

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับ สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (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 เอกภพ	3
แผนการอบรม	5
เอกสารประกอบแผนการอบรม	19
เรื่อง ดาวฤกษ์	55
แผนการอบรม	57
เอกสารประกอบแผนการอบรม	73
เรื่อง โครงสร้างโลก	97
แผนการอบรม	99
เอกสารประกอบแผนการอบรม	107
เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง	121
แผนการอบรม	123
เอกสารประกอบแผนการอบรม	133
เรื่อง การใช้โปรแกรมสแตลลาเรียม ในการสอนดาราศาสตร์	161
แผนการอบรม	163
เอกสารประกอบแผนการอบรม	169



หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เรื่อง เอกภาพ

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง เอกภพ

เวลา 6 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต
2. สืบค้นข้อมูล บอกความหมายและองค์ประกอบของเอกภพ
3. อธิบายทฤษฎีบิกแบงและวิวัฒนาการของเอกภพในยุคเริ่มต้น
4. อธิบายหลักฐานที่ใช้สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงโดยกฏฮับเบิลและคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
5. จำแนกกาแล็กซีโดยใช้แผนภาพของฮับเบิล

สาระสำคัญ

ทฤษฎีกาแล็กซีเอกภพซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอยู่ในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบง กล่าวว่าเอกภพเริ่มจากสถานการณ์คล้ายการระเบิดที่เปลี่ยนพลังงานเป็นสสาร แล้วสร้างอนุภาคมูลฐานพร้อมปฏิอนุภาค และรวมตัวกันที่สุดในที่สุดกลายเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนบิวลาดั้งเดิม ต่อมากลายเป็นดาวฤกษ์ และระบบของดาวฤกษ์ โดยมีหลักฐาน 2 ประการที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ และการค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ

กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์และระบบดาวฤกษ์จำนวนมากมาอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง โดยกาแล็กซีจำแนกตามรูปร่างได้ 2 ประเภท คือ กาแล็กซีปกติ และกาแล็กซีที่ไม่มีรูปแบบ กาแล็กซีทางช้างเผือกหรือกาแล็กซีของเรามีรูปร่างเป็นประเภทก้นหอยมีคาน

ความรู้พื้นฐาน

ทฤษฎีบิกแบง (Big Bang theory) เป็นทฤษฎีที่เสนอโดย เลอแมตร์ (Lemaitre) อธิบายว่าเอกภพ เริ่มจากพลังงานเปลี่ยนเป็นสสาร จากขนาดเล็กเป็นขนาดใหญ่ จากอุณหภูมิสูงเป็นอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเปรียบดังการระเบิดของจุดเล็กๆ ที่มีอุณหภูมิสูงอย่างมหาศาล สสารที่เกิดขึ้นครั้งแรกเป็นอนุภาคมูลฐานชนิดต่าง ๆ จากนั้นอนุภาคเหล่านี้จึงรวมตัวกลายเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียมซึ่งมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนกลายเป็น กาแล็กซี เนบิวลา ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ โลก และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler's effect) คือ ปรากฏการณ์ที่แหล่งกำเนิดแสง (หรือเสียง) เคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต (หรือผู้สังเกตเคลื่อนเข้าหาแหล่งกำเนิด) ผู้สังเกตจะสังเกตได้ว่าความถี่ของแสงมีค่าเพิ่มขึ้น และถ้าแหล่งกำเนิดแสง (หรือเสียง) เคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต (หรือผู้สังเกตเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด) ผู้สังเกตจะสังเกตได้ว่าความถี่แสงมีค่าลดลง



ความหนาแน่น (Density) คือ ปริมาณของมวลสารต่อปริมาตร เป็นสมบัติเฉพาะของสารแต่ละชนิด

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

-

สื่อการเรียนรู้

1. สื่อสำหรับวิทยากร 1 : ไฟล์ วิดีทัศน์ เรื่อง Power of ten.wmv
2. สื่อสำหรับวิทยากร 2 : ภาพบิกแบงและวิวัฒนาการของบิกแบง
3. สื่อสำหรับวิทยากร 3 : ตารางข้อมูล อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซีกับระยะห่างจากกาแล็กซี
4. สื่อสำหรับวิทยากร 4 : ภาพกาแล็กซี
5. สื่อสำหรับวิทยากร 5 : ภาพแสดงแบบจำลองเอกภพ
6. สื่อสำหรับวิทยากร 6 : โปรแกรมภูเกิลสกาย
7. สื่อสำหรับวิทยากร 7 : โปรแกรมสเตลลาเรียม
8. เอกสารประกอบการอบรม 1 : ใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต
9. เอกสารประกอบการอบรม 2 : ใบความรู้ที่ 2 การค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
10. เอกสารประกอบการอบรม 3 : ใบความรู้ที่ 3 ประเภทของกาแล็กซี
11. เอกสารประกอบการอบรม 4 : ใบความรู้ที่ 4 โครงสร้างของเอกภพ
12. เอกสารประกอบการอบรม 5 : ใบกิจกรรม/ใบงาน
13. กระดาษบรูว์ (Flip chart)
14. ปากกาเคมี
15. ไม้บรรทัด
16. ลูกโป่ง
17. เชือก
18. นาฬิกาจับเวลา
19. สติกเกอร์
20. กระดาษแผ่นใหญ่

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
เอกภพวิทยาในอดีต		
1. ผู้เรียนนำเสนอแบบจำลองของเอกภพตามความคิดของตนเอง และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน 2. ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องแบบจำลองของเอกภพในอดีตเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดเกี่ยวกับเอกภพวิทยาในอดีต 3. ผู้เรียนดูวีดิทัศน์เรื่อง Power of ten แล้วร่วมกันนำเสนอองค์ประกอบและความหมายของเอกภพลงในกระดานปฐพีฟตามความคิดของกลุ่ม 4. ผู้สอนสุ่มนักเรียนอย่างน้อย 2 กลุ่มนำเสนอความหมาย และองค์ประกอบของเอกภพ แล้วให้กลุ่มที่เหลือร่วมกันให้ข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีที่มีแนวคิดแตกต่างจากตัวแทนกลุ่มดังกล่าว 5. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันแก้ไขและเพิ่มแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของเอกภพให้ถูกต้องโดยใช้วีดิทัศน์ Power of ten ประกอบการอภิปราย และใช้คำถามต่อไปนี้ - เอกภพประกอบด้วยอะไร <u>ตอบ</u> กาแล็กซี ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ สสารและที่ว่างในอวกาศ	- ภาพแสดงแบบจำลองเอกภพ - ใบความรู้เรื่องแบบจำลองของเอกภพในอดีต - ใบกิจกรรมที่ 1.1 - ใบงาน - ไฟล์ วีดิทัศน์ เรื่อง Power of ten.wmv - กระดานปฐพีฟ (Flip chart)	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- เอกภพมีความหมายอย่างไร <u>ตอบ</u> ระบบที่รวมทุกอย่างในอวกาศ - เราอยู่ที่บริเวณใดในเอกภพ <u>ตอบ</u> อยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือก ซึ่งเป็นหนึ่งกาแล็กซีจำนวนมากในเอกภพ		
กำเนิดเอกภพ		
1. ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาภาพบิกแบงและวิวัฒนาการของบิกแบง แล้วเขียนอธิบายตามความคิดของตนเอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้ พร้อมนำเสนอ - ช่วงเวลาต่าง ๆ พลังงานเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร <u>ตอบ</u> พลังงานเปลี่ยนเป็นสสาร โดยเริ่มจากอนุภาคมูลฐาน จนกลายเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียม - ช่วงเวลาต่าง ๆ เกิดสสารแตกต่างกันอย่างไร <u>ตอบ</u> ในตอนเริ่มต้นมีสสารเกิดขึ้นในรูปอนุภาคมูลฐานในกลุ่มควาร์ก เลปตอน อิเล็กตรอน และนิวตริโน พร้อมปฏิอนุภาค จากนั้นควาร์กรวมตัวกันกลายเป็นโปรตอนและนิวตรอน ต่อมาอุณหภูมิลดลงอีก โปรตอนและนิวตรอนรวมตัวกันเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม จากนั้นโปรตอนดึงอิเล็กตรอนเข้ามาอยู่ในวงโคจรเกิดเป็นอะตอมไฮโดรเจน และนิวเคลียสของฮีเลียมดึงอิเล็กตรอนเข้ามาเกิดเป็นอะตอมของฮีเลียม - การเปลี่ยนแปลงสสารสัมพันธ์กับสิ่งใดบ้าง อย่างไร	- ภาพบิกแบงและวิวัฒนาการของบิกแบง	

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
<u>ตอบ</u> สัมพันธ์กับระยะเวลาและอุณหภูมิ โดยเมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิของเอกภพ จะค่อย ๆ ลดลง ทำให้อนุภาคต่าง ๆ ค่อย ๆ รวมตัวกันจากควาร์กกลายเป็น โปรตอนและนิวตรอน จากนั้นโปรตอน และนิวตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียสของ ฮีเลียม และเมื่ออุณหภูมิลดลงต่อไปอีก นิวเคลียสของไฮโดรเจนและฮีเลียมจะดึง อิเล็กตรอนเข้ามาในวงโคจรเกิดเป็น อะตอม แล้วอะตอมของไฮโดรเจนและ ฮีเลียมจึงก่อกำเนิดเป็นดาวฤกษ์ต่อไป		
2. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง - ภาพนี้จะช่วยอธิบายเกี่ยวกับสิ่งใด <u>ตอบ</u> การกำเนิดเอกภพ - เอกภพเกิดจากอะไร <u>ตอบ</u> เกิดจากจุดเริ่มต้นที่เรียกว่า บิกแบง ซึ่งเปรียบเสมือนการระเบิดของจุดเล็ก ๆ ที่มีอุณหภูมิสูงอย่างมหาศาล - เมื่อเกิดการระเบิดเกิดการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอย่างไร <u>ตอบ</u> อุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง จากสิบล้านล้านเคลวินเมื่อประมาณ 15,000 ล้านปีก่อนเหลือเพียง 3 เคลวินในปัจจุบัน - ก่อนที่จะเป็นกาแล็กซี เป็นสิ่งใดมาก่อน <u>ตอบ</u> อะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียม		



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
3. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้อย่างน้อย 2 ข้อ แล้วให้ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องการขยายตัวของเอกภพ - ปัจจุบันเอกภพมีการขยายตัวหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> มีการขยายตัว เพราะนักดาราศาสตร์พบว่ากาแล็กซีที่อยู่ไกลจากเราออกไปวิ่งหนีออกจากกาแล็กซีทางช้างเผือกของเรา ด้วยอัตราเร็วสูง ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเอกภพกำลังขยายตัวอยู่ ซึ่งทำให้กาแล็กซีที่กระจายตัวอยู่บนเอกภพที่ขยายตัววิ่งหนีออกจากกันไปด้วย 4. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการขยายตัวของเอกภพ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ระหว่างที่เอกภพขยายตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง <u>ตอบ</u> ความเร็วในการขยายตัวเพิ่มขึ้น - เราเป็นศูนย์กลางของเอกภพหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> เราไม่ได้เป็นศูนย์กลางของเอกภพ เพราะเอกภพมีการขยายตัวออกทุกทิศทุกทางและทุกแห่งในเอกภพ โดยไม่มีจุดใดเป็นจุดศูนย์กลางของการขยายตัวออก - มีวิธีการอย่างไรในการหาอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซี <u>ตอบ</u> หาจากความสัมพันธ์ที่ระบุว่าความเร็วในการถอยห่างจะแปรผันตรงกับระยะทาง โดยใช้กฎฮับเบิล	- ไม้บรรทัด - ลูกโป่ง - เชือก - นาฬิกาจับเวลา - สติกเกอร์ - ใบกิจกรรมที่ 1.2 - ใบงาน	1.การมีส่วนร่วมในกิจกรรม (งานกลุ่ม) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2.ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซี เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร <u>ตอบ</u> กาแล็กซีมีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ถอยห่างออกจากผู้สังเกตมากขึ้น		
การประมาณอายุและรัศมีของเอกภพ การค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลัง		
1. ให้เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ 1.2 กับข้อมูลความเร็วถอยห่างของกาแล็กซีในกิจกรรมที่ 1.3 ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง กฎของฮับเบิล โดยนำข้อมูลความเร็วถอยห่างกับระยะห่างของกาแล็กซีมาเขียนกราฟความสัมพันธ์เพื่อหาค่าคงตัวของฮับเบิลจากความชันของกราฟ 3. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความชันกราฟ และกฎของฮับเบิลเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ตามสมการ และนำไปสู่วิธีการหาอายุของเอกภพ $v = H_0 D \quad (1)$ $t = D/v \quad (2)$ เมื่อ v คือ ความเร็วถอยห่างของกาแล็กซี H_0 คือ ค่าคงตัวฮับเบิล D คือ ระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซี t คือ อายุของเอกภพ ดังนั้นอายุของเอกภพประมาณค่าได้จาก	- ตารางข้อมูล อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซีกับระยะห่างจากกาแล็กซี - ใบกิจกรรมที่ 1.3 - ใบงาน	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
$t = \frac{1}{H_0}$ และสามารถประมาณค่ารัศมีของเอกภพได้จากความสัมพันธ์ $R = ct$ เมื่อ c คือ ความเร็วแสง R คือ รัศมีของเอกภพ		
4. ให้ผู้เรียนคำนวณหาอายุและรัศมีของเอกภพตามใบงานที่ 1.3 5. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - เตามาโครเวฟที่ใช้ในครัวเรือนให้พลังงานมากน้อยเพียงใด <u>ตอบ</u> ให้พลังงานมาก เพราะคลื่นไมโครเวฟในครัวเรือนนี้มีค่าถึง 2,450 เมกะเฮิร์ตซ์ - ในอวกาศมีแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟหรือไม่ <u>ตอบ</u> มี 6. ให้ผู้เรียนอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังในอวกาศ แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ - นักวิทยาศาสตร์ค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังในอวกาศได้อย่างไร <u>ตอบ</u> นักวิทยาศาสตร์ค้นพบโดยบังเอิญจากการทดสอบระบบเครื่องรับสัญญาณของกล้องโทรทรรศน์วิทยุ พบว่ามีสัญญาณรบกวนสัญญาณวิทยุในช่วงคลื่นไมโครเวฟตลอดเวลาไม่ว่าจะเปลี่ยน	- ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลัง	

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
ทิศทางของเสาอากาศไปทางใดและเวลาหรือฤดูกาลใดก็ตาม ซึ่งสัญญาณดังกล่าวคือคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังในอวกาศ - คลื่นไมโครเวฟพื้นหลังในอวกาศเกิดขึ้นได้อย่างไร <u>ตอบ</u> เป็นการแผ่พลังงานที่เหลือหลังบิกแบงประมาณ 300,000 ปี - หลักฐานใดที่ทำให้เชื่อว่าคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังในอวกาศเกิดมาจากบิกแบง <u>ตอบ</u> ได้ผลสอดคล้องกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิเท่ากับ 2.7 3 เคลวิน หรือความถี่ 160 จิกะเฮิรตซ์		
กาแล็กซี		
1. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้ามองในท้องฟ้าจะพบอะไรบ้าง 2. ให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากโปรแกรมภูเกิลสกาย, โปรแกรมสเตลลาเรียมหรือรูปภาพ แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ - เห็นสิ่งใดบ้างในท้องฟ้า <u>ตอบ</u> ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ โลก และดาวต่าง ๆ รวมทั้งเนบิวลา และกาแล็กซี - กาแล็กซีที่พบมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร <u>ตอบ</u> แตกต่างกัน กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น มีรูปร่างเป็นวงรี กังหัน ลูกสะบ้าหรือเลนส์ และแบบไม่มีรูปร่างที่ชัดเจน	- โปรแกรมภูเกิลสกาย - โปรแกรมสเตลลาเรียม	



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
3. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 1.4 เพื่อจำแนกกาแล็กซีตามเกณฑ์ที่ผู้เรียนกำหนดขึ้น	- ภาพกาแล็กซี - กระดาษแผ่นใหญ่ - ใบกิจกรรมที่ 1.4 - ใบงาน	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน
4. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันพิจารณาแผนภาพของฮับเบิลจากใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ประเภทของกาแล็กซี แล้วอภิปรายเพื่อสรุปในประเด็นต่อไปนี้ - เกณฑ์ที่ใช้จำแนกกาแล็กซีของผู้เรียนแตกต่างจากฮับเบิลอย่างไร <u>ตอบ</u> ตอบตามความคิดของตนเอง โดยฮับเบิลใช้เกณฑ์รูปร่างในการจำแนก - กาแล็กซีแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง <u>ตอบ</u> 2 ประเภท คือ กาแล็กซีปกติ และกาแล็กซี ไม่มีรูปแบบ - เราอยู่ในกาแล็กซีใด กาแล็กซีที่เราอยู่เป็นกาแล็กซีประเภทใด และอยู่บริเวณใดของกาแล็กซีนั่น ทราบได้อย่างไร <u>ตอบ</u> กาแล็กซีทางช้างเผือก เป็นกาแล็กซีกังหันแบบมีคาน (SBb) เราอยู่ที่บริเวณแขนของกาแล็กซี 5. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับทิศทางการหมุนของกาแล็กซีชนิดกังหัน และ กังหันมีคาน โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - กาแล็กซีชนิดกังหันมีรูปร่างคล้ายสิ่งใด <u>ตอบ</u> รูปร่างคล้ายกังหัน	- ใบความรู้เรื่องประเภทของกาแล็กซี	

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- ทิศทางการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> หมุนทวนเข็มนาฬิกา เช่นเดียวกับการหมุนของวัตถุในท้องฟ้า - ในอนาคตข้างหน้าตำแหน่งของกาแล็กซีจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด <u>ตอบ</u> เปลี่ยนแปลง เนื่องจากการขยายตัวของเอกภพ		
การสรุปองค์ความรู้		
ให้ผู้เรียนพิจารณาผังโมโนทัศน์เรื่องเอกภพ แล้วเลือกคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง	ผังโมโนทัศน์ เรื่อง เอกภพ	การสรุปองค์ความรู้ (งานเดี่ยว) - เฉลย - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนการสรุปองค์ความรู้



เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง แบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต

นักวิทยาศาสตร์และนักปราชญ์ในอดีตได้นิยามเอกภพอาไว้ในรูปแบบที่ต่างกันไปตามความเชื่อและความสามารถที่จะสังเกตการณ์หรือจินตนาการถึงระบบที่ใหญ่ที่สุดดังกล่าว โดยแนวคิดต่าง ๆ นี้จะรวมเรียกว่า แบบจำลองของเอกภพ ซึ่งอาจเป็นเพียงแนวความคิดความเชื่อที่ไม่มีผลการสังเกตการณ์สนับสนุนหรือเป็นแบบจำลองที่ตั้งขึ้นบนพื้นฐานของการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ ซึ่งการศึกษาถึงแบบจำลองของเอกภพต่าง ๆ นี้จะช่วยให้เราสามารถจินตนาการถึงเอกภพตามความรู้ความเข้าใจของนักดาราศาสตร์และนักเอกภพวิทยาในปัจจุบันได้ดียิ่งขึ้น

1. แบบจำลองเอกภพของชาวสุเมเรียนและชาวบาบิโลน (The Sumerians and the Babylonians)

ในยุคเริ่มต้นประวัติศาสตร์ของมนุษยโลก ช่วงเวลาประมาณ 7,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช นักประวัติศาสตร์เชื่อว่า มีชนชาติที่มีอารยธรรมอาศัยอยู่ในบริเวณตอนกลางของเอเชีย ซึ่งในปัจจุบัน คือประเทศอิรัก ดินแดนแห่งนี้มีชื่อว่า เมโสโปเตเมีย (Mesopotamia) มนุษย์ที่อาศัยอยู่ในสมัยนั้นเรียกตนเองว่า ชาวสุเมเรียน (Sumerian) โดยพวกเขาได้ริเริ่มประดิษฐ์คิดค้นการเขียนอักษรรูปเล่มที่เรียกว่าคูนีฟอร์ม (cuneiform) เพื่อสื่อความหมายต่าง ๆ ลงบนแผ่นดินเหนียว ทำให้นักประวัติศาสตร์ได้รู้ว่าชาวสุเมเรียนเป็นกลุ่มชนที่มีอารยธรรมสูง ในบันทึกต่าง ๆ นั้นพบการบันทึกตำแหน่งของดาวฤกษ์และดาวเคราะห์พร้อมกับการตั้งชื่อกลุ่มดาวหลายกลุ่มในท้องฟ้า โดยมีโลกเป็นศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ทั้งหมด

ดังนั้นแบบจำลองของเอกภพของชาวสุเมเรียนก็คือ ท้องฟ้าที่มีดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ต่าง ๆ เคลื่อนที่ไปตามเวลาโดยมีโลกเป็นจุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ทั้งหมดตามการดลบันดาลของเทพเจ้า

ในช่วงระยะเวลาประมาณ 2,000 ปี ถึง 500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวบาบิโลนได้ริเริ่มการสังเกตและจดบันทึกการเคลื่อนที่ของดวงดาวต่าง ๆ เป็นประจำอย่างมีระบบโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ทางดาราศาสตร์ของชาวสุเมเรียน และนักประวัติศาสตร์ได้พบว่าเมื่อเวลา 1,600 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวบาบิโลนได้จัดทำบัญชีรายชื่อ (catalogue) ของดาวฤกษ์และดาวเคราะห์พร้อมทั้งได้ระบุเส้นทางการเคลื่อนที่ของดาวฤกษ์และดาวเคราะห์เหล่านั้นทุก ๆ วัน ทำให้ต่อมาชาวบาบิโลนได้นำผลของการสังเกตการณ์และความรู้นี้มาใช้ในการทำนายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ และทำนายการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ชาวบาบิโลนจึงมีระบบการเกษตรที่มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ชาวบาบิโลนยังได้อาศัยตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ในวันต่าง ๆ เพื่อทำปฏิทินแสดงวันที่และฤดูกาลได้อย่างถูกต้องด้วย

อย่างไรก็ตามพื้นฐานความรู้และความเชื่อในเรื่องเอกภพของชาวบาบิโลนกับชาวสุเมเรียนก็เหมือนกันคือ พวกเขามีความเชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การโคจรของดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์นั้นเกิดขึ้นเพราะเทพเจ้าต่าง ๆ ดลบันดาลให้เกิดขึ้น

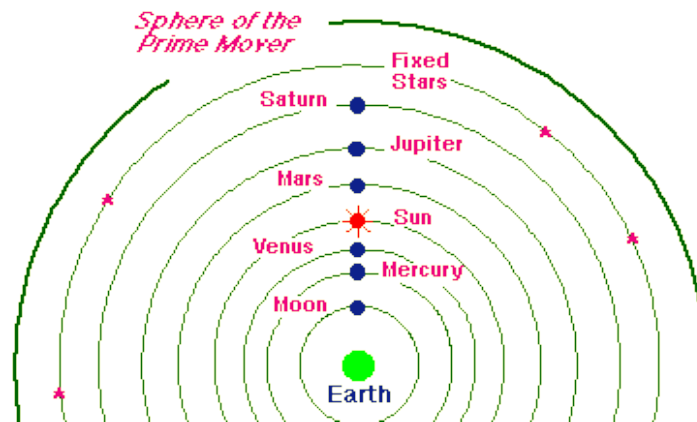


2. แบบจำลองเอกภพของกรีก (Greek cosmology)

การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในท้องฟ้าของชนชาวกรีกโบราณพัฒนาขึ้นโดยอาศัยข้อมูลและความรู้ทางดาราศาสตร์ของชาวสุเมเรียนและชาวบาบิโลน แต่ชาวกรีกได้พัฒนาคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในท้องฟ้าโดยอาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ โดยชาวกรีกได้ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของจำนวนและเรขาคณิตในการพัฒนาแบบจำลองเอกภพของชาวกรีก และเป็นผู้ริเริ่มใช้คำว่า “cosmology (คอสมोलอจี)” ซึ่งมีความหมายว่า เอกภพวิทยา โดยคำว่า “cosmos” มาจาก “kosmos” ในภาษากรีก แปลว่า แนวความคิดของความสมมาตรและความกลมกลืน (symmetry and harmony)

ชาวกรีกคนแรกที่พัฒนาความรู้ที่สำคัญมากของวิชาดาราศาสตร์ คือ อริสโตเติล (Aristotle, 384 – 325 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ซึ่งเสนอว่าโลกมีลักษณะเป็นทรงกลม เขาสังเกตว่าดาวฤกษ์ที่เคลื่อนที่รอบดาวเหนือบางดวงสามารถสังเกตเห็นได้ที่อียิปต์แต่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ที่กรีซ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้เพียงอย่างเดียวที่จะอธิบายปรากฏการณ์นี้ คือ โลกจะต้องมีลักษณะเป็นทรงกลมเท่านั้น นอกจากนี้ อริสตาร์คัส แห่งซามอส (Aristarchus of Samos, 310 – 230 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ยังเป็นบุคคลแรกที่ระบุว่า โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางและโลกจะโคจรครบหนึ่งรอบในเวลา 1 ปี

ดังนั้นแบบจำลองเอกภพของกรีกจึงเป็นแบบจำลองแรก ๆ ที่กล่าวว่า เอกภพมีลักษณะที่อธิบายได้ทางเรขาคณิต



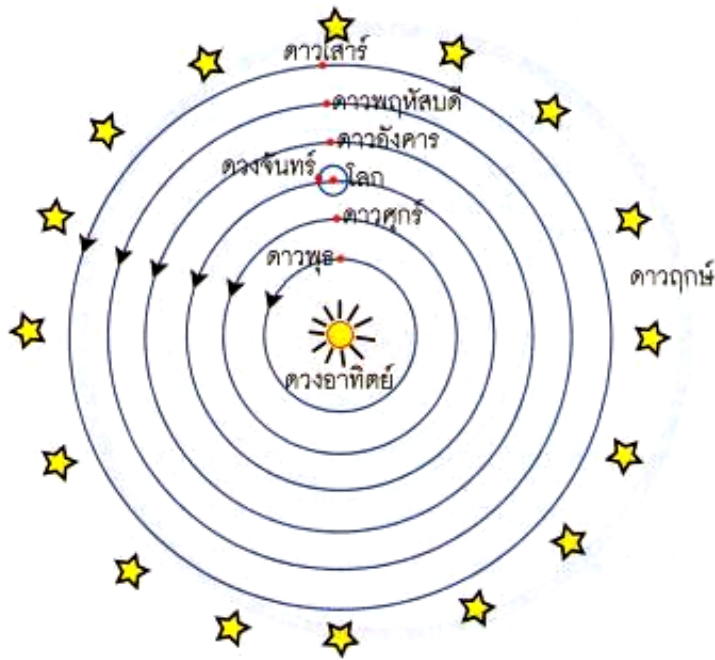
ภาพ 1 แบบจำลองเอกภพของทอเลมี

แต่ทอเลมี (C. Ptolemy ประมาณ ค.ศ. 300) นักดาราศาสตร์ชาวกรีกเชื่อว่า โลกแบน อยู่กับที่ ดวงดาวเคลื่อนที่รอบโลก โดยมีระยะห่างจากโลกตามลำดับ คือ ดวงจันทร์ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ ส่วนดาวฤกษ์จะโคจรรอบโลกรอบละ 1 วัน และอยู่ไกลจากโลกมาก ดังนั้นแบบจำลองเอกภพของทอเลมีตั้งอยู่บนความเชื่อที่ว่า โลกเป็นจุดศูนย์กลางของเอกภพโดยใช้หลักการทางเรขาคณิตมาอธิบายถึงผลของการสังเกตที่พบได้จริงในท้องฟ้า

3. แบบจำลองของโคเปอร์นิคัส (Copernican's model of the Universe)

นิโคลัส โคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus, ค.ศ. 1473 – ค.ศ. 1543) นักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์ ได้ทำการดัดแปลงแบบจำลองของทอเลมีในส่วนที่มีความสำคัญที่มาก กล่าวคือเขาให้ดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางของระบบ และมีดาวเคราะห์ต่าง ๆ เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์เป็นวงกลม ส่วนดวงจันทร์จะเคลื่อนที่รอบโลก และดาวฤกษ์ต่าง ๆ จะมีตำแหน่งประจำอยู่กับที่เหมือนกับแบบจำลองของทอเลมี

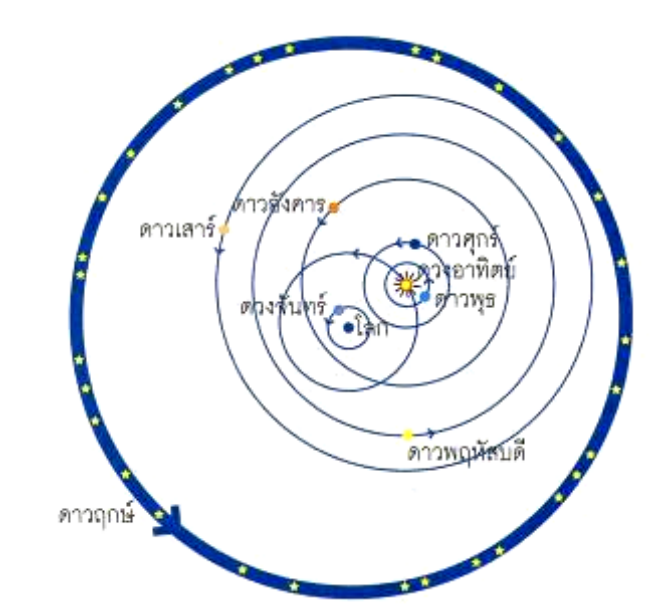
แบบจำลองของโคเปอร์นิคัสนี้เป็นแบบจำลองที่กลับไปใช้ระบบดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางดังเช่น ความเชื่อของอาริสตาคัสในยุคคลีก แต่แบบจำลองของเขาได้พยายามอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางเรขาคณิตเข้ามาประกอบด้วย โคเปอร์นิคัสได้เผยแพร่ทฤษฎีนี้ในปี ค.ศ.1543 ในหนังสือที่มีชื่อว่า “De Revolutionibus Orbium” ซึ่งมีความหมายว่า “ความเกี่ยวเนื่องกับการโคจรของวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ” โดยที่เขารู้ว่าทฤษฎีของเขานั้นขัดแย้งกับความเชื่อหลักในคริสตศานิกายโรมันคาทอลิกที่มีความเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของทุกสิ่งทุกอย่าง



ภาพ 2 แบบจำลองเอกภาพของโคเปอร์นิคัส

4. แบบจำลองของทีโค บราห์

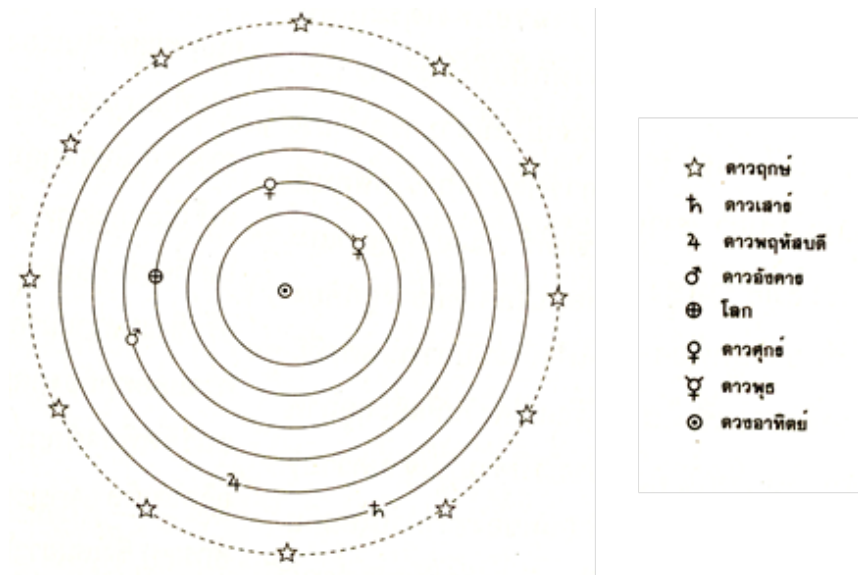
ทีโค บราห์ (Tycho Brahe, ค.ศ.1546 – ค.ศ.1601) นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ได้ทำการสังเกตการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ต่าง ๆ และจัดบันทึกตำแหน่งอย่างละเอียดทุกวันเป็นเวลานานนับสิบปี ผลจากการสังเกตของเขานี้ ทำให้เขาไม่เชื่อในคำอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ รอบดวงอาทิตย์ของโคเปอร์นิคัสที่ว่า ดาวเคราะห์เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงกลมสมบูรณ์แบบ แต่ผลงานการสังเกตการณ์และสรุปผลนี้ยังไม่เป็นผลสำเร็จขณะยังมีชีวิต เขาได้มอบบันทึกของการสังเกตนี้ให้แก่ผู้ช่วยของเขาซึ่งเป็นชาวเยอรมันชื่อ โยฮันเนส เคพเลอร์ (Johannes Kepler, ค.ศ. 1571 – ค.ศ. 1630)”



ภาพ 3 แบบจำลองเอกภพของทีโค บราห์

5. แบบจำลองเอกภพของเคพเลอร์ (Kepler's model of the Universe)

เคพเลอร์ได้ทำการสังเกตการณ์เพิ่มเติมแล้วจึงตั้งแบบจำลองเอกภพที่อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ว่า ดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางการเคลื่อนที่ของระบบ โดยที่ดาวฤกษ์ต่าง ๆ จะอยู่ในตำแหน่งประจำที่ ส่วนดาวเคราะห์ต่าง ๆ จะโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรีไม่ใช่วงกลมสมบูรณ์แบบดังที่แสดงอยู่ในแบบจำลองของโคเปอร์นิคัส และดวงอาทิตย์จะตั้งอยู่ที่จุดโฟกัสจุดหนึ่งของวงโคจรรูปวงรีนั้น นอกจากนั้นเคพเลอร์ยังพบว่าคำอธิบายข้อมูลของทีโค บราห์ ด้วยแบบจำลองของเขาจะมีความถูกต้องแม่นยำต่อข้อมูลมากกว่าการอธิบายด้วยแบบจำลองของโคเปอร์นิคัสด้วย ต่อมาภายหลังแบบจำลองเอกภพของเคพเลอร์นี้ได้รับการยอมรับและกลายเป็นกฎการเคลื่อนที่ 3 ข้อของเคพเลอร์ที่ใช้กันในปัจจุบัน



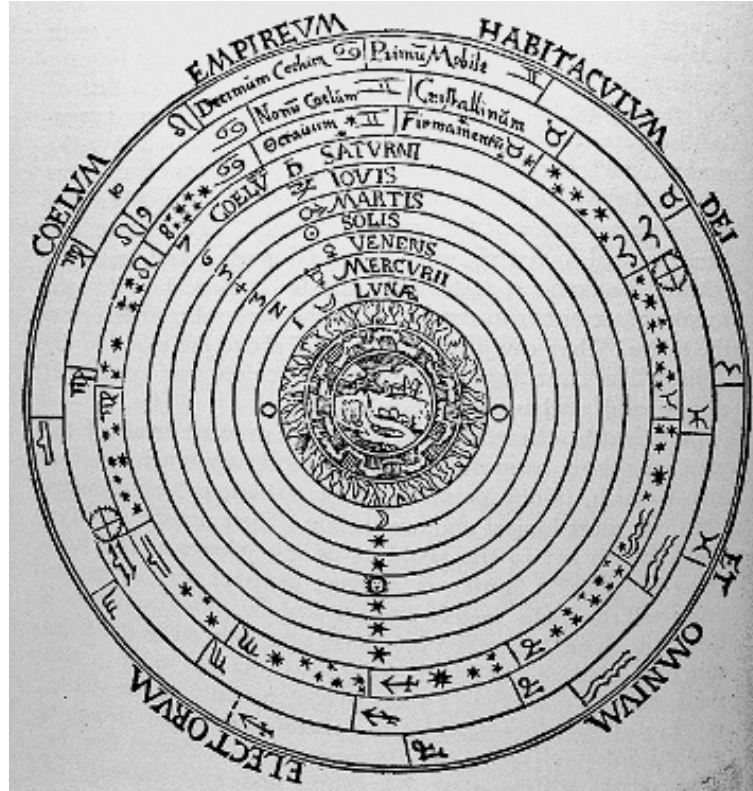
ภาพ 4 แบบจำลองเอกภพของเคปเลอร์

6. แบบจำลองเอกภพของกาลิเลโอ (Galileo's model of the universe)

กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei, ค.ศ.1564 – ค.ศ.1642) ชาวอิตาลี เป็นผู้ที่ใช้แบบจำลองของเอกภพของโคเปอร์นิคัสที่กล่าวว่า ดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางของระบบสุริยะ เขาเป็นคนแรกที่ได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ในการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ เขาพบว่าผิวของดวงจันทร์มีภูเขาและหลุมอุกกาบาตมากมาย นอกจากนี้ยังได้พบปรากฏการณ์อื่นอีก เช่น ทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นเป็นผ้าสีขาวขุ่นบนท้องฟ้า ในบางบริเวณนั้นคือดาวฤกษ์จำนวนมากนับไม่ถ้วน ดาวศุกร์สามารถเกิดเป็นเสี้ยวและค่อนข้างคล้ายดวงจันทร์ ดาวพฤหัสบดีมีดาวบริวาร 4 ดวง (ปัจจุบันพบ 63 ดวง) และดาวบริวารทั้ง 4 นี้โคจรรอบ ๆ ดาวพฤหัสบดี ซึ่งการค้นพบนี้เป็นการยืนยันว่ามีวัตถุท้องฟ้าหนึ่งโคจรรอบวัตถุท้องฟ้าอื่นที่ไม่ใช่โลกเป็นครั้งแรก และการค้นพบนี้ขัดต่อความเชื่อของศาสนาคริสต์นิกายโรมันคาทอลิกที่เชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของทุกสิ่งทุกอย่างเป็นอย่างมาก ดังนั้นการค้นพบนี้จึงหักล้างความเชื่อเรื่องเอกภพตามแบบจำลองของทอเลมี

กาลิเลโอเผยแพร่ผลงานเหล่านี้ในหนังสือชื่อ “บทสนทนาเกี่ยวกับสองระบบใหญ่ของโลก” หรือ “Dialogue on the Two Chief World Systems” ในปี ค.ศ.1632 หนังสือเล่มนี้ได้เปรียบเทียบแบบจำลองเอกภพตามความเชื่อของทอเลมีและโคเปอร์นิคัส และได้แสดงแบบจำลองของเอกภพตามความเชื่อของกาลิเลโอเองที่เชื่อว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบ โดยมีดาวเคราะห์ต่าง ๆ เคลื่อนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงกลม แต่ที่ตำแหน่งวงโคจรของดาวเสาร์ซึ่งเป็นดาวเคราะห์ที่ไกลที่สุดในเอกภพของเขา

กาลิเลโอได้เขียนสัญลักษณ์ อินฟินิตี (∞) ซึ่งหมายถึง อนันต์ ดังนั้นแบบจำลองเอกภพของกาลิเลโอจึงเป็นเอกภพที่มีขนาดไม่จำกัด ซึ่งหมายถึง เขายังเชื่อว่ายังมีวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ ที่อยู่ไกลออกไปกว่าดาวเสาร์



ภาพ 5 แบบจำลองเอกภพของกาลิเลโอ

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเอกภพของโคเปอร์นิคัส เคเพลอร์ และกาลิเลโอ ไม่ได้แสดงถึงเหตุผลทางกายภาพที่ใช้อธิบายว่าเพราะเหตุใดดาวเคราะห์ต่างๆ จึงโคจรตามลักษณะการโคจรที่พบ ต่อมาภายหลัง เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton ค.ศ.1642 – ค.ศ. 1727) ค้นพบว่าลักษณะการโคจรดังกล่าวเกิดจากกฎของความโน้มถ่วงสากล (Laws of Universal Gravitation) จึงทำให้นักดาราศาสตร์สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดดาวเคราะห์จึงโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี และเพราะเหตุใดดวงอาทิตย์จึงอยู่ที่ตำแหน่งจุดโฟกัสจุดหนึ่งของรูปวงรีของการโคจรนั้น

ผลจากแนวความคิดเรื่องแรงโน้มถ่วงนี้เอง ทำให้นิวตันได้แสดงแบบจำลองของเอกภพของเขาว่าเอกภพจะต้องมีขนาดเป็นอนันต์ กล่าวคือ ไม่มีที่สิ้นสุด เนื่องจากถ้าเอกภพมีจุดสิ้นสุดที่จุดใดจุดหนึ่งแล้วจะทำให้จำนวนของดวงดาวทั้งหมดในเอกภพมีค่าคงที่ และจะทำให้ผลของแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงดาวต่าง ๆ ทำให้องค์ดาวเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันและในที่สุดแล้วดวงดาวทั้งหมดจะยุบตัวลงเหลือมวลขนาดใหญ่เพียงอันเดียว แต่ถ้าเอกภพมีขนาดเป็นอนันต์คือไม่มีจุดสิ้นสุดแล้วจะทำให้ผลของแรงโน้มถ่วงของดวงดาวภายในเอกภพที่เรารู้จักทั้งหมดถูกต้านโดยแรงโน้มถ่วงของดวงดาวภายในเอกภพในส่วนที่เรายังไม่รู้จักและจะทำให้เอกภพทั้งหมดไม่ยุบตัวลง (แต่ในความเป็นจริงแล้วเอกภพไม่มีความจำเป็นที่ต้องมีขนาดเป็น

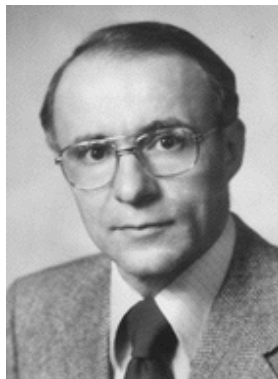
อนันต์จึงจะไม่ยุบตัวลง ขอแต่เพียงว่าเอกภพนั้นมีมวลหรือดวงดาวกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอในทุกทิศทุกทาง เมื่อมีมวลกระจายอย่างสม่ำเสมอในทุกทิศทุกทางจะทำให้แรงดึงดูดของมวลจากทิศหนึ่งถูกหักล้างด้วยแรงดึงดูดของแรงในทิศตรงกันข้ามเสมอ ซึ่งจะเกิดความสมดุลของแรงดึงดูดและเอกภพก็จะไม่ยุบตัวลง)



ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง การค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ

การค้นพบพลังงานคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ เป็นการค้นพบโดยบังเอิญ โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน คือ อาร์โน เพนเซียส (Arno Penzias) และโรเบิร์ต วิลสัน (Robert Wilson) ซึ่งประจำอยู่ที่ห้องปฏิบัติการโทรศัพท์เบลล์ ในปี ค.ศ. 1965 ขณะนั้นนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองคนได้ทดสอบระบบเครื่องรับสัญญาณของกล้องโทรทรรศน์วิทยุ แต่ปรากฏว่ามีสัญญาณรบกวนสัญญาณวิทยุในช่วงของคลื่นไมโครเวฟตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืนหรือในฤดูต่าง ๆ ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนทิศทางของเสาอากาศไปทางใดก็ยังมีสัญญาณรบกวนอยู่เช่นเดิม



ภาพ 1 อาร์โน เพนเซียส (ซ้าย) และ โรเบิร์ต วิลสัน (ขวา)

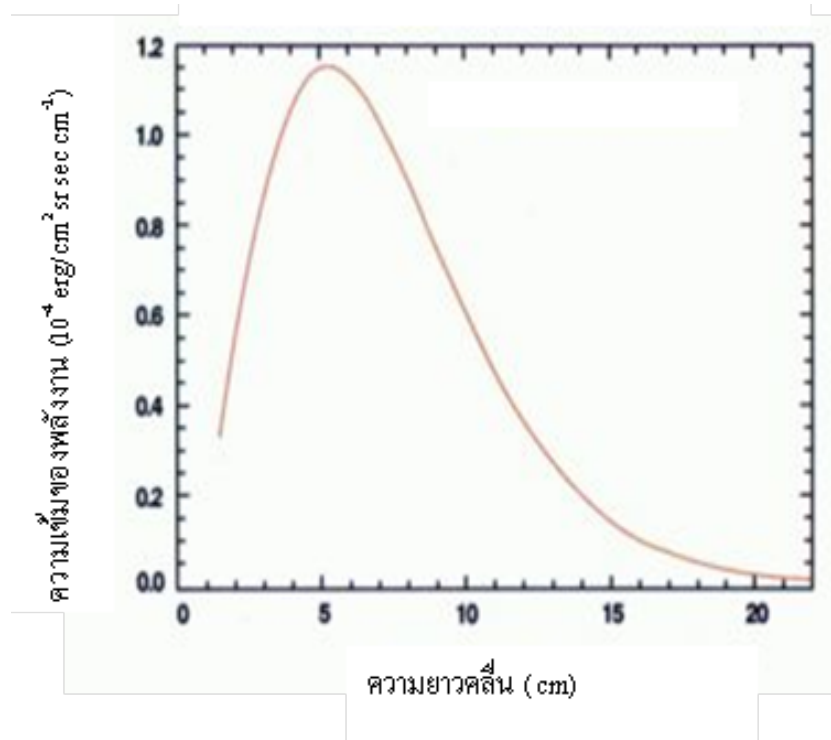
พวกเขาทั้งสองจึงประหลาดใจและได้รายงานผลการสังเกตนี้ต่อที่ประชุมทางวิชาการ ต่อมาจึงทราบภายหลังว่าสัญญาณรบกวนที่ตรวจพบนั้นเป็นสัญญาณรบกวนที่มาจากอวกาศ ซึ่งมีสเปกตรัมคล้ายกับสเปกตรัมการแผ่รังสีของวัตถุดำ (blackbody radiation) ที่มีอุณหภูมิ 2.73 เคลวิน ในช่วงความถี่ 160 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือคำนวณเป็นความยาวคลื่นประมาณ 1.9 มิลลิเมตร



ภาพ 2 กล้องโทรทรรศน์วิทยุประวัติศาสตร์ที่เพนเซียสและวิลสันค้นพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ

ในช่วงเวลาเดียวกันนั้น รอเบิร์ต ดิก พี.เจ.อี.พีเบิลส์ เดวิด โรลล์ และเดวิด วิลคินสัน แห่งมหาวิทยาลัยพรินซ์ตัน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ทำนายว่า ถ้าเอกภพมีจุดกำเนิดมาจากบิกแบงแล้ว จะต้องพบการแผ่รังสีที่เหลือในอวกาศจากเอกภพที่มีอุณหภูมิประมาณ 10,000 เคลวิน ซึ่งเป็นอุณหภูมิขณะที่เอกภพโปร่งแสงและประกอบด้วยอะตอมไฮโดรเจนและฮีเลียมเป็นส่วนใหญ่ ขณะนั้นเอกภพจะแผ่พลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไปการแผ่รังสีของเอกภพนี้ก็จะมีความถี่ลดลงเหลือเป็นคลื่นไมโครเวฟในช่วงความถี่ประมาณ 160 กิโลเฮิร์ตซ์

เพื่อยืนยันการค้นพบของ อาร์โน เพนเซียส และรอเบิร์ต วิลสัน นักวิทยาศาสตร์ได้ส่งดาวเทียมสำรวจอวกาศที่มีชื่อว่า โคบี (Cosmic Background Explorer, COBE) ขึ้นไปในอวกาศเพื่อตรวจสอบคลื่นไมโครเวฟจากอวกาศนี้อีกครั้งใน ค.ศ. 1989 ผลการสำรวจของดาวเทียมโคบี พบว่าคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังนี้มีการกระจายตัวสม่ำเสมอในทุกทิศทางจากอวกาศ และสอดคล้องกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิเท่ากับ 2.73 เคลวิน หรือพบคลื่นในช่วงความถี่ 160 กิโลเฮิร์ตซ์ สอดคล้องเป็นอย่างยิ่งกับการกำเนิดเอกภพตามทฤษฎีบิกแบง นักดาราศาสตร์และนักเอกภพวิทยาจึงสรุปว่าคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศนี้ก็คือการแผ่พลังงานที่เหลือหลังบิกแบงประมาณ 300,000 ปี (ดูภาพ 3) ดังนั้นคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศนี้จึงเป็นหลักฐานที่ยืนยันทฤษฎีบิกแบง

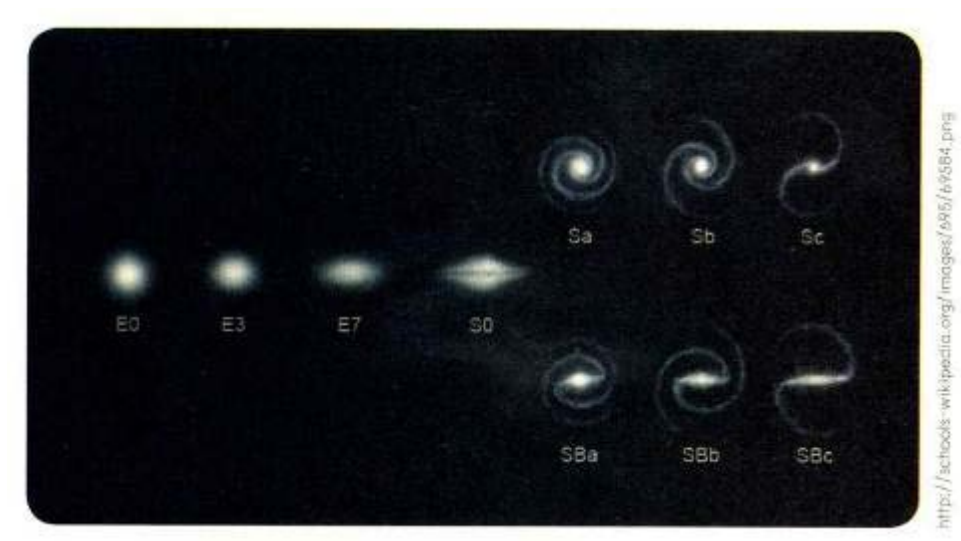


ภาพ 3 สเปกตรัมของคลื่นไมโครเวฟพื้นหลัง จากอวกาศที่ตรวจพบโดยดาวเทียมสำรวจโคบี

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง ประเภทของกาแล็กซี

กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกันหลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ กาแล็กซีปกติ (Regular galaxy) ที่มีสัณฐานรูปร่างชัดเจนสามารถแบ่งได้ตามแผนภาพล้อมเสียง (Hubble Turning Fork) ตามที่แสดงในภาพที่ 1 และกาแล็กซีไม่มีรูปแบบ (Irregular Galaxy) ที่ไม่มีรูปร่างสัณฐานชัดเจนเลย เช่น เมฆแมกเจลแลนใหญ่ เมฆแมกเจลแลนเล็ก ซึ่งเป็นกาแล็กซีบริวารของทางช้างเผือก



ภาพที่ 1 แผนภาพล้อมเสียงกาแล็กซีของฮับเบิล

ในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 เอ็ดวิน ฮับเบิล (Edwin Hubble) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกันได้ทำการศึกษากาแล็กซีด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ และจำแนกประเภทของกาแล็กซีตามรูปร่างสัณฐานออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. กาแล็กซีรี (Elliptical Galaxy) มีสัณฐานเป็นทรงรี แบ่งย่อยได้ 8 แบบ ตั้งแต่ E0 - E7 โดย E0 มีความรีน้อยที่สุด และ E7 มีความรีมากที่สุด
2. กาแล็กซีกังหัน (Spiral Galaxy) แบ่งย่อยเป็น 3 แบบ กาแล็กซีกังหัน Sa มีส่วนป่องหนาแน่น แขนไม่ชัดเจน, กาแล็กซีกังหัน Sb มีส่วนป่องใหญ่ แขนยาวปานกลาง, กาแล็กซีกังหัน Sc มีส่วนป่องเล็ก แขนยาวหนาแน่น
3. กาแล็กซีกังหันแบบมีคาน หรือ กาแล็กซีกังหันบาร์ (Barred Spiral Galaxy) แบ่งย่อยเป็น 3 แบบ กาแล็กซีกังหันบาร์ SBa มีส่วนป่องใหญ่ไม่เห็นคานไม่ชัดเจน, กาแล็กซีกังหันบาร์ SBb มีส่วนป่องขนาดกลาง เห็นคานได้ชัดเจน, กาแล็กซีกังหันบาร์ SBc มีส่วนป่องเล็กมองเห็นคานยาวชัดเจน

4. กาแล็กซีลูกสะบ้า หรือ กาแล็กซีเลนส์ (Lenticular Galaxy) เป็น กาแล็กซีที่ไม่มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างกาแล็กซีรีและกาแล็กซีกังหัน กล่าวคือ ส่วนโป่งขนาดใหญ่และไม่มีแขนกังหัน (แบบ S0 หรือ SB0)
5. กาแล็กซีไร้รูปทรง



ภาพที่ 2 กาแล็กซีกังหันประกอบด้วยดาวที่มีอุณหภูมิสูง (สีน้ำเงิน)

นักดาราศาสตร์พบว่า กาแล็กซีส่วนใหญ่ที่พบร้อยละ 77 เป็นกาแล็กซีแบบกังหันและกังหันบาร์ มีขนาดใหญ่ องค์ประกอบหลักเป็นประชากรดาวประเภทหนึ่ง (Population I มีธาตุนหนักเกิดจากซูเปอร์โนวา สว่างมาก อุณหภูมิสูง) ซึ่งมีอายุน้อย กาแล็กซีจึงมีสีน้ำเงินดังภาพที่ 2 กาแล็กซีร้อยละ 20 เป็นกาแล็กซีรี มีขนาดใหญ่ องค์ประกอบหลักเป็นประชากรดาวประเภทสอง (Population II ไม่มีธาตุนหนัก สว่างน้อย อุณหภูมิต่ำ) ซึ่งมีอายุมากและไม่มีดาวเกิดใหม่ กาแล็กซีจึงมีแดงดังภาพที่ 3 ส่วนที่เหลือร้อยละ 3 เป็นกาแล็กซีไม่มีรูปแบบ มีขนาดเล็กและกำลังส่องสว่างน้อย มีประชากรดาวประเภทหนึ่ง



ภาพที่ 3 กาแล็กซีรีประกอบด้วยดาวที่มีอุณหภูมิต่ำ (สีแดง)

การแบ่งประเภทของกาแล็กซีในแผนภาพส้อมเสียงของฮับเบิล เป็นการแบ่งตามรูปร่างพื้นฐานที่มองเห็นจากโลกเท่านั้น กาแล็กซีแต่ละประเภทไม่ได้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเชิงลำดับ อย่างไรก็ตาม นักดาราศาสตร์ในยุคปัจจุบันเชื่อว่า กาแล็กซีรีเกิดจากการรวมตัวของกาแล็กซีกังหัน เพราะประชากรดาวในกาแล็กซีกังหันมีอายุน้อยกว่าในกาแล็กซีรี สมบัติของกาแล็กซีทั้งสามประเภทแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของกาแล็กซีประเภทต่าง ๆ

สมบัติ	กาแล็กซีกังหันและกังหันมีคาน	กาแล็กซีรี	กาแล็กซีไม่มีรูปแบบ
มวล (เท่าของดวงอาทิตย์)	10^9 ถึง 4×10^{11}	10^5 ถึง 10^{13}	10^8 ถึง 3×10^{10}
กำลังส่องสว่าง (เท่าของดวงอาทิตย์)	10^8 ถึง 4×10^{10}	3×10^5 ถึง 10^{11}	10^7 ถึง 10^9
เส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลพาร์เซก)	5 ถึง 250 กิโลพาร์เซก	1 ถึง 200 กิโลพาร์เซก	1 ถึง 10 กิโลพาร์เซก
ประชากรดาว	แขนกังหัน: Population I นิวเคลียสและจาน: Population II	Population II ดาวฤกษ์อุณหภูมิต่ำ อายุมาก ไม่มีโลหะ	Population I ดาวฤกษ์อุณหภูมิสูง อายุ น้อย มีโลหะ
ร้อยละที่สำรวจพบ	77%	20%	3%

หลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานที่ว่ากาแล็กซีรีเกิดจากการรวมตัวของกาแล็กซีกังหัน คือ นักดาราศาสตร์ พบว่า สเปกตรัมของกาแล็กซีแอนโดรเมดามีปรากฏการณ์การเลื่อนทางน้ำเงิน (Blueshift) ซึ่งแสดงว่า กำลังเคลื่อนเข้าชนกาแล็กซีทางช้างเผือกของเราในอีก 6 พันล้านปีข้างหน้า เมื่อกาแล็กซีชนกัน จะไม่ทำให้เกิดการระเบิดรุนแรงแต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจากกาแล็กซีมีความหนาแน่นต่ำมาก โอกาสที่ดาวในแต่ละกาแล็กซีจะชนกันจึงมีน้อยมาก อย่างไรก็ตามแรงโน้มถ่วงของแต่ละกาแล็กซีมีอิทธิพลต่อกันและกัน ซึ่งจะทำให้รูปร่างของกาแล็กซีทั้งสองเปลี่ยนไป หรือยุบรวมกันเป็นกาแล็กซีขนาดใหญ่ ตัวอย่าง เช่น กาแล็กซีกังหัน NGC 4038 และ NGC 4039 ยุบรวมกัน ทำให้เกิดกาแล็กซีรูปเสาอากาศ (Antennae) ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กาแล็กซี NGC 4038 กำลังยุบรวมกับ NGC 4039

ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของเอกภพ

1. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ และโครงสร้างของเอกภพตามทฤษฎีบิกแบง

จากทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมวลสารกับความโค้งของปริภูมิเวลา 4 มิติ ทำให้นักเอกภพวิทยาได้นิยามตัวแปรที่แสดงถึงมวลสารทั้งหมดที่มีในเอกภพในรูปของความหนาแน่นสัมพัทธ์ (density parameter Ω_0) เพื่อใช้จำแนกโครงสร้างของปริภูมิเวลา 4 มิติของเอกภพ ดังนี้

$$\Omega_0 = \frac{\rho}{\rho_c}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นเฉลี่ยของเอกภพ
 ρ_c คือ ความหนาแน่นวิกฤติของเอกภพ

จากความสัมพันธ์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าของ Ω_0 นั้นสามารถมีค่าจัดแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้

1.1 ถ้าความหนาแน่นเฉลี่ยของเอกภพมีค่ามากกว่าค่าความหนาแน่นวิกฤติของเอกภพ

($\rho > \rho_c$) จะทำให้ค่า $\Omega_0 > 1$ ในกรณีนี้มวลทั้งหมดที่มีอยู่ในเอกภพมีค่ามากเพียงพอที่จะทำให้ผลของแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดจากมวลทั้งหมดในเอกภพจะมากกว่าแรงผลักที่เกิดจากการระเบิดใหญ่ ดังนั้นจะทำให้ในที่สุดแล้วในอนาคตเอกภพจะหยุดการขยายตัว หลังจากนั้นเอกภพจะหดตัวกลับเข้ามาจนมวลทั้งหมดจะรวมเข้ามาที่จุดเดียวและเกิดการระเบิดใหญ่อีกครั้งเป็นวัฏจักรเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เนื่องจากในที่สุดแล้วเอกภพชนิดนี้จะหยุดการขยายตัว ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาขอบเขตของเอกภพได้ นักเอกภพวิทยาเรียกเอกภพชนิดนี้ว่า เอกภพที่มีขอบเขตจำกัด (bounded universe) และเอกภพจะมีโครงสร้างในปริภูมิเวลา 4 มิติเป็นรูปทรงกลม ซึ่งจะมีผลรวมของมุมภายในของสามเหลี่ยมปิดซึ่งวางตัวตามโครงสร้างเอกภพชนิดนี้จะมีค่ามากกว่า 180 องศา นักเอกภพวิทยาเรียกเอกภพที่มีโครงสร้างชนิดนี้ว่า “เอกภพแบบปิด (close universe)” ดังภาพ ก

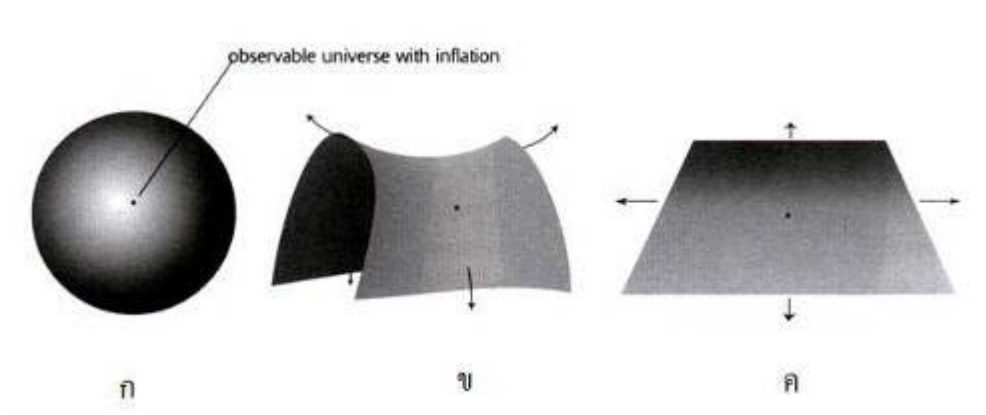
1.2 ถ้าความหนาแน่นเฉลี่ยของเอกภพมีค่าน้อยกว่าค่าความหนาแน่นวิกฤติของเอกภพ

($\rho < \rho_c$) จะทำให้ค่า $\Omega_0 < 1$ ในกรณีนี้มวลทั้งหมดที่มีอยู่ในเอกภพมีค่าน้อยไม่เพียงพอที่จะทำให้ผลของแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดจากมวลทั้งหมดต้านทานแรงผลักที่เกิดจากการระเบิดใหญ่ได้ จึงทำให้เอกภพขยายตัวออกไปเรื่อย ๆ อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด นักเอกภพวิทยาเรียกเอกภพชนิดนี้ว่าเอกภพที่ไม่มีขอบเขตจำกัด (unbounded universe) และเอกภพจะมีโครงสร้างในปริภูมิเวลา 4 มิติ เป็นรูปทรงอานม้า ซึ่งจะมีผลรวมของมุมภายในของสามเหลี่ยมปิดวางตัวตามโครงสร้างของเอกภพชนิดนี้จะมี



ค่าน้อยกว่า 180 องศา นักเอกภพวิทยาเรียกเอกภพที่มีโครงสร้างชนิดนี้ว่า “เอกภพแบบเปิด (open universe)” ดังภาพ ข

1.3 ในกรณีที่อยู่ระหว่างกรณีทั้งสองนั้นคือความหนาแน่นเฉลี่ยของเอกภพมีค่าเท่ากับค่าความหนาแน่นวิกฤติของเอกภพ ($\rho = \rho_c$) จะทำให้ค่า $\Omega_0 = 1$ แล้วแรงโน้มถ่วงจากมวลทั้งหมดในเอกภพจะมีค่าเท่ากับแรงผลักที่เกิดจากการระเบิดใหญ่ ดังนั้นในที่สุดแล้วในอนาคตเอกภพจะหยุดขยายตัวออกด้วยความเร่ง แต่เนื่องจากผลของความเฉื่อยจะทำให้เอกภพขยายตัวออกไปเรื่อย ๆ ด้วยอัตราเร็วคงที่ เอกภพจะมีโครงสร้างในปริภูมิเวลา 4 มิติเป็นรูปทรงแบนราบ ซึ่งจะมีผลรวมของมุมภายในของสามเหลี่ยมปิดที่วางตัวตามโครงสร้าง เอกภพชนิดนี้จะมีค่ามุมเท่ากับ 180 องศา (หรือเป็นไปตามเรขาคณิตของยูคลิด) นักเอกภพวิทยาเรียกเอกภพที่มีโครงสร้างชนิดนี้ว่า “เอกภพแบบแบนราบ (flat universe)” ดังภาพ ค



ภาพแสดงโครงสร้างของเอกภพที่เป็นไปได้ตามทฤษฎีบิกแบง

2. องค์ประกอบของสสารในเอกภพ

นักดาราศาสตร์ได้จำแนกองค์ประกอบของความหนาแน่นเฉลี่ยของเอกภพให้เป็นองค์ประกอบตามประเภทของสสารที่อาจจะพบในเอกภพ 3 ประเภท ดังนี้

2.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสสาร ($\Omega_{\text{สสาร}}$) มีองค์ประกอบประมาณ 4.6% ของความหนาแน่นสัมพัทธ์ของเอกภพ ($\Omega_{\text{สสาร}} = 0.046\Omega_0$) หรือมีค่ามวลประมาณเท่ากับมวลของอนุภาคโปรตรอน 1 ตัวต่อปริมาตร 4 ลูกบาศก์เมตร

2.2 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสสารมืด ($\Omega_{\text{สสารมืด}}$) มีองค์ประกอบประมาณ 23% ของความหนาแน่นสัมพัทธ์ของเอกภพ ($\Omega_{\text{สสารมืด}} = 0.23\Omega_0$) สสารมืด (dark matter) คือ สสารประเภทหนึ่งที่นักดาราศาสตร์ยังไม่รู้จักว่าคืออะไร จากทฤษฎีทำให้นักดาราศาสตร์เชื่อว่าสสารมืดเป็นสสารประเภทหนึ่งที่ทำอันตรกิริยากับสสารได้น้อยมาก ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถตรวจพบได้ด้วยอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ปัจจุบัน คำว่า “มืด (dark)” ในทางดาราศาสตร์จึงมีความหมายว่า “เป็นสิ่งที่นักดาราศาสตร์ยังไม่รู้จัก” อย่างไรก็ตามนักดาราศาสตร์สามารถตรวจพบการมีอยู่ของสสารมืดได้โดยการสังเกตการณ์ทางอ้อม เช่น

จากการตรวจพบว่ากาแล็กซีรูปกังหันมีการหมุนรอบจุดศูนย์กลางด้วยอัตราเร็วที่มากกว่าที่ควรจะเป็น แสดงว่าต้องมีมวลสารส่วนที่เกินจากมวลสารอยู่ภายในกาแล็กซี

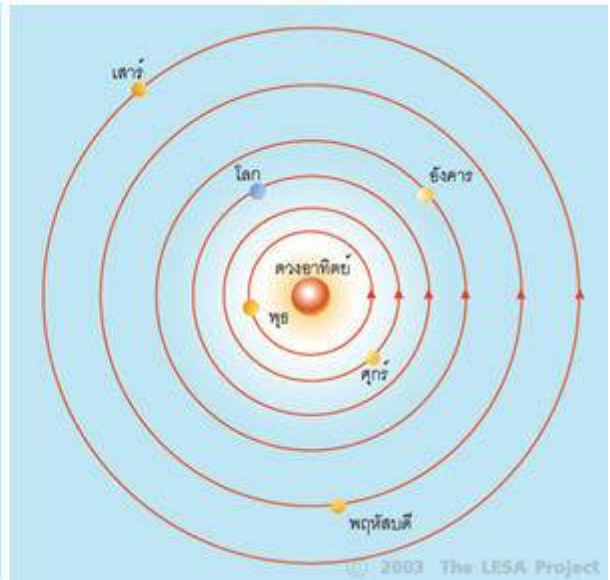
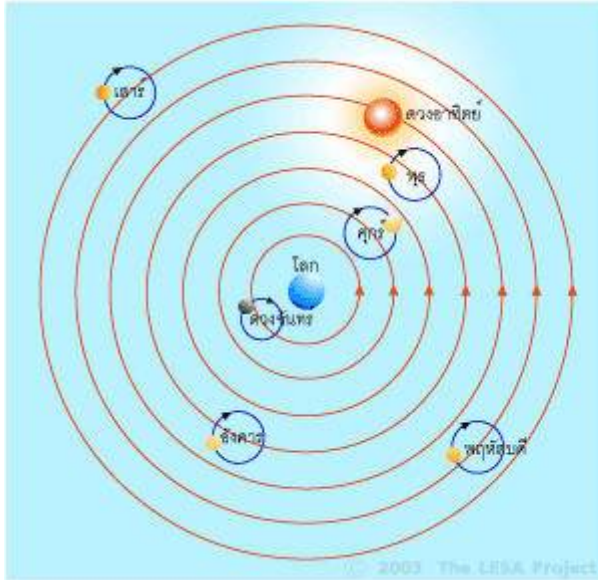
2.3 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพลังงานมืด ($\Omega_{\text{พลังงานมืด}}$) มีองค์ประกอบประมาณ 72% ของความหนาแน่นสัมพัทธ์ของเอกภพ ($\Omega_{\text{สสารมืด}} = 0.72\Omega_0$) พลังงานมืด คือ พลังงานที่ทำให้ช่องว่างภายในเอกภพขยายตัวออก ในปัจจุบันนักดาราศาสตร์ยังไม่รู้ว่าพลังงานมืดนี้คืออะไร มีสมบัติอย่างไรบ้าง หากแต่นักดาราศาสตร์ได้ตรวจพบว่าช่องว่างระหว่างกระจุกกาแล็กซีกำลังขยายออกด้วยความเร่ง ซึ่งถ้าหากว่าช่องว่างนั้นไม่มีพลังงานบรรจุอยู่ ช่องว่างนั้นจะไม่สามารถเกิดการขยายตัวอย่างมีความเร่งได้ นี่จึงเป็นที่มาของแนวความคิดเรื่องพลังงานมืด



ใบงานที่ 1.1

เรื่อง แบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต

1. ให้นักเรียนบรรยายและเปรียบเทียบลักษณะของแบบจำลองของเอกภพในแผนภาพต่อไปนี้



.....

.....

.....

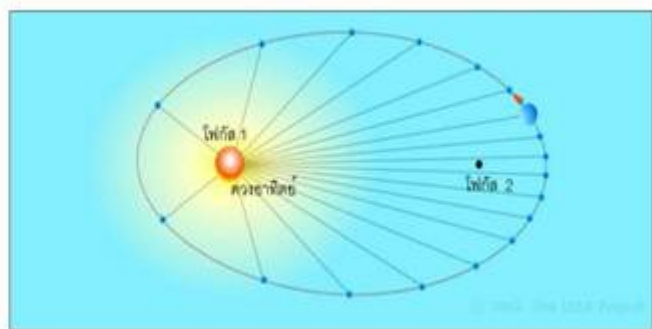
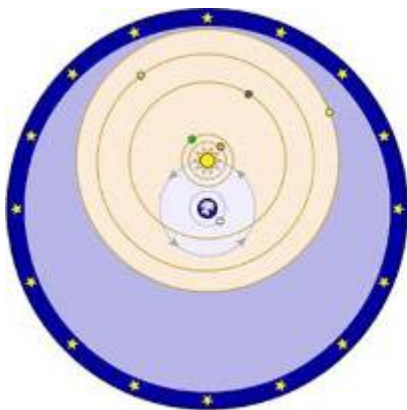
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- เพราะเหตุใดจึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายเอกภพเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- การศึกษาเอกภพวิทยามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ใบงานที่ 1.2
เรื่อง การขยายตัวของเอกภพ

1. ให้ออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

2. ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ลูกโป่งเปรียบเทียบกับสิ่งใด

.....

2.2 สตีกเกอร์ที่นำมากำหนดจุดเปรียบเทียบกับสิ่งใด

.....

2.3 เมื่อเป่าลูกโป่ง มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด

.....

2.4 จากข้อ 2.3 นักเรียนเปรียบเทียบเพื่อสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเอกภพ
ได้อย่างไร

.....

.....

3. คำนวณหาอัตราเร็วในการขยายตัวของแต่ละจุดจากสูตร $v=s/t$ โดย $t = 10$ วินาที

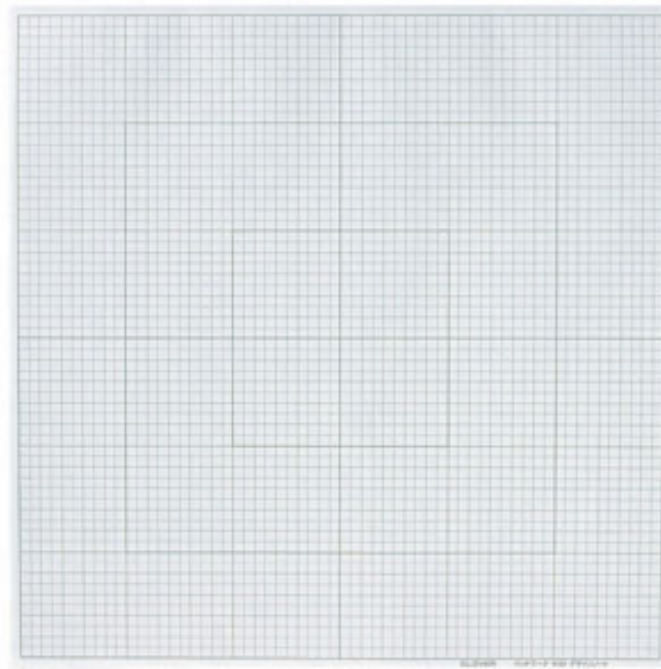
.....

.....

.....

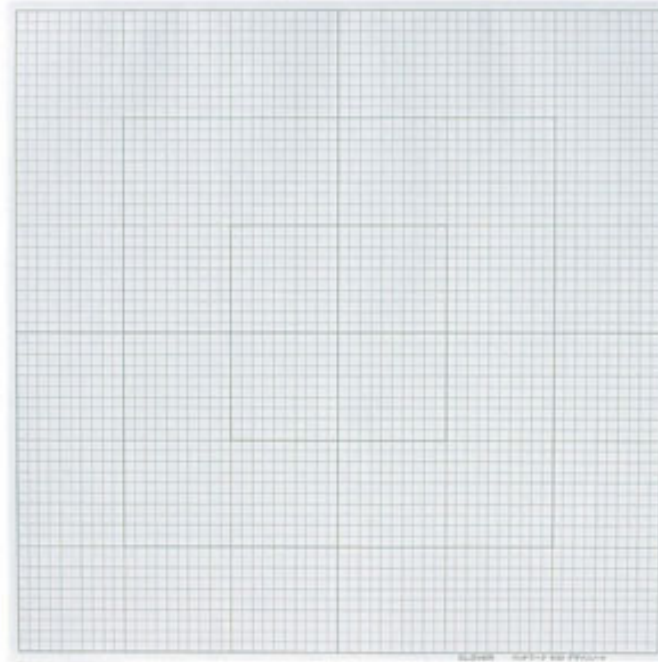


4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการขยายตัวกับระยะห่างระหว่างจุด



ใบงานที่ 1.3 เรื่อง กฎของฮับเบิล

1. จากตารางข้อมูลอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี ให้นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วถอยห่างและระยะห่างของกาแล็กซี



2. สามารถหาความชันกราฟได้ดังนี้

.....

