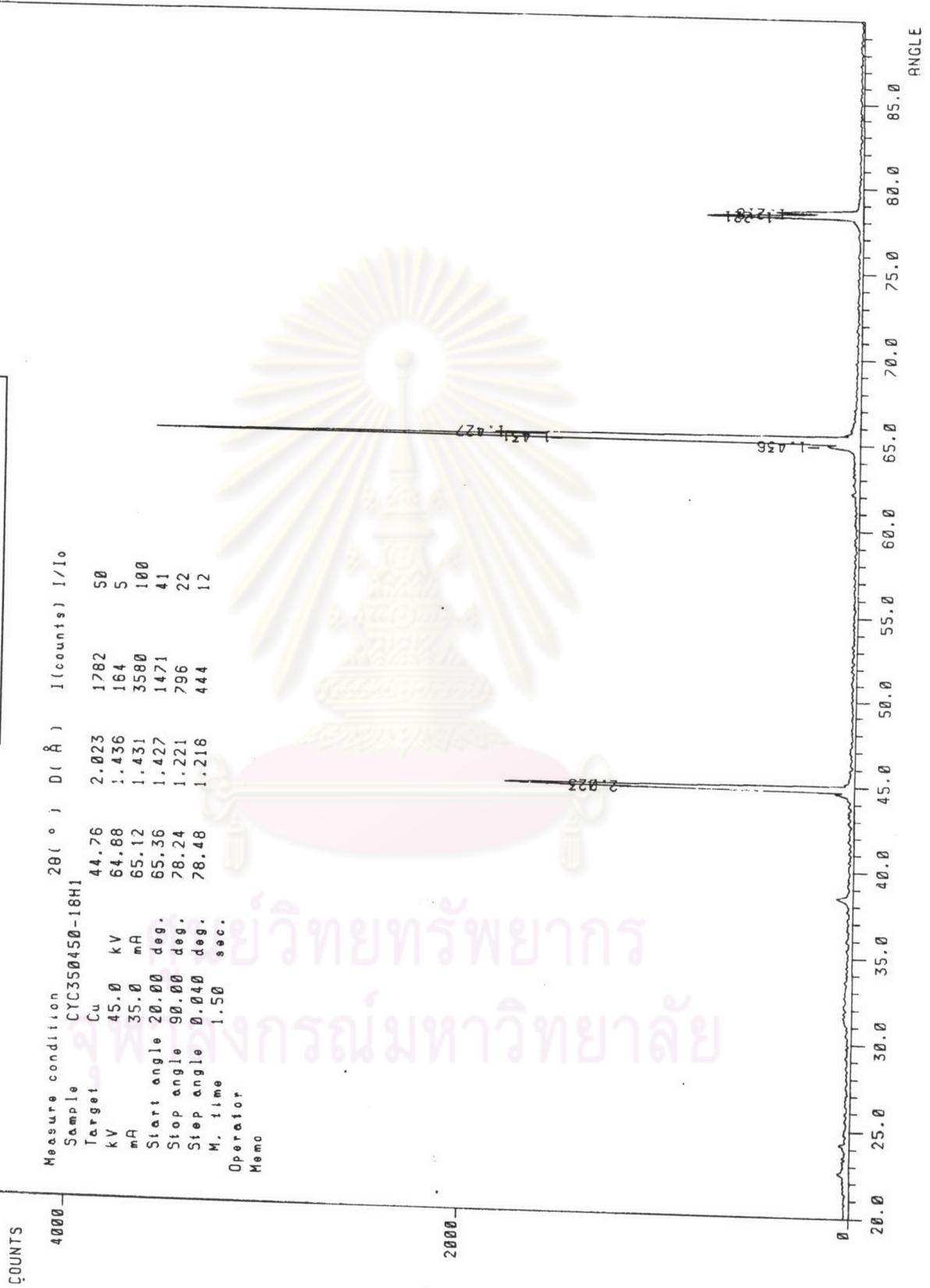


ANGLE



File : 4709084A.SM
Date : 31- MAR - 1904

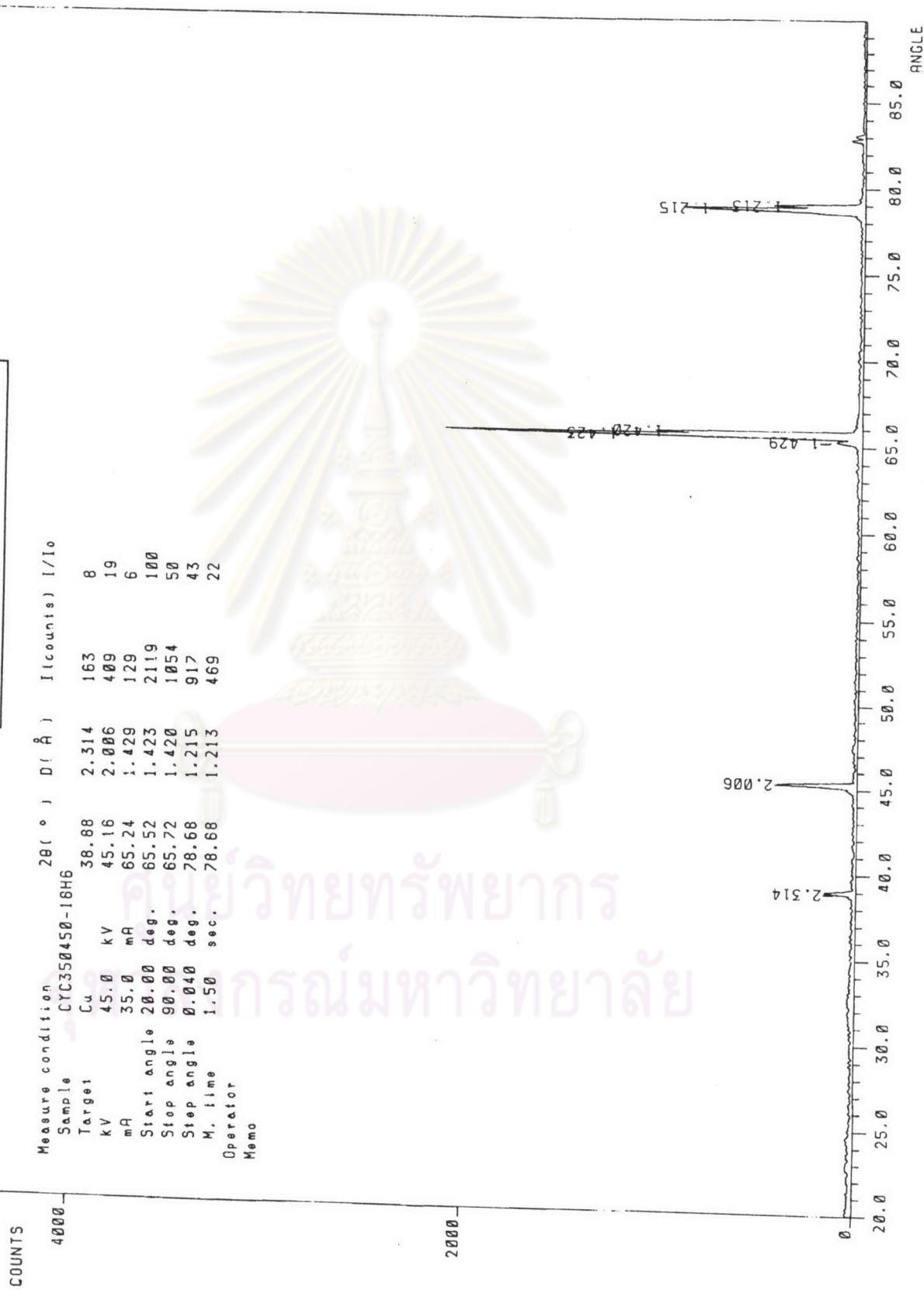
Cyclic 350-450 18min Hold1min A



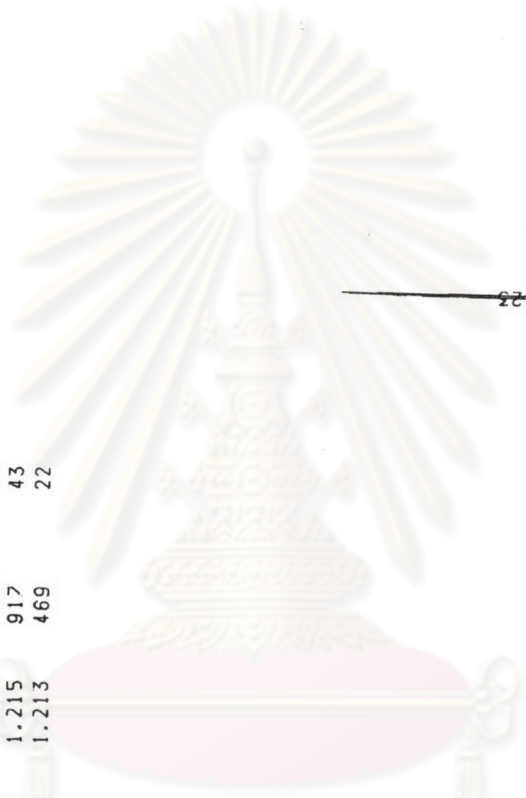
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

