

## บทที่ 2 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

### สาระสำคัญ

กล้องจุลทรรศน์มี 3 แบบใหญ่ ๆ คือ 1. Simple microscope 2. Compound microscope และ 3. Microscope Electron

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แสดงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ชนิดต่าง ๆ ตามหลักการและกระบวนการ
2. จำแนกกล้องจุลทรรศน์ตามหลักการได้
3. ใช้งานกล้องที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ
4. คำนวณกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ขณะใช้งานได้

### ความหมายของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) คือ เครื่องมือที่ใช้ส่องดูสิ่งต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็ก ที่ตาของคนเรามองไม่เห็นหรือไม่ชัดเจน ให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ชัดเจน

### ชนิดของกล้องจุลทรรศน์ แบ่งได้ 3 ชนิด

1. **Simple microscope** กล้องจุลทรรศน์ที่ประกอบขึ้นด้วยเลนส์เพียงชุดเดียว ที่มีตัวเลนส์ 1-2 อัน ให้กำลังขยายต่ำ ใช้ส่องดูสิ่งต่าง ๆ ที่ตาเรามองเห็นได้ไม่ชัดเจน ให้เห็นชัดเจนขึ้น ตัวอย่างได้แก่ แว่นขยาย แว่นส่องพระ แว่นซ่อมนาฬิกา แว่นส่องอัญมณี
2. **Compound microscope** เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่ใช้แสงสว่างของดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า กล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์ 2 ชุด คือ เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) ทำหน้าที่ขยายภาพของวัตถุที่จะศึกษาที่กล้องขยาย 4 x 10 x 40x และ 100 x และเลนส์ใกล้ตา (Eyepiece) คุณภาพของกล้องจุลทรรศน์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกำลังขยายของเลนส์ทั้งสองนี้

กล้องจุลทรรศน์ Compound microscope ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีหลายแบบ เช่น

Stereo microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายต่ำ ใช้แสงของดวงอาทิตย์หรือจากหลอดไฟที่ใช้ศึกษาส่วนประกอบเส้นใบของพืชหรือเส้นปีกของแมลง

Ultraviolet microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงอุลตราไวโอเลตแทนแสงสว่างธรรมดา เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายมากกว่ากล้องจุลทรรศน์ธรรมดา

Dark – field microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ทำให้เกิดภาพหรือเรืองแสงโดยที่มีฉากเป็นสีดำ วัตถุที่เราต้องการศึกษาจะเห็นเป็นภาพเรืองแสง

Phase contrast microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ศึกษาลักษณะของเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่หรือเซลล์ที่เคลื่อนที่ ซึ่งจะให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์มีความเข้มข้นของแสงที่แตกต่างกันคล้ายภาพสามมิติ

Fluorescence microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ศึกษาตัวอย่างที่มีสีใสหรือสว่างผ่านเครื่องกรองแสงทำให้ฉากมืดหรือสลัวทำให้มองเห็นภาพชัดเจนขึ้น



Digital Microscope เป็นกล้องชนิดหนึ่งในกล้องกลุ่ม Image Recording system

3. **Electron microscope** เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงมากและมีราคาแพง ใช้ศึกษาลิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก ๆ เช่น Virus Viroid หรือใช้ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น Protozoa Fungi Algae Rickettsia bacteria เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยใช้ลำแสงอิเล็กตรอนที่มีความยาวคลื่นแสงสั้นกว่าแสงอุลตราไวโอเลต

กล้องอิเล็กตรอนประกอบด้วยเลนส์ 3 ชุด คือ

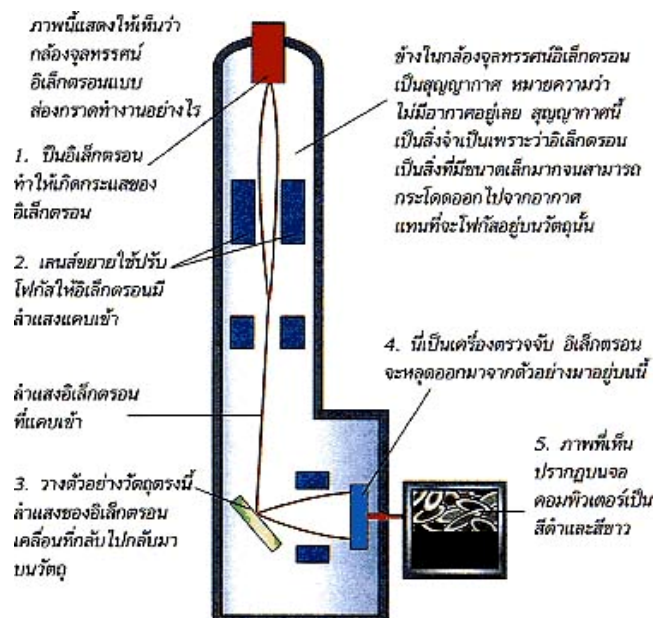
- 1) Condenser lens ทำหน้าที่รวมแสงเข้าสู่เลนส์ใกล้วัตถุ
- 2) Objective lens เลนส์ใกล้วัตถุทำหน้าที่ขยายภาพที่มีกำลังขยาย  $100\times$  ถึง  $300\times$

