

Grain Size Measurement

“ใหญ่ใช้ว่าจะดีเสมอไป”



GRAIN SIZE MEASUREMENT
SARUM BOONMEE

Grain Size Measurement

- Comparison Method
- Planimetric Method
- Intercept Method

(ASTM = American Society of Testing Materials)

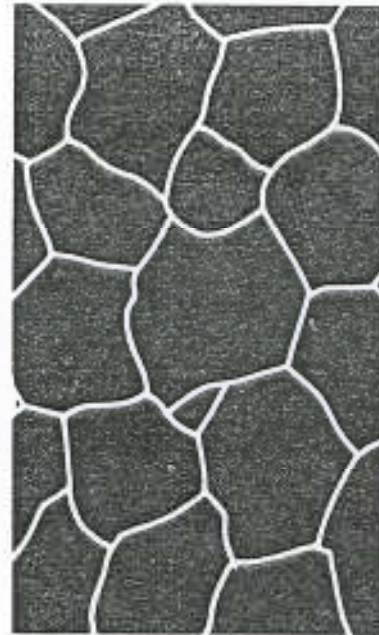


Comparison Method

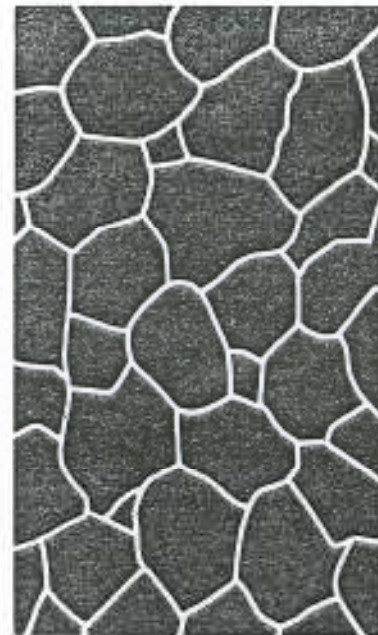
- ถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยาย 100x แล้วนำไปเปรียบเทียบกับภาพโครงสร้างจุลภาคมาตรฐาน
- เลือกภาพมาตรฐานที่มีขนาดเกรนใกล้เคียงกับขนาดเกรนของชิ้นงานทดสอบที่สุด
- ภาพมาตรฐานจะมีหมายเลขกำกับเรียกว่า ASTM Grain Size Number ยิ่งหมายเลขมาก เกรนยิ่งมีขนาดละเอียด
- เหมาะสำหรับโครงสร้างจุลภาคที่มีเกรนส่วนใหญ่เป็นแบบ Equiaxed Grain



