

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

จุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม และปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ให้เข้าใจ
2. เตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจำนวนนักเรียน วัสดุ สิ่งของ และอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ละชุดประกอบด้วย สารระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ และแนวคิดหลัก แบบทดสอบก่อนเรียน บัตรขั้นตอนการดำเนินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ บัตรฝึกเสริมทักษะกิจกรรมการเรียนรู้ เฉลยบัตรกิจกรรมการเรียนรู้ เฉลยบัตรฝึกเสริมทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
3. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติ ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 การสำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) การจัดการชั้นเรียน นักเรียนจะทำกิจกรรมเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับนักเรียนในชั้น เมื่อทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนจะต้องแยกกลุ่มและจัดห้องทำการสอบเป็นรายบุคคล
5. ดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้จากการตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม ประเมินผลการปฏิบัติการ ตรวจบัตรกิจกรรมการเรียนรู้ และตรวจบัตรฝึกเสริมทักษะ
6. ครูให้คำแนะนำ และเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
7. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบและเก็บวัสดุ สิ่งของ และอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยคณะนักเรียนในกลุ่มเป็น 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสาระสำคัญ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวคิดหลักประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 10 ข้อ
5. นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 การสำรวจค้นหา ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ประเมินผล
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 10 ข้อ
7. หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที

สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ และแนวคิดหลัก

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและ เชื่อถือได้

ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ม.4-6/4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ม.4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ม.4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความคิดเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ม.4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งทำทนายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรม ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

1. อธิบาย ระบุโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ (K)
2. ใช้ ดูแลและเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง (P)
3. นักเรียนมีคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A)

แนวความคิดหลัก

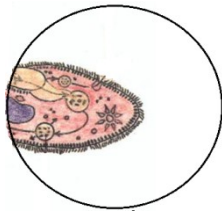
กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการขยายภาพ ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ได้ กล้องจุลทรรศน์มีทั้งแบบที่ใช้แสงและแบบอิเล็กทรอนิกส์แต่ละแบบมีประสิทธิภาพและกำลังขยายที่แตกต่างกัน

แบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง แบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ นี้เป็นแบบปรนัย 4
ตัวเลือก ก, ข, ค, ง จำนวน 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ใต้ตัวเลือกที่
ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเท่ากับ 10 เท่า และกำลังขยายเลนส์ใกล้ตาเท่ากับ
5 เท่า จะมีกำลังขยายรวมเท่ากับเท่าไร
ก. 50 เท่า
ข. 15 เท่า
ค. 10 เท่า
ง. 5 เท่า
2. การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงควรจะเริ่มต้นมองภาพด้วยเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายเท่าไร
ก. กำลังขยายสูง
ข. กำลังขยายปานกลาง
ค. กำลังขยายต่ำ
ง. กำลังขยายเท่าไรก็ได้
3. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงมีข้อได้เปรียบกันอย่างไร
ก. มีกำลังขยายน้อยกว่า
ข. มีกำลังขยายมากกว่า
ค. ศึกษาเซลล์ขณะมีชีวิตได้
ง. มองเห็นวัตถุเป็นภาพสี
4. ถ้านักเรียนใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงมองภาพด้วยเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100 ควรปฏิบัติ
ตามข้อใด
กำหนดให้
1. หยดน้ำมันลงบนสไลด์ก่อน แล้วจึงหมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100
2. ปรับภาพให้ชัดเจนโดยหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น
3. เลื่อนโต๊ะแฟรมให้แคบลง เพื่อให้มีปริมาณแสงมากขึ้น
ก. ข้อ 1 และ 2
ข. ข้อ 1 และ 3
ค. ข้อ 2 และ 3
ง. ถูกต้องทุกข้อ

5. กล้องจุลทรรศน์ข้อใดใช้ศึกษารายละเอียดของพื้นผิวหรือโครงสร้างภายนอกของวัตถุ
กำหนดให้
1. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา
 2. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ
 3. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
 4. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน
- ก. ข้อ 1 และ 2
ข. ข้อ 2 และ 3
ค. ข้อ 3 และ 4
ง. ข้อ 1 2 3 และ 4
6. เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดาศึกษาภาคตัดขวางของลำต้นพืชชนิดหนึ่ง มองเห็นจุดดำๆ
ติดอยู่บนเนื้อเยื่อของลำต้น เมื่อเปลี่ยนกำลังขยายให้สูงขึ้น พบว่าจุดดำๆ นั้นยังคงปรากฏอยู่ที่
ตำแหน่งเดิม แสดงว่าจุดดำนั้นจะติดอยู่ที่ส่วนใดของกล้องจุลทรรศน์
- ก. เลนส์รวมแสง
ข. ไดอะแฟรม
ค. เลนส์ใกล้วัตถุ
ง. เลนส์ใกล้ตา
7. หากนักเรียนมองเห็นภาพในกล้องจุลทรรศน์ดังรูป จะปฏิบัติอย่างไร จึงจะมองเห็นภาพพารามีเซียม
ทั้งตัว



- ก. เลื่อนสไลด์ไปทางซ้ายและใช้กำลังขยายเท่าเดิม
ข. เลื่อนสไลด์ไปทางซ้ายและใช้กำลังขยายสูงขึ้น
ค. เลื่อนสไลด์ไปทางขวาและใช้กำลังขยายสูงขึ้น
ง. เลื่อนสไลด์ไปทางขวาและใช้กำลังขยายเท่าเดิม
8. ข้อใดมีหน้าที่แตกต่างจากข้ออื่น ๆ
- ก. ไดอะแฟรม
ข. กระจกหรือหลอดไฟ
ค. ที่หนีบสไลด์
ง. เลนส์รวมแสง
9. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีข้อจำกัดการใช้อย่างไร
- ก. ใช้ได้เฉพาะในห้องที่เก็บกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเท่านั้น
ข. การเตรียมตัวอย่างยากมากต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ
ค. ต้องมีระบบหล่อเย็นเพราะมีความร้อนมาก
ง. ถูกต้องทุกข้อ

10. หลังจากใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงศึกษารายละเอียดของวัตถุโดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย

40 \times เสร็จแล้ว ควรจะเก็บกล้องจุลทรรศน์อย่างไร ตามลำดับ

- กำหนดให้
1. นำสไลด์บนแท่นวางวัตถุออกอย่างระมัดระวัง
 2. ทำความสะอาดเลนส์ใกล้วัตถุและแท่นวางวัตถุ
 3. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40 \times เป็นกำลังขยาย 10 \times
 4. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบและเลื่อนลำกล้องขึ้นอย่างช้าๆ

ก. 1 2 3 4

ข. 2 3 1 4

ค. 1 3 2 4

ง. 4 1 3 2

กระดาษคำตอบการทดสอบก่อนเรียน

คะแนน	
ได้	
เต็ม	10

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					6				
2					7				
3					8				
4					9				
5					10				

บัตรขั้นตอนการดำเนินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันคิดและระดมสมองอภิปรายถึงความสำคัญของกล้องจุลทรรศน์ พร้อมยกตัวอย่างการศึกษาทางชีววิทยาที่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์
2. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการอภิปราย เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3. ครูสาธิตพร้อมอธิบายวิธีใช้กล้องจุลทรรศน์
4. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามบัตรกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งสังเกตผลเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมบันทึกกิจกรรม
5. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้คำถามเพื่อการวิเคราะห์ในชุดกิจกรรมเป็นแนวทางในการสรุปผลการทดลอง เช่น ส่วนประกอบแต่ละส่วนของกล้องจุลทรรศน์มีหน้าที่อย่างไร มีวิธีการใช้ การเก็บกล้องจุลทรรศน์ การดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์อย่างไร การดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์อย่างไร
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการขยายภาพ ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ได้ กล้องจุลทรรศน์มีทั้งแบบที่ใช้แสงและแบบอิเล็กตรอนแต่ละแบบมีประสิทธิภาพและกำลังขยายที่แตกต่างกัน