3) Projector lens ทำหน้าที่ขยายภาพจากเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย  $250\times$  ดังนั้นภาพที่เราเห็นจะมีกำลังขยาย ประมาณ 25,000-100,000 เท่า

ภาพจากตัวอย่างที่ศึกษาจะถูกถ่ายภาพให้ปรากฏในฉากเรืองแสง ซึ่งภาพจะสามารถขยายให้ใหญ่ได้อีกหลายแสนเท่า การเตรียมตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษาจะต้องเป็นตัวอย่างที่แห้งและบาง เพื่อจะได้เห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมี 2 ชนิด

1. Transmission electron microscope สามารถขยายภาพที่ต้องการศึกษาได้ถึง 1,000,000 เท่า จึงนำมาใช้ในการศึกษา Virus Viroid และอนุภาคขนาดเล็ก



ภาพแสดงขบวนการแปลงภาพของกล้องอิเล็กตรอน

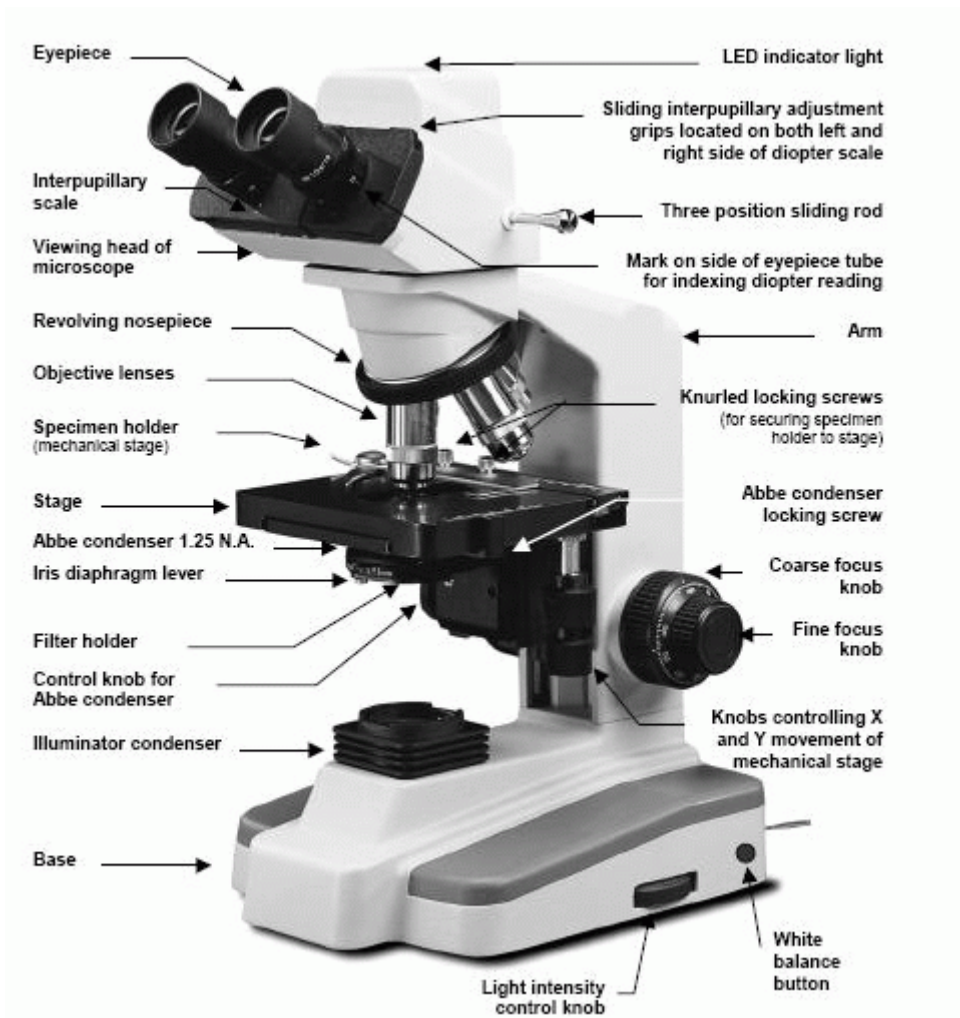
2. Scanning electron microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่สามารถดูภาพได้เป็นสามมิติ และมีกำลังขยาย 75,000 – 100,000 เท่า

