ชื่อ..... **รหัส**.....

สาขาวิชา..... **ชั้นปี**.....**หมู่**.....

อาจารย์ผู้สอน : อาจารย์ นฤมล ประครองรักษ์

บทปฏิบัติการที่ 1

วิธีใช้และการรักษากล้องจุลทรรศน์

(The Use and Care of the Microscope)

กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาสิ่งต่างๆ ที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า นอกจากนี้ยังสามารถใช้วัดขนาดของความยาว และพื้นที่ของวัตถุที่ต้องการจะศึกษา กล้องจุลทรรศน์มีหลายชนิด แต่ละชนิดออกแบบมาเพื่อใช้งานในลักษณะต่างๆกัน กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้งานทั่วไปมีเลนส์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการสร้างภาพจากวัตถุที่มีขนาดเล็กมากให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนสามารถมองเห็นได้ชัดเจนขึ้น กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้กันทั่วไปแบ่งตามแหล่งกำเนิดแสงได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสง (light microscope)

เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงร่วมกับเลนส์ในการทำให้เกิดภาพ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

1.1 กล้องจุลทรรศน์ชนิดไบร์ท-ฟิลด์ (bright-field microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงธรรมดาที่มีความยาวคลื่น 400-900 นาโนเมตร โดยแสงที่ผ่านเลนส์รวมแสง (condenser lens) จะส่องผ่านวัตถุไปยังเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุขึ้นกับกำลังขยายของเลนส์ กล้องชนิดนี้บริเวณพื้นจะสว่างตัดกับวัตถุที่มีสีทึบ เหมาะกับงานที่ใช้ตรวจสไลด์ที่ย้อมสี

1.2 กล้องจุลทรรศน์ชนิดดาร์ค-ฟิลด์ (dark-field microscope) ใช้แสงธรรมดาที่มีความยาวคลื่น 400-900 นานโนเมตร เช่นเดียวกัน แต่ใช้อุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า star diaphragm หรือ cardioid condenser เพื่อทำให้เกิดภาพพื้นสีดำหรือเกือบดำตัดกับวัตถุที่จะศึกษาจะมีลักษณะใสเนื่องจากแสงที่ผ่านไปยังวัตถุที่ศึกษาเท่านั้นที่มีการหักเหเข้าสู่เลนส์ใกล้วัตถุมีผลทำให้พื้นมืดหรือเป็นสีดำ กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้เหมาะกับการศึกษาเซลล์จุลินทรีย์ที่มีชีวิตหรือไม่ย้อมสีหรือย้อมติดสียาก เช่น เชื้อซิฟิลิส (*Treponema pallidum*) เป็นต้น

1.3 กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนส์ (fluorescence microscope) เป็นกล้องที่ใช้แสงอัตราไวโอเลตหรือแสงที่มีความยาวคลื่นใกล้เคียงกัน โดยใช้สารฟลูออเรสเซนส์เป็นตัวเก็บพลังงานของแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นหรืออัตราไวโอเลตไว้ แล้วปล่อยพลังงานแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่าหรือแสงธรรมดาออกมาจึงเกิดการเรืองแสงขึ้น เชื้อที่จะนำมาศึกษาแล้วเกิดเรืองแสงขึ้นเมื่อสัมผัสกับแสงอัตราไวโอเลต นิยมศึกษาเชื้อก่อโรควัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis*) เพราะตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว

1.4 กล้องจุลทรรศน์ชนิดเฟส-คอนทรัสต์ (phase-contrast microscope) ใช้ศึกษาเซลล์ที่มีขนาดเล็กสามารถเห็นส่วนประกอบของเซลล์และความแตกต่างภายในเซลล์ได้ดีกว่ากล้องชนิดอื่น โดยใช้อุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า annular stop และใช้เลนส์รวมแสงช่วยควบคุมการเรืองแสงของวัตถุที่จะศึกษา เมื่อแสงผ่านจุดที่มี

