

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการเน้นการเปรียบเทียบแก๊สทอรอนกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้วิธีการวัดค่าความเข้มข้นของแก๊สทอรอนที่มาตรฐานและเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของการวัดค่าความเข้มข้นของแก๊สทอรอนในอาคาร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทำการเปรียบเทียบมีดังนี้

3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ได้ทำการศึกษาวิจัยภายในเขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล นอกจากนี้ยังทำการคัดเลือกลักษณะของอาคารที่พิกอาศัยเพื่อเจาะจงในกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ได้แก่

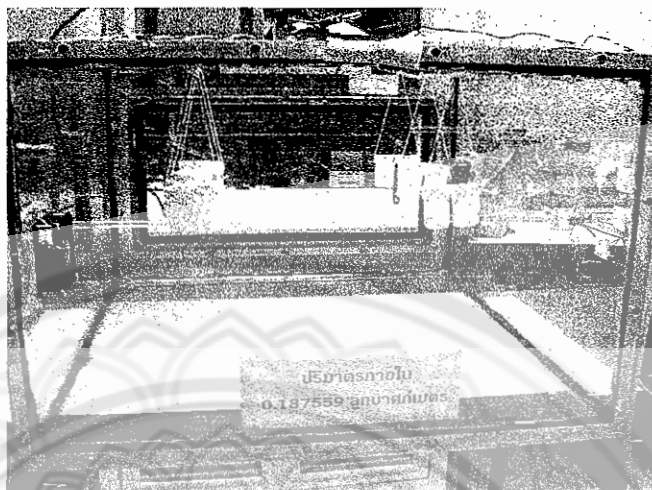
1. บ้านคอนกรีต
2. บ้านไม้
3. บ้านไม้และคอนกรีต

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

3.2.1 ส่วนของแทมเบอร์

แทมเบอร์ที่ใช้ในการทดลองทำจากอะคลิลิกขนาด กว้าง 66.7 cm x 66.7 cm x 41.7 cm ความจุภายใน 18,551.87 cm³ และภายในแทมเบอร์ติดตั้งพัดลมตัวเล็กไว้ 2 ตัวอยู่ด้านตรงข้ามกัน

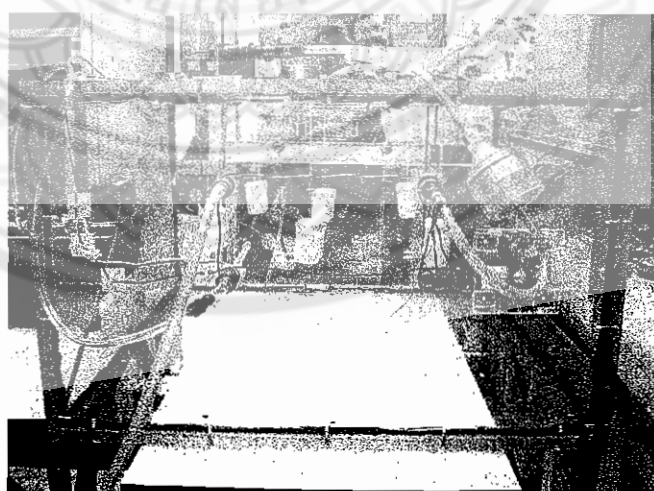
ในส่วนของการออกแบบตู้แทมเบอร์ได้คำนึงถึงการจำลองระบบการไหลเวียนอากาศที่มีความใกล้เคียงกับการไหลเวียนอากาศในสิ่งแวดล้อม คือ อาคารบ้านเรือน แต่มีความจำเพาะเจาะจงมากกว่า เป็นตู้ที่มีระบบการไหลเวียนอากาศได้ผ่านทางช่องให้อากาศผ่านซึ่งมีไว้จำกัด เนื่องจากตู้แทมเบอร์นี้จัดทำให้มีคุณสมบัติที่สามารถกันอากาศและแก๊สได้ จึงทำด้วยพลาสติกใส ชนิดหนาพิเศษ เพื่อกันความชื้นได้อย่างดีขณะทำการเปรียบเทียบ ทั้งยังมีความพิเศษด้านการป้องกันการรั่วซึมของแก๊สเรดอนและแก๊สทอรอนได้อย่างดี ตู้แทมเบอร์นี้จึงต้องมีความมิดชิดเป็นพิเศษ มีความหนา และมีปริมาตรพอเหมาะ