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน มีความสำคัญต่อการศึกษากลศาสตร์ชีววิทยาเป็นอันมาก เพราะช่วยให้สามารถศึกษารายละเอียดของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี



ภาพแสดงระบบกล้องจุลทรรศน์ แบบสแกนนิ่ง ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ (ซ้าย) เครื่องควบคุมและจอแสดงภาพ (ขวา) และตัวกล้อง (ล่างขวา)

ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นกล้องจุลทรรศน์ชนิด Compound microscope ในการใช้งานนักศึกษาจะต้องรู้ส่วนประกอบและหน้าที่เพื่อจะใช้งานได้ อย่างสะดวก กล้องจุลทรรศน์มีทั้งใช้แสงสว่างของดวงอาทิตย์และใช้แสงสว่างจากไฟฟ้า ต่อไปนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบชนิดใช้ไฟฟ้า



ภาพแสดงไดอะแกรมแสดงส่วนต่าง ๆ ของกล้องจุลทรรศน์

1. เลนส์ใกล้ตา (Eyepiece) เป็นเลนส์ที่อยู่ติดกับตาผู้ดูประกอบด้วย เลนส์ 2 อัน ทำหน้าที่ขยายภาพจากเลนส์ใกล้วัตถุให้โตขึ้น ส่วนมากมีกำลังขยาย  $5\times$   $10\times$  และ  $15\times$

2. เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective) เป็นชุดของเลนส์ที่อยู่ติดกับวัตถุและเป็นส่วนที่มีราคาแพงที่สุด ทำหน้าที่ขยายภาพของวัตถุ โดยทั่วไปกล้องจุลทรรศน์ 1 เครื่องจะมีเลนส์ใกล้วัตถุ 3-4 ตัวที่มีกำลังขยายขนาด  $4\times$   $10\times$   $40\times$  และ  $100\times$

### การคิดกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ขณะใช้งาน

กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา x กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

$$10 \times 4 = 40\times \text{ (อ่านว่า 40 เท่า)}$$

$$10 \times 10 = 100\times \text{ (อ่านว่า 100 เท่า)}$$

10 × 40                      400× (อ่านว่า 400 เท่า)

10 × 100                      1000× (อ่านว่า 1000 เท่า)

3. Body tube เป็นทรงกระบอกยาว เป็นทางผ่านของแสงจากวัตถุเข้าสู่ตาเราภายในมีกระจกปริซึมทำหน้าที่หักเหแสง

4. Revolving nose piece เป็นแป้นหมุนที่ติดกับเลนส์ใกล้วัตถุ ใช้สำหรับเลื่อนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุตามความต้องการขณะใช้งาน