ความหนาแน่นต่างกันเพียงเล็กน้อยจะเกิดการหักเหออกจากแนวทางของแสงทำให้เข้าสู่บริเวณด้านข้างของ phase ring จะเห็นบริเวณนั้นสว่างน้อยกว่า ภาพที่เห็นจะสว่างมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับการหักเหของแสงว่ามีผลทำให้เกิดความสว่างของภาพมากเพียงใด ทำให้สามารถแยกรายละเอียดต่างๆ ได้ชัดเจนมากขึ้น

2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope)

เป็นกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้ใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (electron beam) ทำให้เกิดภาพแทนการใช้แสงสว่างและใช้สนามแม่เหล็กแทนเลนส์ การใช้ลำแสงอิเล็กตรอนซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นกว่าความยาวคลื่นแสงอย่างมากมายนี้ทำให้กำลังจำแนก (resolving power) มีค่าลดลงอย่างมาก เป็นผลทำให้เพิ่มกำลังขยายได้เป็นหมื่นหรือแสนเท่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope : TEM) เรียกย่อว่า TEM เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่ใช้ศึกษาตัวอย่างชนิดบาง ซึ่งเตรียมขึ้นโดยวิธีพิเศษเพื่อให้ลำอนุภาคอิเล็กตรอนผ่านทะลุได้ สามารถศึกษาโครงสร้างภายในเซลล์ได้อย่างชัดเจน

2.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายไม่สูงเท่ากับเครื่อง TEM ใช้สำหรับศึกษาเฉพาะลักษณะต่างๆภายนอกเซลล์เท่านั้น จะไม่เห็นโครงสร้างภายใน

องค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์

1. **ฐาน** (Base) เป็นส่วนที่ใช้ในการตั้งกล้อง ทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของกล้องจุลทรรศน์
2. **แขน** (Arm) เป็นส่วนยึดลำกล้องและฐานไว้ด้วยกัน เป็นตำแหน่งที่ใช้จับเวลาเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์
3. **ลำกล้อง** (Body tube) เป็นส่วนที่เชื่อมอยู่ระหว่างเลนส์ใกล้ตากับเลนส์ใกล้วัตถุ ปลายด้านบนมีเลนส์ใกล้ตา (Ocular lens) สวมอยู่ ปลายด้านล่างติดกับแป้นยึดเลนส์ใกล้วัตถุ (Revolving nosepiece) มีลักษณะเป็นแผ่นจานกลมโค้ง มีช่องเกลียวสำหรับสวมเลนส์ใกล้วัตถุ 3-4 ช่อง หมุนได้รอบตัว
4. **ระบบให้แสง** (Light source) อยู่ใกล้กับฐาน กล้องรุ่นใหม่ใช้แสงไฟจากหลอดไฟเล็กๆ ซึ่งติดอยู่ที่ฐานกล้อง มีสวิทซ์เปิด-ปิด และมักมีตัวปรับความสว่างของแสง
5. **เลนส์รวมแสง** (Condenser) จะอยู่ด้านใต้ของแท่นวางวัตถุ ทำหน้าที่รวมแสงให้เข้มขึ้นเพื่อส่งไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา
6. **ไอริส ไดอะแฟรม** (Iris diaphragm) อยู่ใต้เลนส์รวมแสงทำหน้าที่ปรับลำแสงเข้าสู่เลนส์ใกล้วัตถุให้มีขนาดกว้างหรือแคบตามความต้องการ
7. **แท่นวางวัตถุ** (Stage) เป็นแท่นสำหรับวางสไลด์ตัวอย่างที่ต้องการศึกษา มีลักษณะเป็นแท่นสี่เหลี่ยมตรงกลางมีรูให้ลำแสงจากหลอดไฟส่องผ่านไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา แท่นวางวัตถุนี้สามารถเลื่อนขึ้นเลื่อนลงได้