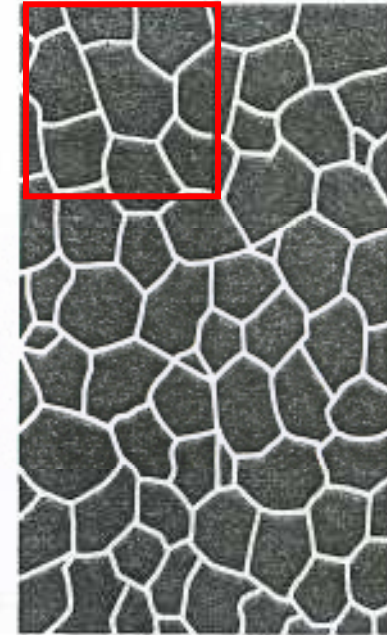
1



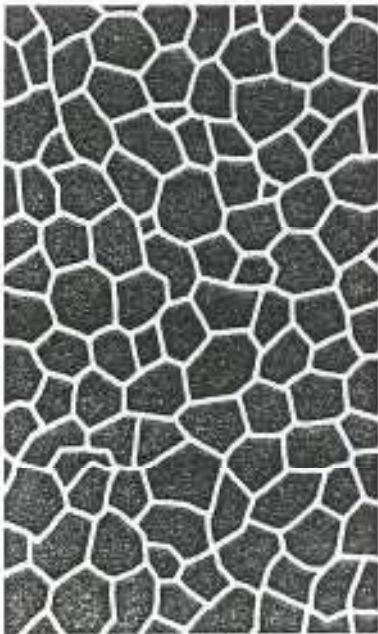
2



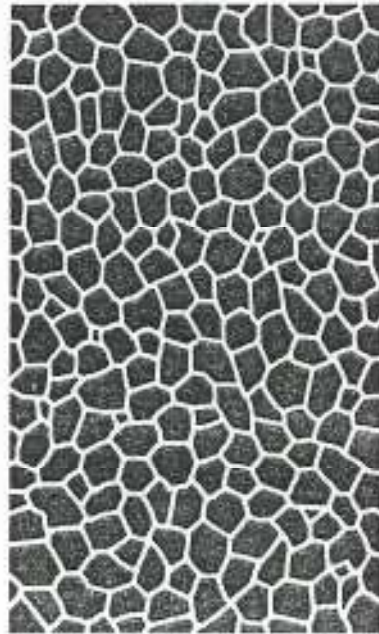
3



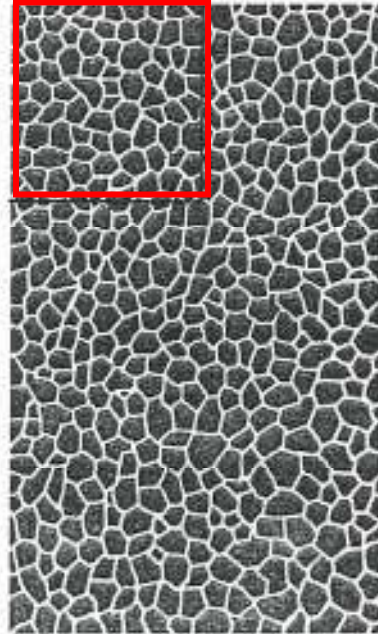
4



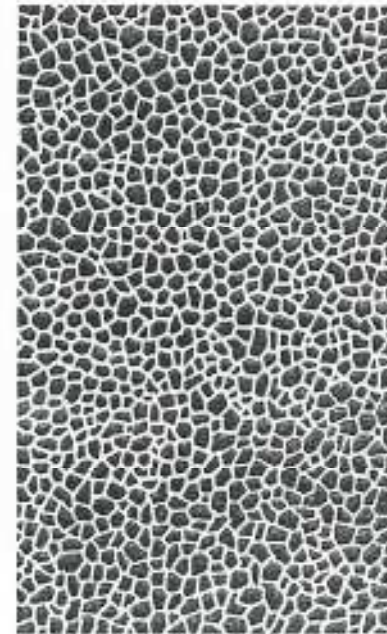
5



6



7



8

Comparison Method

- ASTM Grain Size Number สามารถคำนวณได้ดังนี้
นับจำนวนเกรนใน 1 ตารางนิ้วจากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยาย 100x แล้วไปคำนวณ ASTM Grain Size Number จากสูตร

$$N = 2^{G-1}$$

N = จำนวนเกรนในหนึ่งตารางนิ้วที่กำลังขยาย 100x

G = ASTM grain-size number

ตัวอย่าง เพื่อหาขนาดเกรนตามมาตรฐาน ASTM ของตัวอย่างโลหะชนิดหนึ่ง ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยาย 100 เท่า ถูกถ่ายและนับจำนวนเกรนได้ 64 เกรนในหนึ่งตารางนิ้ว ขนาดเกรนตามมาตรฐาน ASTM ของโลหะชิ้นนี้เท่ากับเท่าใด?