File : 47090858.SM
 Date : 31- MAR - 1904

Cyclic 350-450 18min Hold6min A



Measure condition
 Sample CYC350450-18H6
 Target Cu
 kV 45.0
 mA 35.0
 Start angle 20.00 deg.
 Stop angle 90.00 deg.
 Step angle 0.040 deg.
 M. time 1.50 sec.
 Operator
 Memo



ศิริราชพยาบาล
 กรมมหาวิทยาลัย

File : 470113-3.SM
Date : 23- JAN - 1984

Cyclic 350-450 30min Hold1min A

COUNTS

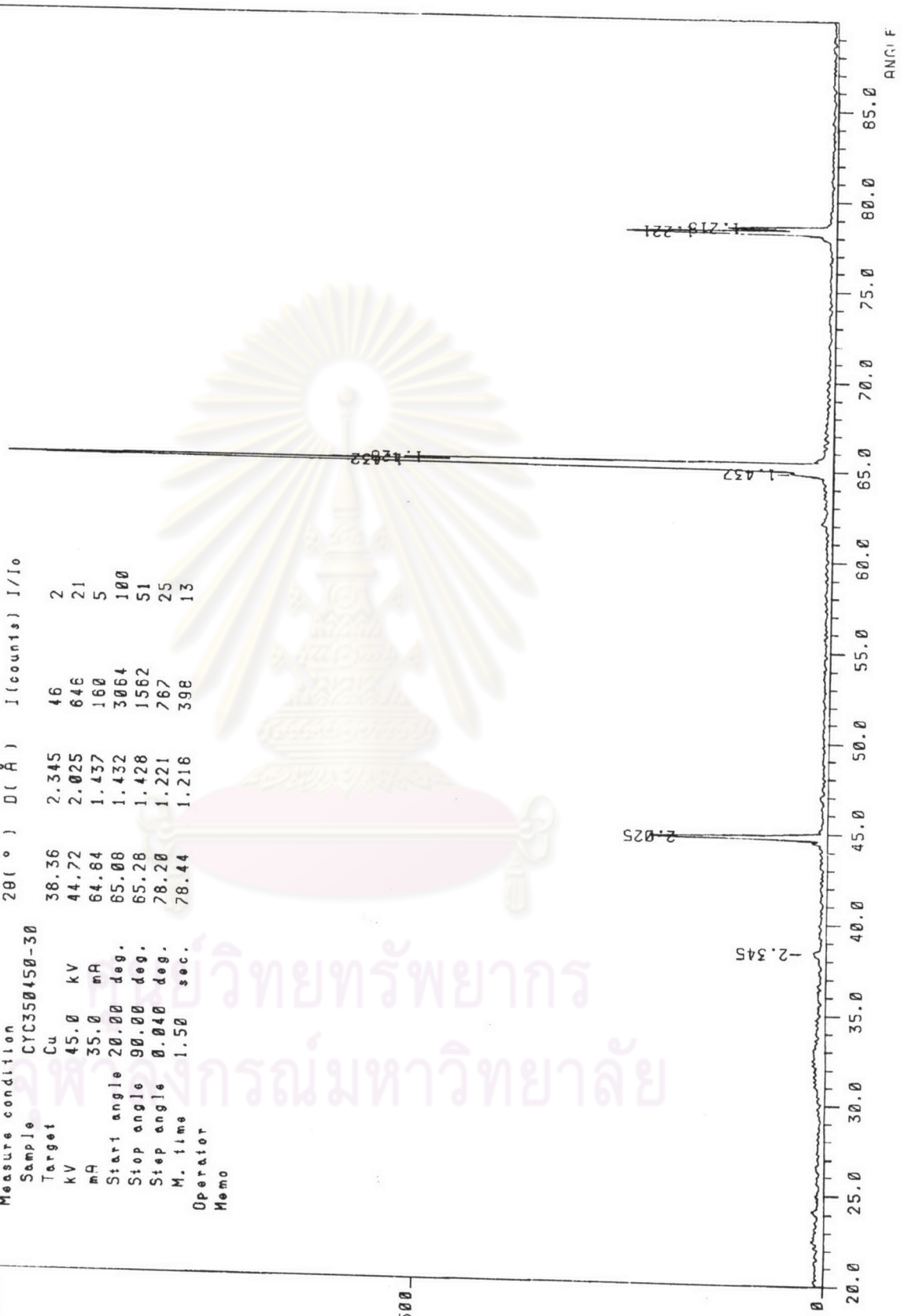
3000

1500

Measure condition

Sample	CYC350450-30
Target	Cu
kV	45.0
mA	35.0
Start angle	20.00 deg.
Stop angle	90.00 deg.
Step angle	0.040 deg.
M. time	1.50 sec.
Operator	
Memo	

2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
38.36	2.345	46	2
44.72	2.025	646	21
64.84	1.437	160	5
65.08	1.432	3064	100
65.28	1.428	1562	51
78.20	1.221	767	25
78.44	1.216	398	13



ANG F

File : 470113-4.SM
 Date : 23- JAN - 1984

Cyclic 350-450 30min Hold6min A

COUNTS

Measure condition

Sample	2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
Target	38.36	2.345	80	5
Cu	44.68	2.027	339	23
kV	64.84	1.437	119	8
mA	65.04	1.433	1504	100
Start angle	20.00 deg.	65.24	751	50
Stop angle	90.00 deg.	78.20	574	38
Step angle	0.040 deg.	1.221	301	20
M. time	1.50 sec.	1.218		

Operator
Memo



Cyclic 350-450 60min Hold1min A

File :
Date : 05- FEB - 1904

Measure condition

Sample 350450-60HI-1

Target Cu

kV 45.0 kV

mA 35.0 mA

Start angle 20.00 deg.

Stop angle 90.00 deg.

