คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๖

๖

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

คู่มือครู

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
พ.ศ. 2562

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนามาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และยังมีบทบาทหน้าที่ในการรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดทำหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกทักษะ กิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล เพื่อให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ โดยครอบคลุมเนื้อหาตามผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เพื่อการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีแนวการจัดการเรียนรู้ การให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็นสำหรับครูผู้สอน รวมทั้งการเฉลยถามและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิบุคลากรทางการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไปโรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. ได้มีการจัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน และเพื่อให้ครูผู้สอนสามารถสอนและจัดกิจกรรมต่าง ๆ ตามหนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้จัดทำคู่มือครูสำหรับใช้ประกอบหนังสือเรียนดังกล่าว

คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้ ได้บอกแนวการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาในหนังสือเรียนประกอบด้วยเรื่ององค์ประกอบของทรงกลมฟ้า การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ การกำหนดเวลาสุริยคติ และตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผน การจัดการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยสามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสมและความพร้อมของโรงเรียน ในการจัดทำคู่มือครูเล่มนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง จากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือครูเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้งสสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้คู่มือครู

วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกทั้งในชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาวิธีคิดและทำให้มีทักษะที่จำเป็นในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่สำคัญตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า
7. เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

คู่มือครูเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นควบคู่กับหนังสือเรียน สำหรับให้ครูได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และมีทักษะที่สำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหนังสือเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ รวมทั้งมีสื่อการเรียนรู้ในเว็บไซต์ที่สามารถเชื่อมโยงได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท ซึ่งครูสามารถใช้ส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามครูอาจพิจารณาดัดแปลงหรือเพิ่มเติมการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียนได้ โดยคู่มือครูมีองค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้เป็นผลลัพธ์ที่ควรเกิดกับนักเรียนทั้งด้านความรู้และทักษะซึ่งช่วยให้ครูได้ทราบเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ได้ ทั้งนี้ครูอาจเพิ่มเติมเนื้อหาหรือทักษะตามศักยภาพของนักเรียน รวมทั้งอาจสอดแทรกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นได้

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

การวิเคราะห์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละผลการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

ผังมโนทัศน์

แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อย เพื่อช่วยให้ครูเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาภายในบทเรียน

สาระสำคัญ

การสรุปเนื้อหาสำคัญของบทเรียน เพื่อช่วยให้ครูเห็นกรอบเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งลำดับของเนื้อหาในบทเรียนนั้น

เวลาที่ใช้

เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูอาจดำเนินการตามข้อเสนอแนะที่กำหนดไว้ หรืออาจปรับเวลาได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

ความรู้ก่อนเรียน

คำสำคัญหรือข้อความที่เป็นความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนควรมีก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน
ชุดคำถามและเฉลยที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนตามที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน เพื่อให้ครูได้ตรวจสอบและทบทวนความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน

การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้ออาจมีองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

- **จุดประสงค์การเรียนรู้**

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้ ทั้งนี้ครูอาจตั้งจุดประสงค์เพิ่มเติมจากที่ให้ไว้ ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

- **ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น**

เนื้อหาที่นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่พบบ่อย ซึ่งเป็นข้อมูลให้ครูได้พึงระวังหรืออาจเน้นย้ำในประเด็นดังกล่าวเพื่อป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เช่น บัตรคำ วีดิทัศน์เว็บไซต์ ซึ่งครูควรเตรียมล่วงหน้าก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้

- **แนวการจัดการเรียนรู้**

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีการนำเสนอทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด ทั้งนี้ครูอาจปรับหรือเพิ่มเติมกิจกรรมจากที่ให้ไว้ ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

กิจกรรม

การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสาธิต การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยองค์ประกอบของกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

- จุดประสงค์
  เป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมนั้น
- วัสดุ และอุปกรณ์
  รายการวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรม ซึ่งครูควรเตรียมให้เพียงพอสำหรับการจัดกิจกรรม
- การเตรียมล่วงหน้า
  ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ครูต้องเตรียมล่วงหน้าสำหรับการจัดกิจกรรม เช่น การเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ การเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต
- ข้อเสนอแนะสำหรับครู
  ข้อมูลที่ให้ครูแจ้งต่อนักเรียนให้ทราบถึงข้อควรระวัง ข้อควรปฏิบัติ หรือข้อมูลเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมนั้น ๆ
- ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม
  ตัวอย่างผลการทดลอง การสาธิต การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อให้ครูใช้เป็นข้อมูลสำหรับตรวจสอบผลการทำกิจกรรมของนักเรียน
- อภิปรายและสรุปผล
  ตัวอย่างข้อมูลที่ควรได้จากการอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งครูอาจใช้คำถามท้ายกิจกรรมหรือคำถามเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นที่ต้องการ รวมทั้งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและอภิปรายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ผลของกิจกรรมเป็นไปตามที่คาดหวังหรืออาจไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง นอกจากนี้อาจมีความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งไม่ควรนำไปเพิ่มเติมให้นักเรียน เพราะเป็นส่วนที่เสริมจากเนื้อหาที่มีในหนังสือเรียน

- **แนวทางการวัดและประเมินผล**

แนวทางการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ควรเกิดขึ้นหลังจากได้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้ครูทราบถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน เครื่องมือวัดและประเมินผลมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ แบบประเมินทักษะ แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวัดและ

ประเมินผลจากเครื่องมือมาตรฐานที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว ดัดแปลงจากเครื่องมือที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว หรือสร้างเครื่องมือใหม่ขึ้นเอง ตัวอย่างของเครื่องมือวัดและประเมินผล ดังภาคผนวก

- **เฉลยคำถาม**

แนวคำตอบของคำถามระหว่างเรียนและคำถามท้ายบทเรียนในหนังสือเรียน เพื่อให้ครูใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบการตอบคำถามของนักเรียน

- เฉลยคำถามระหว่างเรียน
  แนวคำตอบของคำถามระหว่างเรียนซึ่งมีทั้งคำถามชวนคิด ตรวจสอบความเข้าใจ และแบบฝึกหัด ทั้งนี้ครูควรใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่ เพื่อให้สามารถปรับการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป
- เฉลยคำถามท้ายบทเรียน
  แนวคำตอบของแบบฝึกหัดท้ายบท ซึ่งครูควรใช้คำถามท้ายบทเรียนเพื่อตรวจสอบว่าหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องใด เพื่อให้สามารถวางแผนการทบทวนหรือเน้นย้ำเนื้อหาให้กับนักเรียนก่อนการทดสอบได้

สารบัญ

บทที่	เนื้อหา	หน้า
17 ทรงกลมฟ้า	**บทที่ 17 ทรงกลมฟ้า**	1
	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	2
	ผังมโนทัศน์	4
	ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง	5
	สาระสำคัญ	6
	เวลาที่ใช้	6
	เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน	7
	17.1 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า	9
	17.1.1 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้า	
	เฉลยกิจกรรม 17.1 จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า	10
	เฉลยกิจกรรม 17.2 การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า	12
	เฉลยกิจกรรม 17.3 การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเมื่อเปลี่ยนเวลาและตำแหน่งในการสังเกต	15
	17.1.2 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร	
	เฉลยกิจกรรม 17.4 การระบุตำแหน่งในระบบพิกัดศูนย์สูตร	22
	แนวทางการวัดและประเมินผล	28
	17.2 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว	30
	เฉลยกิจกรรม 17.5 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์	31
	เฉลยกิจกรรม 17.6 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์	39
	แนวทางการวัดและประเมินผล	47

สารบัญ

บทที่	เนื้อหา	หน้า
17 ทรงกลมฟ้า	17.3 เวลาสุริยคติ	48
	17.3.1 เวลาสุริยคติปรากฏ	
	เฉลยกิจกรรม 17.7 เวลาสุริยคติปรากฏ	48
	17.3.2 เวลาสุริยคติปานกลางและการเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก	
	เฉลยกิจกรรม 17.8 เวลามาตรฐาน	52
	17.3.3 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเวลามาตรฐาน	
	เฉลยกิจกรรม 17.9 วางแผนดูดาว	55
	แนวทางการวัดและประเมินผล	58
	เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	61
18 ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	**บทที่ 18 ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์**	68
	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	68
	ผังมโนทัศน์	70
	ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง	71
	สาระสำคัญ	72
	เวลาที่ใช้	72
	เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน	73
	18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	73
	18.1.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์วงใน	
	เฉลยกิจกรรม 18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวศุกร์	75
	18.1.2 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์วงนอก	
	เฉลยกิจกรรม 18.2 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวอังคาร	90
	แนวทางการวัดและประเมินผล	102

สารบัญ

บทที่	เนื้อหา	หน้า
18 ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	18.2 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์	103
	เฉลยกิจกรรม 18.3 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์	103
	เฉลยกิจกรรม 18.4 ตามหาปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม	108
	แนวทางการวัดและประเมินผล	110
	เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	112
	ภาคผนวก	119
	บรรณานุกรม	131

บทที่ 17 | ทรงกลมฟ้า (Celestial Sphere)

ipst.me/10873

ผลการเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร
2. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
3. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
4. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก
5. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