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

9. นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์
10. ครูอภิปรายเพิ่มเติมถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตามนุษย์ และกล้องจุลทรรศน์ แบบต่าง ๆ ในการรับภาพของวัตถุที่มีขนาดต่างๆ กัน
11. นักเรียนทำบัตรฝึกเสริมทักษะกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

ขั้นประเมิน (Evaluation)

12. ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาและการปฏิบัติกิจกรรมที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้
13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
14. นักเรียนตรวจผลงานกับเฉลยบัตรกิจกรรม และตรวจผลงานกับเฉลยบัตรฝึกเสริมทักษะ

บัตรกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษา และปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนด
จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียน

1. สามารถใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี
2. มีทักษะในการใช้กล้องจุลทรรศน์

เวลาในการทำกิจกรรม 50 นาที

วัสดุอุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

1. กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 1 ตัว
2. สไลด์และกระจกปิดสไลด์ จำนวน 2 ชุด
3. หลอดหยด
4. น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ
5. เส้นผม

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

1. นำเส้นผมวางลงบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยวางกระจกปิดสไลด์ทำมุม 45 องศา กับแผ่นสไลด์ แล้วค่อย ๆ ปลดกระจกปิดสไลด์ลงชิดเส้นผม
2. แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูงตามลำดับ วาดรูป สังเกตและบันทึกลักษณะเซลล์ที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ตอนที่ 2

1. หยดน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติลงบนสไลด์ 1 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยวางกระจกปิดสไลด์ทำมุม 45 องศา กับแผ่นสไลด์ แล้วค่อย ๆ ปลดกระจกปิดสไลด์ลงชิดผิวหน้าเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ
2. แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูงตามลำดับ วาดรูป สังเกตและบันทึกลักษณะเซลล์ที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ตารางบันทึกผลการทดลอง

วัตถุ/สาร	ภาพที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์	ลักษณะที่สังเกตเห็นได้
1. เส้นผม	
2. น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ	

คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. ถ้าต้องการให้แสงส่องผ่านเข้าไปในลำกล้องจุลทรรศน์ได้เต็มที่ควรปฏิบัติอย่างไร

ตอบ

.....

.....

2. การหาภาพของเส้นผม เมื่อวางสไลด์ลงบนแท่นวางวัตถุแล้วควรปฏิบัติอย่างไร

ตอบ

.....

.....

3. เมื่อมองเห็นภาพของหยดน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติแล้ว ถ้าต้องการให้ภาพชัดเจนมากขึ้นและมองเห็นตำแหน่งที่เราสนใจควรปฏิบัติอย่างไร

ตอบ

.....

.....

บัตรเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ เป็นอุปกรณ์สำหรับมองดูวัตถุที่มีขนาดเล็กเกินกว่ามองเห็นด้วยตาเปล่า โดยสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ คือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope หรือ Optical Microscope) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscopes)

กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงประกอบด้วยเลนส์ 2 ชุด คือเลนส์ใกล้ตาและเลนส์ใกล้วัตถุ กำลังขยายของกล้องคำนวณได้จาก ผลคูณของกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตากับกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

$$\text{กำลังขยายของกล้อง} = \text{กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา} \times \text{กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ}$$

กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่ดีที่สุดในปัจจุบันมีกำลังขยายประมาณ 2,000 เท่า ดังภาพประกอบ 2-1



ภาพประกอบ 2-1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
(ที่มา : en.wikipedia.org/wiki/Microscope)

ระบบเลนส์ของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ประกอบด้วยเลนส์ 2 ชุด ดังนี้

1. เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) เป็นเลนส์นูน มีกำลังขยายขนาดต่างๆ กัน คือ 4X 10X 40X และ 100X สำหรับเลนส์ 100X นั้น ต้องใช้น้ำมันเป็นตัวกลางระหว่างสไลด์ที่วางวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุ

เลนส์เหล่านี้ติดอยู่กับแป้นซึ่งหมุนได้โดยรอบ เพื่อปรับกำลังขยายที่ต้องการใช้ให้มาอยู่ตรงกับแท่นวางวัตถุ ตามปกติการเพิ่มกำลังขยายของเลนส์ มักเริ่มจากการใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำก่อนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายขนาดกลางและกำลังขยายสูงไปตามลำดับ

2. เลนส์ใกล้ตา (eyepiece) เป็นเลนส์นูนกำลังขยายเป็น 10X 15X และ 25X เลนส์ใกล้ตามเหล่านี้สามารถเลือกใช้ได้ตามที่ต้องการโดยการถอดขนาดที่ไม่ต้องการออกแล้วนำขนาดที่ต้องการมาสวมที่ส่วนบนของลำกล้อง ตามปกติต้องสวมเลนส์ใกล้ตาไว้บนลำกล้องเสมอ เพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปในลำกล้องและเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดแสง

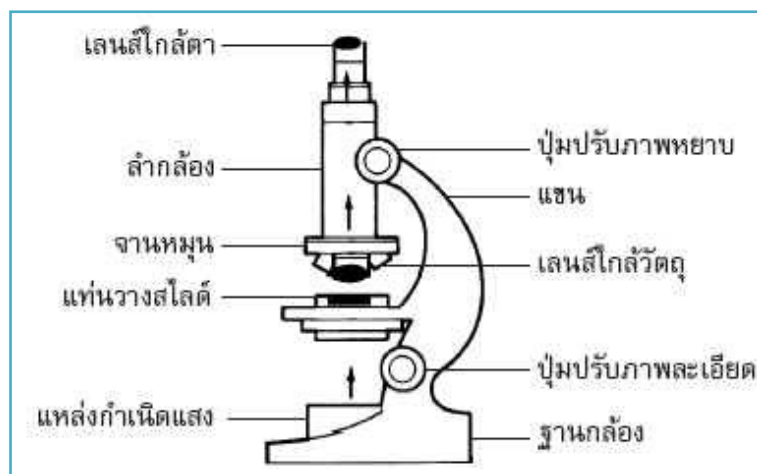
แสงที่ใช้กับกล้องแบบใช้แสงอาจเป็นแสงจากดวงอาทิตย์ตามธรรมชาติ กล้องแบบนี้จะมีกระจกเงา 2 ด้านช่วยรวบรวมแสงให้สะท้อนสู่ตรงกลางของแท่นวางวัตถุ หรือใช้หลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งสะดวกต่อการนำมาใช้

การปรับความเข้มของแสง กล้องบางรุ่นจะมีเลนส์รวมแสง (condenser lens) อยู่ใต้แท่นวางวัตถุช่วยเพิ่มความเข้มของแสง และคัดเลือกแสงที่มีคุณภาพ และมีไดอะแฟรมช่วยปรับความเข้มของแสงตามที่ต้องการ เพื่อให้เห็นภาพของวัตถุชัดขึ้น

ชนิดกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

1. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา (compound light microscope) เป็นกล้องที่ได้รับการพัฒนาจากในอดีตอย่างมาก และกล้องใช้แสงที่ดีที่สุดในปัจจุบันมีกำลังขยายถึง 2,000 เท่า และเป็นกล้องที่ราคาถูกสามารถใช้ในงานที่ละเอียดพอประมาณ