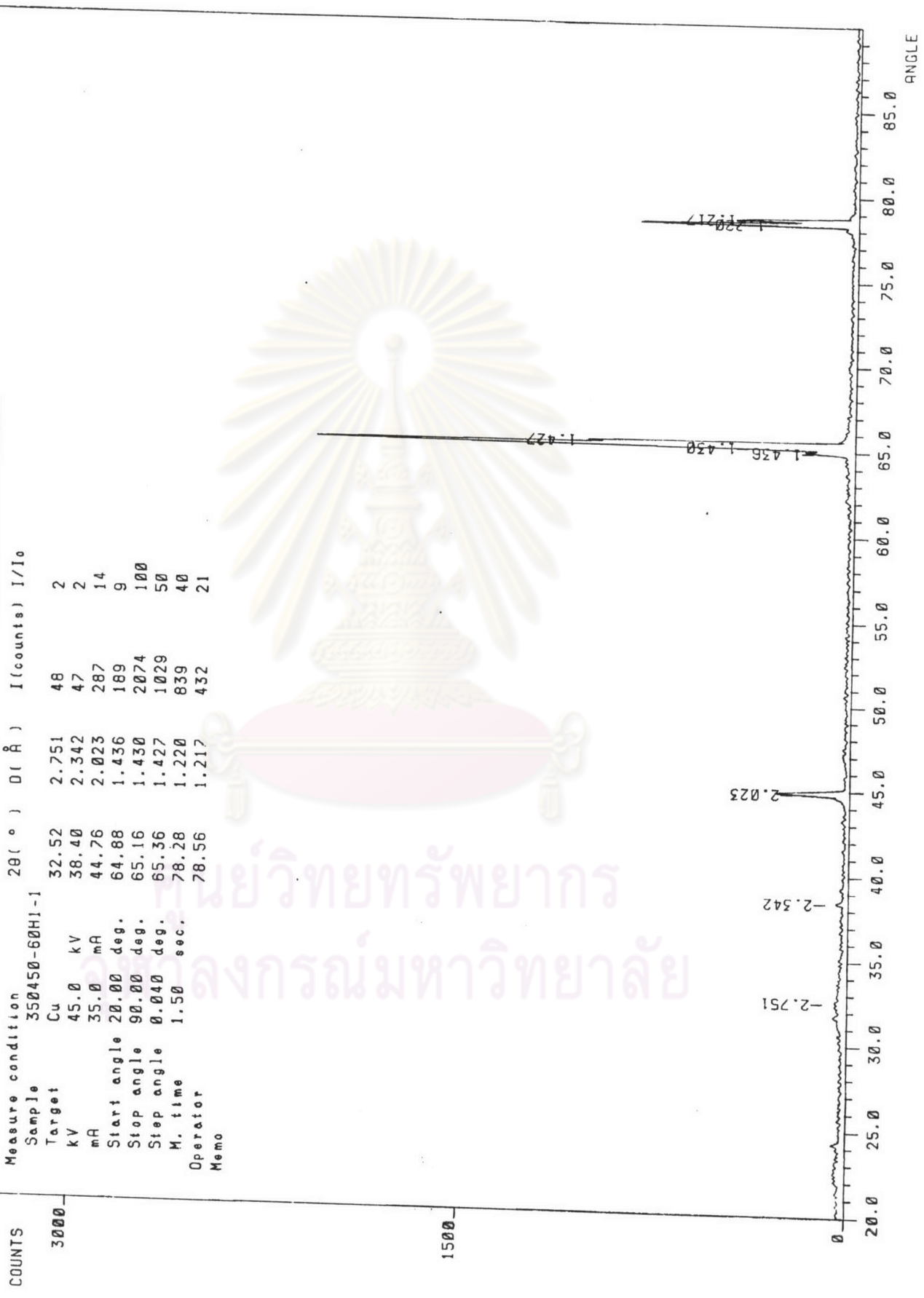
Step angle 0.040 deg.

M. time 1.50 sec.

Operator

Memo

2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
32.52	2.751	48	2
38.40	2.342	47	2
44.76	2.023	287	14
64.88	1.436	189	9
65.16	1.430	2074	100
65.36	1.427	1029	50
78.28	1.220	839	40
78.56	1.217	432	21



File : 4709081A.SM
 Date : 31- MAR - 1904

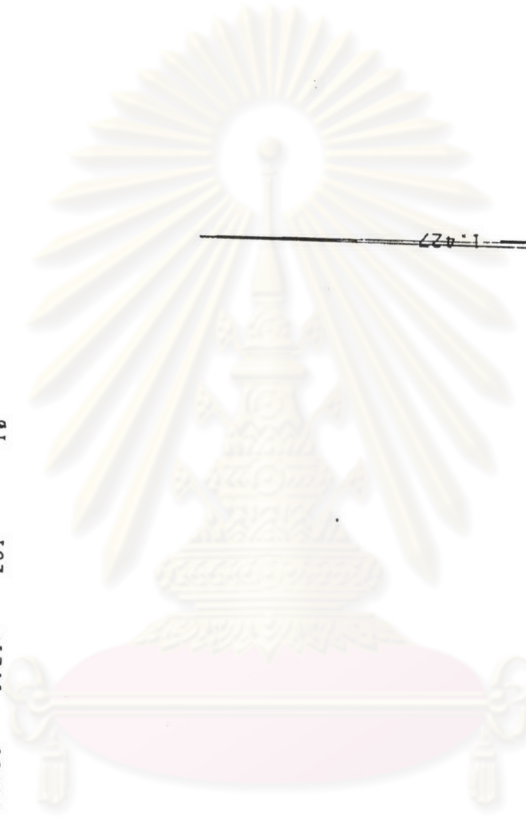
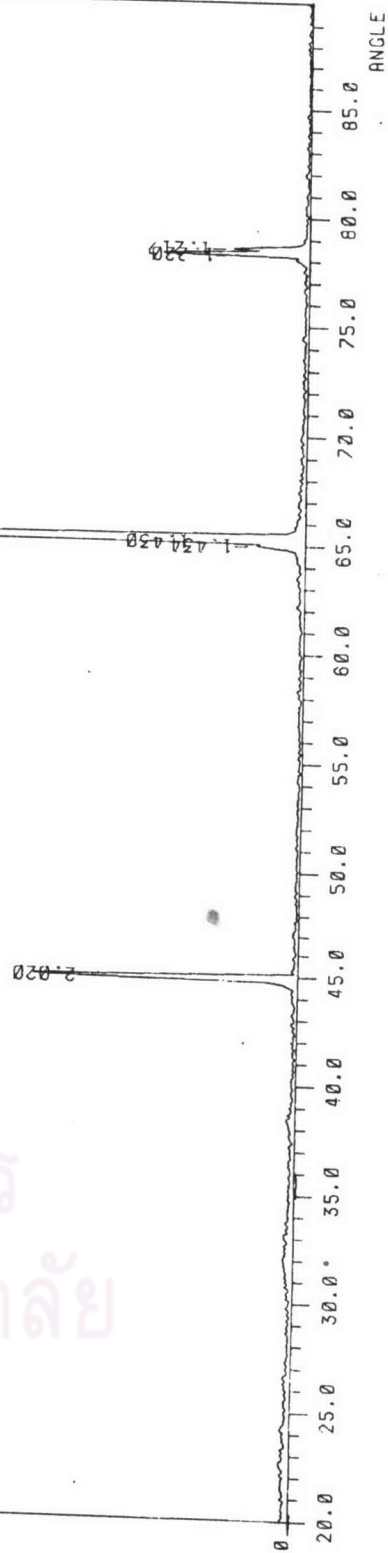
Cyclic 350-450 60min Hold6min A

Measure condition	2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
Sample				
Target	44.84	2.020	1080	40
kV	64.96	1.434	202	8
mA	65.16	1.430	2689	100
Start angle	65.36	1.427	1478	55
Stop angle	78.28	1.220	598	22
Step angle	78.56	1.217	281	10
M. time				
Operator				
Memo				

COUNTS

4000

2000



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 วิทยาลัยพยาบาล

File : 4709083A.SM
Date : 31 - MAR - 1904

Pure rolled A

2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
45.60	1.988	162	8
65.96	1.415	913	46
79.12	1.209	1979	100
79.36	1.206	1055	53

Measure condition
 Sample PURE ROLLED
 Target Cu
 kV 45.0
 mA 35.0
 Start angle 20.00 deg.
 Stop angle 90.00 deg.
 Step angle 0.040 deg.
 M. time 1.50 sec.
 Operator
 Memo