ภาพ 9 แคมเบอร์ทำจากอะคลิลิก

ด้านข้างของตู้แคมเบอร์เจาะรูเพื่อติดตั้งนอตที่ใช้ต่อท่อสายยางสำหรับปล่อยแก๊สทอรอนจากแหล่งกำเนิดเข้าไปในตู้แคมเบอร์และไหลเวียนแก๊สในระบบจำนวนแปดรูอยู่ด้านตรงข้ามกันเพื่อไหลเวียนแก๊สทอรอนตามระบบที่ติดตั้งไว้

3.2.2 สายยางสำหรับไล่แก๊ส



ภาพ 10 การติดตั้งสายยางและพลาสติก CR-39

3.2.3 กล้อง CR-39 ที่จุฬาลาสติก CR-39 ไว้แล้ว

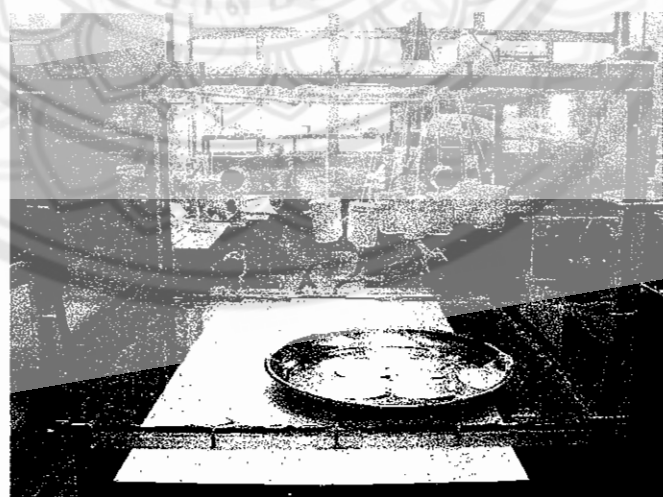
3.2.4 เครื่องมือวัดแก๊สทอรอง หรือ RAD7 ใช้ในการปรับเทียบ



ภาพ 11 เครื่องมือวัดแก๊สทอรอง หรือ RAD7

3.2.5 ได้ตะเกียงเจ้าพายุและภาตรอง

3.2.6 นาฬิกาจับเวลา



ภาพ 12 การวางได้ตะเกียงบนภาตรองในแทมเบอร์

3.3 วัสดุ

3.3.1 วัสดุสำหรับการเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย

- 1) ถุงพลาสติก
- 2) กล่อง CR-39 พร้อมติดตั้ง
- 3) กระดาษชนิดพิเศษมีคุณสมบัติกันลูกหลานทอรอนและเรดอน
- 4) รายละเอียดอธิบายเพิ่มเติมและแนะนำการติดตั้ง CR-39

3.3.2 วัสดุสำหรับการกัดยายรอยอนุภาคนิวเคลียร์ ประกอบด้วย

- 1) ภาชนะสำหรับใช้ในการกัดยอแผ่นฟิล์ม CR-39
- 2) แผ่นพลาสติก CR-39 ที่ได้จากแชมเบอร์หรือจากอาคารบ้านเรือน
- 3) สไลด์สำหรับใส่ CR-39
- 4) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N
- 5) สารละลายกรดแอซิติกเจือจาง
- 6) น้ำกลั่น



ภาพ 13 ภาชนะสำหรับใช้ในการกัดยอแผ่นฟิล์ม CR-39

3.3.3 อุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารมาตรฐาน ประกอบด้วย
 - 1.1) บีกเกอร์ขนาด 500 ml
 - 1.2) ภาชนะสำหรับใช้ในการกัดยอแผ่นฟิล์ม CR-39

1.3) กรวยพลาสติก

1.4) กรดอะซิติก

1.5) โซเดียมไฮดรอกไซด์

2) อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย

2.1) ขวดพลาสติกไลกันแก๊สทอรอง

2.2) ตลับวัดทอรอง

2.3) พลาสติก CR-39

2.4) เชือกขนาดเล็กสำหรับแขวนพลาสติก CR-39

2.5) กระดาษขาวสองหน้าสำหรับติดตลับวัดทอรองและตลับทอรอง

3) อุปกรณ์สำหรับการกักขยายรอยนิ้วเคลียร์ ประกอบด้วย

3.1) ภาชนะสำหรับใช้ในการกักขยายแผ่นฟิล์ม CR-39

3.2) นาฬิกาจับเวลา

4) อุปกรณ์สำหรับนับรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติก CR-39

ประกอบด้วย

4.1) แผ่นสไลด์

4.2) กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น BH2 กำลังขยาย 400 เท่า

4.3) เครื่องนับแบบใช้มือกด

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งวิธีการดำเนินการออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ส่วนที่ 1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