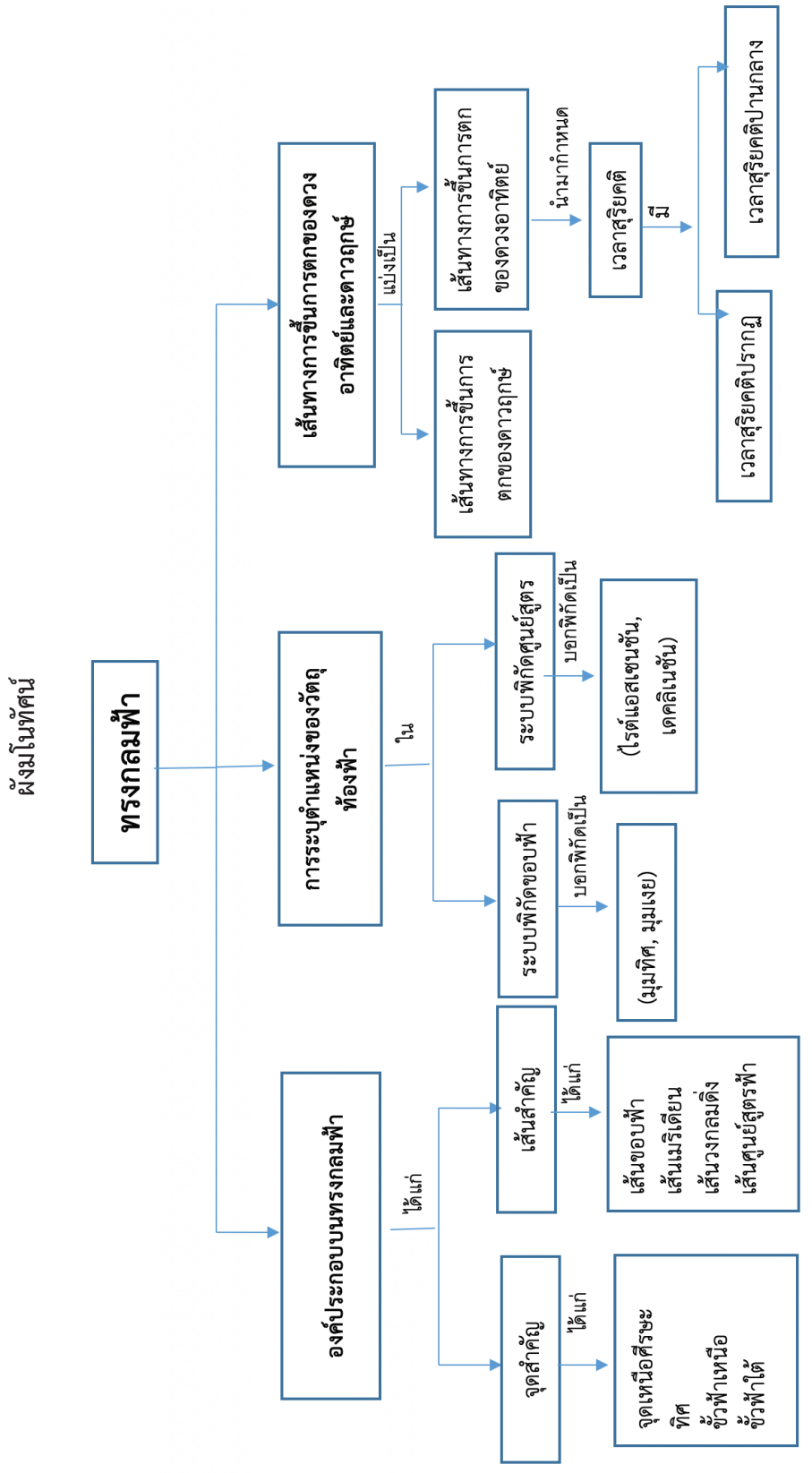
ผลการเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลอง ทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร
2. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
3. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
4. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก
5. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า ระบุ และอธิบายจุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้า
2. ระบุ และอธิบายความหมายของจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดขอบฟ้า
3. อธิบายวิธีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้า
4. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า พร้อมทั้งระบุและอธิบายความหมายจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดศูนย์สูตร
5. อธิบายวิธีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร
6. สังเกตและอธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ตามตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต
7. อธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ตามวัน เวลาและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต
8. อธิบายการบอกเวลาสุริยคติปรากฏ และเวลาสุริยคติปานกลาง
9. อธิบายการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากลพร้อมทั้งเปรียบเทียบเวลาบนโลก
10. อธิบายการใช้ประโยชน์เวลามาตรฐานสากล
11. ออกแบบและวางแผนการสังเกตดาวฤกษ์บนท้องฟ้า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต 2. การวัด 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. การสร้างแบบจำลอง	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความอยากรู้อยากเห็น 4. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์


ผังมโนทัศน์
ทรงกลมฟ้า
องค์ประกอบบนทรงกลมฟ้า
ได้แก่
จุดสำคัญ
ได้แก่
จุดเหนือศีรษะ
ทิศ
ขั้วฟ้าเหนือ
ขั้วฟ้าใต้
เส้นสำคัญ
ได้แก่
เส้นขอบฟ้า
เส้นเมริเดียน
เส้นวงกลมดิ่ง
เส้นศูนย์สูตรฟ้า
การระบุตำแหน่งของวัตถุ
ท้องฟ้า
ใน
ระบบพิกัดขอบฟ้า
บอกพิกัดเป็น
(มุมทิศ, มุมเงย)
ระบบพิกัดศูนย์สูตร
บอกพิกัดเป็น
(ไรต์แอสเซนชัน,
เดคลิเนชัน)
เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
แบ่งเป็น
เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์
เส้นทางการขึ้นการตก
ของดวงอาทิตย์
นำมากำหนด
เวลาสุริยคติ
มี
เวลาสุริยคติปานกลาง
เวลาสุริยคติปรากฏ

ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง

ทรงกลมฟ้าเป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ มีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลมฟ้า มีดวงดาวและวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้า

↓

จุดและเส้นสำคัญต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้าช่วยในการระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนผิวของทรงกลมฟ้า

↓

การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้านิยมใช้ระบบพิกัดขอบฟ้าและระบบพิกัดศูนย์สูตร

↓

ระบบพิกัดขอบฟ้า เป็นระบบที่ระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าโดยอ้างอิงจากขอบฟ้าของผู้สังเกต โดยระบุพิกัดเป็นค่ามุมทิศและมุมเงย

↓

ระบบพิกัดศูนย์สูตร เป็นระบบที่ระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าโดยอ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรฟ้าและจุดวสันตวิษุวัต โดยระบุพิกัดเป็นค่าไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชัน

↓

เส้นทางการขึ้นการตก หรือ เส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์ในรอบวัน เกิดจากโลกหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก

↓

เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์ขึ้นกับค่าเดคลิเนชันและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต

↓

เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงทุกวันตามค่าเดคลิเนชัน

↓

เวลาสุริยคติ เป็นการกำหนดเวลาโดยใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ โดยมีเวลาสุริยคติปรากฏและเวลาสุริยคติปานกลาง