$$N = 2^{G-1}$$

$$\log 64 = (G - 1)(\log 2)$$

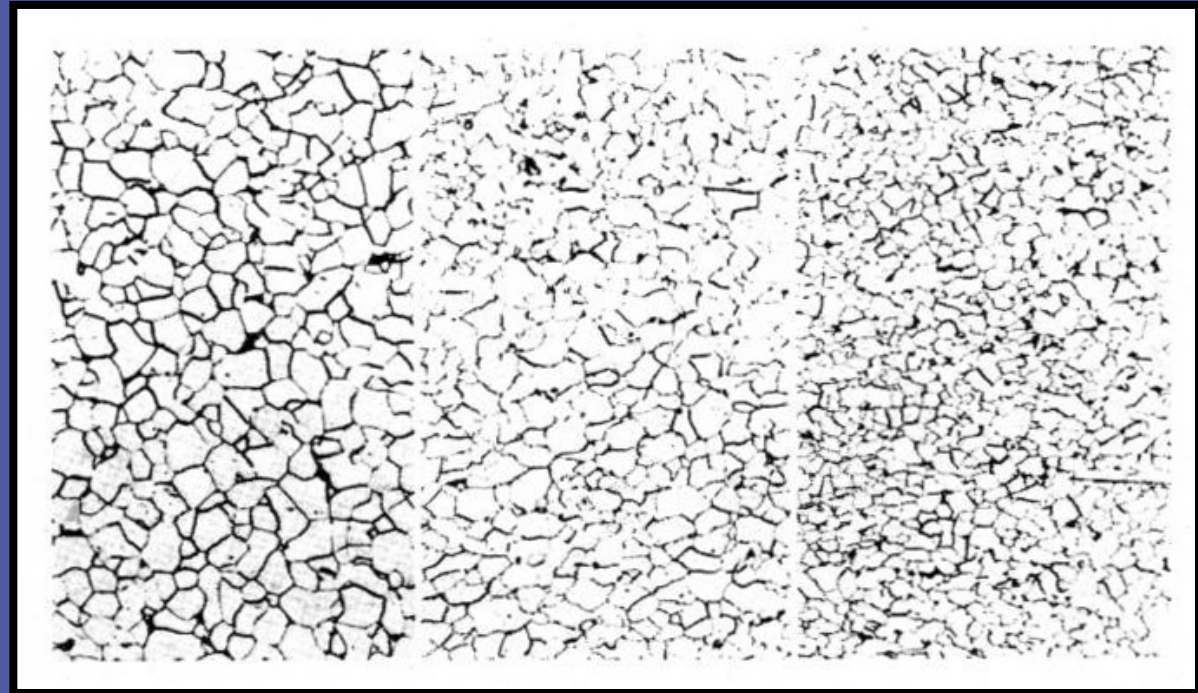
$$1.806 = (G - 1)(0.301)$$

$$G = 7$$

ขนาดเกรนตามมาตรฐาน ASTM ของโลหะชิ้นนี้เท่ากับ 7

ASTM Grain Sizes

Grain-size no.	Nominal number of grains	
	Per sq mm at 1x	Per sq in at 100x
1	15.5	1.0
2	31.0	2.0
3	62.0	4.0
4	124	8.0
5	248	16.0
6	496	32.0
7	992	64.0
8	1980	128
9	3970	256
10	7940	512



7

8

9



Comparison Method

- หากโครงสร้างจุลภาคละเอียดมาก ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยาย 100x แล้วไม่สามารถนับจำนวนเกรนได้สะดวก
- ให้ถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยายสูงขึ้น แล้วคำนวณ Correction Factor (Q) จากสูตร

$$Q = 2 \log_2 \left(\frac{M}{100} \right) = 6.64 \log_{10} \left(\frac{M}{100} \right)$$

- เมื่อ M คือกำลังขยายที่ใช้ถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาค
- นำ Q ไปคูณกับ ASTM Grain size number ที่ได้จากภาพจึงจะได้ ASTM Grain size number ที่แท้จริง