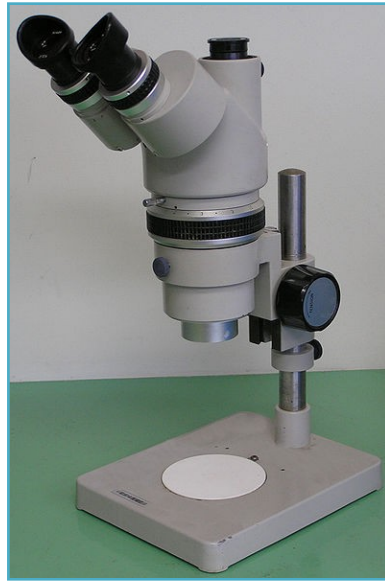
กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงแบบธรรมดา ประกอบด้วยเลนส์ 2 ชนิดคือ เลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา โดยใช้แสงผ่านวัตถุแล้วขึ้นมาที่เลนส์จนเห็นภาพที่บนวัตถุอย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 2-2



ภาพประกอบ 2-2 เส้นทางเดินแสงในกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา
(ที่มา : <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2412212100/02.htm>)

การใช้กล้องจุลทรรศน์

1. การจับกล้อง ใช้มือหนึ่งจับที่แขนของกล้อง และใช้อีกมือหนึ่งรองรับที่ฐาน
 2. ตั้งลำกล้องให้ตรงเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนประกอบต่าง ๆ เลื่อนหลุดจากตำแหน่ง
 3. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นเลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ในตำแหน่งแนวของลำกล้อง
 4. ปรับกระจกเงา หรือเปิดไฟเพื่อให้แสงเข้าลำกล้องได้เต็มที่
 5. นำแผ่นสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้วัตถุอยู่บริเวณกึ่งกลางบริเวณที่แสงผ่าน
 6. มองด้านข้างตามแนวระดับแท่นวางวัตถุ ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เลนส์ใกล้วัตถุเลื่อนลงมาอยู่ใกล้ ๆ กระจกปิดสไลด์ (แต่ต้องระวังไม่ให้เลนส์กับสไลด์สัมผัสกัน เพราะจะทำให้ทั้งคู่แตกหักหรือเสียหายได้)
 7. มองที่เลนส์ใกล้ตาค่อย ๆ ปรับปุ่มปรับภาพหยาบให้กล้องเลื่อนขึ้นช้า ๆ เพื่อหาระยะภาพ เมื่อได้ภาพแล้วให้หยุดหมุน ตรวจสอบแสงว่ามากหรือน้อยเกินไปหรือไม่ ให้ปรับไดอะแฟรมเพื่อให้ได้แสงที่พอเหมาะ
 8. มองที่เลนส์ใกล้ตาค่อย ๆ ปรับปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้าวัตถุที่ศึกษาไม่อยู่ตรงกลางให้เลื่อนแผ่นสไลด์เล็กน้อยจนเห็นวัตถุอยู่ตรงกลางพอดี
 9. ถ้าต้องการให้ภาพขยายใหญ่ขึ้นก็หมุนเลนส์อันที่กำลังขยายสูงขึ้นเข้าสู่แนวลำกล้อง แล้วปรับความคมชัดด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น
 10. บันทึกกำลังขยายโดยหาได้จากผลคูณตั้งที่กล่าวไว้แล้ว
 11. หลังจากใช้กล้องจุลทรรศน์แล้ว ให้ปรับกระจกเงาให้อยู่ในแนวตั้ง ตั้งฉากกับตัวกล้อง เลื่อนที่หนีบสไลด์ให้ตั้งฉากกับที่วางวัตถุ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นอันที่มีกำลังขยายต่ำสุดอยู่ในตำแหน่งของลำกล้อง และเลื่อนลำกล้องให้อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด เช็ดทำความสะอาดส่วนที่เป็นโลหะด้วยผ้านุ่มๆ และสะอาด แล้วจึงนำกล้องเข้าเก็บในตำแหน่งที่เก็บกล้อง
2. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Stereo microscope)
- เป็นกล้องชนิดเลนส์ประกอบที่ทำให้เกิดภาพ 3 มิติ ใช้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถแยกรายละเอียดด้วยตาเปล่า ดังภาพประกอบ 2-3 กล้องชนิดนี้แตกต่างจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่มีกำลังขยายสูงทั่วไป ดังนี้
1. ภาพที่เห็นเป็นภาพ 3 มิติ มีความชัดลึกมากและเป็นภาพเสมือน
 2. เลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยายน้อยกว่า 10X
 3. ระยะห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุไปยังวัตถุอยู่ในช่วง 63-225 มิลลิเมตร
 4. ใช้ศึกษาได้ทั้งวัตถุที่บ่งแสงและโปร่งแสง



ภาพประกอบ 2-3 กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ
(ที่มา : en.wikipedia.org/wiki/Stereo_microscope)

วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ

1. ตั้งระยะห่างเลนส์ใกล้ตาทั้งสองข้าง ให้พอเหมาะกับนัยน์ตาของผู้ใช้กล้อง เพื่อให้จอภาพที่มองเห็นอยู่ในวงเดียวกัน
2. ปรับโฟกัสข้างเดียวก่อน แล้วปรับอีกข้างหนึ่งที่กระบอกเลนส์ใกล้ตา ถ้าต้องการศึกษาจุดใดจุดหนึ่งของตัวอย่างให้ปรับโฟกัสจากเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงก่อน (การปรับโฟกัสแบบนี้ทำให้สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนทั้งกำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูงจึงสะดวกและรวดเร็ว)

การบำรุงรักษากล้องจุลทรรศน์

1. ควบคุมแลร์กษากกล้องให้สะอาดอยู่เสมอ และเมื่อไม่ได้ใช้กล้องควรใช้ถุงคลุมกล้องไว้เสมอ เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเข้าไปสัมผัสกับเลนส์ของกล้อง
2. ในการทำความสะอาดหรือการประกอบกล้อง ควรทำด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ชิ้นส่วนถูกกระแทกหรือหลุดตกหล่น กรณีที่กล้องหรือส่วนประกอบใดๆ ของกล้องตกหรือกระแทก จะมีผลให้เมื่อประกอบกล้องแล้วภาพที่เห็นไม่คมชัด เป็นเพราะระบบภายใน (ปริซึม) อาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งกรณีนี้ ควรส่งให้กับบริษัทซ่อม เพราะการตั้งศูนย์ของปริซึมและระบบเลนส์ภายในนั้นต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อนและความชำนาญของช่าง
3. ห้ามใช้มือหรือส่วนใดๆ ของร่างกาย สัมผัสถูกส่วนที่เป็นเลนส์ และหลีกเลี่ยงการนำเลนส์ออกจากตัวกล้อง
4. ในกรณีที่ถอดเลนส์ออกจากตัวกล้อง ควรใช้ผ้าครอบด้วยทุกครั้งเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองเข้าไปข้างใน ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่ชัดของการมองภาพ