สาระสำคัญ

ทรงกลมฟ้า เป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มีรัศมีอนันต์ มีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลมฟ้า มีวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้า ระบบที่ใช้ระบุพิกัดวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า เช่น ระบบพิกัดขอบฟ้า ระบบพิกัดศูนย์สูตร การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้นการตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์ โดยเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับค่าเดคลิเนชันและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงทุกวันตามค่าเดคลิเนชันที่เปลี่ยนแปลงและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต การศึกษาการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์นำมาใช้ในการบอกเวลาบนโลก เรียกว่าเวลาสุริยคติ โดยมีเวลาสุริยคติปรากฏ และเวลาสุริยคติปานกลาง

เวลาที่ใช้

บทเรียนนี้ควรใช้เวลาประมาณ	22	ชั่วโมง
17.1 การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า	8	ชั่วโมง
17.2 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์	6	ชั่วโมง
17.3 เวลาสุริยคติ	8	ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

1. การกำหนดทิศบนโลก
2. ลักษณะการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์
3. การระบุตำแหน่งของดาวด้วยมุมทิศ และมุมเงย
4. การเกิดกลางวันกลางคืนและการเกิดฤดูบนโลก
5. เส้นศูนย์สูตร ละติจูดและลองจิจูดของโลก
6. เวลาท้องถิ่นของแต่ละประเทศ

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบท้ายข้อความที่ถูก หรือเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องคำตอบท้ายข้อความที่ผิด

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
1	ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก และตกทางทิศตะวันตกตรงตามตำแหน่งเดิมทุกวัน **แนวคำตอบ** ดวงอาทิตย์ไม่ได้ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกตรงตามตำแหน่งเดิมทุกวัน เช่นในช่วงฤดูร้อนดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ ตกทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ ในช่วงฤดูหนาวดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางใต้ ตกทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางใต้	✗
2	การขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	✓
3	ตอนเที่ยงของทุกวันดวงอาทิตย์จะปรากฏเหนือศีรษะของผู้สังเกต **แนวคำตอบ** ในเวลาเที่ยงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ไม่ได้ผ่านจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกตทุกวัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต	✗
4	การกำหนดทิศมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	✓
5	ตำแหน่งของดาวเหนือจะอยู่สูงจากขอบฟ้าเป็นมุมเงยที่มีค่าเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต	✓
6	มุมทิศเป็นมุมที่วัดตามแนวเส้นขอบฟ้าจากทิศเหนือไปทางทิศตะวันออก	✓
7	ฤดูเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนหมุนของโลกเอียง	✓
8	ในฤดูร้อนช่วงเวลากลางวันจะยาวกว่าเวลากลางคืน	✓
9	สาเหตุที่ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนยาวไม่เท่ากันเนื่องจากระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปี **แนวคำตอบ** การที่กลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากันเนื่องจากการเอียงของแกนโลก ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์	✗

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
10	แกนหมุนของโลกเอียงทำมุมประมาณ 23.5 องศากับแนวตั้งฉากของระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์	✓
11	ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ **แนวคำตอบ** ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	✗
12	เวลาท้องถิ่นของแต่ละประเทศแตกต่างกัน	✓

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	ความเข้าใจที่ถูกต้อง
ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก ตกทางทิศตะวันตก ตรงตามตำแหน่งเดิมทุกวัน	ในช่วงฤดูร้อนดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ ในช่วงฤดูหนาว ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางใต้ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางใต้ ทั้งนี้ดวงอาทิตย์จะขึ้นตรงทิศตะวันออก และตกตรงทิศตะวันตกพอดีเฉพาะวันวสันตวิษุวัตและศารทวิษุวัต
ตอนเที่ยงของทุกวันดวงอาทิตย์จะปรากฏอยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกตพอดี	ในเวลาเที่ยงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกตทุกวัน โดยตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะตรงจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกตเมื่อเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์เท่ากับละติจูดของผู้สังเกต
ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือจะตกทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางใต้	ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือดวงอาทิตย์จะตกทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ

17.1 การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า ระบุ และอธิบายจุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้า
2. ระบุ และอธิบายความหมายของจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดขอบฟ้า
3. อธิบายวิธีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้า
4. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า พร้อมทั้งระบุและอธิบายความหมายจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดศูนย์สูตร
5. อธิบายวิธีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เล่ม 6
2. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก สสวท. learning space http://www.scimath.org
3. โปรแกรมดูดาว เช่น โปรแกรม stellarium

แนวการจัดการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้รูป 17.1 ในหนังสือเรียนหน้า 4 และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- ถ้านักเรียนยืนในที่โล่งดังรูป และสังเกตท้องฟ้าโดยรอบ นักเรียนจะเห็นลักษณะของท้องฟ้าเป็นอย่างไร

  แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น มีขนาดกว้างใหญ่ไพศาล และมีลักษณะคล้ายครึ่งทรงกลมครอบเราไว้
- นักเรียนมองเห็นอะไรบ้างบนท้องฟ้า

  แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ ทางช้างเผือก
- หากเราต้องการสังเกตดาวดวงเดิมเราจะสามารถบอกตำแหน่งของดาวดวงนั้นได้อย่างไร

  แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน

2. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า “ถ้าเราจะบอกตำแหน่งของดวงดาวต่าง ๆ บนท้องฟ้า เราจะใช้อะไรเป็นจุดอ้างอิง” จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 17.1 จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า