ส่วนที่ 2 การเปรียบเทียบแก๊สทอรองในห้องปฏิบัติการ

ส่วนที่ 1 การเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

ทำการตรวจวัดแก๊สทอรองภายในอาคารบ้านเรือน ลักษณะของอาคารบ้านเรือนที่จะออกเก็บข้อมูลมีลักษณะต่าง ๆ กัน คือ

1. บ้านคอนกรีต
2. บ้านไม้
3. บ้านไม้และคอนกรีต

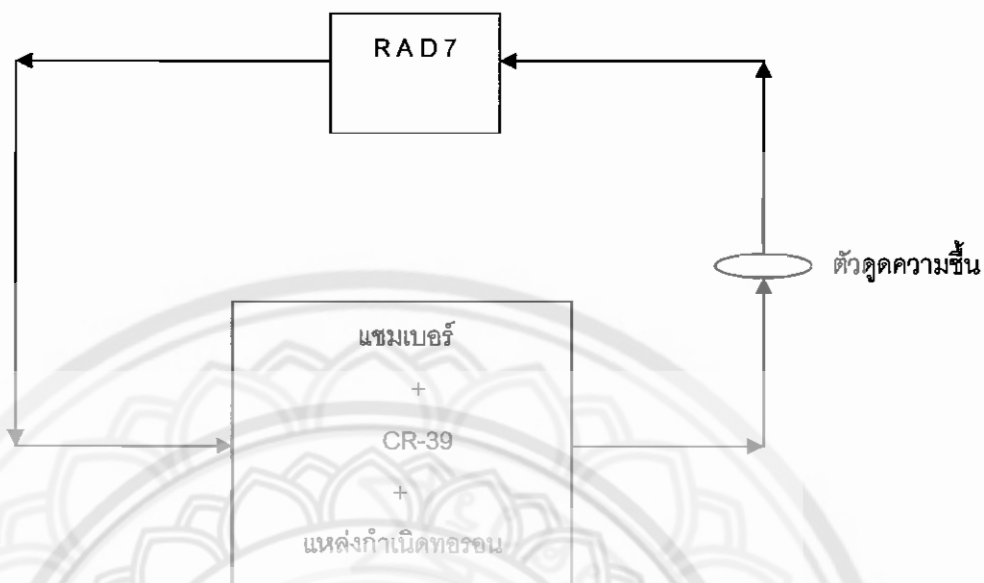
การตรวจวัดแก๊สทอรอนภายในบ้านเรือนประชาชน คือ

1. ให้ความรู้เกี่ยวกับแก๊สกัมมันตรังสีทอรอนแก่ประชาชน
2. สาธิตการประกอบชุดตรวจวัดให้ประชาชนดู พร้อมทั้งแนะนำเกี่ยวกับการนำชุดตรวจวัดไปติดตั้งที่บ้านเรือนของตนเอง
3. แจกจ่ายชุดตรวจวัดทอรอน

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์และศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนการปรับเทียบค่าความเข้มข้นทอรอนจากแหล่งกำเนิดทอรอน

1. แคมเบอร์ที่ใช้ในการทดลองทำจากอะคริลิก ขนาดกว้าง 66.7 cm x 66.7 cm x 41.7 cm ความจุภายใน 18,551.87 cm³ และภายในแคมเบอร์ติดตั้งพัดลมขนาดเล็กไว้ 2 ตัว อยู่ด้านตรงข้ามกัน
2. ติดตั้งอุปกรณ์ที่จะใช้ในการปรับเทียบภายในแคมเบอร์และติดตั้งแผ่นพลาสติก CR-39 ในแคมเบอร์ โดยติดด้านข้างทั้งสี่ด้าน ด้านบน และด้านล่าง จำนวนด้านละ 2 ชุด
3. นำแหล่งกำเนิดแก๊สทอรอน (ในการทดลองนี้ใช้แหล่งกำเนิดทอรอนจากไส้ตะเกียงเจ้าพายุ) ใส่ในแคมเบอร์ เพื่อให้แก๊สทอรอนกระจายทั่วแคมเบอร์
4. เปิดพัดลมตัวเล็ก 2 ตัว ที่ติดตั้งไว้กับแคมเบอร์เพื่อให้แก๊สทอรอนกระจายทั่วแคมเบอร์
5. ต่อท่อสายยางออกจากแคมเบอร์เข้าสู่เครื่องวัดค่ามาตรฐานแก๊สทอรอน RAD7 และทำการต่อท่อสายยางจากตัวตรวจวัด (Detector) กลับเข้าสู่แคมเบอร์
6. เริ่มวัดค่าแบบคร่าวๆ โดยจดบันทึกเวลาเริ่มต้นและเวลาดิ้นสุดและดูค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าประมาณร้อยละ 10
7. ต่อท่อสายยางออกจากแคมเบอร์เข้าสู่ปั๊ม จากนั้นต่อท่อสายยางจากปั๊มเข้าสู่ต้นกำเนิดแก๊สทอรอนและต่อท่อสายยางจากต้นกำเนิดแก๊สทอรอนกลับสู่แคมเบอร์