5. Stage เป็นแท่นสี่เหลี่ยมตรงกลางมีรูป้อนให้แสงผ่าน ใช้สำหรับวางกระจกสไลด์และวัตถุที่ต้องการดู

6. Spring clip เป็นแผ่นเหล็กบางติดอยู่บนแท่นรวมแสง จากหลอดไฟผ่านแท่นเข้าสู่ตาเรา

7. Condenser เป็นเลนส์รวมแสงอยู่ใต้แท่นรวมแสง จากหลอดไฟผ่านเข้าสู่ตาเรา

8. Iris diaphragm เป็นที่ปรับปริมาณแสงผ่านเข้า condenser มากน้อยตามต้องการ อยู่หน้าเลนส์รวมแสง

9. Fine adjustment ล้อเล็ก ใช้สำหรับหมุนปรับโฟกัสของภาพให้ได้ภาพที่ชัดเจนตามกำลังขยายที่ต้องการ

10. Coarse adjustment ล้อใหญ่ ใช้สำหรับหมุนเลื่อนแท่นที่วางแผ่นกระจกสไลด์ขึ้น – ลง ตามความต้องการ

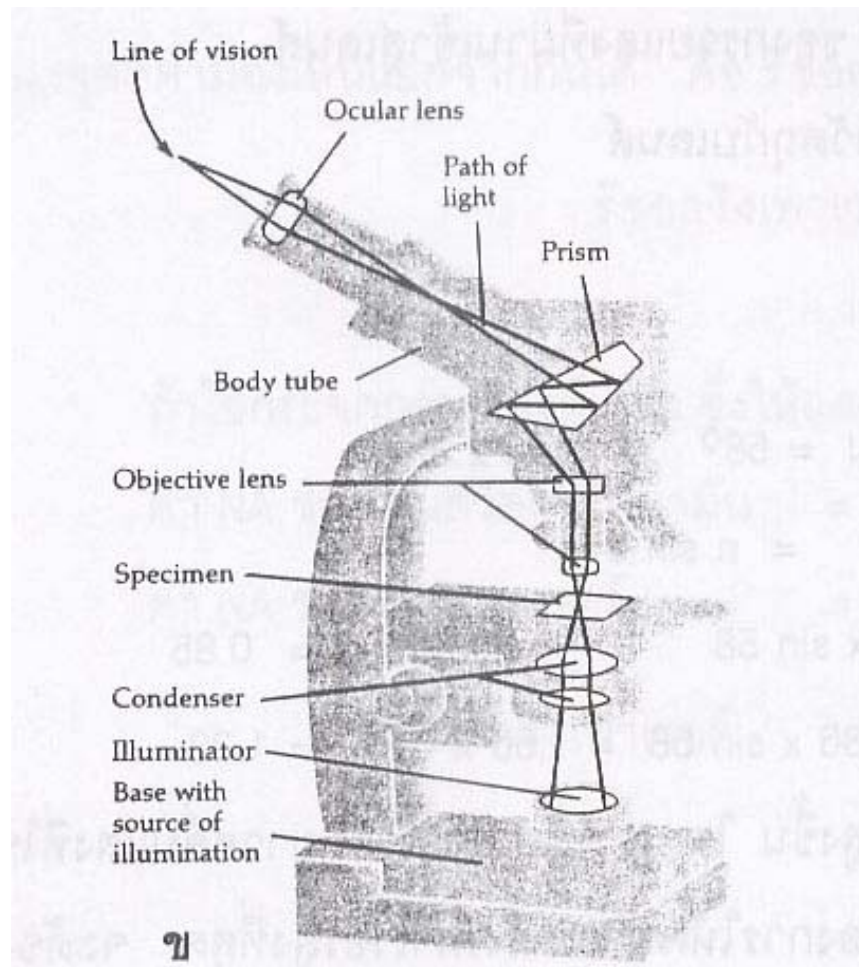
11. Arm เป็นแขนของกล้องจุลทรรศน์ ใช้สำหรับจับเลื่อนกล้องจุลทรรศน์ใช้มือที่ถนัด จับแขนของกล้องจุลทรรศน์ อีกมือหนึ่งวางไว้ใต้ฐานกล้องจุลทรรศน์ขณะเคลื่อนย้ายกล้อง

12. Lamp หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างสำหรับกล้องจุลทรรศน์ใช้ไฟฟ้า 12 โวลต์ กำลังสว่าง 20 วัตต์

13. ฐาน (Base) คือ ส่วนที่วางติดกับพื้นโต๊ะ มีรูปร่างเป็นรูปเกือกม้าวงกลม หรือสี่เหลี่ยม เป็นฐานของอุปกรณ์ส่วนอื่น ๆ ของกล้องจุลทรรศน์ทั้งหมด

14. สวิตช์ (Switch) เป็นอุปกรณ์ที่มีในกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ไฟฟ้าทำหน้าที่ปิด-เปิดหลอดไฟให้แสงสว่างกับจอของกล้องจุลทรรศน์ สวิตช์สามารถหรี่หรือเร่งความสว่างของหลอดไฟฟ้า ดังนั้นถ้าต้องการให้แสงเข้าสู่จุดของกล้องจุลทรรศน์มากหรือน้อย นอกจาก ปิด – เปิด Iris diaphragm แล้ว ยังขึ้นอยู่กับเปิดสวิตช์ด้วย