COUNTS

4000

2000

0



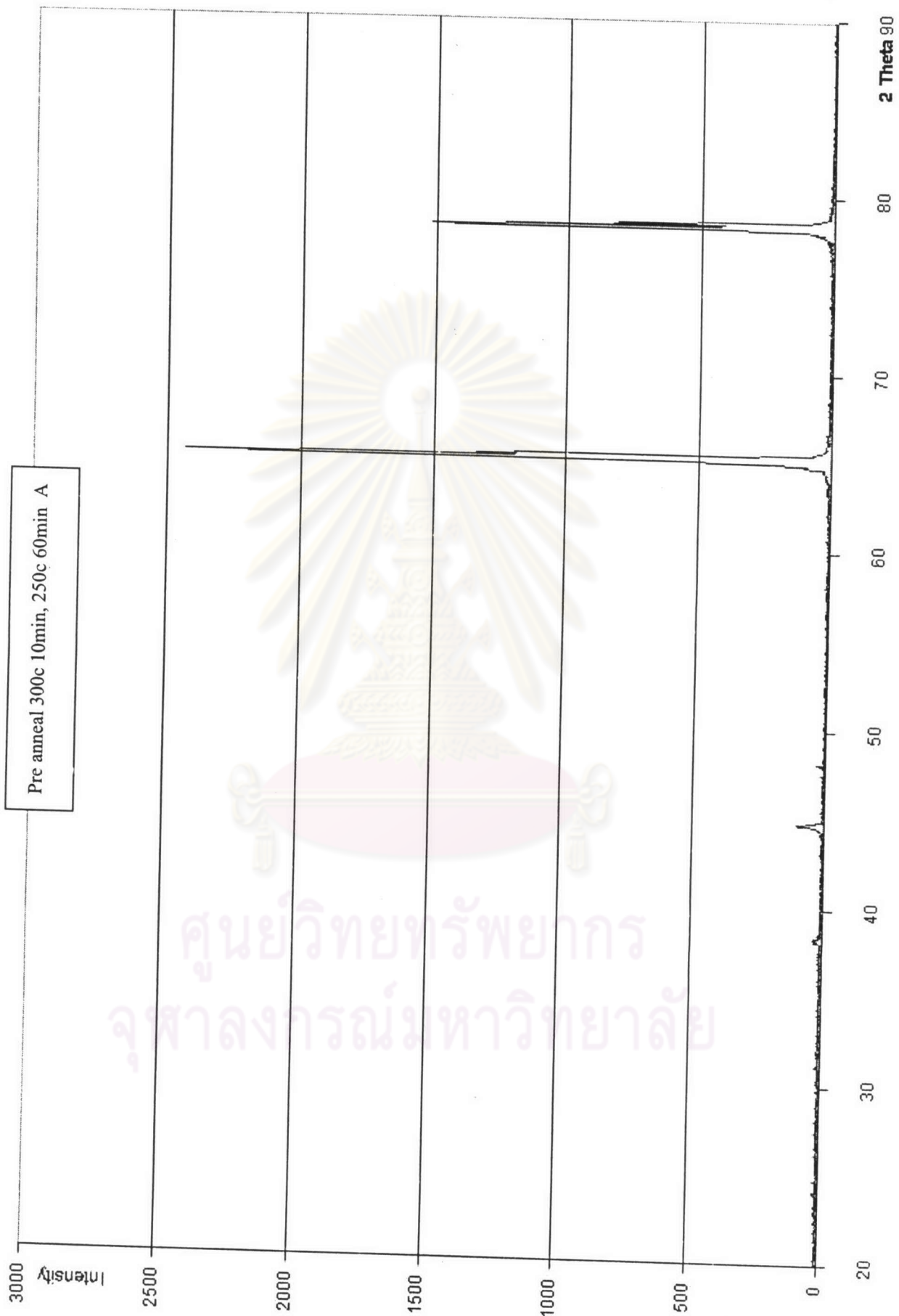
ศูนย์วิทยทรัพยากร
 วิทยาลัย

1.988

1.415

1.209
1.206

20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 45.0 50.0 55.0 60.0 65.0 70.0 75.0 80.0 85.0 ANGLE



File : 4709082A.SM
Date : 31- MAR - 1904

Isothermal 300c 60min A

Measure condition

Sample	IS0300-60
Target	Cu
kV	45.0
mA	35.0
Start angle	20.00 deg.
Stop angle	90.00 deg.
Step angle	0.040 deg.
M. time	1.50 sec.

2θ(°)	D(Å)	I (counts)	I/Io
45.12	2.008	2424	100
65.20	1.430	113	5
65.48	1.424	2073	86
65.64	1.421	1088	45
78.60	1.216	1910	79
78.64	1.213	988	41