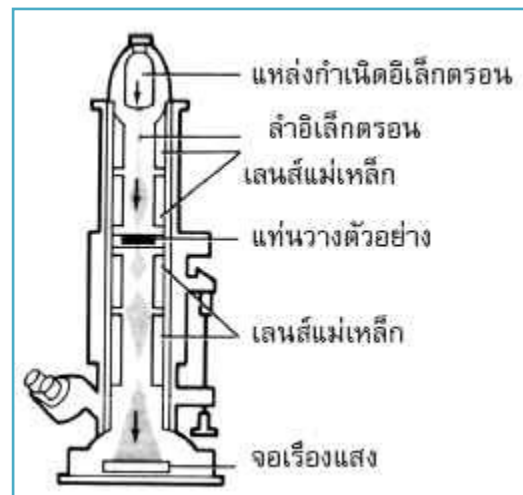
5. สำหรับเลนส์ใกล้วัตถุ 100 x ที่ใช้กับ Oil immersion หลังจากใช้แล้ว ควรทำความสะอาดทุกครั้ง โดยการเช็ดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์ cotton bud หรือผ้าขาวบางที่สะอาด และนุ่ม ชุบด้วยน้ำยาไซลีน หรือส่วนผสมของแอลกอฮอล์และอีเทอร์ ในอัตราส่วน 40 : 60 ตามลำดับ
6. ควรหมั่นปรับปุ่มปรับความชัดเบาให้พอดี ไม่หลวมเกินไป ซึ่งจะทำให้แทนวางสไลด์เลื่อนหมดลงมาได้ง่าย หรือผิดจนเกินไปทำให้การทำงานช้าลง
7. ปุ่มปรับภาพหยายนั้น ควรหมั่นในลักษณะทวนเข็มนาฬิกาอย่างช้าๆ จนกว่าจะได้ภาพ ห้ามปรับปุ่มปรับภาพทั้งซ้ายและขวาของตัวกล้องในลักษณะสวนทางกัน เพราะนอกจากจะไม่ได้ภาพตามต้องการแล้ว ยังจะทำให้เกิดการขัดข้องของฟันเฟือง
8. ในกรณีต้องการใช้แสงมากๆควรใช้การปรับไดอะแฟรม แทนการปรับแรงไฟไปตำแหน่งที่กำลังแสงสว่างสุด (กรณีหลอดไฟ) จะทำให้หลอดไฟมีอายุยาวขึ้น
9. ก่อนปิดสวิตช์ไฟทุกครั้งควรหรีไฟก่อนเพื่อยืดอายุการใช้งาน และเมื่อเลิกใช้ก็ควรปิดสวิตช์ทุกครั้ง
10. การเสียบปลั๊กไฟของตัวกล้องไม่ควรใช้รวมกันกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น เพราะจะทำให้หลอดไฟขาดง่าย
11. หลังจากเช็ดส่วนใดๆของกล้องก็ตาม ถ้าไม่แน่ใจว่าแห้งหรือปราศจากความชื้นแล้ว ควรเป่าลมให้แห้ง โดยใช้พัดลม หรือ ลูกยางเป่าลม (ห้ามเป่าด้วยปากเพราะจะมีความชื้น)
12. เมื่อแน่ใจว่าแห้งและสะอาดแล้ว จึงคลุมด้วยถุงพลาสติก
13. เก็บกล้องไว้ในที่ที่ค่อนข้างแห้งและไม่มี ความชื้น

การทำความสะอาดเลนส์

1. เป่าหรือปิดเศษผงหรือวัสดุอื่นๆที่อาจก่อให้เกิดรอยขีดข่วนบนพื้นผิวเลนส์ โดยใช้ลูกยางเป่า หรือปิดด้วยแปรงขนอ่อน ๆ แต่ถ้ายังไม่สามารถเอาออกได้ให้ใช้ผ้าขาวบางที่สะอาดและนุ่ม ชุบด้วยน้ำเช็ดเบา ๆ
2. เตรียมน้ำยาเช็ดเลนส์ (อีเทอร์ : แอลกอฮอล์ = 60:40)
3. ทำความสะอาดทั้งเลนส์ใกล้ตา และเลนส์ใกล้วัตถุ ใช้ cotton bud หรือ กระดาษเช็ดเลนส์พันรอบปลายคิ๊บ แล้วชุบด้วยน้ำยาเช็ดเลนส์เพียงเล็กน้อย แล้วจึงเริ่มเช็ดเลนส์จากจุดศูนย์กลางของเลนส์แล้วหมุนทำรัศมีกว้างขึ้นเรื่อยๆไปสู่ขอบเลนส์อย่างช้า ๆ
4. ในการใช้น้ำยาเช็ดเลนส์ต้องระวังด้วยว่าน้ำยานั้นสามารถละลายสีของกล้องและละลายกาวของเลนส์ได้
5. ในการผสมน้ำยาเช็ดเลนส์อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและความชื้น หากอีเทอร์มากเกินไปอาจทำให้มีรอยการขีดอยู่บนเลนส์ได้ แต่ถ้าแอลกอฮอล์มากเกินไปจะมีรอยเป็นคราบอยู่บนเลนส์เช่นกัน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope) ประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2475 ในประเทศเยอรมนี โดยนักวิทยาศาสตร์ 2 คน คือ แมกซ์ นอลล์ และ เอิร์นท รุสกา เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ลำอิเล็กตรอนแทนแสงธรรมดา กล้องแบบนี้มีหลักการทำงานคล้ายกับกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสง แต่แตกต่างกันที่ส่วนประกอบภายใน กล่าวคือ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะใช้ลำอิเล็กตรอนซึ่งมีขนาดเล็กมากวิ่งผ่านวัตถุและโฟกัสภาพลงบนจอเรืองแสง เลนส์ต่าง ๆ ในกล้องจะใช้ขดลวดพันรอบ ๆ แท่งเหล็กอ่อน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น ซึ่งสนามแม่เหล็กจะผลัดกับประจุของอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนเบี่ยงเบนไปสู่เป้าหมายได้ ดังภาพประกอบ 2-4



ก.

ข.

ภาพประกอบ 2-4 ก. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ข. ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

(ที่มา : ภาพ ก. Th.wikipedia.org/wiki/กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ภาพ ข. <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2412212100/02.htm>)

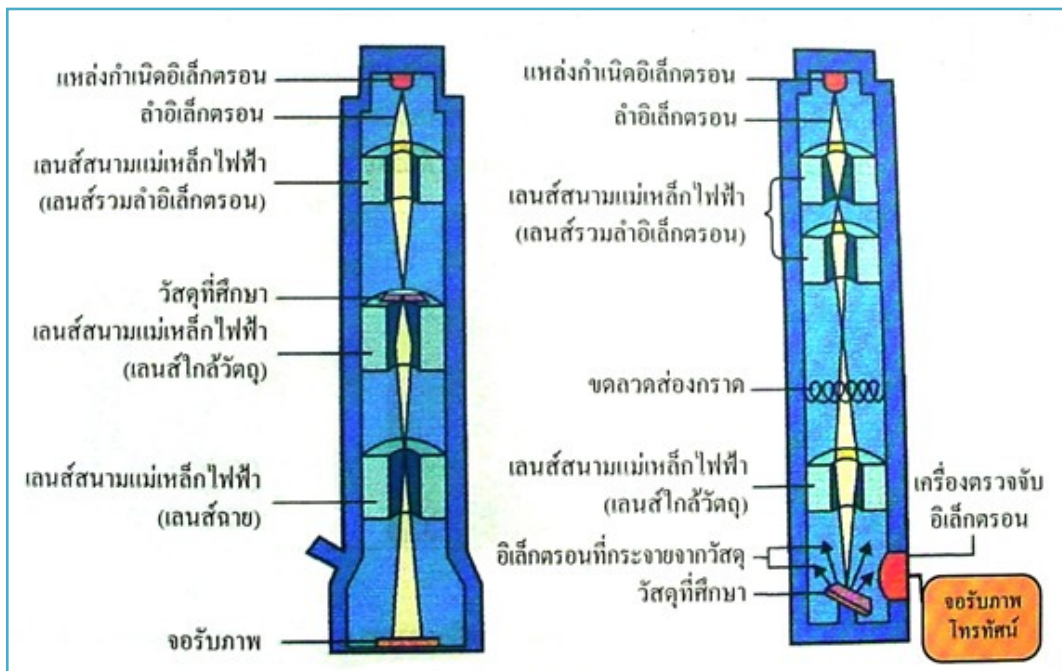
ระบบเลนส์ของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ใช้เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้าแทนเลนส์แก้วในกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้านั้นประกอบด้วยขดลวดพันรอบแท่งเหล็ก เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น ซึ่งทำให้อิเล็กตรอนเข้มข้นขึ้นเพื่อไปตกอยู่ที่วัตถุที่ต้องการศึกษา เลนส์ของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนนั้นประกอบด้วย เลนส์รวมแสง และโปรเจกเตอร์ เลนส์ โดย โปรเจกเตอร์