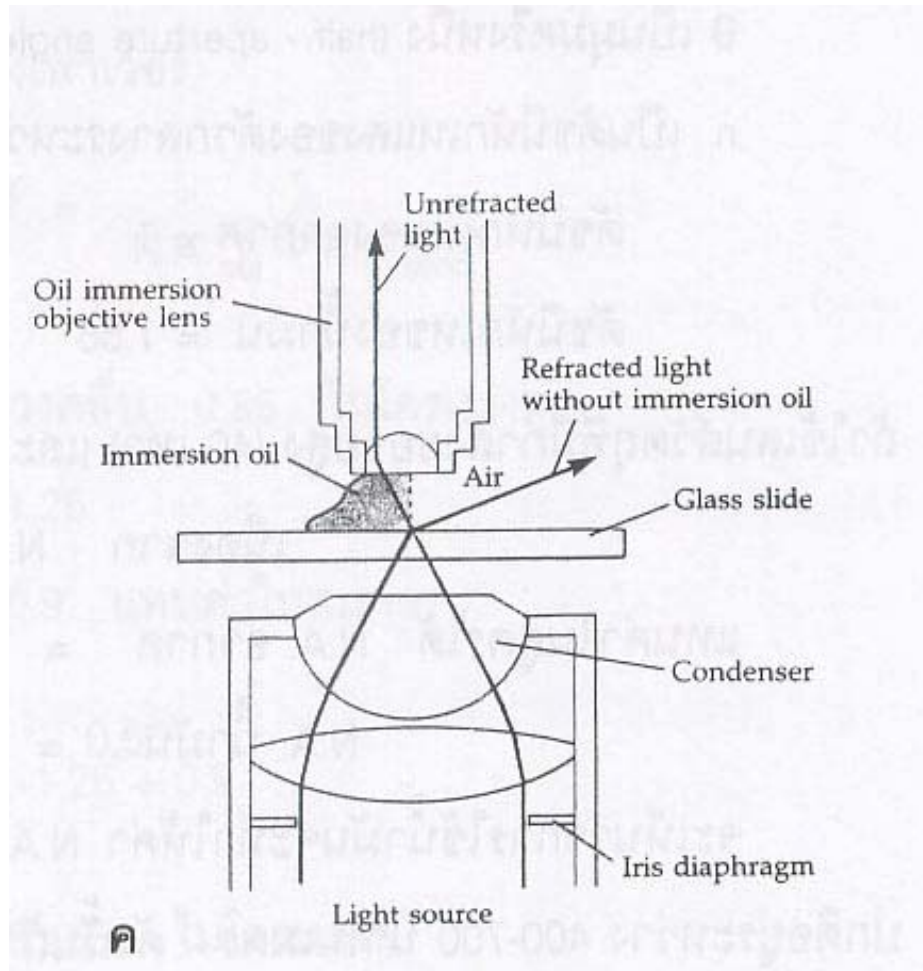
15. ปลั๊ก (Plug) เป็นอุปกรณ์ที่มีในกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ไฟฟ้ามักมีไว้สำหรับเสียบกับปลั๊กตัวเมียเพื่อต่อวงจรไฟฟ้าให้กับกล้องจุลทรรศน์



ภาพแสดงทางเดินของแสงเข้าสู่กล้อง

**เลนส์วัตถุที่ใช้น้ำมัน (oil immersion objective)**

เลนส์วัตถุที่ใช้น้ำมัน เป็นเลนส์วัตถุที่มีกำลังขยายมากที่สุด คือ 100 เท่า การใช้เลนส์วัตถุชนิดนี้ต้องเพิ่มความระมัดระวังมาก เนื่องจากระยะห่างระหว่างวัตถุกับเลนส์นี้ชิดกันมากเวลาใช้จึงต้องหยคน้ำมัน (cedar oil) บนสไลด์ที่จะดูและให้เลนส์วัตถุสัมผัสน้ำมัน เพื่อให้แสงเดินทางผ่านเป็นเส้นตรงเข้าสู่เลนส์วัตถุได้ เพราะน้ำมันและแก้วมีค่าดัชนีหักเหเท่ากัน จึงเป็นตัวกลางเนื้อเดียวกัน แสงเดินทางเป็นเส้นตรงไม่หักเหออกจากเลนส์วัตถุ ทำให้เป็นภาพชัดเจนรายละเอียดมาก แต่ถ้าไม่ใช้น้ำมัน แสงที่ผ่านจากแก้วสไลด์เข้าสู่อากาศ จะหักเหออกไปมาก ทำให้แสงเข้าสู่เลนส์น้อย ภาพจึงไม่ชัด



ภาพแสดงทางเดินของแสงเมื่อผ่านแก้วสไลด์กับน้ำมัน (immersion oil) ซึ่งมีดัชนีหักเหเท่ากัน แสงเดินทางเป็นเส้นตรงเข้าสู่เลนส์ แต่ถ้าไม่มีน้ำมันแสงหักเหออกจึงไม่เข้าสู่กล้อง

### อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับกล้องจุลทรรศน์ เช่น

1. กระจกสไลด์ (Slide) เป็นกระจกใสขนาด 1×3 นิ้ว มีไว้สำหรับวางสิ่งต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กและบางเพื่อการศึกษา
2. กระจก Cover glass หรือ Cover Slip เป็นกระจกใสที่บางมากคล้ายพลาสติก มีขนาด 1.7×1.7 ซม. มีไว้สำหรับปิดสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา



3. หลอดหยด (Dropper) มีไว้สำหรับหยดน้ำลงบนวัตถุที่ต้องการศึกษาก่อนที่จะปิดด้วยกระจก Cover glass เพื่อไม่ให้สิ่งต่าง ๆ ที่เราต้องการศึกษาแห้ง และยังทำหน้าที่ให้กระจก Cover glass กับกระจก Slide ติดกันแน่นไม่ร่วงหล่น

4. สีย้อม เนื่องจากการศึกษาตัวอย่างบางชนิดไม่มีสีตัวใสเหมือนกับน้ำหรือต้องการเน้นจุดหนึ่งจุดใดโดยเฉพาะ จึงต้องใช้การย้อมสีช่วยให้ได้ภาพที่เห็นชัดเจนขึ้น สีที่ใส่ย้อมมีหลายชนิด เช่น Crystal Violet, Methyl Orange, Methyl red, Methyl Violet, Safranin, Methylene blue

5. สไลด์ถาวร (Permanent slide) เป็นแผ่นสไลด์สำเร็จรูป มีตัวอย่างที่ต้องการศึกษาถาวรดูได้ตลอดเวลา

### ข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์

ถ้านักศึกษารู้จักระมัดระวังในการใช้กล้องให้ดี เลนส์ของกล้องและสไลด์ที่เตรียมไว้ หรือ ความเสียหายต่างๆจะเกิดขึ้นได้ยาก และยังสามารถเห็นตัวอย่างที่จะศึกษาได้อย่างชัดเจน

1. ก่อนใช้กล้องจุลทรรศน์ มือจะต้องสะอาดและแห้ง สไลด์ทุกชนิดที่นำมาส่องต้องสะอาด และแห้ง

2. การเคลื่อนย้ายกล้อง ใช้มือที่ถนัดจับที่ arm ส่วนอีกมือรองรับกล้องส่วนฐาน (base) ให้ตัวกล้องตั้งในแนวตั้ง หรือฐานกล้องขนานกับพื้น ระวังไม่ให้กล้องเอียง

3. วางกล้องให้ตรง ห้ามเอียงกล้อง และวางกล้องบนโต๊ะที่มั่นคงแข็งแรง

4. จับส่วน revolving nosepiece หมุน objective อันที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้เข้าที่ให้สังเกตเสียงดัง"คลิก" แสดงว่าหมุนเข้าที่แล้ว

5. ปรับปุ่ม thumb wheel ให้ ocular tubes ทั้งสองมีช่วงห่างพอดีกับระยะห่างของตาผู้ใช้กล้องที่ใช้อยู่ประจำระยะห่างจะพอดีอยู่แล้ว ไม่ควรเลื่อนบ่อยๆ

6. จัดแสงให้เข้ากล้อง โดยเปิด diaphragm กว้างสุด เพื่อให้แสงผ่าน condenser และ objective lens กรณีแสงผ่าน specimen มากเกินไป ทำให้เห็นภาพไม่ชัด จะต้องปรับแสงให้พอดี โดยการหรี่ไฟ ปรับ condenser และ/หรือปรับ diaphragm ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของกล้องและสายตาของผู้ใช้กล้อง ฉะนั้นควรศึกษาและหัดปรับดูความแตกต่างเอาเองจนชินและเข้าใจส่วนประกอบต่างๆ การใช้กล้องในขณะที่มีแสงมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้เคืองตาได้

การปรับแสงให้เปิดสวิทช์ไฟที่ฐาน ปรับตำแหน่ง condenser โดยหมุน condenser height adjustment knob ให้ condenser อยู่ตำแหน่งห่างจากแท่นประมาณ 2 – 3 มม. เลื่อนคันโยกเพื่อเปิด

iris diaphragm สำหรับกล้องที่มีปุ่มควบคุมความเข้มแสง (sliding control lever) จะเปิด iris diaphragm ได้เต็มที่ ถ้าจัด condenser และ iris diaphragm ให้มีตำแหน่งต่างไป จะมีผลเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสง ซึ่งในทางปฏิบัติไม่นิยมปรับความเข้มของแสงโดยวิธีเลื่อนตำแหน่ง condenser หรือ iris diaphragm เพราะจะมีผลไปลด resolving power ของกล้อง แต่จะเปิด iris diaphragm เพื่อเพิ่ม contrast เท่านั้น เช่นในการทำ wet mount เพื่อศึกษา specimen ที่มีชีวิตซึ่งจะย้อมสีไม่ได้ การเพิ่ม contrast โดยวิธีนี้จะเสีย resolution ไปบ้าง