Planimetric Method

- วาดวงกลมพื้นที่ 5000 mm^2 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 79.8 mm) บนภาพโครงสร้างจุลภาค ควรจะให้ภายในวงกลมมีเกรนอย่างน้อย 50 เกรน
- นับจำนวนเกรนภายในวงกลม หากเกรนถูกขอบวงกลมตัดผ่านให้นับเป็น $\frac{1}{2}$ เกรน
- จากจำนวนเกรนให้นำไปคูณด้วย Jeffries' Multiplier ซึ่งขึ้นอยู่กับกำลังขยายที่ใช้ถ่ายภาพ (ดังตาราง)
- ค่าได้จะเป็นจำนวนเกรนต่อหนึ่งตารางมิลลิเมตร
- เหมาะสำหรับโครงสร้างจุลภาคที่มีเกรนส่วนใหญ่แบบ Equiaxed Grain

$$N_A = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercept}}{2} \right)$$

N_A = number of grain per mm^2

f = Jeffries' Multiplier

N_{inside} = number of grains inside the test circle

$N_{intercept}$ = number of grains that intercept the test circle



$$f = \frac{M^2}{5000}$$

Magnification	Jeffries' Multiplier
1x	0.0002
10x	0.02
50x	0.5
100x	2.0
200x	8.0
500x	50.0
1000x	200.0