COUNTS

4000

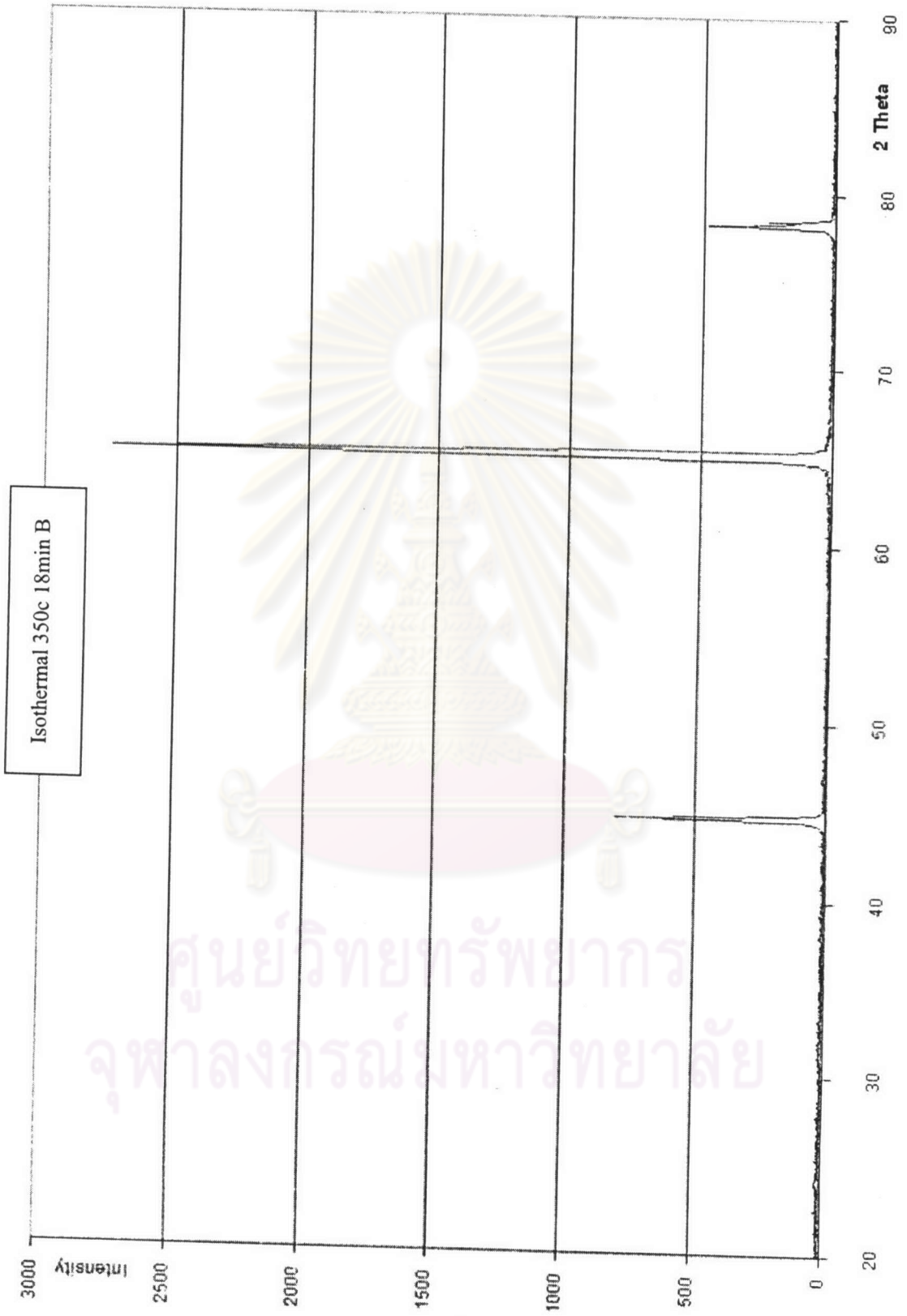
2000

0

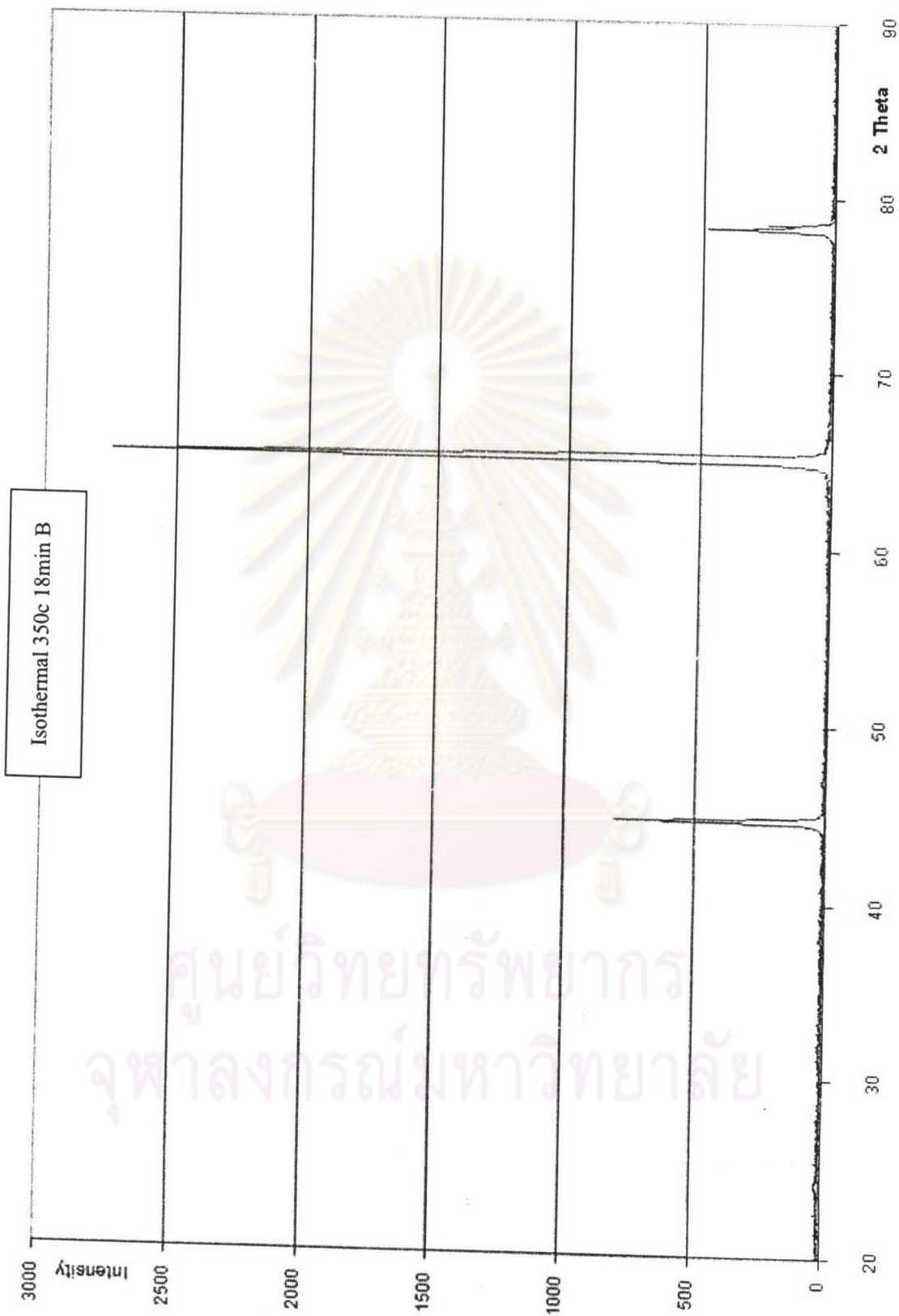
20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 45.0 50.0 55.0 60.0 65.0 70.0 75.0 80.0 85.0 ANGLE



ศูนย์วิทยทรัพยากร
มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



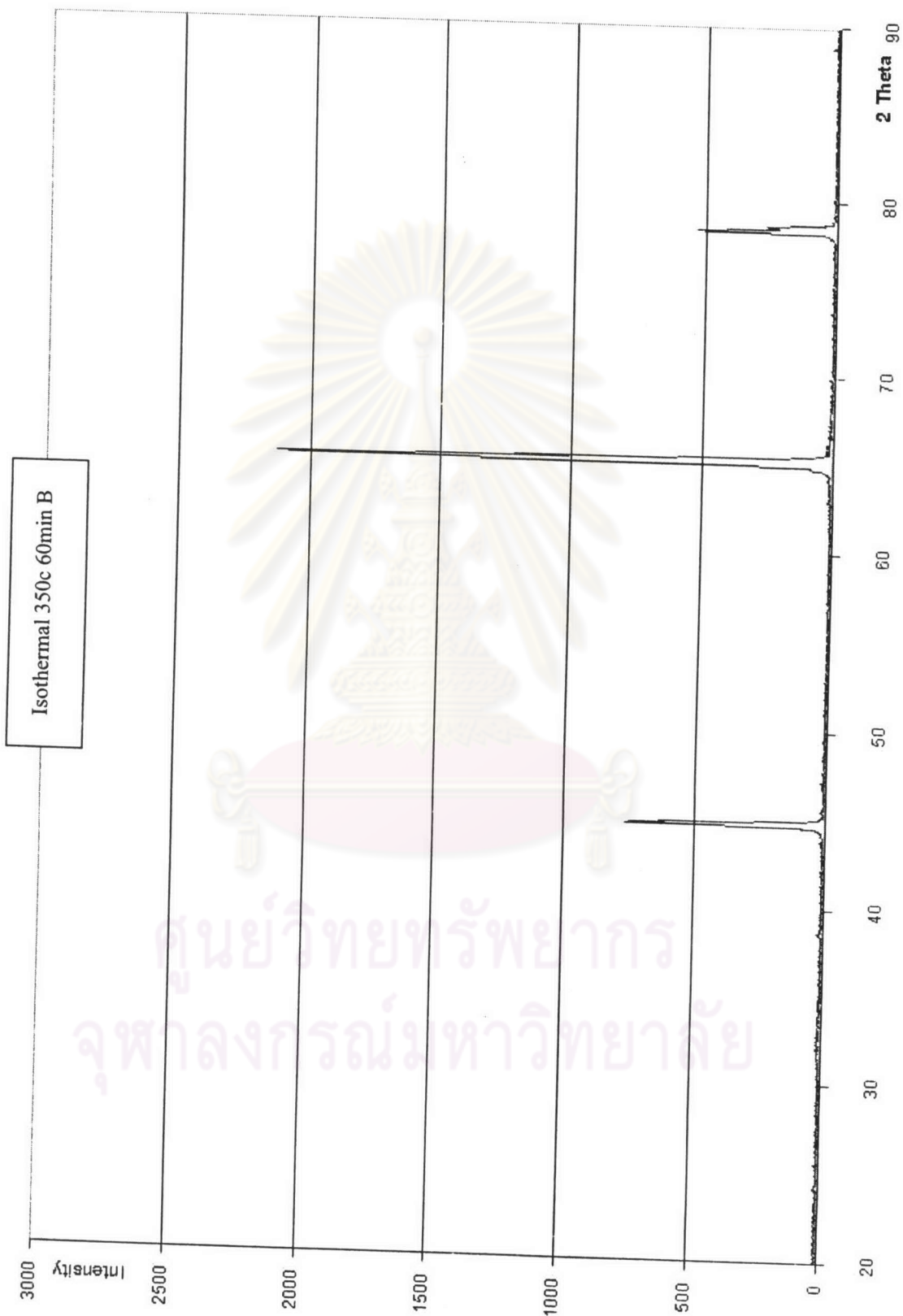
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