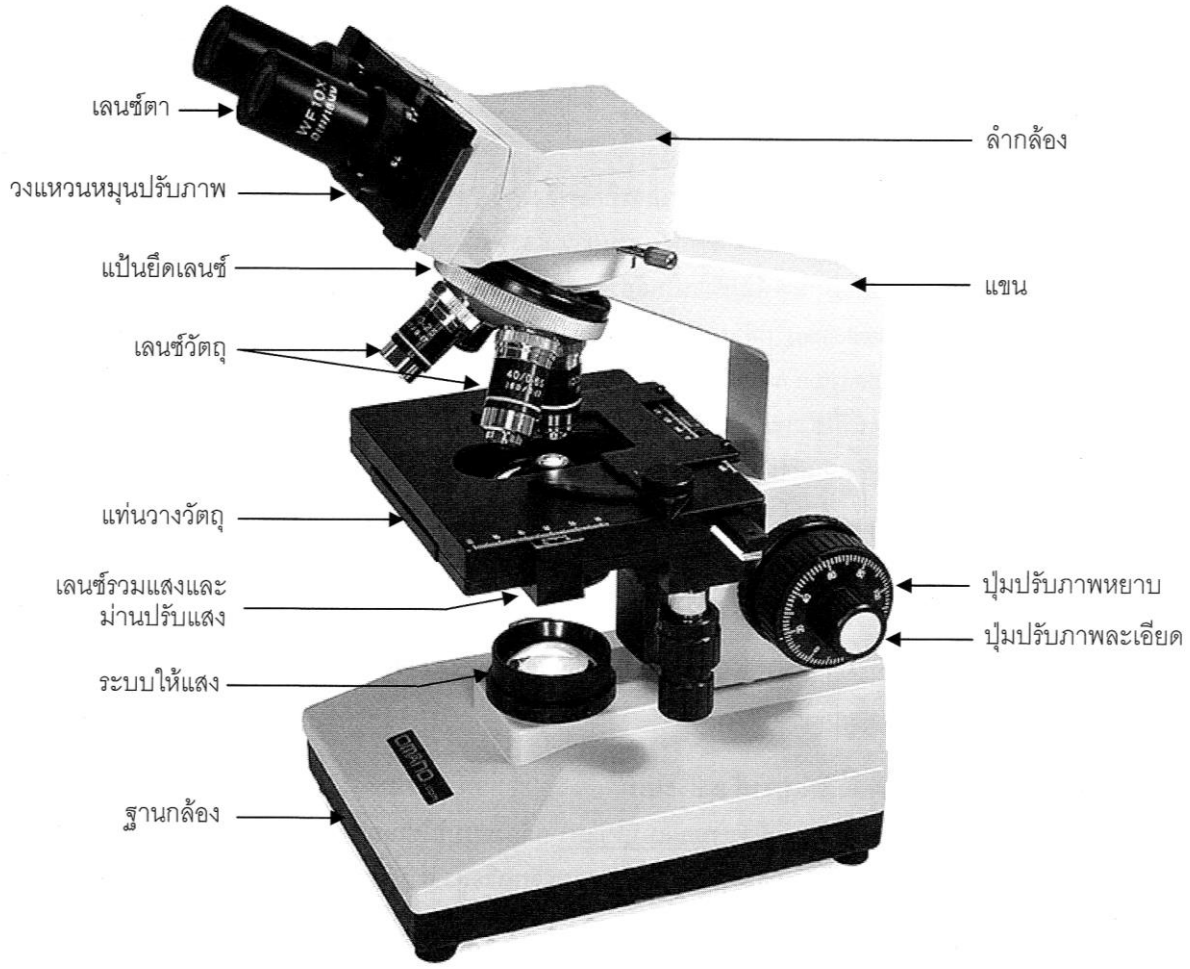
8. ที่หนีบสไลด์ (Stage clip) อยู่บนแท่นวางวัตถุมี 1 คู่ ใช้สำหรับหนีบสไลด์ให้ติดกับแท่นวางวัตถุ

9. ปุ่มปรับภาพหยาบ (Coarse adjustment knob) เป็นวงล้อคู่ใหญ่ 1 คู่ อยู่ข้างตัวกล้อง ใช้ปรับภาพให้ชัด โดยหมุนปุ่มนี้ให้แท่นวางวัตถุเลื่อนขึ้นลง