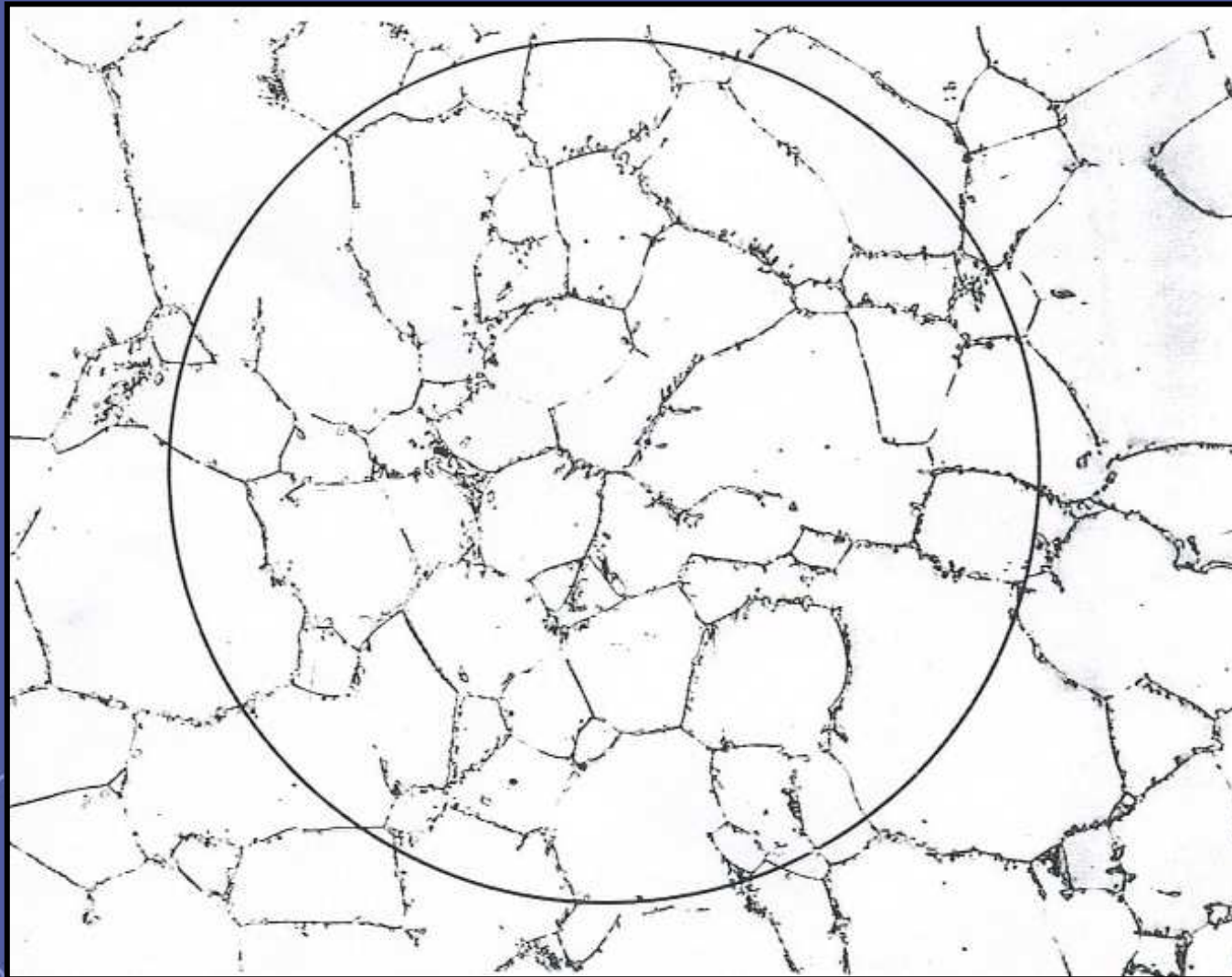


สามารถคำนวณหา ASTM Grain Size Number ได้จากสูตร

$$G = 3.322(\log N_A) - 2.95$$



ตัวอย่าง Planimetric Method



จากภาพ

นับจำนวนเกรนภายในวงกลมได้	44 เกรน
นับจำนวนเกรนที่ถูกวงกลมตัดผ่านได้	25 เกรน
Jeffries' Multiplier = $(100^2)/5000 =$	2.0

$$N_A = 2.0 \left(44 + \frac{25}{2} \right)$$
$$= 113 \frac{\text{grains}}{\text{mm}^2}$$