7. วางสไลด์ที่ต้องการดูบน stage ยึดให้แน่นด้วย spring clip หรือ mechanical stage ให้ specimen ที่จะส่องอยู่ตรงกลางช่องที่แสงจะผ่าน

8. การหาระยะโฟกัส ตามองที่ปลาย objective หมุน coarse adjustment เพื่อให้ objective และ stage เคลื่อนเข้าใกล้มากที่สุด แล้วจึงมองที่ ocular พร้อมกับหมุน coarse adjustment ให้ objective กับ stage เคลื่อนห่างกันช้า ๆ แล้วใช้ fine adjustment ปรับให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

นักศึกษาควรฝึกให้เป็นนิสัยว่า การตรวจหา specimen ทุกชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ควรเริ่มสังเกตจากเลนส์กำลังต่ำสุดของกล้องนั้น แล้วจึงเปลี่ยนกำลังขยายให้สูงขึ้น กล้องที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ เมื่อเราได้ระยะโฟกัสของ objective lens อันหนึ่งแล้ว เมื่อเปลี่ยนกำลังขยายสูงขึ้น อาจเห็นภาพได้ชัดทันที หรือปรับโฟกัสด้วย fine adjustment อีกเพียงเล็กน้อย

9. เมื่อใช้กำลังขยาย objective 40 X แล้วต้องการเปลี่ยนดูด้วย 100 X (oil immersion objective) ให้หมุนหัว objective 40 X เข้าแทนที่ แล้วหยด oil หนึ่งหยดตรงบริเวณ specimen ที่จะส่อง จากนั้นเปลี่ยนเป็น objective 100 X ผ่านหยดน้ำมัน ทำเช่นนี้เพื่อป้องกันเลนส์ 40 X เปื้อน น้ำมันจนใช้การไม่ได้

การทำความสะดวกเลนส์ที่เปื้อนน้ำมันต้องเช็ดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์จนสะอาดอย่าปล่อยให้ทิ้งไว้จะทำให้เลนส์มัว

ห้ามมองในกล้องขณะที่มือเลื่อน oil immersion objective เข้ามา stage เด็ดขาด แต่ให้มองที่เลนส์ objective กับสไลด์ เพื่อคอยระวังว่า lens objective จะชนกับสไลด์หรือไม่ เมื่อเลื่อน oil immersion objective เข้าที่แล้ว ค่อยๆ หมุน fine adjustment ขึ้นช้าๆ เพื่อให้ได้ภาพชัดเจน เมื่อใช้ oil immersion ต้อง เปิด iris diaphragm ให้กว้างเต็มที่ สไลด์ที่เปียกห้ามดูด้วย oil immersion เด็ดขาด กล้องบางชนิดการติดตั้ง objective ไม่ดี ถ้าเลื่อน objective 40 X หรือ 100 X มาแทนที่ objective ที่มีกำลังขยายต่ำกว่า อาจจะทำให้เลนส์บิบบสไลด์จนสไลด์หรือเลนส์แตกได้ ฉะนั้นการเปลี่ยนเลนส์กำลังขยายสูงมาแทนที่กำลังขยายต่ำ ควรดูกล้องเสียก่อนว่าจะเปลี่ยนไปแทนที่เลยได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะต้องหมุน coarse adjustment ให้ stage ห่างจาก objective พอที่จะไม่กระทบสไลด์ให้เกิดความเสียหายได้ แล้วจึงปรับโฟกัสใหม่จนเห็นภาพชัด

10. เมื่อเลิกใช้ oil immersion objective ต้องเลื่อน low power objective มาแทนที่ก่อนจึงเลื่อนสไลด์ออกจาก stage ได้ เพราะถ้าเลื่อนสไลด์ออกในขณะที่ oil immersion objective อยู่ชิดกับสไลด์มากอาจทำให้เลนส์เสียหายได้

11. ถ้าเลนส์ objective หรือ eyepieces อันหนึ่งอันใดเห็นไม่ชัด แจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมทราบอย่าถอดเลนส์ออกมาเช็คเองโดยไม่ได้รับอนุญาต

