

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เพราะเหตุใดจึงกล่าวว่าเซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- ก. เพราะทำหน้าที่รองรับส่วนอื่น ข. เพราะเป็นหน่วยของสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุด
ค. เพราะเป็นต้นกำเนิดของชีวิต ง. เพราะเป็นสิ่งที่แรกที่ถูกค้นพบ
2. ถ้าเราต้องการดูสิ่งที่เล็กมากๆ เราจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดจึงจะเหมาะสม
- ก. กล้องโทรทรรศน์ ข. กล้องส่องทางไกล
ค. กล้องจุลทรรศน์ ง. แว่นขยาย



จากรูปให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 3-5

3. จากภาพ ถ้าจะต้องดูเซลล์สิ่งมีชีวิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจะต้องใช้หมายเลขใด มีชื่อเรียกว่าอะไร
- ก. หมายเลข 1 เลนส์ใกล้ตา ข. หมายเลข 2 เลนส์ใกล้วัตถุ
ค. หมายเลข 3 แท่นวางวัตถุ ง. หมายเลข 4 ปุ่มปรับภาพหยาบ
4. จากภาพ ในการส่องดูเซลล์สิ่งมีชีวิตถ้าจะปรับภาพให้ชัดจนควรใช้หมายเลขใด มีชื่อเรียกว่าอะไร
- ก. หมายเลข 1 เลนส์ใกล้ตา ข. หมายเลข 2 เลนส์ใกล้วัตถุ
ค. หมายเลข 3 แท่นวางวัตถุ ง. หมายเลข 4 ปุ่มปรับภาพหยาบ



5. เมื่อจะใช้กล้องจุลทรรศน์นักเรียนจะวางแผ่นสไลด์ไว้ที่ส่วนประกอบหมายเลขใด มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. หมายเลข 1 เลนส์ใกล้ตา

ข. หมายเลข 2 เลนส์ใกล้วัตถุ

ค. หมายเลข 3 แท่นวางวัตถุ

ง. หมายเลข 4 ปุ่มปรับภาพหยาบ

6. เมื่อนำเอาเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40X และเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 10X ตรวจดูวัตถุจะสามารถขยายวัตถุได้เท่าใด

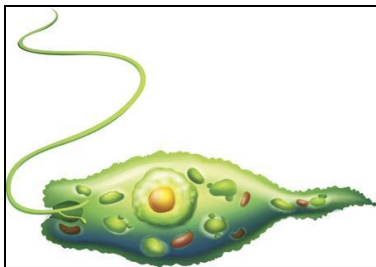
ก. 100 เท่า

ข. 200 เท่า

ค. 300 เท่า

ง. 400 เท่า

7.



จากรูป เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีชื่อว่าอย่างไร

ก. พารามีเซียม

ข. ยูกลีนา

ค. อะมีบา

ง. วอลวอกซ์

8. เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีส่วนประกอบพื้นฐานเหมือนกันตามข้อใด

ก. ผนังเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส

ข. เยื่อหุ้มเซลล์ โครโมโซม นิวเคลียส

ค. เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส

ง. ผนังเซลล์ โครโมโซม เยื่อหุ้มเซลล์

9.

ส่วนประกอบของเซลล์		หน้าที่
1.	เยื่อหุ้มเซลล์	เป็นเยื่อเลือกผ่าน
2.	ไซโทพลาซึม	แหล่งสร้างพลังงานแก่เซลล์
3.	คลอโรพลาสต์	ผลิตคลอโรฟิลล์

ข้อใดระบุหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์ไม่ถูกต้อง

ก. 1, 3

ข. 1, 2

ค. 3

ง. 2

10. ส่วนประกอบของเซลล์พืชส่วนใดที่ทำหน้าที่คล้ายยามี

ก. ผนังเซลล์

ข. เยื่อหุ้มเซลล์

ค. ไซโทพลาซึม

ง. นิวเคลียส



สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สังเกตและอธิบายรูปร่าง ลักษณะของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (มฐ. ว 1.1 ตัวชี้วัดข้อ 1)

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ (มฐ. ว 8.1 ตัวชี้วัดข้อ 1)

รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ (มฐ. ว 8.1 ตัวชี้วัดข้อ 4)



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)
 - 1.1 อธิบายลักษณะและรูปร่างของเซลล์สิ่งมีชีวิตได้
 - 1.2 อธิบายวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)
 - 2.1 ทดลอง สังเกตผลการทดลอง บันทึกผล และรายงานผลการทดลอง
เรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้
3. ด้านคุณลักษณะ (A)
 - 3.1 นักเรียนมีวินัย
 - 3.2 นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้
 - 3.3 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระสำคัญ

“เซลล์” เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต คือโครงสร้างที่เล็กที่สุดที่สามารถทำให้เกิดกระบวนการพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตได้

รูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

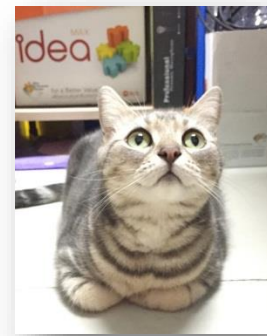
กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า



กิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement)

นักเรียนคะ วันนี้ครูมีตัวอย่างสิ่งมีชีวิตมาให้ดู
นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เห็น
คืออะไร และมีลักษณะอย่างไร



ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต

ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ

ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม



ทราบค่ะ เรียกว่า แมว

ใช่ค่ะ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตคือ แมวซึ่งเป็นสัตว์หลายเซลล์
สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่มีสัตว์บางชนิด
ที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องใช้
กล้องจุลทรรศน์ส่องดู วันนี้เราจะมาศึกษาเรื่องเซลล์
และการใช้กล้องจุลทรรศน์นะคะ



ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration)



สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดเรียกว่า “เซลล์”
ในสิ่งมีชีวิตจำพวกพืชและสัตว์ล้วนเกิดขึ้นจากเซลล์
เชื่อมต่อกันเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ ภายในเซลล์

เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องเซลล์ได้ดียิ่งขึ้น
ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมโดย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม
เพื่อสืบค้นข้อมูล ดังนี้คือ
กลุ่มที่ 1 สืบค้นเรื่องความหมายของเซลล์
กลุ่มที่ 2 สืบค้นข้อมูลเรื่องลักษณะและรูปร่าง
ของเซลล์สิ่งมีชีวิต

แล้วนำข้อมูลมาอภิปรายหน้าชั้นเรียนค่ะ



ภาพที่ 1.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูล
ที่มา : นางสาววรรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

กลุ่มที่ 1 รายงานการสืบค้นข้อมูล



ภาพที่ 1.4 นักเรียนรายงานความหมายของเซลล์
ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม



ภาพที่ 1.3 นักเรียนสืบค้นข้อมูล
ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

ก่อนอื่นเรามารู้เรื่องความหมายของเซลล์ก่อน นะคะ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เล็กที่สุด เรียกว่า “เซลล์” (cell) โดยโรเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ค้นพบเซลล์ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องเล็กๆ คล้ายรังผึ้งในจุกคอร์กด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายต่ำจึงถือว่าเป็นผู้ค้นพบเซลล์เป็นคนแรก

นักสัตวศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ ชวันน์ (Schwann) และ นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ ชไลเดน (Schleiden) ได้ร่วมกันตั้ง ทฤษฎีเซลล์ (cell theory) ซึ่งกล่าวว่า “สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์ เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด”

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีโครงสร้างเหมือนกัน คือประกอบด้วยเซลล์ซึ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานคล้ายกัน คือ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส

กลุ่มที่ 2 รายงานการสืบค้นข้อมูล

ลักษณะและรูปร่างของเซลล์สิ่งมีชีวิต มีลักษณะ
ดังแตกต่างกันต่อไปนี้ ครับ

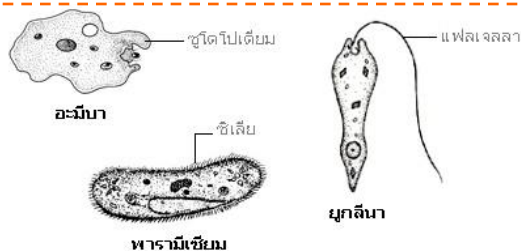


ภาพที่ 15 นักเรียนสืบค้นข้อมูล
ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม



ภาพที่ 16 นักเรียนรายงานลักษณะและรูปร่างของ
เซลล์สิ่งมีชีวิต
ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

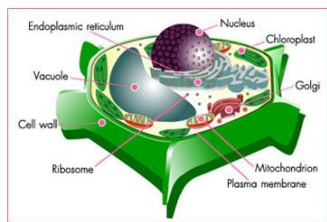
เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีส่วนประกอบเพียง 1 เซลล์
เซลล์มีรูปร่างและโครงสร้างไม่ซับซ้อน และทำหน้าที่ดำเนินกิจกรรมทั้งหมดในการดำรงชีวิต
ภายในเซลล์เพียงเซลล์เดียว เช่น การย่อยอาหาร การสืบพันธุ์ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมี
ทั้งพืชและสัตว์ เช่น อะมีบา พารามีเซียม ยูกลีนา



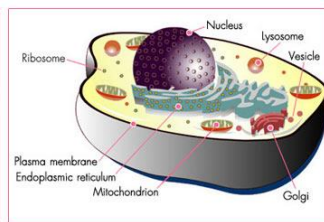
ภาพที่ 1.7 ภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com>



เซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีส่วนประกอบมากกว่า 1 เซลล์ ประกอบกันเป็นสิ่งมีชีวิต โดยแต่ละเซลล์ทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น เซลล์พืช เซลล์สัตว์