.....

.....

3. ความชันกราฟที่ได้เหมือนหรือแตกต่างกับค่าคงตัวของฮับเบิล อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนคำนวณหาอายุและรัศมีของเอกภพโดยใช้ค่าคงตัวของฮับเบิล

.....

.....

ใบงานที่ 1.4
เรื่อง แผนภาพฮับเบิล

1. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกกาแล็กซี

.....

.....

2. จากเกณฑ์ในข้อ 1 นักเรียนจำแนกกาแล็กซีได้อย่างไร



ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง แบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. บรรยายและเปรียบเทียบลักษณะของแบบจำลองของเอกภพในอดีต
2. อธิบายความสำคัญและวิธีการของการศึกษาเกี่ยวกับเอกภพ

สื่อ - อุปกรณ์

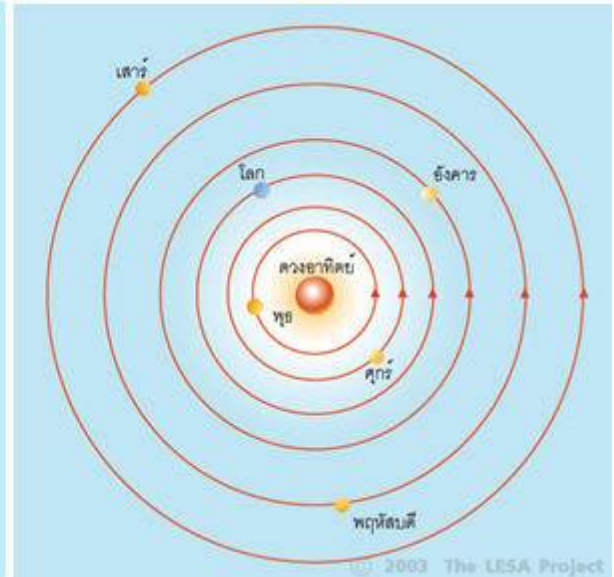
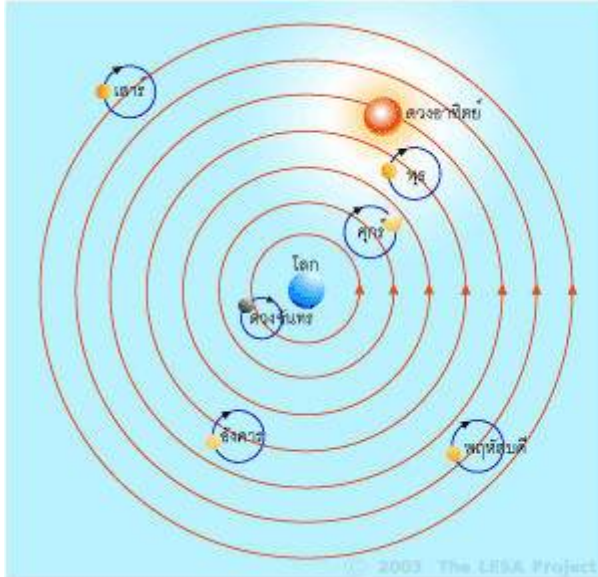
1. ภาพแสดงแบบจำลองเอกภพ 4 แบบจำลอง
2. ใบความรู้เรื่องแบบจำลองของเอกภพวิทยาในอดีต
3. ใบงานที่ 1.1

วิธีการ

1. พิจารณาภาพแบบจำลองของเอกภพ จำนวน 4 แบบจำลอง โดยบรรยายและเปรียบเทียบลักษณะของแบบจำลองของเอกภพ โดยบันทึกในใบงานที่ 1.1
2. เรียงลำดับการเกิดก่อนหลังของแบบจำลอง พร้อมให้เหตุผลประกอบ
3. ให้ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองของเอกภพวิทยาในอดีต ดังต่อไปนี้
 - แบบจำลองเอกภพของชาวสุเมเรียนและชาวบาบิโลน
 - แบบจำลองเอกภพของกรีก
 - แบบจำลองของโคเปอร์นิคัส
 - แบบจำลองของทีโค บราห์
 - แบบจำลองเอกภพของเคพเลอร์
 - แบบจำลองเอกภพของกาลิเลโอ
4. จับคู่คำอธิบายเกี่ยวกับแบบจำลองในใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต กับภาพแบบจำลองของเอกภพในข้อ 1 ร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - รายละเอียดของใบความรู้แตกต่างจากข้อมูลที่คุณได้บรรยายไว้ในข้อ 1 อย่างไร
 - เพราะเหตุใดจึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายเอกภพเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป
 - การศึกษาเอกภพวิทยามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

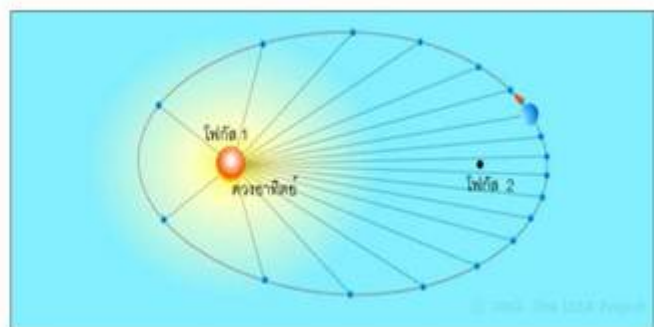
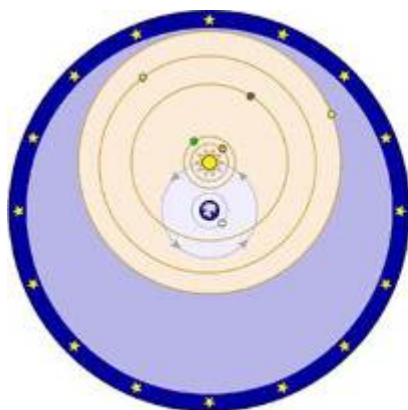
เฉลยใบงานที่ 1.1 เรื่อง แบบจำลองเอกภพวิทยาในอดีต

คำชี้แจง ให้นักเรียนบรรยายและเปรียบเทียบลักษณะของแบบจำลองของเอกภพในแผนภาพต่อไปนี้



โลกเป็นศูนย์กลางของระบบ มีดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์โคจรรอบโลก และดาวเคราะห์มีการโคจรรอบตัวเอง

ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบ ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์



ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ เคลื่อนที่รอบโลก
ดาวเคราะห์อื่น ๆ เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์

1. ดาวเคราะห์โคจรเป็นวงรี โดยมีดวงอาทิตย์เป็นจุดโฟกัสจุดหนึ่ง
2. เส้นตรงที่ลากเชื่อมระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์จะกวาดพื้นที่เท่ากันในเวลาที่เท่ากัน

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- เพราะเหตุใดจึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายเอกภพเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป

.....(การสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์มีความก้าวหน้ามากขึ้น นับแต่กาลิเลโอใช้กล้องโทรทรรศน์ (ค.ศ. 1564-1642) ส่องดูท้องฟ้า พบดาวฤกษ์มากมาย และพบด้วยว่ามีดาวบริวาร 4 ดวงโคจรรอบดาวพฤหัสบดี การค้นพบนี้เป็นการยืนยันว่ามีวัตถุท้องฟ้าหนึ่งโคจรรอบวัตถุท้องฟ้าอื่นที่ไม่ใช่โลก).....

- การศึกษาเอกภพวิทยามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

.....(- ทำให้เราสามารถอธิบายปรากฏการณ์ท้องฟ้าได้อย่างมีเหตุผล.....
- การศึกษาดาราศาสตร์ ทำให้เราเข้าใจธรรมชาติ.....
- การศึกษาดาราศาสตร์ ก่อให้เกิดอาชีพต่าง ๆ อีกมากมาย).....



ใบกิจกรรมที่ 1.2

เรื่อง การขยายตัวของเอกภพ

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อศึกษาการจำลองการขยายตัวของเอกภพ

สื่อ -อุปกรณ์

1. ลูกโป่ง
2. สติกเกอร์ที่เขียนหมายเลขกำกับไว้ 5 จุด (หมายเลข 1-5)
3. ไม้บรรทัด
4. เชือก
5. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

1. เป่าลมเข้าไปในลูกโป่งเล็กน้อย เพื่อให้มีพื้นที่ในการกำหนดจุด จากนั้นนำสติกเกอร์มาติดรวม 5 จุด
2. กำหนดจุดหมายเลข 1 เป็นจุดอ้างอิง วัดระยะห่างจากจุดที่ 1 กับอีก 4 จุดที่เหลือ แล้วบันทึกค่าระยะห่าง
3. เป่าลูกโป่งให้พองออกในเวลา 10 วินาที และมัดปากให้แน่น แล้ววัดระยะห่างระหว่างจุดที่ 1 กับจุดอื่น ๆ อีก 4 จุด แล้วบันทึกค่าระยะห่าง
4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 อีก 2 ครั้ง แล้ววัดค่าระยะห่างระหว่างจุดที่ 1 กับจุดอื่น ๆ อีก 4 จุด แล้วบันทึกค่าระยะห่างที่ได้
5. คำนวณหาอัตราเร็วในการขยายตัวของแต่ละจุดจากสูตร $v=s/t$ โดย $t = 10$ วินาที
6. นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการขยายตัวกับระยะห่างระหว่างจุดจนครบทุกจุด



เฉลยใบงานที่ 1.2

เรื่อง การขยายตัวของเอกภพ

1. ให้ออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

2. ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ลูกโป่งเปรียบเทียบกับสิ่งใด

.....พื้นที่ว่างในเอกภพ.....

2.2 สด็กเกอร์ที่นำมากำหนดจุดเปรียบเทียบกับสิ่งใด

.....กาแล็กซี.....

2.3 เมื่อเป่าลูกโป่ง มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด

.....ระยะห่างระหว่างจุดมากขึ้น สังเกตได้จาก มีพื้นที่ว่างระหว่างจุดมากขึ้นหรือ
วัดระยะห่างระหว่างจุดได้มากขึ้น

2.4 จากข้อ 2.3 นักเรียนเปรียบเทียบเพื่อสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเอกภพได้
ว่าอย่างไร

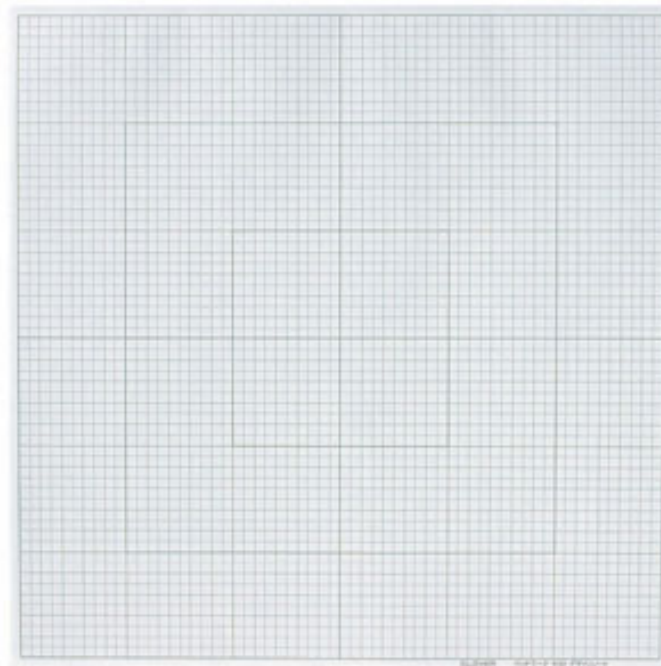
.....เปรียบเทียบกับเอกภพมีการขยายตัวเนื่องจาก ระยะห่างระหว่างกาแล็กซีเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับ
กับเอกภพมีการขยายตัวเนื่องจาก สังเกตได้จากระยะห่างระหว่างกาแล็กซีเพิ่มขึ้น.....

3. คำนวณหาอัตราเร็วในการขยายตัวของแต่ละจุดจากสูตร $v=s/t$ โดย $t = 10$ วินาที

.....
.....คำนวณจากข้อมูลการที่ได้จากการทำกิจกรรม.....
.....



4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการขยายตัวกับระยะห่างระหว่างจุด



ใบกิจกรรมที่ 1.3

เรื่อง กฎของฮับเบิล

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

เขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี

สื่อ -อุปกรณ์

- ข้อมูลอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี
- ใบงานที่ 1.3

ตาราง ข้อมูลอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี

ชื่อ	v (km.s ⁻¹)	D (Mpc)	ชื่อ	v (km.s ⁻¹)	D (Mpc)	ชื่อ	v (km.s ⁻¹)	D (Mpc)
NGC 278	650	1.52	NGC 2841	600	1.24	NGC 4111	800	1.53
NGC 584	1800	3.45	NGC 3034	290	0.79	NGC 4526	580	1.20
NGC 936	1300	2.37	NGC 3115	600	1.00	NGC 4565	1100	2.35
NGC 1023	300	0.26	NGC 3368	940	1.74	NGC 4594	1140	2.23
NGC 1700	800	1.16	NGC 3379	810	1.49	NGC 5005	900	2.06
NGC 2681	700	1.42	NGC 3489	600	1.10	NGC 5866	650	1.73

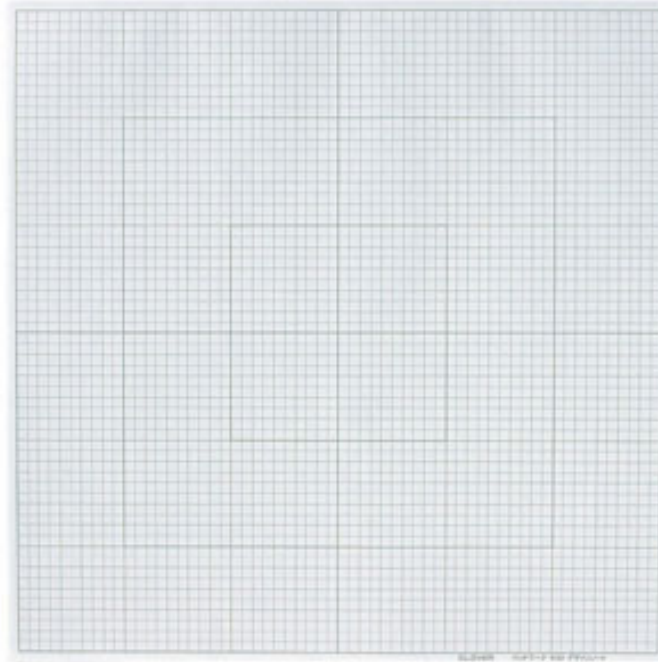
วิธีการ

- เขียนกราฟในใบงานที่ 1.3 ข้อมูลอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี
- พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี แล้วตอบคำถามในใบงาน

เฉลยใบงานที่ 1.3

เรื่อง กฎของฮับเบิล

1. จากตารางข้อมูลอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซี กับระยะห่างจากกาแล็กซี ให้นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วถอยห่างและระยะห่างของกาแล็กซี



2. สามารถหาความชันกราฟได้ดังนี้
(กราฟที่ได้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง.....
ความชัน (slope) = $\frac{v}{D} = H_0$).....

3. ความชันกราฟที่ได้เหมือนหรือแตกต่างกับค่าคงตัวของฮับเบิล อย่างไร
(เหมือนค่าคงตัวของฮับเบิล เนื่องจากกราฟมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง สรุปได้ว่าระยะห่างและความเร็วในการเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตของกาแล็กซีแปรผันตรงกัน (จึงมีความหมายว่า เอกภพกำลังขยายตัว).....

4. ให้นักเรียนคำนวณหาอายุและรัศมีของเอกภพโดยใช้ค่าคงตัวของฮับเบิล
 ...หาอายุ โดย...

$$t_{\text{universe}} = \frac{1}{H_0} = \frac{1}{75 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}} = \frac{3.1 \times 10^{19} \text{ km}}{75 \text{ kms}^{-1}} = 4.13 \times 10^{17} = 1.3 \times 10^{10} \text{ years}$$



หารัศมีของเอกภพ โดย

$$\begin{aligned}R_{\text{universe}} &= ct_{\text{universe}} \\&= (3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}) \times (4.13 \times 10^{17} \text{ s}) \\&= 12.39 \times 10^{25} \text{ m} \\&= 1.3 \times 10^{10} \text{ lightyears}\end{aligned}$$

ใบกิจกรรมที่ 1.4

เรื่อง แผนภาพฮับเบิล

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

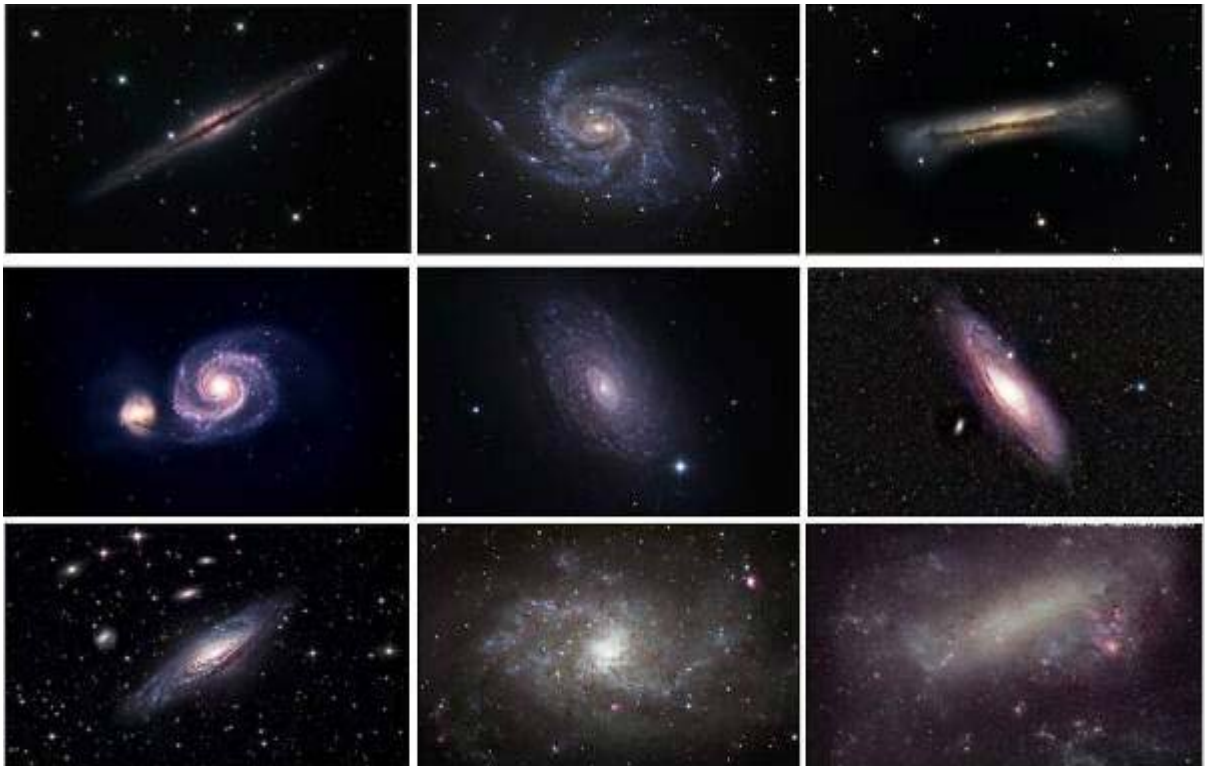
จำแนกกาแล็กซีตามเกณฑ์ที่ตนเองกำหนด

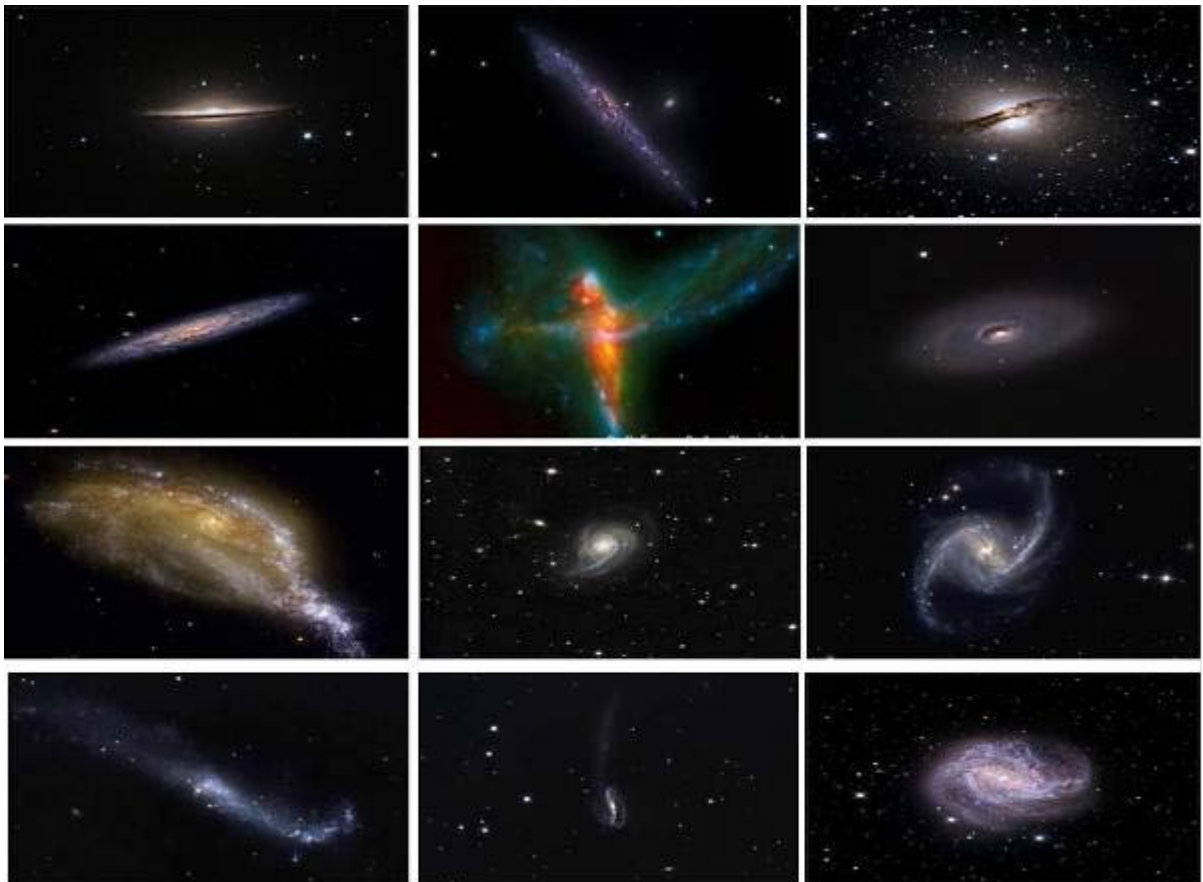
สื่อ -อุปกรณ์

1. ภาพกาแล็กซี
2. กระดาษแผ่นใหญ่

วิธีการ

1. พิจารณาภาพกาแล็กซีที่กำหนดให้ และร่วมกันกำหนดเกณฑ์เพื่อจำแนกกาแล็กซี
2. ตัดภาพกาแล็กซีที่กำหนดให้ แล้วนำไปติดในใบงานตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ 1





เฉลยใบงานที่ 1.4 เรื่อง แผนภาพฮับเบิล

- นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกกาแล็กซี
.....รูปร่างของกาแล็กซี.....
.....
- จากเกณฑ์ในข้อ 1 นักเรียนจำแนกกาแล็กซีได้อย่างไร
.....แบ่งออกเป็นกาแล็กซีปกติ และกาแล็กซีไม่มีรูปแบบ.....
...กาแล็กซีปกติ แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ กาแล็กซีรี กาแล็กซีชนิดกังหัน และกาแล็กซีเลนส์.....
.....



เรื่อง ดาวฤกษ์

แผนการอบรม

แผนการอบรมครู โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง ดาวฤกษ์

เวลา 6 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายกำเนิดและวิวัฒนาการของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์อื่น ๆ
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ของมวลกับวิวัฒนาการของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์อื่น ๆ
3. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ของสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์
4. อธิบายความหมายของความส่องสว่าง และเปรียบเทียบโชติมาตรของดาวฤกษ์
5. อธิบายความแตกต่างของโชติมาตรปรากฏและโชติมาตรสัมบูรณ์ พร้อมยกตัวอย่าง
6. อธิบายหลักการและคำนวณระยะห่างของดาวฤกษ์โดยใช้วิธีการพารัลแลกซ์
7. อธิบายความหมายของระบบดาวฤกษ์ พร้อมยกตัวอย่าง

สาระสำคัญ

ดาวฤกษ์ คือ เทห์ฟ้าที่เกิดจากกลุ่มแก๊สและสสารระหว่างดาว โดยมีไฮโดรเจน และฮีเลียมเป็นองค์ประกอบหลัก เกิดจากการยุบตัวและรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนภายใต้แรงโน้มถ่วง เมื่อนิวเคลียสของแก๊สเกิดการชนกันจนแก่นกลางของดาวฤกษ์มีอุณหภูมิสูง จะเกิดเป็นปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์นั้นจะมีทั้งอยู่แบบดาวฤกษ์เดี่ยว และอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงเป็นระบบของดาวฤกษ์ ซึ่งดาวฤกษ์แต่ละดวงมีระยะห่างจากโลกไม่เท่ากัน โดยหาระยะทางได้จากวิธีพารัลแลกซ์

ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะมีสมบัติเฉพาะตัวทั้งมวล สี อุณหภูมิผิว สเปกตรัม และวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังมีความส่องสว่างไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับพลังงานที่ปล่อยออกมาในเวลาหนึ่งวินาทีต่อหน่วยพื้นที่ และสามารถเปรียบเทียบความสว่างของดาวฤกษ์เพื่อจัดอันดับความสว่างได้ เรียกว่า โชติมาตร

ความรู้พื้นฐาน

1. ปฏิกิริยานิวเคลียร์
2. สเปกตรัมของแสง
3. แรงพื้นฐานในธรรมชาติ

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

-



สื่อการเรียนรู้

1. สื่อสำหรับวิทยากร 1 : ไฟล์ วิดิทัศน์เรื่อง กำเนิดและอวสานดาวฤกษ์.wmv
2. สื่อสำหรับวิทยากร 2 : ภาพดาวฤกษ์ และวิวัฒนาการในขั้นต่าง ๆ
3. สื่อสำหรับวิทยากร 3 : ข้อมูลสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์
4. สื่อสำหรับวิทยากร 4 : ภาพวิวัฒนาการของดาวฤกษ์
5. สื่อสำหรับวิทยากร 5 : ข้อมูลโชติมาตรของดาวบนท้องฟ้า
6. สื่อสำหรับวิทยากร 6 : ภาพของดาวฤกษ์
7. สื่อสำหรับวิทยากร 7 : โปรแกรมสเตลลาเรียม
8. เอกสารประกอบการอบรม 1 : ใบความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู
9. เอกสารประกอบการอบรม 2 : ใบกิจกรรม/ใบงาน
10. ปากกาเคมี
11. กระดาษขาว
12. ลักซ์มีเตอร์
13. กระดาษแผ่นใหญ่
14. กาว
15. ไม้ขีด
16. ไมโครแทกเตอร์
17. วัตถุ เช่น ดูกตาตัวเล็ก เสาธงเล็ก ๆ
18. สายวัด

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
กำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์		
1. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดวงอาทิตย์ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ในอนาคตข้างหน้าดวงอาทิตย์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร 2. ให้ผู้เรียนศึกษาวิดีโอที่ค้นเรื่องกำเนิดและอวสานดาวฤกษ์ แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ในวิดีโอที่นำเสนอเกี่ยวกับจุดกำเนิดของดาวฤกษ์ว่าอย่างไร นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่อย่างไร <u>ตอบ</u> ดาวฤกษ์เกิดจากการรวมตัวของเนบิวลาที่เป็นฝุ่น และสสารในอวกาศ - ดาวฤกษ์มีวิวัฒนาการเป็นอย่างไรได้บ้าง - ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะมีวิวัฒนาการไปอย่างไรได้บ้าง <u>ตอบ</u> อาจมีจุดจบเป็นดาวแคระ น้ำตาล ดาวยักษ์แดง ดาวแคระขาว ดาวนิวตรอน หลุมดำ ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์	- วิดิทัศน์เรื่อง กำเนิดและอวสานดาวฤกษ์.wmv	



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- ปัจจัยใดที่ทำให้ดาวฤกษ์มีวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน <u>ตอบ</u> มวล		
3. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาวฤกษ์	- กระจดาชแผ่นใหญ่ - กาว - ภาพตัวอย่างดาวฤกษ์และข้อมูลมวล เช่น ดาวไรเจล - ภาพวิวัฒนาการในแต่ละขั้นตอน - ใบกิจกรรมที่ 2.1	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน
4. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ดาวฤกษ์มีจุดกำเนิดอย่างไร และสร้างพลังงานได้อย่างไร <u>ตอบ</u> เกิดจากเนบิวลา สร้างพลังงานจากเทอร์โมนิวเคลียร์หลอมรวมไฮโดรเจนให้กลายเป็นฮีเลียม - หลังจากดาวฤกษ์กำเนิดขึ้น ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะมีวิวัฒนาการเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น <u>ตอบ</u> ต่างกัน 1. ถ้ามวลน้อยกว่าดวงอาทิตย์ จุดจบจะกลายเป็นดาวแคระน้ำตาล 2. ถ้ามวลประมาณดวงอาทิตย์ จุดจบจะกลายเป็นดาวยักษ์แดงหรือดาวแคระขาว		

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
3. ถ้ามวลมากกว่าดวงอาทิตย์ จุดจบจะกลายเป็นดาวยักษ์แดง และดาวนิวตรอน - เมื่อดวงอาทิตย์กลายเป็นดาวยักษ์แดงจะส่งผลกระทบต่อโลกของเรา <u>ตอบ</u> โลกสูญสลาย		
ความสัมพันธ์ของสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์		
1. ให้ผู้เรียนใช้โปรแกรมสเตลลาเรียม ค้นหาดาวนายพราน แล้วร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ดาวฤกษ์แต่ละดวงของกลุ่มดาวนายพรานมีสีเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร <u>ตอบ</u> เหมือนกัน คือเป็นสีน้ำเงิน - ผู้เรียนคิดว่าดาวฤกษ์แต่ละดวงมีอุณหภูมิเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> ไม่เท่ากัน เพราะดาวฤกษ์มีขนาด (หรือมวล) ต่างกัน อุณหภูมิจึงต่างกัน 2. ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพสีของเพลวไฟ และสเปกตรัม แล้วร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - สีของเพลวไฟสัมพันธ์กับอุณหภูมิหรือไม่ อย่างไร <u>ตอบ</u> เพลวไฟสีแดง อุณหภูมิต่ำ เพลวไฟสีน้ำเงินอุณหภูมิสูง	- โปรแกรมสเตลลาเรียม - ภาพสีของเพลวไฟ และสเปกตรัม	

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- ถ้าพบดาวฤกษ์ที่มีสีแดง กับ ดาวฤกษ์ที่มีสีน้ำเงิน ดาวฤกษ์ดวงใดจะมีอุณหภูมิสูงกว่า <u>ตอบ</u> ดาวฤกษ์สีน้ำเงินอุณหภูมิสูงกว่า		
3. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.2 เรื่องสีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์ 4. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับสี และอุณหภูมิของดาวฤกษ์ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - สีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์สัมพันธ์กันอย่างไร <u>ตอบ</u> สีของดาวฤกษ์สามารถบอกอุณหภูมิของดาวฤกษ์ได้ - ระบุชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ได้อย่างไรบ้าง <u>ตอบ</u> แบ่งเป็น 7 สเปกตรัม ตั้งแต่ O B A F G K และ M โดยที่ O มีอุณหภูมิสูงสุดและ M มีอุณหภูมิต่ำสุด - สีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับวิวัฒนาการของดาวฤกษ์อย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง <u>ตอบ</u> สีของดาวฤกษ์นอกจากจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวแล้ว ยังสัมพันธ์กับช่วงอายุขัยของดาวฤกษ์ด้วย โดยดาวฤกษ์ที่มี	- ข้อมูลสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ - ภาพวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ - ใบกิจกรรมที่ 2.2 - ใบงานที่ 2.2	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
อายุน้อยจะมีสีน้ำเงินและมีอุณหภูมิสูง ส่วนดาวฤกษ์ที่มีอายุมากจะมีสีแดง และมีอุณหภูมิผิวต่ำ - ดาวฤกษ์แต่ละดวงมีพลังงานเท่ากันหรือไม่ อย่างไร <u>ตอบ</u> ไม่เท่า ขึ้นกับมวล /ขนาด		
ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์		
1. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ดาวที่เห็นบนท้องฟ้ามีความส่องสว่างแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร <u>ตอบ</u> ต่างกัน ขึ้นกับกำลังส่องสว่างของดาวฤกษ์ 2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.3 เรื่องความส่องสว่าง และโชติมาตร	- ข้อมูลโชติมาตรของดาวบนท้องฟ้า - ใบกิจกรรมที่ 2.3 - ใบงานที่ 2.3	1. การนำเสนอผลงาน (งานกลุ่ม) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนการนำเสนอผลงาน 2.ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน
3. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.4 เรื่องระยะทางกับความส่องสว่าง	- กระจาดขาว - ลักซ์มิเตอร์ - โคมไฟ - กระจาดกราฟ - ไม้มัด	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 1 การออกแบบการทดลองกิจกรรมระยะทางกับความ

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
	- ปากกาเคมี - ใบกิจกรรมที่ 2.4 - ใบงานที่ 2.4	ส่องสว่าง ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน
4. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ความส่องสว่างของดาวฤกษ์คืออะไร <u>ตอบ</u> พลังงานที่ดาวฤกษ์ปลดปล่อยออกมาในเวลา 1 วินาทีต่อพื้นที่ - เพราะเหตุใดจึงต้องใช้โชติมาตรปรากฏในการเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ <u>ตอบ</u> เนื่องจากดวงตาของมนุษย์มีการทำงานโดยไม่แปรผันตรงกับควมสว่าง นักดาราศาสตร์จึงกำหนดค่าของโชติมาตรปรากฏขึ้นเพื่อใช้เปรียบเทียบอันดับความสว่างของดาวฤกษ์ - ความสว่างของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับโชติมาตรอย่างไร <u>ตอบ</u> ความส่องสว่างมาก ค่าโชติมาตรน้อยหรือความส่องสว่างแปรผกผันกับโชติมาตร - คีนที่ดวงจันทร์เต็มดวงจะมีโชติมาตรประมาณเท่าใด <u>ตอบ</u> -12.7		

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- เพราะเหตุจึงต้องใช้โชติมาตร สัมบูรณ์แทนโชติมาตรปรากฏ <u>ตอบ</u> เนื่องจากโชติมาตรปรากฏ เป็นค่าที่นำมาใช้เปรียบเทียบ ความสว่างที่แท้จริงของดาวฤกษ์ ไม่ได้ เพราะความสว่างที่ปรากฏ ให้เราเห็นบนโลกขึ้นกับระยะห่าง ของดาวนั้นกับโลกและขึ้นกับ ความสว่างที่แท้จริงของดาวด้วย ดังนั้นนักดาราศาสตร์จึง กำหนดค่าโชติมาตรสัมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเป็นค่าความสว่างของดาวฤกษ์ แต่ละดวงที่อยู่ห่างจากโลกเป็น ระยะทาง 10 พาร์เซกเท่ากัน ซึ่งจะทำให้สามารถเปรียบเทียบ ความสว่างที่แท้จริงของดาวได้		
การคำนวณระยะห่างของดาวฤกษ์โดยใช้วิธีการพารัลแลกซ์		
1. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายตาม ความคิดของตนเอง โดยใช้ คำถามต่อไปนี้ - เมื่อสังเกตดาวฤกษ์แต่ละดวง บนท้องฟ้า นักเรียนคิดว่า ดาวฤกษ์แต่ละดวงอยู่ห่างจาก โลกเท่ากันหรือไม่ อย่างไร <u>ตอบ</u> ไม่เท่ากัน ดาวที่สว่าง มากกว่าอาจจะอยู่ใกล้โลก มากกว่าดาวที่สว่างน้อยกว่า		
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.5 เรื่อง พารัลแลกซ์ เพื่อศึกษา วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์	- โต๊ะ - ไมโครแทกเตอร์ - วัตถุ เช่น ตึกดาตัวเล็ก	1.การมีส่วนร่วมในกิจกรรม (งานกลุ่ม) -เกณฑ์การประเมิน