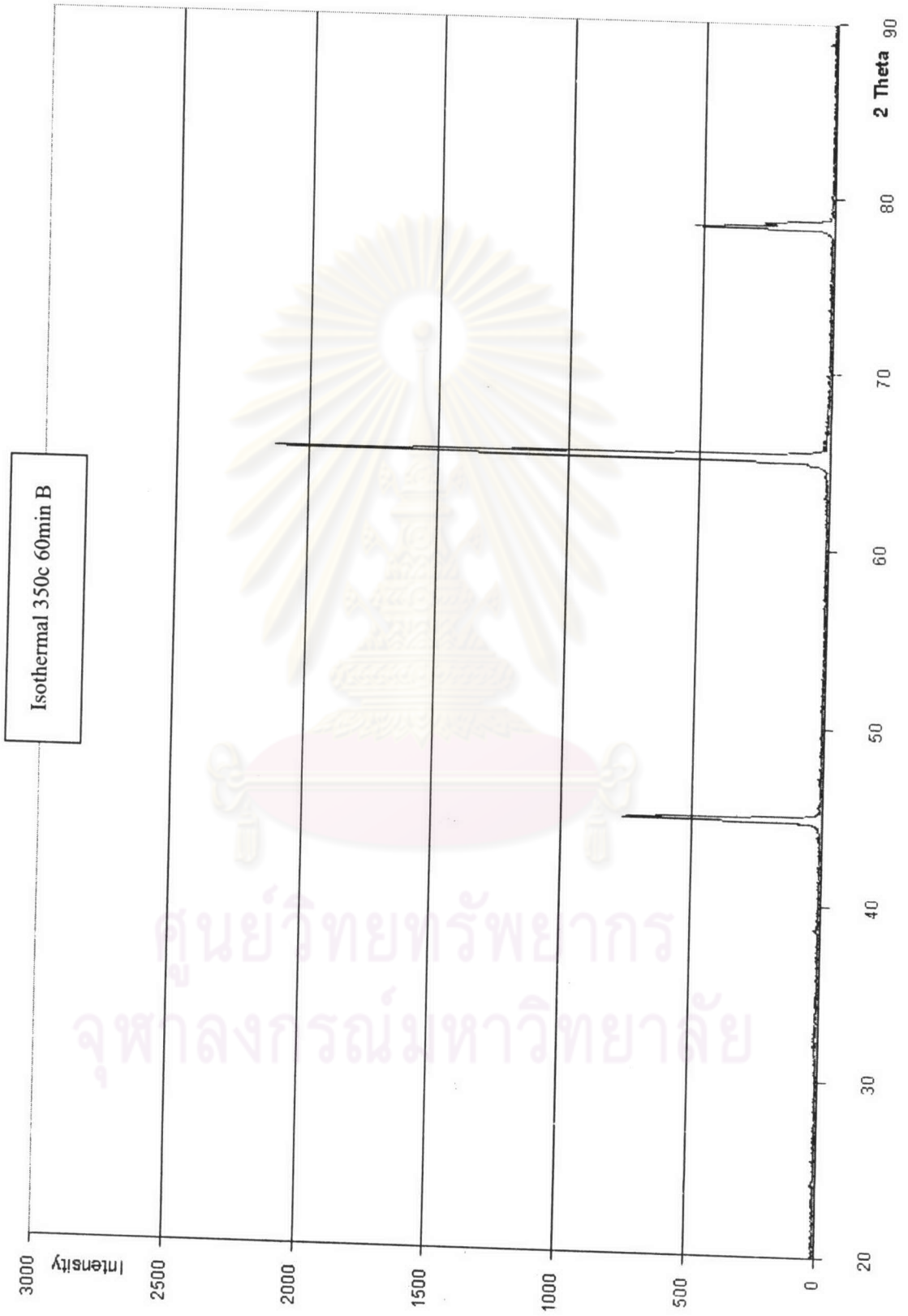
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



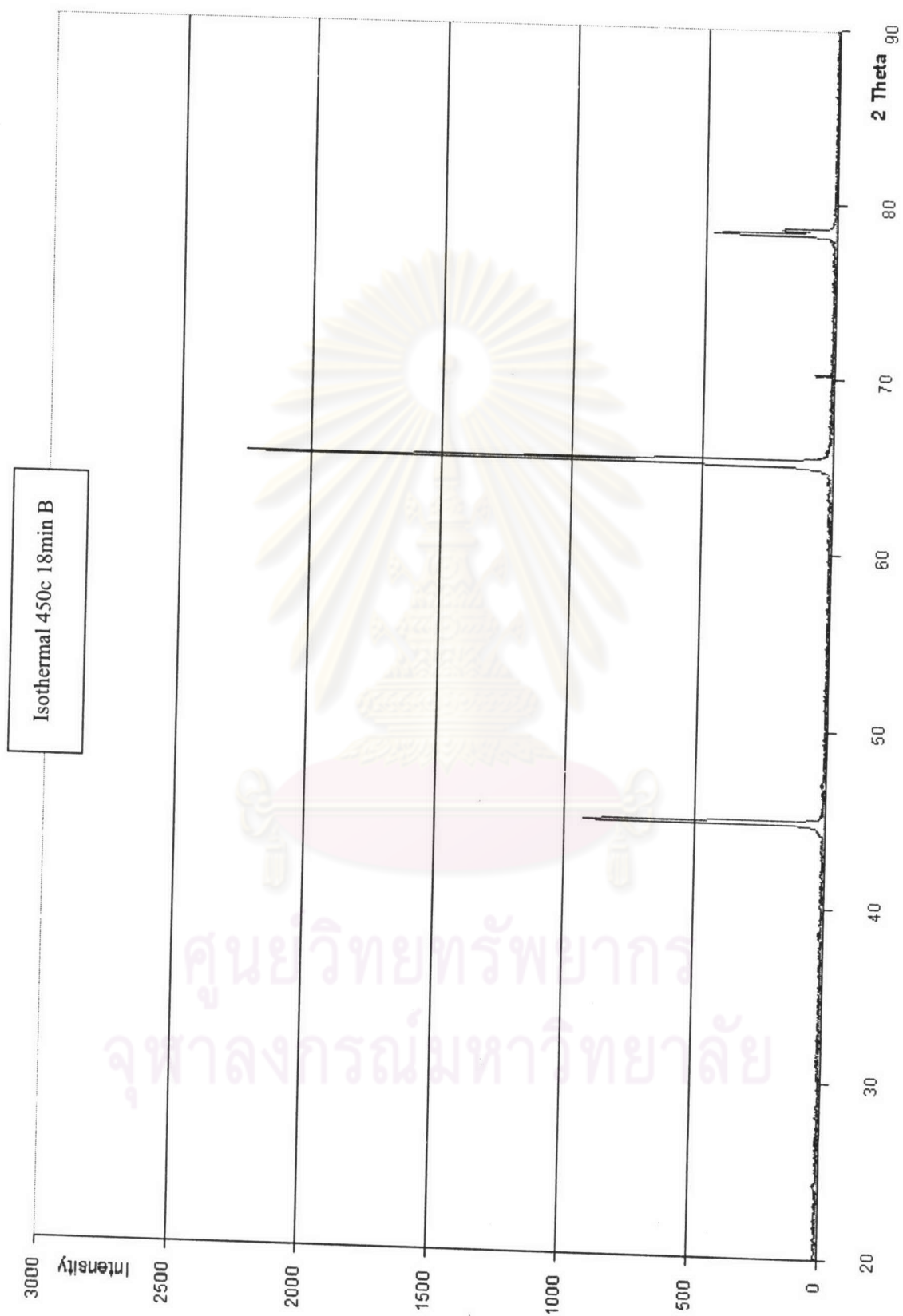
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