12. ขณะมองกล้องให้มองทั้งสองตา การหลับตามองข้างเดียวไม่ทำให้เห็นภาพชัดขึ้นและการใช้สายตานาน ๆ จะทำให้ปวดตาได้

### การเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์

เมื่อเลิกใช้กล้องควรปฏิบัติดังนี้

1. กล้องที่ใช้หลอดไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดแสง ให้หรีไฟตรง sliding control lever ไปที่ระดับต่ำสุดก่อนปิดสวิทช์ไฟ และดึงปลั๊กไฟออกตามลำดับ
2. เลื่อน low power objective เข้าแทนที่ high power objective หรือ oil immersion objective จึงเอาสไลด์ออกจาก stage
3. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์เช็ด ocular lens (ห้ามนำ ocular ออกจากกล้อง) และเช็ดเลนส์ objective อื่น ๆ
4. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ซับ oil ออกจาก oil immersion objective lens ให้หมด ห้ามใช้ผ้าหรือกระดาษใด ๆ เช็ดเลนส์เด็ดขาด
5. เมื่อใช้ oil immersion objective หลายๆครั้ง ควรใช้กระดาษเช็ดเลนส์ซับ xylene พอหมาดๆไปซับที่เลนส์ เพื่อให้ oil ที่ติดค้างออกเสีย ไม่ควรใช้ xylene ชำระล้าง oil ทุกครั้ง เพราะ xylene นอกจากจะละลายน้ำมันแล้วยังละลายกาวที่ติดกับเลนส์ objective tube ด้วย แล้วเช็ดเลนส์ด้วยกระดาษเช็ดเลนส์อีกครั้งหนึ่ง
6. เลื่อน low power objective เข้ามาอยู่ในตำแหน่งที่จะใช้ หมุน coarse adjustment ให้ตัวกล้อง (body tube) ลงต่ำสุด หรือเลื่อน stage ให้อยู่ในระดับต่ำสุด และอย่าให้ mechanical stage ขึ้นเกินออกมา
7. เลื่อน condenser ลงต่ำสุด ถ้า condenser นั้นเลื่อนขึ้นลงได้ และปิด iris diaphragm
8. ถ้าง่ายใช้กระจกเป็น light source ให้หันกระจกอยู่ในสภาพที่ฝุ่นเกาะได้น้อยที่สุด
9. ใช้ผ้านุ่มๆและสะอาดเช็ดฝุ่นละอองที่ติดอยู่ตามตัวกล้องทั่วไป
10. คลุมกล้องด้วยถุงคลุม และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

### ข้อควรระวังพิเศษในการใช้กล้องจุลทรรศน์

เพื่อเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์และเลนส์ต่างๆให้สะอาดและไม่เสียหาย

1. ห้ามแตะถูกเลนส์ ถ้าเลนส์สกปรก ให้เช็ดเบาๆด้วยกระดาษเช็ดเลนส์
2. ห้ามทิ้งสไลด์ไว้บนกล้องจุลทรรศน์ เมื่อไม่ต้องการใช้
3. เช็ดน้ำมัน (oil) จากเลนส์ oil immersion objective ทุกครั้งหลังการใช้
4. รักษา mechanical stage ให้แห้งและสะอาด ถ้ามีของเหลวใดหยดลงไป เช็ดให้แห้งด้วย ผ้าก๊อชหรือกระดาษทิชชู ถ้าน้ำมันเปื้อน stage ให้ชุบกระดาษทิชชูหรือผ้าก๊อชด้วย xylene และเช็ด stage จากนั้นเช็ดให้แห้ง
5. ห้ามเอียงกล้องจุลทรรศน์ขณะใช้ oil immersion objective เพราะน้ำมันอาจไหลเข้าไปภายใต้ mechanical stage ทำให้ทำความสะอาดได้ยาก หรือหยดลงบนส่วนที่เป็น condenser และเกาะแน่นบริเวณนั้น
6. อย่าให้ objective lens สัมผัสวัตถุ cover glass หรือ slide
7. อย่าเลื่อน body tube ด้วย coarse adjustment ขณะที่ตาอยู่ที่เลนส์ eyepieces

## คำถามท้ายบท 2

1. กล้องจุลทรรศน์ คืออะไร
2. Simple microscope มีตัวอย่างอะไรบ้าง 1 2
3. Compound microscope กับ Electron microscope ต่างกันอย่างไร
4. Eyepiece คือ
5. Objective คือ
6. กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา  $x$  ..... = กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

7. Iris diaphragm คือ
8. Fine adjustment คือ
9. oil immersion objective ใช้เพื่อ