กิจกรรมที่ 17.1 จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า

จุดประสงค์กิจกรรม

1. อธิบายความหมายของจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดขอบฟ้า
2. สร้างแบบจำลองท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าพร้อมทั้งระบุจุดและเส้นสำคัญบนท้องฟ้า

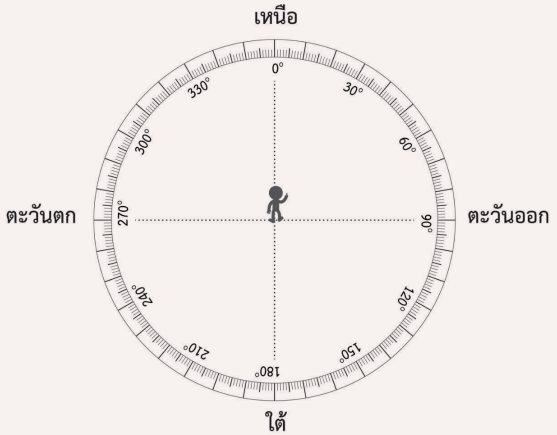
เวลา 60 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

1. เอกสารความรู้ เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า	1	ชุด
2. ตุ๊กตาขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร	1	ตัว
3. ปากกาเคมีแบบลบได้	1	ด้าม
4. พลาสติกครึ่งทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร	2	ชิ้น
5. กระดาษเทาขาวขนาด A4	1	แผ่น
6. กาวยางน้ำ	1	หลอด

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดทิศและมุมบนระนาบขอบฟ้าได้ง่ายขึ้นครูอาจเตรียมแผ่นระบุทิศให้นักเรียน โดยพิมพ์แผ่นระบุทิศให้มีขนาดเท่ากับพลาสติกครึ่งทรงกลมแล้วติดลงบนกระดาษเทาขาวดังรูป

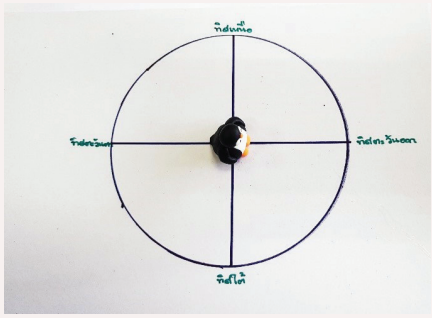


วิธีการทำกิจกรรม

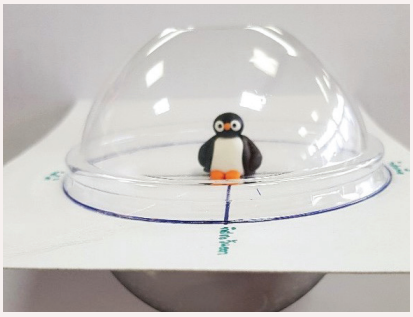
1. ศึกษาความรู้ เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าจากเอกสารที่กำหนดให้
2. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
   2.1 วาดเส้นขอบฟ้าบนกระดาษเทาขาวให้มีขนาดเท่ากับพลาสติกครึ่งทรงกลม
   2.2 กำหนดทิศทั้งสี่บนเส้นขอบฟ้า จากนั้นติดตุ๊กตาแทนตำแหน่งผู้สังเกตตรงตำแหน่งจุดตัดของทิศหลักทั้งสี่ (ดังรูป ก)
   2.3 สร้างท้องฟ้าของผู้สังเกต โดยวางครึ่งทรงกลมพลาสติกประกบให้พอดีกับเส้นขอบฟ้า จากนั้นใช้พลาสติกครึ่งทรงกลมอีกชิ้นหนึ่งประกบด้านล่างให้ตรงกันพอดี (ดังรูป ข)
3. ระบุเส้นขอบฟ้า ระนาบขอบฟ้า จุดเหนือศีรษะ จุดใต้เท้า และเส้นเมริเดียนบนแบบจำลองท้องฟ้า(ดังรูป ค)
4. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

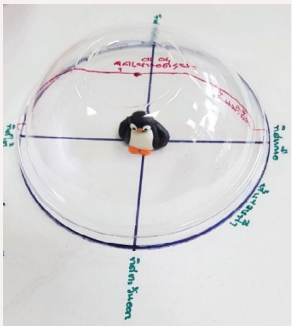
- ระนาบขอบฟ้า
- ท้องฟ้าของผู้สังเกต



รูป ก



รูป ข



รูป ค

สรุปผลการทำกิจกรรม

จากแบบจำลองท้องฟ้ามีจุดเหนือศีรษะ ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของท้องฟ้าที่อยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกต จุดใต้เท้า เป็นจุดที่อยู่ตรงข้ามจุดเหนือศีรษะ เส้นที่เป็นรอยต่อระหว่างท้องฟ้ากับพื้นดินเรียกว่าเส้นขอบฟ้า โดยมีทิศทั้งสี่อยู่บนเส้นขอบฟ้า เส้นที่ลากตั้งฉากกับเส้นขอบฟ้าผ่านจุดทิศเหนือ จุดเหนือศีรษะ จุดทิศใต้ และจุดใต้เท้า เรียกว่า เส้นเมริเดียน

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมและร่วมกันอภิปรายผลโดยมีแนวคำตอบดังแสดงข้างต้น
4. ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้ดังนี้ “จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าสามารถนำมาใช้ระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าได้อย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 17.2 การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า