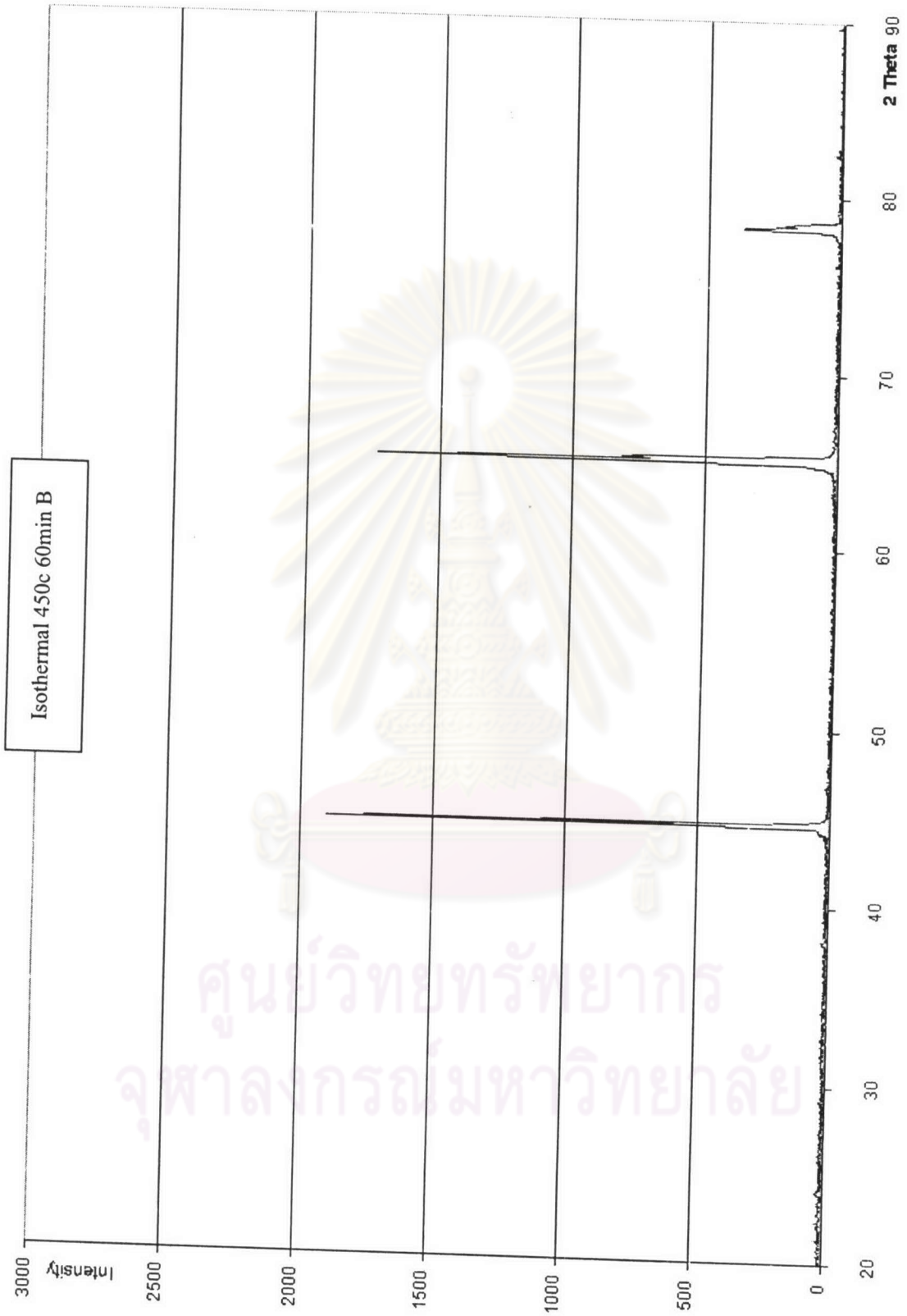


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

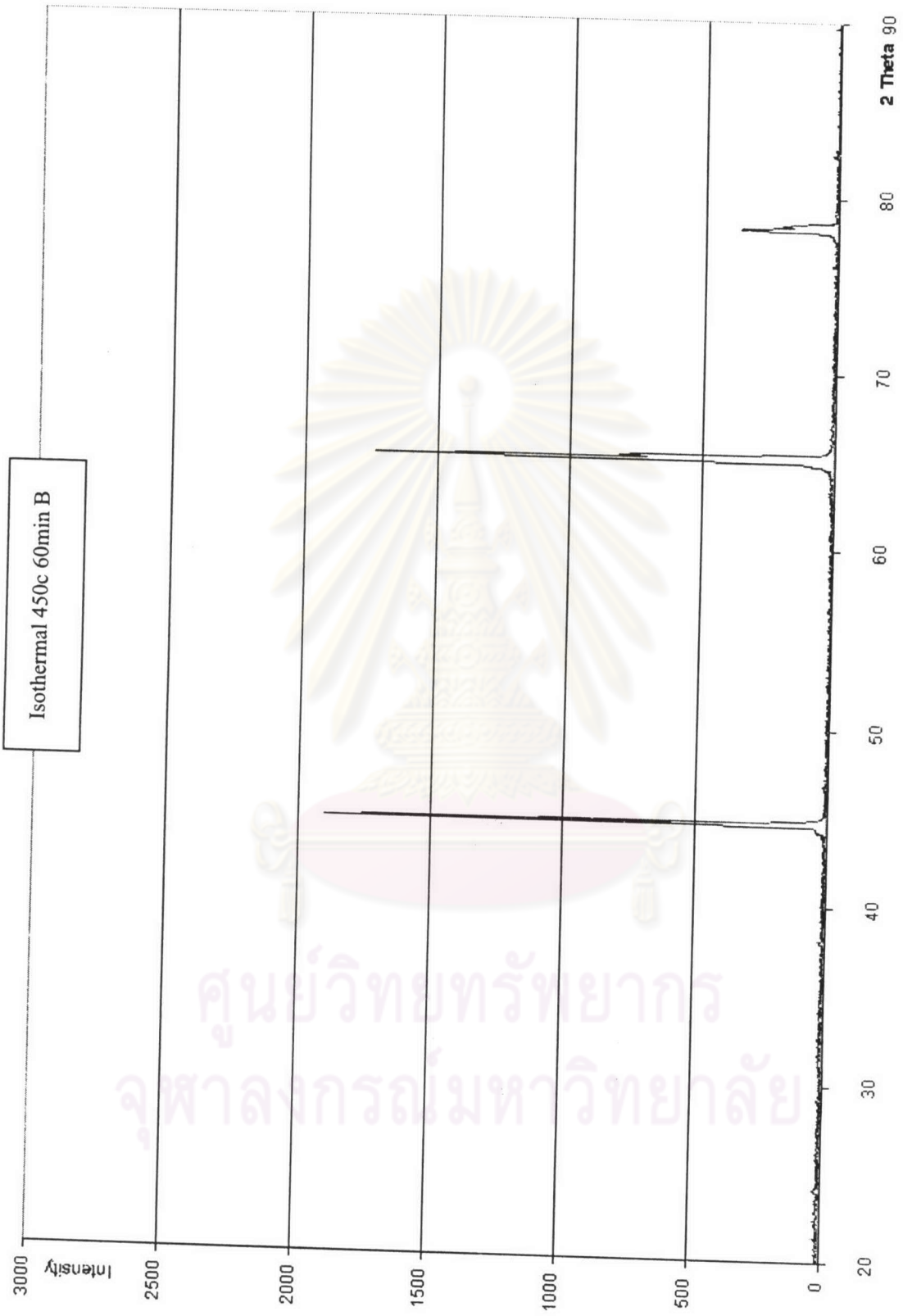


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

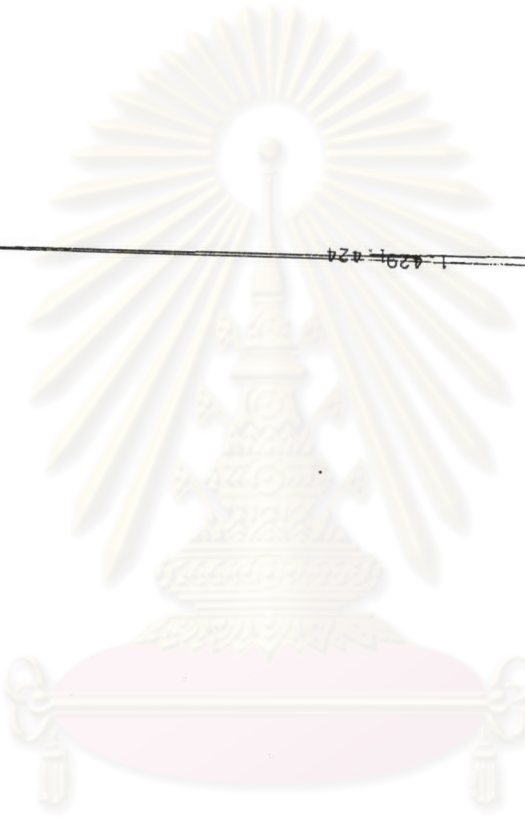
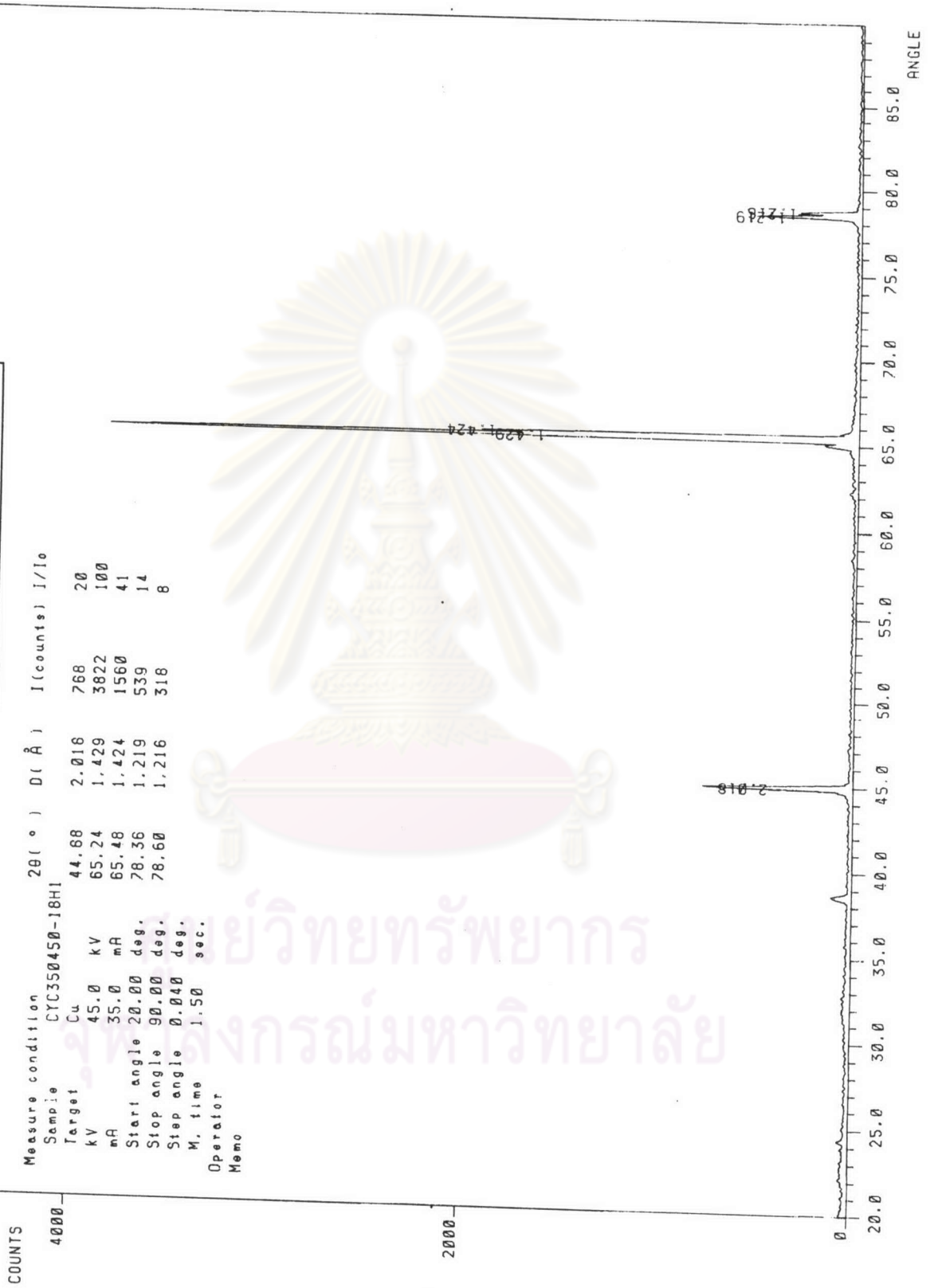


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

File : 4709084B.SM
Date : 31 - MAR - 1904

Cyclic 350-450 18min Hold1min B

Measure condition	2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
Sample	CYC350450-18H1			
Target	Cu	44.88	2.018	768
kV	45.0	65.24	1.429	3822
mA	35.0	65.48	1.424	1560
Start angle	20.00 deg.	78.36	1.219	539
Stop angle	90.00 deg.	78.60	1.216	318
Step angle	0.040 deg.			
M. time	1.50 sec.			
Operator				
Memo				