โครงสร้างของเซลล์พืช

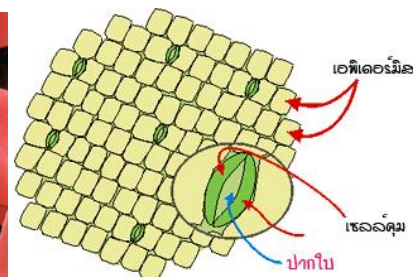


โครงสร้างของเซลล์สัตว์

ภาพที่ 18 ภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com>

เซลล์ที่มีลักษณะคล้ายกันหรือเป็นเซลล์ชนิดเดียวกันมาอยู่ด้วยกัน ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เรียกกุ่มเซลล์เหล่านี้ว่า เนื้อเยื่อ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์คุม เป็นต้น



ภาพที่ 19 ภาพสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com>



จากที่นักเรียนสืบค้น เรื่องความหมายของเซลล์ ลักษณะและรูปร่างของเซลล์สิ่งมีชีวิต ไปแล้ว กิจกรรมต่อไป ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่อง ส่วนประกอบกล้องจุลทรรศน์ วิธีการใช้ และการรักษา กล้องจุลทรรศน์

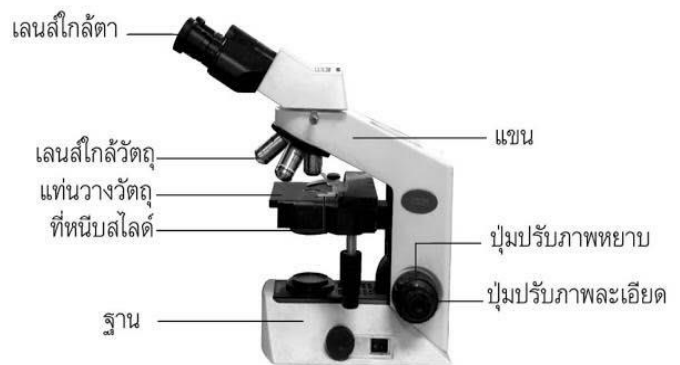


ภาพที่ 1.10 นักเรียนอธิบายส่วนประกอบ
กล้องจุลทรรศน์

ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ

ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

จากการสืบค้นข้อมูลกล้องจุลทรรศน์ มีส่วนประกอบ
ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1.11 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ

ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

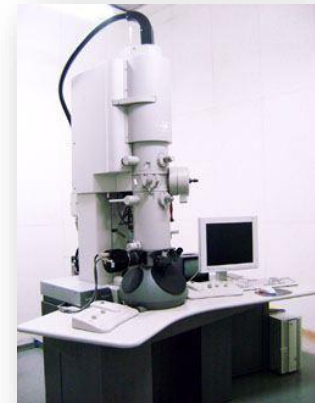
กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง จะช่วยขยายภาพวัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อแสงส่องผ่าน
ไปยังวัตถุ ก็จะสามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ แต่วัตถุที่นำมาส่องจะต้องมีลักษณะบางมาก
ส่วนประกอบแต่ละส่วนมีหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

1. เลนส์ใกล้ตา หน้าที่ ขยายภาพที่ได้จากเลนส์ใกล้วัตถุ
2. เลนส์ใกล้วัตถุ หน้าที่ ขยายภาพของวัตถุ
3. แท่นวางวัตถุ หน้าที่ ใช้วางสไลด์ตัวอย่างที่ต้องการศึกษา
4. ที่หนีบสไลด์ หน้าที่ ป้องกันไม่ให้แผ่นสไลด์เลื่อนหลุดจากแท่นวางวัตถุ
5. ฐานกล้อง หน้าที่ รองรับน้ำหนักของตัวกล้อง
6. แขนกล้อง หน้าที่ ใช้เป็นที่จับเพื่อเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์
7. ปุ่มปรับภาพหยาบ หน้าที่ ปรับภาพโดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ
ซึ่งใช้ปรับหาภาพของวัตถุ
8. ปุ่มปรับภาพละเอียด หน้าที่ ปรับความคมชัดของภาพ



กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ จะช่วยขยายภาพวัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อแสงส่องผ่านไปยังวัตถุ ก็จะสามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ แต่วัตถุที่นำมาส่องจะต้องไม่มีชีวิต และภาพที่เห็นจะเป็นภาพ 3 มิติ

ภาพที่ 1.12 กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
ที่มา : <http://shodensha.co.th/products/stereo-microscope/>



กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ใช้ศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์โดยลำแสงอิเล็กตรอน จะส่องผ่านเซลล์ ตัวอย่างที่จะนำมาศึกษาต้องมีการเตรียมกันพิเศษ และบางมากและมีขนาดเล็กมาก เช่น ไวรัส และไวรอยด์

ภาพที่ 1.13 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : <https://sites.google.com/microscope-came>

วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

1. ตั้งตัวกล้องให้ตรง และหมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้ตรงกับลำกล้อง
2. ปิดหลอดไฟให้แสงผ่านลำกล้อง
3. นำสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้วัตถุอยู่กลางบริเวณที่แสงผ่าน แล้วค่อยๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ให้ลำกล้องเลื่อนมาอยู่ใกล้วัตถุที่จะศึกษาให้มากที่สุด
4. มองผ่านเลนส์ใกล้ตาตามลำกล้อง พร้อมกับหมุนปุ่มปรับภาพอย่างหยาบๆ จนเห็นภาพ
5. ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น

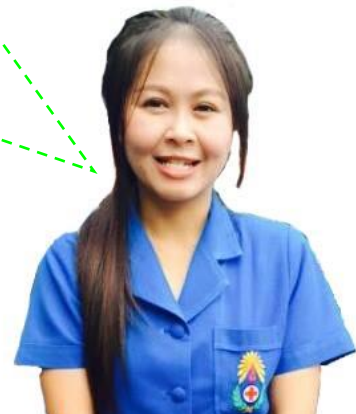


วิธีการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

1. ใช้ผ้าที่สะอาดและแห้งเช็ดทำความสะอาดส่วนที่เป็นโลหะ
2. สำหรับส่วนที่เป็นเลนส์และกระจก ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น
3. เลื่อนที่หนีบสไลด์ให้ตั้งฉากกับตัวกล้อง
4. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ในแนวลำกล้องแล้วเลื่อนให้อยู่ในระดับที่ต่ำสุด
5. ปรับกระจกเงาให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น
6. ใช้ผ้าคลุมไว้เมื่อเลิกใช้งาน
7. อย่าเก็บกล้องไว้ในที่ชื้นเพราะจะทำให้เลนส์ขึ้นรา

จากที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลและรายงาน
เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ การใช้
กล้องจุลทรรศน์ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์
แบบใช้แสง

ลำดับต่อไปเรามาทำการทดลอง
ตามใบกิจกรรม เรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์
แบบใช้แสง กันนะคะ



กิจกรรมที่ 1 ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร

.....
.....

2. กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการมองเห็นวัตถุอย่างไร

.....
.....

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
2. แผ่นสไลด์ถาวร
3. สไลด์สดจากพืช

วิธีทำกิจกรรม



ภาพที่ 1.14 เสียบปลั๊ก เปิดไฟกล้องจุลทรรศน์

ที่มา : นางสาววรารัตน์ ช่างคำ

ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม



ภาพที่ 1.15 วางสไลด์ที่แท่นวางวัตถุ ใช้เลนส์ใกล้วัตถุ 10x

เป็นเลนส์แรกเพื่อหาภาพที่ชัดเจน

ที่มา : นางสาววรารัตน์ ช่างคำ

ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม



ภาพที่ 1.16 มองผ่านเลนส์ใกล้ตา ด้วยตาทั้งสองข้าง
ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม



ภาพที่ 1.17 ปรับปุ่มปรับภาพหายบ
ที่มา : นางสาววรรัตน์ ช่างคำ
ถ่ายที่ : โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

บันทึกผลกิจกรรม

ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	ลักษณะภาพที่สังเกตได้
แผ่นสไลด์ถาวรเซลล์เม็ดเลือดแดงคน	
แผ่นสไลด์สดเซลล์สาหร่ายหางกระรอก	
แผ่นสไลด์สดเซลล์วุ้นกาบหอย	



คำถามหลังกิจกรรม

1. ควรใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายเท่าใดมาใช้ก่อนขณะเริ่มต้นใช้งานกล้องจุลทรรศน์
.....
2. การส่องดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์จะหมุนปรับปุ่มภาพหยาบหรือปุ่มปรับภาพละเอียดก่อน
.....
3. หากเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุจาก 10x เป็น 40x ปุ่มปรับภาพที่ใช้ได้คือปุ่มปรับภาพใด เพราะเหตุใด
.....

สรุปผลกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

แนวตอบกิจกรรมที่ 1
ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์
คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร

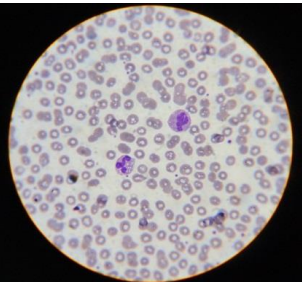
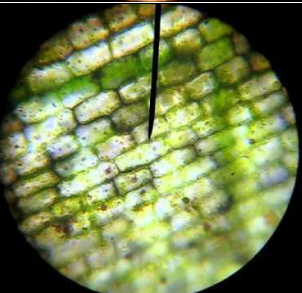
ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

2. กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการมองเห็นวัตถุอย่างไร

ช่วยขยายภาพวัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และทำให้มองเห็นวัตถุขนาดเล็กที่ไม่สามารถ