ภาพ 14 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแบบคร่าวๆ

8. เริ่มกำหนดเวลาที่ใช้ในการปล่อยต้นกำเนิดแก๊สทอรอนเข้าสู่แชมเบอร์เป็นจำนวน 3 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะใช้จำนวนไม้ตะเกียบ 10 ไม้ และกำหนดเวลาของการปรับเทียบครั้งละ 74 h หรือสามวัน
9. หลังจากครบกำหนดเวลาของระดับความเข้มข้นแก๊สทอรอนในแต่ละครั้งแล้วจึงทำการถอดท่อสายยางที่ต่อเข้ากับต้นกำเนิดแก๊สทอรอนออก และทำการปิดปั๊ม
10. นำแผ่นพลาสติก CR-39 ที่ผ่านการอบด้วยทอรอนแล้ว ไปทำการล้างกัดขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 N อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 4 h
11. เมื่อครบกำหนดเวลาที่ใช้ในการล้างกัดขยายรอยแผ่นพลาสติก CR-39 จะถูก นำไปล้างด้วยสารละลายเพื่อชะล้างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ตกค้างบนผิวแผ่นพลาสติก CR-39 ออกใช้เวลา 4 min
12. จากนั้นนำแผ่นพลาสติก CR-39 ที่ล้างด้วยสารละลายแล้วมาล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง เป็นเวลา 10 min เพื่อชะล้างสารละลายที่ยังมีตกค้าง และนำมาตากทิ้งให้แห้งไว้ประมาณ 2 h
13. หลังจากแผ่นพลาสติก CR-39 แห้งสนิทแล้วจึงนำมานับจำนวนรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง OLYMPUS รุ่น BH2 กำลังขยาย 400 เท่า พื้นที่ 75 mm^2

14. นำจำนวนรอยที่นับได้บนแผ่นพลาสติก CR-39 กับระดับความเข้มข้นแก๊สทอรอนที่ใช้ในการอบแผ่นพลาสติก CR-39 เพื่อนำสมการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการปรับเทียบหาค่าระดับความเข้มข้นแก๊สทอรอนในธรรมชาติ เมื่อใช้การตรวจวัดด้วยแผ่นพลาสติก CR-39

3.5 การแพร่ของแก๊สทอรอนภายในอุปกรณ์ปรับเทียบและอุปกรณ์ตรวจวัด

การวัดแก๊สทอรอนในอากาศ ในอุปกรณ์ตรวจวัดแก๊สทอรอนในบ้านเรือนซึ่งประกอบด้วยแผ่นพลาสติก CR-39 ติดอยู่ที่ฝาของตลับทอรอนที่ปิดอยู่กับตัวตลับทอรอน แก๊สทอรอนสามารถแพร่เข้าสู่ภายในตลับทอรอนแล้วทำให้เกิดรอยบนแผ่น CR-39 ได้ เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งแก๊สทอรอนภายนอกและภายในตลับทอรอนก็จะสมดุล และอากาศภายในและภายนอกถ้วยพลาสติกก็จะมีสมบัติเหมือนกัน ทำให้ความเข้มข้นแก๊สทอรอนภายในและภายนอกถ้วยพลาสติกมีค่าเท่ากัน

จำนวนรอยที่เกิดขึ้นจะมีทั้งรอยของ Rn-222 และ Rn-220 ในตู้ปรับเทียบแชนเบอร์ ทั้งที่วัดในบ้าน ที่อยู่อาศัยและในตู้ปรับเทียบแชนเบอร์ ดังนั้น การวัดในตู้ปรับเทียบเป็นการเลียนแบบสภาพของสิ่งแวดล้อมจริง