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
	- สายวัด - ใบกิจกรรมที่ 2.5 - ใบงานที่ 2.5	-แบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2.การนำเสนอผลงาน (งานกลุ่ม) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนการนำเสนอผลงาน 3.ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน - ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน
3. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ปรากฏการณ์แพริลแลกซ์คืออะไร <u>ตอบ</u> คือปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตมองเห็นวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปโดยเทียบกับฉากหลัง เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งสังเกต - เพราะเหตุใดเราจึงใช้หลักการแพริลแลกซ์ในการหาระยะทางของดาวฤกษ์ <u>ตอบ</u> เพราะเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย และได้ค่าที่แม่นยำ โดยผู้สังเกตจะทำการสังเกตดาวฤกษ์จากโลก 2 ครั้ง ในช่วงระยะเวลาที่ห่างกัน 6 เดือน แล้ววัดมุมที่เปลี่ยนไประหว่างดาวฤกษ์ดวงนั้นกับดาวฤกษ์อ้างอิง ก็จะสามารถคำนวณหาระยะทางระหว่าง		

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
ดาวฤกษ์ดวงนั้นกับโลกได้ - สามารถใช้วิธีการแปรallax หาระยะทางของดาวฤกษ์ได้ทุกดวงหรือไม่ เพราะเหตุใด <u>ตอบ</u> ไม่ได้ วิธีแปรallax จะใช้เฉพาะดาวฤกษ์ที่อยู่ไม่ไกลจากโลกมากนัก เพราะถ้าใช้กับดาวฤกษ์ที่อยู่ไกลมาก ค่าที่จะได้จะเกิดความคลาดเคลื่อน		
ประเภทของระบบดาวฤกษ์		
1. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะ อยู่รวมกันได้อย่างไร <u>ตอบ</u> อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง - ดาวฤกษ์บนท้องฟ้า อยู่รวมกันเหมือนระบบสุริยะหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> เหมือน เพราะดาวฤกษ์อยู่รวมกันเป็นระบบด้วยแรงโน้มถ่วง		
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.6 เรื่อง ระบบดาวฤกษ์ เพื่อศึกษาตัวอย่างของระบบดาวฤกษ์ 3. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้	- ภาพของดาวฤกษ์ - ใบกิจกรรมที่ 2.6 - ใบงานที่ 2.6	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- เมื่อใดจึงจะระบุได้ว่าดาวฤกษ์นั้นอยู่รวมกันเป็นระบบ <u>ตอบ</u> เมื่อดาวฤกษ์ตั้งแต่ 2 ดวงขึ้นไปอยู่ใกล้กันและเคลื่อนที่รอบกันด้วยแรงโน้มถ่วง - ดาวฤกษ์อยู่รวมกันเป็นระบบในลักษณะใดบ้าง <u>ตอบ</u> อยู่รวมกันตั้งแต่ 2 ดวงขึ้นไป หรือจนกระทั่งเป็นกระจุกดาว - กลุ่มดาวในจักราศี เป็นระบบดาวฤกษ์หรือไม่ เพราะเหตุใด <u>ตอบ</u> เป็น เพราะไม่ได้อยู่ลำพังเพียงดวงเดียว		
การสรุปองค์ความรู้		
ให้ผู้เรียนพิจารณาผังโมโนทัศน์เรื่องดาวฤกษ์ แล้วเลือกคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง	ผังโมโนทัศน์เรื่องดาวฤกษ์	การสรุปองค์ความรู้ (งานเดี่ยว) -เฉลย -เกณฑ์การประเมิน -แบบบันทึกคะแนนการสรุปองค์ความรู้

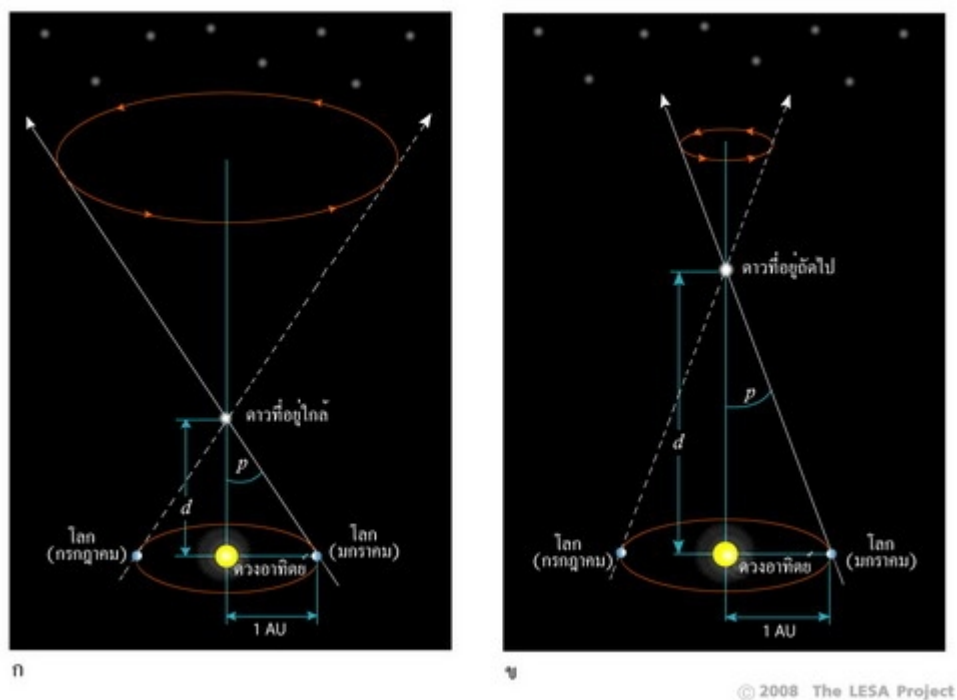
เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบความรู้ เรื่อง ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

1. การวัดระยะทางด้วยวิธีพารัลแลกซ์

พารัลแลกซ์ (Parallax) เป็นการวัดระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวฤกษ์ โดยใช้หลักการของสามเหลี่ยมคล้าย โดยกำหนดให้รัศมีวงโคจรโลกรอบดวงอาทิตย์เท่ากับ 1 หน่วยดาราศาสตร์ หรือ 1 astronomical unit (AU) เป็นเส้นฐานของสามเหลี่ยม แล้วรอให้โลกโคจรไปทำมุมฉากระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวฤกษ์ที่ต้องการวัด ก็จะมองเห็นดาวฤกษ์ที่ต้องการวัดปรากฏตำแหน่งเปลี่ยนไปเป็นมุมเล็ก ๆ เมื่อเทียบกับกลุ่มดาวที่อยู่ฉากหลังไกลออกไป ระยะทางที่ทำให้มุมพารัลแลกซ์มีค่า 1 พิลิปดา ($1/3600$ องศา) เท่ากับ 1 พาร์เซก “Parsec” ย่อมาจาก Parallax Angle of 1 Arc Second อย่างไรก็ตามถ้ามุมพารัลแลกซ์เล็กกว่า 0.01 พิลิปดา ก็จะขาดความเที่ยงตรง ดังนั้นการวัดระยะทางด้วยวิธีพารัลแลกซ์จึงใช้กับดาวที่อยู่ห่างไม่เกิน 100 พาร์เซก

ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบมุมพารัลแลกซ์ของดาวสองดวง ดาวในภาพที่ 1 ก มีมุมพารัลแลกซ์กว้างกว่าดาวในภาพที่ 1 ข เนื่องจากดาวอยู่ใกล้โลกมากกว่า



ภาพที่ 1 ดาวที่อยู่ใกล้มีมุมพารัลแลกซ์ใหญ่กว่าดาวอยู่ไกล

<http://www.lesa.biz/astronomy/star-properties/parallax>

สูตร การหาระยะทางด้วยมุมแพริลแลกซ์

$$d = 1/p$$

เมื่อ d = ระยะทางถึงดวงดาว (distance) หน่วยเป็นพาร์เซก (pc)

p = มุมแพริลแลกซ์ (parallax angle) หน่วยเป็นฟิลิปดา (arc second)

โดยที่ 1 องศา = 60 ลิปดา (arc minute), 1 ลิปดา = 60 ฟิลิปดา (arc second)

ตัวอย่างที่ 1 ดาวหัวใจสิงห์ (Regulus) ในกลุ่มดาวสิงโต มีมุมแพริลแลกซ์ 0.04 ฟิลิปดา มีระยะทางห่างจากโลกเท่าไร

$$\begin{aligned} d &= 1/p = 1/(0.04) \text{ ฟิลิปดา} \\ &= 25 \text{ พาร์เซก} \\ &= 25 \times 3.26 = 81.5 \text{ ปีแสง} \end{aligned}$$

เกร็ดความรู้:

- หน่วย ดาราศาสตร์ (Au) และ พาร์เซก (parsec) เป็นหน่วยระยะทางที่เก่าแก่ นักปราชญ์ในยุคโบราณใช้หลักการเรขาคณิตและตรีโกณมิติวัดระยะทางระหว่างโลก กับดวงดาว พวกเขาทราบสัดส่วนของระยะทางจากโลกไปยังดวงอาทิตย์และดวงดาวต่าง ๆ แต่ยังไม่ทราบว่า หน่วยดาราศาสตร์และพาร์เซกมีค่าคิดเป็นระยะทางเท่าใด จึงติดค่าทั้งสองนี้ไว้ จนกระทั่งยุคปัจจุบันเราทราบว่า ระยะทาง 1 หน่วยดาราศาสตร์ (Au) เท่ากับ 149.6 ล้านกิโลเมตร และ 1 พาร์เซก คิดเป็นระยะทาง 206,265 Au หรือ 3.26 ปีแสง (1 ปีแสง หมายถึงระยะทางที่แสงใช้เดินทางนาน 1 ปี หรือ 9.5 ล้านล้านกิโลเมตร)
- นักดาราศาสตร์สร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ที่ให้ภาพรายละเอียดสูง เพื่อให้สามารถทำการวัดมุมแพริลแลกซ์ของดาวที่อยู่ห่างไกลได้ เราเรียกกรรมวิธีถ่ายภาพตำแหน่งของดาวเพื่อวิเคราะห์หาระยะทางว่า "กระบวนการแอสโตรเมทรี" (Astrometry)

ข้อมูลจาก: <http://www.lesa.biz/astrometry/star-properties/parallax>

ใบงานที่ 2.1

เรื่อง วิวัฒนาการของดาวฤกษ์

1. จากการศึกษาข้อมูลพัฒนาการของดาวฤกษ์ในใบกิจกรรม ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- ปัจจัยใดที่มีผลต่อวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

- ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะมีวิวัฒนาการไปอย่างไรได้บ้าง

.....

.....

.....

2. จากการศึกษาข้อมูลของพัฒนาการของดาวฤกษ์ ให้เรียงลำดับภาพดาวฤกษ์ที่ได้รับ ตามลำดับ
วิวัฒนาการ

[illegible]

ใบงานที่ 2.2

เรื่อง สี อุณหภูมิ และสเปกตรัมของดาวฤกษ์

1. ระบุชื่อหรือรายละเอียดของดาวฤกษ์ สี และชนิดสเปกตรัมให้สอดคล้องกัน

ชื่อ	สี	ชนิดของสเปกตรัม
ดาวเซตาในกลุ่มดาวนายพราน		
ดาวอะเคอร์นาร์ในกลุ่มดาวแม่น้ำ		
ดาวหางหงส์ในกลุ่มดาวหงส์		
ดาวโปรซิออนในกลุ่มดาวสุนัขเล็ก		
ดาวดวงแก้วในกลุ่มดาวคนเลี้ยงสัตว์		
ดาวปาริชาตในกลุ่มดาวแมงป่อง		

2. ตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์สีใด มีสเปกตรัมชนิดใด

.....

.....

.....

1.2 ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากกว่าดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าดวงอาทิตย์ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

1.3 ดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิน้อยกว่าดวงอาทิตย์มีสีใด และเป็นสเปกตรัมชนิดใด

.....

.....

1.4 เมื่อดวงอาทิตย์มีอายุมากขึ้นจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....



ใบงานที่ 2.3

เรื่อง ความสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์

1. เรียงลำดับความส่องสว่างของดาวบนท้องฟ้าที่รู้จัก พร้อมอธิบายแนวคิดหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการเรียงลำดับ

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากการศึกษาตารางแสดงโชติมาตร ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ดวงอาทิตย์กับดาวพุธ ดาวดวงใดมีความส่องสว่างมากกว่า และมีค่าโชติมาตรแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2.2 ดาวที่มีค่าโชติมาตรเป็น 0 หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

1.3 ดาวที่มีค่าโชติมาตรติดลบมาก ๆ หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

.....

2.4 ดาวคาโนปัส และดาวปาริชาตมีความส่องสว่างต่างกันกี่เท่า

.....

.....

.....

.....

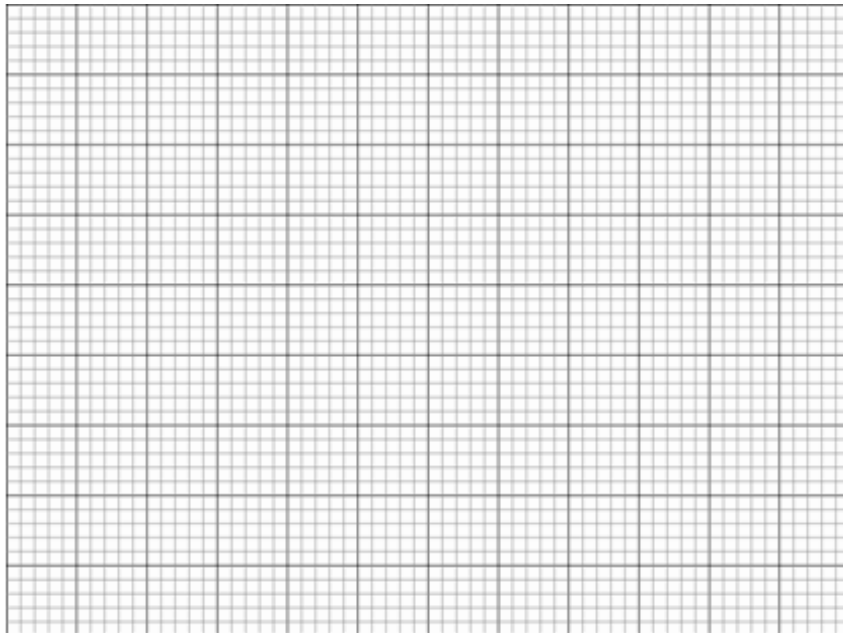


ใบงานที่ 2.4
เรื่อง ระยะทางกับความส่องสว่าง

1. บันทึกผลการวัดความส่องสว่างที่ระยะทางต่าง ๆ

ระยะทาง (เมตร)	ความส่องสว่าง (วัตต์/ตารางเมตร)
0	
0.5	
1	
1.5	
2	
2.5	
3	

2. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความส่องสว่าง



สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

ใบงานที่ 2.5

เรื่อง แพรัลแลกซ์

1. บันทึกค่าที่ได้จากการหาระยะทางด้วยวิธีแพรัลแลกซ์

ระยะห่างของวัตถุ (D)..... (ผลตามการทดลอง).....

ระยะทางครึ่งหนึ่ง (d)(ผลตามการทดลอง).....

มุมแพรัลแลกซ์ของวัตถุ (P)..... (ผลตามการทดลอง).....

มุมแพรัลแลกซ์ $P_{(เรเดียน)}$ (ผลตามการทดลอง).....

ระยะห่างของวัตถุจากจุดสังเกต (x)..... (ผลตามการทดลอง).....

2. ตอบคำถามต่อไปนี้
 - 2.1 ในการศึกษาปรากฏการณ์แพรัลแลกซ์ ตำแหน่งของวัตถุในการทดลองทั้งสองครั้งเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

 - 2.2 เมื่อสังเกตดาวฤกษ์ดวงหนึ่งจากโลกที่ตำแหน่งห่างกัน 6 เดือน ถ้าจุดที่ 1 คือ ตำแหน่งของโลก ณ เดือนมีนาคม และ 2 คือตำแหน่งในเดือนกันยายน วัดมุมแพรัลแลกซ์ได้ 0.02 พิลิปดา ดาวดวงนี้จะอยู่ห่างจากโลกเท่าใด

.....

.....

.....

 - 2.3 ถ้าดาว A มีมุมแพรัลแลกซ์เป็นสองเท่าของดาว B ดาว A จะอยู่ใกล้หรือไกลกว่าดาว B ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



ใบงานที่ 2.6

เรื่อง ระบบดาวฤกษ์

ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. มีดาวฤกษ์ดวงใดโคจรรอบดวงอาทิตย์หรือไม่

.....

.....

.....

2. ดาวซีริอัส ประกอบด้วยดาวฤกษ์ได้บ้าง และมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. ดาวฤกษ์ที่อยู่ในกระจุกดาวลูกไก่ หรือกระจุกดาวทรงกลมเอ็ม 13 มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จะให้คำจำกัดความของระบบดาวฤกษ์ได้อย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 2.1

เรื่อง วิวัฒนาการดาวฤกษ์

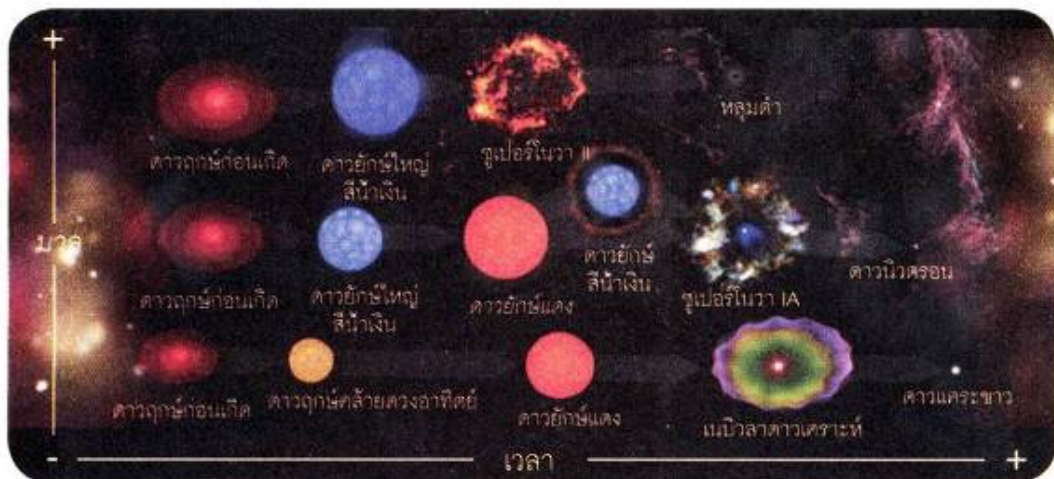
วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

เรียงลำดับภาพของดาวฤกษ์ที่กำหนดให้ เพื่ออธิบายวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

สื่อ-อุปกรณ์

1. กระดาษแผ่นใหญ่
2. กาว
3. ภาพตัวอย่างดาวฤกษ์พร้อมข้อมูลมวล เช่น ดาวไรเจล ดาวซีริอัส
4. ภาพวิวัฒนาการในแต่ละขั้นตอน

วิธีการ



มวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด (M) เทียบกับมวลดวงอาทิตย์ ($M_{\odot}$)	วิวัฒนาการของดาวฤกษ์
$M \geq 25 M_{\odot}$	ดาวยักษ์ใหญ่สีน้ำเงิน (blue supergiant) และสุดท้ายเป็นหลุมดำ
$9 M_{\odot} \leq M < 25 M_{\odot}$	ดาวยักษ์ใหญ่สีน้ำเงิน ดาวยักษ์แดง และสุดท้ายเป็นดาวนิวตรอน
$0.08 M_{\odot} \leq M < 9 M_{\odot}$	ดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์ และสุดท้ายเป็นดาวแคระขาว (white dwarf)
$M < 0.08 M_{\odot}$	ไม่ก่อเกิดเป็นดาวฤกษ์แต่จะเป็นดาวแคระน้ำตาล (brown dwarf)

1. ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลของวิวัฒนาการของดาวฤกษ์จากภาพด้านบน แล้วร่วมกันอภิปรายว่า
 - ปัจจัยใดที่มีผลต่อวิวัฒนาการของดาวฤกษ์
 - ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะมีวิวัฒนาการไปอย่างไรได้บ้าง
2. เรียงลำดับภาพที่กำหนดให้ โดยแสดงให้เห็นวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ดวงนั้น
3. ตัดภาพที่ได้เรียงลำดับแล้วลงในใบงานที่ 2.1 เรื่องวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ (หรือบนกระดาษแผ่นใหญ่) พร้อมนำเสนอแนวคิดที่ใช้ในการลำดับภาพต่อชั้นเรียน

เฉลยใบงานที่ 2.1

เรื่อง วิวัฒนาการของดาวฤกษ์

1. จากการศึกษาข้อมูลวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ในใบกิจกรรม ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- ปัจจัยใดที่มีผลต่อวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

.....
มวลของดาวฤกษ์.....

- ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะมีวิวัฒนาการไปอย่างไรได้บ้าง

.....1. ถ้ามวลน้อยกว่าดวงอาทิตย์ จุดจบจะกลายเป็นดาวแคระน้ำตาล.....
2. ถ้ามวลประมาณดวงอาทิตย์ จุดจบจะกลายเป็นดาวยักษ์แดงหรือดาวแคระขาว.....
3. ถ้ามวลมากกว่าดวงอาทิตย์ จุดจบจะกลายเป็นดาวยักษ์แดง และดาวนิวตรอน.....
4. ถ้ามวลมากกว่าดวงอาทิตย์มาก ๆ จุดจบจะกลายเป็นหลุมดำ.....

2. จากการศึกษาข้อมูลของวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ให้เรียงลำดับภาพดาวฤกษ์ที่ได้รับ ตามลำดับวิวัฒนาการ

ใบกิจกรรมที่ 2.2

เรื่อง สี อุณหภูมิ และสเปกตรัมของดาวฤกษ์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. สังเกตสีของดาวฤกษ์ที่กำหนดให้ พร้อมระบุชนิดของสเปกตรัม
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์

สื่อ-อุปกรณ์

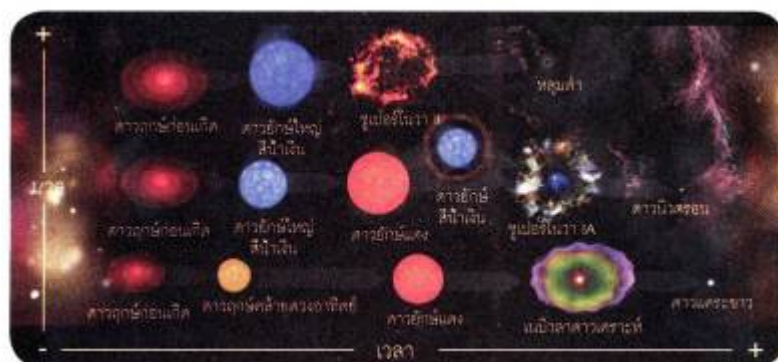
1. ข้อมูลสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์
2. ภาพวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

วิธีการ

1. ให้ศึกษาข้อมูลชนิดของสเปกตรัม อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ที่กำหนดให้ พร้อมสืบค้นภาพหรือข้อมูลของตัวอย่างดาวฤกษ์ตามใบงานที่ 2.2 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและพร้อมตอบคำถาม

ชนิด	สีของดาว	อุณหภูมิผิว (เคลวิน)
O	น้ำเงิน	สูงกว่า 30,000
B	น้ำเงินแกมขาว	30,000 – 10,000
A	ขาว	10,000 – 7,500
F	ขาวแกมเหลือง	7,500 – 6,000
G	เหลือง	6,000 – 4,900
K	ส้ม	4,900 – 3,500
M	แดง	3,500 – 2,000

2. พิจารณาภาพวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ต่อไปนี้ แล้วระบุชนิดของสเปกตรัมที่สอดคล้องกับดาวฤกษ์ในภาพมากที่สุด พร้อมตอบคำถามในใบงานที่ 2.2



เฉลยใบงานที่ 2.2

เรื่อง สี อุณหภูมิ และสเปกตรัมของดาวฤกษ์

1. ระบุชื่อหรือรายละเอียดของดาวฤกษ์ สี และชนิดสเปกตรัมให้สอดคล้องกัน

ชื่อ	สี	ชนิดของสเปกตรัม
ดาวเซตาในกลุ่มดาวนายพราน	น้ำเงิน	(O)
ดาวอะเคอร์นาร์ในกลุ่มดาวแม่น้ำ	น้ำเงินแกมขาว	(B)
ดาวหางหงส์ในกลุ่มดาวหงส์	ขาว	(A)
ดาวโปรซิออนในกลุ่มดาวสุนัขเล็ก	ขาวแกมเหลือง	(F)
ดาวดวงแก้วในกลุ่มดาวคนเลี้ยงสัตว์	ส้ม	(K)
ดาวปาริชาติในกลุ่มดาวแมงป่อง	แดง	(M)

2. ตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์สีใด มีสเปกตรัมชนิดใด

.....
(เป็นดาวฤกษ์สีเหลือง สเปกตรัมชนิด G).....

2.2 ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากกว่าดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าดวงอาทิตย์ ทราบได้อย่างไร

.....
(อุณหภูมิสูงกว่าดวงอาทิตย์ ดูจากสีของดาวคือสีน้ำเงิน.).....

2.3 ดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิน้อยกว่าดวงอาทิตย์มีสีใด และเป็นสเปกตรัมชนิดใด

.....
(สีส้ม สเปกตรัม K).....

2.4 เมื่อดวงอาทิตย์มีอายุมากขึ้นจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....(อุณหภูมิจะลดลง เพราะในอนาคตดวงอาทิตย์จะขยายตัวมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่า
 ปัจจุบันเป็น 100 เท่า เพราะแรงดันเพิ่มขึ้น เมื่อผิวด้านนอกขยายตัว อุณหภูมิผิวก็จะ
 ลดลง).....

ใบกิจกรรมที่ 2.3

เรื่อง ความสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวจากการพิจารณาโชติมาตร

สื่อ-อุปกรณ์

- ข้อมูลโชติมาตรของดาวบนท้องฟ้า

วิธีการ

- ให้ร่วมกันยกตัวอย่างดาวบนท้องฟ้า แล้วร่วมกันระดมความคิดเพื่อกำหนดเกณฑ์ของตนเองว่า ถ้าจะเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวที่เห็นจะใช้เกณฑ์อะไรในการเปรียบเทียบ พร้อมยกตัวอย่างการเรียงลำดับ

** ถ้าไม่รู้จักชื่อดาวอาจใช้โปรแกรมสเตลลาเรียมช่วยในการทำกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาตารางโชติมาตรของดาว แล้วตอบคำถามในใบงานที่ 2.3

โชติมาตร	ตัวอย่าง
-26.7	ดวงอาทิตย์
-4.5	ดาวศุกร์เมื่อสว่างที่สุด
-3.5	ดาวศุกร์เมื่อริบหรี่ที่สุด
-2.7	ดาวอังคารเมื่อสว่างที่สุด
-2.5	ดาวพฤหัสบดีเมื่อสว่างที่สุด
-1.5	ดาวพุธเมื่อสว่างที่สุด
-1.5	ดาวซีริอัส
-1.4	ดาวพฤหัสบดีเมื่อริบหรี่ที่สุด
-0.5	ดาวเสาร์เมื่อสว่างที่สุด
-1	ดาวกาโนปัส (-0.6)
0	ดาวเบเทลจุส (0.45), ดาวไรเจล (0.18)
1	ดาวหัวใจสิงห์ (1.36), ดาวปาริชาติ (1.06), ดาวพอลลักซ์ (1.16)
1.2	ดาวเสาร์เมื่อริบหรี่ที่สุด
1.6	ดาวอังคารเมื่อริบหรี่ที่สุด
2.6	ดาวพุธเมื่อริบหรี่ที่สุด
3	ดาวฤกษ์ริบหรี่ที่สุดที่อาจมองเห็นได้ในเมืองใหญ่
6	ดาวฤกษ์ริบหรี่ที่สุดที่อาจมองเห็นได้ในชนบท

* หมายเหตุ ดาวที่มีโชติมาตรต่างกัน 5 จะมีความส่องสว่างต่างกัน $(2.512)^5$ หรือประมาณ 100 เท่า



เฉลยใบงานที่ 2.3

เรื่อง ความสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์

1. เรียงลำดับความส่องสว่างของดาวบนท้องฟ้าที่รู้จัก พร้อมอธิบายแนวคิดหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการเรียงลำดับ

.....(เรียงลำดับความส่องสว่างจากมากไปน้อยดังนี้ ดาวศุกร์ (-4.5) ดาวอังคาร (-2.7).....
ดาวซีริอัส (-1.5) ดาวไรเจล (0.18) และดาวเบเทลจุส (0.45)
แนวคิดที่ใช้คือ ดาวที่มีโชติมาตรปรากฏยิ่งน้อยจะยิ่งสว่าง).....

2. จากการศึกษาตารางแสดงโชติมาตร ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- 2.1 ดวงอาทิตย์กับดาวพุธ ดาวดวงใดมีความส่องสว่างมากกว่า และมีค่าโชติมาตรแตกต่างกันอย่างไร

.....(ดวงอาทิตย์มีความส่องสว่างมากกว่า.....
เนื่องจาก ดวงอาทิตย์มีโชติมาตร -26.7 และดาวพุธโชติมาตร -1.5 ดังนั้น ดาวทั้งสองมี
 ค่าโชติมาตรแตกต่างกันอยู่ $(-26.7) - (-1.5) = -25.2$).....

- 2.2 ดาวที่มีค่าโชติมาตรเป็น 0 หมายความว่าอย่างไร

.....(หมายความว่า ดาวนั้นมีความสว่างมากกว่าดาวที่มีโชติมาตรเป็นบวก และมีความสว่าง
 น้อยกว่าดาวที่มีโชติมาตรเป็นลบ แต่ไม่ได้หมายความว่าดาวนั้นไม่มีความสว่าง).....

- 2.3 ดาวที่มีค่าโชติมาตรติดลบมาก ๆ หมายความว่าอย่างไร

.....(หมายความว่า ดาวนั้นมีความสว่างมาก เช่น ดาวอาทิตย์มีโชติมาตรปรากฏ -26.7
 จึงสว่างมาก ส่วนดาวศุกร์มีโชติมาตรปรากฏ -4.5 จึงมีความสว่างน้อยกว่าดวงอาทิตย์)

- 2.4 ดาวคาโนปัส และดาวปาริชาตมีความส่องสว่างต่างกันกี่เท่า

.....(ดาวคาโนปัส มีโชติมาตร -1 ดาวปาริชาตมีโชติมาตร 1.0 ดังนั้นดาวสองดวงนี้มีค่า
 โชติมาตรต่างกัน $1 - (-1) = 2$
ดาวฤกษ์ที่มีโชติมาตรต่างกัน 1 จะมีความสว่างต่างกัน 2.512 เท่า.....
ดังนั้น ดาวฤกษ์ที่มีโชติมาตรต่างกัน 2 จะมีความสว่างต่างกัน $(2.512)^2 = 6.3$ เท่า).....



ใบกิจกรรมที่ 2.4

เรื่อง ระยะทางกับความส่องสว่าง

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความส่องสว่าง

สื่อ-อุปกรณ์

1. กระดาษขาว
2. ลักซ์มิเตอร์
3. โคมไฟ
4. กระดาษกราฟ
5. ไม้เมตร
6. ปากกาเคมี

วิธีการ

1. นำโคมไฟวางไว้บนโต๊ะ และวางกระดาษเพื่อกำหนดระยะห่างของโคมไฟกับตำแหน่งที่วัด โดยกำหนดให้ตำแหน่งของโคมไฟเป็น 0 เซนติเมตรจากนั้นกำหนดจุดอีก 6 จุด ให้มีระยะห่างกัน 0.5 เมตร
2. ปิดไฟในห้องทั้งหมดเหลือเพียงแต่โคมไฟ แล้ววัดความส่องสว่างของโคมไฟที่ระยะต่าง ๆ บันทึกผลในใบงานที่ 2.4 และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความส่องสว่าง



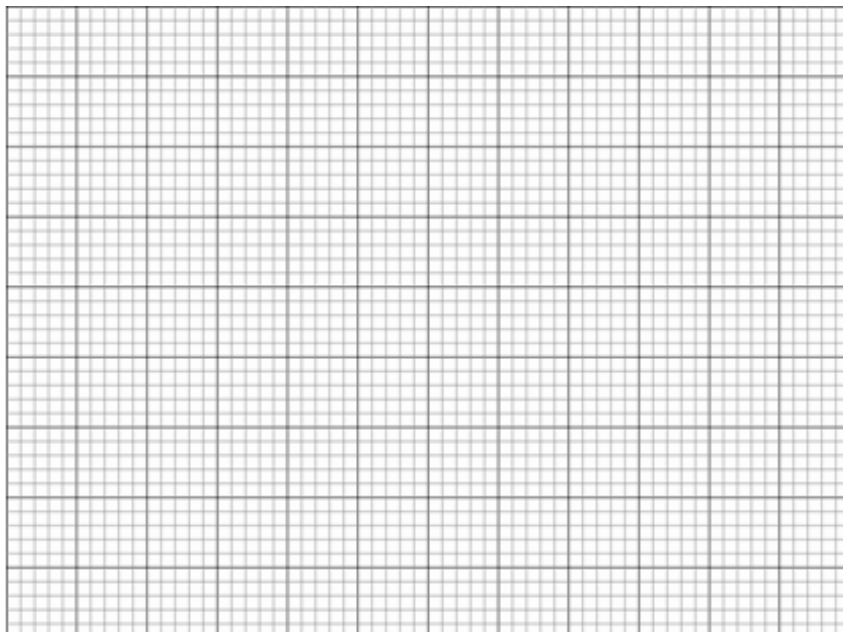
เฉลยใบงานที่ 2.4

เรื่อง ระยะทางกับความส่องสว่าง

1. บันทึกผลการวัดความส่องสว่างที่ระยะทางต่าง ๆ

ระยะทาง (เมตร)	ความส่องสว่าง (วัตต์/ตารางเมตร)
0	
0.5	
1	
1.5	(ผลตามการทดลอง)
2	
2.5	
3	

2. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความส่องสว่าง



สรุปผลการทำกิจกรรม

.....ความส่องสว่างแปรผกผันกับระยะทาง คือ ยิ่งระยะทางไกลจากแหล่งกำเนิดแสงมาก ความส่องสว่างจะน้อยลง.....

ใบกิจกรรมที่ 2.5

เรื่อง แพรัลแลกซ์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. สังเกตและอธิบายการเกิดปรากฏการณ์แพรัลแลกซ์
2. อธิบายหลักการและคำนวณระยะห่างของวัตถุโดยใช้วิธีแพรัลแลกซ์

สื่อ-อุปกรณ์

1. โต้ะ
2. ไมโครแทรกเตอร์
3. วัตถุ เช่น ดูกตาตัวเล็ก เสาธงเล็ก ๆ
4. สายวัด

วิธีการ

ตอนที่ 1 ปรากฏการณ์แพรัลแลกซ์

1. เลือกวัตถุหรือตำแหน่งอ้างอิงจุดใดจุดหนึ่งในห้อง เช่น รูปภาพ
2. กำมือข้างใดข้างหนึ่ง เหยียดออกไปจุดสุดแขน หลังตาข้างขวา ใช้ตาซ้ายเล็งนิ้วหัวแม่มือ

ให้ตรงกับตำแหน่งอ้างอิง

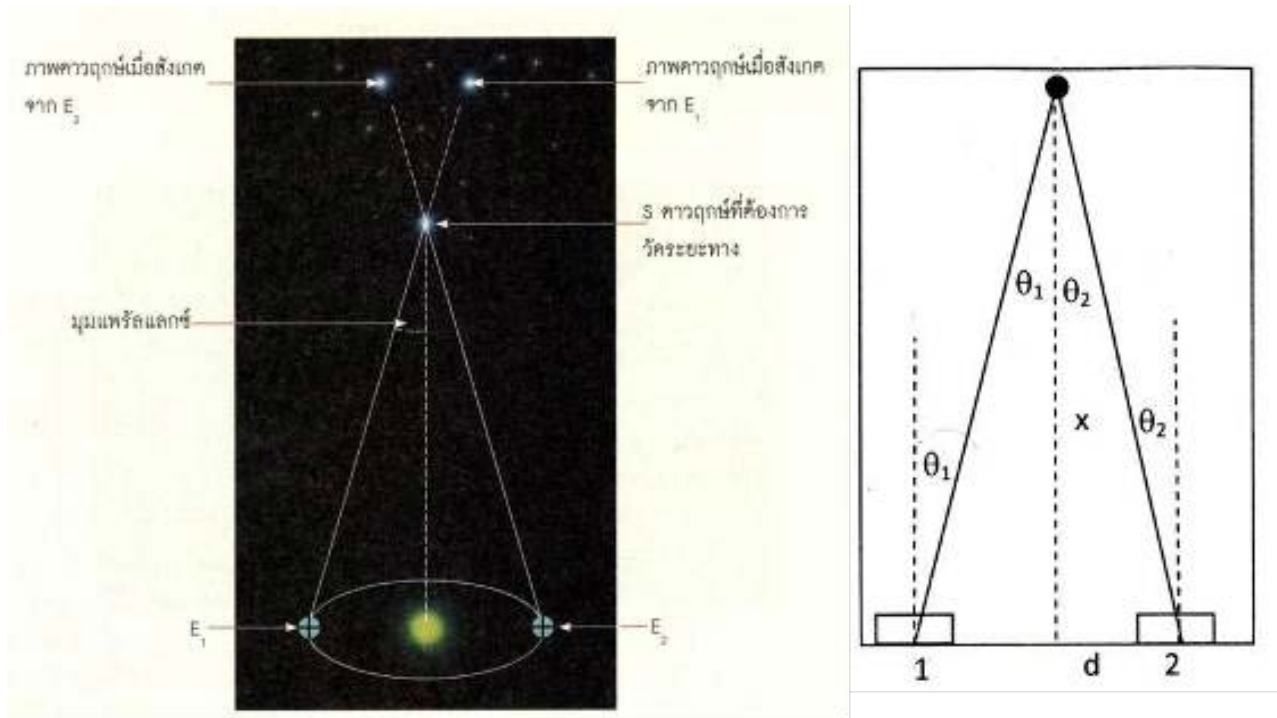
3. เปลี่ยนเป็นหลังตาซ้าย ใช้ตาขวาเล็งนิ้วหัวแม่มือที่วางอยู่ในตำแหน่งเดิมในข้อ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 2 การหาระยะทางของวัตถุโดยวิธีแพรัลแลกซ์

1. วางวัตถุที่ขอบโต๊ะด้านหนึ่ง
2. เลือกจุดสองจุดที่ขอบโต๊ะด้านตรงกันข้ามที่ไม่ตรงกับวัตถุ โดยใช้สายตาประมาณให้เห็นตำแหน่งของวัตถุอ้างอิงระหว่างกึ่งกลางของจุดทั้งสอง วัดระยะห่างระหว่างจุดทั้งสอง (D) แล้วหาระยะทางครึ่งหนึ่งของ D (d)
3. วางไมโครแทรกเตอร์ทับกับขอบโต๊ะที่จุดที่ 1 เล็งไปที่วัตถุอ้างอิง สังเกตตำแหน่งของวัตถุกับฉากหลัง สร้างเส้นแนวตั้งฉากกับฉากหลัง (เป็นแนวสมมติที่แสดงว่าเป็นวัตถุที่อยู่ไกลมาก) แล้ววัดมุมของวัตถุที่กระทำกับเส้นแนวตั้งฉาก บันทึกไว้เป็นค่า θ_1
4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่ย้ายไปทำที่จุดที่ 2 บันทึกไว้เป็นค่า θ_2



5. หาระยะห่างของวัตถุจากสมการต่อไปนี้
 - 5.1 หามุมแพริลแลกซ์ของวัตถุเทียบกับฉากหลังที่ไกลมาก จาก $P = (\theta_1 + \theta_2)/2$
 เปลี่ยนมุมแพริลแลกซ์เป็นหน่วยเรเดียน $P_{(\text{เรเดียน})} = (180/\pi)P$
 - 5.2 หาระยะห่างของวัตถุ จาก $x \approx d/P_{(\text{เรเดียน})}$
6. ใช้สายวัดวัดระยะทางจริง เปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้



เฉลยใบงานที่ 2.5

เรื่อง แพรัลแลกซ์

1. บันทึกค่าที่ได้จากการหาระยะทางด้วยวิธีแพรัลแลกซ์

ระยะห่างของวัตถุ (D)..... (ผลตามการทดลอง).....

ระยะทางครึ่งหนึ่ง (d)(ผลตามการทดลอง).....

มุมแพรัลแลกซ์ของวัตถุ (P)..... (ผลตามการทดลอง).....

มุมแพรัลแลกซ์ $P_{(เรเดียน)}$ (ผลตามการทดลอง).....

ระยะห่างของวัตถุจากจุดสังเกต (x)..... (ผลตามการทดลอง).....

2. ตอบคำถามต่อไปนี้

- 2.1 ในการศึกษาปรากฏการณ์แพรัลแลกซ์ ตำแหน่งของวัตถุในการทดลองทั้งสองครั้งเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....
(ผลตามการทดลอง).....

- 2.2 เมื่อสังเกตดาวฤกษ์ดวงหนึ่งจากโลกที่ตำแหน่งห่างกัน 6 เดือน ถ้าจุดที่ 1 คือ ตำแหน่งของโลก ณ เดือนมีนาคม และ 2 คือตำแหน่งในเดือนกันยายน วัดมุมแพรัลแลกซ์ได้ 0.02 พิลิปดา ดาวดวงนี้จะอยู่ห่างจากโลกเท่าใด

...(จากสูตร $d = \frac{1}{p} = \frac{1}{0.02} = 50 \text{ parsec} = 50 \text{ พาร์เซก} \times 3.26 \text{ ปีแสง} = 163 \text{ ปีแสง}$

ดังนั้น ดาวดวงนี้จะอยู่ห่างจากโลก 163 ปีแสง).....

.....

- 2.3 ถ้าดาว A มีมุมแพรัลแลกซ์เป็นสองเท่าของดาว B ดาว A จะอยู่ใกล้หรือไกลกว่าดาว B ทราบได้อย่างไร

.....(ถ้าดาว A มีมุมแพรัลแลกซ์เป็น 2 เท่าของดาว B

.....แสดงว่าดาว A อยู่ใกล้กว่าดาว B.....

.....จากสูตร $p = \frac{1}{d}$ ดังนั้น $d = \frac{1}{p}$

.....ถ้า p เป็น 2 เท่า ดังนั้น $d = \frac{1}{2p}$).....



ใบกิจกรรมที่ 2.6

เรื่อง ระบบดาวฤกษ์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

ยกตัวอย่างระบบของดาวฤกษ์แบบต่าง ๆ ได้

สื่อ-อุปกรณ์

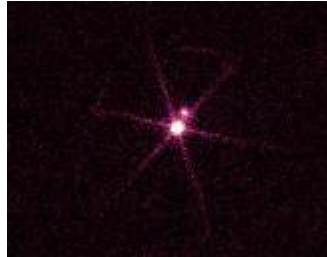
1. ภาพของดาวฤกษ์
2. ใบงาน

วิธีทำ

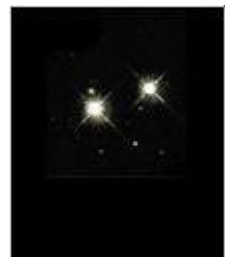
1. ให้ผู้เรียนสังเกตภาพตัวอย่างของดาวฤกษ์พร้อมอ่านคำอธิบายใต้ภาพต่อไปนี้ แล้วร่วมกันอภิปรายว่าตัวอย่างดาวฤกษ์ทั้ง 4 ภาพ ประกอบด้วยดาวฤกษ์กี่ดวง และดาวฤกษ์แต่ละดวงอยู่รวมกันอย่างไร



ดวงอาทิตย์



ดาวซีริอัส เอ (ดวงที่สว่างกว่า) ดาวซีริอัส บี ดาวแอลฟาเซนเทารี เอ บี และซี



กระจุกดาวลูกไก่



กระจุกดาวทรงกลมเอ็ม 13

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่มีบริวารที่ไม่ใช่ดาวฤกษ์ ส่วนดาวซีริอัส ประกอบด้วยดาวฤกษ์ 2 ดวง ที่เคลื่อนที่รอบซึ่งกันและกันด้วยแรงโน้มถ่วง ดาวแอลฟาเซนเทารี ประกอบด้วยดาวฤกษ์ 3 ดวง โดย ดาวแอลฟาเซนเทารี เอ และดาวแอลฟาเซนเทารี บี เคลื่อนที่รอบซึ่งกันและกันรอบละ 80 ปี ในขณะที่ดาวแอลฟาเซนเทารี ซี เคลื่อนที่รอบ 2 ดวงแรก รอบละประมาณ 50 ล้านปี กระจุกดาวลูกไก่ มีดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันมากกว่าร้อยดวงและเคลื่อนที่รอบซึ่งกันและกันด้วยแรงโน้มถ่วง ส่วนกระจุกดาวทรงกลมเอ็ม 13 ซึ่งมีดาวฤกษ์หลายแสนดวงที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกันกับดาวฤกษ์ในกระจุกดาวลูกไก่

เฉลยใบงานที่ 2.6

เรื่อง ระบบดาวฤกษ์

ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. มีดาวฤกษ์ดวงใดโคจรรอบดวงอาทิตย์หรือไม่
(ไม่มีดาวฤกษ์ดวงใดโคจรรอบดวงอาทิตย์ เพราะดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์เดี่ยว).....

2. ดาวซีริอัส ประกอบด้วยดาวฤกษ์ใดบ้าง และมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร
(ประกอบด้วยซีริอัส เอ และซีริอัส บี โคจรรอบกัน โดยที่ซีริอัส บี โคจรรอบซีริอัส เอ.....
มีคาบ 50 ปี).....

3. ดาวฤกษ์ที่อยู่ในกระจุกดาวลูกไก่ หรือกระจุกดาวทรงกลมเอ็ม 13 มีความสัมพันธ์กันหรือไม่
 อย่างไร
(มีความสัมพันธ์กัน ดาวฤกษ์ในกระจุกดาวลูกไก่อยู่ด้วยกันแบบหลวม ๆ ประมาณ
 มากกว่าร้อยดวง ส่วนดาวฤกษ์ในกระจุกดาวทรงกลมอยู่ด้วยกันอย่างหนาแน่นประมาณหลายแสน
 ดวง).....

4. จะให้คำจำกัดความของระบบดาวฤกษ์ได้อย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง

(1. ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่กันเป็นระบบ ไม่อยู่เป็นดาวเดี่ยว ยกเว้นดวงอาทิตย์.....
2. ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันเป็นระบบ เช่น.....
ระบบดาวฤกษ์ 2 ดวง เช่น ซีริอัส เอ และซีริอัส บี.....
ระบบดาวฤกษ์ 3 ดวง เช่น แอลฟาเซนเทารี เอ, แอลฟาเซนเทารี บี และแอลฟาเซน-
เทารี ซี.....
3. ดาวฤกษ์ที่มีจำนวนมากอยู่รวมกัน เรียก กระจุกดาว ได้แก่ กระจุกดาวเปิด และกระจุก
ดาวทรงกลม).....



เรื่อง โครงสร้างโลก

แผนการอบรม

แผนการอบรมครูโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
เรื่อง โครงสร้างโลก

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะและสมบัติของคลื่นไหวสะเทือน
2. อธิบายการศึกษาและสมบัติของโครงสร้างโลกโดยใช้คลื่นไหวสะเทือน
3. อธิบายการศึกษาและสมบัติของโครงสร้างโลกจากองค์ประกอบทางเคมีของหิน และสารต่าง ๆ ภายในโลก

สาระสำคัญ

การศึกษาโครงสร้างภายในโลก มีทั้งการศึกษาโดยทางตรง คือ การเจาะหลุมสำรวจ แต่สามารถขุดเจาะลงไปได้ประมาณ 12 กิโลเมตรเท่านั้น เนื่องจากพบอุปสรรคจากความร้อน และความดันภายในโลก จึงมีการศึกษาโครงสร้างโลกโดยทางอ้อม ด้วยการใช้ข้อมูลของคลื่นไหวสะเทือน ที่เกิดจากแผ่นดินไหวหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ คลื่นไหวสะเทือนจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ คลื่นพื้นผิว ประกอบไปด้วยคลื่นเลิฟ และคลื่นเรย์ลี ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ คลื่นในตัวกลาง ประกอบด้วยคลื่นปฐมภูมิ หรือคลื่น P และคลื่นทุติยภูมิ หรือคลื่น S ซึ่งคลื่น P และ S มีลักษณะและสมบัติที่ต่างกัน จากการพิจารณาข้อมูลของคลื่นไหวสะเทือนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วตามความลึก รวมถึงการสะท้อน และการหักเหเมื่อคลื่นเดินทางผ่านโครงสร้างภายในโลก และการเกิดเขตอับคลื่น สามารถแบ่งโครงสร้างโลกออกได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นธรณีภาค ชั้นฐานธรณีภาค ชั้นมีโซสเฟียร์ แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน โดยโครงสร้างโลกแต่ละชั้นมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน

นอกจากการแบ่งโครงสร้างโลก โดยใช้ข้อมูลของคลื่นไหวสะเทือนแล้ว ยังสามารถแบ่งโครงสร้างโลก จากองค์ประกอบทางเคมีของโครงสร้างแต่ละชั้น โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างหินบนผิวโลก หินหนืด และอุกกาบาตที่พบบนผิวโลก ประกอบกับทฤษฎีการกำเนิดโลกและกำเนิดเอกภพ สามารถแบ่งโครงสร้างของโลกออกได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และแก่นโลก

ความรู้พื้นฐาน

1. การแบ่งโครงสร้างโลกโดยใช้องค์ประกอบทางเคมี
2. ทฤษฎีกำเนิดโลก และกำเนิดเอกภพ
3. สมบัติของคลื่น ได้แก่ การสะท้อน การหักเหและองค์ประกอบของคลื่น ความเร็ว



ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1. ชั้นเนื้อโลกเป็นของเหลว
2. ชั้นฐานธรณีภาคไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของชั้นเนื้อโลก
3. ข้อมูลความหนาของชั้นโครงสร้างโลกมีค่าที่แน่นอนเพียงค่าเดียว
4. ไม่เข้าใจระบบการแบ่งโครงสร้างโลกทั้งสองแบบ

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบความรู้เรื่องคลื่นไหวสะเทือน
2. เอกสารประกอบการอบรม 2: ใบความรู้เรื่องการแบ่งโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี
3. เอกสารประกอบการอบรม 3: ใบงาน
4. สื่อสำหรับวิทยากร 1: ไฟล์ สรุปเรื่องโครงสร้างโลก.ppt
5. สื่อสำหรับวิทยากร 2: ไฟล์ คลื่นไหวสะเทือน.wmv
6. สื่อสำหรับวิทยากร 3: ไฟล์ กิจกรรมโครงสร้างโลก.ppt
7. สื่อสำหรับวิทยากร 2: ไฟล์ สิ่งที่มาจากใต้โลก.wmv
8. ขดลวดสปริง
9. ริปปิ้น

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
1. ให้ผู้เรียนศึกษาวิดีโอทัศน์เรื่อง สิ่งที่มาจากใต้โลก แล้วร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง ในคำถามต่อไปนี้ - ภายในโลกประกอบด้วยสิ่งใด เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> หิน หินหนืด แร่ธาตุ ของแข็งของเหลว หินหนืด เนื่องจากการประทุของภูเขาไฟทำให้มีหินหนืด แก๊ส เศษหิน เศษฝุ่น พุ่งออกมาจากปล่องภูเขาไฟ - การศึกษาโครงสร้างโลกโดยทางตรงยังไม่สามารถทำได้ จะมีวิธีการใดบ้างที่ใช้	- ไฟล์ สิ่งที่มาจากใต้โลก.wmv	

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
ในการศึกษาโครงสร้างโลก (ตอบตามความเข้าใจของตนเอง) <u>ตอบ</u> มี เช่น การใช้คลื่นไหวสะเทือนใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำการตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็กโลกการตรวจวัดค่าความโน้มถ่วงการตรวจวัดความต้านทานไฟฟ้าของหิน เป็นต้น 2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน ที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างโลก แล้วร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 1 3. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายโดยเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรม 1.1 ตอนที่ 1 พร้อมศึกษาสื่อดิจิทัลเรื่องคลื่น P และ คลื่น S ในประเด็นต่อไปนี้ - ถ้าคลื่น P (primary wave) เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วกว่าคลื่น S (secondary wave) แล้วคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางคลื่นใดเป็นคลื่น P และคลื่นใดเป็นคลื่น S เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น <u>ตอบ</u> คลื่นตามยาวเป็นคลื่น P เพราะสังเกตได้จากลักษณะการเคลื่อนที่ของ	- ขดลวดสปริง - ริปป์ - ใบกิจกรรมที่ 1.1 - ไฟล์ คลื่นไหวสะเทือน.wmv	1. การประเมินการมีส่วนร่วม - เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2. เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนน ชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
สปริงมีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นตามขวางเป็นคลื่น S เพราะสังเกตได้จากลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงมีทิศทางการตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น ทำให้คลื่น S ใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากกว่าคลื่น P 4. ให้ผู้เรียนศึกษาสื่อดิจิทัล และใบความรู้เรื่องคลื่นไหวสะเทือนและร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับประเภทและสมบัติของคลื่นไหวสะเทือนแต่ละชนิด <u>ตอบ</u> คลื่นไหวสะเทือนแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่ คลื่นในตัวกลาง และคลื่นพื้นผิว คลื่นในตัวกลางแบ่งเป็นสองประเภทได้แก่ คลื่น P และคลื่น S โดยคลื่น P จะเคลื่อนที่ผ่านได้ในตัวกลางทุกชนิด แต่คลื่น S ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวและแก๊สได้ 5. หลังจากปฏิบัติกิจกรรมในข้อ 3 ให้ผู้เรียนพิจารณาเขตอับคลื่น S แล้วร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองในประเด็นต่อไปนี้ - เมื่อเกิดแผ่นดินไหว เพราะเหตุใดสถานที่อยู่ ณ บริเวณเขตอับคลื่น S จึงไม่สามารถตรวจสอบคลื่น S ได้เช่นเดียวกับบริเวณอื่น <u>ตอบ</u> คลื่น S ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวได้	- ไฟล์ คลื่นไหวสะเทือน.wmv - ใบความรู้ คลื่นไหวสะเทือน - ไฟล์ ภาพเขตอับคลื่นหูดิถีภูมิ.jpeg	

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
6. ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพ การเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลกในกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 แล้วบรรยายสิ่งที่สังเกตได้ พร้อมบันทึกในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 2 7. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ - คลื่นไหวสะเทือนที่นำมาใช้ศึกษาโครงสร้างโลกเกิดขึ้นได้จากแหล่งใดบ้าง <u>ตอบ</u> แผ่นดินไหว การทดลองระเบิดนิวเคลียร์ - คลื่นไหวสะเทือนมีประโยชน์ต่อการศึกษาในเรื่องใดอีกบ้าง <u>ตอบ</u> สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ สำรวจธรณีพิบัติภัย เช่น หลุมยุบ เป็นต้น 8. ให้ผู้เรียนสังเกตภาพโครงสร้างโลกและใบความรู้เรื่องการแบ่งโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีแล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการแบ่งโครงสร้างโลกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และแก่นโลก จากนั้นตอบคำถามต่อไปนี้ - หินชนิดที่มาจากใต้ผิวโลก น่าจะมาจากชั้นใดมีสถานะใด <u>ตอบ</u> ชั้นเนื้อโลกตอนบนสุด สถานะของแข็ง ที่มีสมบัติเป็นพลาสติก - หินที่พบในชั้นเนื้อโลกมีสมบัติเดียวกันทั้งหมดหรือไม่ จะทราบได้อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของตนเอง)	- ใบกิจกรรมที่ 1.1 - ไฟล์ ภาพโครงสร้างโลก.jpeg - ใบความรู้ การแบ่งโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี	1. เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- การแบ่งโครงสร้างโลกเป็น 3 ชั้น ดั่งภาพ ได้มาโดยวิธีการใด <u>ตอบ</u> ศึกษาสมบัติทางเคมีของหิน 9. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้เรื่องโครงสร้างโลก โดยใช้ใบกิจกรรมที่ 1.2	- ใบกิจกรรมที่ 1.2	การสรุปองค์ความรู้ - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนการสรุปองค์ความรู้

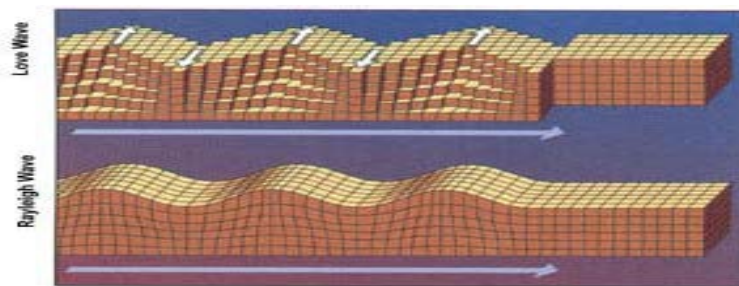
เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบความรู้ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน

1. ชนิดของคลื่นไหวสะเทือน

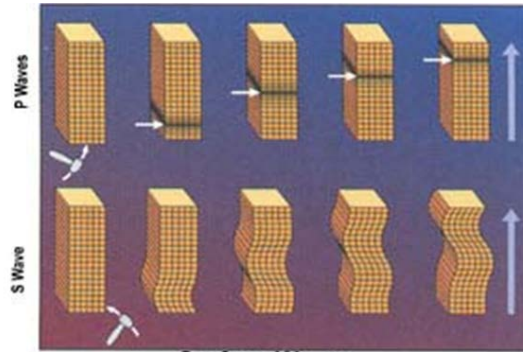
คลื่นไหวสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวในธรรมชาติมี 2 ลักษณะ คือ คลื่นพื้นผิว (surface waves) และคลื่นในตัวกลาง (body waves)

1.1 คลื่นพื้นผิว (surface waves) เป็นผลรวมของคลื่นที่เกิดจากการสั่นสะเทือนสองชนิด ชนิดแรกเป็นคลื่นเลิฟ (L waves) เกิดจากการสั่นสะเทือนของพื้นผิวโลกในแนวขวางคล้ายกับการเลื้อยของงู อีกชนิดหนึ่งเป็นคลื่นรีน (R wave) ที่คล้ายกับคลื่นผิวน้ำ ทำให้พื้นผิวเคลื่อนที่ขึ้นลงคล้ายกับน้ำในมหาสมุทร ระหว่างการเกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง พื้นโลกจะเคลื่อนที่ทั้งแบบขึ้นลง และขยับตัวในแนวขวางไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ระบบท่อระบายน้ำและสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งท่อสายไฟ สายโทรศัพท์ และท่อต่าง ๆ ใต้ดินได้รับความเสียหาย



1.2 คลื่นในตัวกลาง (body waves) แบ่งได้เป็นสองประเภท ได้แก่ คลื่นปฐมภูมิ (Primary waves หรือ P waves) ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 4 - 7 กิโลเมตรต่อวินาที และคลื่นทุติยภูมิ (Secondary waves หรือ S waves) ซึ่งเคลื่อนที่ช้ากว่า คือประมาณ 2 - 5 กิโลเมตรต่อวินาที คลื่นปฐมภูมิ เป็นคลื่นตามยาวเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางซึ่งเป็นชั้นหินจะทำให้หินถูกอัดและขยายสลับกันไปทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นปฐมภูมิสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีสถานะเป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ส่วนคลื่นทุติยภูมิเป็นคลื่นตามขวางเมื่อเคลื่อนที่ผ่านชั้นหินทำให้ชั้นหินสั่นในทิศทางที่ตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นทุติยภูมิสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งเท่านั้น ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวได้

โดยทั่วไปคลื่นไหวสะเทือนจะมี อัตราเร็วและความสามารถในการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นและความหนาแน่นของวัสดุตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน ดังนั้นถ้ามีข้อมูลดังกล่าวเราสามารถรู้ถึงองค์ประกอบและลักษณะทางกายภาพของส่วนที่ลึกลงไปในโลกได้ ตัวอย่างเช่น คลื่นปฐมภูมิหรือคลื่นตามยาว สามารถเคลื่อนที่ผ่านหินเปลือกโลกที่แข็งและหนาแน่นด้วยอัตราที่เร็วกว่าชั้นที่เป็นของเหลว ส่วนคลื่นทุติยภูมิหรือคลื่นตามขวางไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านของเหลวได้เลย

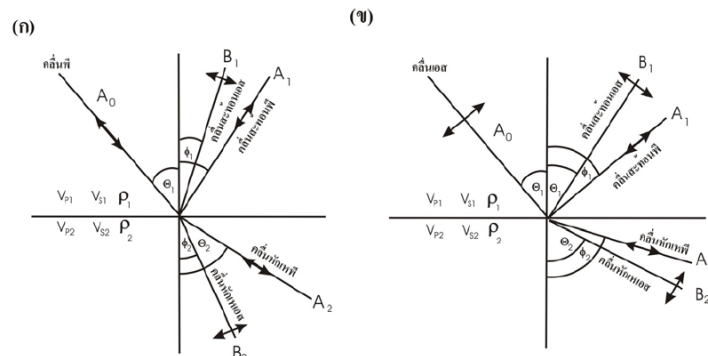


ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวกลาง

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นหลักฐานที่ชี้ให้เห็นได้ว่า ในบริเวณตอนล่างของชั้นเนื้อโลกและแก่นโลกชั้นนอกซึ่งอยู่ลึกมากกว่า 2,900 กิโลเมตร ยังมีลักษณะเป็นของเหลวหนืด

2. การเปลี่ยนโหมดของคลื่นไหวสะเทือน

เมื่อคลื่นพีหรือคลื่นเอส กระแทกกับรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดกันแบบทำมุม จะเกิดการสะท้อนและหักเหของทั้งคลื่นพีและคลื่นเอสดังแสดงในรูป จากรูปจะพบว่าเมื่อคลื่นพีหรือคลื่นเอสตกกระทบบรอยต่อของชั้นต่าง ๆ จะปรากฏคลื่นสะท้อนและหักเหทั้งคลื่นพีและคลื่นเอส ปรากฏการณ์นี้เราเรียกว่า การเปลี่ยนโหมดของคลื่น (Mode conversion) ซึ่งทำให้เราสามารถอธิบายได้ว่าทำไมจึงพบคลื่นเอสบริเวณรอยต่อของชั้นแก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน คลื่นเอสดังกล่าวเป็นคลื่นที่แตกตัวออกมาจากคลื่นพีที่ตกกระทบบรอยต่อระหว่างแก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นในนั่นเอง



3. ความเร็วของคลื่นไหวสะเทือน

คลื่นไหวสะเทือนแต่ละชนิดสามารถเดินทางผ่านชั้นหินต่าง ๆ ได้ด้วยความเร็วที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของหินแต่ละชนิด เช่น ระหว่างดินแห้งกับดินเปียก ค่าความหนาแน่นย่อมไม่เท่ากัน ดังนั้นค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือนภายในดินแห้งจึงแตกต่างจากดินเปียก หรือระหว่างหินทรายกับหินปูน ค่าความหนาแน่นของหินทรายที่มีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบกับหินปูนที่มีแร่แคลไซต์เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังนั้นค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือนย่อมแตกต่างกัน เป็นต้น ตารางด้านล่างแสดงค่าความเร็วคลื่นพีและคลื่นเอสของดินและหินที่สำคัญ

ตารางแสดงค่าความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนของวัตถุชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุ	ความเร็วคลื่นปฐมภูมิ (เมตร/วินาที)	ความเร็วคลื่นทุติยภูมิ (เมตร/วินาที)
อากาศ	332	
น้ำ	1,400 – 1,500	
ปิโตรเลียม	1,300 – 1,400	
เหล็ก	6,100	3,500
คอนกรีต	3,600	2,000
หินแกรนิต	5,500 – 5,900	2,800 – 3,000
หินบะซอลต์	6,400	3,200
หินทราย	1,400 – 4,300	700 – 2,800
หินปูน	5,900 – 6,100	2,800 – 3,000
ทราย (ยังไม่แข็งตัว)	200 – 1,000	80 – 400
ทราย (แข็งตัว)	800 – 2,200	320 – 880
ดินเหนียว	1,000 – 2,500	400 – 1,000
ตะกอนธารน้ำแข็ง	1,500 – 2,500	600 – 1,000

ใบกิจกรรมที่ 1.1 คลื่นไหวสะเทือน

ตอนที่ 1

1. เมื่อออกแรงอัดสปริง ให้วาดภาพคลื่นที่สังเกตได้

- ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของริบบิ้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
-
-
-
-

2. เมื่อออกสะบัดสปริง ให้วาดภาพคลื่นที่สังเกตได้

- ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของริบบิ้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
-
-
-
-
-

- จากผลการทดลองในข้อ 1 และ 2 ข้อใดเป็นคลื่นตามยาว และข้อใดเป็นคลื่นตามขวาง เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

3. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางมีความเร็วในการเคลื่อนที่แตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลก

1. ฐานธรณีภาคและธรณีภาคมีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. บริเวณใดที่คลื่น S ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. คลื่น S ที่ปรากฏอยู่ในแก่นโลกชั้นในเป็นคลื่น S เดียวกันกับคลื่น S ที่ปรากฏอยู่ในชั้นมีโซสเฟียร์หรือไม่ และคลื่น S ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....



4. โครงสร้างโลกแต่ละชั้นดังภาพ มีสถานะและความหนาแน่นแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



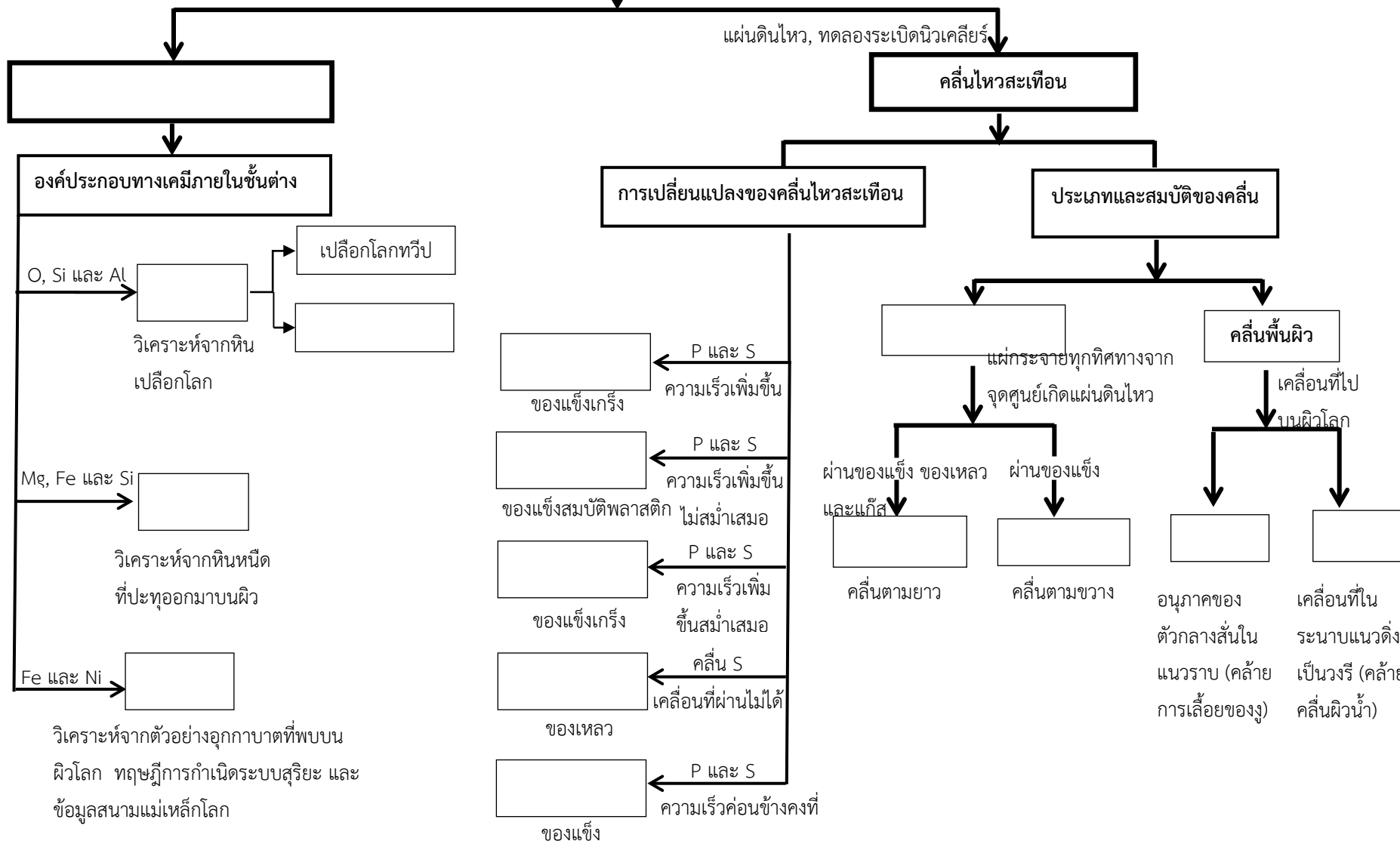
เลือกคำที่กำหนดให้ เติมลงในช่องว่างให้สม



คำที่กำหนด องค์ประกอบทางเคมี เปลือกโลกสมุทร ธรณีภาค
ฐานธรณีภาค เนื้อโลก คลื่นเลิฟ มีโซสเฟียร์ แก่นโลกชั้นใน คลื่นเรย์ลี
แก่นโลก คลื่นในตัวกลาง คลื่นปฐมภูมิ แก่นโลกชั้นนอก คลื่นปฐมภูมิ
เปลือกโลก



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง และอธิบายลักษณะของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางโดยใช้ขดลวดสปริง
2. อธิบายลักษณะของคลื่นไหวสะเทือน P และ S จากการทดลองขดลวดสปริง
3. วิเคราะห์และแปลความหมายของการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไหวสะเทือนเมื่อผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลก

สื่อ-อุปกรณ์

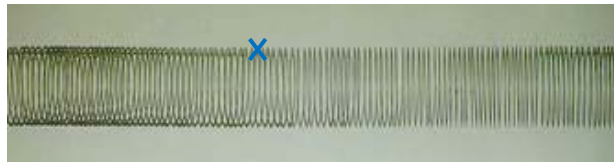
1. ขดลวดสปริง
2. ริปบิ้น
3. ภาพการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลก
4. อนิเมชันแสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือน
5. ใบกิจกรรมที่ 1.1

วิธีการ

ตอนที่ 1

ผู้เรียนร่วมกันพิจารณา แบบจำลองการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนด้วยขดลวดสปริง ดังนี้

1. วางสปริงบนพื้นราบ และนำริปบิ้นผูกติดกับสปริง 1 ตำแหน่งดังภาพ

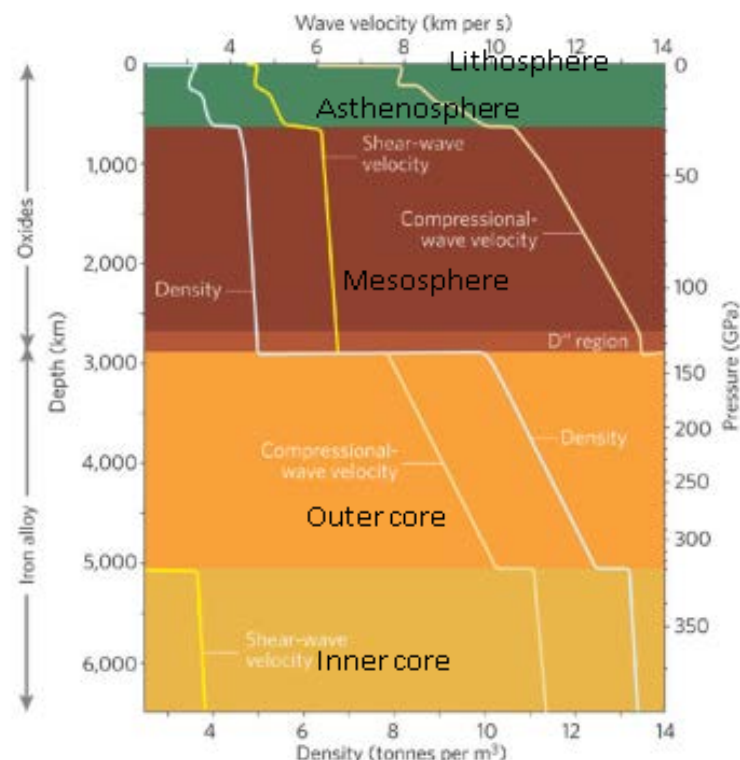
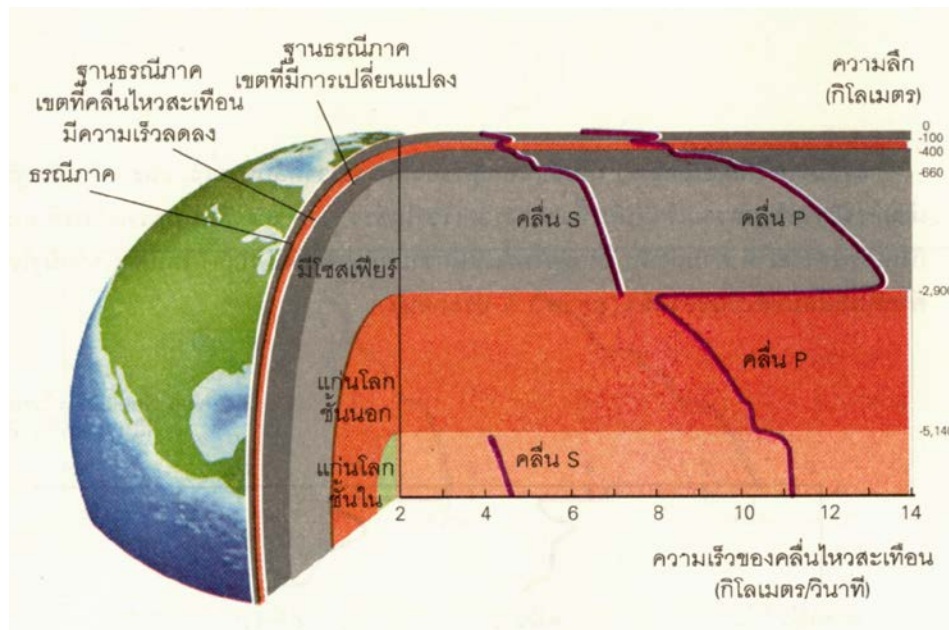


ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/cgi-bin/show2.cgi/kp6/BOOK20/pictures/s20-106>

2. จับปลายสปริงคนละด้านให้ห่างกันประมาณ 3 เมตร แล้วให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งจับปลายสปริงให้นิ่ง แล้วให้อีกคนออกแรงอัดสปริงที่ปลายด้านหนึ่งของสปริงอย่างต่อเนื่องสังเกตการเคลื่อนที่ของขดลวดสปริงและริปบิ้น พร้อมทั้งวาดภาพและบันทึกผลการสังเกต
3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2 แต่ออกแรงขยับสปริงให้เคลื่อนที่ซ้ายขวาเหมือนคลื่น สังเกตการเคลื่อนที่ของขดลวดสปริงและริปบิ้น พร้อมทั้งวาดภาพและบันทึกผลการสังเกต

ตอนที่ 2

1. ให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนใน
ตัวกลางที่แตกต่างกัน โดยมีประเด็นที่สำคัญในการศึกษาโครงสร้างโลก คือ
 - คลื่น P เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางได้ทุกสถานะ แต่คลื่น S เป็นคลื่นที่สามารถ
ผ่านได้เฉพาะตัวกลางที่เป็นของแข็ง
2. ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลก แล้ว
ตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 2



เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 คลื่นไหวสะเทือน

ตอนที่ 1

1. เมื่อออกแรงอัดสปริง ให้อาตรภาพคลื่นที่สังเกตได้

- ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสปริงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
ลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น

2. เมื่อออกสะบัดสปริง ให้อาตรภาพคลื่นที่สังเกตได้

- ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสปริงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
ลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงมีทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
- จากผลการทดลองในข้อ 1 และ 2 ข้อใดเป็นคลื่นตามยาว และข้อใดเป็นคลื่นตามขวาง เพราะเหตุใด

การทดลองในข้อ 1 เป็นคลื่นตามยาวเพราะสังเกตได้จากลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น การทดลองในข้อ 2 เป็นคลื่นตามขวาง เพราะสังเกตได้จากลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงมีทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น

3. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางมีความเร็วในการเคลื่อนที่แตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด

คลื่นตามยาวเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าคลื่นตามขวางเพราะสังเกตได้จากลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น แต่คลื่นตามขวางมีลักษณะการเคลื่อนที่ของสปริงในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น ทำให้คลื่นตามขวางใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากกว่า

ตอนที่ 2 ตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลก

1. ฐานธรณีภาคและธรณีภาคมีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

มีสมบัติแตกต่างกันทราบได้จาก คลื่นไหวสะเทือนมีความเร็วลดลง

2. บริเวณใดที่คลื่น S ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ เพราะเหตุใด

บริเวณแก่นโลกชั้นนอก เพราะมีสถานะเป็นของเหลว

3. คลื่น S ที่ปรากฏอยู่ในแก่นโลกชั้นในเป็นคลื่น S เดียวกันกับคลื่น S ที่ปรากฏอยู่ในชั้นมีโซสเฟียร์หรือไม่ และคลื่น S ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร

ไม่ เพราะคลื่น S ในชั้นมีโซสเฟียร์ไม่สามารถผ่านแก่นโลกชั้นนอกที่เป็นของเหลวได้ แต่คลื่น S ที่ปรากฏในแก่นโลกชั้นในเป็นคลื่น S ที่เปลี่ยนแปลงมาจากคลื่น P ที่เดินทางจากแก่นโลกชั้นนอกเข้าสู่แก่นโลกชั้นใน

4. โครงสร้างโลกแต่ละชั้นดังภาพ มีสถานะและความหนาแน่นแตกต่างกันอย่างไร

ชั้นธรณีภาค มีสถานะเป็นของแข็ง ความหนาแน่นน้อยที่สุด

ชั้นฐานธรณีภาค มีสถานะเป็นของแข็งในสภาพพลาสติก ความหนาแน่นใกล้เคียงชั้นธรณีภาค

ชั้นมีโซสเฟียร์ มีสถานะเป็นของแข็ง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจากชั้นฐานธรณีภาค

แก่นโลกชั้นนอก มีสถานะเป็นของเหลว ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจากชั้นมีโซสเฟียร์

แก่นโลกชั้นใน มีสถานะเป็นของแข็ง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจากแก่นโลกชั้นนอก



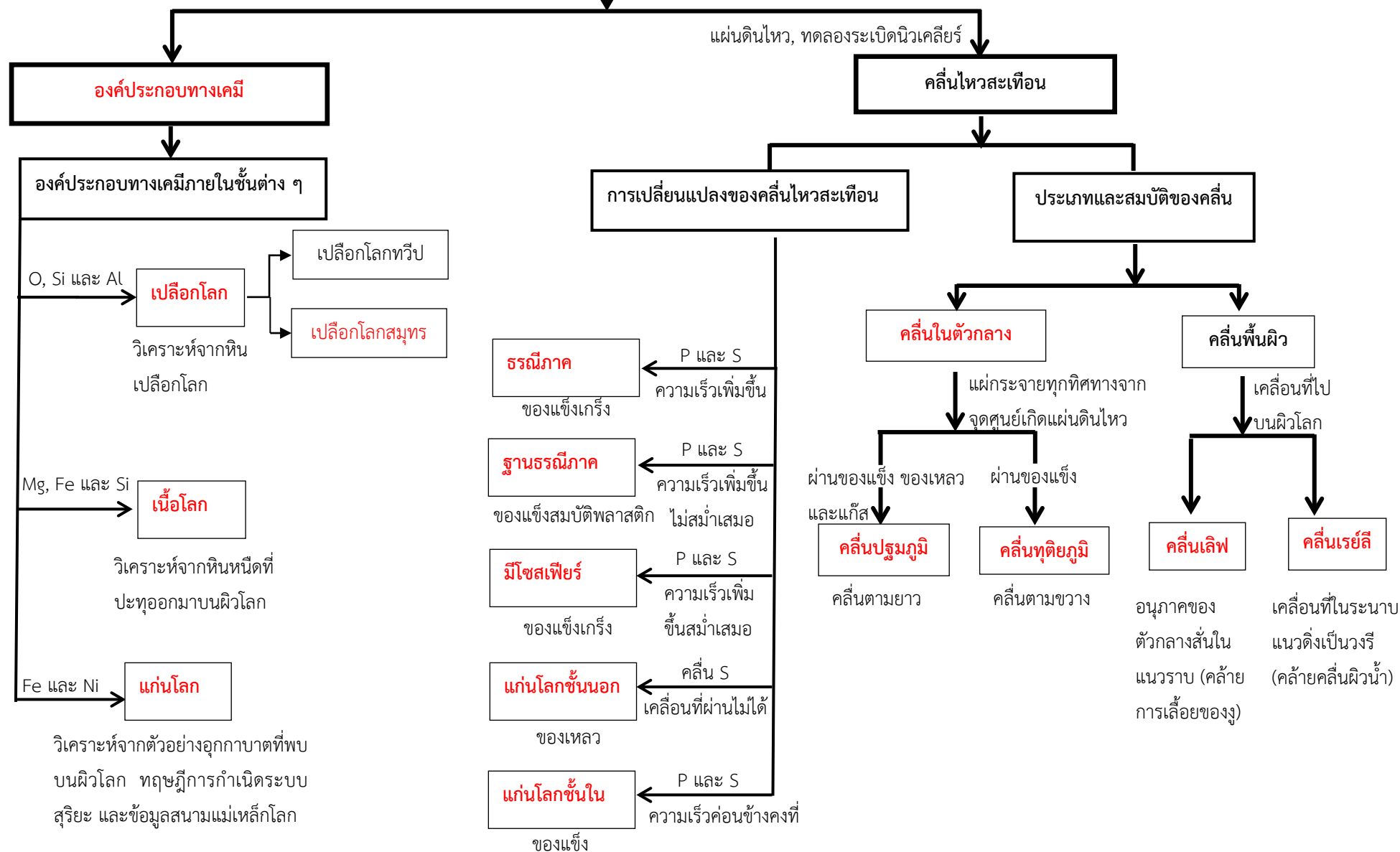


เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 ผังมโนทัศน์โครงสร้างโลก เลือกคำที่กำหนดให้ เติมลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

การศึกษาโครงสร้างโลก



คำที่กำหนด องค์ประกอบทางเคมี เปลือกโลกสมุทร ธรณีภาค ฐานธรณีภาค เนื้อโลก คลื่นเลิฟ มีโซสเฟียร์ แก่นโลกชั้นใน คลื่นเรย์ลี แก่นโลก คลื่นในตัวกลาง คลื่นปฐมภูมิ แก่นโลกชั้นนอก คลื่นปฐมภูมิ เปลือกโลก



เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

แผนการอบรม

แผนการอบรมครู โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่

เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 6 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายทฤษฎีทวีปเลื่อน และทฤษฎีการแผ่ขยายของพื้นสมุทร รวมทั้งหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีดังกล่าว
2. อธิบายทฤษฎีการแปรสัณฐานของแผ่นธรณี กระบวนการ และรูปแบบเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

สาระสำคัญ

ในอดีตได้มีการนำเสนอทฤษฎีทวีปเลื่อนที่อธิบายว่า แผ่นธรณีทวีปเคยอยู่ติดเป็นผืนแผ่นเดียวกัน เรียกว่า พันเจีย ต่อมาเกิดการเคลื่อนที่แยกจากกันเรียงตัวดังที่เห็นในปัจจุบัน โดยมีหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุน ได้แก่ รอยต่อของขอบทวีป ชนิดและประเภทของหิน ตะกอนจากธารน้ำแข็ง ซากดึกดำบรรพ์ ต่อมาได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาการเกิดเทือกสันเขาใต้สมุทร อายุของหินบริเวณเทือกสันเขาใต้สมุทร และภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล ทำให้ทราบว่า แผ่นธรณีบริเวณใต้สมุทรมีการเคลื่อนที่แยกจากกัน จึงเสนอเป็นทฤษฎีการแผ่ขยายของพื้นสมุทร ซึ่งทฤษฎีนี้ช่วยสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง 2 ทฤษฎีนี้ยังไม่สามารถอธิบายสาเหตุและรูปแบบของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีได้ ต่อมากลุ่มนักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมข้อมูล เสนอเป็น ทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ที่อธิบายการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ แผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แผ่นธรณีเคลื่อนที่แยกออกจากกัน และแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวระดับด้านข้าง ซึ่งการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าวมีสมมติฐานว่า เกิดจากกระบวนการพาความร้อนภายในชั้นเนื้อโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีทั้งสามรูปแบบจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา

ความรู้พื้นฐาน

1. โครงสร้างโลก
2. หินและแร่
3. ซากดึกดำบรรพ์



ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1. เข้าใจผิดระหว่างหลักฐานสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อนกับทฤษฎีการแผ่ขยายของพื้นสมุทร
2. วงจรการพาความร้อนมีเพียงวงจรเดียว
3. มหาทวีปพันเจียเกิดขึ้นพร้อมกับโลก และเกิดแค่ครั้งเดียว
4. ทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีธรณีแปรสัณฐานเป็นทฤษฎีเดียวกัน
5. เทือกสันเขากลางมหาสมุทรเกิดจากการชนกันของแผ่นธรณี
6. ร่องลึกก้นสมุทรเกิดจากการเคลื่อนที่แยกออกจากกันของแผ่นธรณี

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1: ใบความรู้เรื่องการแยกตัวของพื้นสมุทร
2. เอกสารประกอบการอบรม 2: ใบความรู้เรื่องรอยแตก
3. เอกสารประกอบการอบรม 3: ใบความรู้เรื่องหลักฐานสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน
4. เอกสารประกอบการอบรม 4: ใบกิจกรรม
5. สื่อสำหรับวิทยากร 1: ไฟล์ สรุปเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง.ppt
6. สื่อสำหรับวิทยากร 2: ไฟล์ กิจกรรมโลกและการเปลี่ยนแปลง.ppt
7. สื่อสำหรับวิทยากร 3: ไฟล์ ข้อมูลความหนาของแผ่นธรณี.jpeg
8. สื่อสำหรับวิทยากร 4: ไฟล์ แผนที่โลก.jpeg
9. สื่อสำหรับวิทยากร 5: แบบจำลองจิ๊กซอว์ทวีป
10. สื่อสำหรับวิทยากร 6: โปรแกรมกูเกิลเอิร์ธ
11. สื่อสำหรับวิทยากร 7: ภาพการเคลื่อนตัวของแผ่นดินในแนวระดับ
12. แผ่นยาง
13. ดินน้ำมัน
14. ตะเกียงแอลกอฮอล์
15. แท่งแก้ว
16. แผ่นโฟมที่มีความหนาแตกต่างกัน
17. ถาดแก้วทนไฟลักษณะแบน
18. น้ำมันพืช
19. ผงอริกาโน
20. แผ่นโฟมที่ตัดเป็นรูปร่างของแผ่นธรณี
21. กรรไกร
22. สีไม้ หรือสีเมจิก
23. ดินสอ
24. กระดาษ



แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
1. ให้ผู้เรียนพิจารณาแผนที่โลกในปัจจุบัน แล้วร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองในประเด็นต่อไปนี้ - โลกในอดีตในความคิดของผู้เรียนเป็นอย่างไร และเกิดการเปลี่ยนแปลงมาเป็นปัจจุบันได้อย่างไร <u>ตอบ</u> เหมือนปัจจุบัน หรือต่างกัน 2. ให้ผู้เรียนเล่นเกมจิ๊กซอว์ทวีป โดยปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 2.1 เพื่อศึกษาการอยู่ติดกันของแผ่นธรณีในอดีตจากหลักฐานทางธรณีวิทยาบางประการ และตอบคำถามในใบงานที่ 2.1 3. ผู้เรียนและผู้สอน ร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการอยู่ติดกันของแผ่นธรณีในอดีตโดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ตำแหน่งของแผ่นธรณีในอดีตกับปัจจุบันแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร <u>ตอบ</u> ต่างกัน ในอดีตแผ่นธรณีอยู่ติดกัน - จากแบบจำลองจิ๊กซอว์ทวีป ใช้หลักฐานใดที่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าวและอธิบายได้ว่าอย่างไร	- ไฟล์ แผนที่โลก.jpeg - แบบจำลองจิ๊กซอว์ทวีป - ใบความรู้เรื่องหลักฐานสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน - ใบงานที่ 2.1	1. การประเมินการมีส่วนร่วม - เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2. เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

128

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
- ลักษณะดังกล่าวน่าจะเกิดจากสาเหตุใด <u>ตอบ</u> เนื่องจากการเคลื่อนตัวของแผ่นดินในแนวระดับ 7. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง วงจรการพาความร้อน เพื่อศึกษาสาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี 8. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - วงจรการพาความร้อนจากการทดลองเหมือนหรือแตกต่างกับวงจรการพาความร้อนในโลกอย่างไร <u>ตอบ</u> เหมือนกัน แผ่นโพนมีการเคลื่อนที่ออกจากกันเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี และมีการเคลื่อนที่ของวงจรการพาความร้อนเหมือนกัน - วงจรการพาความร้อนในโลกเกิดขึ้นในชั้นใดบ้าง <u>ตอบ</u> ชั้นฐานธรณีภาค และชั้นมีโซสเฟียร์ - วงจรการพาความร้อนภายในเนื้อโลกส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีอย่างไร	- ถาดแก้วทนไฟลักษณะแบน - น้ำมันพืช - ผงออริกาน - แผ่นโพนตัดเป็นรูปร่างแผ่นธรณี - ตะเกียงแอลกอฮอล์ - แท่งแก้ว - ใบงานที่ 2.3	1. การประเมินการมีส่วนร่วม - เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2. เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน



กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
<u>ตอบ</u> ทำให้แผ่นธรณีเคลื่อนที่ออกจากกัน เข้าหากัน และเคลื่อนที่ผ่านกัน 9. เมื่อผู้เรียนทราบถึงสาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.4 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีแต่ละแบบ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี 10. ให้ผู้เรียนใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ธหรือภาพนิ่งจากโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธเพื่อสำรวจเทือกสันเขาใต้สมุทรและร่องลึกก้นสมุทร รอยเลื่อนเฉือน แนวเทือกเขาใหญ่บนขอบทวีป แนวเกาะภูเขาไฟรูปโค้ง 11. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้ - การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีมีกี่รูปแบบ อะไรบ้าง <u>ตอบ</u> 3 รูปแบบ ได้แก่ เคลื่อนที่ออกจากกัน เคลื่อนที่เข้าหากัน เคลื่อนที่ผ่านกัน - ลักษณะต่าง ๆ ที่สังเกตได้จากโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธเป็นผลจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีในรูปแบบใด	- ไฟล์ ข้อมูลความหนาของแผ่นธรณี.jpeg - แผ่นโพลที่มีขนาดความหนาต่างกัน - แผ่นยาง - ดินน้ำมัน - ใบงานที่ 2.4 - โปรแกรมกูเกิลเอิร์ธ	1. การประเมินการมีส่วนร่วม - เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2. เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
<u>ตอบ</u> 3 รูปแบบ ได้แก่ เคลื่อนที่ออกจากกัน เคลื่อนที่เข้าหากัน เคลื่อนที่ผ่านกัน 12. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง โดยใช้คำถามดังนี้ - การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นหินอย่างไร <u>ตอบ</u> ชั้นหินเกิดการคดโค้ง และรอยเลื่อนตัว 13. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 2.5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงชั้นหิน เพื่อศึกษาผลจากแรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นหิน ณ บริเวณต่าง ๆ บนโลก 14. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ - เมื่อมีแรงมากระทำกับชั้นหิน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นหินอย่างไร <u>ตอบ</u> แรงอัด ทำให้เกิดชั้นหินคดโค้ง และรอยเลื่อนย้อน แรงดึง ทำให้เกิดรอยเลื่อนปกติ และแรงเฉือนทำให้เกิดรอยเลื่อนในแนวระดับ	- ใบความรู้เรื่องรอยแตก - ดินน้ำมัน - ใบงานที่ 2.5	1. การประเมินการมีส่วนร่วม - เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 2. เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

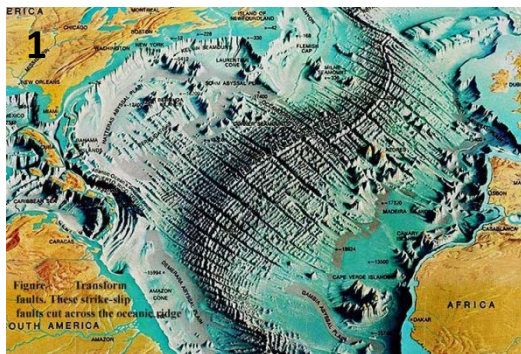
กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
15. ให้ผู้เรียนพิจารณาผังมโนทัศน์เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง แล้วเลือกคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง	- ผังมโนทัศน์เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง	การสรุปองค์ความรู้ - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนการสรุปองค์ความรู้

เอกสารประกอบแผนการอบรม

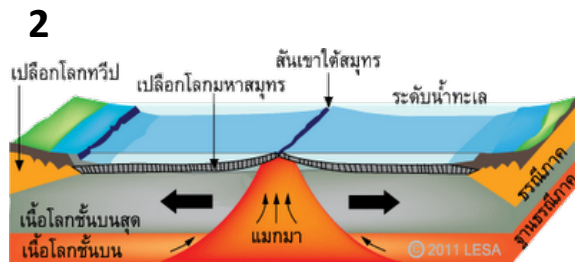
ใบความรู้ เรื่อง การแยกตัวของพื้นสมุทร

หลักฐานและข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของทวีป มีดังนี้

1. เทือกสันเขาใต้สมุทร (mid-oceanic ridge) มีลักษณะเป็นเทือกสันเขาใต้สมุทรที่มีฐานกว้างมากเมื่อเทียบกับความสูง บริเวณส่วนยอดของเทือกสันเขาใต้สมุทรจะเกิดลักษณะภูมิประเทศแบบหุบเขาทรุด (rift valley) ที่มีลักษณะเป็นรอยแยกตลอดความยาวของเทือกเขาและมีรอยแตกตัดขวางบริเวณสันเขานี้มากมาย รอยแยกเหล่านี้เป็นศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวและภูเขาไฟ การแทรกดันของหินหนืดในบริเวณดังกล่าวจะดันให้บริเวณส่วนกลางเทือกสันเขาใต้สมุทรของแผ่นธรณีมหาสมุทรเคลื่อนที่ออกจากกัน

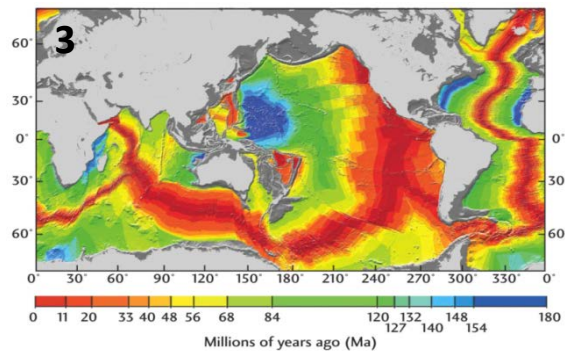


รูปที่ 1 แสดงบริเวณเทือกสันเขาใต้สมุทร



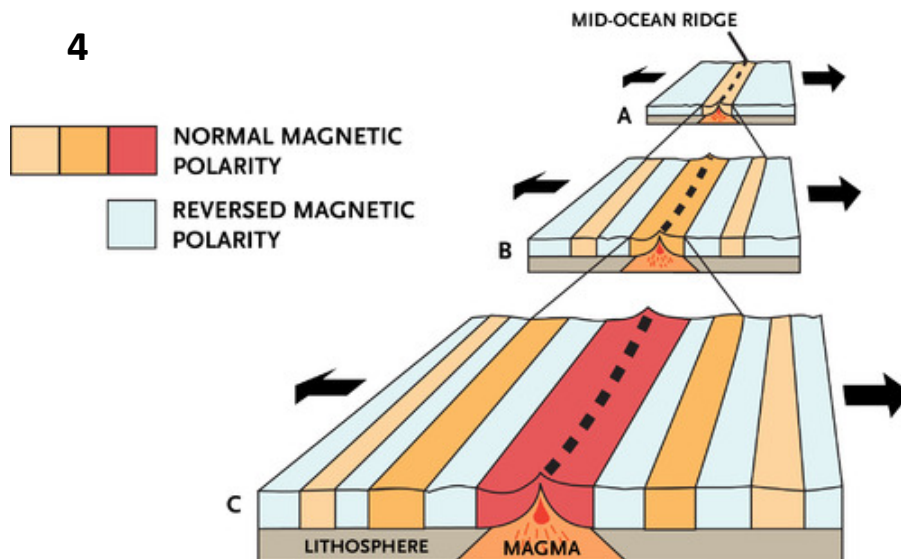
รูปที่ 2 แสดงกระบวนการเกิดเทือกสันเขาใต้สมุทร

2. อายุหินบริเวณพื้นมหาสมุทร จากการสำรวจมหาสมุทรแปซิฟิก มหาสมุทรแอตแลนติก และมหาสมุทรอินเดีย รวมทั้งทะเลใกล้เคียง พบหินบะซอลต์ที่บริเวณหุบเขาทรุดหรือรอยแยกบริเวณสันเขาใต้สมุทร ซึ่งหินบะซอลต์ที่อยู่ไกลจากรอยแยกมีอายุมากกว่าหินบะซอลต์ที่อยู่ใกล้หุบเขาทรุด นักวิทยาศาสตร์อธิบายได้ว่า เมื่อแผ่นธรณีเกิดรอยแยก แผ่นธรณีจะเกิดการเคลื่อนตัวออกจากกันอย่างช้าๆ ตลอดเวลา ในขณะเดียวกันเนื้อของหินบะซอลต์จากส่วนล่างจะแทรกเสริมขึ้นมาตรงรอยแยกเป็นชั้นธรณีภาคใหม่ ทำให้บริเวณรอยแยกเกิดหินบะซอลต์ใหม่เรื่อยๆ ดังนั้นแผ่นธรณีบริเวณเทือกเขาใต้สมุทรจึงมีอายุน้อยที่สุดและแผ่นธรณีใกล้ขอบทวีปจะมีอายุมากกว่า



รูปที่ 3 แสดงอายุหินบริเวณพื้นมหาสมุทร

3. ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล หมายถึงร่องรอยสนามแม่เหล็กโลกในอดีต นิยมศึกษาจากหินบะซอลต์ ที่มีแร่แมกนีไทต์เป็นองค์ประกอบ ขณะที่ลาวาบะซอลต์ไหลบนผิวโลก อะตอมของธาตุเหล็กที่อยู่ในแร่แมกนีไทต์จะถูกเหนี่ยวนำโดยสนามแม่เหล็กโลกทำให้เรียงตัวในทิศทางเดียวกับเส้นแรงแม่เหล็กโลก ภาวะของสนามแม่เหล็กโลกบรรพกาลในบางช่วงเวลาทางธรณีวิทยาเป็นสนามแม่เหล็กแบบกลับขั้ว ผลการตรวจวัดภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาลจากหินบะซอลต์บริเวณพื้นมหาสมุทรเป็นรูปแบบที่มีสมมาตรตามแนวเทือกสันเขาใต้สมุทร เช่น เทือกสันเขาใต้มหาสมุทรแอตแลนติก

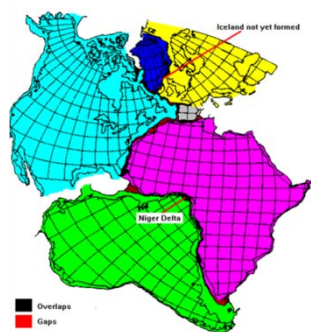


รูปที่ 4 แสดงภาวะสนามแม่เหล็กโลกบรรพกาล

ใบความรู้ เรื่อง หลักฐานสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน

หลักฐานและข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน มีดังนี้

1. **รอยต่อของขอบทวีป** ทวีปต่างๆในปัจจุบันสามารถนำบริเวณขอบลาดทวีปซึ่งมาต่อเข้ากันได้ แต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการกัดเซาะชายฝั่ง และการสะสมตัวของตะกอนเป็นเวลาหลายล้านปี ในปี พ.ศ. 2508 เซอร์ เอ็ดเวิร์ด บูลลาร์ด (Sir Edward Bullard) นักธรณีฟิสิกส์และคณะได้แสดงให้เห็นว่า สามารถนำทวีปต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกันได้ โดยใช้ขอบลาดทวีป (Continental Slope) ที่ระดับความลึก ประมาณ 2,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล เพราะบริเวณดังกล่าวเกิดการกร่อน และเกิดการสะสมตัวของ ตะกอนน้อย

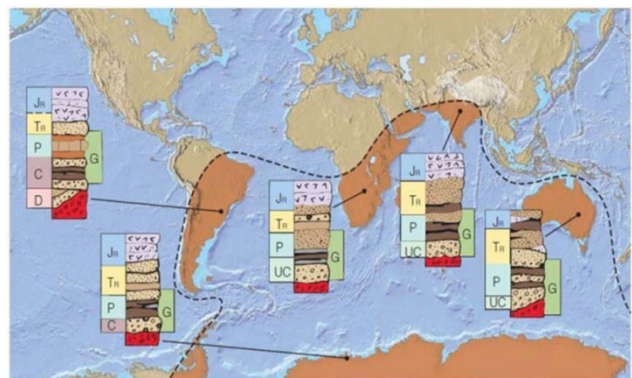


รูปที่ 1 แสดงรอยต่อของขอบทวีป

2. **ความคล้ายกันของกลุ่มหินและแนวภูเขา** กลุ่มหินที่พบบริเวณทวีปอเมริกาใต้ ทวีปแอฟริกา ทวีปแอนตาร์กติกา ทวีปออสเตรเลีย และจุฬทวีปอินเดีย มีความคล้ายคลึงกัน มีอายุใกล้เคียงกัน (ช่วง 359 – 146 ล้านปี) และเกิดในสภาพแวดล้อมเดียวกัน แนวเทือกเขาแอนดิสและเทือกเขาเอปาลาเซียนที่ตั้งอยู่ฝั่ง ตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือ มีอายุเดียวกันกับแนวเทือกเขาด้านตะวันออกของกรีนแลนด์ ไอร์แลนด์ อังกฤษ และนอร์เวย์

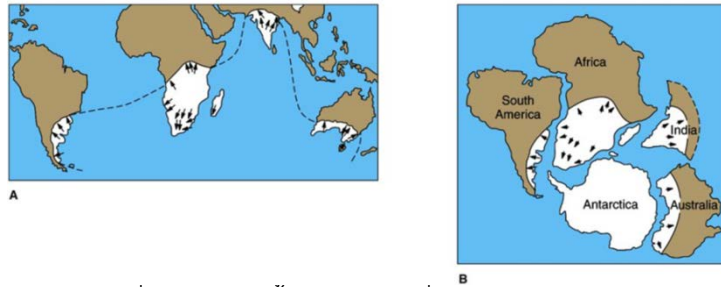


รูปที่ 2 แสดงแนวเทือกเขาที่คล้ายกัน



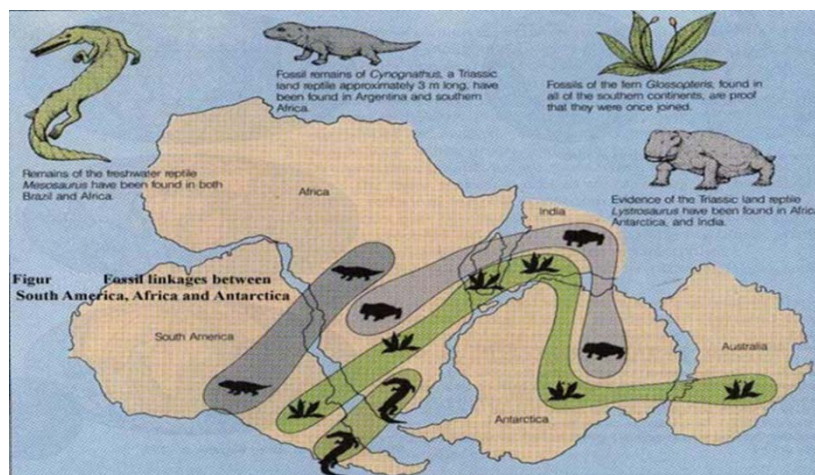
รูปที่ 3 แสดงลักษณะของกลุ่มหินของแต่ละทวีป

3. หินที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนจากธารน้ำแข็ง บริเวณทวีปคอนดัวนา (ประกอบด้วย ทวีปออสเตรเลีย จูทวีปอินเดีย ทวีปแอฟริกา ทวีปอเมริกาใต้ และทวีปแอนตาร์กติกา) เมื่อ 280 ล้านปี ก่อน พบหลักฐานว่าถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็ง และมีการค้นพบทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนที่ถูกพัดพา โดยธารน้ำแข็งเป็นรอยครูดอยู่บนหินในช่วงเวลาเดียวกัน



รูปที่ 4 แสดงรอยไกลเลื่อนของธารน้ำแข็งบนหินที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนธารน้ำแข็ง

4. ชากดึกดำบรรพ์ หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนสมมติฐานการเชื่อมต่อกันของทวีปในปัจจุบันที่เคย อยู่ติดกันเป็นแผ่นดินคอนดัวนาจากการค้นพบซากดึกดำบรรพ์จำนวน 4 ชนิด ของสัตว์และพืชตระกูล เฟิร์นบนทวีปที่อยู่ห่างกันมากในปัจจุบัน ได้แก่ ลิสโตรซอรัส (Lystrosaurus) และ ซัยโนกาทัส (Cynognathus) เป็นสัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยอยู่บนบก จึงไม่สามารถว่ายน้ำข้ามมหาสมุทรได้ และจะพบ เฉพาะในบางทวีปที่เคยเป็นแผ่นดินคอนดัวนา มีโซซอรัส (Mesosaurus) เป็นสัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยใน น้ำจืด ไม่สามารถที่จะว่ายน้ำข้ามมหาสมุทรได้ จะพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ชนิดนี้เฉพาะบริเวณทวีป อเมริกาใต้ และแอฟริกาตอนใต้เท่านั้น กลอสโซเพเทริส (Glossopteris) เป็นพืชตระกูลเฟิร์นมีเมล็ด ขยายพันธุ์โดยใช้สปอร์และเมล็ด ถึงแม้ว่าจะอาศัยลมช่วยในการขยายพันธุ์โดยสปอร์ และเมล็ดสามารถ ลอยไปตามกระแสน้ำได้ แต่ก็ไม่สามารถขยายพันธุ์จากทวีปหนึ่งไปอีกทวีปหนึ่งได้



รูปที่ 5 แสดงหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ที่ไม่สามารถขยายพันธุ์ข้ามทวีปได้

ใบงานที่ 2.1

จิ๊กซอร์ทวีป และหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน

1. ขอบทวีปใดบ้างที่สามารถนำมาเชื่อมต่อกันได้

2. พบซากดึกดำบรรพ์ที่บริเวณใดบ้าง เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

3. เมื่อพิจารณาข้อมูลชั้นหินจากใบความรู้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลเหล่านี้สามารถสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อนได้อย่างไร

4. เมื่อพิจารณาข้อมูลทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็งจากใบความรู้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลเหล่านี้สามารถสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อนได้อย่างไร

5. จากข้อที่ 1 สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผ่นทวีปบนโลกตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันได้อย่างไร



ใบงานที่ 2.2

เรื่อง การแยกตัวของพื้นสมุทร

จงอธิบายว่าหลักฐานดังต่อไปนี้สนับสนุนการเคลื่อนตัวของแผ่นธรณีได้อย่างไร และยกตัวอย่างประกอบ

1. เพื่อค้นหาใต้สมุทร

.....

.....

.....

2. ภาพแม่เหล็กโลกบรรพกาล

.....

.....

.....

.....

.....

3. การหาอายุของหินบริเวณพื้นมหาสมุทร

.....

.....

.....

.....

4. จากกิจกรรมตอนที่ 2 บริเวณใดของแบบจำลองเปรียบได้กับรอยแยกของแผ่นทวีป และแถบสีที่อยู่ใกล้บริเวณแนวแยกของแผ่นทวีปจะมีอายุหินมากกว่าหรือน้อยกว่าแถบสีที่อยู่ไกลออกไป

.....

.....

.....

ใบงานที่ 2.3 เรื่อง วงจรการพาความร้อน

1. วาดภาพวงจรการพาความร้อนตามที่เกิดขึ้นได้จากการทดลอง

2. วงจรการพาความร้อนภายในโลกเกิดขึ้นที่บริเวณเดียวหรือไม่ ให้วาดภาพวงจรการพาความร้อนในโลก ตามความคิดของตนเอง ลงบนภาพโครงสร้างโลกที่กำหนดให้



ใบงานที่ 2.4

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

1. แผ่นธรณีทวีปและแผ่นธรณีมหาสมุทรมีความหนาและความหนาแน่นแตกต่างกันอย่างไร

2. ให้บรรยายสิ่งที่สังเกตได้จากแบบจำลอง

2.1 แผ่นยางและแผ่นโฟมใช้แทนแผ่นธรณีชนิดใดเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

2.2 จากแบบจำลองที่ 1 เมื่อสังเกตการเคลื่อนที่เข้าหากันของวัตถุ 2 ชนิด จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- แผ่นโฟมกับแผ่นยาง

.....

.....

- แผ่นโฟมกับแผ่นโฟม หรือแผ่นยางกับแผ่นยาง

.....

.....

จากแบบจำลองที่ 2 เมื่อแผ่นธรณีเคลื่อนที่แยกออกจากกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- เมื่อดึงถุงมือยางให้ยืดออก เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

- เมื่อใช้ไม้บรรทัดดันถุงมือยาง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

จากแบบจำลองที่ 3 เมื่อแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- เมื่อออกแรงดันให้ดินน้ำมันทั้ง 2 ก้อน เคลื่อนที่ผ่านและสัมผัสกัน ในทิศที่สวนทางกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

ใบงานที่ 2.5
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นหิน

ให้บันทึกผลการสังเกตจากแบบจำลอง

1. เมื่อออกแรงกระทำกับชั้นดินน้ำมันในทิศทางที่เข้าหากันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อเลื่อนชั้นดินน้ำมันให้ผิวหน้าตัดสัมผัสกัน ใน 3 ลักษณะ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 2.1

เรื่อง จิ๊กซอว์ทวีป และหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีจากอดีตจนถึงปัจจุบันจากข้อมูลซากดึกดำบรรพ์ รอยต่อของขอบทวีป การเคลื่อนตัวของตะกอนธารน้ำแข็ง และความคล้ายกันของกลุ่มหิน โดยใช้แบบจำลอง

ตอนที่ 1 เรื่องจิ๊กซอว์ทวีป

สื่อ-อุปกรณ์

แบบจำลองจิ๊กซอว์ทวีป

วิธีการ

1. สังเกตชิ้นส่วนของแผ่นธรณีจากแบบจำลองจิ๊กซอว์ทวีป แล้วนำชิ้นส่วนของแบบจำลองมาต่อกัน โดยเชื่อมโยงกับข้อมูลการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ ธารน้ำแข็ง และกลุ่มหิน
2. ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับลักษณะของแผ่นธรณีตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน พร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุน

ตอนที่ 2

สื่อ-อุปกรณ์

ใบความรู้เรื่องหลักฐานสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน

วิธีการ

ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องหลักฐานสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน และตอบคำถามในใบงานที่ 2.1

ใบงานที่ 2.1

จิกซอร์ทวีป และหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน

1. ขอบทวีปใดบ้างที่สามารถนำมาเชื่อมต่อกันได้
.....ขอบทวีปอเมริกาใต้ และแอฟริกา.....
2. พบซากดึกดำบรรพ์ที่บริเวณใดบ้าง เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
.....พบไซโนกาทัส มีโซซอร์ส กลอสโซพเทริส ที่ทวีปอเมริกาใต้ พบไซโนกาทัส มีโซซอร์ส กลอสโซพเทริส ลีส์โทรซอร์ส ที่ทวีปแอฟริกา พบ กลอสโซพเทริส ลีส์โทรซอร์ส ที่อินเดีย พบกลอสโซพเทริส ลีส์โทรซอร์ส ที่แอนตาร์กติกา พบ กลอสโซพเทริส ที่ ออสเตรเลีย พบลีส์โทรซอร์ส กลอสโซพเทริส ที่ มาดากัสการ์.....
3. เมื่อพิจารณาข้อมูลชั้นหินจากใบความรู้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลเหล่านี้สามารถสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อนได้อย่างไร
...กลุ่มหินที่พบในทวีปอเมริกาใต้ ทวีปแอนตาร์กติกา และอนุทวีปอินเดีย เป็นกลุ่มหินที่เกิดในช่วงเวลา เดียวกัน และมีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวเหมือนกัน จึงเป็นหลักฐานได้ว่าทวีปเหล่านี้เคยอยู่ติดกันมาก่อนที่จะเคลื่อนที่แยกออกจากกัน.....
4. เมื่อพิจารณาข้อมูลทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็งจากใบความรู้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลเหล่านี้สามารถสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อนได้อย่างไร
.....ทิศทางการเคลื่อนที่ของธารน้ำแข็งสอดคล้องกัน จึงเป็นหลักฐานที่สนับสนุนได้ว่า ทวีปต่างๆ เคยอยู่ติดกันมาก่อนที่จะเคลื่อนที่แยกออกจากกัน.....
5. จากข้อที่ 1 สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผ่นทวีปบนโลกตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันได้อย่างไร
.....แผ่นทวีปทั้งหมด เคยเป็นผืนเดียวกันมาก่อนและได้แยกออกจากกันในภายหลัง.....



ใบกิจกรรมที่ 2.2

เรื่อง การแยกตัวของพื้สมุทร

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายการแยกตัวของพื้สมุทรจากหลักฐานทางธรณีวิทยา และบอกลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 1 จำลองการแยกตัวของพื้สมุทร

สื่อ-อุปกรณ์

1. กระดาษ 3 แผ่น
2. กรรไกร
3. สีไม้ หรือสีเมจิก
4. ดินสอ

วิธีการ

1. เตรียมกระดาษ 3 แผ่น นำแผ่นที่ 1 มาตัดให้มีขนาด 18 ซม. X 18 ซม. และเจาะกลางกระดาษให้มีความยาว 3 ซม. ดังภาพที่ 1



2. นำกระดาษแผ่นที่ 2 มาแบ่งเป็นช่องให้ได้ 24 ช่อง ความกว้างช่องละประมาณ 1 ซม. จากนั้นระบายสีโดยมีรูปแบบดังภาพที่ 2



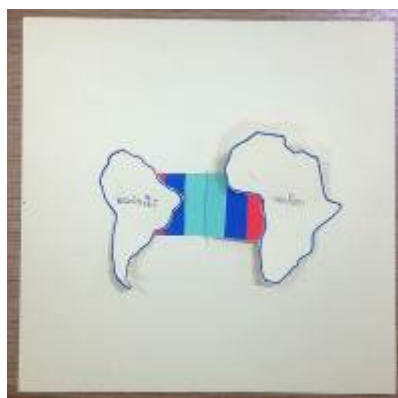
3. นำกระดาษแผ่นที่ 2 มาพับครึ่ง โดยให้ส่วนที่แสดงแถบสีต่างๆ อยู่ด้านใน จากนั้นสอดปลายกระดาษทั้ง 2 ด้านเข้าใต้กระดาษแผ่นที่ 1 ตรงบริเวณที่เจาะไว้



4. ให้นักเรียนคนที่ 1 จับกระดาษแผ่นที่ 1 ให้อยู่กับที่ และให้นักเรียนคนที่ 2 ดึงแบกระดาษที่สอดขึ้นมาของกระดาษแผ่นที่ 2



5. ตัดกระดาษแผ่นที่ 3 ให้เป็นรูปทวีปอเมริกาใต้และทวีปแอฟริกา และใช้กระดาษทาบติดรูปทวีปทั้ง 2 ที่ปลายของกระดาษแผ่นที่สองที่ยื่นออกมาทั้ง 2 ด้าน



6. ให้นักเรียนคนที่ 2 ค่อยดึงปลายกระดาษแผ่นที่ 2 ออกจากช่องว่างพร้อมๆ กันทั้ง 2 ด้าน จนกระทั่งสุดกระดาษ



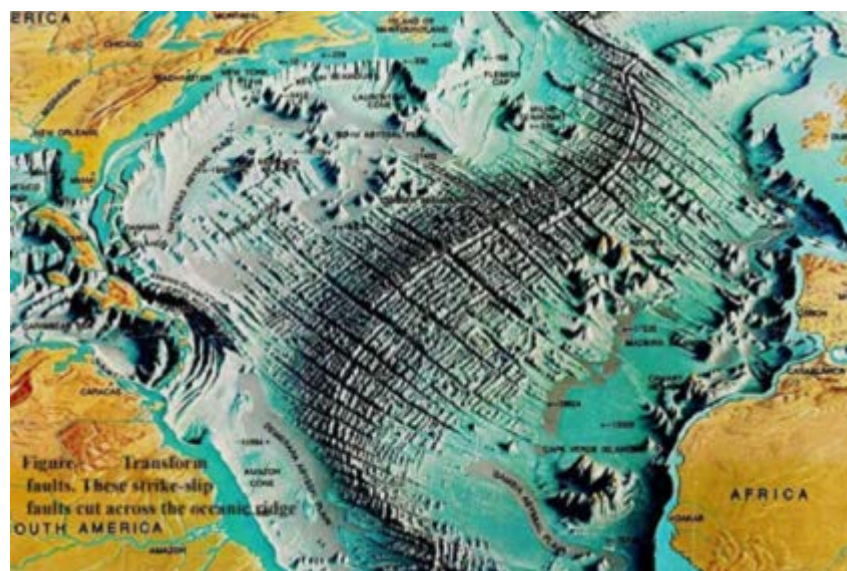
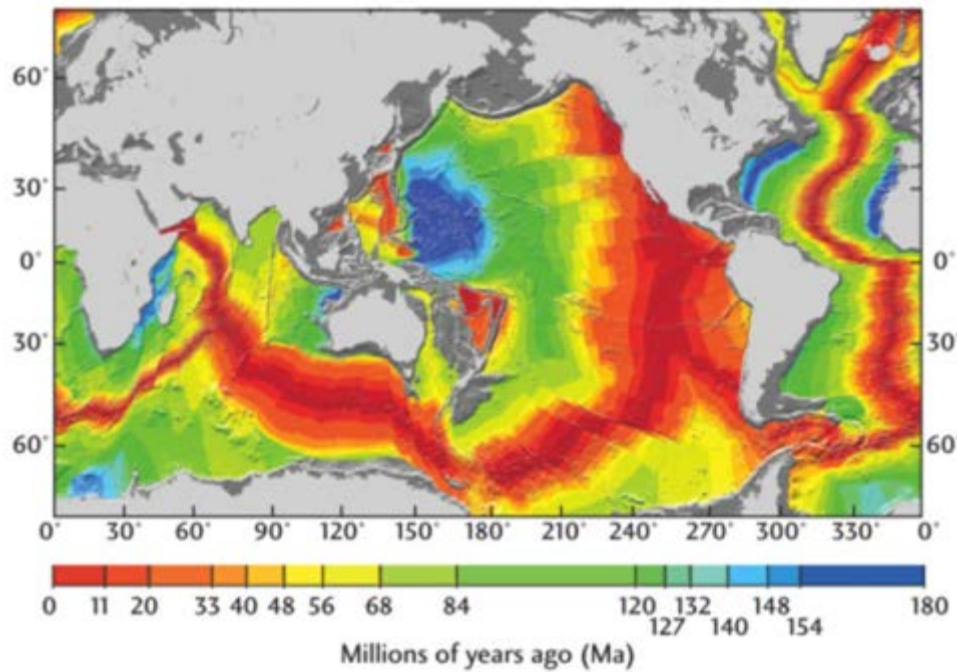
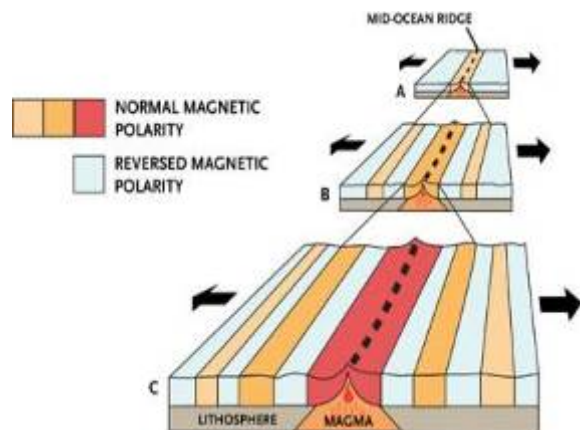
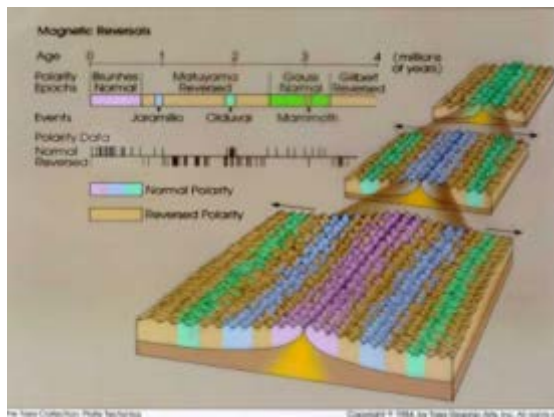
7. ให้นักเรียนตอบคำถามในใบงานที่ 2.2

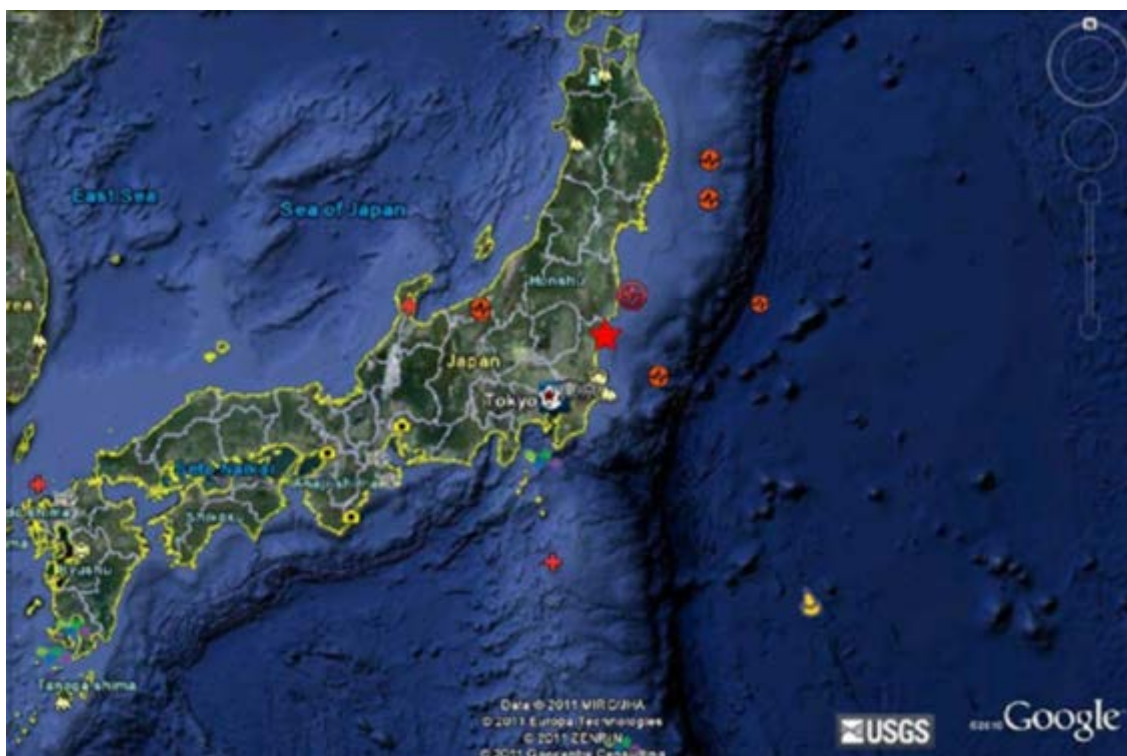
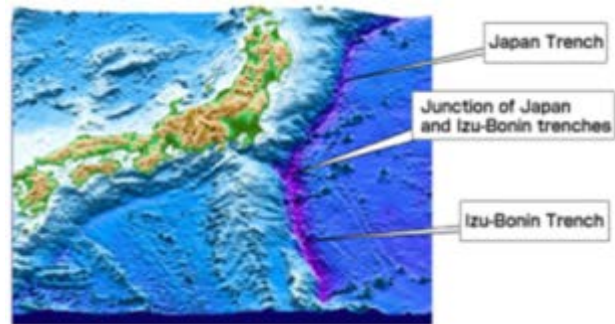
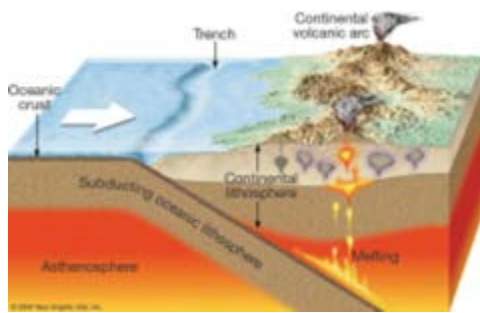
ตอนที่ 2 หลักฐานสนับสนุนการแยกตัวของพื้นสมุทร สื่อ-อุปกรณ์

1. โปรแกรมกูเกิลเอิร์ธ
2. ภาพ และ สื่อดิจิทัล
3. ใบความรู้เรื่องการแยกตัวของพื้นสมุทร
4. ใบงานที่ 2.2

วิธีการ

1. แบ่งผู้ทำกิจกรรมออกเป็น 4 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาหลักฐานที่สนับสนุนการแยกตัวของพื้นสมุทร ดังต่อไปนี้ ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล การหาอายุของหินบริเวณพื้นมหาสมุทร เทือกสันเขาใต้สมุทร และร่องลึกก้นสมุทร จากภาพ สื่อดิจิทัล และใบความรู้ที่กำหนดให้
2. ให้ผู้ทำกิจกรรมนำเสนอความรู้ที่ได้จากการศึกษา ในรูปแบบโปสเตอร์ ให้แต่ละกลุ่มศึกษาโปสเตอร์ของกลุ่มอื่น ๆ และตอบคำถามในใบงานที่ 2.2





ใบงานที่ 2.2

เรื่อง การแยกตัวของพื้นสมุทร

จงอธิบายว่าหลักฐานดังต่อไปนี้สนับสนุนการเคลื่อนตัวของแผ่นธรณีได้อย่างไร และยกตัวอย่างประกอบ

1. เทือกสันเขาใต้สมุทร

.....เป็นบริเวณที่เกิดการปะทะของหินหนืด การแทรกดันของหินหนืดในบริเวณดังกล่าวจะดันให้.....
แผ่นธรณีมหาสมุทรเคลื่อนที่ออกจากกัน เช่น เทือกสันเขาใต้มหาสมุทรแอตแลนติก.....
.....

2. ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล

.....เป็นการศึกษาจากหินบะซอลต์ ที่มีแร่แมกนีไทต์เป็นองค์ประกอบ ขณะที่ลาวาบะซอลต์ไหลบนผิวโลก อะตอมของธาตุเหล็กที่อยู่ในแร่แมกนีไทต์จะถูกเหนี่ยวนำโดยสนามแม่เหล็กโลกทำให้เรียงตัวในทิศทางเดียวกับเส้นแรงแม่เหล็กโลก ภาวะของสนามแม่เหล็กโลกบรรพกาลในบางช่วงเวลาทางธรณีวิทยาเป็นสนามแม่เหล็กแบบกลับขั้ว ผลการตรวจวัดภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล จากหินบะซอลต์ บริเวณพื้นมหาสมุทรเป็นรูปแบบที่มีสมมาตรตามแนวเทือกสันเขาใต้สมุทร เช่น เทือกสันเขาใต้มหาสมุทรแอตแลนติก.....
.....

3. การหาอายุของหินบริเวณพื้นมหาสมุทร

.....เมื่อแผ่นธรณีเกิดรอยแยกจะเกิดการเคลื่อนตัวออกจากกันอย่างช้าๆ ขณะเดียวกันเนื้อหินบะซอลต์จากส่วนล่างจะแทรกขึ้นมาเป็นชั้นธรณีภาคใหม่ ทำให้แผ่นธรณีบริเวณเทือกสันเขาใต้สมุทรจะมีอายุน้อยที่สุดและแผ่นธรณีใกล้ขอบทวีปจะมีอายุมากกว่า เช่น บริเวณพื้นมหาสมุทรแปซิฟิกมหาสมุทรแอตแลนติก และมหาสมุทรอินเดีย.....
.....

4. จากกิจกรรมตอนที่ 2 บริเวณใดของแบบจำลองเปรียบได้กับรอยแยกของแผ่นทวีป และแถบสีที่อยู่ใกล้บริเวณแนวแยกของแผ่นทวีปจะมีอายุหินมากกว่าหรือน้อยกว่าแถบสีที่อยู่ไกลออกไป

.....บริเวณช่องว่างกึ่งกลางแบบจำลอง และแถบสีที่อยู่ใกล้รอยแยกของแผ่นทวีปจะมีอายุน้อยกว่า.....
.....



ใบกิจกรรมที่ 2.3

เรื่อง วงจรการพาความร้อน

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองการพาความร้อนของน้ำมัน เพื่ออธิบายการพาความร้อนในชั้นเนื้อโลก

สื่อ - อุปกรณ์

1. ถาดแก้วทึบไฟลักษณะแบนขนาดใหญ่
2. น้ำมันพืช
3. ผงออริกาน
4. แผ่นโฟมที่ตัดเป็นรูปร่างของแผ่นธรณี
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมขาตั้ง
6. แท่งแก้ว
7. ใบงานที่ 2.3

วิธีการ

1. ใส่น้ำมันพืชลงในถาดแก้วให้สูงประมาณครึ่งถาด แล้วนำไปตั้งไฟแล้วใส่ผงออริกานลงบริเวณตรงกลางถาด
2. ใช้แท่งแก้วกดผงออริกานให้จมอยู่ในชั้นน้ำมัน พร้อมสังเกตการเคลื่อนที่ของผงออริกานเมื่อน้ำมันเริ่มร้อน
3. ใส่แผ่นโฟมที่ตัดเป็นรูปร่างของแผ่นเปลือกโลก 2 แผ่น ลงในถาดข้อ 1 สังเกตการเคลื่อนที่ของแผ่นโฟม

หมายเหตุ ถ้าไม่สามารถหาอุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ได้ สามารถนำอุปกรณ์มาใช้แทนได้เช่น นำบีกเกอร์แทนถาดแก้วทึบไฟ ใช้น้ำแทนน้ำมัน ใช้สีย้อมอาหารแทนผงออริกาน เป็นต้น

ใบงานที่ 2.3

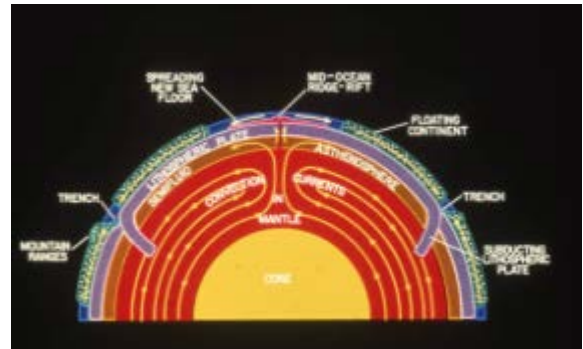
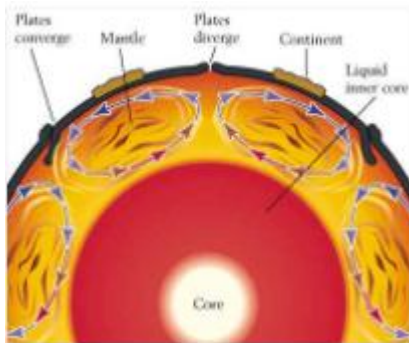
เรื่อง วงจรการพาความร้อน

1. วาดภาพวงจรการพาความร้อนตามที่เกิดขึ้นได้จากการทดลอง



2. วงจรการพาความร้อนภายในโลกเกิดขึ้นที่บริเวณเดียวหรือไม่ ให้วาดภาพวงจรการพาความร้อนในโลก ตามความคิดของตนเอง ลงบนภาพโครงสร้างโลกที่กำหนดให้

ໄມ້



ใบกิจกรรมที่ 2.4

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของแผ่นธรณีทวีปและแผ่นธรณีมหาสมุทรจากข้อมูลความหนาของแผ่นเปลือกโลก
2. สังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีแบบต่าง ๆ และผลที่เกิดจากการเคลื่อนที่โดยใช้แบบจำลอง

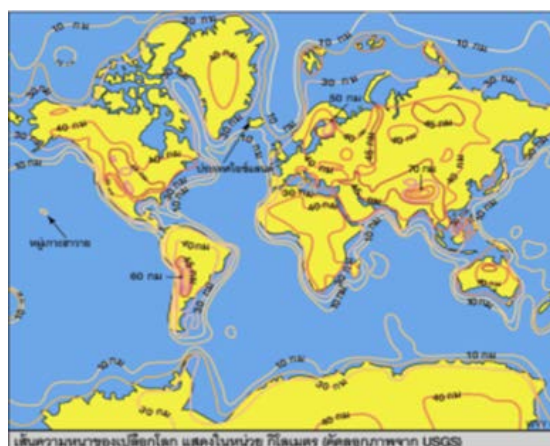
สื่อ - อุปกรณ์

1. แผนภาพความหนาและความหนาแน่นของแผ่นธรณี
2. แผ่นโฟมที่มีความหนาแตกต่างกัน
3. แผ่นยาง
4. ดินน้ำมัน
5. ใบงานที่ 2.4

วิธีการ

ตอนที่ 1

วิเคราะห์แผนภาพข้อมูลความหนาและความหนาแน่นของแผ่นธรณี พร้อมเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาของแผ่นธรณีทวีปและแผ่นธรณีมหาสมุทร แล้วตอบคำถามในใบงานที่ 2.4



แผนที่ความหนาของแผ่นธรณีจากแบบจำลอง CRUST 5.1 เส้นความหนาของแผ่นธรณีมีระดับแตกต่างกัน 10 กิโลเมตร และทาง USGS ได้เพิ่มเส้นความหนาของแผ่นธรณี 45 กิโลเมตร สำหรับแสดงรายละเอียดแผ่นธรณีทวีป (ภาพต้นฉบับจาก <http://earthquake.usgs.gov/research/structure/crust/>)

ตอนที่ 2 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

แบบจำลองที่ 1 การเคลื่อนที่เข้าหากันของแผ่นธรณี

1. นำแผ่นยางที่บางและมีความหนาแน่นมาก กับแผ่นโฟมที่หนาแต่มีความหนาแน่นน้อยกว่าแผ่นยางเคลื่อนที่เข้าหากัน แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งสอง



22. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ให้นำแผ่นยาง 2 แผ่นมาชนกันแล้วเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



แบบจำลองที่ 2 การเคลื่อนที่แยกออกจากกันของแผ่นธรณี

1. ดึงถุงมือยางทั้งสองด้านให้ยืดออกจากกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของถุงมือยาง



2. ใช้สันไม้บรรทัดดันถุงมือยางในข้อ 1 บริเวณที่บางในขณะที่ยืดถุงมือยางออกจากกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



แบบจำลองที่ 3 การเคลื่อนที่ผ่านกันของแผ่นเปลือกโลก

1. ชีตเส้นเชื่อมต่อกันระหว่างดินน้ำมัน 2 ก้อนให้เป็นเส้นเดียวกัน ดังภาพ



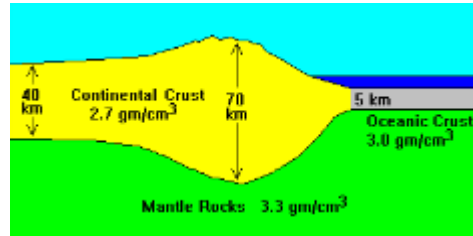
2. ออกแรงดันให้ดินน้ำมันทั้ง 2 ก้อน เคลื่อนที่ผ่านและสัมผัสกันในทิศที่สวนทางกัน ดังภาพ
สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวดินน้ำมันที่สัมผัสกัน (อาจใช้โมเดลของผงยับซั่ม)



ใบงานที่ 2.4

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

1. แผ่นธรณีทวีปและแผ่นธรณีมหาสมุทรมีความหนาและความหนาแน่นแตกต่างกันอย่างไร



2. ให้บรรยายสิ่งที่สังเกตได้จากแบบจำลอง

- 2.1 แผ่นยางและแผ่นโฟมใช้แทนแผ่นธรณีชนิดใดเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....แผ่นยาง แทนแผ่นธรณีมหาสมุทร เพราะ แผ่นยางมีความหนาน้อยกว่าแผ่นโฟม แต่มีความหนาแน่นมากกว่า แผ่นโฟม แทนแผ่นธรณีทวีป เพราะแผ่นโฟมมีความหนาแน่นมากกว่าแผ่นยาง และมีความหนาแน่นน้อยกว่า.....

- 2.2 จากแบบจำลองที่ 1 เมื่อสังเกตการเคลื่อนที่เข้าหากันของวัตถุ 2 ชนิด จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- แผ่นโฟมกับแผ่นยาง

.....แผ่นยางเคลื่อนที่มุดลงไปด้านล่างของแผ่นโฟม.....

- แผ่นโฟมกับแผ่นโฟม หรือแผ่นยางกับแผ่นยาง

.....แผ่นโฟมและแผ่นยางทั้งสองชนิดยกตัวขึ้นบริเวณที่ชนกัน.....

จากแบบจำลองที่ 2 เมื่อแผ่นธรณีเคลื่อนที่แยกออกจากกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- เมื่อดึงถุงมียางให้ยืดออก เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....ถุงมียางจะบางลง.....

- เมื่อใช้ไม้บรรทัดดันถุงมียาง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....เกิดแนวสันขึ้นบริเวณที่ไม้บรรทัดดันขึ้นมา.....

จากแบบจำลองที่ 3 เมื่อแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- เมื่อออกแรงดันให้ดินน้ำมันทั้ง 2 ก้อน เคลื่อนที่ผ่านและสัมผัสกัน ในทิศที่สวนทางกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....เกิดการหลอมกันของดินน้ำมัน 2 ก้อน มีการเคลื่อนตัวของวัตถุที่อยู่บนผิวหน้าดินน้ำมัน.....



ใบกิจกรรมที่ 2.5

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นหิน

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

สังเกตและอธิบายการเปลี่ยนแปลงลักษณะของหินที่มีสมบัติต่างกัน ที่ได้รับแรงกระทำในลักษณะต่าง ๆ โดยใช้แบบจำลอง

สื่อ-อุปกรณ์

1. ดินน้ำมัน
2. ใบงานที่ 2.5

วิธีการ

1. สร้างชั้นดินน้ำมันที่มีสีต่างกัน 2 ชั้นจำนวน 2 ชุด
2. วางดินน้ำมันลงบนโต๊ะ แล้วจึงใช้แผ่นไม้วางทาบด้านข้างของดินน้ำมันชุดที่ 1 ดังรูป จากนั้นออกแรงดันแผ่นไม้ในทิศทางที่เข้าหากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดินน้ำมันชุดที่

1



3. ตัดชั้นดินน้ำมันชุดที่ 2 ในแนวเฉียงให้ขาดแต่ยังชิดกัน แล้วเลื่อนชั้นดินน้ำมันให้ผิวหน้าตัดสัมผัสกัน ใน 3 ลักษณะ ดังภาพสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

การเลื่อนออก



การเลื่อนผ่านกัน



การเลื่อนเข้าชนกัน



ใบงานที่ 2.5

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นหิน

ให้บันทึกผลการสังเกตจากแบบจำลอง

1. เมื่อออกแรงกระทำกับชั้นดินน้ำมันในทิศทางที่เข้าหากันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....ชั้นดินน้ำมันเกิดการคดโค้ง และบางส่วนมีการแตกหัก.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อเลื่อนชั้นดินน้ำมันให้ผิวหน้าตดสัมผัสกัน ใน 3 ลักษณะ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....เมื่อเลื่อนดินน้ำมันออกจากกัน ดินน้ำมันด้านหนึ่งเลื่อนขึ้น ดินน้ำมันด้านหนึ่งเลื่อนลง และพบรอยครูดที่ผิวสัมผัส เมื่อเลื่อนดินน้ำมันเข้าหากัน ดินน้ำมันด้านหนึ่งเลื่อนขึ้น ดินน้ำมันด้านหนึ่งเลื่อนลง และพบรอยครูดที่ผิวสัมผัส เมื่อเลื่อนดินน้ำมันสวนทางกัน เกิดการเหลื่อมกันของดินน้ำมันทั้งสองก้อน และพบรอยครูดที่ผิวสัมผัส.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เรื่อง การใช้โปรแกรมสแตลลาเรียม ในการสอนดาราศาสตร์

แผนการอบรม

แผนการอบรมครู โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
สำหรับครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่

เรื่อง การใช้โปรแกรมสแตลลาเรียมในการสอนดาราศาสตร์

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถติดตั้งโปรแกรมสแตลลาเรียมและรู้จักปุ่มคำสั่งการทำงานต่าง ๆ ของโปรแกรม
2. สามารถนำโปรแกรมสแตลลาเรียมมาใช้ในการประกอบการสอนวิชาดาราศาสตร์

สาระสำคัญ

เมื่อกล่าวถึงดาราศาสตร์ทุกคนคงทราบกันดีว่าเป็นศาสตร์ที่ศึกษาถึงสิ่งที่อยู่ภายนอกโลก แต่น้อยคนนักจะทราบเชิงลึกลงไปรายละเอียดว่าแท้จริงแล้วเราศึกษาอะไรบ้าง แม้ว่าการศึกษาด้านดาราศาสตร์ในต่างประเทศจะเป็นที่นิยม แต่กลับพบว่าในประเทศไทยยังมีผู้ที่ศึกษาด้านดาราศาสตร์อยู่น้อยคนนัก อีกทั้งตำราส่วนใหญ่ยังคงเป็นภาษาต่างประเทศ ทำให้ยากต่อการศึกษาค้นคว้าของเด็กนักเรียน และบุคคลทั่วไปที่มีความถนัดด้านภาษาต่างประเทศน้อย ประกอบกับการศึกษาถึงสิ่งที่อยู่ภายนอกโลกนั้นเป็นเรื่องที่ยากเพราะเป็นการศึกษาถึงสิ่งที่ไกลตัว จำต้องได้ยาก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธศาสตร์มาช่วย เพื่อให้ทำความเข้าใจได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โปรแกรมสแตลลาเรียมถือเป็นโปรแกรมสำหรับดูดาวโปรแกรมหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันในประเทศ เพราะเป็นโปรแกรมฟรีที่สามารถติดตั้งได้ทุกระบบปฏิบัติการ มีผู้ใช้ที่หลากหลาย มีการอัปเดตฐานข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ทำให้โปรแกรมนี้มีความน่าใช้และเหมาะนำมาเป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนวิชาดาราศาสตร์ในปัจจุบัน ในที่นี้จึงขอแนะนำ และอธิบายถึงรายละเอียดของโปรแกรม และการนำมาใช้ในการสอนวิชาดาราศาสตร์

ความรู้พื้นฐาน

1. การติดตั้งโปรแกรม
2. ปุ่มคำสั่งพื้นฐาน

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

-



สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการอบรม 1 : ใบกิจกรรม 1.1 และใบกิจกรรม 1.2
2. เอกสารประกอบการอบรม 2 : หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
3. สื่อสำหรับวิทยากร 1 : โปรแกรมสแตลลาเรียม
4. คอมพิวเตอร์

แนวทางการจัดกิจกรรม

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
1. ผู้สอนเตรียมคอมพิวเตอร์ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยคอมพิวเตอร์นั้นควรมีระบบปฏิบัติการทั้งวินโดวส์และอุบุนตุ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการติดตั้งโปรแกรมให้ได้ทั้งสองระบบปฏิบัติการ 2. ผู้สอนเริ่มขั้นตอนแรกโดยการแนะนำโปรแกรมและสอนการติดตั้งตามใบกิจกรรม ตอนที่ 1 3. ผู้สอนตรวจสอบแต่ละกลุ่มว่าติดตั้งโปรแกรมได้ถูกต้องเรียบร้อยดีหรือไม่ ถ้าได้ครบทุกกลุ่มแล้วจึงเริ่มบรรยายในขั้นต่อไป 4. ผู้สอนอธิบายการทำงานของโปรแกรมสแตลลาเรียมเบื้องต้นโดยเริ่มจากอธิบายการทำงานของปุ่มคำสั่งต่าง ๆ ให้ครบถ้วนการบรรยายในช่วงนี้สามารถดูเอกสารประกอบในใบกิจกรรม 1.1 ตอนที่ 2	- คอมพิวเตอร์ - โปรแกรมสแตลลาเรียม - ใบกิจกรรม 1.1 - ใบงาน 1.1	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว) - เกณฑ์การประเมิน - แบบบันทึกคะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ 2 การส่งใบงาน

กิจกรรม	สื่อ / เอกสาร	วัดและประเมินผล
5. ให้ผู้เรียนนำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ให้สัมพันธ์กับการสอนดาราศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยปฏิบัติตามใบกิจกรรม 1.1 ตอนที่ 3 โดยกิจกรรมตอนที่ 3 นี้เป็นการนำโปรแกรมสแตลลาเรียมไปใช้ประกอบการสอนดาราศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ เรื่อง รูปร่างของกาแล็กซี การก่อกำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และการคำนวณระยะห่างของดาวฤกษ์ ตามลำดับ 6. ให้ผู้เรียนค้นหาสมบัติต่าง ๆ ของดาวฤกษ์ที่กำหนดโดยใช้โปรแกรมสแตลลาเรียม ตามใบกิจกรรม 1.1 ตอนที่ 4		

เอกสารประกอบแผนการอบรม

ใบงาน 1.1

เรื่อง การใช้โปรแกรมสแตลลาเรียมในการสอนดาราศาสตร์

ตอนที่ 3 ตัวอย่างการนำโปรแกรมสแตลาเรียมมาใช้ในการสอนดาราศาสตร์

This image shows a full page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, typical of notebook or legal stationery. There are no margins, text, or other markings on the page.

ตอนที่ 4 สืบค้นข้อมูลสมบัติต่าง ๆ ของดาวที่กำหนดจากโปรแกรมสแตลลาเรียม แล้วเติมข้อมูลลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อ	ชื่อดาว	สมบัติของดาว
1	ดาวไรเจล (Rigel) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง แพริลแลกซ์	
2	ดาวแมงป่อง (Antares) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง แพริลแลกซ์	
3	ดาวหางหงส์ (Deneb) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง แพริลแลกซ์	
4	ดาวดวงแก้ว (Arcturus) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง แพริลแลกซ์	

ใบกิจกรรม 1.1

เรื่อง การใช้โปรแกรมสแตลลาเรียมในการสอนดาราศาสตร์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. ศึกษาและติดตั้งโปรแกรมสแตลลาเรียมและรู้จักเมนูการทำงานต่าง ๆ ของโปรแกรม
2. ยกตัวอย่างการนำโปรแกรมสแตลลาเรียมมาใช้ในการประกอบการสอนวิชาดาราศาสตร์
3. สืบค้นสมบัติต่าง ๆ ของดาวโดยใช้โปรแกรมสแตลลาเรียม

สื่อ-อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรมสแตลลาเรียม (Stellarium)
3. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

วิธีการ

ตอนที่ 1 การติดตั้ง

1.1 ติดตั้งลงบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows)

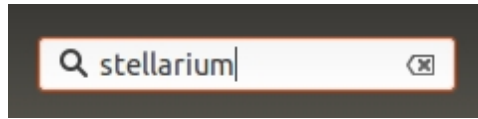
- ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก <http://www.stellarium.org/th/> โดยเลือกดาวน์โหลดให้ตรงกับระบบปฏิบัติการ (32 หรือ 64 บิต)
- ดับเบิลคลิกที่ไฟล์โปรแกรม กด Run จากนั้นกดเลือกภาษา แล้วกด next จนสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม
- ทดลองเปิดโปรแกรม
- เลือกเปลี่ยนภาษาที่แถบเมนูด้านซ้าย เลือกภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยตามต้องการ ทั้งนี้ หากลองเปลี่ยนเป็นภาษาไทยแล้ว คอมพิวเตอร์ของท่านไม่สามารถแสดงตัวอักษรได้อย่างสมบูรณ์ สามารถปรับแก้ได้ตามวิธีของ คุณพงศธร กิจเวช ผู้อำนวยการสถานีทางดงเชียงใหม่ ตาม link นี้
<http://www.ipst.ac.th/web/images/stories/files/2556/05/StellariumFontwin7.pdf>

1.2 ติดตั้งลงบนระบบปฏิบัติการอูบุนตุ (Ubuntu)

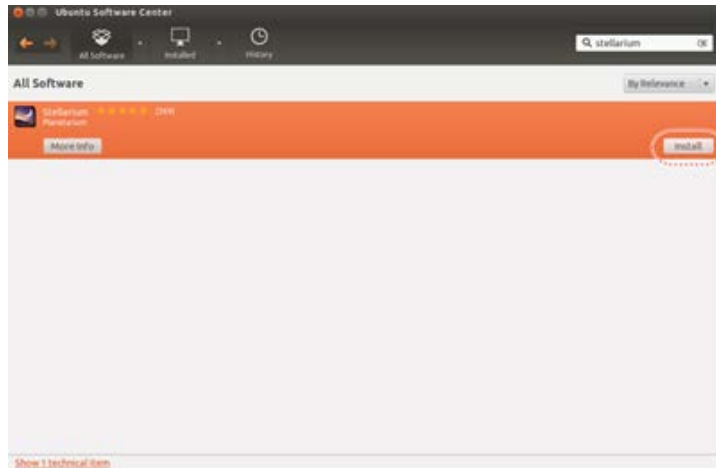
- ไปที่แถบเมนูด้านซ้าย เลือก  (Ubuntu Software Center)



- Search คำว่า Stellarium ที่แถบเมนูบนด้านขวามือ



- กด install



- โปรแกรมจะถามหาพาสเวิร์ดของเครื่อง ให้กรอกพาสเวิร์ดของเครื่องตนเองลงไป
กดยินยอม รอจนกว่าจะติดตั้งเสร็จ
- ลองเปิดโปรแกรมโดยคลิกที่เมนูลัด (short cut) ที่อยู่บนแถบเมนูด้านซ้ายมือ
- เลือกเปลี่ยนภาษาที่เมนูด้านซ้าย เลือกภาษาที่ต้องการ



หมายเหตุ โปรแกรมสเตลลาเรียมในระบบปฏิบัติการอุบุนตุสามารถแสดงภาษาไทยได้ดีกว่าในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (กรณีไม่มีการปรับแก้เพิ่มเติม)

ตอนที่ 2 แนะนำปุ่มคำสั่งพื้นฐาน

2.1 ปุ่มคำสั่งบนแถบเมนูด้านซ้าย



: หน้าที่ต่างที่ตั้ง (ปรับละติจูด ลองจิจูด เมือง ประเทศ และจุดสังเกต)



: หน้าที่ต่างวันเวลา (ปรับวันที่ และเวลาที่ต้องการศึกษา)



: หน้าที่ต่างท้องฟ้า และการมองเห็น (เพื่อเลือกสิ่งที่ต้องการให้แสดงหรือไม่แสดงบนหน้าจอ เช่น ดาวฤกษ์ วงโคจรของดาวฤกษ์ บรรยากาศ)



: การค้นหา (ระบุดาว กลุ่มดาว เนบิวลา ฯลฯ ที่ต้องการศึกษา)



: การปรับแต่ง (เช่น เปลี่ยนภาษา เลือกวัตถุที่ต้องการให้แสดง เลือกชมสคริปต์ ฯลฯ)



: หน้าที่ต่างช่วยเหลือ

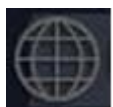
2.2 ปุ่มคำสั่งบนแถบเมนูด้านล่าง



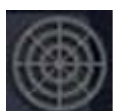
: เส้นกลุ่มดาว (แสดงเส้นเชื่อมต่อระหว่างดาวในกลุ่มดาว)



: ชื่อกลุ่มดาว (แสดงชื่อของกลุ่มดาว)



: กริดศูนย์สูตร (แสดงกริดของทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้า)



: เส้นพิกัดภาคทิศ (แสดงกริดของทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดภาคทิศ)





: พื้น (เพื่อแสดงพื้นที่มองเห็นได้จากจุดสังเกต)



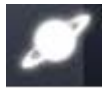
: ทึคทั้งสี่ (เปิด-ปิดการแสดงทึคบนโปรแกรม)



: บรรยากาศ (เปิด-ปิดการแสดงชั้นบรรยากาศ)



: เนบิวลา (เปิด-ปิดการแสดงชื่อและตำแหน่งของเนบิวลา)



: ชื่อดาวเคราะห์ (เปิด-ปิดการแสดงชื่อดาวเคราะห์)



: สลับระหว่างแนวศูนย์สูตรกับภาคทึค (ใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับขาตั้งกล้องโทรทรรศน์ที่สามารถควบคุมได้ด้วยการบอกพิกัดฟ้าทั้ง 2 ระบบ)



: ทำให้วัตถุที่เลือกมาอยู่ตรงกลางของจอภาพ พร้อมกับล๊อคเทห์ฟ้านั้นเอาไว้ที่จุดกลางจอภาพตลอดเวลา



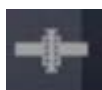
: โหมดกลางคึน



: โหมดเต็มจอ



: มุมมองเลนส์ใกล้ตา



: ดาวเทียม (เลือกแสดงหรือไม่แสดงดาวเทียมที่โคจรในบริเวณนั้น)



: เวลาถอยหลัง (เพื่อปรับเวลาย้อนหลัง)



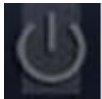
: ปรับเวลาเดินตามปกติ



: กลับสู่เวลาปัจจุบัน



: เวลาเดินหน้า (เพื่อปรับเวลาไปข้างหน้า)



: ออกจากระบบ

ตอนที่ 3 ให้ยกตัวอย่างหัวข้อที่สามารถนำโปรแกรมสแตลลาเรียมมาใช้ในการสอน 1 หัวข้อ พร้อมอธิบายขั้นตอนในการนำโปรแกรมมาใช้งาน

ตอนที่ 4 สืบค้นข้อมูลสมบัติต่าง ๆ ของดาวที่กำหนดจากโปรแกรมสแตลลาเรียม แล้วเติมข้อมูลลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

เฉลยใบงาน 1.1

เรื่อง การใช้โปรแกรมสแตลลาเรียมในการสอนดาราศาสตร์

ตอนที่ 3 ตัวอย่างการนำโปรแกรมสแตลลาเรียมมาใช้ในการสอนดาราศาสตร์

3.1 เรื่อง รูปร่างของกาแล็กซี (หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 หน้า 114)

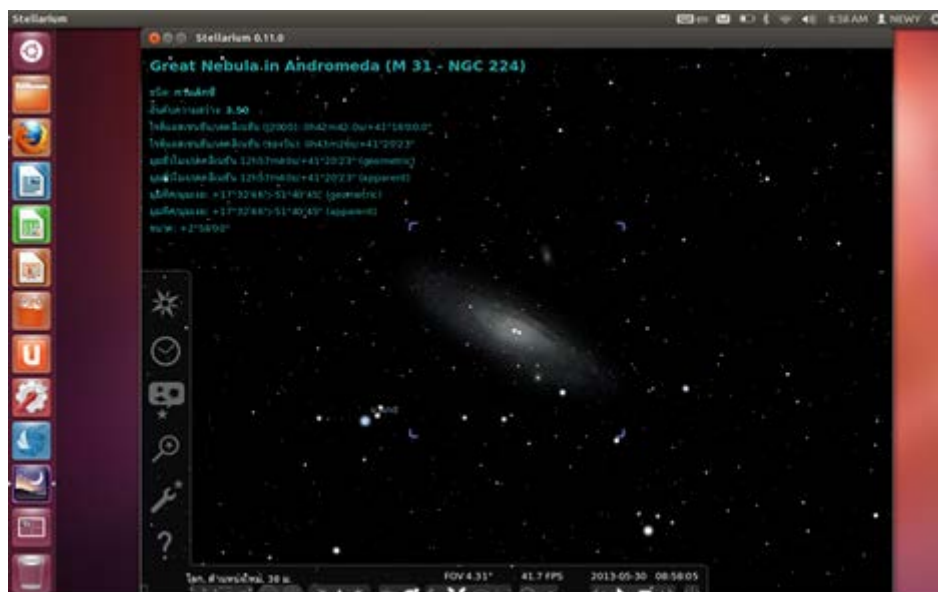
วิธีการ

1. ผู้สอนสอนเกี่ยวกับกาแล็กซีโดยอธิบายการแสดงการจัดแบ่งประเภทของกาแล็กซี พร้อมทั้งกล่าวถึงลักษณะรูปร่างของกาแล็กซีแบบต่าง ๆ

2. เมื่อผู้สอนสอนเรื่องรูปร่างของกาแล็กซี ผู้สอนควรให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่างจริงโดยนำโปรแกรมสแตลลาเรียมมาช่วยสอนดังนี้

- เปิดโปรแกรม Stellarium
- เปิดเมนูการค้นหา ป้อนชื่อกาแล็กซีที่ต้องการดู เช่น กาแล็กซีที่มีชื่อว่า M31 (Andromeda galaxy)
- เมื่อได้ภาพ M31 ตามต้องการแล้ว ผู้สอนชี้ให้เห็นว่า กาแล็กซีแอนโดรเมดาเป็น

กาแล็กซีแบบก้นหอยมีคาน (Sb) โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ดูภาพที่ถ่ายจริงและผู้สอนอาจอธิบายเพิ่มเติมเรื่อง อันดับความสว่าง พิกัด มุมทิศ/มุมเงย และขนาด รายละเอียดทั้งหมดนี้สามารถดูได้จากโปรแกรมสแตลลาเรียมด้วยเช่นกัน โดยข้อมูลจะแสดงอยู่ที่มุมบนด้านซ้าย



หมายเหตุ ผู้สอนสามารถค้นหาชื่อกาแล็กซีประเภทต่าง ๆ เพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์กูเกิล (google) แล้วนำมาเข้าโปรแกรมสแตลลาเรียมเพื่อยกตัวอย่างเพิ่มเติมนอกเหนือจากในหนังสือเรียน

3.2 เรื่อง การก่อกำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ (หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 หน้า 118)

วิธีการ

1. เมื่อผู้สอนสอนเรื่องการก่อกำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ผู้สอนอาจเริ่มบทเรียนโดยให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่สนใจ เรื่อง การก่อกำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์
2. เมื่อผู้เรียนได้เห็นภาพโดยรวมของวิวัฒนาการของดาวฤกษ์แล้ว ผู้สอนสามารถอธิบายขยายความจากภาพในหนังสือเรียนหน้า 118 และเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้สอนสามารถใช้โปรแกรมสแตลลาเรียมมาช่วยสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงรูปร่าง ลักษณะ ของดาวฤกษ์ในช่วงต่าง ๆ ได้ ดังนี้
 - เปิดโปรแกรมสแตลลาเรียม
 - เลือกหน้าต่างค้นหาจากแถบเมนูด้านซ้ายมือ
 - ป้อนชื่อดาวที่ต้องการค้นหา เช่น หากต้องการดูดาวยักษ์แดง ให้ค้นหาชื่อดาว Mira
 - เมื่อได้ภาพที่ต้องการค้นหาแล้ว ผู้สอนสามารถนำภาพดังกล่าวไปใช้ขยายความจากภาพในหนังสือเรียนได้

หมายเหตุ ผู้สอนสามารถค้นหาดาวต่าง ๆ เพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์กูเกิล เช่น ดาวยักษ์น้ำเงิน (Blue giant) ; Alcyone ดาวยักษ์แดง (Red giant) ; Mira ดาวแคระขาว (White dwarf) ; IK Pegasi แล้วนำมาเข้าโปรแกรมสแตลลาเรียมเพื่อยกตัวอย่างเพิ่มเติมนอกเหนือจากในหนังสือเรียน

3.3 เรื่อง การคำนวณระยะห่างของดาวฤกษ์ (หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 หน้า 116)

วิธีการ

1. เมื่อผู้เรียนเรียนรู้หลักการหาระยะห่างของดาวฤกษ์โดยทฤษฎีตรีโกณมิติตามหนังสือเรียนแล้ว ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนนำทฤษฎีดังกล่าวมาใช้ในการทำแบบฝึกหัดเพื่อคำนวณหาระยะห่างโดยอาศัยข้อมูลจริงที่ได้จากโปรแกรมสแตลลาเรียม
2. ผู้สอนอาจยกตัวอย่างการหาระยะห่างของดาวฤกษ์โดยใช้ข้อมูลค่ามุมพารัลแลกซ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมสแตลลาเรียม ดังนี้
 - เปิดโปรแกรมสแตลลาเรียม
 - เปิดเมนูการค้นหา ป้อนชื่อดาวฤกษ์ที่ต้องการหามุมพารัลแลกซ์ เช่น แอลฟา เซนเทอรี่ ซึ่งจะได้อ่านค่ามุมพารัลแลกซ์เป็น 0.74212





จะเห็นว่าโปรแกรมสแตลลาเรียมนอกจากจะให้ค่ามุมแพริลแลกซ์แล้วยังให้ข้อมูลระยะห่างมาด้วย ทั้งนี้ผู้สอนยังไม่ควรเฉลยค่าดังกล่าวให้ผู้เรียนทราบ แต่ควรให้ผู้เรียนลองคำนวณหาระยะห่างจากค่ามุมแพริลแลกซ์เอง จากนั้นจึงมาตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าตรงกับค่าที่ได้จากโปรแกรมหรือไม่

ตอนที่ 4 สืบค้นข้อมูลสมบัติต่าง ๆ ของดาวที่กำหนดจากโปรแกรมสแตลลาเรียม แล้วเติมข้อมูลลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อ	ชื่อดาว	สมบัติของดาว
1.	ดาวไรเจล (Rigel) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง พารัลแลกซ์	0.15 -6.72 B8 772.88 ปีแสง 0.00422"
2.	ดาวแมงป่อง (Antares) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง พารัลแลกซ์	1.05 -5.29 M1 603.99 ปีแสง 0.00540"
3.	ดาวหางหงส์ (Deneb) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง พารัลแลกซ์	1.25 -8.73 A2 3229.27 ปีแสง 0.00101"
4.	ดาวดวงแก้ว (Arcturus) โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ชนิดสเปกตรัม ระยะห่าง พารัลแลกซ์	0.15 -0.11 K2 32.71 ปีแสง 0.08885"



เอกสารสำหรับวิทยากร

โครงสร้างคะแนน เกณฑ์การประเมินตามหลักสูตรการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่
วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ที่	รายการประเมิน	ส่วนที่ ๑ การประกอบ วิชาชีพครู ๖ ชั่วโมง (ร้อยละ)	ส่วนที่ ๒ การพัฒนา สมรรถนะ ๑๖ ชั่วโมง (ร้อยละ)	ส่วนที่ ๓ การจัดกิจกรรม การเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และ อวกาศ ๒๔ ชั่วโมง (ร้อยละ)
๑	ผลการศึกษาด้วยตนเอง	-	๑๐	-
๒	การมีส่วนร่วมในกิจกรรม	๓๐	๓๐	๓๐
๓	ชิ้นงาน (งานเดี่ยว)	๒๐	๑๐	๓๐
๔	การนำเสนอผลงาน (งานเดี่ยว/กลุ่ม)	-	๓๐	๒๐
๕	ผลงานกลุ่ม	๒๐	-	-
๖	สรุปองค์ความรู้ (งานเดี่ยว/กลุ่ม)	๒๕	๑๐	๑๐
๗	การทดสอบความรู้	๕	๑๐	๑๐
	รวม	๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐
	เกณฑ์ผ่านแต่ละส่วนร้อยละ	๗๕	๗๕	๗๕

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยส่วนที่ ๑ ส่วนที่ ๒ และส่วนที่ ๓ รวมกันแล้วต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินด้านหลักสูตร ตามที่กำหนดไว้

คำชี้แจง การประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
หลักสูตรการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการประเมินผลในส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ส่วนที่ ๓) จะมีการประเมินผล ๕ รายการ โดยพิจารณาจากหลักฐานที่ใช้และเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการปฏิบัติกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ แสดงรายการประเมินและหลักฐานในการพิจารณาประกอบการประเมิน

รายการประเมิน	หลักฐานหรือวิธีพิจารณา	เอกสารการประเมินผล
การมีส่วนร่วมในกิจกรรม (งานกลุ่ม)	การสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม จำนวน ๖ กิจกรรม	เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึก คะแนนการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ กิจกรรม
ชิ้นงาน (งานเดี่ยว)	- การออกแบบการทดลอง ตามใบงานที่ ๒.๔ ระยะทางกับความ ส่องสว่าง	เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึก คะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ ๑ การออกแบบ การทดลอง กิจกรรมระยะทางกับ ความส่องสว่าง
	- การส่งใบงาน จำนวน ๑๖ ใบงาน	เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึก คะแนนชิ้นงาน ส่วนที่ ๒ การส่งใบงาน
การนำเสนอผลงาน (งานกลุ่ม)	- การนำเสนอผลการทดลอง และการ ตอบคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม ตามคำสั่งใน ใบงานที่ ๒.๔ ระยะทางกับ ความส่องสว่าง ใบงานที่ ๒.๕ แพร็ลแลกซ์	เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึก คะแนนการนำเสนอผลงาน
การสรุปองค์ความรู้ (งานเดี่ยว)	- การวิเคราะห์ผังมโนทัศน์ของหน่วย การเรียนรู้ จำนวน ๔ ผังมโนทัศน์	เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึก คะแนนการสรุปองค์ความรู้
การทดสอบความรู้ (งานเดี่ยว)	- การทำแบบทดสอบ	เฉลย เกณฑ์การประเมิน และแบบ บันทึกคะแนนการทดสอบวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

การประเมินการจัดการเรียนรู้ (ส่วนที่ ๒) หลักสูตรโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

การประเมินการจัดการเรียนรู้ จะประเมิน ๕ รายการ โดยแต่ละรายการมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

๑. การประเมินการมีส่วนร่วม จะประเมินเป็นรายกลุ่ม มีคะแนนเต็ม ๓๐ คะแนน โดยพิจารณาจากการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม จำนวน ๖ กิจกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็นกิจกรรมการทดลองหรือการใช้แบบจำลองในการสืบเสาะหาความรู้ คือ

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ๑.๑ กิจกรรมคลื่นไหวสะเทือน | ๑.๔ กิจกรรมการเปลี่ยนแปลงลักษณะชั้นหิน |
| ๑.๒ กิจกรรมวงจรการพาความร้อน | ๑.๕ กิจกรรมแพริลแลกซ์ |
| ๑.๓ กิจกรรมการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี | ๑.๖ กิจกรรมการขยายตัวของเอกภพ |

เกณฑ์การประเมินการมีส่วนร่วม (๓๐ คะแนน)

ประเด็น การพิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน/กิจกรรม
การมีส่วนร่วมใน การปฏิบัติกิจกรรม	- สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้ ๕ คะแนน - สมาชิกในกลุ่ม มากกว่าร้อยละ ๕๐ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้ ๓ คะแนน - สมาชิกในกลุ่ม น้อยกว่าร้อยละ ๕๐ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้ ๐ คะแนน

***ข้อเสนอแนะสำหรับการประเมิน

๑. ในการอบรมควรจัดให้ผู้เข้ารับอบรมนั่งประจำกลุ่มย่อย โดยมีจำนวนกลุ่มย่อยและสมาชิกต่อกลุ่มไม่มาก เช่น มีจำนวนกลุ่มย่อย ประมาณ ๔ – ๕ กลุ่ม และสมาชิกต่อกลุ่มประมาณ ๕ – ๖ คน

๒. ผู้ช่วยวิทยากรประจำกลุ่ม จะต้องสังเกตพฤติกรรมของสมาชิกของแต่ละกลุ่มระหว่างปฏิบัติเป็นรายกิจกรรม ครบทั้ง ๖ กิจกรรม ดังที่ระบุไว้ข้างต้น โดยผู้ช่วยวิทยากรแต่ละคนควรได้หมุนเวียนพิจารณาให้ครบทุกกลุ่ม แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นให้นำคะแนนของกรรมการทุกคนมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อคิดเป็นคะแนนที่ได้รับของกลุ่ม

๓. วิทยากรควรแจ้งเกณฑ์การประเมินและข้อตกลงในการพิจารณาให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับทราบว่า ในการปฏิบัติกิจกรรมควรมีการแบ่งหน้าที่ให้ชัดเจน เพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนและทุกหน้าที่ ดังนั้นทุกคนต้องยอมรับว่า คะแนนที่ได้จากผลการพิจารณาจะเป็นคะแนนของกลุ่ม ถึงแม้คะแนนส่วนที่ขาดหายไปจะเป็นผลมาจาก การไม่ร่วมมือของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม



ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการประเมินการมีส่วนร่วม (รายกลุ่ม)

กลุ่มที่	สมาชิกในกลุ่ม	คะแนนที่ได้						คะแนนรวม (๓๐ คะแนน)
		กิจกรรมที่ ๑ (๕)	กิจกรรมที่ ๒ (๕)	กิจกรรมที่ ๓ (๕)	กิจกรรมที่ ๔ (๕)	กิจกรรมที่ ๕ (๕)	กิจกรรมที่ ๖ (๕)	

๒. การประเมินชิ้นงาน จะประเมินเป็นรายบุคคล มีคะแนนเต็ม ๓๐ คะแนน โดยแบ่งเป็น ๒ ส่วน คือ

ส่วนที่ ๑ การออกแบบการทดลอง ในใบงาน ๒.๔ ระยะทางกับความส่องสว่าง

ส่วนที่ ๒ การส่งใบงาน จำนวน ๑๖ ใบงาน จากจำนวนใบงานทั้งหมด ๑๘ ใบงาน

(ยกเว้นใบงาน ๒.๔ เรื่อง ระยะทางกับความส่องสว่าง และใบงาน ๒.๕ แพร่ลแสงซ์)

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ส่วนที่ ๑ การออกแบบการทดลอง (๑๐ คะแนน)

ประเด็น การพิจารณา	เกณฑ์การพิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน
๑. สมมติฐาน	- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และชัดเจน - แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร	- มีครบ ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๒. ตัวแปร	- ระบุตัวแปรต้น ได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสมมติฐาน - ระบุตัวแปรตาม ได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสมมติฐาน - ระบุตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องและครบถ้วน	- มีครบ ๓ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ หรือ ๒ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๓. วัสดุอุปกรณ์	- เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการทดลอง - ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์ครบถ้วน	- มีครบ ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน

ประเด็น การพิจารณา	เกณฑ์การพิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน
		- มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๔.วิธีการทดลอง	- มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้จริง - ใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	- มีครบ ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๕. การออก ตารางบันทึกผล การทดลอง	- ตารางบันทึกผลสามารถบันทึกข้อมูลได้สอดคล้องกับ ตัวแปรที่ศึกษา - ตารางบันทึกผลการทดลองมีรูปแบบเข้าใจง่าย	- มีครบ ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน

***ข้อเสนอแนะสำหรับการประเมิน

๑. ในการอบรมควรจัดให้ผู้เข้ารับการอบรมนั่งประจำกลุ่มย่อย โดยมีจำนวนกลุ่มย่อยและสมาชิกต่อกลุ่มไม่มาก เช่น มีจำนวนกลุ่มย่อย ประมาณ ๔ – ๕ กลุ่ม และสมาชิกต่อกลุ่มประมาณ ๕ – ๖ คน
๒. การประเมินจะพิจารณาเฉพาะรายละเอียดตามกระบวนการออกแบบการทดลอง ดังแสดงในคำสั่งตามใบงาน ๒.๔ ระยะทางกับความส่องสว่าง จนถึงขั้นตอนการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง
๓. สำหรับผลการทดลอง จะได้มาหลังจากสมาชิกในกลุ่มได้ร่วมกันพิจารณาคัดเลือกรูปแบบการทดลองที่มีคุณภาพที่สุด ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนได้ออกแบบไว้ และจะนำไปใช้ในการประเมินการ ในส่วนของการนำเสนอผลงาน
๔. การกำหนดระยะเวลาในการส่งชิ้นงาน วิทยากรอาจกำหนดให้ส่งหลังสิ้นสุดการทดลองตามข้อเสนอแนะในข้อ ๓ หรือตามระยะเวลาที่วิทยากรเห็นว่าเหมาะสม



เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ส่วนที่ ๒ การส่งใบงาน จำนวน ๑๖ ใบงาน (๒๐ คะแนน)

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็มรายเกณฑ์
๑. บันทึกข้อมูล วาดภาพ หรือตอบคำถามครบทุกข้อในแต่ละกิจกรรมได้ ใบงานละ ๑ คะแนน	๑๖
๒. ส่งใบงานที่มีร่องรอยหลักฐานการทำกิจกรรมครบทุกใบงานและส่ง ภายในเวลาที่กำหนด ได้คะแนนเพิ่ม	๔

***ข้อเสนอแนะสำหรับการประเมิน

๑. ในการอบรมควรจัดให้ผู้เข้ารับการอบรมนั่งประจำกลุ่มย่อย โดยมีจำนวนกลุ่มย่อยและสมาชิกต่อกลุ่มไม่มาก เช่น มีจำนวนกลุ่มย่อย ประมาณ ๔ – ๕ กลุ่ม และสมาชิกต่อกลุ่มประมาณ ๕ – ๖ คน
๒. การประเมินจะพิจารณาภาพรวมของชิ้นงาน โดยไม่ได้เน้นการพิจารณาความถูกต้องของการบันทึกใบงาน ดังนั้นวิทยากรควรจะร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมหรือการตอบคำถามในใบงานให้ครบถ้วน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้และข้อมูลที่ถูกต้องหลังการปฏิบัติกิจกรรม
๓. การกำหนดระยะเวลาในการรวบรวมชิ้นงานส่งตรวจ วิทยากรอาจกำหนดให้ส่งหลังสิ้นสุดการอบรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรือตามระยะเวลาที่วิทยากรเห็นว่าเหมาะสม

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการประเมินชิ้นงาน ส่วนที่ ๑ การออกแบบการทดลอง (รายบุคคล)

[illegible]

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการประเมินชิ้นงาน (รายบุคคล)

[illegible]

๓. การประเมินการนำเสนอผลงาน จะประเมินเป็นรายกลุ่ม มีคะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน โดยจะพิจารณาจาก ๒ กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรม ๒.๔ ระยะทางกับกำลังส่องสว่าง และกิจกรรม ๒.๕ แพร่ลแลกซ์

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงาน (๒๐ คะแนน)

ประเด็นการพิจารณา	เกณฑ์การพิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน
๑. ข้อมูลที่นำเสนอ	- ข้อมูลถูกต้องตามหลักวิชาการ - ประเด็นที่นำเสนอครบถ้วน - มีรายละเอียดเพียงพอ	- มีครบ ๓ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๒. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	- รูปแบบการนำเสนอเข้าใจง่าย - รูปแบบที่นำเสนอสร้างสรรค์และน่าสนใจ - รูปภาพ/ตาราง สื่อความหมายได้ถูกต้องเหมาะสม	- มีครบ ๓ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๓. ภาษาที่นำเสนอ	- อธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน - ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่วกวนสับสน	- มีครบ ๒ ประเด็น ได้ ๒ คะแนน - มีเพียง ๑ ประเด็น ได้ ๑ คะแนน - ตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน
๔. เวลาที่นำเสนอ	- นำเสนอภายในเวลาที่กำหนด	- เป็นไปตามเกณฑ์ ได้ ๒ คะแนน - ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ได้ ๐ คะแนน

*****ข้อเสนอแนะสำหรับการประเมิน**

๑. ในการอบรมควรจัดให้ผู้เข้ารับอบรมนั่งประจำกลุ่มย่อย โดยมีจำนวนกลุ่มย่อยและสมาชิกต่อกลุ่มไม่มาก เช่น มีจำนวนกลุ่มย่อย ประมาณ ๔ – ๕ กลุ่ม และสมาชิกต่อกลุ่มประมาณ ๕ – ๖ คน

๒. วิทยากรควรแจ้งเกณฑ์การประเมินและข้อตกลงในการพิจารณาให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับทราบว่า ในการปฏิบัติกิจกรรมควรมีการแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกทุกคนได้นำเสนอ คนละ ๑ กิจกรรม เช่น ถ้าสมาชิก ในกลุ่มมี ๖ คน สมาชิก ๓ คนแรก นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมระยะทางกับกำลังส่องสว่าง และอีก ๓ คนที่เหลือจะต้องนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมแพร่แลกซ์ เพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนและทุกหน้าที่ ดังนั้นทุกคนต้องยอมรับว่า คะแนนที่ได้จากผลการพิจารณาจะเป็นคะแนน



ของกลุ่ม ถึงแม้คะแนนส่วนที่ขาดหายไปจะเป็นผลมาจากการขาดทักษะในการนำเสนอของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม

๓. การกำหนดระยะเวลาในการนำเสนอ วิทยากรควรกำหนดเป็นเวลาการนำเสนอของกลุ่ม โดยพิจารณาระยะเวลาตามที่วิทยากรเห็นว่าเหมาะสมขึ้นกับจำนวนกลุ่มของแต่ละศูนย์การอบรม เช่น กลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการนำเสนอผลงานตามเกณฑ์การพิจารณา

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็มรายเกณฑ์	คะแนนที่ได้
๑. ข้อมูลที่นำเสนอ	๓	
๒. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	๓	
๓. ภาษาที่นำเสนอ	๒	
๔. เวลาที่นำเสนอ	๒	
คะแนนรวม		

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการนำเสนอผลงาน กิจกรรมระยะทางกับกำลังส่องสว่าง (รายกลุ่ม)

กลุ่มที่	คะแนนที่ได้				คะแนนรวม (๑๐)
	ข้อมูลที่นำเสนอ (๓)	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (๓)	ภาษาที่นำเสนอ (๒)	เวลาที่นำเสนอ (๒)	

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการนำเสนอผลงาน กิจกรรมแฟรลแลกซ์ (รายกลุ่ม)

กลุ่มที่	คะแนนที่ได้				คะแนนรวม (๑๐)
	ข้อมูลที่น่าสนใจ (๓)	การจัดกระทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล (๓)	ภาษาที่น่าสนใจ (๒)	เวลาที่ นำเสนอ (๒)	

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการนำเสนอผลงาน (รายบุคคล)

ชื่อ-สกุล	คะแนนที่ได้ของแต่ละกิจกรรม		คะแนนรวม (๒๐)
	กิจกรรมระยะทางกับ กำลังส่องสว่าง (๑๐)	กิจกรรมแฟรลแลกซ์ (๑๐)	

๔. การประเมินการสรุปองค์ความรู้ จะประเมินเป็นรายบุคคล มีคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน โดยจะพิจารณาจากการการเติมคำในผังมโนทัศน์ จำนวน ๔ หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ โครงสร้างโลก โลกและการเปลี่ยนแปลง เอกภพ และ ดาวฤกษ์

เกณฑ์การประเมินการสรุปองค์ความรู้ (๑๐ คะแนน)

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนคำตามเกณฑ์ของผังมโนทัศน์				คะแนนเต็ม รายเกณฑ์
	โครงสร้างโลก	โลกและการ เปลี่ยนแปลง	เอกภพ	ดาวฤกษ์	
จำนวนคำของแต่ละหน่วย					
ร้อยละ ๙๐-๑๐๐	๑๔ - ๑๕				๑๐
ร้อยละ ๘๐-๘๙	๑๒ - ๑๓				๙
ร้อยละ ๗๐-๗๙	๑๐ - ๑๑				๘
ร้อยละ ๖๐-๖๙	๙ - ๘				๗
ร้อยละ ๕๐-๕๙	๗ - ๖				๖
ร้อยละ ๔๐-๔๙	๕				๕
ร้อยละ ๓๐-๓๙	๔				๔
ร้อยละ ๒๐-๒๙	๓				๓
ร้อยละ ๑๐-๑๙	๒				๒
ร้อยละ ๑-๙	๑				๑
ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกต้องทั้งหมด	๐				๐

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนรวมการสรุปองค์ความรู้ (รายบุคคล)

[illegible]

๓. **การประเมินแบบทดสอบ** จะประเมินเป็นรายบุคคล มีคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน โดยจะพิจารณาคะแนนการทำแบบทดสอบ จำนวน ๒๐ ข้อ

เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบ (๑๐ คะแนน)

ประเด็นการพิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน
การตอบคำถามแบบทดสอบแบบปรนัย	- ตอบถูกต้องข้อละ ๑ คะแนน - ตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ ได้ ๐ คะแนน

ตัวอย่าง แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบ (รายบุคคล)

ชื่อ-สกุล	คะแนนที่ได้	คะแนนรวม (๑๐)

รายชื่อคณะเรียบเรียงเนื้อหา

วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่	ชื่อ - สกุล	โรงเรียน/สังกัด
1	ดร.เทพพร โลมารักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
2	นายคธาวุฒิ ไวยสุศรี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3	ผศ.ดร.พิษณุพงศ์ กาญจนพนธ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4	ผศ.ฐานบ ธิติมากร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5	ดร.สรณ วิจารย์วรรณลักษณ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6	ดร.จาทรงค์ สุนธชาติ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
7	ผศ.ดร.น้ำฝน คูเจริญไพศาล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
8	ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
9	ดร. สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์	โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
10	นางพรทิพย์ โพธิ์เอม	โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง
11	นายวิชาญ จินพล	โรงเรียนสมิ๊ดจวนวิทยาคม
12	นางสาวสุวิมล แสงศรี	โรงเรียนเวียงสระ
13	ดร.กานจูลี ปัญญาอินทร์	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)
14	ดร.สุทธิดา จำรัส	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)
15	นายวิสูตร ปฐมโรจนฤทธิ์	สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา
16	นายสุพจน์ วุฒิสถาณ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
17	นางฤทัย เพลงวัฒนา	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
18	นางสาวสุภัคสรณ์ รุ่งศรี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
19	นางสาวโคกิตา จันทร์ศรี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
20	ว่าที่ร้อยตรีภูริวัจน์ จิราตันติพัฒน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
21	นายนิพนธ์ ทรายเพชร	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
22	ดร.โชคชัย อัครวินชัย	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
23	นางสาวทิพย์วรรณ สุดปฐม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
24	นางสาวรัชนิกร กลิ่นหอมหวล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
25	นางสาวกชพร วงศ์สว่างศิริ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการโครงการ

โครงการพัฒนาชุดการอบรมครูผู้ช่วยหรือครูบรรจุใหม่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา

1. ผู้อำนวยการ สสวท. (นางพรพรรณ ไวย่างกูร)	ที่ปรึกษา
2. ผู้อำนวยการ สคปศ. (นางสาวนฤมล ไทยวิรัช)	ที่ปรึกษา
3. นางดวงสมร คล่องสารา	ประธานกรรมการ
4. นางกัญญ์ณัฐ สวัสดิ์สว่าง	รองประธานกรรมการ
5. นายดุสิต สังข์ร่วมใจ	กรรมการ
6. นายประสงค์ เมธิพิณฑกุล	กรรมการ
7. นางชมัยพร ตั้งตน	กรรมการ
8. นายราม ติวารี	กรรมการ
9. นางสาวสุพรรณิชา ชาญประเสริฐ	กรรมการ
10. นางสาววนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	กรรมการ
11. นายสุพจน์ วุฒิโสภณ	กรรมการ
12. นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	กรรมการ
13. นางสาวกุศลิน มุสิกกุล	กรรมการ
14. นายสมเกียรติ เพ็ญทอง	กรรมการ
15. นายวัฒน วัฒนากุล	กรรมการ
16. นายวิสูตร ปฐมโรจนฤทธิ์	กรรมการ
17. นางสาวสร้อยดี มุสิกบุตร	กรรมการ
18. นางจิรัฐ อนุเชิงชัย	กรรมการ
19. นางสาวสุนทรี ไกรกบแก้ว	กรรมการ
20. นายโชคชัย อัครวินชัย	กรรมการ
21. นางสาวทิพย์วรรณ สุดปฐม	กรรมการ
22. นางสาวไศจิวัฒน์ เสริฐศรี	กรรมการและเลขานุการ
23. นางสาวนิอร ภูรัตน์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
24. นางสาวรัชนิกร กลิ่นหอมหวล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
25. นางสาวกชพร วงศ์สว่างศิริ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
26. นางสาวยุวรีย์ พันทวีศักดิ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