เลนส์นั้นมีหน้าที่ฉายภาพ จากตัวอย่างที่ต้องการศึกษาลงบนจอภาพ ซึ่งจอภาพจะฉาบด้วยสารเรืองแสง เมื่อลำแสงอิเล็กตรอนตกบนจอภาพจะทำให้เกิดการเรืองแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสามารถมองเห็นภาพบนจอและสามารถบันทึกภาพนั้นด้วยกล้องถ่ายรูปซึ่งประกอบอยู่ในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้มีกำลังขยาย 500,000 เท่า

แหล่งกำเนิดลำแสงอิเล็กตรอน

แหล่งกำเนิดลำแสงอิเล็กตรอน คือ ปืนยิงอิเล็กตรอน ซึ่งมีลักษณะเป็นขดลวดตัววีทำจากทั้งสแตน อิเล็กตรอนจะถูกปล่อยออกมาหลังจากผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวด เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมาก จึงต้องมีการดูดอากาศออกจากตัวกล้องให้เป็นสุญญากาศ เพื่อป้องกันการรบกวนของลำแสงอิเล็กตรอน และเพื่อป้องกันการเกิดการหักเห เนื่องมาจากการชนกันของมวลอากาศกับลำแสงอิเล็กตรอน ดังภาพประกอบ 2-5



ก. แบบส่องผ่าน

ข. แบบส่องกราด

ภาพประกอบ 2-5 เส้นทางเดินลำอิเล็กตรอนของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
(ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553 : 82)

ชนิดของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ในปัจจุบันกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมี 2 ชนิด

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope: TEM) เอิร์นสต์ รุสกา สร้างสำเร็จเป็นคนแรก ในปี ค.ศ.1932 ใช้ในการศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์โดยลำแสงอิเล็กตรอนจะส่องผ่านเซลล์ หรือวัตถุตัวอย่างที่ศึกษา ซึ่งต้องมีลักษณะบางเป็นพิเศษ ขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างที่ศึกษายุ่งยาก

หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องผ่าน

ลำแสงอิเล็กตรอนเกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าแรงสูง เข้าไปในขดลวดทังสเตน (Tungsten filament) ทำให้มีอิเล็กตรอนวิ่งออกมาจากส่วนปลายของ filament จากนั้นจะวิ่งตรงไปยังวัตถุ ซึ่งลำแสงอิเล็กตรอนที่วิ่งผ่านวัตถุจะวิ่งไปยังเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) และจะถูกขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้นโดย Objective lens สุดท้ายอิเล็กตรอนจะไปกระตุ้นโมเลกุลของซิงค์ซัลไฟด์ (Zinc sulfide) ที่ฉาบอยู่บนฉากรับภาพ (Fluorescence screen) ทำให้เกิดเป็นภาพ 2 มิติ โดยที่วัตถุที่มีค่าเลขอะตอม (Atomic number) มากนั้น ภาพที่ได้จะเห็นเป็นสีดำ ส่วนวัตถุที่มีค่าเลขอะตอมน้อย ภาพที่เห็นจะเป็นสีขาว

2. กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) เอ็ม วอน เอนเดนเน (M Von Andenne) สร้างเสร็จในปี ค.ศ. 1938 โดยใช้ศีกษาผิวของเซลล์หรือผิวของตัวอย่างวัตถุที่นำมาศึกษา โดยลำแสงอิเล็กตรอนจะส่องกราดไปบนผิวของวัตถุ ทำให้ได้ภาพซึ่งมีลักษณะเป็นภาพ 3 มิติ

หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

เกิดจากการที่ Primary electron วิ่งไปกระทบพื้นผิวของวัตถุ ทำให้มีการสะท้อนกลับของพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น back-scatter electron, รังสีเอ็กซ์ (X-ray) หรือ secondary electron เป็นต้น และในลำกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด จะมีตัวรับสัญญาณที่ทำหน้าที่รับและเปลี่ยน secondary electron ให้เป็นสัญญาณอิเล็กตรอน (electrical signal) แล้วส่งสัญญาณไปยังจอภาพ (Cathode ray tube) เพื่อทำให้เกิดภาพที่ตามองเห็นได้ โดยภาพที่ออกมานั้นจะมีลักษณะ 3 มิติ จากนั้นจะบันทึกภาพลง Photographic



ก.

ข.

ค.

ภาพประกอบ 2-6 ภาพถ่ายเซลล์เม็ดเลือดขาวของงูจางจากกล้องจุลทรรศน์แบบต่าง ๆ

ก. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเลนส์ประกอบ

ข. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

ค. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

(ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553 : 83)

ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

1. แขน (Arm) เป็นส่วนเชื่อมตัวลำกล้องกับฐาน ใช้เป็นที่จับเวลาเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์
2. ลำกล้อง (Body tube) เป็นส่วนที่ปลายด้านบนมีเลนส์ตา ส่วนปลายด้านล่างติดกับเลนส์วัตถุ ซึ่งติดกับแผ่นหมุนได้ เพื่อเปลี่ยนเลนส์ขนาดต่าง ๆ ติดอยู่กับจานหมุนที่เรียกว่า Revolving Nosepiece
3. ปุ่มปรับภาพหยาบ (Coarse adjustment) ทำหน้าที่ปรับภาพโดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ (เลื่อนลำกล้องหรือแท่นวางวัตถุขึ้นลง) เพื่อให้ให้เห็นภาพชัดเจน
4. ปุ่มปรับภาพละเอียด (Fine adjustment) ทำหน้าที่ปรับภาพ ทำให้ได้ภาพที่ชัดเจนมากขึ้น
5. เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) เป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้กับแผ่นสไลด์ หรือวัตถุ ปกติติดกับแป้นวงกลมซึ่งมีประมาณ 3-4 อัน แต่ละอันมีกำลังบอกเอาไว้ เช่น $\times 3.2$, $\times 4$, $\times 10$, $\times 40$ และ $\times 100$ เป็นต้น ภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุเป็นภาพจริงหัวกลับ
6. เลนส์ใกล้ตา (Eye piece) เป็นเลนส์ที่อยู่บนสุดของลำกล้อง โดยทั่วไปมีกำลังขยาย $10\times$ หรือ $15\times$ ทำหน้าที่ขยายภาพที่ได้จากเลนส์ใกล้วัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เกิดภาพที่ตาผู้ศึกษาสามารถมองเห็นได้ โดยภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนหัวกลับ
7. เลนส์รวมแสง (Condenser) ทำหน้าที่รวมแสงให้เข้มข้นเพื่อส่งไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา
8. กระจกเงา (Mirror) ทำหน้าที่สะท้อนแสงจากธรรมชาติหรือแสงจากหลอดไฟภายในห้องให้ส่องผ่านวัตถุโดยทั่วไปกระจกเงามี 2 ด้าน ด้านหนึ่งเป็นกระจกเงาเว้า อีกด้านเป็นกระจกเงาระนาบ สำหรับกล้องรุ่นใหม่จะใช้หลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งสะดวกและชัดเจนกว่า
9. ไดอะแฟรม (Diaphragm) อยู่ใต้เลนส์รวมแสงทำหน้าที่ปรับปริมาณแสงให้เข้าสู่เลนส์ในปริมาณที่ต้องการ
10. แท่นวางวัตถุ (Specimen Stage) เป็นแท่นใช้วางแผ่นสไลด์ที่ต้องการศึกษา
11. ที่หนีบสไลด์ (Stage Clip) ใช้หนีบสไลด์ให้ติดอยู่กับแท่นวางวัตถุ ในกล้องรุ่นใหม่จะมี Mechanical stage แทนเพื่อควบคุมการเลื่อนสไลด์ให้สะดวกยิ่งขึ้น
12. จานหมุน (Revolving nosepiece) ใช้หมุนเมื่อต้องการเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ



แขน



ปุ่มปรับภาพละเอียด



ปุ่มปรับภาพหยาบ



ลำกล้อง



จานหมุน



กระจกเงาและเลนส์รวมแสง



แท่นวางวัตถุ



ไดอะแฟรม



เลนส์ใกล้ตา



เลนส์ใกล้วัตถุ

ภาพประกอบ 2-7 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์
(ที่มา : Th.wikipedia.org/wiki/กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน)

มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมนุษย์ และกล้องจุลทรรศน์แบบต่างๆ ในการรับภาพของวัตถุที่มีขนาดต่างๆ กันได้ดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2-1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตามมนุษย์และกล้องจุลทรรศน์

ขนาดและหน่วยที่ใช้วัดขนาด	ประสิทธิภาพของตามมนุษย์ และกล้องจุลทรรศน์	ขนาดของตัวอย่างวัตถุ
1 เซนติเมตร = 1/100 เมตร = 10^{-2} เมตร หรือ 0.4 นิ้ว	ตามมนุษย์	3 เซนติเมตร ไข่แดงของไข่ไก่
1 มิลลิเมตร = 1/1,000 เมตร = 10^{-3} เมตร	กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	1 มิลลิเมตร ไข่กบ ไข่ปลา
1 ไมโครเมตร = 1/1,000,000 เมตร = 10^{-6} เมตร	กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	100 ไมโครเมตร ไข่ในนมลูกมนุษย์ 10-100 ไมโครเมตร เซลล์พืช 10-30 ไมโครเมตร เซลล์สัตว์ 2-10 ไมโครเมตร คลอโรพลาสต์ 1-5 ไมโครเมตร ไมโทคอนเดรีย 5 ไมโครเมตร Anabaena 1 ไมโครเมตร Escherichia coli
1 นาโนเมตร = 1/1,000,000,000 เมตร = 10^{-9} เมตร	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	100 นาโนเมตร ไวรัสขนาดใหญ่ 25 นาโนเมตร ไรโบโซม 7-10 นาโนเมตร ความหนาของเยื่อหุ้มเซลล์ 2 นาโนเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวคู่ของ DNA 0.1 นาโนเมตร อะตอมไฮโดรเจน

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 84)

3. เปรียบเทียบหลักการทำงานระหว่างกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ตาราง 2-2 เปรียบเทียบหลักการทำงานระหว่างกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ลักษณะที่ เปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
1. วัตถุประสงค์นำมา ศึกษา
2. แหล่งกำเนิด แสง
3. แสงที่ใช้
4. ชนิดของ เลนส์
5. กำลังขยาย
6. ขนาดของ วัตถุเล็กสุดที่ มองเห็น
7. อากาศในตัว กล้อง
8. ระบบหล่อ เย็น
9. การเกิดภาพ
10. การเห็น รายละเอียดของ ภาพ
11. ภาพที่ได้



ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสรุปความรู้จากการเรียนเป็นความรู้ของตนเองเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

เฉลยบัตรกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2
เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษา และปฏิบัติการทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วัตถุ/สาร	ภาพที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์	ลักษณะที่สังเกตเห็นได้
1. เส้นผม		เป็นเส้นสีดำ มีลักษณะผิวไม่เรียบ
2. น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ		มีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหลายชนิดเคลื่อนที่ไปมา

คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. ถ้าต้องการให้แสงส่องผ่านเข้าไปในลำกล้องจุลทรรศน์ได้เต็มที่ควรปฏิบัติอย่างไร

แนวตอบ ต้องปรับกระจกเงาได้แทนวางวัตถุ

2. การหาภาพของเส้นผม เมื่อวางสไลด์ลงบนแท่นวางวัตถุแล้วควรปฏิบัติอย่างไร

แนวตอบ 1. หมุนปุ่มปรับภาพหยวนจนเลนส์ใกล้วัตถุเลื่อนลงต่ำสุด โดยมองด้านข้างที่แท่นวางวัตถุ
2. มองผ่านเลนส์ใกล้ตาค่อยๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยวนขึ้นจนมองเห็นภาพของวัตถุ

3. เมื่อมองเห็นภาพของหยดน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติแล้ว ถ้าต้องการให้ภาพชัดเจนมากขึ้นและมองเห็นตำแหน่งที่เราสนใจควรปฏิบัติอย่างไร

แนวตอบ หมุนปุ่มปรับภาพละเอียดและเลื่อนแผ่นสไลด์ เพื่อให้มองเห็นวัตถุในตำแหน่งที่น่าสนใจ

4. ถ้าต้องการมองเห็นภาพในกล้องจุลทรรศน์มีขนาดใหญ่ขึ้น ควรปฏิบัติอย่างไร

แนวตอบ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงมาแทนที่ และปรับภาพโดยใช้ปุ่มปรับภาพละเอียด

5. หลังจากใช้กล้องจุลทรรศน์สังเกตลักษณะเส้นผมและสิ่งมีชีวิตในหยดน้ำธรรมชาติแล้ว ควรทำความสะอาดและเก็บกล้องจุลทรรศน์อย่างไร

แนวตอบ 1. ใช้ผ้าแห้งและนุ่มทำความสะอาดกล้อง

2. เชื้อบนที่หิ้งสไลด์ให้ขนานกัน

3. ปรับกระจกเงาให้อยู่ในแนวตั้งตั้งฉากกับตัวกล้อง

4. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่ำสุดให้ตรงกับลำกล้อง และเลื่อนให้อยู่ในระดับต่ำสุด.