มองเห็นด้วยตาเปล่า

บันทึกผลกิจกรรม

ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	ลักษณะภาพที่สังเกตได้
แผ่นสไลด์ถาวรเซลล์เม็ดเลือดแดงคน	
แผ่นสไลด์สดเซลล์สาหร่ายหางกระรอก	
แผ่นสไลด์สดเซลล์วุ้นกาบหอย	

คำถามหลังกิจกรรม

1. ควรใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายเท่าใดมา使用前ขณะเริ่มต้นใช้งานกล้องจุลทรรศน์
ใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่ำที่สุด คือ 10x
2. การส่องดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์จะหมุนปรับปุ่มภาพหยาบหรือปุ่มปรับภาพละเอียดก่อน
ปุ่มปรับภาพหยาบ
3. หากเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุจาก 10x เป็น 40x ปุ่มปรับภาพที่ใช้ได้คือปุ่มปรับภาพใด เพราะเหตุใด
ปุ่มปรับภาพละเอียด เพราะ จะปรับภาพให้ภาพชัดเจนยิ่งขึ้น หากใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ
เมื่อมีการเปลี่ยนเลนส์จะทำให้ภาพที่ชัดเจนหายไป จะต้องแก้ไขโดยการหาภาพที่
กำลังขยายต่ำสุดใหม่อีกครั้ง

สรุปผลกิจกรรม

กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดภาพของสิ่งที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะ
มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์พืช เซลล์สัตว์

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation)



นักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว
มาร่วมอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการทำ
กิจกรรม เรื่อง ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

สรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เล็กที่สุด เรียกว่า “เซลล์” (cell) โดย สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีส่วนประกอบเพียงเซลล์เดียว กิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับการดำรงชีวิตเกิดขึ้นภายในเซลล์เดียว ส่วนสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีส่วนประกอบเซลล์หลายเซลล์มารวมกันเพื่อทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เนื่องจากเซลล์บางเซลล์มีขนาดเล็กมาก จึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงต้องใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์ ในการศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์

จากการทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ สรุปได้ว่า กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดภาพของสิ่งที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์พืช เซลล์สัตว์

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration)

ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

เซลล์ (cell) คือ หน่วยย่อยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ถึงแม้อะตอมหรือโมเลกุลจะเป็นหน่วยย่อยที่เล็กกว่าแต่ยังขาดคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตไปนั้นก็คือความสามารถในการเพิ่มจำนวนนั่นเอง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบขึ้นจากเซลล์(ยกเว้นไวรัสและไวรอยด์) อาจมีตั้งแต่หนึ่งเซลล์ไปจนถึงหลายล้านเซลล์ โดยเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ก็สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้ มีการสร้างและใช้พลังงาน รวมไปถึงการสืบพันธุ์เพิ่มจำนวน

ชไลเดน และชวานน์ (Schleiden and Schwann) ได้เสนอทฤษฎีเซลล์ (Cell theory) ไว้ว่า

1. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบขึ้นจากเซลล์
2. เซลล์เป็นหน่วยย่อยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
3. เซลล์ทุกเซลล์จะต้องมาจากเซลล์ที่มีอยู่ก่อนแล้วโดยผ่านการแบ่งเซลล์

ในปี ค.ศ. 1665 โรเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ (Compound microscope) เขาได้ใช้กล้องส่องดูชิ้นไม้คอร์กที่ผ่านบางๆ และพบว่าไม้คอร์กประกอบด้วยช่องเล็กๆ จำนวนมาก เขาเรียกช่องเล็กๆ นั้นว่า เซลล์ (cell แปลว่า ห้องว่าง)



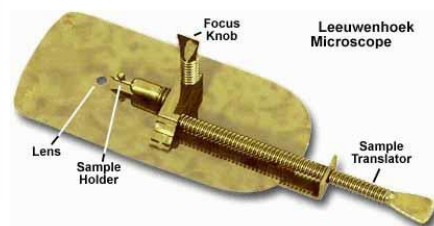
ภาพที่ 1.18 โรเบิร์ต ฮุก เป็นผู้ค้นพบเซลล์เป็นคนแรก

ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com>

ในปี ค.ศ. 1672 อันโตนิ วาน เลเวนฮุค (Antoni van Leeuwenhoek) ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เลนส์เดียวที่มีกำลังขยายสูงถึง 300 เท่า ได้เป็นคนแรกได้ชื่อว่าเป็น “บิดาแห่งจุลชีววิทยา” และถือว่าเป็นนักจุลชีววิทยาคนแรก เขามีชื่อเสียงจากการพัฒนากล้องจุลทรรศน์ และมีส่วนสำคัญในการก่อตั้งสาขาวิชาจุลชีววิทยา เขาเป็นคนแรกที่สังเกตเห็นและสามารถบรรยายองค์ประกอบของเซลล์โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์ของเขาที่สร้างขึ้นด้วยมือ นอกจากนี้เขายังเป็นคนแรกที่บันทึกผลสังเกตเส้นใยของกล้ามเนื้อ แบคทีเรีย, เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยเป็นผู้ค้นพบเซลล์จุลินทรีย์



ภาพที่ 1.19 อันโตนิ วาน เลเวนฮุค
ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com>



ภาพที่ 1.20 กล้องจุลทรรศน์เลนส์เดียว
ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com>

การหากำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

กำลังขยายกล้องจุลทรรศน์ = กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา X กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

ตัวอย่าง เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุ A โดยใช้เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 10 เท่า (10x)

และเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100 เท่า (100x) ภาพของวัตถุ A จะมีกำลังขยายกี่เท่า

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังขยายกล้องจุลทรรศน์} &= \text{กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา} \times \text{กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ} \\
 &= 10 \times 100 \\
 &= 1,000 \text{ เท่า}
 \end{aligned}$$

ตอบ ภาพของวัตถุ A มีกำลังขยาย 1,000 เท่า

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation)

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์
เพื่อประเมินว่าตัวเองเข้าใจในเรื่องนี้นักน้อย เพียงใดนะคะ



แบบฝึกหัดที่ 1.1 เรื่อง ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วพิจารณา เพื่อทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่คิดว่าถูกต้อง
และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่คิดว่าไม่ถูกต้อง



- ☐ 1. หน่วยเล็กที่สุดของพืชและของสิ่งมีชีวิต เซลล์
- ☐ 2. รอเบิร์ต ฮุก คือผู้ที่ค้นพบเซลล์เป็นคนแรก
- ☐ 3. เครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดภาพของสิ่งที่มีขนาดเล็ก คือ กล้องโทรทรรศน์
- ☐ 4. โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ คือ เยื่อหุ้มเซลล์ คลอโรพลาสต์ และนิวเคลียส
- ☐ 5. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีส่วนประกอบเพียง 1 เซลล์ ดำเนินกิจกรรมภายในเซลล์เพียงเซลล์เดียว
- ☐ 6. กล้องจุลทรรศน์จะช่วยขยายภาพวัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ☐ 7. การใช้งานกล้องจุลทรรศน์จะใช้เลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุดเป็นเลนส์แรก
- ☐ 8. ปุ่มปรับภาพละเอียดใช้หมุนปรับภาพของวัตถุก่อนใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ
- ☐ 9. เลนส์ใกล้ตาของกล้องจุลทรรศน์ทำมาจากเลนส์เว้า
- ☐ 10. การมองภาพในกล้องจุลทรรศน์ควรลืมหันทั้งสองข้าง

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

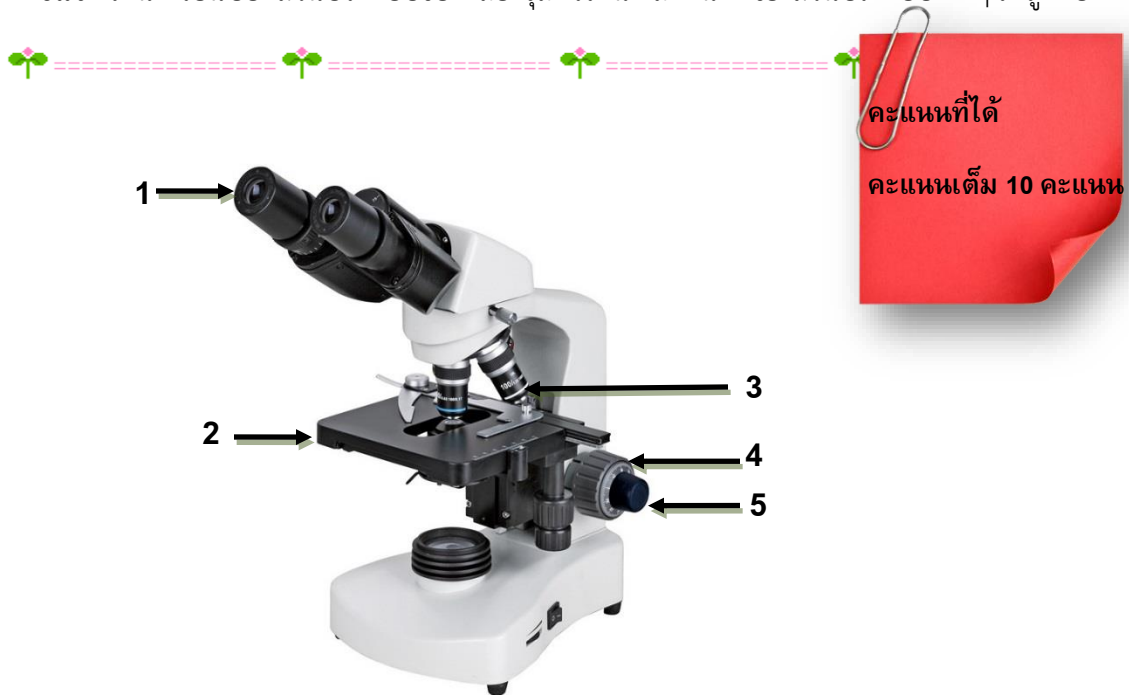
แนวตอบแบบฝึกหัดที่ 1.2 เรื่อง ศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วพิจารณา เพื่อทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่คิดว่าถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่คิดว่าไม่ถูกต้อง

- คะแนนที่ได้
คะแนนเต็ม 10 คะแนน
- ☒ 1. หน่วยเล็กที่สุดของพืชและของสิ่งมีชีวิต เซลล์
 - ☒ 2. รอเบิร์ต ฮุก คือผู้ที่ค้นพบเซลล์เป็นคนแรก
 - ☐ 3. เครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดภาพของสิ่งที่มีขนาดเล็ก คือ กล้องโทรทรรศน์
 - ☐ 4. โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ คือ เยื่อหุ้มเซลล์ คลอโรพลาสต์ และนิวเคลียส
 - ☒ 5. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีส่วนประกอบเพียง 1 เซลล์ ดำเนินกิจกรรมภายในเซลล์เพียงเซลล์เดียว
 - ☒ 6. กล้องจุลทรรศน์จะช่วยขยายภาพวัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
 - ☒ 7. การใช้งานกล้องจุลทรรศน์จะใช้เลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุดเป็นเลนส์แรก
 - ☐ 8. ปุ่มปรับภาพละเอียดใช้หมุนปรับภาพของวัตถุก่อนใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ
 - ☐ 9. เลนส์ใกล้ตาของกล้องจุลทรรศน์ทำมาจากเลนส์เว้า
 - ☒ 10. การมองภาพในกล้องจุลทรรศน์ควรลืมตาทั้งสองข้าง

แบบฝึกหัดที่ 1.2 เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

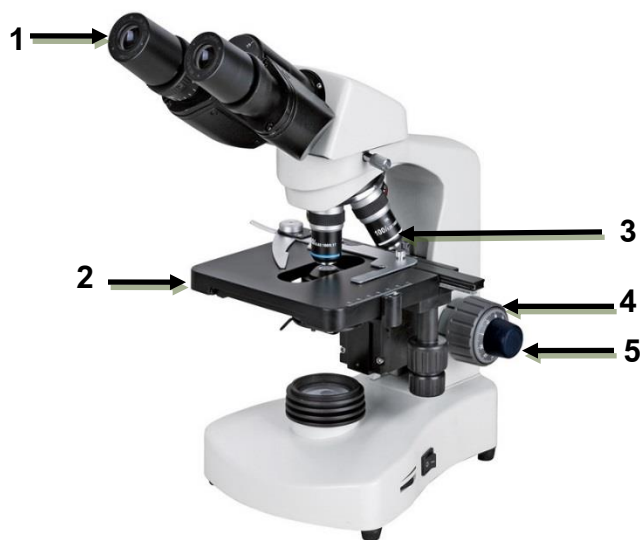
คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ และหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ ให้ถูกต้อง



ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์	หน้าที่
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

แนวตอบแบบฝึกหัดที่ 1.2 เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ และหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ ให้ถูกต้อง



คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์	หน้าที่
1. เลนส์ใกล้ตา	ขยายภาพที่ได้จากเลนส์ใกล้วัตถุ
2. แท่นวางวัตถุ	ใช้วางสไลด์ตัวอย่างที่ต้องการศึกษา
3. เลนส์ใกล้วัตถุ	ขยายภาพของวัตถุ
4. ปุ่มปรับภาพหยาบ	ปรับภาพโดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งใช้ปรับภาพของวัตถุ
5. ปุ่มปรับภาพละเอียด	ปรับความคมชัดของภาพ

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ถ้าเราต้องการดูสิ่งที่เล็กมากๆ เราจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดจึงจะเหมาะสม
 - ก. กล้องโทรทรรศน์
 - ข. กล้องส่องทางไกล
 - ค. กล้องจุลทรรศน์
 - ง. แว่นขยาย
2. เพราะเหตุใดจึงกล่าวว่าเซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
 - ก. เพราะทำหน้าที่รองรับส่วนอื่น
 - ข. เพราะเป็นหน่วยของสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุด
 - ค. เพราะเป็นต้นกำเนิดของชีวิต
 - ง. เพราะเป็นสิ่งที่ถูกค้นพบ



จากรูปให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 3-5

3. จากภาพ ถ้าจะต้องดูเซลล์สิ่งมีชีวิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจะต้องใช้หมายเลขใด มีชื่อเรียกว่าอะไร
 - ก. หมายเลข 1 เลนส์ใกล้ตา
 - ข. หมายเลข 2 เลนส์ใกล้วัตถุ
 - ค. หมายเลข 3 แท่นวางวัตถุ
 - ง. หมายเลข 4 ปุ่มปรับภาพหยาบ
4. จากภาพ ในการส่องดูเซลล์สิ่งมีชีวิตถ้าจะปรับภาพให้ชัดเจนควรใช้หมายเลขใด มีชื่อเรียกว่าอะไร
 - ก. หมายเลข 1 เลนส์ใกล้ตา
 - ข. หมายเลข 2 เลนส์ใกล้วัตถุ
 - ค. หมายเลข 3 แท่นวางวัตถุ
 - ง. หมายเลข 4 ปุ่มปรับภาพหยาบ

5. เมื่อจะใช้กล้องจุลทรรศน์นักเรียนจะวางแผ่นสไลด์ไว้ที่ส่วนประกอบหมายเลขใด มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. หมายเลข 1 เลนส์ใกล้ตา

ข. หมายเลข 2 เลนส์ใกล้วัตถุ

ค. หมายเลข 3 แท่นวางวัตถุ

ง. หมายเลข 4 ปุ่มปรับภาพหยาบ

6. ส่วนประกอบของเซลล์พืชส่วนใดที่ทำหน้าที่คล้ายยาม

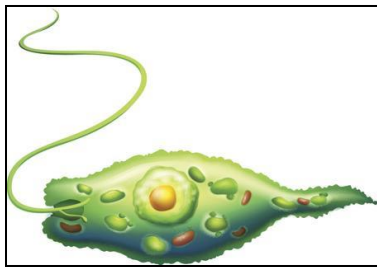
ก. ผนังเซลล์

ข. เยื่อหุ้มเซลล์

ค. ไซโทพลาซึม

ง. นิวเคลียส

7.



จากรูป เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีชื่อว่าอย่างไร

ก. พารามีเซียม

ข. ยูกลีนา

ค. อะมีบา

ง. วอลวอกซ์

8. เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีส่วนประกอบพื้นฐานเหมือนกันตามข้อใด

ก. ผนังเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส

ข. เยื่อหุ้มเซลล์ โครโมโซม นิวเคลียส

ค. เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส

ง. ผนังเซลล์ โครโมโซม เยื่อหุ้มเซลล์

9. เมื่อนำเอาเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40X และเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 10X ตรวจดูวัตถุจะสามารถขยายวัตถุได้เท่าใด

ก. 100 เท่า

ข. 200 เท่า

ค. 300 เท่า

ง. 400 เท่า

10.

ส่วนประกอบของเซลล์		หน้าที่
1.	เยื่อหุ้มเซลล์	เป็นเยื่อเลือกผ่าน
2.	ไซโทพลาซึม	แหล่งสร้างพลังงานแก่เซลล์
3.	คลอโรพลาสต์	ผลิตคลอโรฟิลล์

ข้อใดระบุหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์ไม่ถูกต้อง

ก. 1, 3

ข. 1, 2

ค. 3

ง. 2



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

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

คะแนนเต็ม	ทำได้
10 คะแนน	

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

คะแนนเต็ม	ทำได้
10 คะแนน	

ผู้ได้นะคะ....น้องเชียรอยู่





เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

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

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

คะแนนสอบหลังเรียนเป็นอย่างไรบ้างคะ
ถ้ายังไม่ผ่าน... ลองกลับไปทำกิจกรรมใหม่อีกรอบนะคะ



แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

ชุดกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต
ชุดที่ 1 เรื่องศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ก่อนเรียน	10	

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
หลังเรียน	10	

แบบฝึกทักษะที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป
1.1	10		☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
1.2	10		☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

นักเรียนบันทึกคะแนนการทำแบบทดสอบ
และแบบฝึกทักษะลงในช่อง “คะแนนที่ได้”

พร้อมทั้งประเมินการผ่านเกณฑ์ 80% ด้วยนะคะ
โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องที่กำหนดให้



บรรณานุกรม

- ถนัด ศรีบุญเรืองและคณะ. วิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์, 2547.
- บัญชา แสนทวี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ม. 1 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช จำกัด, 2547.
- บัญชา แสนทวีและคณะ. หนังสือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ม. 1 เล่ม 1. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช จำกัด, 2547.
- ประดับ นาคแก้ว. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.1.กรุงเทพฯ: แม็ค, 2551.
- ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต. คู่มือ-เตรียมสอบวิทยาศาสตร์ ม. 1.กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิตการพิมพ์ จำกัด, 2537.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ม. 1. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ จำกัด, 2547.
- ยุพา วรยศ. วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์, 2547
- วิชาการ, กรม. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2545.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว, 2549.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มายเฟิร์สเบรนดอตคอม. เซลล์และกล้องจุลทรรศน์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=18
- ซิทูกูเกิลดอตคอม. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กทรอนิกส์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://sites.google.com/site/nongnatpalmma/bio-oho-easily/microscope-came>
- โซเด็นชาดอทซีไอดอททีเอช. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://shodensha.co.th/products/stereo-microscope/>