10. ปุ่มปรับภาพละเอียด (Fine adjustment knob) เป็นวงล้อเล็กอยู่ใกล้ๆกับปุ่มปรับภาพหยาบ ใช้ปรับภาพให้ชัดและคมยิ่งขึ้น

11. เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) เป็นส่วนสำคัญที่สุดของกล้อง ประกอบด้วยเลนส์ใกล้วัตถุตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป มีกำลังขยายต่างกัน กล้องจุลทรรศน์ทั่วๆไปมักมีเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 3 ขนาด คือ เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำ (4x) กำลังขยายต่ำปานกลาง (10x) และกำลังขยายสูง (40x) ส่วนกล้องรุ่นใหม่จะมีกำลังขยาย 100 เท่า (Oil-Immersion objective lens, 100x) ซึ่งต้องใช้น้ำมันหยดบนสไลด์ที่จะศึกษาด้วย

12. เลนส์ใกล้ตา (Ocular lens หรือ Eyepiece lens) คือส่วนที่สวมอยู่ในลำกล้องตอนบน กำลังขยายส่วนใหญ่มีขนาด 10 เท่า (10x) กล้องรุ่นใหม่มีเลนส์ใกล้ตา 1 คู่ สามารถปรับให้พอเหมาะกับระยะห่างของช่องสายตาผู้ใช้งาน และมีวงแหวนหมุนปรับภาพ (Diopter adjustment ring) เพื่อให้ตา 2 ข้าง มองภาพเกิดความคมชัดเท่ากัน



รูปที่ 1 กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงชนิดไบร์ท-ฟิลด์ (bright-field microscope)

กำลังขยายสูงสุดของภาพ (Magnifying power) คำนวณได้จากจากการนำเอากำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตามาคูณกัน

ค่ากำลังจำแนก (Resolving power) หมายถึงความสามารถของเลนส์ที่จะแยกจุดสองจุดเล็กๆที่อยู่ในระยะใกล้ที่สุด ให้แยกออกจากกันอย่างชัดเจน ถ้าสองจุดอยู่ใกล้กันมากกว่านี้แล้ว เลนส์จะไม่สามารถแยกสองจุดนี้ออกจากกันได้ ค่ากำลังจำแนกยิ่งมีค่าน้อยๆยิ่งเห็นรายละเอียดได้ชัดเจน

ข้อแนะนำการใช้และรักษากล้องจุลทรรศน์

1. ก่อนใช้กล้องจุลทรรศน์เช็ดเลนส์ทุกอันให้สะอาดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น
2. ห้ามใช้นิ้วมือหรือสิ่งอื่นใดแตะเลนส์ ยกเว้นกระดาษเช็ดเลนส์
3. ห้ามถอดชิ้นส่วนออกจากกล้องจุลทรรศน์
4. ห้ามใช้น้ำมันกับเลนส์ใกล้วัตถุอื่นๆ ยกเว้นเลนส์ใกล้วัตถุใช้น้ำมัน (100x)
5. ห้ามดึงสไลด์ออกจากแท่นขณะกำลังใช้เลนส์ใกล้วัตถุใช้น้ำมัน (100x)
6. ขณะโฟกัสภาพให้เลื่อนสไลด์ออกห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้เลนส์ชนกับสไลด์ และทำช้าๆอย่างระมัดระวัง
7. เมื่อใช้งานให้เริ่มใช้เลนส์ที่กำลังขยายต่ำก่อนเสมอ
8. ลืมตาทั้งสองข้างเมื่อตรวจดูภาพในกล้องจุลทรรศน์จะทำให้ไม่ปวดตา
9. เมื่อใช้เลนส์กำลังขยายต่ำให้เปิดม่านปรับแสงเพียงเล็กน้อยจะช่วยให้เห็นภาพชัดเจนมากขึ้น แต่ถ้าใช้เลนส์กำลังขยายสูงควรเปิดม่านปรับแสงให้มากขึ้น
10. เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูง ให้ปรับด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น **ห้ามปรับปุ่มปรับภาพหยาบโดยเด็ดขาด**