6. ภาพเส้นผมที่ท่านเห็นจากกล้องจุลทรรศน์แตกต่างจากเส้นผมอย่างไร

แนวตอบ เห็นเส้นผมมีลักษณะผิวไม่เรียบ

7. ในหยดน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่หรือไม่ เพราะอะไร

แนวตอบ มีสิ่งมีชีวิต เพราะสิ่งมีชีวิตเคลื่อนที่ไปมา

สรุปผลการทดลอง

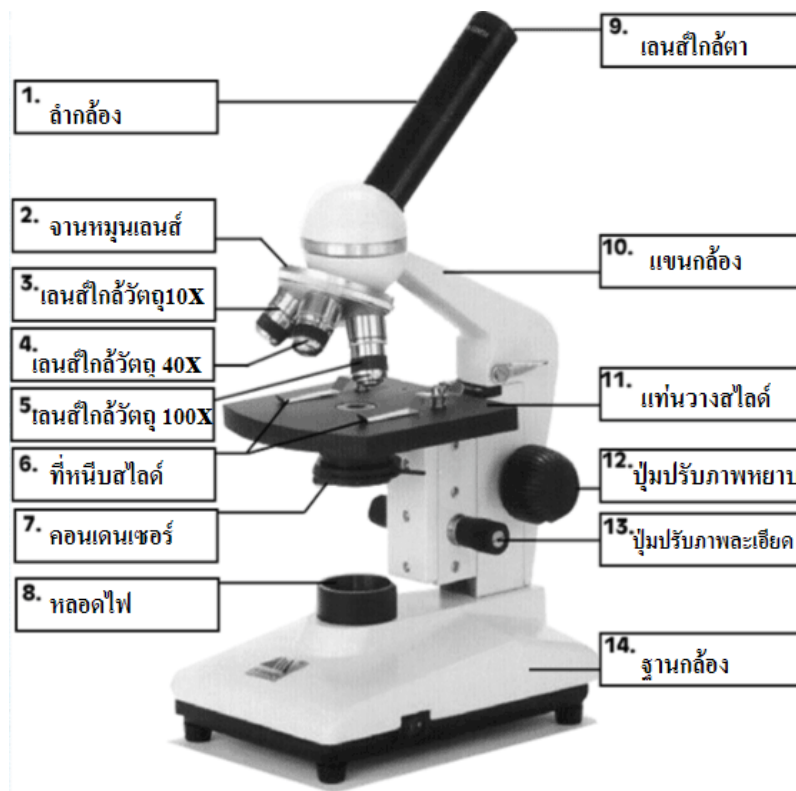
การใช้กล้องจุลทรรศน์ เริ่มจากตั้งกล้องให้ตรง หมุนเลนส์ใกล้วัตถุให้เลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุด อยู่ตรงกับแนวลำกล้อง เปิดหลอดไฟให้แสงผ่านเข้าลำกล้อง นำสไลด์ที่ต้องการศึกษา วางบนแท่นวาง สไลด์ในตำแหน่งที่ยึดได้ด้วยคลิปหนีบ และอยู่กึ่งกลางของช่องที่แสงผ่าน ตามองด้านข้างตัวกล้อง ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้ลำกล้องเลื่อนใกล้กับวัตถุมากที่สุด ตามองที่เลนส์ใกล้ตาผ่านลำกล้อง หมุนปุ่มปรับภาพหยาบช้า ๆ จนเห็นภาพ แล้วจึงค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพละเอียด เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้นถ้าต้องการภาพให้ขยายใหญ่ขึ้น ให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุ โดยเปลี่ยนเป็นเลนส์ที่มีกำลังขยาย สูงขึ้นตามลำดับ

เฉลยบัตรฝึกเสริมทักษะกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. เขียนส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์



อธิบายการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. การจับกล้อง ใช้มือหนึ่งจับที่แขนของกล้อง และใช้อีกมือหนึ่งรองรับที่ฐาน
2. ตั้งลำกล้องให้ตรงเสมอเพื่อป้องกันไม่ไห้ส่วนประกอบต่าง ๆ เลื่อนหลุดจาก ตำแหน่ง
3. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นเลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ในตำแหน่งแนวของลำกล้อง
4. ปรับกระจกเงา หรือเปิดไฟเพื่อให้แสงเข้าลำกล้องได้เต็มที่
5. นำแผ่นสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้อวัตถุอยู่บริเวณกึ่งกลางบริเวณที่แสงผ่าน
6. มองด้านข้างตามแนวระดับแท่นวางวัตถุ ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เลนส์ใกล้วัตถุเลื่อนลงมาอยู่ใกล้ ๆ กระจกปิดสไลด์ (แต่ต้องระวังไม่ให้เลนส์กับสไลด์สัมผัสกัน เพราะจะทำให้ทั้งคู่แตกหัก หรือเสียหายได้)
7. มองที่เลนส์ใกล้ตาค่อย ๆ ปรับปุ่มปรับภาพหยาบให้กล้องเลื่อนขึ้นช้า ๆ เพื่อหาระยะภาพ เมื่อได้ภาพแล้วให้หยุดหมุน ตรวจสอบดูแสงว่ามากหรือน้อยเกินไปหรือไม่ ให้ปรับไดอะแฟรมเพื่อให้ได้แสงที่พอเหมาะ

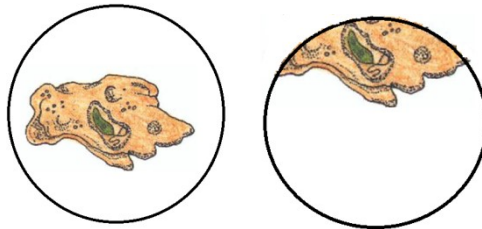
8. มองที่เลนส์ใกล้ตาหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้าวัตถุที่ศึกษาไม่อยู่ตรงกลางให้เลื่อนแผ่นสไลด์เล็กน้อยจนเห็นวัตถุอยู่ตรงกลางพอดี

9. ถ้าต้องการให้ภาพขยายใหญ่ขึ้นก็หมุนเลนส์อันที่กำลังขยายสูงขึ้นเข้าสู่แนวลำกล้อง แล้วปรับความคมชัดด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น

10. บันทึกกำลังขยายโดยหาได้จากผลคูณดังที่กล่าวไว้แล้ว

11. หลังจากใช้กล้องจุลทรรศน์แล้ว ให้ปรับกระจกเงาให้อยู่ในแนวตั้ง ตั้งฉากกับตัวกล้อง เลื่อนที่หนีบสไลด์ให้ตั้งฉากกับที่วางวัตถุ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นอันที่มีกำลังขยายต่ำสุดอยู่ในตำแหน่งของลำกล้อง และเลื่อนลำกล้องให้อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด เช็ดทำความสะอาดส่วนที่เป็นโลหะด้วยผ้านุ่มๆ และสะอาด แล้วจึงนำกล้องเข้าเก็บในตำแหน่งที่เก็บกล้อง

2. จากการศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นักเรียนจะเห็นภาพ ดังภาพ ก.



ก.

ข.

ถ้าใช้กำลังขยายสูงจะปรากฏภาพ ดังภาพ ข.

ถ้านักเรียนต้องการดูรายละเอียดให้ครบทุกส่วนนักเรียนจะต้องปฏิบัติอย่างไร

แนวตอบ ให้เลื่อนสไลด์เพื่อให้ภาพมาอยู่ตรงกลางของสนามภาพ (field of view).