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Cyclic 350-450 18min Hold1min B

File : 47090848.SM
Date : 31- MAR - 1904

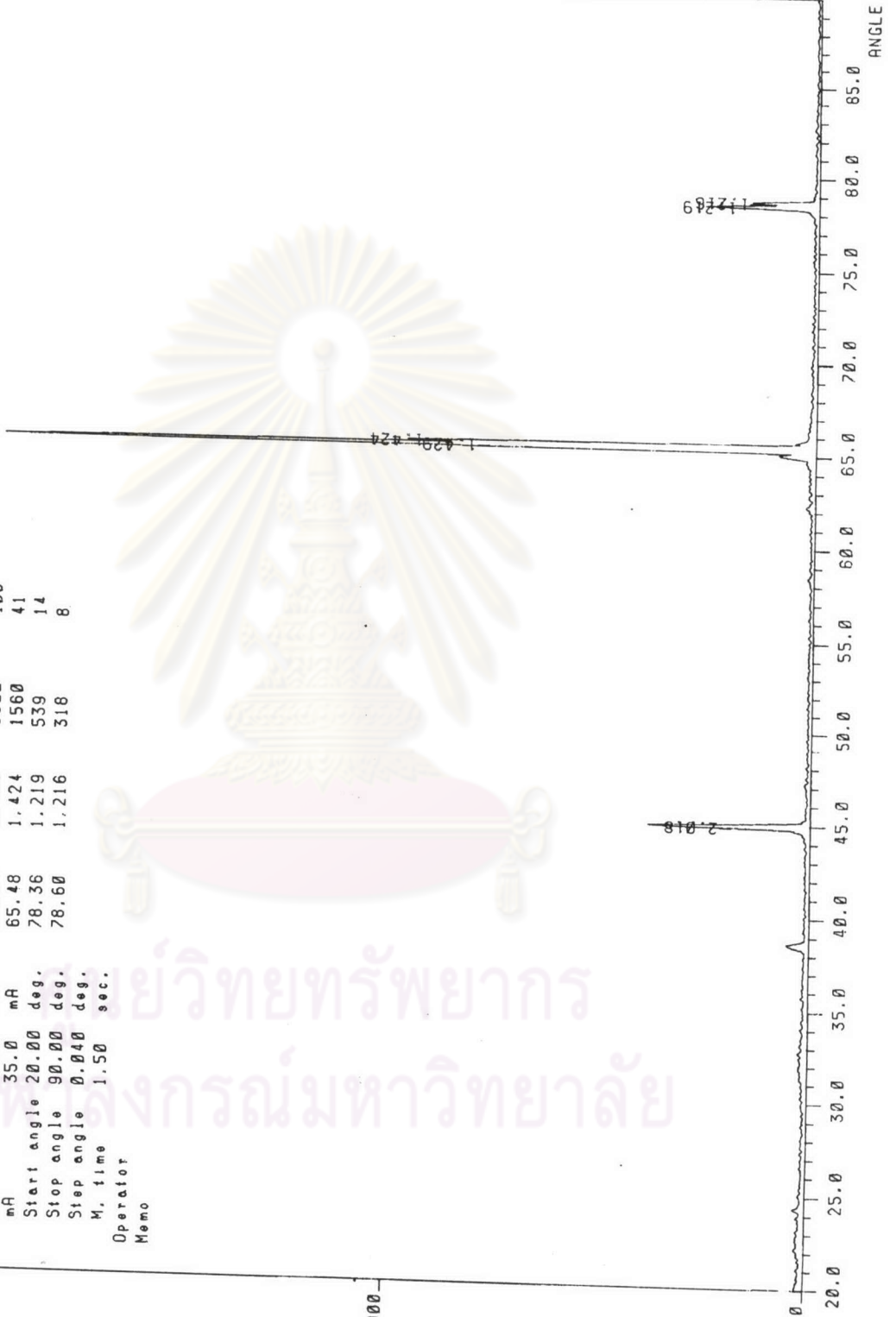
Measure condition	2θ (°)	D (Å)	I (counts)	I/I ₀
Sample				
Target	44.88	2.016	768	20
kV	65.24	1.429	3822	100
mA	65.48	1.424	1560	41
Start angle	20.00 deg.	1.219	539	14
Stop angle	90.00 deg.	1.216	318	8
Step angle	0.040 deg.			
M. time	1.50 sec.			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระยากร

COUNTS

4000

2000



ANGLE

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสมยศ สรรพมังคลากร ภูมิลำเนาที่ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต สำเร็จการศึกษาระดับ
ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการ
ศึกษา 2543



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย