คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับ สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ.) ดำเนินการพัฒนาชุดการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามโครงการพัฒนาชุดการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา โดยเริ่มโครงการระหว่างปีงบประมาณ 2555 – 2557

เพื่อให้การอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ดำเนินตามนโยบาย เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ สสวท. จึงได้จัดทำชุดการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ จำนวน 13 ชุด ได้แก่ (1) วิชาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา (2) วิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น (3) วิชาเคมีมัธยมศึกษาตอนปลาย (4) วิชาชีววิทยามัธยมศึกษาตอนปลาย (5) วิชาฟิสิกส์มัธยมศึกษาตอนปลาย (6) วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศมัธยมศึกษาตอนปลาย (7) วิชาคณิตศาสตร์ประถมศึกษาตอนต้น (8) วิชาคณิตศาสตร์ประถมศึกษาตอนปลาย (9) วิชาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น (10) วิชาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย (11) วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประถมศึกษา (12) วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมัธยมศึกษาตอนต้น (13) วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่ละชุดประกอบด้วยแผนการอบรม เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการอบรม เอกสารสำหรับวิทยากร และสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อมอบให้กับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาและหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องดำเนินการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ในสังกัดต่อไป

สสวท. ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ คุณครู และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการพัฒนาหลักสูตร และจัดทำเอกสาร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย หากมีข้อเสนอแนะโปรดแจ้งแก่คณะทำงานโครงการพัฒนาชุดการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กันยายน 2557

สารบัญ

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	**1**
เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์และเซลล์	**3**
แผนการอบรม	5
เอกสารประกอบแผนการอบรม	17
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	**33**
แผนการอบรม	37
เอกสารประกอบแผนการอบรม	51
เรื่อง แร่และหิน	**67**
แผนการอบรม	69
เอกสารประกอบแผนการอบรม	77
เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	**101**
แผนการอบรม	103
เอกสารประกอบแผนการอบรม	113
เรื่อง อัตราเร็วและความเร็ววัตถุ	**123**
แผนการอบรม	125
เอกสารประกอบแผนการอบรม	135
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า	**145**
แผนการอบรม	147
เอกสารประกอบแผนการอบรม	153

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์และเซลล์

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์และเซลล์

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอนุภาคของสารที่มีสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสารกับการจัดเรียงอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

1. ทดลองและอธิบายลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. เปรียบเทียบลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสารเมื่อสารมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

สาระสำคัญ

เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดที่แสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีเซลล์เดียว บางชนิดมีหลายเซลล์ เซลล์บางชนิดสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์ไข่ไก่ แต่เซลล์ส่วนใหญ่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษา โดยต้องใช้และเก็บรักษาอย่างถูกวิธี เซลล์ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และเยื่อหุ้มเซลล์ สำหรับเซลล์พืชยังมีผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ไม่พบในเซลล์สัตว์

ความรู้พื้นฐาน

ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ ประโยชน์และวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกวิธี

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1. เราไม่สามารถเห็นเซลล์ด้วยตาเปล่าได้ ต้องศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์เท่านั้น (เซลล์ส่วนมากมีขนาดเล็ก ประมาณ 10 – 100 μm ซึ่งพ้นอำนาจจำแนกของตามนุษย์ ที่มองเห็นขนาดของวัตถุตั้งแต่ 200 μm ขึ้นไป แต่มีเซลล์บางชนิดที่มีขนาดใหญ่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์ไข่ของสัตว์ปีก สัตว์เลื้อยคลาน หรือปลา (เฉพาะส่วนที่เป็นไข่แดง) หรือ เซลล์ juice sac ของกลีบส้ม
2. เซลล์มีลักษณะเป็น 2 มิติ (เซลล์มีลักษณะเป็น 3 มิติ แต่ภาพที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ส่วนใหญ่มักเป็นภาพ 2 มิติ)
3. ไวรัสเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กมาก (ไวรัสจัดเป็นอนุภาค ไม่จัดว่าเป็นเซลล์ เพราะมีโครงสร้างที่ไม่มีลักษณะของเซลล์ คือ ไม่มีทั้งเยื่อหุ้มเซลล์และไซโทพลาซึม มีเพียงสารพันธุกรรม ซึ่งก็คือ

DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหุ้มด้วยโปรตีนและอาจมีสารพวกลิพิดหรือลิโพโปรตีนหุ้มอยู่รอบนอกอีกชั้นหนึ่ง

4. นิวเคลียสของเซลล์ทุกชนิดอยู่บริเวณตรงกลางเซลล์ (นิวเคลียสอาจไม่ได้อยู่ตรงกลางเซลล์เสมอไป เช่น ในเซลล์พืช มีแวคิวโอลใหญ่กลางเซลล์ นิวเคลียสจึงถูกเบียดให้ไปอยู่ริม ๆ เซลล์)
5. ภายในเซลล์ 1 เซลล์ จะต้องมีนิวเคลียส 1 นิวเคลียส (โดยปกติใน 1 เซลล์มักจะมี 1 นิวเคลียส แต่เซลล์บางชนิดอาจมีชีวิตและทำหน้าที่ได้โดยไม่มีนิวเคลียส เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ขณะที่โตเต็มที่อยู่ในกระแสเลือด หรือ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube member) ของโฟลเอ็มในพืช เซลล์บางชนิดอาจมีหลายนิวเคลียส เช่น เซลล์ของพารามีเซียม เซลล์กล้ามเนื้อลาย
6. รูปร่างของเซลล์ทุกเซลล์ของสัตว์มีลักษณะกลม (รูปร่างของเซลล์ทุกเซลล์ของสัตว์ไม่ได้มีลักษณะกลมเหมือนกันหมด แต่มีรูปร่างต่างกัน ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของเซลล์ เช่น เซลล์เยื่อบุข้างแก้ม เซลล์ประสาท เซลล์อสุจิ เซลล์เม็ดเลือดแดง)

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบกิจกรรมที่ 1 – 4
2. เอกสารประกอบการอบรม 2: ใบความรู้ที่ 1 – 3
3. หนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2
4. ไฟล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์และเซลล์.ppt
5. วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี :

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1	กล้องจุลทรรศน์	10 อัน
2	สไลด์	1 กล่อง
3	กระจกปิดสไลด์	1 กล่อง
4	จานเพาะเชื้อ	10 อัน
5	บีกเกอร์ 100 และ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร	10 อัน
6	หลอดหยด	10 อัน
7	เข็มเขี่ย	10 อัน
8	ปากคีบ	10 อัน
9	ช้อนตักสาร	10 อัน
10	กาวน้ำใส	10 อัน
11	สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม อะมีบา ยีสต์	

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
12	สีไม้หรือสีเทียน	10 กล่อง
13	กระดาษเช็ดเลนส์	1 กล่อง
14	ไม้จิ้มฟันชนิดปลายด้านหนึ่งป้านหรือไม้พันก้านสำลี (cotton bud)	1 กล่อง
15	ไข่ไก่	10 ฟอง
16	พู่กัน เบอร์ 2	10 อัน
17	กระดาษทิชชู	10 ชุด
18	น้ำกลั่น	300 cm^3
19	สารละลายไอโอดีน 1% หรือ สารละลายเมทิลีนบลู 1%	200 cm^3
20	สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5% และ 0.85%	200 cm^3
21	สาหร่ายหางกระรอก	
22	หัวหอมแดงหรือหัวหอมใหญ่	
23	กระดาษปรู๊ฟ	50 แผ่น
24	ปากกาเมจิก 3 สี	30 ด้าม

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ขั้นทบทวนความรู้เดิม ครูให้ผู้เรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แบบตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อน	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แบบตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อน	- ตรวจคำตอบในใบกิจกรรม
สร้างความสนใจ 1. วิทยากรแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คนโดยคละความสามารถ ให้มีทั้งคนเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน 2. วิทยากรแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมรู้ถึงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ 3. วิทยากรสร้างความสนใจโดยให้ผู้เข้ารับการอบรมศึกษาเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์ไข่ไก่ ซึ่งเป็นบริเวณที่เป็นไข่แดง พร้อมทั้งอธิบายส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ไข่ไก่ จากนั้นกล่าวว่า	- ไข่ไก่ - จานเพาะเชื้อ - สไลด์ PowerPoint ที่ 1 – 8	- สังเกตทักษะปฏิบัติการทดลอง และพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
เซลล์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น (นัยน์ตาของมนุษย์จะมองเห็นวัตถุที่มีขนาดตั้งแต่ 200 μm ขึ้นไป) จึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษา ซึ่งผู้เข้ารับการอบรมควรรู้จักส่วนประกอบหน้าที่ วิธีใช้และการเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์อย่างถูกวิธี		
การสำรวจและค้นหา 1. ผู้เข้ารับการอบรมทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์เชิงประกอบ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิม 2. วิทยากรร่วมกันอภิปรายกับผู้เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของกล้องจุลทรรศน์ การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกวิธี และการเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์ จากนั้นวิทยากรสาธิตการปิดสไลด์ด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยใช้เข็มเขี่ยเพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ 3. ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษาส่วนประกอบของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ (วิทยากรอาจสอดแทรกเทคนิคการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้กล้องดิจิทัล) 4. ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์โดยใช้แผนภาพเวนน์ (Venn diagram) 5. ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาและร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง (ดูคำถามท้ายใบกิจกรรมที่ 3 การทดลองที่ 1, 2 และ 3) และจากการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์โดยใช้แผนภาพเวนน์	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์เชิงประกอบ - ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต - ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง แผนภาพเวนน์ - สีไม้หรือสีเทียน - กล้องจุลทรรศน์ - สไลด์พร้อมกระจกปิดสไลด์ - มีดโกนมีด้าม - ไม้จิ้มฟันชนิดปลายด้านหนึ่งป้านหรือไม้พันก้านสำลี (cotton bud) - บีกเกอร์ 100 cm^3 - หลอดหยด - เข็มเขี่ย - พู่กัน เบอร์ 2 - ปากคีบ - กระดาษทิชชู - น้ำกลั่น - สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 1% หรือ	- ตรวจคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 2, 3 และ 4 - สังเกตทักษะปฏิบัติการทดลอง และพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
	สารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 1% - สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ 0.85% - กาวน้ำอย่างใส - สาหร่ายหางกระรอก - หัวหอมแดงหรือ หัวหอมใหญ่ - สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม อะมีบา ยีสต์ - สไลด์ PowerPoint ที่ 9 – 22	
สร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป วิทยากรนำอภิปรายโดยใช้ผลการทดลอง คำตอบจากคำถามท้ายการทดลอง และการทำแผนภาพเวนน์ การอภิปรายควรให้ได้ข้อสรุปต่อไปนี้ 1. รูปร่างของเซลล์เยื่อหอมและเซลล์ของในสาหร่ายหางกระรอกมีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมเหมือนกัน มีส่วนประกอบที่เหมือนกันคือ มีนิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ และผนังเซลล์ ส่วนประกอบที่แตกต่างกัน คือ เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอกมีคลอโรพลาสต์ ส่วนเซลล์เยื่อหอมไม่มีคลอโรพลาสต์ 2. รูปร่างของเซลล์พืชเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมชัดเจน ส่วนรูปร่างของเซลล์สัตว์มีรูปร่างคล้ายลูกบาศก์ ไม่เป็นเหลี่ยมชัดเจนเหมือนเซลล์พืช 3. ส่วนประกอบที่พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คือ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และเยื่อหุ้มเซลล์ 4. ส่วนประกอบที่พบในเซลล์พืชแต่ไม่พบในเซลล์สัตว์คือ ผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์	- สไลด์ PowerPoint ที่ 23 – 26	

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
5. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีส่วนที่เหมือนกันคือ มีนิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ และ ไซโทพลาซึม ส่วนที่แตกต่างกันระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ เซลล์พืชมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมชัดเจน มีผนังเซลล์ และมีคลอโรพลาสต์ ส่วนเซลล์สัตว์มีรูปร่างคล้ายลูกบาศก์ ไม่เป็นเหลี่ยมชัดเจนเหมือนในเซลล์พืช ไม่มีผนังเซลล์และไม่มีคลอโรพลาสต์ วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายซักถามข้อสงสัยเพิ่มเติม		
ขั้นขยายความรู้ ผู้เข้ารับการอบรมสืบค้นข้อมูลเพื่อร่วมกันอภิปรายหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	- สไลด์ PowerPoint ที่ 27 – 30	- สังเกตการตอบคำถาม
ขั้นประเมิน ผู้เข้ารับการอบรมและผู้ให้การอบรมร่วมกันสรุปการทำกิจกรรมทั้งหมดตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจจนถึงขั้นขยายความรู้ โดยใช้คำถามเชื่อมโยงให้ได้คำตอบ	- สไลด์ PowerPoint ที่ 31 – 32	- สังเกตการตอบคำถาม

การประเมินผล

รายการประเมินผล	เกณฑ์การให้คะแนน	เครื่องมือ
ด้านความรู้ 1. ตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรม 2. การอภิปรายตอบคำถาม	1. ร้อยละ 80 2. การมีส่วนร่วม	1. ในใบบันทึกกิจกรรม 2. การสังเกต
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	ระดับคุณภาพพอใช้	แบบประเมินทักษะ

แบบประเมินทักษะปฏิบัติการ

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ .....

วันที่ประเมิน.....เดือน.....พ.ศ.....

<u>คำชี้แจง</u> แบบประเมินนี้ใช้ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของผู้เข้ารับการอบรม ซึ่งวิทยากรเป็นผู้ประเมิน

กลุ่มที่	ประเด็นที่ประเมิน/ คะแนนที่ได้									รวม (9 คะแนน)	สรุป	
	การวางแผน			การทำการทดลอง			การนำเสนอ					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1.....												
2.....												
3.....												
4.....												
5.....												
6.....												
7.....												
8.....												

<u>สรุปผลการประเมิน</u>

ถ้าได้คะแนนตั้งแต่ 7 - 9	ระดับคุณภาพ ดี	แสดงว่า ผ่าน
ถ้าได้คะแนนตั้งแต่ 4 - 6	ระดับคุณภาพ พอใช้	แสดงว่า ผ่าน
ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 1 - 3	ระดับคุณภาพ ต้องปรับปรุง	แสดงว่า ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

มาตราส่วนประเมินค่าในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผน	มีการปรึกษาร่วมกัน จัดลำดับการทดลองได้เป็นขั้นตอน แบ่งงานให้ทุกคนมีส่วนร่วม	มีการปรึกษาร่วมกัน แต่ไม่ได้จัดลำดับการทดลองได้เป็นขั้นตอน มีเพียงบางคนที่มีส่วนร่วม	มีการปรึกษากันและมอบหมายให้เพียงบางคนทำการทดลอง บางส่วนนั่งดู
2. การทำการทดลอง	ทำการทดลองถูกขั้นตอน ใช้อุปกรณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว	ทำการทดลองได้ไม่เรียบร้อย ใช้อุปกรณ์ได้ดี สรุปได้เอง	ทำการทดลองได้ไม่เรียบร้อย ใช้อุปกรณ์ดีพอสมควร ต้องให้ความช่วยเหลือในการสรุป
3. การนำเสนอ	บันทึกผลการทดลองและสรุปได้ถูกต้องชัดเจน	บันทึกผลการทดลองและสรุปได้เองแต่ยังไม่ชัดเจน	บันทึกผลการทดลองได้แต่ต้องให้คำแนะนำในการสรุป

แบบสังเกตพฤติกรรมผู้เข้ารับการอบรม

<u>คำชี้แจง</u> ให้ผู้ประเมินพิจารณาพฤติกรรมผู้เข้ารับการอบรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนน 0, 1, 2, 3 ที่ตรงกับการปฏิบัติของผู้เข้ารับการอบรมตามความเป็นจริง

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปฏิบัติเป็นประจำ
2 หมายถึง ปฏิบัติเป็นบางครั้ง
1 หมายถึง ปฏิบัติน้อยครั้ง
0 หมายถึง ไม่ปฏิบัติ มีพฤติกรรมไม่ชัดเจนหรือไม่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือ

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวมคะแนน (15)	คะแนนเฉลี่ย	สรุปผลการประเมิน
		ใฝ่เรียนรู้ (3)	ความรับผิดชอบงานในกลุ่ม (3)	การทำงานร่วมกับผู้อื่น (3)	ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล (3)	สนใจ/ กระตือรือร้น (3)			
1									
2									
3									
4									
.									
.									

<u>เกณฑ์การประเมิน</u>

คะแนนเฉลี่ย 2.5 – 3.0	ระดับคุณภาพ ดีมาก	แสดงว่า ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย 1.5 – 2.4	ระดับคุณภาพ ดี	แสดงว่า ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย 1.0 – 1.4	ระดับคุณภาพ พอใช้	แสดงว่า ไม่ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย 0 – 0.9	ระดับคุณภาพ ต้องปรับปรุง	แสดงว่า ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง แบบตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อน

คำสั่ง: จงบอกว่าข้อความต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกให้แก้ไขให้เป็นข้อความที่ถูกต้อง

1. เราไม่สามารถเห็นเซลล์ด้วยตาเปล่าได้ ต้องศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์เท่านั้น

.....

.....

.....

2. เซลล์มีลักษณะเป็น 2 มิติ

.....

.....

.....

3. ไวรัสเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กมาก

.....

.....

.....

4. นิวเคลียสของเซลล์ทุกชนิดอยู่บริเวณตรงกลางเซลล์

.....

.....

.....

5. ภายในเซลล์ 1 เซลล์ จะต้องมีนิวเคลียส 1 นิวเคลียส

.....

.....

.....

6. รูปร่างของเซลล์ทุกเซลล์ของสัตว์มีลักษณะกลม

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

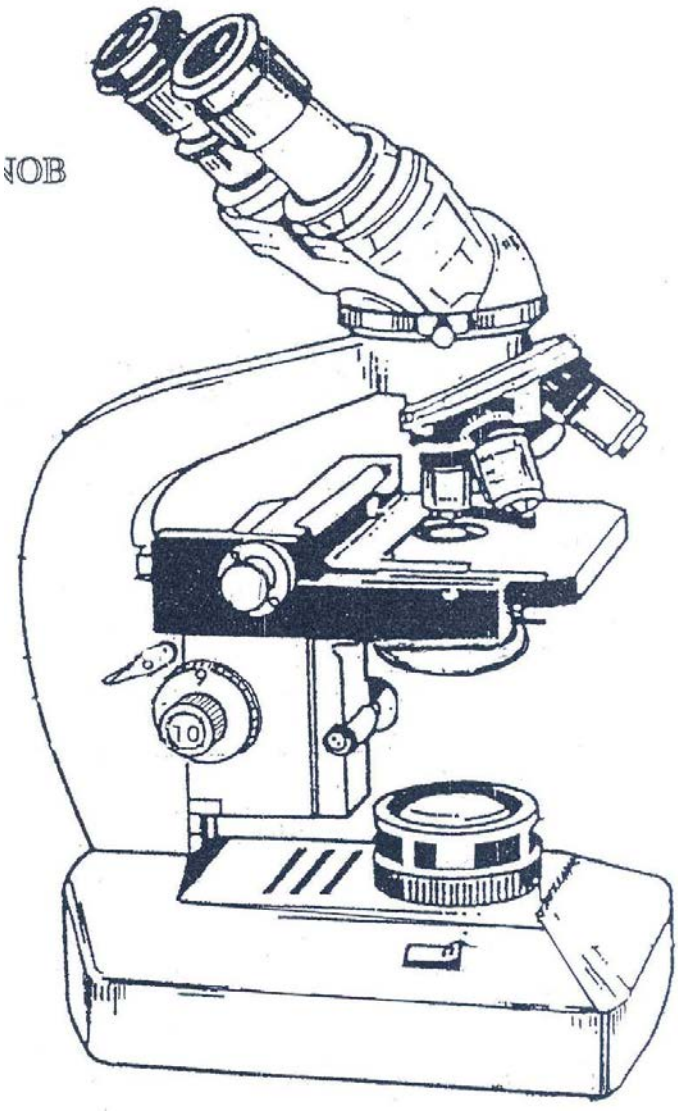
เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์เชิงประกอบ

จุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถระบุส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง

รายการวัสดุ อุปกรณ์ (จำนวนต่อคน)

1. แผนภาพกล้องจุลทรรศน์เชิงประกอบ 2. สีไม้ หรือสีเทียน

คำชี้แจง จงระบายสีตัวอักษรทีละตัวอักษรและให้มีสีเดียวกับส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์



1. เลนส์ใกล้ตา (ocular)
2. ลำกล้อง (body tube)
3. แขน (arm)
4. แป้นหมุน (revolving nose piece)
5. เลนส์ใกล้วัตถุ (objective)
6. แท่นวางวัตถุ (stage)
7. ปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment)
8. ปุ่มล๊อค (focus lock)
9. ปุ่มปรับภาพหยาบ (coarse adjustment)
10. ปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment)
11. ก้านปรับไอริสไดอะแฟรม (iris diaphragm lever)
12. คอนเดนเซอร์ (condenser)
13. ปุ่มปรับคอนเดนเซอร์
14. หลอดไฟ (lamp)
15. ปุ่มปิดเปิดหลอดไฟ (switch)
16. ฐาน (base)

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. เตรียมสไลด์สดของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เซลล์พืชและเซลล์สัตว์
2. ใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษารูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์
3. บันทึกภาพและชี้ส่วนประกอบสำคัญของเซลล์
4. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

รายการวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. กล้องจุลทรรศน์	1 กล้อง
2. สไลด์และกระจกปิดสไลด์	4 ชุด
3. มีดโกนมีด้าม	1 อัน
4. ไม้จิ้มฟัน หรือไม้พันก้านสำลี (cotton bud)	1 ก้าน
5. ปากคีบ	1 อัน
6. หลอดหยด	3 อัน
7. จานเพาะเชื้อ	1 ใบ
8. เข็มเขี่ย	1 อัน
9. กระดาษทิชชู	1 ม้วน (ต่อห้อง)
10. บีกเกอร์ 100 cm^3	3 ใบ
11. พู่กัน เบอร์ 2	1 อัน
12. สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 1% หรือ สารละลายเมทิลีนบลูเข้มข้น 1%	10 cm^3
13. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85%	10 cm^3
14. กาวน้ำอย่างใส	1 ขวด (ต่อห้อง)
15. น้ำกลั่น	10 cm^3
16. สาหร่ายหางกระรอก	1 ช่อ
17. หัวหอมแดงหรือหอมหัวใหญ่	1 หัว
18. ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม อะมีบา ยีสต์ หรืออื่น ๆ	
19. กระดาษเช็ดเลนส์	1 กล่อง
20. ไข่ไก่	1 ฟอง

วิธีทำ

การทดลองที่ 1 ศึกษารูปร่างและส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

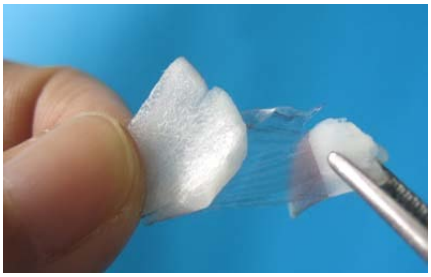
1. หยดของเหลวตัวอย่างที่เก็บจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เตรียมไว้ เช่น พารามีเซียม ยีสต์ (หรือสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอื่น ๆ ที่สามารถหาได้ เช่น ยูกลีนา อะมีบา) ลงบนกระจกสไลด์ และเพื่อให้สะดวกในการสังเกต อาจหยดสารเคมีที่มีความหนืดลงไป เช่น เมทิลเซลลูโลส คานาดาบาลซัมเจือจาง กาวน้ำอย่างใส แป้งเปียก เพื่อจะทำให้สิ่งมีชีวิต เคลื่อนที่ได้ช้าลง
2. ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยใช้เข็มเขี่ย
3. นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษารูปร่าง ลักษณะ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำ บันทึกภาพไว้

การทดลองที่ 2 ศึกษารูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์พืช

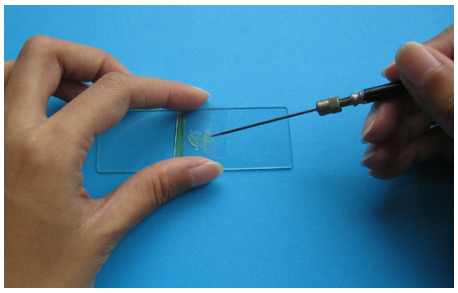
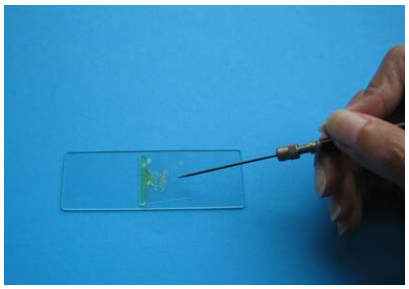
1. เซลล์ของหัวหอมแดง

1.1 หยดน้ำบนสไลด์ 1 หยด

1.2 หักกลีบหัวหอมออกเป็น 2 ส่วน ดังภาพ แล้วใช้ปากคีบลอกเยื่อหรือผิวของหัวหอมแดงออก จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางบนหยดน้ำบนสไลด์ ระวังไม่ให้เนื้อเยื่อพับซ้อนกัน

1.3 หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยดบนเยื่อหัวหอม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้เข็มเขี่ย ดังภาพ จากนั้นใช้กระดาษทิชชูแตะข้าง ๆ กระจกปิดสไลด์ เพื่อซับของเหลวส่วนเกินออก

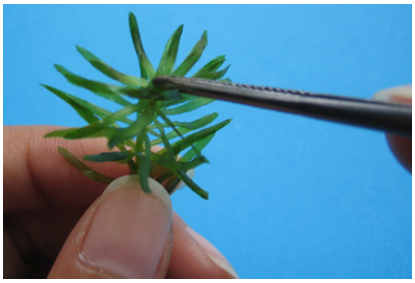



1.4 นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำและสูงตามลำดับ สังเกตและวาดภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

1.5 ชี้ส่วนประกอบของเซลล์พร้อมทั้งระบุชื่อของตัวอย่างที่นำมาศึกษาและกำลังขยายตรงส่วนล่างของภาพ

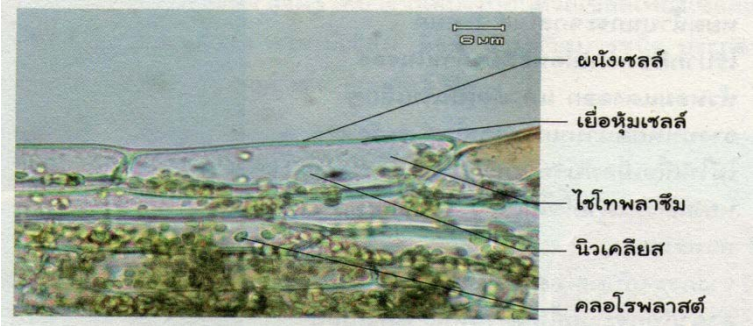
2. เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก

2.1 ใช้ปากคีบเด็ดใบของสาหร่ายหางกระรอก บริเวณใกล้ส่วนยอด 1 ใบ วางบนหยดน้ำบนสไลด์ อีกแผ่นหนึ่ง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

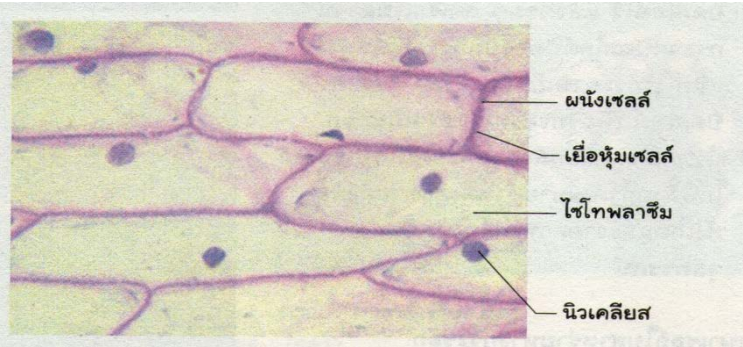


2.2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1.4 และ 1.5

3. เปรียบเทียบเซลล์พืชทั้งสองชนิด ที่ผู้เข้ารับการอบรมสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์กับภาพต่อไปนี้ แล้วชี้ส่วนประกอบในภาพที่ผู้เข้ารับการอบรมวาด



ภาพเซลล์สาหร่ายหางกระรอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



ภาพเซลล์เยื่อหัวหอมแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

คำถาม

1. รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์เยื่อหอมและเซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอกเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. ส่วนประกอบที่แตกต่างกันของเซลล์ทั้งสองเกี่ยวข้องกับหน้าที่ของเซลล์อย่างไร

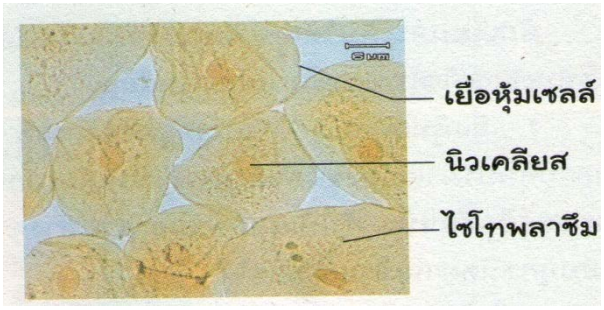
   .....

   .....

   .....

การทดลองที่ 3 ศึกษารูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์สัตว์

1. หยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.85% ลงบนสไลด์ 1 หยด
2. ใช้ไม้จิ้มฟันด้านป้านที่ฆ่าเชื้อแล้ว (หรือใช้ไม้พันก้านสำลี) ขูดเบา ๆ ที่ด้านในของกระพุ้งแก้ม แล้วนำมาเกลี่ยให้กระจายในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่หยดไว้บนสไลด์
3. หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยด เพื่อย้อมสีให้เห็นเซลล์ชัดเจนยิ่งขึ้น ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์
4. นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำและสูงตามลำดับ สังเกตและบันทึกภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์
5. เปรียบเทียบเซลล์ที่สังเกตได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กับภาพเซลล์ต่อไปนี้แล้วชี้ส่วนประกอบในภาพที่ผู้เข้ารับการอบรมวาด



ภาพเซลล์เยื่อบุข้างแก้มภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

คำถาม

1. รูปร่างของเซลล์เยื่อหัวหอมแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อบุข้างแก้มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. ส่วนประกอบใดที่พบทั้งในเซลล์เยื่อหัวหอมแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม

   .....

   .....

   .....

3. ส่วนประกอบใดที่พบในเซลล์เยื่อหอมและเซลล์สาหร่ายหางกระรอก แต่ไม่พบในเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม

   .....

   .....

   .....

ใบกิจกรรมที่ 4

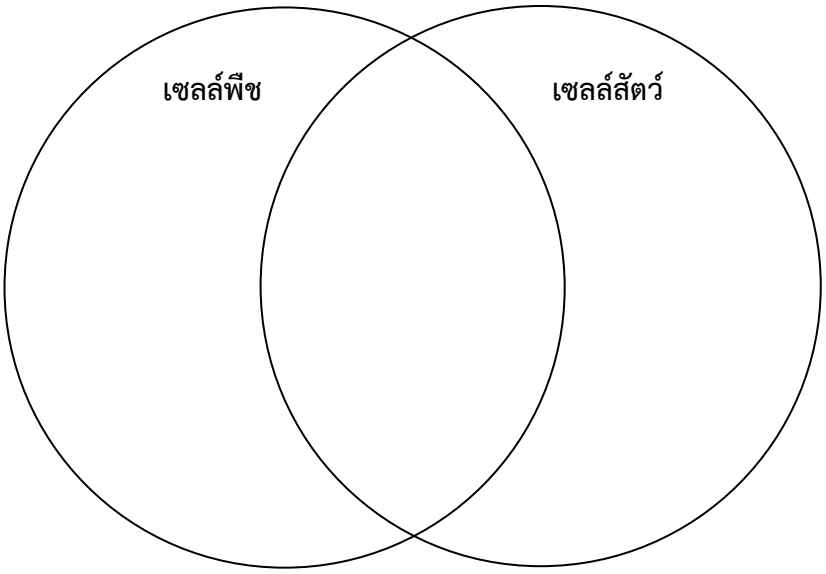
เรื่อง แผนภาพเวนน์

จุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ลงบนแผนภาพเวนน์ได้

วัสดุ อุปกรณ์

แผนภาพเวนน์

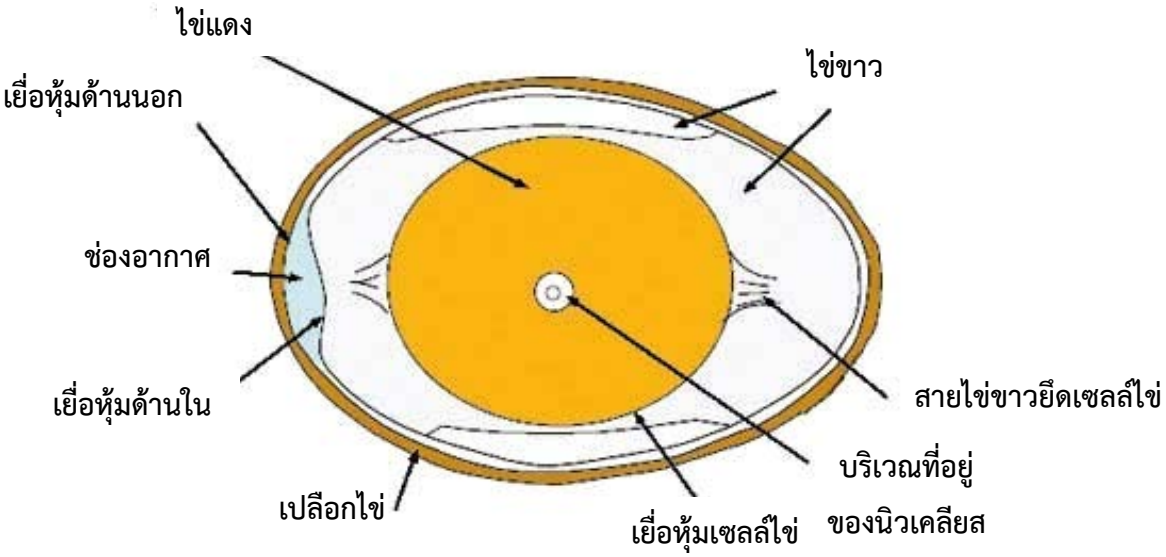
คำชี้แจง ให้เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยใช้แผนภาพเวนน์ ดังนี้คือ ส่วนที่เหมือนกันของเซลล์ทั้ง 2 ชนิด ให้เขียนไว้ตรงกลางที่วงกลมทับซ้อนกัน ส่วนที่แตกต่างกันของเซลล์ทั้ง 2 ชนิด ให้เขียนลงในวงกลมบริเวณส่วนที่ไม่ทับซ้อน



ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง เซลล์ไข่ไก่

เซลล์ไข่ของไก่เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีปริมาณไข่แดงซึ่งเป็นอาหารสะสมอยู่ภายในเซลล์เป็นจำนวนมาก และมีเพียงบริเวณเล็ก ๆ ใกล้ผิวเซลล์ด้านบนของเซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียสและไซโทพลาซึมเป็นบริเวณที่เกิดการปฏิสนธิกับอสุจิได้ไซโกต ซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอต่อไป



ภาพแสดงส่วนประกอบของเซลล์ไข่ไก่

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง กล้องจุลทรรศน์เชิงประกอบ

กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ใช้สำหรับขยายภาพของวัตถุขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดอ่อนและความแม่นยำสูง ดังนั้นผู้ใช้จึงควรใช้ด้วยความระมัดระวัง และจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีใช้อย่างถูกต้อง ตลอดจนการดูแลรักษา เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายต่าง ๆ อันจะเกิดกับกล้องจุลทรรศน์

ส่วนประกอบและหน้าที่ของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์มีส่วนประกอบและหน้าที่ ดังต่อไปนี้

1. ฐาน (base) เป็นส่วนที่ใช้ตั้งกล้อง ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของกล้อง
2. ลำกล้อง (body tube) เป็นส่วนที่เชื่อมอยู่ระหว่างเลนส์ใกล้ตา (ocular len หรือ eyepiece) กับเลนส์ใกล้วัตถุ (objective) ทำหน้าที่ป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอก
3. แขน (arm) เป็นส่วนยึดลำกล้องและฐานไว้ด้วยกัน แขนของกล้องมีไว้ใช้จับขณะเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์
4. แท่นวางวัตถุ (stage) มีลักษณะเป็นแท่นสี่เหลี่ยมตรงกลางมีช่องให้ลำแสงส่องผ่านไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา แท่นวางวัตถุทำหน้าที่รองรับสไลด์ที่ใช้ศึกษา แท่นวางวัตถุนี้สามารถเลื่อนขึ้นเลื่อนลงได้ กล้องบางรุ่นอาจมีแท่นวางที่มีอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้ายสไลด์ในแนวซ้าย – ขวา หน้า – หลัง เป็นแท่นกล (mechanical stage) ช่วยเพิ่มความสะดวกในการเลื่อนดูภาพ
5. ที่หนีบสไลด์ (stage clip) ใช้สำหรับยึดสไลด์ให้แน่นอยู่กับแท่นวางวัตถุ
6. ปุ่มปรับภาพหยาบ (coarse adjustment knob) เป็นปุ่มขนาดใหญ่ ใช้ในการปรับหาระยะภาพ กล้องจุลทรรศน์บางรุ่น มีปุ่มล๊อค (lock) การเคลื่อนที่ของปุ่มปรับภาพหยาบ หลังจากปรับภาพได้คมชัดแล้ว เพื่อป้องกันการเลื่อนของแท่นวางวัตถุ
7. ปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment knob) เป็นปุ่มขนาดเล็ก ทำหน้าที่ในการปรับภาพให้ชัดเจนมากขึ้น
8. แป้นหมุน (revolving nose piece) ทำหน้าที่ยึดเลนส์ใกล้วัตถุไว้ด้วยกัน สามารถหมุนได้ ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ
9. คอนเดนเซอร์ (condenser) อยู่ใต้แท่นวางวัตถุ ทำหน้าที่รวมแสงให้เข้มขึ้นเพื่อส่งไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา
10. กระจกสะท้อนแสง (mirror) ทำหน้าที่สะท้อนแสงจากธรรมชาติหรือจากแสงไฟภายในห้อง ให้ส่องผ่านวัตถุ กล้องจุลทรรศน์บางรุ่นอาจมีแหล่งกำเนิดแสงอื่น ๆ เช่น หลอดไฟ (lamp) ติดอยู่ใต้กล้องแทนกระจกเงาก็ได้
11. ปุ่มปรับคอนเดนเซอร์ (condenser knob) ทำหน้าที่เลื่อนคอนเดนเซอร์ขึ้นลง

12. ไอริสไดอะแฟรม (iris diaphragm) อยู่ใต้เลนส์รวมแสง ทำหน้าที่ปรับปริมาณแสงให้เข้าสู่เลนส์ในปริมาณที่ต้องการ

วิธีใช้

1. วางกล้องให้ฐานอยู่บนพื้นรองรับที่เรียบสม่ำเสมอ เพื่อให้ลำกล้องตั้งตรง
2. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดอยู่ตรงกับลำกล้อง
3. ปรับกระจกเงาใต้แท่นวางวัตถุให้แสงสะท้อนเข้าลำกล้องเต็มที่ โดยใช้ตามองผ่านเลนส์ใกล้ตาลงไปจะเห็นเป็นวงกลมสีขาวที่มีความสว่าง กรณีกล้องที่ใช้ไฟฟ้าให้เสียบปลั๊กและปรับแสงให้เข้าสู่ตัวกล้อง
4. ปรับระยะห่างของเลนส์ใกล้ตาให้พอดีกับระยะห่างของตา ในกรณีที่เป็นกล้องที่มี 2 ตา
5. นำสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้วัตถุอยู่กลางบริเวณที่แสงผ่าน แล้วค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ให้ลำกล้องเลื่อนลงมาอยู่ใกล้วัตถุที่จะศึกษามากที่สุด โดยระวังอย่าให้เลนส์ใกล้วัตถุสัมผัสกับกระจกปิดสไลด์
6. มองผ่านเลนส์ใกล้ตา พร้อมกับหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ขึ้นช้า ๆ จนมองเห็นวัตถุที่จะศึกษาแล้วจึงเปลี่ยนมาหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อปรับภาพให้ชัด อาจเลื่อนสไลด์ไปมาช้า ๆ เพื่อให้วัตถุที่ต้องการศึกษามาอยู่กลางแนวลำกล้อง ในการใช้กล้องบางรุ่น ขณะปรับภาพ ลำกล้องจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงเข้าหาวัตถุ แต่กล้องส่วนใหญ่ในปัจจุบันแท่นวางวัตถุจะเป็นส่วนที่เลื่อนขึ้นลงเข้าหาเลนส์ใกล้วัตถุ
7. ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น ให้หมุนแป้นหมุนเพื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น เข้ามาในแนวลำกล้อง โดยไม่ต้องขยับสไลด์อีก แล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น
8. การปรับแสงที่เข้าในลำกล้องให้มากหรือน้อยให้เลื่อนก้านปรับไอริสไดอะแฟรมปรับแสงตามต้องการ

กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้กันในโรงเรียนจะมีจำนวนเลนส์ใกล้วัตถุจำนวน 2 – 3 อัน และมีกำลังขยายต่าง ๆ กันไป อาจเป็นกำลังขยายต่ำสุด ×4 กำลังขยายขนาดกลาง ×10 กำลังขยายสูง ×40 หรือกำลังขยายสูงมาก ๆ ถึง ×100 ส่วนกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตานั้นโดยทั่วไปจะเป็น ×10 แต่ก็มีบางกล้องที่เป็น ×5 หรือ ×15

กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์คำนวณได้จากผลคูณกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุกับกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตาซึ่งมีกำกับไว้ที่เลนส์ เช่น ถ้าใช้เลนส์ใกล้วัตถุ ×10 และเลนส์ใกล้ตา ×10 กำลังขยายเท่ากับ 10×10 เท่ากับ 100 เท่า

การดูแลรักษาและทำความสะอาดกล้องจุลทรรศน์

1. หลังจากใช้กล้องจุลทรรศน์เสร็จ ใช้ผ้าที่สะอาดและแห้งเช็ดทำความสะอาดส่วนที่เป็นโลหะ สำหรับส่วนที่เป็นเลนส์และกระจกทำความสะอาดโดยใช้กระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น ถ้ามีคราบน้ำมันหรือคราบลายนิ้วมือติดที่หน้าเลนส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งจะมีผลทำให้ภาพมัว การเช็ดทำความสะอาดเลนส์เพื่อกำจัดคราบน้ำมัน ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ชุบไซลีน (xylene) หรือน้ำยาเช็ดเลนส์

ซึ่งเป็นส่วนผสมของอีเทอร์ (ether) กับแอลกอฮอล์ 100% (absolute alcohol) ในอัตราส่วน 7:3 เช็ดทำความสะอาดครั้งหนึ่งก่อน แล้วจึงเช็ดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์อีกครั้ง

2. เลื่อนที่หนีบสไลด์ให้ตั้งฉากกับตัวกล้อง หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ในแนวลำกล้อง แล้วเลื่อนแท่นวางวัตถุให้อยู่ในระดับต่ำสุด ปรับกระจกเงาให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น กรณีใช้กล้องที่ใช้ไฟฟ้าให้ถอดปลั๊กและเก็บสายไฟ
3. ใช้ผ้าคลุมกล้องไว้เมื่อเลิกใช้งานเพื่อป้องกันฝุ่น และควรเก็บไว้ในตู้ที่มีฝาปิดมิดชิดที่ควรมีสารดูดความชื้น (เช่น silica gel) อยู่ด้วย อย่าเก็บกล้องไว้ในที่ชื้นเพราะจะทำให้เลนส์ขึ้นรา

การเตรียมสไลด์โดยวิธีผนึกเปียก (wet mount)

1. หยดน้ำสะอาด 1 หยดบนกระจกสไลด์ นำวัตถุที่ต้องการศึกษาวางลงบนหยดน้ำ
2. นำกระจกปิดสไลด์มาวางทับวัตถุ โดยเอาขอบด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์แตะกับหยดน้ำ ให้เอียงทำมุมประมาณ 45 องศากับแผ่นกระจกสไลด์
3. เมื่อหยดน้ำแพร่ไปทั่วขอบกระจกปิดสไลด์แล้ว ใช้เข็มเขี่ยสอดใต้กระจกปิดสไลด์อีกด้านหนึ่ง จึงวางกระจกปิดสไลด์ลง วิธีนี้จะทำให้การปิดกระจกไม่เกิดฟองอากาศ จากนั้นซับน้ำส่วนเกินที่ล้นออกนอกกระจกปิดสไลด์
4. นำสไลด์ไปส่องหาวัตถุด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในระหว่างการตรวจหา ถ้าพบว่าน้ำในสไลด์เริ่มแห้ง ให้หยดน้ำลงบริเวณขอบสไลด์ น้ำจะเคลื่อนเข้าไปแทนที่อากาศได้เอง

ใบความรู้ที่ 3
เรื่อง การเลี้ยงพารามีเซียม

พารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว พบได้ในแหล่งน้ำจืดในธรรมชาติ เช่น สระน้ำ คู คลอง หนอง บึง ลักษณะของแหล่งน้ำที่พบมักจะมีหญ้าแห้งหรือเศษใบไม้ทับถมกันอยู่ ซึ่งจะเห็นน้ำเป็นสีน้ำตาล ซึ่งตรวจสอบได้โดยนำน้ำในแหล่งน้ำนั้นมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พารามีเซียมมีลักษณะ ดังภาพ



ภาพ พารามีเซียมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

(จาก http://webhome.broward.edu/~ssimpson/JMDelvecchio-Paramecium.htm)

ในการเพาะเลี้ยงพารามีเซียม จะต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ดังนี้

1. ภาชนะสำหรับใช้เลี้ยง เช่น ขวดโหล บีกเกอร์
2. ผ้าขาวบาง (สำหรับปิดภาชนะ)
3. ฟางข้าว หรือหญ้าแห้งตัดเป็นท่อนสั้น ๆ ยาวประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร
4. หม้อหรือภาชนะสำหรับต้มน้ำ

การเตรียมน้ำต้มฟางสำหรับเพาะเลี้ยงพารามีเซียม (หรือโพรโทซัวชนิดอื่น)

ใส่น้ำสะอาดลงในหม้อหรือภาชนะสำหรับต้มน้ำ ใส่ฟางข้าวหรือหญ้าแห้ง (สัดส่วนของฟางข้าว 15 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) ลงไปต้มให้เดือดประมาณ 15 – 20 นาที น้ำต้มฟางที่ได้จะเป็นสีน้ำชาแก่ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และเก็บไว้นานประมาณ 1 – 2 วันก่อนใส่พารามีเซียมลงไป เพื่อให้มีการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นอาหารของพารามีเซียม

การเพาะเลี้ยง

1. นำน้ำต้มฟางและเศษฟางข้าวที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในภาชนะสำหรับใช้เลี้ยงพารามีเซียม จากนั้นนำน้ำจากธรรมชาติที่ตรวจพบพารามีเซียมใส่ลงไป นำผ้าขาวบางมาปิดฝาภาชนะ เพื่อป้องกันไม่ให้ยุงหรือแมลงลงไปวางไข่ ตั้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์
2. นำน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ว่ามีพารามีเซียมเพิ่มจำนวนขึ้นหรือไม่ ถ้าพบว่ามีพารามีเซียมเพิ่มจำนวนขึ้น ควรแยกพารามีเซียมไปเลี้ยงให้บริสุทธิ์ ซึ่งทำได้โดยใช้หลอดหยดดูดพารามีเซียม ใส่ลงในภาชนะสำหรับเลี้ยงใหม่ ซึ่งบรรจุน้ำต้มฟางข้าวที่เตรียมใหม่ ตามวิธีในข้อ 1
3. หมั่นสังเกตจำนวนของพารามีเซียม และควรเปลี่ยนน้ำต้มฟางข้าวที่เป็นแหล่งอาหารทุก 1 เดือน หรืออาจเตรียมน้ำต้มฟางโดยใช้สูตรข้างล่างนี้

การเตรียมน้ำต้มฟางสำหรับเลี้ยงโพรโทซัว

วัสดุ อุปกรณ์

1. น้ำ	1 ลิตร
2. peptone	1 กรัม
3. น้ำตาลทราย ประมาณ	1 กรัม
4. ข้าวเปลือก ประมาณ	10 เมล็ด
5. ฟางข้าว ประมาณ	1 ขยุ้มมือ (ตัดเป็นท่อน ท่อนละประมาณ 1 นิ้ว)

วิธีการ

1. นำน้ำใส่ภาชนะต้ม ใส่ฟางข้าว ข้าวเปลือก น้ำตาลทราย และ peptone ต้มประมาณ 15 – 20 นาที
2. ทิ้งไว้ให้เย็น แบ่งน้ำใส่ขวดที่จะเพาะเลี้ยงขวดละ 200 – 250 มิลลิลิตร นำน้ำจากธรรมชาติ เช่น คลอง หนอง บึง มาเติมในขวดประมาณ 20 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดด้วยผ้าขาวบาง รัดด้วยยางให้แน่น
3. วางขวดไว้ริมหน้าต่างที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก (ต้องให้ถูกแสงแดดบ้าง) ประมาณ 15 วัน นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

หมายเหตุ อาจใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) ได้ด้วย เมื่อนำขวดน้ำต้มฟางในข้อ 2 มาตั้งไว้ สิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่เจริญในน้ำต้มฟาง ได้แก่ แบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตพวกต่อมาที่เจริญขึ้นแทนที่แบคทีเรีย ได้แก่ อะมีบา สิ่งมีชีวิตที่เจริญแทนที่ต่อจากนั้น ได้แก่ โพรโทซัวที่มีซิเลีย (ciliates) โพรโทซัวที่มีแฟลเจลลัม (flagellates) และสาหร่าย (algae) ตามลำดับ

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความสำคัญของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้
3. คาดคะเนจีโนไทป์ (genotype) และฟีโนไทป์ (phenotype) ของลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยคู่ยีนในตำแหน่งเดียว แบบข่มสมบูรณ์ได้
4. อธิบายบทบาทและหน้าที่ของสารพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

ทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตมีลักษณะต่าง ๆ ที่คล้ายกับสิ่งมีชีวิตรุ่นก่อนหน้า เพราะสิ่งมีชีวิตมีหน่วยพันธุกรรม หรือ ยีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะ ซึ่งสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งได้ ปัจจุบันเชื่อว่ามนุษย์มียีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ อยู่กว่า 30,000 ยีน

ยีนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง เรียกว่า กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (**d**eoxyribo**n**ucleic **a**cid) หรือ ดีเอ็นเอ (DNA) ซึ่งเป็นสารโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยย่อยเล็ก ๆ เรียงกันเป็นสาย หน่วยย่อยดังกล่าว เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โดยในดีเอ็นเอจะมีนิวคลีโอไทด์ 4 แบบ เรียงต่อกันได้ในลำดับที่แตกต่างกัน เซลล์ใช้ลำดับของนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอเป็นข้อมูลในการสังเคราะห์โปรตีน กล่าวได้ว่า ยีนแต่ละยีน ก็คือส่วนของโมเลกุลดีเอ็นเอที่กำหนดลักษณะของโปรตีนแต่ละชนิด ความแตกต่างของโปรตีนที่เซลล์สังเคราะห์ขึ้น ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

ส่วนใหญ่ดีเอ็นเอจะอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ โดยพันอยู่รอบโปรตีนชนิดหนึ่งในสภาวะที่เรียกว่า โครมาทิน ซึ่งมีลักษณะเป็นสายยาวคล้ายเส้นด้าย ระหว่างการแบ่งเซลล์ โครมาทินจะขดตัวแน่นขึ้นเรื่อย ๆ จนเข้าสู่สภาวะที่เรียกว่า โครโมโซม ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่ง สามารถสังเกตเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังภาพแสดง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม ในหน้าที่ 3

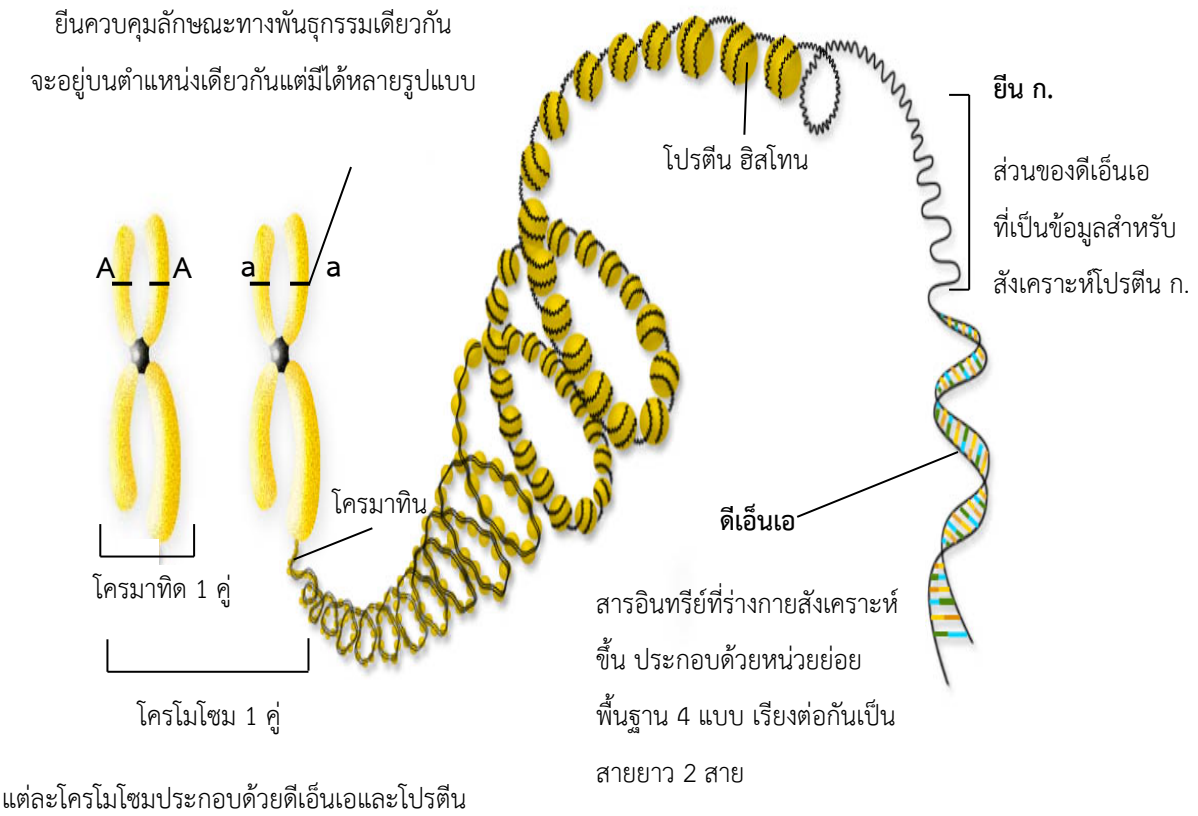
จำนวนโครโมโซมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะคงที่ ยกเว้นภายหลังการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งจำนวนโครโมโซมจะลดลงครึ่งหนึ่ง ต่อมาเมื่อเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียรวมกันในกระบวนการปฏิสนธิ จะได้เซลล์ของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับปกติ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่

สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจึงมีโครโมโซมเป็นคู่ เช่น เซลล์ของมนุษย์มีโครโมโซม 46 แท่ง หรือ 23 คู่ โดยชุดหนึ่ง หรือ 23 แท่ง ถ่ายทอดมาจากพ่อ และอีกชุดหนึ่ง หรือ 23 แท่งถ่ายทอดมาจากแม่

เมื่อสิ่งมีชีวิตมีโครโมโซมที่เหมือนกันเป็นคู่ ๆ ยีนจึงมีอยู่เป็นคู่ด้วย ยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเดียวกันจะอยู่บนตำแหน่งหรือโลคัส (locus) เดียวกันบนคู่โครโมโซม โดยแต่ละตำแหน่งมียีนได้หลายรูปแบบหรือหลายอัลลีล (allele) เช่น ความสูงของต้นถั่ว เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยคู่ยีนเพียงตำแหน่งเดียว แต่ที่ตำแหน่งนี้อาจมียีนได้หลายรูปแบบ บางรูปแบบส่งผลให้เกิดต้นถั่วลักษณะต้นสูง บางรูปแบบส่งผลให้เกิดต้นถั่วลักษณะต้นเตี้ย เป็นต้น ทั้งนี้ยีนบางรูปแบบแม้จะปรากฏเพียงยีนเดียวในคู่ยีน สิ่งมีชีวิตก็จะแสดงลักษณะที่เป็นผลจากยีนนั้น เรียกว่า ยีนเด่น มักแทนด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น A และเรียกลักษณะที่ควบคุมโดยยีนเด่นว่า ลักษณะเด่น ส่วนยีนบางรูปแบบ ต้องมีอยู่ทั้ง 2 ยีนในคู่ยีน สิ่งมีชีวิตจึงจะแสดงลักษณะที่เป็นผลจากยีนนั้น เรียกว่า ยีนด้อย มักแทนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก เช่น a และเรียกลักษณะที่ควบคุมโดยยีนด้อยว่า ลักษณะด้อย จะเห็นว่าฟีโนไทป์ (phenotype) หรือรูปแบบปรากฏของสิ่งมีชีวิต ขึ้นอยู่กับจีโนไทป์ (genotype) หรือรูปแบบพันธุกรรม โดยจีโนไทป์ในแต่ละตำแหน่งบนโครโมโซมอาจเป็นคู่ยีนที่เหมือนกัน เรียกว่า คู่ยีนที่เป็นโฮโมไซกัส (homozygous) เช่น AA, aa หรือคู่ยีนที่ต่างกัน เรียกว่า คู่ยีนที่เป็นเฮเทอโรไซกัส (heterozygous) เช่น Aa

ในโครโมโซมแต่ละแท่งมียีนเรียงตัวอยู่หลายยีน เมื่อคู่โครโมโซมแยกออกจากกันระหว่างการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ คู่ยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะก็จะแยกออกจากกันด้วย ต่อมาเมื่อมีการปฏิสนธิ โครโมโซมจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่จะเข้ามาอยู่รวมกันในนิวเคลียสของไซโกต ซึ่งเป็นเซลล์แรกเริ่มของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูก ทั้งนี้ลักษณะโดยรวมของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกนั้น เป็นผลจากลักษณะทางพันธุกรรมมากมายหลายลักษณะ ซึ่งแต่ละลักษณะก็จะถูกควบคุมโดยคู่ยีนที่มีตำแหน่งเฉพาะในโครโมโซม

การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ส่งผลให้ลักษณะบางอย่างของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งลักษณะที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ ตลอดจนลักษณะของโรคทางพันธุกรรม เช่น โรคเผือก โรคธาลัสซีเมีย ที่เกิดจากความผิดปกติของยีน หรือกลุ่มอาการดาวน์ที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม



ภาพแสดง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม

ความรู้พื้นฐาน

- เซลล์ องค์ประกอบและออร์แกเนลล์ภายในเซลล์ เช่น นิวเคลียส ไซโทพลาสซึม เซนติโอล
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
- การปฏิสนธิ

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1. โครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่งตลอดเวลา (โครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่งระหว่างการแบ่งเซลล์เท่านั้น แต่โดยปกติโครโมโซมมีลักษณะเป็นสายยาวคล้ายเส้นด้าย เรียกว่า โครมาทิน)
2. โครโมโซมมีลักษณะเป็นคู่โครมาทิด แบบปาท่องโก๋ ตลอดเวลา (ภายหลังการแบ่งเซลล์ คู่โครมาทิดจะแยกออกจากกัน โครโมโซมในระยะนี้จึงมีลักษณะเป็นแท่งเดี่ยว ๆ ไม่ได้มีลักษณะเป็นคู่โครมาทิดที่ติดกันตรงเซนโทรเมียคล้ายปาท่องโก๋ (ดูกิจกรรม 2.1 โครโมโซมกับการปฏิสนธิ)
3. โครโมโซม 1 คู่ ประกอบด้วยโครมาทิด 2 เส้น ที่ติดกันตรงเซนโทรเมียร์ (โครโมโซมคู่เหมือน หรือ โฮโมกัสโครโมโซม (homologous chromosome) 1 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซม 2 แท่งที่มีรูปร่างเหมือนกัน โดยโครโมโซมในระยะเริ่มแบ่งเซลล์ 1 แท่ง จะประกอบด้วยโครมาทิด 2 เส้น ที่ติดกันตรงเซนโทรเมียร์ ดังนั้นโครโมโซม 1 คู่จึงประกอบด้วยโครมาทิด 4 เส้น)

4. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน (โดยปกติสิ่งมีชีวิตชนิด (สปีชีส์) เดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน สำหรับสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้) ดังข้อมูลในตาราง

ตารางแสดงจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

ชนิดของสิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)
ถั่วลันเตา	14
หัวหอม	16
ข้าวโพด	20
ข้าว	24
มะเขือเทศ	24
แมลงหวี่	8
ปลากัด	42
มนุษย์	46
ชิมแพนซี	48
ไก่	78
สุนัข	78

5. สิ่งมีชีวิตที่ขนาดใหญ่มีจำนวนโครโมโซมมาก (จำนวนโครโมโซมไม่ได้มีความสัมพันธ์กับขนาดหรือความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิต ดังข้อมูลจากตารางที่กล่าวถึงในข้อ 4 คนมีโครโมโซม 46 แท่ง น้อยกว่าไก่ซึ่งขนาดเล็กกว่า แต่มีโครโมโซมถึง 78 แท่ง)
6. ในโครโมโซมแต่ละแท่ง มียีนอยู่ 1 ยีน (ในโครโมโซมแต่ละแท่ง มียีนเรียงตัวอยู่มากมาย ยกตัวอย่าง เช่น โครโมโซมของมนุษย์มีทั้งหมด 46 แท่ง ประกอบด้วยยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ รวมแล้วไม่ต่ำกว่า 30,000 ยีน)
7. ลักษณะเด่นเป็นลักษณะดีกว่าลักษณะด้อย (ลักษณะเด่นเป็นผลจากการแสดงออกของยีนเด่น โดยแม้ยีนเด่นจะปรากฏเพียงยีนเดียวในคู่ยีน สิ่งมีชีวิตก็จะแสดงลักษณะที่เป็นผลจากยีนนั้น ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะเด่นบางลักษณะ เช่น การมีนิ้วเกิน ภาวะแคระบางแบบ ก็ไม่ใช่ลักษณะที่พึงประสงค์)
8. ลักษณะเด่นจะมีจำนวนปรากฏในประชากรมากกว่าลักษณะด้อยเสมอ (ลักษณะด้อยบางลักษณะอาจปรากฏในประชากรมากกว่าลักษณะเด่น เพราะมีแอลลีลด้อยแฝงอยู่ในประชากรได้ เช่น ลักษณะหมู่เลือดระบบ ABO เลือดหมู่ O ซึ่งเป็นลักษณะด้อย ปรากฏในประชากรมากกว่าหมู่อื่น ตัวอย่างลักษณะเด่นที่ปรากฏน้อย เช่น ลักษณะนิ้วเกิน เป็นต้น)

9. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตทุกลักษณะที่สังเกตเห็น ล้วนแล้วแต่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมมาจากสิ่งมีชีวิตรุ่นก่อน ๆ และลักษณะนั้น ๆ จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตรุ่นต่อไป (แม้ลักษณะที่สังเกตเห็นส่วนใหญ่ของสิ่งมีชีวิตจะเป็นลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะบางอย่างก็เป็นผลจากสิ่งแวดล้อม หรือกิจกรรมที่ทำ ตัวอย่างในมนุษย์ เช่น การทำสีผม การทำศัลยกรรม ส่วนบางลักษณะก็เป็นผลทั้งจากยีนและสิ่งแวดล้อมส่งผลร่วมกัน เช่น ความสูง สีผิว ทั้งนี้ลักษณะที่จะถ่ายทอดทางพันธุกรรมสู่รุ่นต่อไป จะเป็นลักษณะที่ควบคุมโดยยีนเท่านั้น)
10. ลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะควบคุมด้วยยีน 1 คู่เสมอ (มีลักษณะทางพันธุกรรมหลายลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (multiple genes) เช่น ความสูง สีผิว ความดันโลหิต ซึ่งบางครั้งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ก็ได้รับผลจากสิ่งแวดล้อม ตามที่อธิบายในข้อ 9 ด้วย)
11. สำหรับลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีน 1 คู่ แต่ละยีนจะมีได้ 2 แบบเท่านั้น คือ ยีนเด่นและยีนด้อย (ลักษณะทางพันธุกรรมหลายลักษณะ เช่น สีผม หมู่เลือดแบบ ABO ควบคุมด้วยยีน 1 คู่ ที่มีได้หลายรูปแบบ (multiple alleles) เช่น หมู่เลือดแบบ ABO เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีน 1 คู่ ที่มีได้ 3 รูปแบบ คือ I^A, I^B และ i โดยผู้ที่มีหมู่เลือด A มีจีโนไทป์ที่เป็นไปได้ คือ I^AI^A หรือ I^Ai ผู้ที่มีหมู่เลือด B มีจีโนไทป์ที่เป็นไปได้คือ I^BI^B หรือ I^Bi ผู้ที่มีหมู่เลือด AB มีจีโนไทป์ที่เป็นไปได้ คือ I^AI^B ส่วนผู้ที่มีหมู่เลือด O มีจีโนไทป์ที่เป็นไปได้ คือ ii)
12. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูก เป็นลักษณะโดยเฉลี่ยของสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่เสมอ เช่น ถ้าต้นถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่ มีลำต้นต้นสูงกับมีลำต้นเตี้ย ต้นถั่วรุ่นลูกจะมีลำต้นสูงปานกลาง (โดยทั่วไปลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยคู่ยีนในตำแหน่งเดียว ที่มีลักษณะการแสดงออกแบบข่มสมบูรณ์จะแสดงลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยไม่เป็นการเฉลี่ยระหว่างยีน 2 รูปแบบ ยกตัวอย่างเช่น ลักษณะความสูงของต้นถั่วลันเตา ถ้ารุ่นพ่อแม่ มีลำต้นต้นสูงกับมีลำต้นเตี้ย ต้นถั่วรุ่นลูกจะมีลำต้นสูงหรือลำต้นเตี้ยอย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับยีนที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากต้นพ่อแม่ โดยจะไม่เกิดต้นถั่วรุ่นลูกที่มีลำต้นสูงปานกลาง)

    หมายเหตุ: มีลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพียงบางลักษณะเท่านั้นที่ควบคุมด้วยคู่ยีนในตำแหน่งเดียวแบบข่มสมบูรณ์ ยังมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมรูปแบบอื่นอีกหลายรูปแบบที่ซับซ้อนกว่านี้ เช่น ความสูงของมนุษย์ ซึ่งควบคุมด้วยยีนหลายยีน จึงมีรูปแบบการถ่ายทอดที่แตกต่างจากความสูงของต้นถั่วลันเตา
13. ลักษณะทางพันธุกรรมมีเฉพาะลักษณะทางร่างกายที่ปรากฏให้เห็นภายนอกเท่านั้น (ลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างก็ไม่ปรากฏให้เห็น เช่น หมู่เลือด นอกจากนั้นพฤติกรรมบางอย่างของสิ่งมีชีวิตก็ถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น การสร้างรัง การอพยพย้ายถิ่นในฤดูหนาวของนกบางชนิด พฤติกรรมการวางไข่บนบกของเต่า)
14. สิ่งมีชีวิตที่เป็นพันทาง คือสิ่งมีชีวิตที่มีคู่ยีนแบบเฮเทอโรไซกัส (สิ่งมีชีวิตที่เป็นพันทาง***** หรือลูกผสม (hybrid) เป็นลูกผสมระหว่างสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่ที่ต่างสายพันธุ์ (variety) นิยมใช้กับสัตว์ เช่น สุนัข

พันทางที่เป็นลูกผสมระหว่างสุนัขพันธุ์พูเดิลและพันธุ์บางแก้ว ส่วนสิ่งมีชีวิตที่แสดงลักษณะพันธุกรรมที่เป็นผลจากคู่ยีนแบบเฮเทอโรไซกัสนั้น จะพิจารณาในระดับยีนของลักษณะที่ต้องการศึกษา เช่น ต้นถั่วลันเตาที่เกิดจากการผสมถั่วรุ่นพ่อแม่ที่เป็นต้นสูงและต้นเตี้ยแบบโฮโมไซกัส ซึ่งสมมติให้ จีโนไทป์เป็น HH และ hh ตามลำดับ ในกรณีนี้ต้นถั่วรุ่นลูกทุกต้น จะเป็นถั่วลันเตาต้นสูง ซึ่งบางครั้งมีผู้เรียกว่าเป็นถั่วลันเตาต้นสูงพันทาง ซึ่งควรกล่าวว่าเป็นถั่วลันเตาต้นสูงที่มีจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส คือ Hh จะเหมาะสมกว่า)

*** สะกดตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**

15. เมื่อผสมถั่วลันเตาต้นสูง 2 ต้นที่มีจีโนไทป์ Hh หากมีต้นถั่วรุ่นลูกเกิดขึ้น 4 ต้น แต่ละต้นจะมีจีโนไทป์เป็น HH, Hh, Hh, hh และฟีโนไทป์เป็นถั่วต้นสูง 3 ต้น และต้นเตี้ย 1 ต้น เสมอ (ความน่าจะเป็นของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของต้นถั่วรุ่นลูก **แต่ละต้น** คือ

จีโนไทป์	**ความน่าจะเป็น**
HH	**1**/4
Hh	**2**/4
hh	**1**/4
ฟีโนไทป์	**ความน่าจะเป็น**
ต้นสูง	**3**/4
ต้นเตี้ย	**1**/4

ดังนั้นเมื่อนำต้นถั่วรุ่นลูกจำนวนหนึ่งมาปลูก อัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของต้นถั่วรุ่นลูกเหล่านี้ทำนายได้ว่าจะเป็นดังนี้

จีโนไทป์ HH : Hh : hh = **1 : 2 : 1**

ฟีโนไทป์ ต้นสูง : ต้นเตี้ย = **3 : 1**

อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของต้นถั่วรุ่นลูกทั้ง 4 ต้นจะไม่เป็นไปตามที่ทำนายจากหลักความน่าจะเป็น ยกตัวอย่างเช่น ต้นถั่วรุ่นลูกอาจมีจีโนไทป์ hh และฟีโนไทป์ต้นเตี้ย ทั้ง 4 ต้น ซึ่งแม้จะเป็นไปได้ยาก (ความน่าจะเป็นเท่ากับ 1/4 × 1/4 × 1/4 × 1/4 = 1/256) แต่ก็สามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ โดยถ้าทดลองปลูกต้นถั่วรุ่นลูกจำนวนมากขึ้น อัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์แบบต่าง ๆ ก็จะใกล้เคียงมากขึ้นกับค่าที่ทำนายด้วยหลักความน่าจะเป็น)

16. ดีเอ็นเอเท่านั้นที่เป็นสารพันธุกรรม (นอกจากดีเอ็นเอแล้ว อาร์เอ็นเอ (RNA – ribonucleic acid) ยังเป็นกรดนิวคลีอิกอีกชนิดหนึ่งที่เป็นสารพันธุกรรมได้ด้วย)

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบกิจกรรมที่ 1 – 2
2. หนังสือเรียนและคู่มือครู สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
3. ไฟล์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม.ppt
4. ชุดกิจกรรม

วัสดุอุปกรณ์	**จำนวน/ กลุ่ม**
1. ชุดบัตรภาพสำหรับกิจกรรม 1.1 เรื่อง ตามหาครอบครัว	1 ชุด
2. ชุดบัตรคำสำหรับกิจกรรม 1.2 เรื่อง ทบทวนการปฏิสนธิ	1 ชุด
3. ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1	5 ชุด
4. ชุดกิจกรรม 2.1 เรื่อง โครโมโซมกับการปฏิสนธิ	1 ชุด
ประกอบด้วย	
ชุดบัตรปริศนา	1 ชุด
แผนภาพสำหรับวางบัตรปริศนา	1 แผ่น
5. ชุดกิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัส	1 ชุด
ประกอบด้วย	
บัตรกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่ม	1 ชุด
ซองรหัส	1 ซอง
บัตรไขรหัส	1 ใบ
บัตรภารกิจ	1 ใบ
6. กระดาษปรู๊ฟ และปากกาเมจิก	1 แผ่น และ 2 แท่ง/ กลุ่ม
หรือ คอมพิวเตอร์ต่อกับเครื่องฉาย LCD	
7. เทปใส	1 ม้วน

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
สร้างความสนใจ 1. วิทยากรแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คนโดยคละความสามารถ ให้มีทั้งคนเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน 2. วิทยากรแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมรู้ถึงสิ่งที่จะต้องเรียน**รู้** 3. วิทยากรสร้างความสนใจและสำรวจความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ด้วยการให้ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มทำใบงานที่ 1 **กิจกรรม 1.1 ตามหาครอบครัว** แล้วแลกเปลี่ยนความเข้าใจด้วยการเขียนคำตอบหรืออภิปรายร่วมกันตามประเด็นต่อไปนี้ โดยที่วิทยากรยังไม่สรุป - เหตุใดจึงสามารถคาดคะเนได้ว่า ใครบ้างที่เป็นสมาชิกครอบครัวเดียวกัน - เหตุใดลูกจึงมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อแม่ - เหตุใดลูกแต่ละคนจากพ่อแม่คู่เดียวกันจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน - ลักษณะทุกลักษณะของสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือไม่ เพราะเหตุใด 4. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมทำใบงานที่ 1 **กิจกรรม 1.2 ทบทวนการปฏิสนธิ** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสร้างแผนผัง (ใช้กระดาษปรู๊ฟ) ที่สรุปความเข้าใจเดิมว่าสิ่งใดที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูก และกระบวนการถ่ายทอดเป็นอย่างไร ทั้งนี้วิทยากรให้แต่ละกลุ่มจัดทำแผนผังร่วมกัน จากนั้นให้ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนบันทึกแผนผังที่ผ่านการเห็นชอบของกลุ่มลงในใบบันทึกกิจกรรมของตนเอง 5. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมแลกเปลี่ยนความเข้าใจด้วยการศึกษาแผนผังของกลุ่มอื่น ๆ แล้วอภิปรายร่วมกัน	- ชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว - ชุดบัตรคำทบทวนการปฏิสนธิ - ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 - กระดาษปรู๊ฟ หรือคอมพิวเตอร์ต่อกับเครื่องฉาย LCD - ปากกาเมจิก - กระดาษ A4 - สไลด์ PowerPoint ที่ 1 – 14	- ตรวจคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 - สังเกตทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การปฏิสนธิ และจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์และเซลล์ร่างกาย		
การสำรวจและค้นหา 1. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมทำใบกิจกรรมที่ 2 กิจกรรม เรื่อง สำรวจตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายของคำถามว่า - เหตุใดลูกจึงมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อแม่ และเหตุใดลูกแต่ละคนจากพ่อแม่คู่เดียวกันจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยกิจกรรม เรื่อง สำรวจตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม ดังนี้ กิจกรรม 2.1 เรื่อง โครโมโซมกับการปฏิสนธิ มีวัตถุประสงค์ เพื่ออธิบายลักษณะโครโมโซมในเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ก่อนและหลังการปฏิสนธิ กิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัส มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับดีเอ็นเอ 2. วิทยากรอธิบายว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้เข้ารับการอบรมจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญและความสัมพันธ์ของโครโมโซม ยีน และดีเอ็นเอ โดยวิทยากรอธิบายโดยใช้สื่อ เช่น แผนภาพ หรือแบบจำลองของเซลล์และโครโมโซมให้ผู้เข้ารับการอบรมทราบว่าในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่ มีสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส โดยสารพันธุกรรมเหล่านี้อยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า โครโมโซม จากนั้นให้ผู้เข้ารับการอบรมทำกิจกรรม 2.1 เรื่อง โครโมโซมกับการปฏิสนธิ	- ชุดกิจกรรม 2.1 เรื่อง โครโมโซมกับการปฏิสนธิ ประกอบด้วย - บัตรปริศนา - แผนภาพสำหรับวางบัตรปริศนา 1 แผ่น - ชุดกิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัสประกอบด้วย - บัตรกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่ม 1 ชุด - ซองรหัส 1 ซอง - บัตรไขรหัส 1 ใบ - บัตรภารกิจ 1 ใบ - สไลด์ PowerPoint ที่ 15 – 22	- ตรวจคำตอบของใบกิจกรรมที่ 2 กิจกรรม เรื่อง สำรวจตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - สังเกตทักษะการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
3. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมทำกิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัสซึ่งใช้การอุปมาอุปมัยสร้างความเข้าใจเบื้องต้นว่า ข้อมูลจากยีนสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ อย่างไร โดยระบุว่าเนื้อหาที่นำเสนอผ่านกิจกรรมนี้ เป็นเนื้อหาที่เพิ่มเติมจากกรอบหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น		
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 1. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 2.1 โดยใช้แผนภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครโมโซมก่อนและหลังการปฏิสนธิ ประกอบการอภิปราย เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจว่า ในนิวเคลียสของเซลล์ มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นสายยาวคล้ายเส้นด้ายเรียกว่า โครมาทิน ระหว่างการแบ่งเซลล์ โครมาทินจะขดตัวจนเข้าสู่สภาวะที่เรียกว่า โครโมโซม ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่ง ภายหลังการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ จำนวนโครโมโซมจะลดลงครึ่งหนึ่ง ต่อมาเมื่อเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียรวมกันในกระบวนการปฏิสนธิ จะได้เซลล์ของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับปกติ 2. วิทยากรถามผู้เข้ารับการอบรมว่า - โครโมโซมของลูกมาจากพ่อและแม่ แต่เหตุใดลูกแต่ละคนจากพ่อแม่คู่เดียวกันจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน - ความแตกต่างนี้เกิดจากความแตกต่างของยีนใช่หรือไม่ ยีนคืออะไร อยู่ที่ไหนบนโครโมโซม จากนั้น วิทยากรนำอภิปรายเพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจเกี่ยวกับยีน ดังนี้ เมื่อสิ่งมีชีวิตมีโครโมโซมที่เหมือนกันเป็นคู่ ๆ ยีนจึงมีอยู่เป็นคู่ด้วย ในโครโมโซมแต่ละแท่งมียีนเรียงตัวอยู่มากมายหลายยีน โดยยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเดียวกันจะอยู่บนตำแหน่งเดียวกันบน	- แผนภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครโมโซมก่อนและหลังการปฏิสนธิ - สไลด์ PowerPoint ที่ 23 - 31	- สังเกตการตอบคำถาม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
คู่โครโมโซม แต่ละตำแหน่งบนโครโมโซมจะมียีนได้หลายรูปแบบหรือหลายอัลลีล (allele) ยีนบางรูปแบบแม้จะปรากฏเพียงยีนเดียวในคู่ยีน สิ่งมีชีวิตก็จะแสดงลักษณะที่เป็นผลจากยีนนั้น เรียกว่า ยีนเด่น มักแทนด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น A และเรียกลักษณะที่ควบคุมโดยยีนเด่นว่า ลักษณะเด่น ส่วนยีนบางรูปแบบต้องมีอยู่ทั้ง 2 ยีนในคู่ยีน สิ่งมีชีวิตจึงจะแสดงลักษณะที่เป็นผลจากยีนนั้น เรียกว่า ยีนด้อย มักแทนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก เช่น a และเรียกลักษณะที่ควบคุมโดยยีนด้อยว่า ลักษณะด้อย ฟีโนไทป์ (phenotype) หรือรูปแบบปรากฏของสิ่งมีชีวิต ขึ้นอยู่กับจีโนไทป์ (genotype) หรือรูปแบบพันธุกรรม โดยจีโนไทป์ในแต่ละตำแหน่งบนโครโมโซมอาจเป็นคู่ยีนที่เหมือนกัน เรียกว่า คู่ยีนที่เป็นโฮโมไซกัส (homozygous) เช่น AA, aa หรือคู่ยีนที่ต่างกัน เรียกว่า คู่ยีนที่เป็นเฮเทอโรไซกัส (heterozygous) เช่น Aa 3. วิทยากรอธิบายขั้นตอนการจำลองกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ พร้อมชี้ให้ผู้เข้ารับการอบรมตระหนักถึงบทบาทของยีนที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีบางลักษณะเหมือนกับพ่อแม่ และบางลักษณะแตกต่างจากพ่อแม่ จากนั้นให้ผู้เข้ารับการอบรมสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างยีนกับโครโมโซม เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจว่า เมื่อคู่โครโมโซมแยกออกจากกันระหว่างการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ คู่ยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะก็จะแยกออกจากกันด้วย เมื่อมีการปฏิสนธิ โครโมโซมจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่ จะเข้ามาอยู่รวมกันในนิวเคลียสของไซโกต ซึ่งเป็นเซลล์แรกเริ่มของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูก ทั้งนี้ลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละ		

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ลักษณะของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกนั้น เป็นผลการเข้าคู่ของยีนที่ควบคุมลักษณะนั้น ๆ โดยยีนหนึ่งจะสุ่มรับมาในโครโมโซมของพ่อ และอีกยีนหนึ่งสุ่มรับมาในโครโมโซมของแม่ 4. หลังจากผู้เข้ารับการอบรมทำกิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัส แล้ว วิทยากรกับผู้เข้ารับการอบรมอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างยีนและดีเอ็นเอ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจว่า **ยีน คือ ส่วนของโมเลกุลดีเอ็นเอที่กำหนดลักษณะของโปรตีนแต่ละชนิด ความแตกต่างของโปรตีนที่เซลล์สังเคราะห์ขึ้นส่งผลให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน** 5. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่ม เขียนสรุปความเข้าใจจากการทำกิจกรรม 2 ด้วยการเขียนอธิบายคำตอบของคำถามว่า **เหตุใดลูกจึงมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อแม่ และเหตุใดลูกแต่ละคนจากพ่อแม่คู่เดียวกันจึงมีลักษณะที่แตกต่าง** โดยเขียนลงบนกระดาษปรู๊ฟแล้วนำมาติดไว้บนผนังห้อง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน **แนวคำตอบ** ลูกมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อแม่ เพราะ ได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยโครโมโซมของลูกได้รับการถ่ายทอดจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อมา 1 ชุด และจากเซลล์สืบพันธุ์ของแม่มาอีก 1 ชุด (กิจกรรม 2.1) ในโครโมโซมที่ได้รับมาจากพ่อแม่มียีนจำนวนมาก ซึ่งควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่กำหนดโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ในร่างกาย (กิจกรรม 2.2) ลูกจึงมีลักษณะคล้ายกับพ่อแม่ เนื่องจากแบบแผนการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายที่คล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตาม ลูกไม่ได้มีลักษณะเหมือนกันทุกคน โดยถ้าพิจารณาลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะจะพบว่า จีโนไทป์ของยีนที่กำหนดลักษณะนั้น ๆ ใน		

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
สิ่งมีชีวิตรุ่นลูก ได้มาจากการสุ่มรับมาเพียง 1 ยีน* จากคู่ยีนของพ่อ และ 1 ยีน* จากคู่ยีนของแม่ ในกรณีที่พ่อหรือแม่มีจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัสที่ตำแหน่งนี้ จีโนไทป์ของลูกจึงเป็นผลจากการสุ่มว่าในเซลล์สืบพันธุ์ที่เข้าสู่การปฏิสนธิจนเกิดเป็นตัวอ่อนนั้น มียีนรูปแบบใดอยู่ * 1 กลุ่มหรือชุดของยีน ในกรณีที่เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมโดยยีนหลายยีน		
ขั้นขยายความรู้ วิทยากรอภิปรายเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง ตามประเด็นต่อไปนี้ - ความจำเป็นและข้อควรคำนึงในการคัดเลือกพันธุ์ - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศมีผลต่อความหลากหลายทางพันธุกรรมอย่างไร	- สไลด์ PowerPoint ที่ 32 – 35	- สังเกตการตอบคำถาม
ประเมิน 1. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมพิจารณาความเข้าใจคลาดเคลื่อนต่อไปนี้ เด็กชาย ก. เข้าใจว่า โครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายหลอดกาแฟ โดยโครโมโซมแท่งหนึ่งได้มาจากพ่อ อีกแท่งหนึ่งได้มาจากแม่ ทั้ง 2 แท่งจะติดกันตรงกลางคล้ายปาท่องโก๋ บนผิวของโครโมโซมมียีนอยู่ คล้ายกับยางรัดของที่รัดอยู่รอบหลอดกาแฟ โดยยีนทำมาจากดีเอ็นเอ ส่วนโครโมโซมทำมาจากโปรตีน 2. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมอภิปรายร่วมกันว่าความเข้าใจของนักเรียนคนนี้ คลาดเคลื่อนอย่างไร โดยใช้เนื้อหาในส่วนความเข้าใจคลาดเคลื่อน (หน้า 3 – 7) เป็นแนวทางในการอภิปราย 3. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมเสนอแนะและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกันว่าจะแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของเด็กชาย ก. อย่างไร	- สไลด์ PowerPoint ที่ 36 – 40	- สังเกตการตอบคำถาม - ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน

การประเมินผล

รายการประเมินผล	**เกณฑ์การให้คะแนน**	**เครื่องมือ**
ด้านความรู้ 1. ตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรม 2. การอภิปรายตอบคำถาม	1. ร้อยละ 80 2. การมีส่วนร่วม	1. คำถามในใบบันทึกกิจกรรม 2. การสังเกต
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	ระดับคุณภาพพอใช้	แบบประเมินทักษะ

เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง กิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนศึกษาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

วัตถุประสงค์

เพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การปฏิสนธิ และสารพันธุกรรม

รายการวัสดุ/ อุปกรณ์

ที่	รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวน/ กลุ่ม
1	ชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว	1 ชุด
2	ชุดบัตรคำทบทวนการปฏิสนธิ	1 ชุด
3	ใบบันทึกกิจกรรม	4 ชุด

กิจกรรม 1.1 เรื่อง ตามหาครอบครัว

วิธีทำ

1. วิทยากรแจกชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว ซึ่งประกอบด้วยภาพของพ่อแม่ 7 คู่ และภาพของลูก ๆ 10 คน
2. ให้ผู้เข้ารับการอบรมจัดเรียงภาพเป็นครอบครัว โดยวิทยากรบอกผู้เข้ารับการอบรมว่าแต่ละครอบครัวมีลูก 1 – 2 คน
3. ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม ตามประเด็นคำถามในใบบันทึกกิจกรรม

กิจกรรม 1.2 เรื่อง ทบทวนการปฏิสนธิ

วิธีทำ

1. วิทยากรแจกชุดบัตรคำทบทวนการปฏิสนธิ ซึ่งประกอบด้วยบัตร 13 ใบ เขียนข้อความต่อไปนี้ การแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ การแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ไซโกต เซลล์ต้นกำเนิดอสุจิภายในอัณฑะ เซลล์ต้นกำเนิดไข่ภายในรังไข่ เอ็มบริโอ ทารก การเจริญเติบโต เซลล์อสุจิ เซลล์ไข่ ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม
2. ผู้เข้ารับการอบรมสร้างแผนผังสรุปกระบวนการปฏิสนธิ โดยใช้บัตรคำที่กำหนดให้ ให้ครบทุกคำ โดยแต่ละคำอาจใช้ได้หลายครั้ง และสามารถเขียนคำสำคัญอื่น ๆ เพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม เมื่อสมาชิกในกลุ่มเห็นตรงกันแล้ว ให้ติดบัตรคำบนกระดาษปรู๊ฟสำหรับอภิปรายร่วมกันภายในชั้น และบันทึกแผนภาพลงในใบบันทึกกิจกรรม
3. ผู้เข้ารับการอบรมเขียนอธิบายคำว่า โครโมโซม ยีน ดีเอ็นเอ ตามความเข้าใจของตนเอง

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนศึกษาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

กิจกรรม 1.1 เรื่อง ตามหาครอบครัว

- เหตุใดจึงสามารถคาดคะเนได้ว่า ใครบ้างที่เป็นสมาชิกครอบครัวเดียวกัน

.....

.....

.....

.....

.....

- เหตุใดลูกจึงมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อแม่ และเหตุใดลูกแต่ละคนจากพ่อแม่คู่เดียวกันจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน

.....

.....

.....

.....

.....

- ลักษณะทุกลักษณะของสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรม 1.2 เรื่อง ทบทวนการปฏิสนธิ

<u>แผนผังสรุปกระบวนการปฏิสนธิ</u>

อธิบายคำต่อไปนี้ตามความเข้าใจของตนเอง

โครโมโซม .....

.....

.....

ยีน .....

.....

.....

ดีเอ็นเอ .....

.....

.....

ต้นแบบชุดบัตรภาพตามหาครอบครัวสำหรับกิจกรรม 1.1

พ่อ	แม่	ลูก	
			
			
			
			
			
			

พ่อ	แม่	ลูก	
			

ต้นแบบชุดบัตรคำทบทวนการปฏิสนธิสำหรับกิจกรรม 1.2

การแบ่งเซลล์ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์	ไซโกต
การแบ่งเซลล์ เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์	เอ็มบริโอ
เซลล์ต้นกำเนิดอสุจิ ภายในอัณฑะ	ทารก
เซลล์ต้นกำเนิดไข่ ภายในรังไข่	เซลล์อสุจิ
ยีน	ดีเอ็นเอ
โครโมโซม	เซลล์ไข่
การเจริญเติบโต	**ชุดบัตรคำ ทบทวนการปฏิสนธิ**

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง สำรวจตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

กิจกรรม 2.1 เรื่อง โครโมโซมกับการปฏิสนธิ

วัตถุประสงค์ เพื่ออธิบายลักษณะโครโมโซมในเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ก่อนและหลังการปฏิสนธิ

รายการวัสดุ/ อุปกรณ์

ที่	รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวน/ กลุ่ม
1	ชุดกิจกรรม 2.1 เรื่อง โครโมโซมกับการปฏิสนธิ ประกอบด้วย - บัตรปริศนา - แผนภาพสำหรับวางบัตรปริศนา	1 ชุด 1 ชุด (9 ใบ) 1 แผ่น

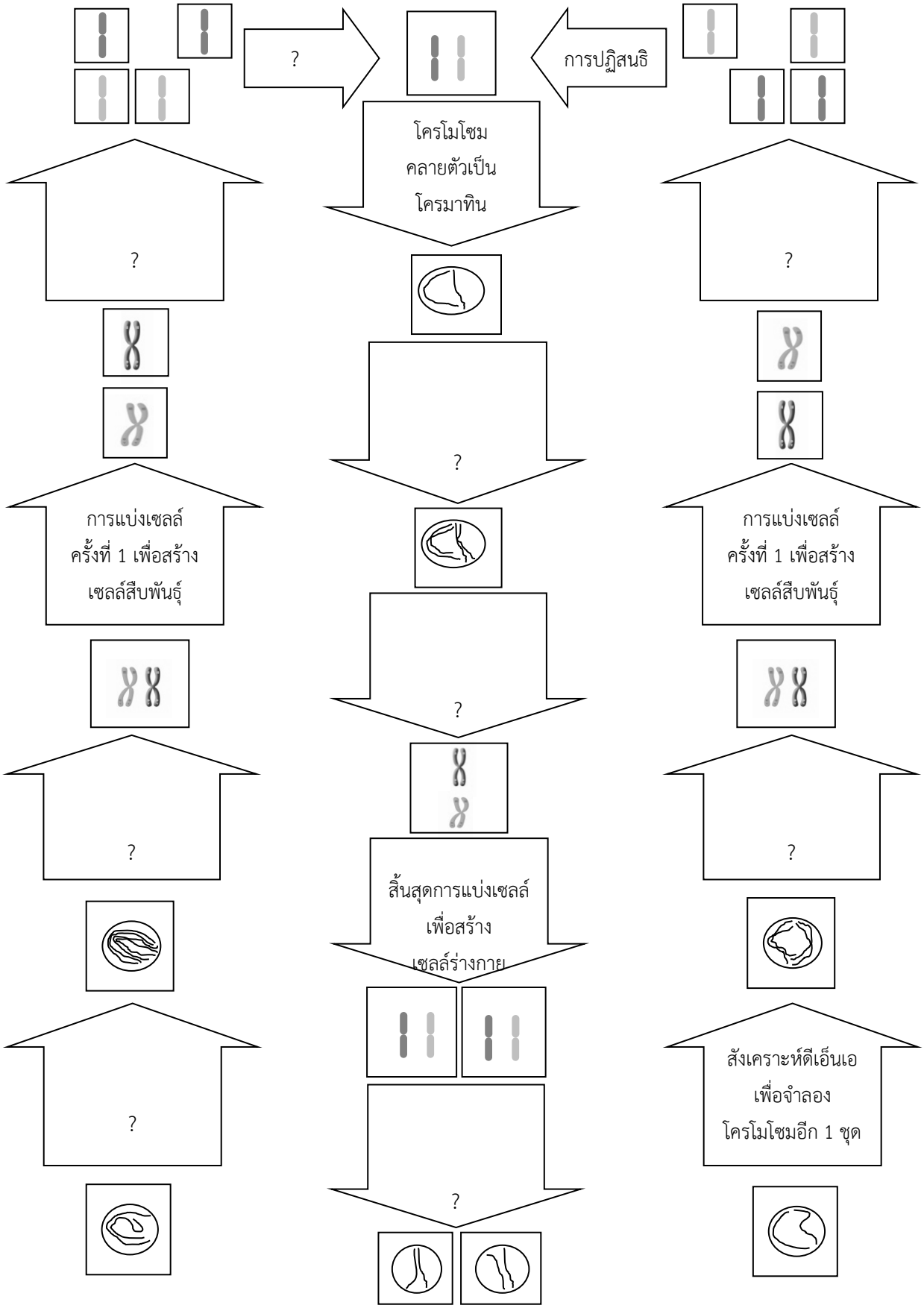
วิธีทำ

1. ให้ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันจัดเรียงบัตรปริศนา 9 ใบบนแผนภาพสำหรับวางบัตรปริศนา ในตำแหน่งที่คิดว่าสอดคล้องกับภาพและคำบรรยาย
2. ตรวจสอบกับกลุ่มอื่น ๆ และวิทยากร แล้วปรับเปลี่ยนตำแหน่งของบัตรปริศนาให้ถูกต้อง

ต้นแบบบัตรปริศนา

สังเคราะห์ดีเอ็นเอ เพื่อจำลอง โครโมโซมอีก 1 ชุด	โครโมโซม คลายตัวเป็น โครมาทิน	โครมาทิน ขดตัวเป็นโครโมโซม
สังเคราะห์ดีเอ็นเอ เพื่อจำลอง โครโมโซมอีก 1 ชุด	สิ้นสุดการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้าง เซลล์สืบพันธุ์	โครมาทิน ขดตัวเป็นโครโมโซม
โครมาทิน ขดตัวเป็นโครโมโซม	สิ้นสุดการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้าง เซลล์สืบพันธุ์	การปฏิสนธิ

แผนภาพสำหรับวางบัตรปริศนา



แผนภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครโมโซมก่อนและหลังการปฏิสนธิ (แสดงโครโมโซมเพียง 1 คู่)

กิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัส

วัตถุประสงค์ เพื่ออธิบายบทบาทและหน้าที่ของสารพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

รายการวัสดุ/ อุปกรณ์

ที่	รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวน/ กลุ่ม
1	ชุดกิจกรรม 2.2 เรื่อง ถอดรหัส ประกอบด้วย	1 ชุด
	- บัตรกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่ม	1 ชุด
	- ซองรหัส	1 ซอง
	- บัตรไขรหัส	1 ใบ
	- บัตรภารกิจ	1 ใบ

วิธีทำ

1. วิทยากรจัดผู้เข้ารับการอบรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แล้วให้ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนเลือกบทบาทเป็น ผู้รักษารหัส ผู้ถอดรหัส ผู้แปลรหัส และผู้ปฏิบัติภารกิจ ยืนเรียงแถวกันตามลำดับ วิทยากรแจกชุดกิจกรรมให้กับผู้เข้าการอบรมแต่ละกลุ่ม

   ชุดกิจกรรม ประกอบด้วย

   บัตรกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่ม 4 ใบ

   ซองรหัส 1 ซอง สำหรับผู้รักษารหัส

   บัตรไขรหัส 1 ใบ สำหรับผู้แปลรหัส

   บัตรภารกิจ 1 ใบ สำหรับผู้ปฏิบัติภารกิจ

2. เมื่อวิทยากรให้สัญญาณ ให้ผู้เข้ารับการอบรมปฏิบัติตามบทบาทที่กำหนด เมื่อผู้ปฏิบัติภารกิจเขียนคำตอบบนกระดานดำแล้ว ให้ผู้เข้ารับการอบรมอ่านกรอบข้อมูล **รหัสชีวิต** ในเอกสารประกอบการอบรม

ต้นแบบบัตรกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่ม

ผู้รักษารหัส บทบาทของท่านคือเป็นผู้รักษารหัสที่ได้รับแจก โดยจะต้องมอบแถบรหัสที่ไม่มีเครื่องหมาย ✓ ให้กับ **ผู้ถอดรหัส**
ผู้ถอดรหัส บทบาทของท่านคือรับแถบกระดาษจาก **ผู้รักษารหัส** ถอดรหัสจาก ก เป็น ข และจาก ข เป็น ก (อนุญาตให้จดลงบนกระดาษได้) แล้วส่งมอบรหัสที่ถอดได้ ให้กับ **ผู้แปลรหัส**
ผู้แปลรหัส บทบาทของท่านคือรับรหัสที่ถอดแล้วจาก **ผู้ถอดรหัส** แล้วใช้ข้อมูลในบัตรไขรหัส แปลรหัสที่ได้รับให้เป็นข้อมูลที่จะส่งมอบต่อให้กับ **ผู้ปฏิบัติภารกิจ**
ผู้ปฏิบัติภารกิจ บทบาทของท่านคือรับข้อมูลจาก **ผู้แปลรหัส** แล้วแก้ปริศนาในบัตรภารกิจ จนกระทั่งได้คำตอบ เขียน ข้อมูลที่ได้รับจาก **ผู้แปลรหัส** และรูปภาพที่เป็น คำตอบไว้ข้างหมายเลขกลุ่มบนกระดาน

ต้นแบบรหัส 4 แบบ (ใช้กลุ่มละ 1 แบบ)

รหัส 1

✓	กกขขกกกขกกกกขขกก
	ขขกกขขขกขขขขกกขข

รหัส 2

✓	กกกขกกกขกกกขขขกก
	ขขขกขขขกขขขกกกขข

รหัส 3

✓	กขกขกขกกขกขกขก
	ขกขกขกขขกขกขกข

รหัส 4

✓	กกกขกขกขกกขกขกขก
	ขขขกขกขกขขกขกขกข

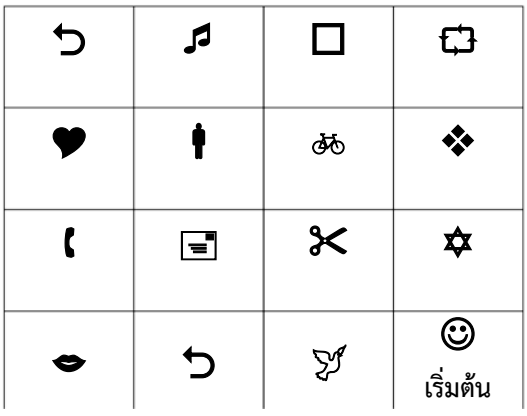
บัตรแปลรหัส

กก = บน

ขข = ล่าง

กข = ซ้าย

บัตรภารกิจ



กรอบข้อมูล รหัสชีวิต

กิจกรรม ถอดรหัส จำลองกระบวนการที่เซลล์ในร่างกายนำข้อมูลในสารพันธุกรรมมาใช้ในการสร้างโปรตีน ซึ่งมีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ของเซลล์

รหัสในมือของผู้รักษารหัส เปรียบได้กับ ยีน ซึ่งมีข้อมูลทางพันธุกรรมในรูปของลำดับเบสที่เป็นส่วนประกอบของดีเอ็นเอ ในความเป็นจริงแล้ว ดีเอ็นเอนั้นประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ต่าง ๆ 4 แบบ A T C และ G แต่รหัสในกิจกรรมนี้ประกอบด้วยอักษร 2 ตัวคือ ก และ ข

การถอดรหัส เปรียบได้กับกระบวนการภายในเซลล์ ที่เมื่อมีการสังเคราะห์โปรตีนชนิดใด จะมีการคัดลอกข้อมูลจากยีนของโปรตีนนั้นเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการ ทั้งนี้การคัดลอกข้อมูลอาศัยการจับคู่กันระหว่างนิวคลีโอไทด์คู่สม ซึ่งในดีเอ็นเอ A จะคู่กับ T และ C จะคู่กับ G เสมอ สำหรับการถอดรหัสจากดีเอ็นเอในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนนั้น จะมีการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกชนิดอาร์เอ็นเอ ซึ่งมีนิวคลีโอไทด์ U เป็นคู่สมของ A

การแปลรหัส เปรียบได้กับกลไกการสังเคราะห์โปรตีนที่สามารถอ่านรหัสจากลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วแปลงเป็นลำดับของกรดอะมิโน ในกิจกรรมนี้แปลรหัสครั้งละ 2 ตัวอักษร สำหรับการแปลรหัสที่เกิดขึ้นในเซลล์ จะเป็นการแปลรหัสครั้งละ 3 นิวคลีโอไทด์เป็นกรดอะมิโน 1 โมเลกุล ตามตารางในหน้าถัดไป

ข้อความที่ได้จากการแปลรหัส เช่น บน บน ล่าง ซ้าย ซ้าย เปรียบได้กับลำดับของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีนแต่ละชนิด ลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันนั้น เป็นผลมาจากร่างกายสังเคราะห์โปรตีนต่างกัน การที่โปรตีนต่างชนิดกันมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน ก็เป็นผลจากชนิดและลำดับของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันนั่นเอง

การถ่ายทอดรหัสชีวิตที่ซับซ้อนนี้ เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติภายในเซลล์ของร่างกายทุก ๆ เซลล์ กระบวนการดำรงชีวิตจึงเป็นความมหัศจรรย์อย่างหนึ่งในธรรมชาติ ที่ถ่ายทอดผ่านกาลเวลามานับล้านปี และจะถ่ายทอดต่อไปยังลูกหลานอีกนานตราบเท่าที่ชีวิตและสิ่งแวดล้อมยังอยู่ในสมดุล

ตารางกรดอะมิโน (triplet codon)

ตัวที่ 1 → / ตัวที่ 2 ↓	U	C	A	G	ตัวที่ 3 ↓
U	UUU, UUC: Phe UUA, UUG: Leu	UCU, UCC, UCA, UCG: Ser	UAU, UAC: Tyr UAA (Stop) UAG (Stop)	UGU, UGC: Cys UGA (Stop) UGG: Trp	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: Leu	CCU, CCC, CCA, CCG: Pro	CAU, CAC: His CAA, CAG: Gln	CGU, CGC, CGA, CGG: Arg	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: Ile AUG (Start)	ACU, ACC, ACA, ACG: Thr	AAU, AAC: Asn AAA, AAG: Lys	AGU, AGC: Ser AGA, AGG: Arg	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: Val	GCU, GCC, GCA, GCG: Ala	GAU, GAC: Asp GAA, GAG: Glu	GGU, GGC, GGA, GGG: Gly	U C A G

ตารางรายชื่อกรดอะมิโน

ที่	อักษรย่อ	ชื่อกรดอะมิโน	ที่	อักษรย่อ	ชื่อกรดอะมิโน
1	Ala	อะลานีน (Alanine)	11	Leu	ลิวซีน (Leucine)
2	Arg	อาร์จีนีน (Arginine)	12	Lys	ไลซีน (Lysine)
3	Asn	แอสปาราจีน (Asnparagine)	13	Met	เมไทโอนีน (Methionine)
4	Asp	กรดแอสปาร์ติก (Aspartic Acid)	14	Phe	ฟินิลอะลานีน (Phenylalanine)
5	Cys	ซิสทิอีน (Cysteine)	15	Pro	โปรลีน (Proline)
6	Gln	กลูตามีน (Glutamine)	16	Ser	เซอรีน (Serline)
7	Glu	กรดกลูตามิก (Glutamic Acid)	17	Thr	ทรีโอนีน (Threonine)
8	Gly	ไกลซีน (Glycine)	18	Trp	ทริปโทเฟน (Tryptophan)
9	His	ฮิสติดีน (Histidine)	19	Tyr	ไทโรซีน (Tyrosine)
10	Ile	ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	20	Val	วาลีน (Valine)

เรื่อง แร่และหิน

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง แร่และหิน

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายลักษณะที่สำคัญของหินและแร่ได้
2. อธิบายและเปรียบเทียบลักษณะของหินอัคนี หินแปร และหินตะกอนได้

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

3. จำแนกหินและแร่ได้
4. จำแนกชนิดของหินได้

สาระสำคัญ

แร่และหิน เป็นองค์ประกอบหลักของโลก ส่วนประกอบของโลกที่เป็นของแข็งและเกิดเองตามธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นแร่และหินทั้งสิ้น แร่และหินเป็นสิ่งแวดล้อมธรรมชาติที่อยู่รอบ ๆ ตัว ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ยุคปัจจุบัน นับว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับ แร่และหิน เป็นอย่างมาก แต่คนส่วนใหญ่อาจมองไม่เห็นหรือนึกไม่ถึงว่าวัตถุทั้งสองอย่างนี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมากเพียงใด ดังนั้นทุกคนควรจะต้องรู้จักและเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนในระดับต่าง ๆ สำหรับครูผู้มีหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนก็ควรต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนี้ให้ลึกซึ้งพอสมควร และรู้จักประโยชน์ที่มนุษย์นำมาใช้ ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งรู้จักแยกแยะได้ว่าประเด็นใดที่นักเรียนต้องรู้ ประเด็นใดที่นักเรียนควรรู้ ประเด็นใดที่นักเรียนสามารถไปค้นคว้าเพิ่มเติมได้หากสนใจ เป็นต้น การเรียนรู้เรื่องแร่และหิน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและรู้จักชนิดแร่และหินได้นั้น มีหลายวิธี แต่ที่นิยมกระทำกันนั้นคือผู้เรียนต้องได้สัมผัสของจริง ประกอบกับความรู้ทางทฤษฎี ผู้เรียนต้องเป็นคนช่างสังเกต ตั้งคำถาม เข้าใจในสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของแร่เป็นอย่างดี และยังอาศัยความรู้พื้นฐานหลาย ๆ สาขาประกอบ เช่น เคมี ภูมิศาสตร์ เป็นต้น การเรียนรู้เรื่องแร่และหิน ถือว่าเป็นแขนงหนึ่งของวิชาธรณีวิทยาเท่านั้น การจะเรียนเรื่องแร่และหินให้เกิดความลึกซึ้งได้ ผู้เรียนควรเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ในวิชาธรณีวิทยาควบคู่ไปด้วย เช่น เรื่องโครงสร้าง และส่วนประกอบของโลก

ความรู้พื้นฐาน

1. ความหมายของคำว่าแร่และหิน
2. สมบัติทางกายภาพของแร่
3. การจำแนกแร่และหิน
4. ความรู้ทางเคมีเบื้องต้น

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบกิจกรรมที่ 1 – 4
2. เอกสารประกอบการอบรม 2: ใบความรู้ที่ 1 – 4
3. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สสวท. 2544
4. อุปกรณ์ :

ลำดับ	รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
1	ตัวอย่างแร่ 12 ชนิด	10 ชุด
2	ตัวอย่างหิน 12 ชนิด	10 ชุด
3	แผ่นกระเบื้องสีขาว ไม่เคลือบ	10 แผ่น
4	มีดพับ	10 อัน
5	เหรียญทองแดง	10 เหรียญ
6	ตะไบเหล็ก	10 อัน
7	กรดเกลือเจือจาง	10 ขวด
10	กระดาษทิชชู	10 ม้วน
11	เลนส์ กำลังขยาย 10 เท่า	50 อัน

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ขั้นทบทวนความรู้เดิม 1. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แบบตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อน เมื่อทำเสร็จแล้ววิทยากรยังไม่เฉลยคำตอบ 2. วิทยากรนำเสนอองค์ความรู้เบื้องต้นในการจำแนกแร่และหิน 3. วิทยากรเฉลยใบกิจกรรมที่ 1	- ข้อสอบ 5 ข้อ - ใบกิจกรรมที่ 1 - ใบความรู้	- สังเกตการให้ความร่วมมือในการฟัง และการซักถามวิทยากร - ความถูกต้องของการตอบใบกิจกรรมที่ 1
สร้างความสนใจ 1. ผู้เข้ารับการอบรมศึกษาสังเกตตัวอย่างแร่และหินที่วางปะปนกันอยู่โดยไม่ระบุชื่อแร่และหินดังกล่าว แต่บนตัวอย่างมีตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันติดอยู่เท่านั้น	- ใบกิจกรรมที่ 2 - ตัวอย่างแร่และหิน ชนิดต่าง ๆ รวม 10 ตัวอย่าง	- สังเกตการทำงานกลุ่ม - ใบกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
2. แยกตัวอย่างทั้งหมดออกเป็นสองกลุ่มคือ แร่และหิน 3. วิทยากรเฉลยใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมอภิปรายผล		
การสำรวจและค้นหา **ความแข็ง** 1. วิทยากรอธิบายถึงประโยชน์ของความแข็งของแร่ตามโมห์สเกล (Moh's scale of hardness) และเทคนิควิธีการทดสอบ ข้อควรระวัง 2. แล้วให้ผู้เข้ารับการอบรมนำแร่ต่าง ๆ มาทดสอบโดยนำแร่แต่ละชนิดมาขูดกัน และนำวัตถุอื่นที่ทราบค่าความแข็ง เช่น มีดพับ ตะไบเหล็ก แผ่นกระเบื้อง (สีขาว ไม่เคลือบ ซึ่งใช้ทดสอบสีผงได้ด้วย) มาใช้ในการทดสอบได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีแร่ครบทุกชนิด ในโมห์สเกลก็ได้ **แนวการอภิปราย:** ผลการทดสอบอาจให้เรียงลำดับจากแข็งมากไปน้อย ควรอภิปรายผลโดยเชื่อมโยงไปถึงเรื่องแรงยึดเหนี่ยวของอะตอมระหว่างแร่ชนิดต่าง ๆ ที่มีความแข็งต่างกัน **สีและสีผงแร่** 3. วิทยากรอธิบายว่าแร่แต่ละชนิดอาจมีสีต่างกันหรือคล้ายกันได้ การใช้สีของแร่ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าอาจทำให้การจำแนกแร่ผิดพลาดได้ เพราะแร่บางชนิดมีสีผงไม่เหมือนกับสีผิวแร่ที่มองเห็นได้ 4. ให้ผู้เข้ารับการอบรมทดสอบ โดยนำตัวอย่างแร่ มาขูดลงบนแผ่นกระเบื้องให้เป็นเส้นยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วสังเกตสีผงของเส้นดังกล่าวของแร่แต่ละชนิด จากนั้นตอบคำถามว่า ทำไมแร่บางชนิดจึงมีสีผงต่างจากสีผิว บางชนิดมีสีผงเช่นเดียวกับสีผิว บางชนิดไม่มีสี เป็นต้น **แนวการอภิปราย:** เพราะแร่บางชนิดอาจทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศจนทำให้สีผิวเปลี่ยนไปจากสีที่แท้จริงของแร่นั้น แต่สีผงของแร่ยังคงเดิมไม่	- ใบกิจกรรมที่ 3 - ตัวอย่างแร่ 12 ตัวอย่าง - อุปกรณ์ทดสอบแร่ทุกรายการ	- ใบกิจกรรมที่ 3 - สังเกตการทำงานกลุ่ม - ความมีส่วนร่วมในการทดสอบ

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามสีผิวของแร่บางชนิดก็มีสีเดียวกันกับสีผง ดังนั้นวิธีการทดสอบ สีผงจึงถูกนำมาใช้ช่วยในการจำแนกแร่ได้เป็นอย่างดี **ปฏิกิริยาต่อกรดเจือจาง** 5. วิทยากรอธิบายถึงสมบัติทางเคมีของแร่หรือหินบางชนิด ว่าสามารถมีปฏิกิริยาต่อกรดบางชนิด เช่น กรดเกลือ และกรดน้ำส้ม เป็นต้น กิจกรรมนี้เป็นการทดสอบแร่คาร์บอเนต หรือหินที่มีส่วนประกอบเป็นแร่ที่อยู่ในหมู่คาร์บอเนต เช่น แร่แคลไซต์ แร่โดโลไมต์ (เมื่อถูกบดเป็นผงจึงจะแสดงปฏิกิริยา) หินปูน หิน 6. ให้ผู้เข้ารับการอบรมทดสอบคือนำปลายหลอดหยดสารที่มีกรดบรรจุอยู่แตะที่ตัวแร่หรือหินแล้วสังเกตว่ามีฟองเกิดขึ้นและลอยขึ้นไปในหลอดหรือไม่ หลังจากทดสอบแล้วควรใช้กระดาษทิชชูซับกรดบนตัวอย่างให้แห้งเสมอ **แนวการอภิปราย**: หากมีฟองดังกล่าวแสดงว่าตัวอย่างแร่หรือหินที่ทดสอบมีส่วนประกอบของสารประกอบคาร์บอเนต วิทยากรควรสรุปหรือถามว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไรมีสารอะไรเกิดขึ้นบ้างดังสมการต่อไปนี้ $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$		
หิน 3 ประเภท 7. ให้ผู้เข้ารับการอบรมนำตัวอย่างหิน มาแยกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งบอกชื่อหินแต่ละชนิด **แนวการอภิปราย:** ลักษณะเด่นของหินแต่ละประเภทที่ใช้ช่วยในการจำแนกคือสมบัติอะไรบ้าง นอกจากการจดจำก้อนหิน 8. วิทยากรเฉลยใบกิจกรรมที่ 3 และ 4	- ใบกิจกรรมที่ 4 - ตัวอย่างหิน 12 ตัวอย่าง - อุปกรณ์ทดสอบแร่ทุกรายการ	
สร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มลงข้อสรุปแต่ละเรื่อง ได้แก่	- ใช้เนื้อที่ว่างในตอนท้ายของ	

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
หลักในการจำแนก แร่และหิน ความเหมือน ความต่างระหว่าง แร่แต่ละชนิด หินแต่ละชนิด ตัวอย่างแนวตอบ: เช่น - แร่ที่มีความแข็งสูงมักจะมีความวาวสูง - แร่ที่มีความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสูงจะมีองค์ประกอบเป็นธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสูง - หินอัคนีและหินแปรมักจะมีเนื้อหินเป็นเม็ดแร่ที่ประสานกันเป็นผลึกที่เบียดกันแน่น - แร่และหินที่มีองค์ประกอบเคมีเป็นสารประกอบคาร์บอเนต จะมีปฏิกิริยาต่อกรดเกลือ - หินที่มีสีแตกต่างกันย่อมขึ้นอยู่กับสีของแร่ที่ประกอบอยู่เป็นหลัก รวมทั้งขนาดของเม็ดแร่ด้วย - วิธีทดสอบบางอย่างเช่น ความแข็ง อาจใช้กับหินบางชนิดไม่ได้ เนื่องจากหินดังกล่าวประกอบด้วยแร่หลายชนิด	ใบกิจกรรมที่ 3 และ 4 ตามลำดับ	
ขั้นขยายความรู้ สืบค้นความรู้เพื่อร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่มนุษย์จะนำแร่และหินไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและด้านอื่น จากแหล่งข้อมูลและสื่อต่าง ๆ ตัวอย่างแนวตอบ: เช่น - แร่ที่มีความแข็งสูงมักจะมีความวาวสูง - แร่ที่มีความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสูงจะมีองค์ประกอบเป็นธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสูง - หินอัคนีและหินแปรมักจะมีเนื้อหินเป็นเม็ดแร่ที่ประสานกันเป็นผลึกที่เบียดกันแน่น - แร่และหินที่มีองค์ประกอบเคมีเป็นสารประกอบคาร์บอเนต จะมีปฏิกิริยาต่อกรดเกลือ - หินที่มีสีแตกต่างกันย่อมขึ้นอยู่กับสีของแร่ที่ประกอบ	- คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สสวท. 2544 - หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สสวท. 2544	- สังเกตความกระตือรือร้นในการค้นคว้า และผลการสืบค้นได้ถูกตรง และแม่นยำ

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
อยู่เป็นหลัก รวมทั้งขนาดของเม็ดแร่ด้วย - วิธีทดสอบบางอย่างเช่น ความแข็ง อาจใช้กับหินบางชนิดไม่ได้ เนื่องจากหินดังกล่าวประกอบด้วยแร่หลายชนิด		
ขั้นประเมิน 1. ผู้เข้ารับการอบรมและผู้ให้การอบรมร่วมกันสรุปการทำกิจกรรมทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจ จนถึงขั้นขยายความรู้ และตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายและข้อสรุปของกลุ่ม 2. วิทยากรประเมินความถูกต้องของการตอบคำถาม และการเขียนตอบในใบกิจกรรม 3. ประเมินจากแบบตรวจความเข้าใจคลาดเคลื่อน 4. ประเมินจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังอบรม	- PowerPoint หรือแผ่นกระดาษ Chart หรือบอร์ด - ใบกิจกรรมทั้งหมด (1-4) - แบบตรวจความเข้าใจคลาดเคลื่อน (ใบกิจกรรมที่ 1) - แบบทดสอบหลังเรียน 5 ข้อ	- สังเกตลักษณะการนำเสนอ เช่น ความถูกต้อง ความมีเหตุผล ความน่าสนใจ ความถูกต้องของใบกิจกรรมทั้งหมด (1-4) ความถูกต้องของการตอบแบบตรวจความเข้าใจคลาดเคลื่อน ความถูกต้องของการตอบแบบทดสอบหลังเรียน 5 ข้อ

การประเมินผล

รายการประเมินผล	เกณฑ์การให้คะแนน	เครื่องมือ
ด้านความรู้ 1. ตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรม 2. การอภิปรายตอบคำถาม	1. ร้อยละ 80 2. การมีส่วนร่วม	1. คำถามในใบบันทึกกิจกรรม 2. การสังเกต
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	ระดับคุณภาพพอใช้	แบบประเมินทักษะ

เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง แบบตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อน

คำสั่ง: จงบอกว่าข้อความต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกให้แก้ไขให้เป็นข้อความที่ถูกต้อง

1. หินประกอบด้วยแร่มากกว่า 1 ชนิด

.....

.....

.....

2. หินต้องประกอบด้วยแร่เท่านั้น

.....

.....

.....

3. แร่และหินเป็นสสารคนละชนิดกัน

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง แยกกลุ่มแร่และหิน

คำสั่ง: จงแยกตัวอย่างแร่และหิน โดยเขียนเครื่องหมาย ☑ ลงในสดมภ์ของ แร่ หรือหิน พร้อมบอกเหตุผลประกอบสั้น ๆ (ถ้ามี)

ตัวอย่างที่	แร่	หิน	เหตุผล
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง ทดสอบความแข็ง สีผง และปฏิกิริยากับกรดเกลือ ของแร่

แร่ ตัวอย่างที่	ลักษณะของแร่ ที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า	กิจกรรม 5.1		กิจกรรม 5.2	กิจกรรม 5.3	ชนิดแร่
		และผลการทดสอบความแข็ง	ความแข็งโดยประมาณ	สีผง	ปฏิกิริยาต่อกรด	
1 (ตัวอย่าง)	เป็นแร่สีขาว วาวคล้ายแก้ว โปร่งใส	เล็บขูดไม่เข้า มีดพับขูดเข้า	3 – 4	ขาว	ฟู่	แคลไซต์
2						
3						
4						
5						
6						
7						

แร่ ตัวอย่างที่	ลักษณะของแร่ ที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า	กิจกรรม 5.1		กิจกรรม 5.2	กิจกรรม 5.3	ชนิดแร่
		และผลการทดสอบความแข็ง	ความแข็งโดยประมาณ	สีผง	ปฏิกิริยาต่อกรด	
8						
9						
10						

ใบกิจกรรมที่ 4
เรื่อง การจำแนกหิน

ตัวอย่างหินที่	บันทึก ลักษณะของหิน เช่น สี เนื้อหิน ขนาดเม็ดแร่ ละเอียด หยาบ ความถ่วงจำเพาะ (ประเมินด้วยมือ)	ชนิดหิน (ชื่อหิน)	ประเภทหิน (หินอัคนี/ หินตะกอน/ หินแปร)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง แร่ และสมบัติทางกายภาพบางประการของแร่

แร่ (Mineral) หมายถึง ของแข็งเนื้อเดียวซึ่งเป็นธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยกระบวนการทางอนินทรีย์ มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ มีองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพที่แน่นอนหรือเปลี่ยนแปลงได้ในวงจำกัด

สมบัติทางกายภาพของแร่

แร่เป็นผลของคุณลักษณะทางโครงสร้างและทางเคมีของแร่โดยตรงที่เราสามารถตรวจสอบได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงสมบัติทางกายภาพของแร่ที่มองเห็นและสามารถตรวจสอบอย่างง่ายได้ เพียงแต่ใช้ตัวอย่างแร่และอุปกรณ์พื้นฐานเพียงไม่กี่ชิ้น ก็สามารถบอกชื่อแร่บางชนิดได้โดยพิจารณาลักษณะพื้นฐานบางประการดังนี้

1. แนวแตกเรียบ (Cleavage) แนวแยก (Parting) และรอยแตก (Fracture)

แนวแตกเรียบ (Cleavage) คือแนวที่แตกขนานไปกับระนาบของอะตอม (Atomic plane) ในแร่ ทั้งนี้เนื่องจากอะตอมที่อยู่ทั้งสองด้านของระนาบดังกล่าว มีแรงจับตัวกันน้อยกว่าแนวอื่นมาก แนวแตกเรียบมักจะขนานกับหน้าผลึก เช่น ไมกา มีแนวแตกเรียบที่ดีมากตามทิศทางที่ขนานกับแผ่นแร่ ทั้งนี้เพราะแรงยึดระหว่างแผ่นนั้นน้อยมาก แร่ชนิดเดียวกันทุกก้อนมีแนวแตกเรียบในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เพราะการเรียงตัวของอะตอมภายในเหมือนกัน ในแร่ชนิดเดียวกันทุกก้อนย่อมมีทิศทางที่อะตอมจับตัวกันไม่แน่นหรือมีแนวที่แรงยึดเหนี่ยวกันน้อยเหมือนกัน การอธิบายแนวแตกเรียบแบ่งตามลักษณะความชัดเจน เช่น ดีมาก (Perfect) ดี (Good) พอใช้ (Fair) หรือไม่ชัด (Poor) เป็นต้น และตามจำนวนทิศทางในแร่แต่ละชนิด ซึ่งอาจจะมีตั้งแต่ 1 – 6 ทิศทาง เช่นแร่ฟลูออไรต์มีแนวแตกเรียบ 4 ทิศทาง (เป็นรูปออกตะฮีดรอน) กาลีนามี 3 ทิศทาง (เป็นรูปลูกบาศก์) เป็นต้น แร่บางชนิดไม่มีแนวแตกเรียบ เช่น ควอตซ์ การ์เนต แร่บางชนิดมีแนวแตกเรียบที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยเฉพาะผลึกแร่ขนาดเล็กซึ่งต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วย แนวแตกเรียบมีลักษณะเป็นระนาบเรียบบางครั้งอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นหน้าผลึก แนวแตกเรียบจะเกิดเป็นระนาบขนานกันไปเรื่อย ๆ ถ้าเราทำลายหรือทุบก้อนแร่ให้เล็กลง แนวแตกเดิมหายไปเรายังคงพบแนวแตกเรียบใหม่ที่วางตัวในทิศทางเดิมนั่นเอง

แนวแยก (Parting) เป็นแนวที่แร่แตกออกตามระนาบที่ไม่แข็งแรงของโครงสร้าง โดยการแตกเป็นผลมาจากความดัน (Pressure) หรือการแฝด (Twinning) แนวแยกมีลักษณะคล้ายแนวแตกเรียบ แต่ต่างกันตรงที่แนวแยกไม่พบในแร่ชนิดเดียวกันทุกก้อนเหมือนแนวแตกเรียบ แต่จะพบในผลึกที่เกิดการแฝดหรือได้รับความดันที่เหมาะสมเท่านั้น ในแร่ต่าง ๆ มีระนาบแนวแยกในจำนวนจำกัดและเป็นไปตามทิศทางที่แร่นั้นสามารถแตกออกได้เสมอ เช่นแนวแยกรอมโบฮีดรอน (รูปขนมเปียกปูน) ของแร่คอรันดัม

รอยแตก (Fracture) เป็นรอยที่แร่แตกออกในแนวใด ๆ ที่ไม่ใช่แนวแตกเรียบหรือแนวแยก ไม่จำเป็นต้องเป็นระนาบเรียบและไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในโดยตรง ตามปกติแร่ส่วนมากมีรอยแตก

เป็นผิวขรุขระ (Uneven or Irregular) แต่มีบางชนิดซึ่งเป็นลักษณะพิเศษซึ่งช่วยในการตรวจแร่ได้ เช่น คล้ายฝาหอย (Conchoidal) ซึ่งมีลักษณะเป็นรอยบุ๋มเหมือนฝาหอยด้านใน เช่น รอยแตกของแร่ควอตซ์ รอยแตกของกระจก บางชนิดแตกออกมีผิวคล้ายเสี้ยนไม้ (Splintery or Fibrous) เช่น ในฮีมาไทต์ เนไฟรต์ เป็นต้น บางชนิดแตกออกเป็นผิวขรุขระ และคมคล้ายฟันปลา (Hackly) เช่น ในทองแดง

2. ความแข็ง (Hardness)

ความแข็งคือความคงทนของผิวหน้าเรียบของแร่ที่มีต่อการขูดขีด แร่ทุกชนิดมีความแข็งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงในการจับตัวของอะตอมหรือพันธะเคมี สมบัตินี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามแกนต่าง ๆ ของผลึกแร่ แม้ในแร่ก้อนเดียวกัน ดังนั้นเราอาจพบความแข็งของแร่เป็นช่วงใดช่วงหนึ่งก็ได้ การทดสอบความแข็งของแร่อาจทดสอบได้ง่ายโดยอาศัยแร่ ซึ่งเฟเดอริก โมห์ (Federic Mohs) ได้กำหนดมาตราความแข็งจากน้อยไปมากเป็นหมายเลขจาก 1 ถึง 10 ตามลำดับ เมื่อ ค.ศ. 1824 เรียกว่า มาตราความแข็งของโมห์ (Mohs' scale of hardness) และใช้มาจนถึงปัจจุบันคือ

ความแข็ง	**แร่**
1	ทัล์ก (Talc)
2	ยิปซัม (Gypsum)
3	แคลไซต์ (Calcite)
4	ฟลูออไรต์ (Fluorite)
5	อะพาไทต์ (Apatite)
6	ออร์โทเคลส (Orthoclase)
7	ควอตซ์ (Quartz)
8	โทแพส (Topaz)
9	คอรันดัม (Corundum)
10	เพชร (Diamond)

นอกจากนั้นยังสามารถทดสอบความแข็งของแร่ด้วยวัตถุอื่น ๆ เช่น เล็บมือ (แข็งมากกว่า 2 เล็กน้อย) เหรียญทองแดง (แข็งประมาณ 3) มีดพับ (แข็งมากกว่า 5 เล็กน้อย) กระจกหน้าต่าง (แข็ง 5.5) ตะไบเหล็ก (แข็ง 6.5) และแผ่นกระเบื้อง (แข็งประมาณ 7) วิธีทดสอบความแข็ง คือใช้วัตถุหรือแร่ A ขีดแร่ B (การขีดขูดต้องกระทำบนผิวแร่ซึ่งสดเท่านั้น) ถ้าแร่ B เป็นรอยแสดงว่า A แข็งกว่า B แล้วให้เปรียบเทียบกับวัตถุหรือแร่อื่นที่ทราบความแข็งไปเรื่อย ๆ จนสามารถสรุปความแข็งของแร่ที่ต้องการทดสอบได้

3. ความแกร่ง (Tenacity)

ความแกร่ง (Tenacity) คือสมบัติที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแร่เมื่อมีแรงมากระทำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความทนทานของแร่ที่มีต่อแรงทุบ แรงบด แรงบีบ แรงดัด หรือแรงดึง คำที่ใช้อธิบายสมบัตินี้ได้แก่

- เปราะ (Brittle) แร่แตกออกเป็นก้อนเล็ก ๆ หรือเป็นผงได้ง่าย เช่น ซัลเฟอร์ (กำมะถัน) เซอร์คอน
- ตีแผ่เป็นแผ่นได้ (Malleable) เช่น ทองคำ เงิน ทองแดง ทองคำขาว
- ตัดได้ (Sectile) เช่น ทัล์ก ทองคำ ทองแดง เหล็ก
- ยืดเป็นเส้นได้ (Ductile) เช่น ทองคำ ทองแดง เงิน
- โค้งงอได้ (Flexible) สามารถโค้งงอได้แต่ไม่ดีดกลับคืน เช่น คลอไรต์ ทัล์ก ที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ
- ดีดกลับได้ (Elastic) สามารถทำให้โค้งงอ และดีดกลับสู่สภาพเดิมได้ เช่น ไมกา

4. ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

ความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) คือน้ำหนักของแร่เมื่อเทียบกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับแร่ ถ.พ. หาได้จากการหารน้ำหนักของแร่ที่ชั่งในอากาศด้วยน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับแร่นั้น ที่อุณหภูมิ 4 องศา (เป็นอุณหภูมิที่น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุด) และความดัน 1 บรรยากาศ แต่ในทางปฏิบัติจริงการตรวจสอบค่า ถ.พ. ของแร่โดยทั่วไป ได้จากการหารน้ำหนักของแร่ที่ชั่งในอากาศด้วยน้ำหนักที่หายไปของแร่ที่ชั่งในอากาศหลังจากนำไปชั่งในน้ำแล้ว (ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับแร่) ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของแร่ที่ชั่งใน}}{\text{น้ำหนักของแร่ที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักของแร่ที่ชั่งในน้ำ}}$$

โดยทั่วไปอุณหภูมิห้องถือว่าอนุโลมใช้ได้เนื่องจากไม่ทำให้ ถ.พ. ที่คำนวณได้แตกต่างไปจากผลที่ได้จากอุณหภูมิ และความดันมาตรฐานดังกล่าวมากนัก

5. สี (Colour)

สีเป็นสมบัติที่เกิดจากอันตรกิริยาของแสงกับส่วนประกอบเคมีภายในแร่ หรือโครงสร้างการจัดตัวของอะตอมภายในแร่ อาจมีอะตอมบางชนิดสามารถดูดกลืนสีได้ โดยจะดูดกลืนสีบางช่วงคลื่นของแสงสีขาวเอาไว้ สีในช่วงคลื่นอื่นก็จะผ่านหรือสะท้อนออกมาให้เราเห็นได้ แร่ที่ไม่มีการดูดกลืนแสงเลยหรือ

ยอมให้แสงผ่านได้หมด จะใสและไม่มีสี มลทิน (Impurities) และความผิดปกติของโครงสร้างภายในแร่ตลอดจนขนาดของเม็ดแร่ที่จับตัวกันเป็นก้อน ก็เป็นสาเหตุให้แร่มีสีที่แตกต่างไปได้ เช่น แร่คอรันดัม ที่มีสีแดงเกิดจากมลทินที่เป็นธาตุโครเมียม (Cr) ที่มีสีน้ำเงินเกิดจากมลทินที่เป็นธาตุเหล็ก (Fe) และไทเทเนียม (Ti) มรกตซึ่งมีสีเขียวมีมลทินเป็นธาตุโครเมียม เป็นต้น ข้อสำคัญในการดูสีแร่คือ ต้องดูที่ผิวสดเท่านั้น เพราะแร่บางชนิดอาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ผิวได้ง่าย โดยผิวแร่ทำปฏิกิริยากับอากาศทำให้เกิดสีผิวที่ต่างไปจากสีที่แท้จริงของเนื้อแร่ซึ่งเรียกว่า ความหมอง (Tarnish) เช่น สีผิวของ คาลโคไพไรต์ บอร์ไนต์ และคาลโคไซต์ เป็นต้น

6. สีผง (Streak)

ด้วยเหตุที่สีของก้อนแร่อาจผันแปรไป สีผิวแร่จึงไม่ใช่สมบัติแน่นอนของแร่ แต่ถ้านำแร่ชนิดเดียวกันแต่ต่างสีมาบดเป็นผงจะพบว่าทำให้สีผงเป็นสีเดียวกัน ดังนั้นเราจึงใช้สีผงในการพิสูจน์แร่ได้แน่นอนกว่า วิธีทดสอบทำได้ง่ายเพียงแต่ขีดแร่ลงบนแผ่นกระเบื้องสีขาวที่ไม่เคลือบ (Streak plate) ซึ่งมีความแข็งประมาณ 7 แล้วสังเกตสีผง วิธีนี้ใช้ได้เฉพาะแร่ที่มีความแข็งน้อยกว่า 7 เท่านั้น

7. ความวาว (Luster)

ความวาวเป็นลักษณะทั่วไปของผิวแร่ที่เกิดจากการสะท้อนแสง แบ่งเป็นสองแบบใหญ่ ๆ คือ ความวาวเหมือนโลหะ (Metallic lustre) ได้แก่ แร่ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นธาตุเดี่ยว เช่น ทองคำ ทองคำขาว เงิน เป็นต้น และโลหะซัลไฟด์ส่วนใหญ่ เช่น ไพไรต์ กาลีนา เป็นต้น อีกแบบหนึ่งคือ ความวาวเหมือนอโลหะ (Nonmetallic lustre) อย่างไรก็ตามมีแร่บางชนิดที่มีความวาวอยู่ระหว่างทั้งสองแบบ เรียกว่า ความวาวเหมือนกึ่งโลหะ (Submetallic lustre) เช่น อิลเมไนต์ แคสซิเทอไรต์ เป็นต้น
แร่กลุ่มที่มีความวาวเหมือนอโลหะ ยังแบ่งย่อยออกเป็นแบบต่าง ๆ ดังนี้

- เหมือนเพชร (Adamantine) เช่น เพชร เซอร์คอน แคสซิเทอไรต์
- เหมือนแก้ว (Vitreous or glassy) เช่น คอรันดัม ควอตซ์ และแร่ในหมู่ซิลิเกตส่วนใหญ่
- เหมือนยางสน (Resinous) เช่น ซัลเฟอร์ สฟาเลอร์ไรต์
- เหมือนไหม (Silky) เช่น แอสเบสทอส ซาทินสปาร์
- เหมือนน้ำมัน (Greasy) เช่น เพชรที่ยังไม่ได้เจียระไน เนไฟรต์
- เหมือนไข (Waxy) เช่น คาลซิโดนี
- เหมือนมุก (Pearly) เช่น ทัล์ก มัสโคไวต์
- ด้านเหมือนดิน (Dull or Earthy) เช่น แร่ดินขาว

8. ความโปร่ง (Diaphaneity)

ความโปร่งคือสมบัติของแร่ที่ยอมให้แสงผ่าน เป็นสมบัติที่สามารถสังเกตเห็นได้ทันทีเมื่อส่องก้อนแร่ด้วยแสงสว่าง แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- โปร่งใส (Transparent) สามารถมองทะลุได้

- โปร่งแสง (Translucent) ไม่สามารถมองทะลุได้ แต่แสงผ่านได้
- ทึบแสง (Opaque) แสงผ่านไม่ได้

แร่บางชนิดเมื่อเป็นก้อนหนาจะมีสมบัติทึบแสง แต่เมื่อตัดเป็นแผ่นบางแสงส่องผ่านหรือสามารถมองทะลุได้ แต่แร่ทึบแสงหลายชนิดโดยเฉพาะแร่โลหะ แม้ทำเป็นแผ่นบางแล้วยังไม่ยอมให้แสงผ่านได้ เช่น ฮีมาไทต์ แมกนีไทต์

9. สมบัติทางกายภาพอื่น ๆ

สมบัติทางกายภาพด้านอื่นนอกจากที่กล่าวมา อาจพบได้ในแร่บางชนิดเท่านั้น บางครั้งใช้ช่วยตรวจสอบแร่ได้ง่ายขึ้น เช่น

- กลิ่น (Odor) เช่น แร่ดินขาว มีกลิ่นเหมือนดิน
- รส (Taste) เช่น เฮไลต์มีรสเค็ม คาลแคลไทต์มีรสเปรี้ยว (สมบัตินี้ไม่ควรใช้ตรวจสอบกับแร่ชนิดอื่น)
- สัมผัส (Feel) เช่น ทัลก์ มีลักษณะลื่นมือคล้ายสบู่
- การเล่นแสง (Play of colour) เป็นกระบวนการของแสงที่ผิว หรือภายในผลึกแร่ที่ทำให้เกิดชุดของสีขึ้นและเปลี่ยนไปตามมุมการเปลี่ยนแปลงของแสงที่ตกกระทบ เช่น โอปอ
- แสงลายเส้นหรือสาแหรก (Chatoyancy Asterism or Star) เกิดจากแสงที่สะท้อนออกจากแร่มลทิน (Inclusion) บางชนิดที่มีลักษณะเหมือนไหม หรือเส้นใย (Fibre) ขนาดเล็ก ๆ ที่ขนานและอัดตัวกันแน่น หรือเกิดจากช่องว่าง (Cavity) ที่มีลักษณะเป็นท่อเล็ก ๆ และเรียงตัวขนานกัน เช่นในคอรันดัม ควอตซ์ แก้วตาเสือ (Tiger’s eye) เป็นต้น
- เป็นฟองเมื่อถูกกรด (Effervescence) เป็นสมบัติของแร่คาร์บอเนต เช่น แคลไซต์ ($CaCO_3$) จะเกิดฟองฟู่เมื่อสัมผัสกรดเกลือ
- แม่เหล็กดูดติด (Magnetism) เช่น แมกนีไทต์
- การวาวแสงหรือฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence) แร่จะมีการวาวแสงเกิดขึ้นเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต เช่น ฟลูออไรต์ ชีไลต์ เป็นต้น

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง ความหมายและประเภทของหิน

หิน (Rock) เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมตัวกันอยู่ตามธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ หินอัคนี (Igneous rocks) หินชั้นหรือหินตะกอน (Sedimentary rocks) และหินแปร (Metamorphic rocks) แต่หินบางชนิดไม่มีแร่อยู่เลยหรือมีน้อยมาก เช่น หินออปซิเดียน ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นแก้ว ถ่านหิน เป็นต้น

หินอัคนี (Igneous rocks) คือ หินที่เกิดจากการแข็งตัวของหินหนืด (Magma) ที่เปลือกโลก ถ้าแข็งตัวอยู่ภายในเปลือกโลก เรียกว่าหินอัคนีแทรกซอน (Intrusive igneous rock) หรือถ้าพุพ้นเปลือกโลกออกมาแข็งตัวอยู่บนผิวโลก เรียกว่า หินอัคนีพุ (Extrusive igneous rock, Effusive igneous rock or Volcanic rock) (ตาราง 1)

หินอัคนีแทรกซอนนั้น หากแข็งตัวอยู่ในระดับลึกมากเรียกว่า หินอัคนีระดับลึก (Plutonic rock; Abyssal rock) ถ้าอยู่ในระดับใกล้ผิวโลก เรียกว่า หินอัคนีระดับตื้น (Hypabyssal rock) รูปร่างหรือขนาดของหินอัคนีระดับลึก เท่าที่ปรากฏอยู่บนผิวโลกนั้นใช้แบ่งชนิดหินให้ย่อยลงไปอีกได้ เช่น อัคนีมวลไพศาล (Batholith) หินอัคนีรูปเห็ด (Laccolith) เป็นหินอัคนีรูปฝักบัว (Lopolith) หินอัคนีระดับตื้น มักมีรูปร่างแบบพนัง (Dike) หรือ พนังแทรกชั้น (Sill) ส่วนหินอัคนีพุ ส่วนใหญ่แข็งตัวอยู่ในรูปร่างที่แสดงว่าก่อนแข็งนั้น ได้ไหลลามออกไปจากรอยพุ เมื่อเย็นลงถึงขนาดแข็งตัวที่ใดในระยะใกล้หรือไกลจากรอยพุเท่าใดก็กลายเป็นหินลาวา (Lava rock) (รายละเอียดกล่าวไว้ใน เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา, 2543; 2553)

หินตะกอนหรือหินชั้น (Sedimentary rocks) คือ หินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการผุพัง แตกสลายของหินอัคนี หินแปร หรือหินชั้นอายุเก่ากว่า ถูกพัดพามาตกจมสะสมโดยน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง หรือการตกตะกอนทางเคมี และหมายรวมตลอดถึงหินที่เกิดจากการสะสมของซากดึกดำบรรพ์ด้วย ตะกอนเหล่านี้มีการสะสมตัวเป็นชั้น ๆ และเมื่อแข็งตัวกลายเป็นหินแล้ว ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามลำดับอายุยังปรากฏให้เห็นอยู่ ดังนั้นจึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าหินชั้น (ตาราง 2)

หินแปร (Metamorphic rocks) คือ หินที่แปรสภาพไปจากหินเดิม โดยการกระทำของความร้อน ความดัน และปฏิกิริยาเคมี หินแปรบางชนิดยังแสดงเค้าเดิม บางชนิดผิดไปจากเดิมมากจนต้องศึกษารายละเอียดของเนื้อหินหรือสภาพแวดล้อมจึงจะทราบที่มา เช่น หินดินดานแปรเปลี่ยนเป็นหินชนวน หินทรายแปรเปลี่ยนเป็นหินควอร์ตไซต์ หินปูนแปรเปลี่ยนเป็นหินอ่อนเป็นต้น (ตาราง 3)

ตาราง 1 หินอัคนีที่พบทั่วไป

ประเภทหิน		เฟลสิก (Granitic)	อินเทอร์มีเดียท (Andesitic)	เมฟิก (Basaltic)	อัลตราเมฟิก (Ultramafic)
ชื่อหิน	หินอัคนีแทรกซอน (ผลึกหยาบ)	***แกรนิต***	***ไดออไรต์***	***แกบโบร***	***เพริโดไทต์***
	หินอัคนีพุ (ผลึกละเอียด)	***ไรโอไลต์***	***แอนดีไซต์***	***บะซอลต์***	-
แร่ที่เป็นส่วนประกอบ	แร่หลัก	ควอรตซ์, โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	ฮอร์นเบลนด์, โซเดียมเฟลด์สปาร์, แคลเซียมเฟลด์สปาร์	แคลเซียมเฟลด์สปาร์, ไพรอกซีน	โอลิวีน, ไพรอกซีน
	แร่รอง	มัสโคไวต์, ไบโอไทต์, ฮอร์นเบลนด์	ไบโอไทต์, ไพรอกซีน	โอลิวีน, ฮอร์นเบลนด์	แคลเซียมเฟลด์สปาร์

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tabuck and Lutgens, 1985. p. 20.

ตาราง 2 ชนิดหินตะกอน

การเกิด (Origin)	เนื้อหิน (Texture)		ส่วนประกอบ (Composition)	ชื่อหิน
DETRITAL	Clastic texture	ขนาดหยาบ (> 2 มม.)	ก้อนกรวดกลมของหินหรือแร่ต่าง ๆ อาทิ Qurartz, Quartzite, Chert	Conglomerate (หินกรวดมน)
			ก้อนกรวดเหลี่ยมของหินหรือแร่ต่าง ๆ	Breccia (หินกรวดเหลี่ยม)
		ขนาดปานกลาง (ทราย) (1/16 – 2 มม.)	ส่วนใหญ่ Quartz อาจมีแร่อื่นปนเล็กน้อย	Sandstone (หินทราย)
		ขนาดละเอียด (1/256 – 1/16 มม.)	แร่ Quartz และ Clay minerals	Siltstone (หินทรายแป้ง)
		ขนาดละเอียดมาก (โคลน) (<1/256 มม.)	แร่ Quartz และ Clay mineral	Shale (หินดินดาน)
		ขนาดไม่แน่นอน	ชิ้นส่วนของเปลือกหอย และเม็ดแร่ Calcite	Limestone (หินปูน)
CHEMICAL	Nonclastic texture	เนื้อละเอียดถึงหยาบ	แร่ Calcite จากการตกตะกอน	Limestone (หินปูน)
		เนื้อละเอียดถึงหยาบ	แร่ Dolomite	Dolomite (หินโดโลไมต์)
		เนื้อแน่น ไม่มีผลึก	แร่ Chalcedony	Chert (หินเชิร์ต)
		เนื้อผลึกละเอียดถึงหยาบ	แร่ Halite	Rock salt (หินเกลือ)
		เนื้อผลึกละเอียดถึงหยาบ	แร่ Gypsum	Gypsum (หินยิปซัม)

การเกิด (Origin)	เนื้อหิน (Texture)		ส่วนประกอบ (Composition)	ชื่อหิน
ORGANIC	Clastic	ขนาดหยาบ (มากกว่า 2 มม.)	เปลือกหอยและชิ้นส่วนของสัตว์มีแร่ Calcite เป็นตัวเชื่อม	Coquina (หินโคคีน่า) Fossilferous limestone (หินปูนที่มีซากดึกดำบรรพ์)
		เนื้อละเอียดคล้ายดิน	แร่ Calcite 90 – 99%	Chalk (หินชอล์ก)
		เนื้อละเอียด พรุน ซุย และเบา เหมือนดิน	ซากพืชเซลล์เดียวขนาดเล็กมากเป็นสาร Silica	Diatomite (ไดอะตอมไมต์)
	Nonclastic		สารอินทรีย์จากการสลายตัวของซากพืช	Coal (ถ่านหิน)

ที่มา: ดัดแปลงจาด ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์ และชาญ ตันติสุกฤต, 2522. หน้า 39.

ตาราง 3 ชนิดของหินแปร

เนื้อหิน (Texture)		ชื่อหิน (Rock name)	แร่ประกอบส่วนใหญ่ (Chief mineral)	หินเดิม (Parent rock)	กระบวนการเกิด (Metamorphic process)	
มีริ้วขนาน (Foliated)	Slaty ละเอียดมาก	Slate (หินชนวน)	Mica, quartz	Shale, tuff	Regional	ความร้อนและความกดดันเพิ่มขึ้น
	Phyllitic ละเอียด	Phyllite (ฟิลไลต์)	Mica, quartz	Shale, tuff	Regional	
	Schistose ละเอียด – ปานกลาง	Schist (ชีสต์)	Mica, chlorite, talc, hornblende, quartz, feldspar, garnet	Shale, volcanic rocks	Regional	
	Gneissic ปานกลาง – หยาบ	Gneiss (ไนส์)	Feldspar, quartz, mica, amphibole, garnet	Shale, arkose, mica schist, volcanic & plutonic rocks	Regional	
ไม่มีริ้วขนาน (Non – foliated)	Hornfelic or Dense ละเอียด	Hornfels (ฮอร์นเฟลส์)	ไม่แน่นอน ส่วนใหญ่เป็นซิลิเกตสีเข้ม	Shale และหินเนื้อละเอียดอื่น ๆ	Contact	
		Anthracite (แอนทราไซต์)	92 – 98% คาร์บอน	หินลิกไนต์ และถ่านหินอื่น ๆ	Regional or contact	
	Granoblastic ละเอียด – หยาบ	Quartzite (ควอร์ตไซต์)	Quartz	Sandstone	Regional or contact	
		Marble (หินอ่อน)	Calcite Mg Ca Silicates	Limestone, dolomite		

เนื้อหิน (Texture)		ชื่อหิน (Rock name)	แร่ประกอบส่วนใหญ่ (Chief mineral)	หินเดิม (Parent rock)	กระบวนการเกิด (Metamorphic process)
	Granoblastic หยาบไม่แน่นอน	Tactite (แทคไทต์)	Fe, Ca, Mg silicates เช่น garnet, epidote, pyroxene, amphibole	Limestone, dolomite และสารจาก magma	Contact

ที่มา: ดัดแปลงจาก ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์ และชาญ ตันติสุกฤต, 2522. หน้า 43.

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง สมบัติของแร่บางชนิด

สมบัติของแร่บางชนิด

ลำดับที่	ชื่อแร่	ส่วนประกอบ	ความแข็ง	สี	ความวาว	แนวแตกเรียบ	การแตก	สมบัติอื่น ๆ
1	ควอรตซ์ Quartz	SiO_2	7	ส่วนมากใสและไม่มีสี สีอื่น ๆ ได้แก่ ขาวขุ่น ชมพู ม่วง สีควันไฟ	เหมือนแก้ว	ไม่มี	คล้ายฝาหอย	เป็นก้อนเนื้อแน่น บางทีพบเป็นผลึกรูปแท่งหกเหลี่ยม ตอนปลายเป็นรูปพีระมิด ผลึกอาจมีลายเส้นตามขวาง
2	ออร์โทเคลส, ไมโครไคลน์	$KAlSi_3O_8$ (K-feldspar)	6	ขาวเหลืองจาง ๆ ครีม ชมพู เขียว	เหมือนแก้ว	2 ทิศทาง ตั้งฉากกัน		เป็นก้อนเนื้อแน่น บางทีพบเป็นผลึกสั้น ๆ ผิวของแนวแตกเรียบแสดงลายแนวแตกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3	แอลไบต์ Albite	$NaAlSi_3O_8$ (Na plagioclase)	6	ขาว ฟ้า หรือ เทาอ่อน	เหมือนแก้ว	2 ทิศทางเกือบตั้งฉากกัน		มักมีลายเส้นบนผิวแนวแตก บางทีมีการเล่นแสงสีเทาอ่อน
4	แลบราดอไรต์ Labradorite (Plagioclase)	Na, Ca, Al silicate	6	เทา เทาเข้ม	เหมือนแก้ว	2 ทิศทางเกือบตั้งฉากกัน		มักมีลายเส้นบนผิวแนวแตก การเล่นแสงชัดเจนขึ้นเป็นสีน้ำเงินเข้ม
5	มัสโคไวต์ Muscovite	Hydrous K, Al silicate	2.5	ไม่มีสี เทา หรือ น้ำตาลอ่อน	เหมือนมุก (บนหน้าแบน)	1 ทิศทางดีมาก		แกะออกเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ง่ายและแผ่นบางเหล่านี้ดีดกลับได้

ลำดับที่	ชื่อแร่	ส่วนประกอบ	ความแข็ง	สี	ความวาว	แนวแตกเรียบ	การแตก	สมบัติอื่น ๆ
6	ไบโอไทต์ Biotite	Hydrous K, Mg, Fe, Al Silicate	2.5	สีดำบนหน้าแบน เทาอ่อน	เหมือนมุกบนหน้าแบน	1 ทิศทางดีมาก		คล้ายกับแร่ Muscovite แต่มีสีดำ
7	ฮอร์นเบลนด์ Hornblende (Amphibole)	Complex hydrous Na, Ca, Mg, Fe, Al silicate	5 – 6	ดำ เขียวแก่	เหมือนแก้ว	2 ทิศทางทำมุมกัน 124°และ 56° (สังเกตด้วยตาเปล่าได้ยาก)	ขรุขระ	มักเป็นรูปแท่ง สี่เหลี่ยมยาว สีดำ และทึบแสง หน้าตัดขวางเป็นรูปข้าวหลามตัด
8	ออไจต์ Augite (Pyroxene)	Complex Ca, Mg, Fe, Al silicate	5 – 6	ดำ เขียวแก่	เหมือนแก้วบนผิวแนวแตก	2 ทิศทางทำมุมกัน 87 และ 93° (สังเกตด้วยตาเปล่าได้ยาก)		เป็นรูปแท่งสั้น ๆ ในหิน หน้าตัดขวางค่อนข้างกลม และแสดงแนวแยกตามแนวตั้งฉากกับแนวแตกเรียบ
9	โอลิวีน Olivine	$(Mg,Fe)_2SiO_4$	6.5	เขียว	เหมือนแก้ว	ไม่มี	คล้ายฝาหอย	พบในหินเป็นเม็ดเล็ก ๆ กลม ๆ สีเขียว ถ้าพบเกาะกันเป็นก้อนหินเนื้อหินคล้ายน้ำตาลทราย
10	แมกนีไทต์ Magnetite	Fe_3O_4	5 – 6	ดำ	เหมือนโลหะ	ไม่มี		เนื้อแน่น หนัก (ถ.พ. 5.18) สีผงดำ แม่เหล็กดูดติด พบในหินเป็นเม็ดเล็ก ๆ กลม

ลำดับที่	ชื่อแร่	ส่วนประกอบ	ความแข็ง	สี	ความวาว	แนวแตกเรียบ	การแตก	สมบัติอื่น ๆ
11	แคลไซต์ Calcite	$CaCO_3$	3	โดยมากไม่มีสี และสีขาวอาจมีมลทินสีน้ำตาลหรือเหลืองปน สีเขียวอาจพบบ้าง	เหมือนแก้ว เหมือนมุก	3 ทิศทางดีมาก ทำมุมกัน 75° และ 105°		เป็นฟองฟู่เมื่อสัมผัสกรดเกลือเจือจาง พบเป็นก้อน เนื้อแน่นหรือรูปขนมเปียกปูนอันเกิดจากแนวแตกทั้ง 3 หรือเป็นรูปผลึกคล้าย “ฟันสุนัข”
12	โดโลไมต์ Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$	3.5	ไม่มีสี ขาว เทา	เหมือนแก้ว	เช่นเดียวกับ Calcite		เป็นฟองเล็กน้อยเมื่อสัมผัสกรดเกลือเจือจาง แต่จะรุนแรงขึ้นถ้าบดเป็นผง
13	ยิปซั่ม Gypsum	$CaSO_4.2H_2O$	2	ไม่มีสี หรือสีขาว อาจมีมลทินสีแดงปน	เหมือนมุก เหมือนแก้ว เหมือนไหม	1 ทิศทางดีมาก		มีหลายวาไรตี้ (Variety) ตามสมบัติทางกายภาพ คือ Selenite เป็นผลึกใสแบน ไม่มีสี วาวเหมือนแก้ว, Alabaster เป็นก้อนเนื้อละเอียดแน่น, Satinspar เป็นใยเกาะตัวกันแน่น วาวเหมือนไหม
14	เฮไลต์ Halite	NaCl	2.5	ไม่มีสี หรืออาจมีมลทินสีแดง	เหมือนน้ำมัน เหมือนแก้ว	3 ทิศทางดีมาก และตั้งฉากกัน		มักเป็นก้อนเนื้อแน่น หรือรูปลูกบาศก์ รสเค็ม ละลายน้ำได้ง่าย

ลำดับที่	ชื่อแร่	ส่วนประกอบ	ความแข็ง	สี	ความวาว	แนวแตกเรียบ	การแตก	สมบัติอื่น ๆ
15	ฮีมาไทต์ Hematite	Fe_2O_3	5.5-6	เทา หรือน้ำตาลอมแดง	เหมือนโลหะ เหมือนดิน		ขรุขระ คล้ายรูปฝาหอย หรือมีเสี้ยนเหมือนไม้หัก	มักเป็นก้อนเนื้อแน่น หนัก สีผงน้ำตาลอมแดง บางชนิดเป็นเกล็ดเล็ก ๆ เกาะตัวกันเรียก Micaceous hematite
16	ไลมอไนต์ Limonite	$Fe(OH).nH_2O$	5	น้ำตาลเหลือง	ด้านเหมือนดิน	ไม่มี		คล้ายก้อนดิน ลื่นมือเมื่อสัมผัส สีผงเป็นสีน้ำตาลอมเหลือง
17	เคโอลิไนต์ Kaolinite	Hydrous Al silicate	2.5	ขาวเมื่อบริสุทธิ์ อาจพบสีเหลือง หรือน้ำตาล	ด้านเหมือนดิน	1 ทิศทางแต่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า		ผลึกเล็กละเอียดมาก มักเป็นก้อนเนื้อแน่น คล้ายดินเหนียว มีกลิ่นเหมือนดิน ลื่นมือ
18	คาลซิโดนี Chalcedony	SiO_2	6 – 7	ขาว น้ำตาล เทา แดง เขียว แถบสีหลาย ๆ สีของสี ขาว เทา เหลือง ดำ	คล้ายแก้ว	ไม่มี	คล้ายฝาหอย	เป็นแร่ที่มีส่วนประกอบเหมือนควอรตซ์ แต่มีเนื้อละเอียดมาก (Cryptocrystalline quartz)
19	เซอร์เพนทีน Serpentine	Hydrous Mg silicate	2 – 5	เหลือง เขียวอ่อน และเขียวแก่	เหมือนไหม เหมือนไข	ไม่มี	เหมือนฝาหอย หรือมีเสี้ยนเหมือนไม้หัก	เป็นเกล็ดขนาดเล็กรวมกันเป็นก้อนเนื้อแน่น ชนิดใยหิน (Asbestos) เป็นเส้นใยซ้อนกันแน่นเรียกว่า Chrysotile มีสีเหลือบสลับกันหลายสี ลื่นมือ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ลำดับที่	ชื่อแร่	ส่วนประกอบ	ความแข็ง	สี	ความวาว	แนวแตกเรียบ	การแตก	สมบัติอื่น ๆ
20	ทัล์ก Talc	Hydrous Mg silicate	1	ขาว เทา เขียวอ่อน	เหมือนมุก เหมือนไข	1 ทิศทางดีมาก (สังเกตยากเพราะมักจับกันเป็นก้อน)		เป็นเกล็ดหรือแผ่น โค้งงอได้ ลื่นมือ ชนิดก้อนเนื้อแน่นเรียก Soap stone มักแข็งกว่าชนิดเกล็ด
21	คลอไรต์ Chlorite	Hydrous Mg, Fe, Al silicate	2 – 5	เขียวแก่ เขียว	คล้ายแก้ว เหมือนไข	1 ทิศทางดีมาก		อ่อน เป็นเกล็ด เนื้อแน่น เกล็ดบาง ๆ โค้งงอได้
22	เอพิโดต Epidote	Hydrous Ca, Fe, Al silicate	6 – 7	เขียว	คล้ายแก้ว	1 ทิศทางดี อีกหนึ่งทิศทางไม่ดี	คล้ายฝาหอย	มักเป็นก้อนเนื้อแน่น หรือรูปแท่งแบน ๆ
23	การ์เนต Garnet	Fe, Mg, Ca, Al silicate	7	แดงแก่ น้ำตาล เขียว ดำ	เหมือนแก้ว	ไม่มี	คล้ายฝาหอยหรือขรุขระ	เนื้อแน่นมักพบเป็นรูปผลึก 12 หน้า หรือเป็นก้อนเกือบกลม ที่พบในหินมักเป็นผลึกขนาดเล็ก

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของ
ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอนุภาคของสารที่มีสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสารกับการจัดเรียงอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

1. ทดลองและอธิบายลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. เปรียบเทียบลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสารเมื่อสารมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

สาระสำคัญ

สารรอบ ๆ ตัวในชีวิตประจำวันที่พบเห็นมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส หน่วยที่เล็กที่สุดของสารอยู่ในรูปของอนุภาค การจัดเรียงตัวของอนุภาคในแต่ละสถานะจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน อนุภาคของของแข็งจะเรียงตัวมีตำแหน่งที่คงที่ไม่มีการเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิม อนุภาคมีการสั่นตลอด จึงทำให้ของแข็งคงรูปร่างอยู่ได้ อนุภาคของของเหลวมีตำแหน่งไม่แน่นอน มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาไม่เร็วมากนัก มีรูปร่างไม่คงตัว ไหลนอนก้นตามแรงกระทำเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วง จึงทำให้ของเหลวมีรูปร่างนอนก้นตามลักษณะของก้นภาชนะที่บรรจุอยู่ หรือหากเทลงกับพื้น ของเหลวจะไหลนองตามพื้นเป็นพื้นกว้างตามการกระทำของ แรงโน้มถ่วง อนุภาคของแก๊สมีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว มีระยะห่างกันมาก จึงเกิดการฟุ้งกระจายไปทั่ว เมื่อนำมาบรรจุในภาชนะปิดจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะ ทำให้มีรูปร่างเต็มตามภาชนะที่บรรจุ และจากการที่อนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมาก ๆ จึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นแก๊สที่ไม่มีสีได้ สารชนิดเดียวกัน สถานะของสารที่เป็นของแข็งระยะห่างระหว่างระหว่างอนุภาคจะน้อยกว่าของเหลว จึงทำให้ความหนาแน่นของสารที่เป็นของแข็งมีค่ามากกว่าของเหลว ยกเว้นน้ำซึ่งของแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว สารที่เป็นแก๊สมีอนุภาคอยู่ห่างกันมากกว่าของเหลวมาก ๆ จึงมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวมาก เนื่องจากของเหลวและแก๊สอนุภาคมีการเคลื่อนที่ มีมวลและมีน้ำหนัก ของเหลวและแก๊สจึงมีความหนาแน่นไม่เท่ากันทั้งก้อน ที่บริเวณด้านล่างมีความหนาแน่นมากกว่าบริเวณด้านบน

ความรู้พื้นฐาน

สารมี 3 สถานะ หน่วยที่เล็กที่สุดของสารคืออนุภาค อนุภาคมีการสั่นหรือเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบกิจกรรมที่ 1 - 4
2. ไฟล์ อนุภาคของสาร.ppt
3. อุปกรณ์ :

ลำดับ	รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
1	เม็ดโฟมขนาดเส้นผ่านจุดศูนย์กลาง 0.5 cm^3	80 cm^3
4	ขวดพลาสติกขนาด 550 – 600 cm^3	1 ใบ
5	จุกยางสำหรับเสียบท่อนำแก๊ส ขนาดปิดจุกพอดีกับปากขวดพลาสติก	1 อัน
6	ท่อนำแก๊สรูปตัว V	1 อัน
7	สายยางสำหรับเสียบเข้าท่อนำแก๊สขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม.	1 อัน
8	บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
9	หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
10	กรวยแก้วขนาดเล็ก	2 ใบ
11	จุกยางเบอร์ 1 มีรูตรงกลาง 1 รู	1 อัน
12	ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
13	กระดาษปรู๊ฟ	1 แผ่น
14	ปากกาเมจิก 3 สี สีแดง น้ำเงิน ดำ	1 ชุด

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ขั้นทบทวนความรู้เดิม ให้ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนคิดเกี่ยวกับสมบัติของสสารว่ามีสมบัติที่สำคัญอย่างไรบ้าง จากนั้นจับคู่คนข้างเคียงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันว่ามีเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นให้แลกเปลี่ยนกันทั้งห้อง โดยให้นำเสนอปากเปล่าจากอาสาสมัครคนแรก จากนั้นคนต่อไปที่มีความคิดเห็นที่แตกต่าง ในกิจกรรมช่วงนี้ควรมีข้อสรุปว่า สมบัติของสสารต้องมีมวล และปริมาตร (ใช้เวลา 10 นาที)		

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ตัวอย่างคำถาม: - ให้ทุกคนคิดเกี่ยวกับสมบัติที่สำคัญของสสารมีอะไรบ้าง เขียนสั้น ๆ ไว้ในกระดาษ ให้เวลา 1 นาที - ให้จับคู่กับคนข้าง ๆ แลกเปลี่ยนสิ่งที่คิดว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร สรุปเป็นข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อไป ให้เวลา 2 นาที - ให้นำเสนอข้อสรุปของคู่ของตนต่อเพื่อนในชั้น		
สร้างความสนใจ ผู้ให้การอบรมสาธิตการเทน้ำสีที่มีอยู่ในบีกเกอร์ลงในหลอดทดลอง 2 หลอด ผ่านกรวยแก้ว 2 อัน หลอดทดลองที่ 1 มีกรวยแก้วเสียบอยู่ในหลอดทดลอง หลอดทดลองที่ 2 มีกรวยแก้วเสียบอยู่กับจุกยางแล้วปิดที่ปากหลอดทดลอง ตั้งคำถามถามให้ผู้เข้ารับการอบรมตอบในใบกิจกรรมที่ 1 - ให้ทำนายว่า ถ้าเทน้ำสีลงในกรวยแก้วทั้ง 2 แล้วจะเป็นอย่างไร - ลองเขียนคำอธิบายว่าเหตุใดจึงให้ผลที่แตกต่างกัน อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสถานะของสารที่มี 3 สถานะและเกณฑ์ในการจำแนกโดยตั้งคำถามนำจากกิจกรรมในข้อ 2 เช่น - ในการสาธิตการเทน้ำสีลงในหลอดทดลองนี้ประกอบด้วยสารหรือสสารอะไรบ้าง มีสถานะเป็นอย่างไร - ในการจำแนกนี้ เราใช้สมบัติใดในการตัดสินว่าสารนี้เป็นของแข็ง ของเหลว หรือ แก๊ส ในการอภิปรายนี้ ควรได้ข้อสรุปว่า การจำแนกสถานะของสารใช้เกณฑ์การคงรูปร่างของสาร ถ้าสารมีรูปร่างคงตัวอยู่ได้ไม่เปลี่ยนแปลงในทุกที่ เป็นของแข็ง ถ้าสารไม่คงรูปร่างมีการเปลี่ยนแปลงนอนก้นภาชนะที่บรรจุสูงขึ้นมาถึงระดับผิวหน้าของสาร เป็นของเหลว ถ้าสารฟุ้งกระจายเต็ม	- กรวยแก้ว 2 อัน - หลอดทดลองขนาดใหญ่ 2 อัน - บีกเกอร์ 250 cm^3 จำนวน 1 ใบ - น้ำสี 150 cm^3	- การตอบคำถามในใบกิจกรรม - การอภิปรายเกี่ยวกับเกณฑ์ในการจำแนกสถานะของแก๊ส

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ภาชนะที่บรรจุ เป็นสถานะแก๊ส		
การสำรวจและค้นหา อภิปรายร่วมกันเพื่อเข้าสู่กิจกรรม การทดลองที่ 1 เรื่องการจัดเรียงอนุภาคของสาร โดยตั้งคำถามนำเพื่อให้แต่ละกลุ่มระดมความคิดตอบคำถาม แล้วบันทึกผลไว้ ตัวอย่างคำถาม: - ถ้าสารทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่าอนุภาค มีลักษณะเป็นทรงกลม การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊สเป็นอย่างไร อภิปรายร่วมกันกี่ยวกับวิธีทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2 แล้วตอบคำถามในใบงาน และสรุปผลการทดลองเพื่อนำเสนอโดยเขียนคำตอบที่กลุ่มได้ระดมความคิดพร้อมกับผลสรุปการทดลองลงในกระดาษปรู๊ฟ นำไปติดข้างผนังรอบห้อง ให้แต่ละกลุ่มเดินอ่านผลงานของแต่ละกลุ่ม จากนั้นสามารถนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในการนำเสนอของกลุ่มตัวเองได้ตามความพอใจ	- ขวดน้ำพลาสติก 600 cm^3 1 ใบ - หลอดนำแก๊สขนาด 0.5 mm. ยาว 30 cm. 1 อัน - หลอดนำแก๊สรูปตัว V 1 อัน - จุกยางปิดปากขวดพลาสติก เจาะรูตรงกลาง 1 อัน - เม็ดโฟมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm. จำนวน 80 cm^3 - กระดาษปรู๊ฟ - ปากาเมจิก 3 สี	- การนำเสนอผลการทำกิจกรรมในกระดาษปรู๊ฟ - การตอบคำถามในใบกิจกรรม
สร้างคำอธิบาย อภิปรายร่วมกันกับสิ่งที่นำเสนอในประเด็นที่แต่ละกลุ่มมีสิ่งใดที่เหมือนกัน สิ่งใดที่ต่างกัน ในการอภิปรายนี้ควรสรุปได้ว่า จากการทดลองถ้าให้เม็ดโฟม 1 เม็ดเป็นตัวแทนอนุภาคของสาร 1 อนุภาค ในการเป่าอากาศเข้าไปในขวดโดยให้เม็ดโฟมมีการขยับ แต่ไม่เคลื่อนที่ เป็นลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสารที่เป็นของแข็ง อนุภาคของสารจะไม่เคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่ง มีการเคลื่อนไหว ปริมาตรเปลี่ยนแปลงน้อย เมื่อเป่าให้เม็ดโฟมให้มีการเคลื่อนที่ทั้งหมด เปรียบได้กับการจัดเรียงอนุภาคของของเหลว มีระยะห่างมากกว่าของแข็ง ปริมาตรเปลี่ยนแปลงไปมากขึ้น เมื่อเป่าเม็ดโฟมให้ฟุ้งกระจายเต็มขวด เปรียบเสมือนกับ		- การสร้างคำอธิบายในการสรุปผลการทำกิจกรรม - การเติมเต็มโดยการปรับปรุงคำอธิบายในใบกิจกรรมที่ 1

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
การจัดเรียงอนุภาคของแก๊ส อนุภาคเคลื่อนที่เร็วมาก อยู่ห่างกันมาก ปริมาตรเปลี่ยนแปลงมาก แต่การจัดเรียงตัวของเม็ดโฟมทั้งช่วงที่แทนตัวเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ต่างก็ยังถูกกระทำด้วยแรงโน้มถ่วงทำให้อนุภาคส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณด้านล่างของภาชนะมากกว่าด้านบน และการเคลื่อนที่ ส่วนมากจะไหลลงมาทางด้านล่าง ถึงแม้ว่าจะมีบางส่วนไหลขึ้นด้านบนด้วยแรงเป่า นั่นแสดงว่า ทั้งของเหลวและแก๊สที่บริเวณด้านล่างจะมีจำนวนอนุภาคมากกว่าด้านบน นั่นคือ ของเหลวจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น และมีความดันของของเหลวเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวที่กดทับลงมา และแก๊สจะมีความหนาแน่นน้อยลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ที่เมื่ออนุภาคของแก๊สที่บรรจุในภาชนะพุ่งชนผนังภาชนะบรรจุ จึงทำให้แก๊สมีความดันคงที่ ที่อุณหภูมิที่คงที่ ให้ผู้เข้ารับการอบรมย้อนกลับไปพิจารณาคำอธิบายเกี่ยวกับผลของการเทน้ำสีลงในหลอดทดลองว่า คำอธิบายที่ให้ไว้ควรจะปรับแก้และอธิบายเพิ่มเติมอย่างไร การอธิบายควรได้ในประเด็นที่ว่า อากาศในหลอดทดลองที่ปิดด้วยจุกยาง มีอนุภาคของอากาศอยู่เต็มหลอดทดลองไม่สามารถหนีหายไปไหน จะดันของเหลวในกรวยไม่ให้ไหลลงมาในหลอด ต่างจากหลอดทดลองที่ไม่มีจุกยาง อนุภาคอากาศจะฟุ้งกระจายไปได้เมื่อมีของเหลวลงมาในหลอด ของเหลวมีความหนาแน่นมากกว่าก็จะไล่ให้อนุภาคของอากาศฟุ้งกระจายหนีออกไปทางปากหลอดทดลอง		
ขั้นขยายความรู้ อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร เนื่องจาก สารมีมวลและปริมาตร จำนวนมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร เรียกว่า ความหนาแน่นของสาร ให้พิจารณาใบกิจกรรมที่ 3 แล้วตอบคำถาม	- สไลด์ PowerPoint	- การตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 - การอภิปรายร่วมกันในห้อง

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับอุณหภูมิทำให้ความหนาแน่นของสารเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างไร โดยใช้ประเด็นจากการทดลองเรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร แนวทางในการอภิปราย: ถ้าแรงลมที่เราเป่าเข้าไปในขวดพลาสติกเพื่อให้เม็ดโฟมเคลื่อนที่เปรียบเสมือนเป็นการให้ความร้อนแก่สาร ยิ่งเป่าแรงสารก็จะได้รับความร้อนมาก เป่าเบา ๆ สารได้รับความร้อนน้อย ถ้าสารได้รับความร้อนมาก สารก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ยิ่งเป่าแรง เม็ดโฟมก็จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่มวลก็ยังคงมีเท่าเดิม ดังนั้น ถ้าสารมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีความหนาแน่นน้อยลง - เราเป่าลมเข้าไปในขวดแรงขึ้น ปริมาตรของเม็ดโฟมในขวดเป็นอย่างไรบ้าง - เป่าลมแรง ๆ ความหนาแน่นของเม็ดโฟมเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร - ถ้าให้แรงเป่าเป็นการให้ความร้อนแก่สาร ถ้าให้ความร้อนแก่สารมาก อุณหภูมิของสารจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร - ถ้าสารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของสารเป็นอย่างไร		
ขั้นนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการขยายตัว และหดตัวของสารเมื่อได้รับความร้อนหรือสูญเสียความร้อนในประเด็น - ของแข็งมีความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จึงมีการหดตัวหรือขยายตัวน้อยมาก - ของเหลวมีความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงมากขึ้นมากจึงมีการหดตัวหรือขยายตัวไม่มากนัก - แก๊สมีความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงมาก ๆ จึงมีการหดตัวหรือขยายตัวมาก	- สไลด์ PowerPoint	- การยกตัวอย่างและการอธิบายสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันของผู้เข้ารับการอบรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ขั้นประเมิน ให้อธิบายสาเหตุที่น้ำแข็งเป็นของแข็ง มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำในสถานะของเหลว รวมไปถึงสาเหตุที่น้ำแข็งลอยน้ำ โดยพิจารณาจากข้อมูลและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 4 แบบจำลองการจัดเรียงโมเลกุลของน้ำแข็ง การอธิบาย: น้ำในสถานะของเหลวเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ความหนาแน่นของน้ำก็จะมากขึ้นอนุภาคของน้ำก็จะเข้ามาใกล้กัน เกิดแรงยึดเหนี่ยวมากขึ้น มีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ทำให้อนุภาคไม่เคลื่อนที่ (แรงที่จับกันระหว่างโมเลกุลของน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า พันธะไฮโดรเจน) เกิดเป็นน้ำแข็งมีสถานะเป็นของแข็ง มีโพรงเล็ก ๆ มากมายในก้อนน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งมีปริมาตรมากกว่าน้ำที่มีสถานะเป็นของเหลวโดยมีมวลเท่าเดิม ดังนั้นจึงลอยน้ำได้	- สไลด์ PowerPoint	- การตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 4

การประเมินผล

รายการประเมินผล	เกณฑ์การให้คะแนน	เครื่องมือ
ด้านความรู้ 1. ตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรม 2. การอภิปรายตอบคำถาม	1. ร้อยละ 80 2. การมีส่วนร่วม	1. คำถามในใบบันทึกกิจกรรม 2. การสังเกต
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	ระดับคุณภาพพอใช้	แบบประเมินทักษะ

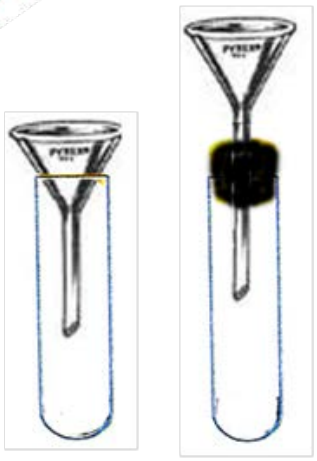
เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การสาธิตการเทน้ำสีลงในหลอดทดลอง

ถ้าทำการเทน้ำสีที่มีอยู่ในบีกเกอร์ลงในหลอดทดลอง 2 หลอด ผ่านกรวยแก้ว 2 อัน หลอดทดลองที่ 1 มีกรวยแก้วเสียบอยู่ในหลอดทดลอง หลอดทดลองที่ 2 มีกรวยแก้วเสียบอยู่กับจุกยางแล้วปิดที่ปากหลอดทดลอง น้ำสีที่ไหลลงในหลอดทดลองจะเป็นอย่างไร





- ให้ทำนายว่า น้ำสีที่ไหลลงในหลอดทดลองจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- หลังจากการสาธิต สังเกตเห็นผลการทดลองเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

- ให้อธิบายเหตุผลที่เป็นไปได้ว่าทำไมจึงได้ผลการทดลองดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แบบจำลองลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ให้ทำการศึกษาแบบจำลองต่อไปนี้



▲ *อุปกรณ์การทดลอง*

1. นำขวดพลาสติกขนาด 550 – 600 cm^3 มา 1 ใบ เจาะรูที่ก้นขวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 3 mm. ประมาณ 10 – 15 รู บรรจุเม็ดโฟมขนาด 3 – 5 mm. ลงในขวดประมาณ 1 ใน 4 ของความสูงขวด ปิดปากขวดด้วยจุกยางที่มีท่อนำแก๊สพร้อมสายยางเสียบอยู่
2. คว่ำปากขวดลง จากนั้นเป่าลมเข้าไปในขวดทางสายยางอย่างเบา ๆ และต่อเนื่องนาน โดยให้เม็ดโฟมขยายตัวออก แต่ไม่เคลื่อนตัวไปทั่ว สังเกตระยะห่างของเม็ดโฟมและปริมาตรของเม็ดโฟมที่บรรจุในขวด
3. เป่าลมเข้าไปในขวดทางสายยางให้แรงขึ้นและต่อเนื่องนาน โดยให้เม็ดโฟมเคลื่อนตัวไปทั่ว ๆ สังเกตระยะห่างของเม็ดโฟม ลักษณะการเคลื่อนที่ของเม็ดโฟม และปริมาตรของเม็ดโฟมที่บรรจุในขวด
4. เป่าลมเข้าไปในขวดทางสายยางอย่างแรงและต่อเนื่องนาน ๆ โดยให้เม็ดโฟมฟุ้งกระจายให้เต็มขวด สังเกตระยะห่างของเม็ดโฟม ลักษณะการเคลื่อนที่ของเม็ดโฟม และปริมาตรของเม็ดโฟมที่บรรจุในขวด
5. ถ้าให้เม็ดโฟม 1 เม็ดเป็นตัวแทนอนุภาคของสาร 1 อนุภาค และเม็ดโฟมในขวดทั้งหมดเป็นสารที่มีจำนวนหนึ่ง
6. ในการเป่าอากาศเข้าไปในขวดโดยให้เม็ดโฟมมีการขยับแต่ไม่เคลื่อนที่เป็นแบบจำลองลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสารที่เป็นของแข็ง

❖ เม็ดโฟมมีการขยับอย่างไร

.....

❖ ระยะห่างระหว่างเม็ดโฟมเป็นอย่างไร

.....

❖ เม็ดโฟมที่บรรจุในขวดมีปริมาตรรวมก่อนเป่าและหลังจากเป่าเป็นอย่างไร

.....

❖ เมื่อเป่าให้เม็ดโฟมให้เกิดการเคลื่อนที่ทั้งหมดเป็นแบบจำลองของการจัดเรียงอนุภาคของของเหลว เม็ดโฟมมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

❖ ระยะห่างระหว่างเม็ดโฟมเมื่อเป่าลมเข้าไปค่อย ๆ กับเป่าให้แรงขึ้นเป็นอย่างไร

.....

❖ ปริมาตรของเม็ดโฟมในขวดทั้งหมดเมื่อเป่าค่อยกับเป่าให้แรงขึ้นเป็นอย่างไร

.....

❖ เมื่อเป่าเม็ดโฟมให้ฟุ้งกระจายเต็มขวดเป็นแบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของแก๊ส เม็ดโฟมมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

❖ ระยะห่างระหว่างเม็ดโฟมเมื่อเป่าลมเข้าไปให้เม็ดโฟมฟุ้งกระจายกับเม็ดโฟมที่เคลื่อนที่ในตอนแรกเป็นอย่างไร

.....

❖ ปริมาตรของเม็ดโฟมในแบบจำลองของเหลวกับแบบจำลองของแก๊สเป็นอย่างไร

.....

❖ ให้เปรียบเทียบแบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ของเหลว และ แก๊ส ปริมาณเม็ดโฟมในแต่ละแบบมีการกระจายตัวอย่างไร

.....

.....

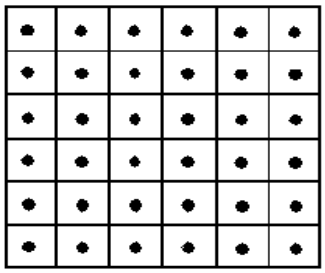
ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง แบบจำลองความหนาแน่นของสาร

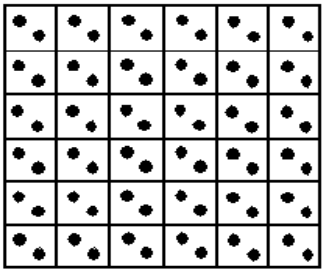
ให้พิจารณาวัตถุ หมายเลข 1 และ 2

จุดดำในวัตถุเป็นมวลของวัตถุ 1 จุดมีมวล 1 หน่วยมวล

ช่อง 1 ช่องของตาราง เป็นอนุภาคของวัตถุ 1 อนุภาค ยึดครองอนาบริเวณ 1 หน่วยปริมาตร



วัตถุหมายเลข 1



วัตถุหมายเลข 2

- วัตถุหมายเลข 1 และ วัตถุหมายเลข 2 มีกี่หน่วยปริมาตร.....
- วัตถุหมายเลข 1 และ วัตถุหมายเลข 2 มีกี่หน่วยมวล.....
- วัตถุหมายเลข 1 หนึ่งหน่วยปริมาตรมีมวลเท่าใด.....
- วัตถุหมายเลข 2 หนึ่งหน่วยปริมาตรมีมวลเท่าใด.....
- ถ้านำจำนวนมวลทั้งหมดหารด้วยปริมาตรทั้งหมด ของวัตถุแต่ละก้อน วัตถุหมายเลข 1 และ วัตถุหมายเลข 2 จำนวนหนึ่งหน่วยปริมาตรจะมีมวลเท่าใด

  .....

  .....
- *การบอกมวลของวัตถุในหนึ่งหน่วยปริมาตร เรียกว่า ความหนาแน่นของวัตถุ*
- ถ้าสารชนิดหนึ่ง มีปริมาตร 300 ลูกบาศก์หน่วย ชั่งมวลได้ 900 หน่วยมวล สารชนิดนี้มีความหนาแน่นเท่าใด.....
- ในสารชนิดเดียวกัน สารที่มีสถานะเป็นของแข็งมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวเสมอ ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด.....

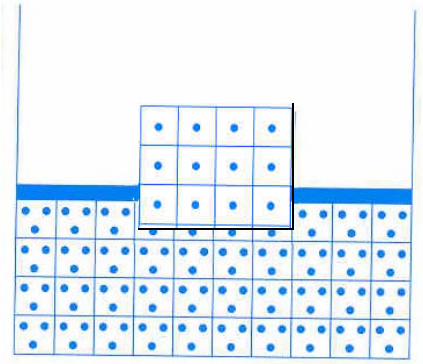
  .....
- ในสารชนิดเดียวกัน สารที่มีสถานะเป็นของเหลวมีความหนาแน่นมากกว่าสถานะแก๊สเสมอ ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด.....

  .....

- ในวัตถุต่างชนิดกัน วัตถุที่เป็นของแข็งมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวและแก๊สเสมอหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้ยกตัวอย่างให้เห็น.....
  .....
  .....

ให้พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

	วัตถุ	ของเหลว
มวล (หน่วยมวล)	12	120
ปริมาตร (หน่วยปริมาตร)	12	40
ความหนาแน่น (หน่วยมวล/ 1 หน่วยปริมาตร)	1	3



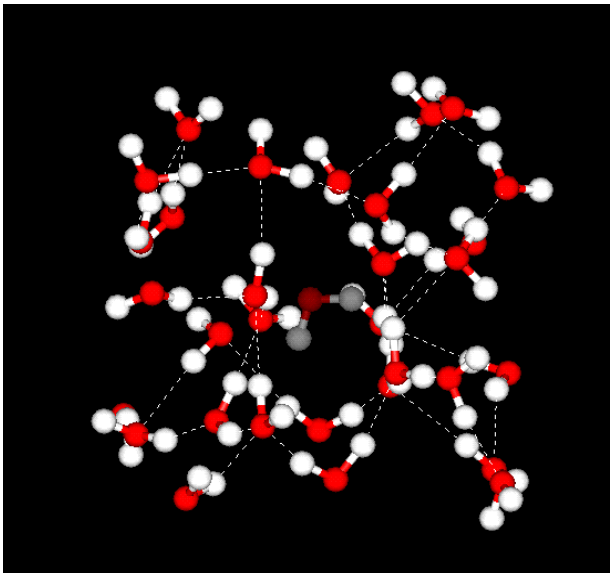
เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งไปใส่ในของเหลวที่บรรจุอยู่ในภาชนะ พบว่า วัตถุจมอยู่ใต้ของเหลว 1 ใน 3 ส่วน (ดังภาพ)

- ปริมาตรของวัตถุที่จมอยู่ในของเหลวมีค่าเท่าใด.....
- มวลของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมมีค่าเท่าใด.....
- ความหนาแน่นของวัตถุกับของเหลวมีค่าเป็นอัตราส่วนเท่าใด.....
- อัตราส่วนของค่าความหนาแน่นของวัตถุกับของเหลวมีความสัมพันธ์กับปริมาตรของวัตถุที่จมในของเหลวอย่างไร
  .....
  .....

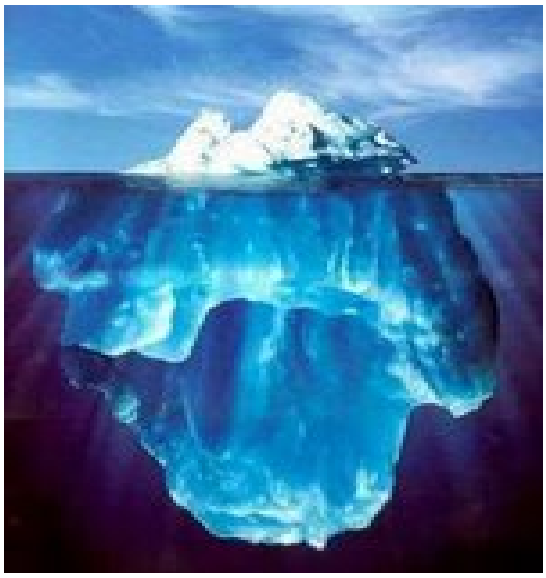
ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง แบบจำลองการจัดเรียงโมเลกุลของน้ำแข็ง

ให้ศึกษาแบบจำลองโครงสร้างการจัดเรียงอนุภาคของน้ำแข็งในภาพ *โมเลกุลของน้ำ 1 โมเลกุล ในภาพประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจน (ลูกกลมตรงกลางสีแดง) 1 อะตอม กับอะตอมของไฮโดรเจน (ลูกกลมสีขาว) 2 อะตอม* ตามปกติ น้ำที่มีสถานะเป็นของเหลวจะยึดเกาะด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่เรียกว่าแรงวาลล์เดอร์วาลล์ เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง โมเลกุลของน้ำจะยึดเกาะกันแน่นขึ้นทำให้อนุภาคไม่เคลื่อนที่ แรงยึดเหนี่ยวที่เพิ่มขึ้นนี้ คือพันธะไฮโดรเจน ดังเสดงในภาพเป็นเส้นประ



แบบจำลองโครงสร้างของน้ำแข็ง



ภาพจำลองภูเขาน้ำแข็งในทะเล

- ความหนาแน่นของน้ำที่ 0 องศาเซลเซียส มีค่า 0.999 กรัม/ ลูกบาศก์เซนติเมตร หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

- ความหนาแน่นของน้ำแข็งที่ 0 องศาเซลเซียส มีค่า 0.915 กรัม/ ลูกบาศก์เซนติเมตร หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

- เกิดอะไรขึ้นกับโครงสร้างของน้ำเมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

.....

.....

.....

- ปริมาตรของน้ำแข็งที่จมอยู่ใต้น้ำจะมีปริมาตรเป็นอัตรส่วนเท่าใดกับน้ำแข็งทั้งก้อน

.....

เรื่อง อัตราเร็วและความเร็ววัตถุ

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง อัตราเร็วและความเร็ววัตถุ

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างระยะทางที่เคลื่อนที่ จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย กับระยะทางตรงจากตำแหน่งเริ่มต้นไปตำแหน่งสุดท้าย
2. สรุปความหมายของระยะทางและการกระจัด
3. ทดลอง อภิปราย และอธิบายความหมายของอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ บางชนิด และตนเอง
4. คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของแมลง หรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ บางชนิด และของตนเอง

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุเกี่ยวข้องกับระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ระยะทาง คือ ความยาวที่วัดตามแนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย การกระจัด คือ เวกเตอร์ที่ชี้ตำแหน่งสุดท้ายของวัตถุเทียบกับตำแหน่งเริ่มต้น อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ความเร็ว คือ การกระจัดของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา

ความรู้พื้นฐาน

ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบกิจกรรมที่ 1
2. อุปกรณ์ :

ลำดับ	รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
1	กระดาษปรู๊ฟ	1 แผ่น
2	ดินสอสีหรือปากกาเมจิกสีต่าง ๆ	1 กล่อง
3	เส้นเชือก (เชือกด้ายเย็บผ้าหรือเชือกว่าว) ยาว 2 เมตร	1 อัน
4	ไม้เมตร	1 อัน
4	เข็มทิศ	1 อัน
5	นาฬิกาจับเวลา	1 อัน
6	กระดาษกาวหรือเทปใส	1 ตัว
7	แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานตัวเล็ก ๆ	1 ตัว

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 15 นาที) 1. ผู้ให้การอบรมและผู้เข้ารับการอบรมอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้ - ในชีวิตประจำวัน พบเห็นสิ่งใดมีการเคลื่อนที่บ้าง - วันนี้ตัวเอง (ผู้เข้ารับการอบรม) มีการเคลื่อนที่หรือไม่ - ทราบได้อย่างไรว่า ตัวเองมีการเคลื่อนที่เกิดขึ้น (ผู้ให้การอบรมเชิญผู้เข้ารับการอบรม คนใดคนหนึ่งให้เดินออกมาหน้าห้องเรียน แล้วถามว่ามีการเคลื่อนที่เกิดขึ้นหรือไม่) - คิดว่า ในขณะที่มีการเคลื่อนที่นั้นจะเกิดองค์ประกอบหรือตัวแปรใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่	- สายไฟฟ้า - หลอดไฟขนาด 12 โวลต์ - สวิทซ์ปิด – เปิด - หม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ	- การต่อวงจรอย่างง่ายได้ถูกต้อง - การนำเสนอแนวคิดและตอบคำถาม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
2. ผู้ให้การอบรมและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันสรุปว่า - การเคลื่อนที่ หมายถึง การเปลี่ยนตำแหน่ง จากตำแหน่งหนึ่ง (ตำแหน่งเริ่มต้น) ไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง (ตำแหน่งสุดท้าย) โดยระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นกับตำแหน่งสุดท้าย จะมีเส้นทางการเคลื่อนที่ และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่เกิดขึ้นด้วย - ระยะตามแนวเส้นทางการเคลื่อนที่ทั้งหมด เราเรียกว่า “ระยะทาง” เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร - ส่วนระยะในแนวตรงจากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย เราเรียกว่า “การกระจัด” การกระจัดมีทั้งขนาดและทิศทาง โดยมีทิศทางพุ่งจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร เช่นเดียวกัน 3. ผู้ให้การอบรมนำเข้าสู่การเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ บางชนิด ที่เตรียมมา เช่น แมลงแกลบ มด กิ้งกือ เป็นต้น (อาจมอบหมายให้ผู้เข้ารับการอบรมเตรียมแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลาน ขนาดเล็ก ๆ ที่สนใจ มาล่วงหน้า) ร่วมกันอภิปราย โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้ - แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ ที่นำมามีอะไรบ้าง - แต่ละชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้ไหม - คิดว่า แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานชนิดใดเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด - จะทราบได้อย่างไรว่า ใครเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าใคร - จะบอกหรือเปรียบเทียบปริมาณจากการเคลื่อนที่อย่างไรได้บ้าง		

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
- เราพิสูจน์กันดีไหมว่า ใครเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าใคร กันแน่		
การสำรวจและค้นหา 1. ให้ผู้เข้ารับการอบรมจัดกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และให้แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบกันทำงาน 2. ให้ตัวแทนกลุ่มรับใบกิจกรรมพร้อมอุปกรณ์ไปศึกษา กลุ่มละ 1 ชุด ร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามใบกิจกรรมตามแนวทางต่อไปนี้ 1.1 วางกระดาษปรู๊ฟลงบนพื้นโต๊ะหรือพื้นห้อง ยึดมุมทั้ง 4 ของกระดาษด้วยกระดาษกาวหรือเทปใส 1.2 กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานขนาดเล็กที่นำมาทดลอง โดยใช้ดินสอสีหรือปากกาเมจิกทำสัญลักษณ์ไว้ 1.3 นำแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลองมาปล่อย ณ จุดเริ่มต้น ใช้ดินสอสีหรือปากกาเมจิกสีใดสีหนึ่งลากตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง พร้อมทั้งจับเวลา (ตามผู้ทดลองกำหนด) ทำสัญลักษณ์ตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง 1.4 วัดระยะตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง บันทึกเป็น “ระยะทาง” ของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง พร้อมทั้งบันทึกเวลาของการเคลื่อนที่ลงในตาราง 1.5 ลากเส้นตรง จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง และเขียนหัวลูกศรที่	- กระดาษปรู๊ฟ - ดินสอสีหรือปากกาเมจิกสีต่าง ๆ - เส้นเชือก (เชือกด้ายเย็บผ้าหรือเชือกว่าว) ยาว 2 เมตร - ไม้เมตร - เข็มทิศ - นาฬิกาจับเวลา - กระดาษกาวหรือเทปใส - แมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานตัวเล็ก ๆ	- การตอบคำถามในใบกิจกรรม - ทำการทดลองได้สำเร็จ

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ปลายเส้นตรงชี้ไปที่ตำแหน่งสุดท้าย 1.6 วัดระยะตามแนวเส้นตรง บันทึกเป็น “ขนาดของการกระจัด” และใช้เข็มทิศวางที่ตำแหน่งเริ่มต้น บันทึกทิศทางของการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย บันทึกเป็น “ทิศทางของการกระจัด” 1.7 คำนวณหา “อัตราเร็วเฉลี่ย” ของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้อยคลานทดลอง จากอัตราส่วนระหว่าง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ กับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (ระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา) 1.8 คำนวณหา “ความเร็วเฉลี่ย” ของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้อยคลานทดลอง จากอัตราส่วนระหว่าง ขนาดของการกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ กับ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (การกระจัดต่อหนึ่งหน่วยเวลา) 1.9 ทดลองซ้ำ กับแมลงหรือสัตว์เลี้อยคลานทดลองชนิดเดิมและชนิดอื่น 1.10 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง		
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 1. ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน 2. ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง 3. ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันสรุปผลการทดลอง	- กระดาษปรู๊ฟ - ปากกาเมจิก	- การนำเสนอผลการทำกิจกรรมในกระดาษปรู๊ฟ
ขั้นขยายความรู้ 1. ผู้ให้การอบรมและผู้เข้ารับการอบรม ร่วมกันสรุปสาระสำคัญจากการเรียนรู้และการปฏิบัติ กิจกรรมในครั้งนี้ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ตำแหน่งและการเปลี่ยนตำแหน่ง ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วและความเร็ว		

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
- การเคลื่อนที่จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งจากตำแหน่งหนึ่ง (ตำแหน่งเริ่มต้น) ไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง (ตำแหน่งสุดท้าย) - การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังอีกตำแหน่งสุดท้าย เรียกว่า การกระจัด (displacement) - การกระจัด หมายถึง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ โดยวัดตำแหน่งสุดท้ายเทียบกับตำแหน่งเริ่มต้น และมีทิศทางจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ - ระยะทาง (distance) คือ ระยะที่วัดได้ตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ - อัตราเร็ว (speed) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ - ความเร็ว (velocity) คือ การกระจัดของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับเวลาที่ใช้ 2. ให้ผู้เข้ารับการอบรม หาอัตราเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของตัวเอง โดยการเดินตามปกติ เดินอย่างรีบเร่ง (หรือวิ่ง) รายละเอียดตามใบกิจกรรม		
ขั้นการประเมิน ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์		- การอธิบายของผู้เข้ารับการอบรม

การประเมินผล

รายการประเมินผล	**เกณฑ์การให้คะแนน**	**เครื่องมือ**
ด้านความรู้ 1. ตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรม 2. การอภิปรายตอบคำถาม	1. ร้อยละ 80 2. การมีส่วนร่วม	1. คำถามในใบบันทึกกิจกรรม 2. การสังเกต
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	ระดับคุณภาพพอใช้	แบบประเมินทักษะ

เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ บางชนิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

ทดลองหาตำแหน่ง ระยะทาง การกระจัด และคำนวณหา อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานเล็ก ๆ

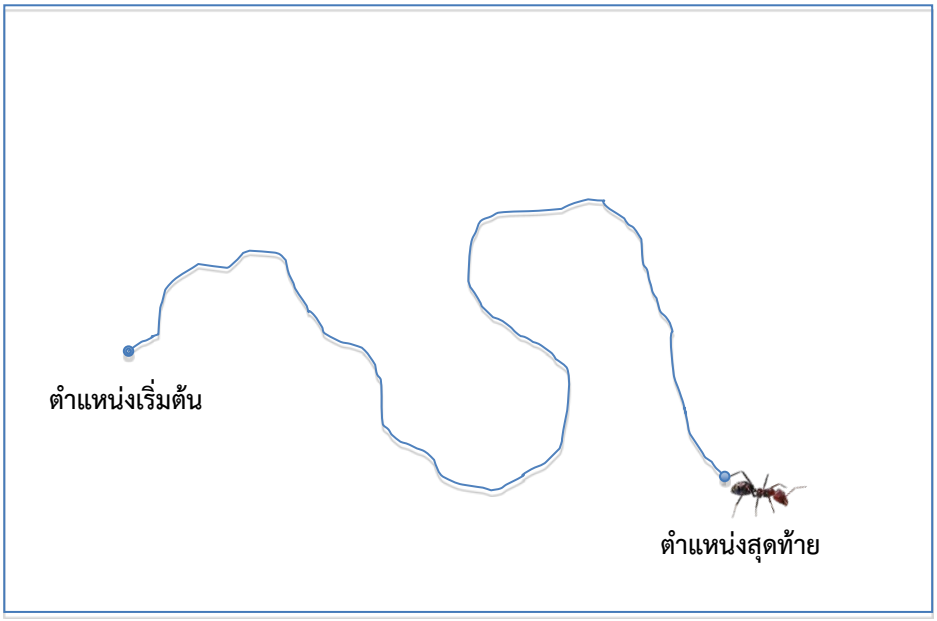
วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

ลำดับ	รายการ	จำนวน/ กลุ่ม
1	กระดาษปรู๊ฟ	1 แผ่น
2	ดินสอสี หรือปากกาเมจิกสีต่าง ๆ	1 ชุด
3	เส้นเชือก (เชือกด้ายเย็บผ้าหรือเชือกว่าวหรือเชือกเย็บข้อสอบ) ยาว 2 เมตร	1 เส้น
4	นาฬิกาจับเวลา (หรือโทรศัพท์มือถือที่สามารถจับเวลาได้)	1 เครื่อง
5	ไม้เมตร	1 อัน
6	เข็มทิศ	1 อัน
7	กระดาษกาวหรือเทปใส	1 ม้วน
8	แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ สำหรับทดลอง*	

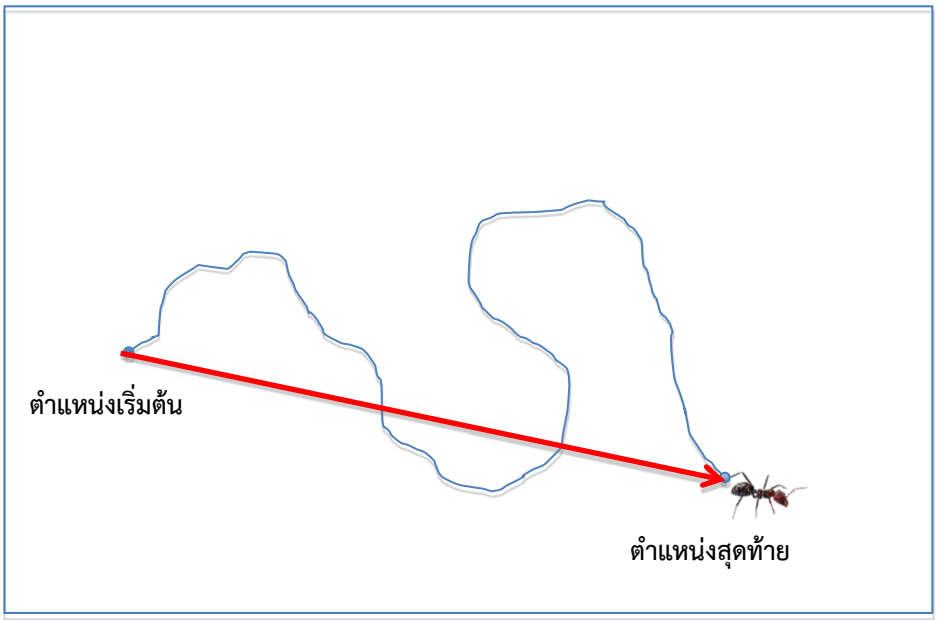
หมายเหตุ *แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ๆ สำหรับทดลอง ต้องไม่มีพิษหรือเป็นอันตราย

วิธีทดลอง

1. วางกระดาษปรู๊ฟลงบนพื้นโต๊ะหรือพื้นห้อง ยึดมุมทั้ง 4 ของกระดาษด้วยกระดาษกาวหรือเทปใส
2. กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็กที่นำมาทดลอง โดยใช้ดินสอสีหรือปากกาเมจิกทำสัญลักษณ์ไว้
3. นำแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานทดลองมาปล่อย ณ จุดเริ่มต้น ใช้ดินสอสีหรือปากกาเมจิกสีใดสีหนึ่งลากตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานทดลอง พร้อมทั้งจับเวลา (ตามผู้ทดลองกำหนด) ทำสัญลักษณ์ตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานทดลอง (ดังรูป)



4. วัดระยะตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง บันทึกเป็น “ระยะทาง” ของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง พร้อมทั้งบันทึกเวลาของการเคลื่อนที่ลงในตาราง
5. ลากเส้นตรง จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลี้ยงคลานทดลอง และเขียนหัวลูกศรที่ปลายเส้นตรงชี้ไปที่ตำแหน่งสุดท้าย (ดังรูป)



6. วัดระยะตามแนวเส้นตรง บันทึกเป็น “ขนาดของการกระจัด” และใช้เข็มทิศวางที่ตำแหน่งเริ่มต้น บันทึกทิศทางของการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย บันทึกเป็น “ทิศทางของการกระจัด”
7. คำนวณหา “อัตราเร็วเฉลี่ย” ของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานทดลอง จากอัตราส่วนระหว่าง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้กับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (ระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา)
8. คำนวณหา “ความเร็วเฉลี่ย” ของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานทดลอง จากอัตราส่วนระหว่าง ขนาดของการกระจัดที่เคลื่อนที่ได้กับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (การกระจัดต่อหนึ่งหน่วยเวลา)
9. ทดลองซ้ำ กับแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานทดลองชนิดเดิมและชนิดอื่น
10. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางแสดง.....

ชนิดของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานเล็ก ๆ	**ระยะทาง** $S(m)$	**การกระจัด** $\vec{S}(m)$	**เวลา** $t(s)$	**อัตราเร็วเฉลี่ย** $v_{av}(m/s)$	**ความเร็วเฉลี่ย** $\vec{v}_{av}(m/s)$

แสดงวิธีคำนวณหา

อัตราเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของ..... = $\frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมด (เมตร)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด (วินาที)}} = \frac{S(m)}{t(s)}$

=

ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของ..... = $\frac{\text{การกระจัดของการเคลื่อนที่ (เมตร)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด (วินาที)}} = \frac{\vec{S}(m)}{t(s)}$

=

อภิปรายและสรุปการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะและการนำไปประยุกต์ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ หากผู้เรียนมีศักยภาพและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ อาจให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา สมมติฐาน และออกแบบการทดลองด้วยตัวเองทั้งหมด และเขียนรายงานการทดลอง ดังตัวอย่าง

รายงานการทดลอง

ปัญหา : ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ของ*แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานเล็ก ๆ* จะแตกต่างกัน *หรือไม่อย่างไร*

ให้นักเรียน ระบุปัญหา ที่จะศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
ปัญหาที่จะศึกษา

.....

.....

.....

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาระยะทางและการกระจัดของการเคลื่อนที่ของแมลงหรือสัตว์เลื้อยคลานเล็ก ๆ บางชนิด ได้แก่.....
2. เพื่อหาและเปรียบเทียบอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของ.....

ทฤษฎีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

1. ระยะทาง (distance; S)

   .....

   .....

2. การกระจัด (displacement; $\vec{S}$)

   .....

   .....

3. อัตราเร็วเฉลี่ย (average speed; v_{av})

   .....

   .....

4. ความเร็วเฉลี่ย (average velocity; $\vec{v}_{av}$)

   .....

   .....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

.....

.....

.....

.....

วัสดุ/ อุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีทดลอง (ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รูปการทดลอง

ผลการทดลอง (ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง)

ตารางแสดง.....

แสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายและสรุปการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะและการนำไปประยุกต์ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. ทดลอง และสรุปกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ เมื่ออุณหภูมิคงที่
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า
3. คำนวณหาปริมาณทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

ทดลอง สังเกต อภิปราย และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า รวมถึงทักษะการต่อวงจรไฟฟ้า การใช้แอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์

สาระสำคัญ

เมื่อต่อหลอดไฟกับแบตเตอรี่ทำให้หลอดไฟสว่าง แสดงว่าหลอดไฟได้รับพลังงานจากแบตเตอรี่ และถ้าได้รับพลังงานมากขึ้นก็จะสว่างมากขึ้น ขณะที่หลอดไฟสว่างมากขึ้นค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เป็นค่าความแตกต่างระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ปลายขั้วทั้งสองของหลอดไฟ ซึ่งเรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า ความสว่างของหลอดไฟยังมีความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ โดยเมื่อหลอดสว่างมากขึ้น ค่าที่อ่านจากแอมมิเตอร์ก็มากขึ้นด้วย ค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟและผ่านแอมมิเตอร์ อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าต่อค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำที่มีอุณหภูมิคงตัว จะมีค่าเท่ากับความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม ลวดตัวนำชนิดเดียวกันที่ยาวเท่ากันแต่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกันจะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากันเพราะค่าความต้านทานไฟฟ้าไม่เท่ากัน โดยพื้นที่หน้าตัดมากความต้านทานไฟฟ้าจะน้อย พื้นที่หน้าตัดน้อยความต้านทานไฟฟ้าจะมาก และลวดตัวนำต่างชนิดกันที่ยาวเท่ากันและมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันจะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน

ความรู้พื้นฐาน

1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ตัวนำไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้า
3. สมการเส้นตรง และการแปรผันตรง

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบกิจกรรมที่ 1 – 3
2. อุปกรณ์ :

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/ กลุ่ม
1	หม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ	1 อัน
2	แอมมิเตอร์	1 อัน
3	โวลต์มิเตอร์	1 อัน
4	สวิตซ์	1 อัน
5	สายไฟชนิดขั้วเสียบ 2 ปลาย สีดำและสีแดง	1 คู่
6	สายไฟชนิดขั้วเสียบ 1 ปลาย และปากจระเข้ 1 ปลาย สีดำและสีทองแดง	2 คู่
7	กระดาษกราฟ	1 แผ่น
8	ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 1 เมตร	1 เส้น
9	ตัวต้านทานขนาด 8 – 15 โอห์ม	1 ตัว

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	**สื่อ/ อุปกรณ์**	**วัดและประเมินผล**
ขั้นสร้างความสนใจ 1. ให้ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนคิดเกี่ยวกับวงจรอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้า จากนั้นจับคู่คนข้างเคียงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันว่ามีเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นให้แลกเปลี่ยนกันทั้งห้อง โดยให้นำเสนอปากเปล่าจากอาสาสมัครคนแรก จากนั้นคนต่อไปที่มีความคิดเห็นที่แตกต่าง ในกิจกรรมช่วงนี้ควรมีข้อสรุปว่า วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ลวดตัวนำไฟฟ้า หลอดไฟ และสวิทซ์เปิดปิดวงจรต่อกันครบถ้วน 2. ให้ผู้เข้ารับการอบรมทดลองต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ 2 โวลต์ สังเกตความสว่างของหลอดไฟ จากนั้นเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอีก 2 ค่า เปรียบเทียบความสว่าง	- สายไฟฟ้า - หลอดไฟขนาด 12 โวลต์ - สวิทซ์ปิด – เปิด - หม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ	- การต่อวงจรอย่างง่ายได้ถูกต้อง - การนำเสนอแนวคิดและตอบคำถาม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
3. ผู้สอนและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจของผู้เข้ารับการอบรม ตัวอย่างคำถาม - หลอดไฟเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใด - ถ้าต้องการวัดความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างขั้วของถ่านไฟฉายขณะจ่ายพลังงานให้วงจร และวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรนั้น จะมีวิธีการวัดได้อย่างไร และปริมาณดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร		
การสำรวจและค้นหา ผู้เข้ารับการอบรมปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 ถึง ใบกิจกรรมที่ 3	- สายไฟฟ้า - หลอดไฟขนาด 12 โวลต์ - สวิทซ์ปิด – เปิด - หม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ - โวลต์มิเตอร์ - แอมป์มิเตอร์ - ลวดนิโครม	- การตอบคำถามในใบกิจกรรม - การต่อวงจรได้ถูกต้อง - การเขียน กราฟได้ถูกต้อง
สร้างคำอธิบาย 1. ร่วมกันกับวิทยากรในการอภิปราย และลงข้อสรุปผลของกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 – 3 2. ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกับวิทยากรอภิปรายในประเด็นสำคัญ ดังนี้ 1) การใช้โวลต์มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ 2) การแปรผันตรงระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้นและนำเข้าสู่**กฎของโอห์ม**		- การนำเสนอผลการทำกิจกรรมในกระดาษปรู๊ฟ - การตอบคำถามในใบกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ/ อุปกรณ์	วัดและประเมินผล
ขั้นขยายความรู้ ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำกฎของโอห์มไปใช้ในวงจรไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งศึกษาตัวอย่างการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง		
ขั้นการประเมิน ผู้เข้ารับการอบรมถามปัญหาให้กลุ่มบางกลุ่มอธิบาย เช่น - ถ้าเราใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพร้อม ๆ กันหลายชนิด คิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น - ถ้าใช้ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ต่อวงจรเข้ากับลวดนิโครมเส้นยาวมาก ๆ กระแสไฟฟ้าในวงจรจะเป็นอย่างไร		- การอธิบายของผู้เข้ารับการอบรม

การประเมินผล

รายการประเมินผล	เกณฑ์การให้คะแนน	เครื่องมือ
ด้านความรู้ 1. ตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรม 2. การอภิปรายตอบคำถาม	1. ร้อยละ 80 2. การมีส่วนร่วม	1. คำถามในใบบันทึกกิจกรรม 2. การสังเกต
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	ระดับคุณภาพพอใช้	แบบประเมินทักษะ

เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

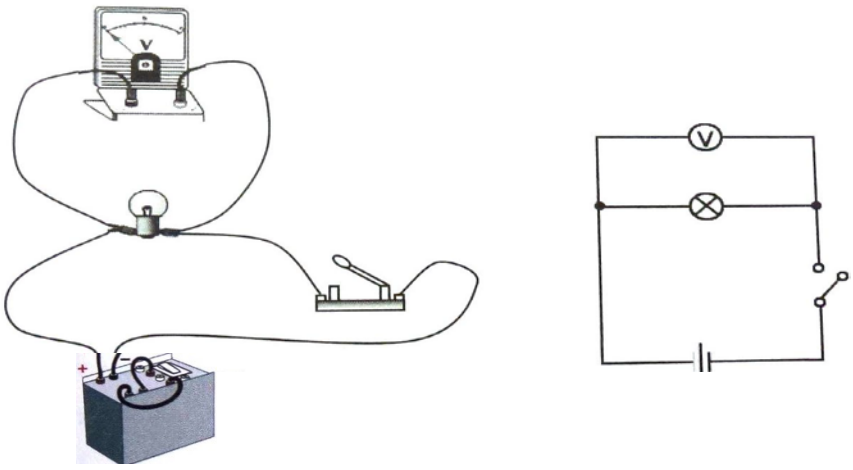
ทดลองและบอกได้ว่าความสว่างของหลอดไฟและความต่างศักย์ ระหว่างปลายทั้งสองข้างขั้วหลอดไฟมีความสัมพันธ์กัน

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

ลำดับ	รายการ	จำนวน/ กลุ่ม
1	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2	โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
3	หลอดไฟฟ้า 6 โวลต์	1 หลอด
4	สวิตซ์	1 อัน
5	สายไฟฟ้า (ชนิดปากหนีบจระเข้)	5 เส้น

วิธีทดลอง

1. ต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยโวลต์มิเตอร์ หลอดไฟขนาด 6 โวลต์ หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ และสวิตซ์ ดังภาพ



2. ต่อวงจรไฟฟ้า โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้า 6 โวลต์ กดสวิตซ์ (วงจรปิด) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟฟ้า และโวลต์มิเตอร์ บันทึกผล และยกสวิตซ์ขึ้น (วงจรเปิด)
3. ทำซ้ำข้อ 2 โดยเพิ่มค่าพลังงานไฟฟ้าในวงจรอีกอย่างน้อย 2 ค่า
4. ตอบคำถามท้ายการทดลอง

คำถาม

1. เมื่อเพิ่มค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. เมื่อเพิ่มค่าพลังงานไฟฟ้า ความสว่างของหลอดไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ มีความสัมพันธ์กับความสว่างของหลอดไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

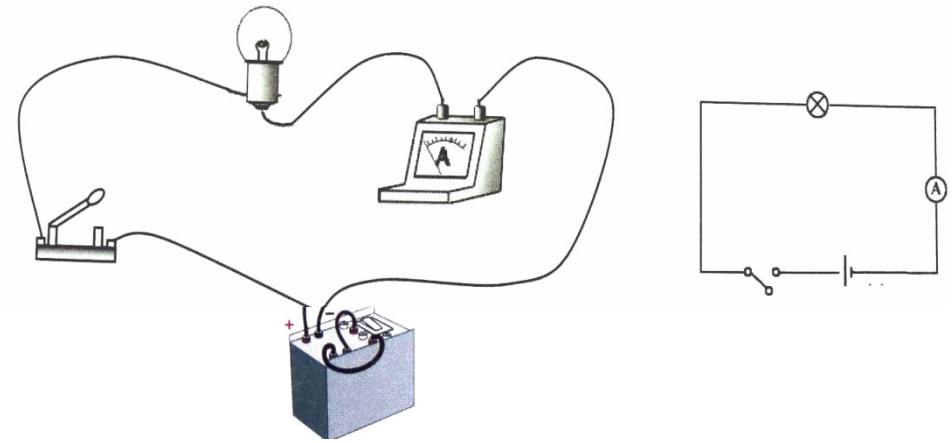
ทดลองและบอกได้ว่าความสว่างของหลอดไฟและกระแสไฟฟ้า ที่ผ่านหลอดไฟมีความสัมพันธ์กัน

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

ลำดับ	รายการ	จำนวน/ กลุ่ม
1	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2	แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
3	หลอดไฟฟ้า 6 โวลต์	1 หลอด
4	สวิตซ์	1 อัน
5	สายไฟฟ้า (ชนิดปากหนีบจระเข้)	5 เส้น

วิธีทดลอง

1. ต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยแอมมิเตอร์ หลอดไฟขนาด 6 โวลต์ หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ และสวิตช์ ดังภาพ



2. ต่อวงจรไฟฟ้า โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้า 2 โวลต์ กดสวิตซ์ (วงจรปิด) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟฟ้า และแอมมิเตอร์ บันทึกผล และยกสวิตซ์ขึ้น (วงจรเปิด)
3. ทำซ้ำข้อ 2 โดยเพิ่มความต่างศักย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ เป็น 4 และ 6 โวลต์ ตามลำดับ
4. ตอบคำถามท้ายการทดลอง

คำถาม

1. เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ของหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ เปลี่ยนแปลงอย่างไร

   .....
   .....
   .....

2. เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ของหม้อแปลงไฟฟ้า ความสว่างของหลอดไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

   .....
   .....
   .....

3. ค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ มีความสัมพันธ์กับความสว่างของหลอดไฟฟ้าอย่างไร

   .....
   .....
   .....

ใบกิจกรรมที่ 3
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

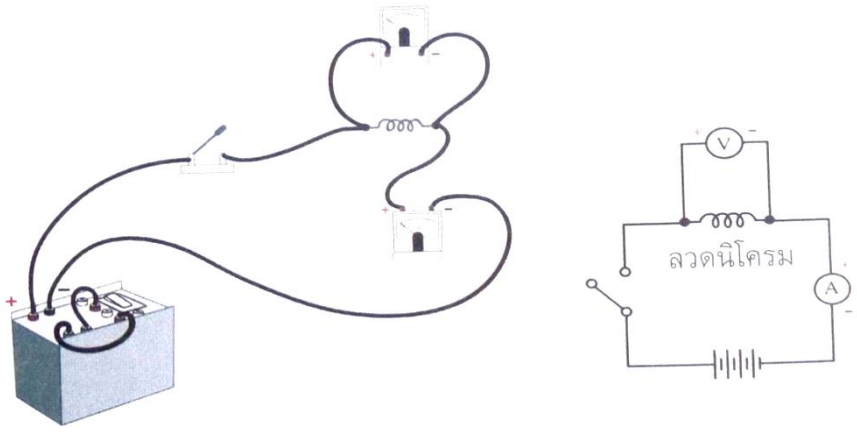
ทดลองและบอกได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนิโครมแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่าง ปลายของลวดนิโครมนั้น เมื่ออุณหภูมิของลวดคงตัว

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

ลำดับ	รายการ	จำนวน/ กลุ่ม
1	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
2	ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาวประมาณ 1 เมตร	1 เส้น
3	แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
4	โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
5	สวิตช์	1 อัน
6	สายไฟฟ้าชนิดขั้วเสียบ 2 ปลาย	2 เส้น
7	สายไฟฟ้าชนิดขั้วหนึ่งเป็นขั้วเสียบ อีกปลายหนึ่งเป็นปากหนีบจระเข้	4 เส้น
8	กระดาษกราฟ	1 แผ่น

วิธีทดลอง

1. ต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ ลวดนิโครม แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และสวิตช์ ดังภาพ



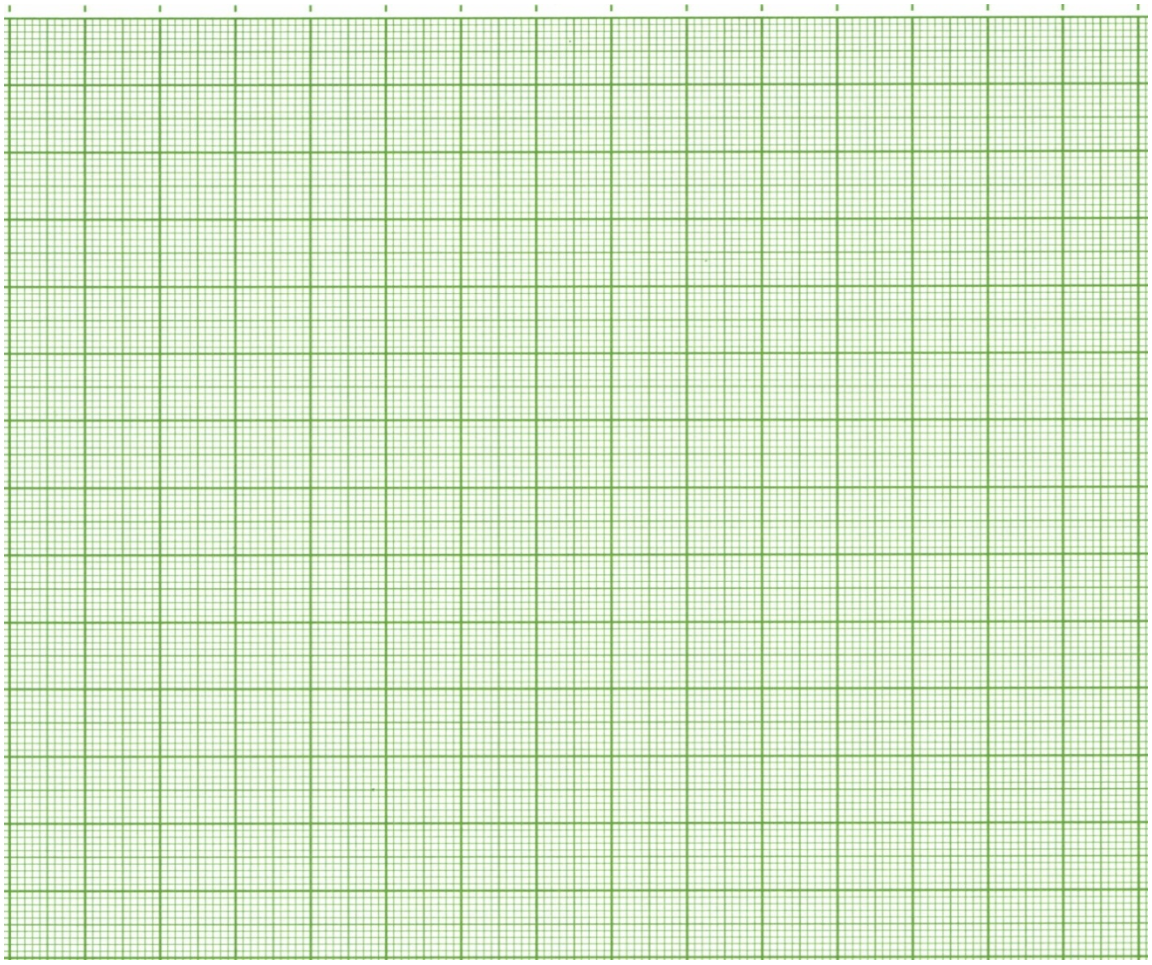
2. กดสวิตช์ (วงจรปิด) สังเกตและบันทึกค่าความต่างศักย์จากโวลต์มิเตอร์และค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ แล้วยกสวิตช์ขึ้น (วงจรเปิด)

3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 และ 3 โดยให้ค่าความต่างศักย์อยู่บนแกนนอน และค่ากระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนตั้ง
4. ตอบคำถามท้ายการทดลอง
5. เขียนรายงานการทดลอง และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

คำถาม

1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า มีลักษณะอย่างไร

   กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง.....



2. ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

3. ค่าความชันของกราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า มีค่าเท่าใด

   .....

   .....

   .....

   .....

4. ค่าส่วนกลับของความชันของกราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า มีค่าเท่าใด

   .....

   .....

   .....

   .....

รายชื่อคณะเรียบเรียงเนื้อหา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่	ชื่อ – สกุล	โรงเรียน/ สังกัด
1	ดร.ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2	รศ.ดร.เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3	นายชูชาติ แพน้อย	โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์
4	นายสนม วันเพ็ญ	โรงเรียนสามพรานวิทยา
5	นายนิพนธ์ ลวสินอาภรณ์	โรงเรียนอนุบาลสุธีธร
6	นายปรเมศวร์ แกล้วกล้า	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา
7	นายสัมพันธ์ ฉิมคุ้ม	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา
8	นายวิสูตร ปฐมโรจนฤทธิ์	สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา
9	นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
10	นายวัฒน วัฒนากูล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
11	ดร.โชคชัย อัศวินชัย	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
12	นางสาวทิพย์วรรณ สุดปฐม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
13	นางสาวรัชนีกร กลิ่นหอมหวล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
14	นางสาวกชพร วงศ์สว่างศิริ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการโครงการ

โครงการพัฒนาชุดการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา

1. ผู้อำนวยการ สสวท. (นางพรพรรณ ไวทยางกูร)	ที่ปรึกษา
2. ผู้อำนวยการ สคบศ. (นางสาวนฤมล ไทยวิรัช)	ที่ปรึกษา
3. นางดวงสมร คล่องสารา	ประธานกรรมการ
4. นางกัญณัฏฐ์ สวัสดิ์สว่าง	รองประธานกรรมการ
5. นายดุสิต สังข์ร่วมใจ	กรรมการ
6. นายประสงค์ เมธีพินิตกุล	กรรมการ
7. นางชมัยพร ตั้งตน	กรรมการ
8. นายราม ติวารี	กรรมการ
9. นางสาวสุพรรณี ชาญประเสริฐ	กรรมการ
10. นางสาววนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	กรรมการ
11. นายสุพจน์ วุฒิโสภณ	กรรมการ
12. นางเบ็ญจวรรณ ศรีเจริญ	กรรมการ
13. นางสาวกุศลิน มุสิกุล	กรรมการ
14. นายสมเกียรติ เพ็ญทอง	กรรมการ
15. นายวัฒน วัฒนากูล	กรรมการ
16. นายวิสูตร ปฐมโรจนฤทธิ์	กรรมการ
17. นางสาวสรัสวดี มุสิกบุตร	กรรมการ
18. นางจิรัฐ อนุเชิงชัย	กรรมการ
19. นางสาวสุนทรี ไกรกาบแก้ว	กรรมการ
20. นายโชคชัย อัศวินชัย	กรรมการ
21. นางสาวทิพย์วรรณ สุดปฐม	กรรมการ
22. นางสาวโศจิวัจน์ เสริฐศรี	กรรมการและเลขานุการ
23. นางสาวนิอร ภูรัตน์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
24. นางสาวรัชนีกร กลิ่นหอมหวล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
25. นางสาวกชพร วงศ์สว่างศิริ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
26. นางสาวยุวรีย์ พันทวีศักดิ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