$$G = 3.322(\log 113) - 2.95$$
$$= 3.87$$



Intercept Method

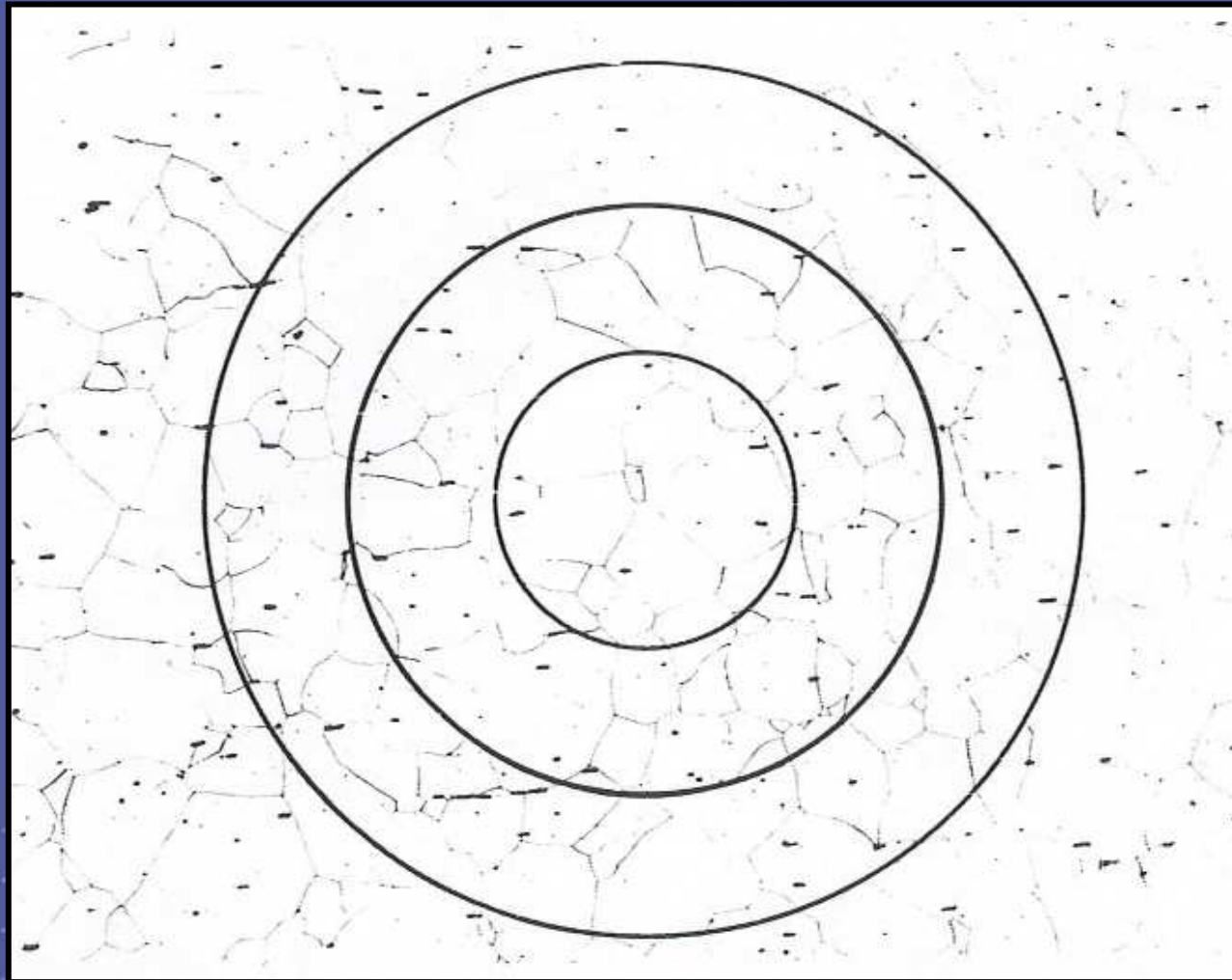
- วาดเส้นที่รู้ความยาวบนภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคที่รู้กำลังขยาย โดยทั่วไปใช้วงกลม 3 วง ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 79.58, 53.05 และ 26.53 mm ตามลำดับ ซึ่งมีความยาวเส้นรวมเท่ากับ 500 mmพอดี
- นับจำนวนขอบเกรนที่ถูกเส้นตัดผ่าน หากเส้นตัดผ่านจุดที่เป็นรอยต่อระหว่าง 3 เกรน (Tripole Junction) ให้นับเป็น 1.5
- นำผลรวมจำนวนขอบเกรนที่ได้หารด้วยความยาวแท้จริงที่กำลังขยายของภาพถ่าย (ตย. 500 mm ที่ 1x = 1 mm ที่ 500 x)
- ค่าที่ได้คือ P_L (Number of point intersections per unit length of test line)

สามารถคำนวณหา ASTM Grain Size Number ได้จากสูตร

$$G = -6.644 \left(\log \frac{1}{P_l} \right) - 3.288$$



ตัวอย่าง Intercept Method



SARUM BOONMEE

จากภาพ

นับจำนวน intersections ได้	60	จุด
นับ Tripole Junction ได้	7	จุด
คิดเป็น $60 + (1.5)(7) =$	70.5	จุด