ข้อแนะนำหลังการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. ปรับ**ปุ่มปรับความเข้มของแสงให้อยู่ต่ำสุด** ปิดสวิชและถอดปลั๊กกล้องจุลทรรศน์ออก ม้วนสายไฟเก็บให้เรียบร้อย
2. ลดแท่นวางสไลด์ลงเพื่อนำสไลด์ออก และนำ**เลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดเข้าที่**
3. เช็ดน้ำมันออกจากเลนส์ด้วยกระดาษเช็ดเลนส์ และทำซ้ำอีกครั้งด้วยกระดาษเช็ดเลนส์แผ่นใหม่ ห้ามใช้ไซลีน ยกเว้นในกรณีที่เลนส์มีคราบน้ำมันติดแห้งกรัง และรีบเช็ดให้แห้งสะอาดอีกครั้งหนึ่ง
4. ปรับ**แท่นวางสไลด์**ให้อยู่ห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำ**ให้อยู่ต่ำสุด** แล้วเลื่อน Mechanical stage อีกครั้ง
5. เมื่อเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์ให้ใช้มือข้างหนึ่งจับที่แขนกล้อง และใช้มืออีกข้างหนึ่งรองรับที่ฐานไว้ ห้ามแกว่งหรือเอียงกล้อง
6. ใช้ผ้าคลุมกันฝุ่นละออง และนำไปเก็บที่ตำแหน่งเดิม

วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. นำกล้องจุลทรรศน์มาวางไว้ห่างจากขอบโต๊ะปฏิบัติการประมาณ 6 นิ้วฟุต ตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. หมุนรีวอลวิงโนสพีสให้เลนส์ใกล้วัตถุต่ำสุด (4x) เข้าที่ให้ตรงกับช่องทางเดินของแสงบนแท่งวางสไลด์ แล้วเปิดไฟส่องใต้แท่น เลื่อนเลนส์รวมแสงขึ้นมาระดับสูงสุดจนติดแท่นวางสไลด์ เปิดม่านปรับแสงให้แสงให้แสงเข้ากล้องเต็มที่
3. เลื่อนแท่นวางสไลด์ให้ต่ำลงให้ห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุ โดยใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ นำสไลด์ตัวอย่างที่จะศึกษาวางบนแท่น ให้ด้านที่มีตัวอย่างอยู่ด้านบน ใช้ที่จับสไลด์ของ Mechanical stage จับสไลด์ให้อยู่กับที่ แล้วเลื่อนสไลด์ให้บริเวณที่มีวัตถุมาอยู่ตรงกลางช่องของแท่น ปรับความสว่างของไฟส่องใต้ให้พอเหมาะด้วยการมองผ่านทางเลนส์ใกล้ตา
4. เลื่อนแท่นวางสไลด์ขึ้นมาอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุด โดยใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ ในขณะที่เลื่อนแท่นขึ้นนั้นจะต้องมองดูที่เลนส์วัตถุและแท่น ระวังอย่าให้สไลด์ชนกับเลนส์
5. หรี่ม่านปรับแสงลงให้แสงผ่านเข้าไปในเลนส์ใกล้วัตถุเพียงเล็กน้อย เลื่อนสไลด์ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยใช้ Mechanical stage
6. มองผ่านเลนส์ใกล้ตาแล้วหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้แท่นวางสไลด์ลดต่ำลงอย่างช้าๆ จนมองเห็นภาพ ปรับภาพให้ชัดโดยใช้ปุ่มปรับภาพละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ถ้ายังเห็นภาพไม่ชัดให้เปิดม่านปรับแสงให้กว้างขึ้นอีก หลังจากนั้นเลื่อนสไลด์ให้บริเวณที่ต้องการมาอยู่ตรงศูนย์กลางของพื้นที่วงกลมในกล้องจุลทรรศน์
7. เมื่อจะเปลี่ยนกำลังขยายสูงขึ้นให้หมุนเลนส์วัตถุ 40x เข้าแทนที่เลนส์วัตถุ 10x โดยใช้ Revolving nosepiece โดยยังไม่ต้องปรับปุ่มใดๆ ปกติจะเห็นภาพวัตถุนั้นได้เลย หากยังเห็นภาพไม่ชัดให้ปรับโฟกัสด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดอีกเล็กน้อยก็จะเห็นภาพได้ชัดเจน หากแสงน้อยไปให้ปรับด้วยม่านปรับแสงใหม่ **การเปลี่ยนเลนส์วัตถุอันหนึ่งเป็นอันอื่นๆโดยไม่ทำให้ระยะโฟกัสเปลี่ยนแปลงมากเกินไปนี้เรียก พาร์โฟคัล (Parfocal)**
8. เมื่อจะใช้เลนส์ใกล้วัตถุใช้น้ำมัน (100x oil) ให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุ 40x ออกจากตำแหน่งเดิมเล็กน้อย แล้วหยดน้ำมัน 1-2 หยดลงบนสไลด์ แล้วจึงค่อยๆ เลื่อนเลนส์วัตถุใช้น้ำมันเข้าแทนที่จะเห็นปลายเลนส์จมอยู่ในน้ำมัน ปรับภาพด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดอย่างช้าๆ จนเห็นภาพชัดเจน ห้ามปรับภาพด้วยปุ่มปรับภาพหยาบ และหากแสงเข้าสู่เลนส์น้อยไปให้เปิดม่านปรับแสงเพิ่มขึ้นอีก
9. หลังจากการตรวจผลและวาดภาพที่เห็นแล้ว ให้**หมุนแท่นวางสไลด์ลงด้วยปุ่มปรับภาพหยาบให้อยู่ต่ำสุด** หลังจากนั้นจึงดึงสไลด์ออกจากแท่น
10. เมื่อเลิกใช้กล้องจุลทรรศน์แล้ว **ใช้กระดาษเช็ดเลนส์เช็ดน้ำมันออกจากเลนส์ให้สะอาด** หลังใช้งานเสร็จทุกครั้ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้รู้จักส่วนประกอบต่างๆ และหน้าที่แต่ละส่วนของกล้องจุลทรรศน์
2. เพื่อให้เรียนรู้การใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อให้รู้จักการใช้และรักษากล้องจุลทรรศน์

<u>การทดลองที่ 1</u> ศึกษาองค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์

วัสดุอุปกรณ์

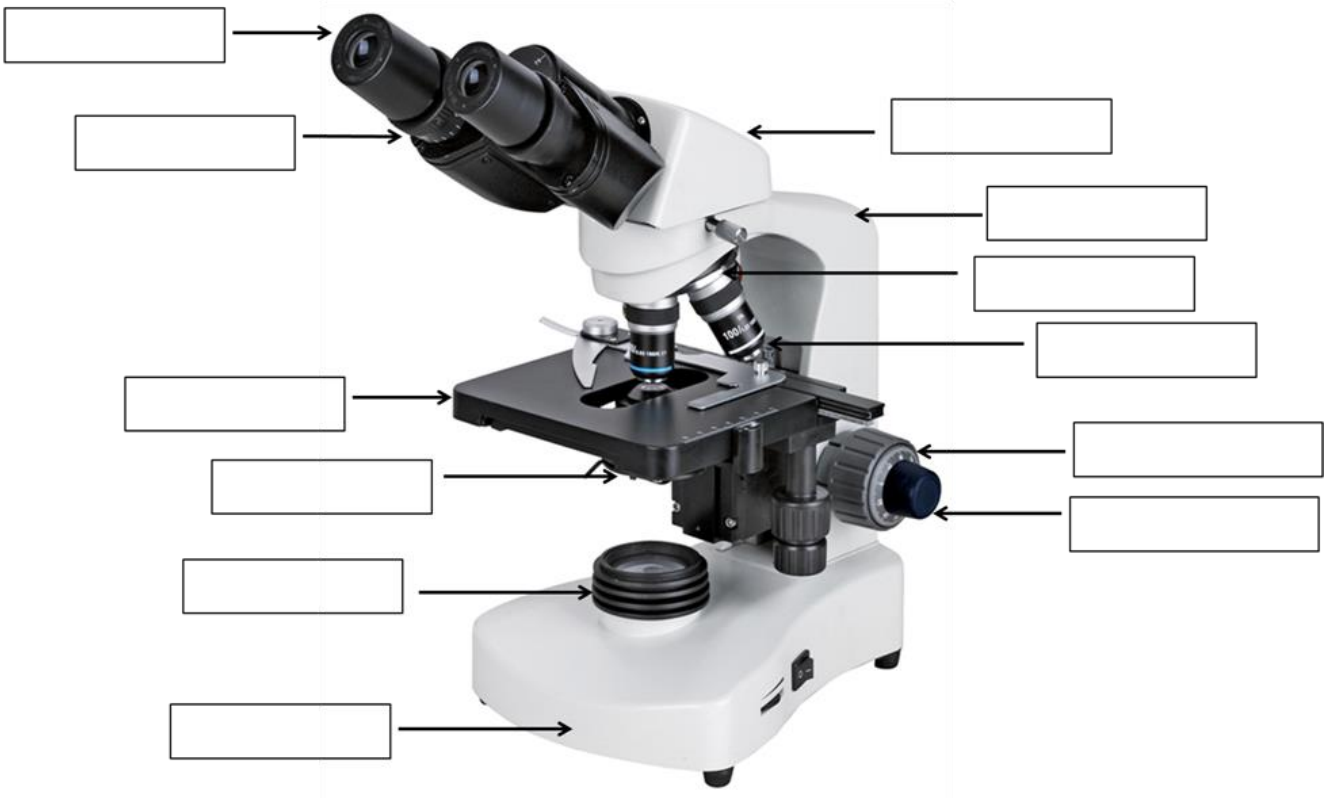
1. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการศึกษา

ศึกษาองค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์ จากเครื่องต้นแบบ พร้อมทั้งบันทึกผลขององค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์ที่ได้จาการศึกษา

บันทึกผลการทดลอง

1. บอกส่วนประกอบๆ ของกล้องจุลทรรศน์ดังแสดงในภาพ



2. กำลังขยายต่ำสุดของกล้องจุลทรรศน์.....
3. กำลังขยายสูงสุดของกล้องจุลทรรศน์.....
4. เมื่อส่องเซลล์ยีสต์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเท่ากับ 10x และเลนส์ใกล้ตาเท่ากับ 10x ภาพที่ได้จะมีขนาดเป็น.....เท่าของขนาดเซลล์จริง

<u>การทดลองที่ 2</u> การทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์
2. แผ่นสไลด์ และกระจกปิดสไลด์
3. หลอดหยด
4. เข็มเขี่ย และปากคีบ
5. น้ำกลั่น
6. ตัวอย่างที่จะศึกษา เช่น ว่านกาบหอย สาหร่ายหางกระรอก

วิธีการศึกษา

1. หยดน้ำบนสไลด์ 1-2 หยด
2. ทำการลอกเยื่อผิวใบว่านกาบหอยเป็นแผ่นบางๆ (ฉีกตามแนวทแยงให้ได้เนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิสด้านล่างเป็นแผ่นบางๆ และตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) หรือเด็ดใบสาหร่ายหางกระรอกจากส่วนยอดมาหนึ่งใบ
3. นำไปวางบนสไลด์ที่มีหยดน้ำและปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
4. นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า 100 เท่า และ 400 เท่า ตามลำดับ
5. สังเกต และบันทึกภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

บันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างที่ศึกษา	**ภาพที่เห็นใต้กล้อง**
....	กำลังขยาย.....เท่า

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. สภาพ parfocal ของกล้องจุลทรรศน์หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

2. ระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุชนิดใดที่มีระยะใกล้ชิดกับสไลด์มากที่สุด

.....

3. เพราะเหตุใดก่อนใช้กล้องจุลทรรศน์ควรปรับเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำก่อนเสมอ

.....

.....

.....

.....

4. เพราะเหตุใดต้องใช้น้ำมันกับเลนส์วัตถุกำลังขยาย 100x

.....

.....

.....

.....

.....