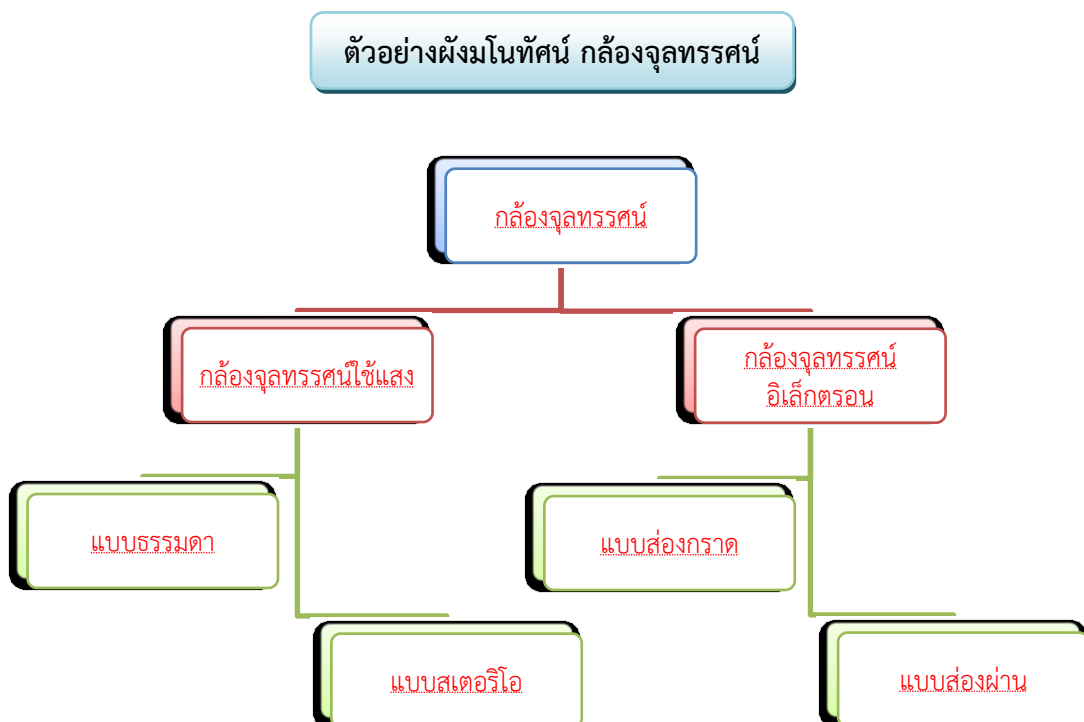
3. เปรียบเทียบหลักการทำงานระหว่างกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ตาราง 2-2 เปรียบเทียบหลักการทำงานระหว่างกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ลักษณะที่เปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
1. วัตถุที่นำมาศึกษา	วัตถุที่นำมาศึกษาอาจมีหรือไม่มีชีวิต	วัตถุที่นำมาศึกษาต้องเป็นวัตถุที่ไม่มีชีวิตและต้องปราศจากน้ำ
2. แหล่งกำเนิดแสง	ใช้แสงจากดวงอาทิตย์ หลอดไฟ	ใช้ลำอิเล็กตรอน
3. แสงที่ใช้	แสงสว่างในช่วงที่ตามองเห็นได้ (ม่วง - แดง) ความยาวคลื่น 4,000-7,000 อังสตรอม	ลำแสงอิเล็กตรอนความยาวคลื่นประมาณ 0.05 อังสตรอม
4. ชนิดของเลนส์	เลนส์แก้ว	เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า

ลักษณะที่เปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
5. กำลังขยาย	กำลังขยายสูงสุดประมาณ 1,000 เท่า	กำลังขยายสูงสุดประมาณ 500,000 เท่า
6. ขนาดของวัตถุเล็กสุดที่มองเห็น	0.2 ไมโครเมตร	0.0004 ไมโครเมตร
7. อากาศในตัวกล้อง	มีอากาศ	สุญญากาศ
8. ระบบหล่อเย็น	ไม่มี	มีเนื่องจากเกิดความร้อนมาก
9. การเกิดภาพ	เกิดภาพในลำกล้อง	เกิดภาพบนจอเรืองแสงหรือหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์
10. การเห็นรายละเอียดของภาพ	ใช้เลนส์นูนรวมแสงให้ตกลงบนวัตถุ	ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอนให้ตกลงวัตถุ
11. ภาพที่ได้	ภาพเสมือนหัวกลับดูได้จากเลนส์ตา	ภาพปรากฏบนจอรับภาพเรืองแสง

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสรุปความรู้จากการเรียนเป็นความรู้ของตนเองเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์



แบบทดสอบหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง แบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ นี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ก, ข, ค, ง จำนวน 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ถ้าต้องการศึกษาสิ่งที่มีมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นควรใช้อุปกรณ์ในข้อใด
 - ก. แว่นขยาย
 - ข. กล้องจุลทรรศน์
 - ค. กล้องโทรทรรศน์
 - ง. กล้องส่องทางไกล
2. กล้องจุลทรรศน์มีกี่แบบ
 - ก. 1 แบบ
 - ข. 2 แบบ
 - ค. 3 แบบ
 - ง. 4 แบบ
3. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้กล้องจุลทรรศน์
 - ก. การหาภาพต้องหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้ลำกล้องขึ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดก่อน แล้วจึงเลื่อนลง
 - ข. การเริ่มดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์ให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุอันที่มีกำลังขยายต่ำสุดมาอยู่ตรงลำกล้อง
 - ค. ถ้าต้องการเลื่อนภาพที่เห็นจากกล้องลงด้านล่างต้องเลื่อนแผ่นสไลด์ขึ้นด้านบน
 - ง. การปรับหาภาพให้หมุนปุ่มปรับภาพหยาบจนเห็นวัตถุ แล้วจึงหมุนปุ่มปรับภาพละเอียด
4. อุปกรณ์ในข้อใดเมื่อเลิกใช้กล้องจุลทรรศน์แล้วต้องถอดเก็บ
 - ก. เลนส์ใกล้วัตถุ
 - ข. เลนส์ใกล้ตา
 - ค. กระจกเงารับแสง
 - ง. ปุ่มปรับภาพหยาบ
5. ข้อใดเป็นส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่ทำหน้าที่แตกต่างจากข้ออื่น ๆ
 - ก. ที่หนีบสไลด์
 - ข. กระจกหรือหลอดไฟ
 - ค. ไดอะแฟรม
 - ง. เลนส์รวมแสง
6. ระหว่างกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงมีข้อได้เปรียบอย่างไร
 - ก. มีกำลังขยายมากกว่า
 - ข. มองเห็นวัตถุเป็นภาพสี
 - ค. ศึกษาเซลล์ขณะมีชีวิตได้
 - ง. มีกำลังขยายน้อยกว่า

7. กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายเลนส์ใกล้ตาเท่ากับ 10 เท่า และกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเท่ากับ 40 เท่า จะมีกำลังขยายรวมเท่ากับเท่าไร
 - ก. 4 เท่า
 - ข. 40 เท่า
 - ค. 400 เท่า
 - ง. 4,000 เท่า
8. ถ้านักเรียนจะศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงควรจมองภาพด้วยเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายเท่าไรเป็นลำดับแรก
 - ก. กำลังขยายต่ำ
 - ข. กำลังขยายปานกลาง
 - ค. กำลังขยายสูง
 - ง. กำลังขยายเท่าไรก็ได้
9. ถ้านักเรียนต้องการศึกษารายละเอียดของพื้นผิวหรือโครงสร้างภายนอกของวัตถุ ควรเลือกใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใด
 - ก. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา
 - ข. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเชิงประกอบ
 - ค. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน
 - ง. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
10. ข้อใดเป็นข้อจำกัดของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
 - ก. ต้องมีระบบหล่อเย็นเพราะมีความร้อนมาก
 - ข. การเตรียมตัวอย่างมากต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ
 - ค. ใช้ได้เฉพาะในท้องที่เก็บกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเท่านั้น
 - ง. ถูกต้องทุกข้อ

กระดาษคำตอบการทดสอบหลังเรียน

คะแนน	
ได้	
เต็ม	10

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					6				
2					7				
3					8				
4					9				
5					10				

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่	ตัวเลือก
1	ก
2	ค
3	ข
4	ก
5	ข
6	ง
7	ง
8	ค
9	ง
10	ง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	ตัวเลือก
1	ข
2	ข
3	ก
4	ข
5	ก
6	ก
7	ค
8	ก
9	ง
10	ง