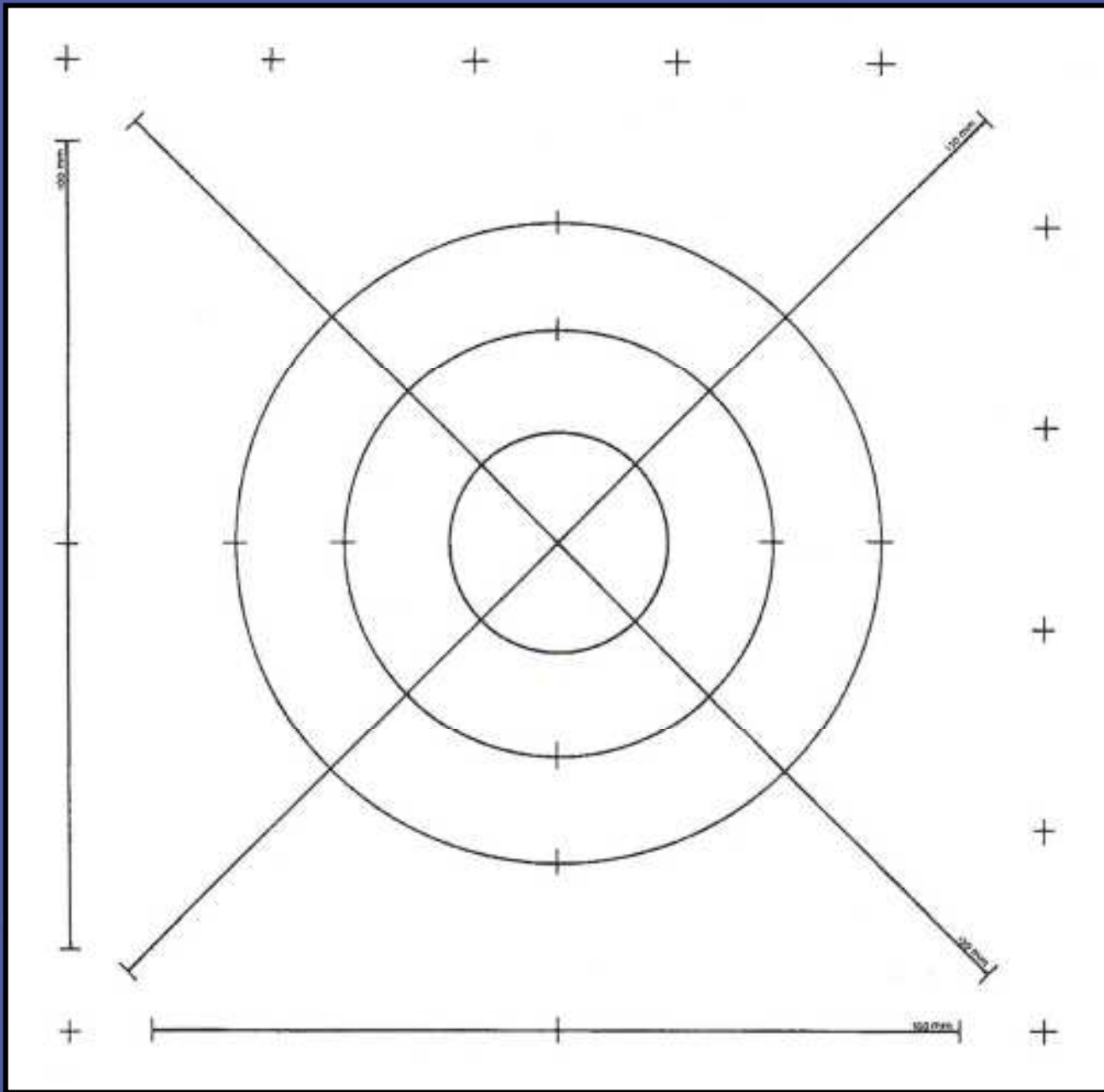
$$P_l = \frac{70.5}{\left(\frac{500 \text{ mm}}{500} \right)}$$
$$= 70.5 \text{ mm}^{-1}$$

ความยาวเส้นรอบวง

กำลังขยาย 500 x

$$G = -6.6457 \left(\log \frac{1}{70.5} \right) - 3.298$$
$$= 8.98$$





Intercept pattern
 สำหรับโลหะที่มี
 ลักษณะเกรนขึ้นอยู่กับทิศทาง

ความยาวของเส้นตรง
 ทั้งหมด = 500 mm

ความยาวเส้นรอบวง
 ทั้งหมด = 500 mm

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