ภาพ 15 การวางใส่ตะเกียงเจ้าพายุบนถาดรองในแชนเบอร์

3.6 การกัดรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติก CR-39

ขั้นตอนการกัดขยายรอยแผ่นพลาสติก CR-39 มีดังนี้

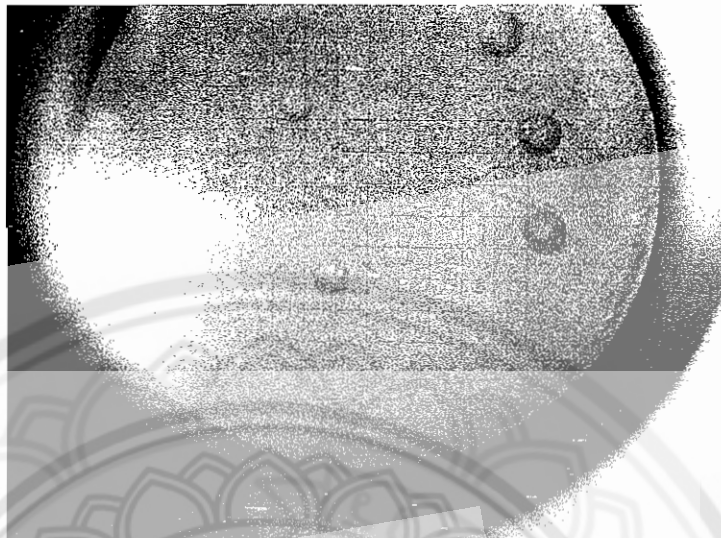
เพื่อให้การนับรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติก CR-39 ของสารมาตรฐานและที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการตรวจวัดมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดนั้น เงื่อนไขที่ใช้ในการกัดขยายรอยแต่ละครั้งจึงจะต้องให้เหมือนกันตลอด [40]

เมื่อทิ้งแผ่นพลาสติก CR-39 รับอนุภาคแอลฟาครบ 74 h แล้ว นำแผ่นพลาสติก CR-39 มากัดผิวเพื่อขยายรอยให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนสามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง การกัดผิวเริ่มต้นจากการเตรียมสารละลายใช้ปรับสภาพโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 6.25 N ปริมาณ 40 ml ละลายในน้ำกลั่น 160 ml จะได้กรดอะซิติก 40 g ต่อ 200 ml

ในการกัดรอยจะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) ความเข้มข้น 6.25 N ลงในถังกัดรอให้ได้อุณหภูมิ 90 °C นำพลาสติก CR-39 ลงแช่สารละลายในถังกัด เป็นเวลา 4 h จากนั้นนำมาปรับสภาพโดยใช้สารละลายปรับสภาพที่เตรียมไว้ ใช้เวลาในการปรับสภาพ 4 min เมื่อปรับสภาพเสร็จแล้ว นำพลาสติก CR-39 มาแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 min หลังจากนั้นจึงนำพลาสติก CR-39 ออกผึ่งลมให้แห้งอย่างน้อย 2 h โดยไม่ต้องใช้ผ้าหรือกระดาษซับเช็ดดูให้แห้งเพราะอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนขึ้นบนแผ่นพลาสติก CR-39 ได้ เป็นการเสร็จสิ้นขั้นตอนการกัดผิว หลังจากนั้นจึงนำพลาสติก CR-39 มาอ่านรอยเป็นขั้นตอนต่อไป

3.7 การส่องผิวเพื่อบันทึก

นำแผ่นพลาสติก CR-39 ที่กัดผิวแล้วมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อบันทึกที่เกิดขึ้น กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ OLYMPUS รุ่น BH2 กำลังขยาย 400 เท่า ใช้ไฟสว่างจากหลอดไฟ 220 V 25 W มีปุ่มหมุนปรับความเข้มแสงสว่างจากหลอดไฟเล็กน้อยตามต้องการ ใช้เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) ขนาด X 40 ที่เลนส์ใกล้ตา (eyepiece lens) มีตารางแบ่งไว้เป็นช่อง ๆ รูปตารางหมากรุกเพื่อความสะดวกในตอนนับรอย รอยที่เกิดขึ้นจากอนุภาคแอลฟาบนแผ่นพลาสติก CR-39 จะมีลักษณะเป็นรูปกรวย มีขอบดำเนื่องมาจากการกระเจิงของแสงที่ขอบหลุม การนับรอยจะนับเป็นจำนวนรอยต่อหน้ากล้องหรือจำนวนรอยต่อตารางสี่เหลี่ยมก็ได้ แต่ในที่นี้นับเป็นจำนวนรอยต่อหน้ากล้อง ในการส่องเลือกกล้องกวาดให้ทั่วบริเวณที่มีรายน้อย



ภาพ 16 รอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นพลาสติกถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์



ภาพ 17 รอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นพลาสติกถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์