กิจกรรมที่ 17.2 การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า

จุดประสงค์กิจกรรม

1. อธิบายวิธีการหามุมทิศและมุมเงยของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า
2. ระบุตำแหน่งของดาวที่กำหนดตามระบบพิกัดขอบฟ้า

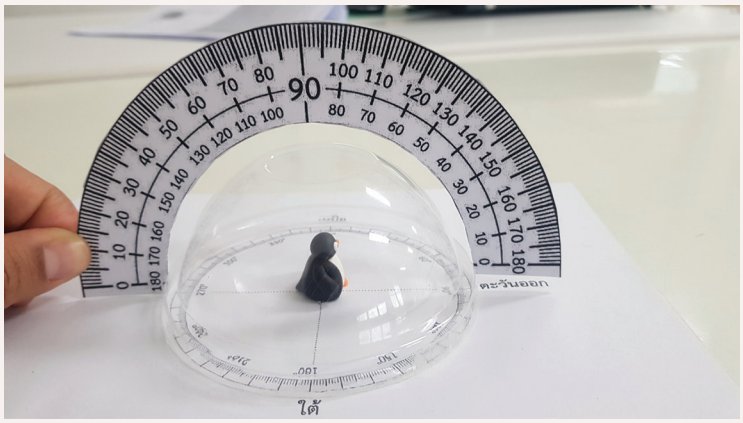
เวลา 60 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

1. เอกสารความรู้ เรื่องการระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า	1 ชุด
2. แบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.1	1 ชุด
3. ปากกาเคมีแบบลบได้	1 ด้าม
4. ภาพโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม	1 แผ่น

การเตรียมตัวล่วงหน้า

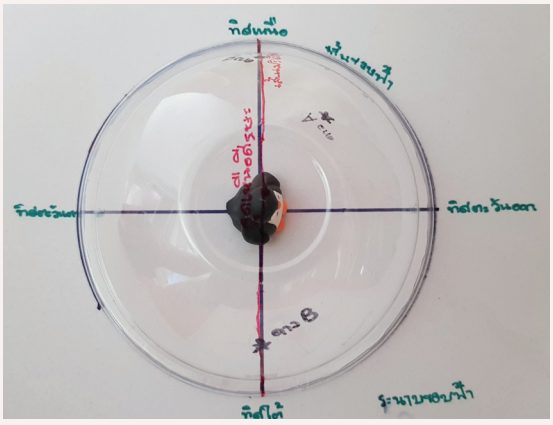
ครูเตรียมโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลมล่วงหน้าโดยที่ดาวน์โหลดจาก QR code ทั้งนี้ให้ปรับขนาดของโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลมให้พอดีกับขนาดของพลาสติกครึ่งทรงกลมที่นำมาใช้ดังรูป

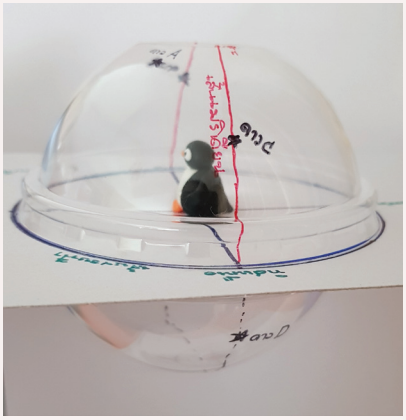


วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่องการระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าจากเอกสารที่กำหนด
2. ระบุตำแหน่งของดาวบนทรงกลมฟ้าจากพิกัดดาวที่กำหนดให้
   ดาว A มุมทิศ 45 องศา มุมเงย 60 องศา หรือ (45o, 60°)
   ดาว B มุมทิศ 180 องศา มุมเงย 45 องศา หรือ (180°, 45°)
   ดาว C มุมทิศ 0 องศา มุมเงย 15 องศา หรือ (0°, 15°)
   ดาว D มุมทิศ 90 องศา มุมเงย -30 องศา หรือ (90°, -30°)
   ดาว E มุมทิศ 270 องศา มุมเงย 10 องศา หรือ (270°, 10°)
3. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม





สรุปผลการทำกิจกรรม

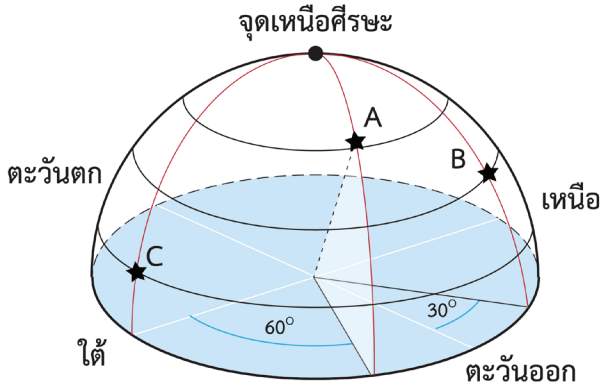
การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าบอกโดยใช้ค่ามุมทิศ และ มุมเงย โดยมุมทิศเป็นค่าของมุมที่วัดจากจุดทิศเหนือไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นขอบฟ้าถึงเส้นที่ลากผ่านดาวมาตั้งฉากกับขอบฟ้า มุมทิศมีค่าได้ตั้งแต่ 0-360 องศา ส่วนมุมเงย เป็นค่าของมุมที่วัดจากเส้นขอบฟ้าไปตามเส้นวงกลมดิ่งถึงตำแหน่งดาว มุมเงยมีค่าได้ตั้งแต่ 0-90 องศา และในกรณีที่ดาวอยู่ต่ำกว่าขอบฟ้า มุมเงยจะใช้ค่าติดลบ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดของฟ้าใช้ค่าอะไรบ้าง
   แนวคำตอบ ใช้ค่ามุมทิศ และ มุมเงย
2. การวัดมุมทิศและมุมเงยมีวิธีการอย่างไร
   แนวคำตอบ การวัดมุมทิศ เริ่มจากจุดทิศเหนือไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นขอบฟ้าถึงเส้นวงกลมดิ่งที่ลากผ่านดาวมีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา
   ส่วนการวัดมุมเงย เป็นค่าของมุมที่วัดจากเส้นขอบฟ้าไปตามเส้นวงกลมดิ่งถึงตำแหน่งดาว มุมเงยมีค่าได้ตั้งแต่ 0-90 องศา และมีค่าติดลบเมื่อดาวอยู่ต่ำกว่าขอบฟ้า
3. ดาวดวงใดบ้างที่ปรากฏอยู่เหนือขอบฟ้า
   แนวคำตอบ ดาว A B C และ E
4. ดาวดวงใดที่ไม่ปรากฏเหนือขอบฟ้า ทราบได้อย่างไร
   แนวคำตอบ ดาว D เพราะค่ามุมเงยติดลบ แสดงว่าดาวอยู่ใต้ขอบฟ้า
5. ดาว D กำลังขึ้นจากขอบฟ้าหรือกำลังตกลับขอบฟ้า ทราบได้อย่างไร
   แนวคำตอบ กำลังจะขึ้นจากขอบฟ้า เพราะยังอยู่ใต้ขอบฟ้าทางทิศตะวันออก
6. ถ้าผู้สังเกตหันหน้าไปทางทิศใต้จะพบดาวดวงใด
   แนวคำตอบ พบดาว B เพราะดาว B มีมุมทิศ 180 องศาซึ่งตรงตำแหน่งจุดทิศใต้
7. ดาว E กำลังจะขึ้น หรือกำลังจะตก หรือตกลับขอบฟ้าไปแล้ว ทราบได้อย่างไร
   แนวคำตอบ กำลังจะตก เพราะยังอยู่เหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันตก

5. ให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลพร้อมทั้งตอบคำถามท้ายกิจกรรมโดยมีแนวการอภิปรายและตอบคำถามข้างต้น

6. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามในหนังสือเรียนหน้า 8 “จากภาพให้ระบุพิกัดดาว A B และ C ในระบบพิกัดขอบฟ้า” โดยมีแนวคำตอบดังนี้



แนวคำตอบ

พิกัดดาว A (60°, 67.5°)

พิกัดดาว B (120°, 45°)

พิกัดดาว C (0°, 22.5°)

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ถ้าเราสังเกตดาวดวงเดิมในเวลาที่แตกต่างกัน หรือเปลี่ยนตำแหน่งในการสังเกตไปอยู่ที่ละติจูดอื่น พิกัดของดาวจะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 17.3 การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเมื่อเปลี่ยนเวลาและตำแหน่งในการสังเกต

กิจกรรม 17.3 การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเมื่อเปลี่ยนเวลาและตำแหน่งในการสังเกต

จุดประสงค์กิจกรรม

1. ระบุมุมทิศ และมุมเงยของดาวเมื่อเวลาในการสังเกตเปลี่ยนแปลงไป
2. ระบุจุด เส้นสำคัญ มุมทิศ และมุมเงยของดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

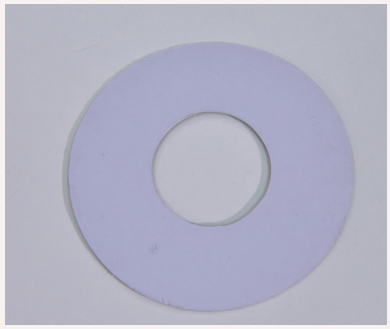
เวลา 120 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ลูกปิงปอง	3 ลูก
2. ตะเกียบ	3 ข้าง
3. ตุ๊กตาขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร	3 ตัว
4. ปากกาเคมีแบบลบได้	1 ด้าม
5. กระดาษเทาขาวขนาด A4	1 แผ่น
6. กาวยางน้ำ	1 หลอด
7. พลาสติกครึ่งทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร	6 ชิ้น
8. โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม	1 อัน

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. เนื่องจากในกิจกรรมนี้ต้องใช้แบบจำลอง 3 ชุดตามตำแหน่งของผู้สังเกตที่อยู่ละติจูดต่าง ๆ คือ ศูนย์สูตร ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้ และครูควรแบ่งกลุ่มให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมทุกแบบจำลอง
2. ในการระบุจุดหรือเส้นต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้าควรใช้ปากกาเคมีแบบลบได้เนื่องจากจะมีการนำแบบจำลองที่สร้างนี้ไปใช้ในกิจกรรมถัดไป
3. ครูอาจใช้หมุดปักอเนกประสงค์แทนตุ๊กตา
4. ครูควรเจาะลูกปิงปองด้านบนและด้านล่างให้ผ่านจุดศูนย์กลางของลูกปิงปองไว้ล่วงหน้า
5. การติดตั้งอุปกรณ์ต้องให้ตะเกียบติดแน่นกับลูกปิงปองจึงจะสามารถหมุนลูกปิงปองได้
6. ครูสร้างระนาบขอบฟ้าโดยตัดกระดาษเป็นวงกลมให้มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของพลาสติกครึ่งทรงกลมเล็กน้อย และเจาะรูตรงกลางให้มีขนาดเท่ากับลูกปิงปอง ดังรูป พร้อมระบุทิศสำคัญทั้งสี่



วิธีการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 พิกัดของดาวที่เวลาต่าง ๆ

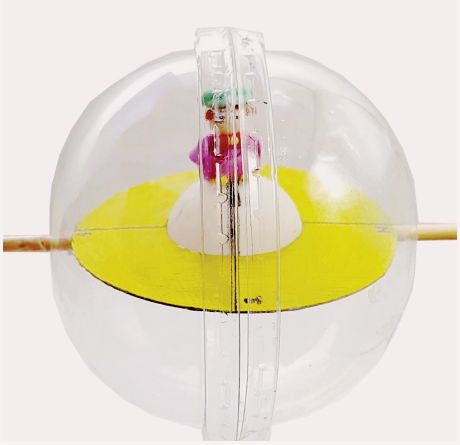
1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้าจำนวน 3 ชุดที่ตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆได้แก่ ศูนย์สูตร, ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้ โดยมีวิธีการดังนี้
   1.1 กำหนดให้ลูกปิงปองแทนโลก สร้างเส้นศูนย์สูตรโลกโดยลากเส้นรอบวงแบ่งครึ่งลูกปิงปอง
   1.2 กำหนดตะเกียบแทนแกนหมุนโลก โดยเสียบตะเกียบผ่านจุดศูนย์กลางลูกปิงปอง และให้ตั้งฉากกับเส้นศูนย์สูตร
   1.3 ติดตุ๊กตาแทนตำแหน่งของผู้สังเกตบนลูกปิงปองแต่ละลูกตามตำแหน่งละติจูดที่กำหนด
   1.4 ติดระนาบขอบฟ้าที่ได้กำหนดทิศทั้งสี่แล้ว โดยให้ทิศเหนือและทิศใต้อยู่ในแนวเดียวกับตะเกียบ และให้ระนาบขอบฟ้าตั้งฉากกับผู้สังเกต และผ่านจุดศูนย์กลางของลูกปิงปอง ดังรูป

ศูนย์สูตร

ละติจูด 45 อศาเหนือ

ละติจูด 45 องศาใต้

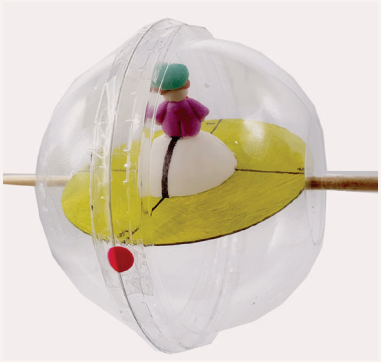
1.5 นำฝาพลาสติกครึ่งทรงกลม 2 ชิ้นมาประกบกับระนาบขอบฟ้าให้เป็นทรงกลมฟ้า โดยให้รอยต่อของพลาสติกอยู่ในแนวเดียวกับเส้นศูนย์สูตรโลก ดังรูป



2. นำแบบจำลองทรงกลมฟ้าของผู้สังเกตที่ศูนย์สูตรที่สร้างจากข้อ 1 มากำหนดตำแหน่งดวงอาทิตย์ โดยกำหนดให้ดวงอาทิตย์อยู่ที่ขอบฟ้าตะวันออก ดังรูป จากนั้นถือแบบจำลองให้ระนาบขอบฟ้าขนานกับพื้น อ่านค่ามุมทิศ มุมเงยละบันทึกลงในตารางบันทึกผล

3. ค่อย ๆ หมุนตะเกียบจนกระทั่งให้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ตรงกับจุดเหนือศีรษะ ระบุเวลาและพิกัดของดวงอาทิตย์ลงในตารางบันทึกผล

4. จากนั้นหมุนตะเกียบต่อไปจนกระทั่งตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ขอบฟ้าตะวันตก ระบุเวลาและพิกัดของดวงอาทิตย์ลงในตารางบันทึกผล



5. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตาราง ค่ามุมทิศ มุมเงย และพิกัดของดวงอาทิตย์ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำแหน่งดวงอาทิตย์	มุมทิศ	มุมเงย	พิกัด
ศูนย์สูตร	ขอบฟ้าทางตะวันออก	90°	0°	(90°, 0°)
	จุดเหนือศีรษะ	-	90°	(- , 90°)
	ขอบฟ้าทางตะวันตก	270°	0°	(270°, 0°)

คำถามท้ายกิจกรรม

1 เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ทางขอบฟ้าตะวันออกเป็นช่วงเวลาใด และมุมทิศ มุมเงยมีค่าเท่าใด
แนวคำตอบ เวลาประมาณ 06:00 นาฬิกา มีมุมทิศและมุมเงยเป็น (90°, 0°)

2. เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ทางขอบฟ้าตะวันตกเป็นช่วงเวลาใด และมุมทิศ มุมเงยมีค่าเท่าใด
แนวคำตอบ เวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา มีมุมทิศและมุมเงยเป็น (270°, 0°)

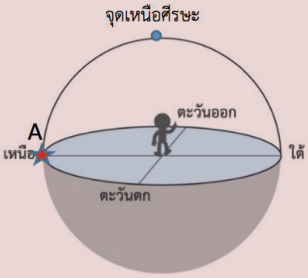
3. ในช่วงเวลาต่าง ๆ ค่ามุมทิศและมุมเงยของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ มีการเปลี่ยนแปลง พิกัดของดวงอาทิตย์ในระบบขอบฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาต่าง ๆ ใน 1 วัน

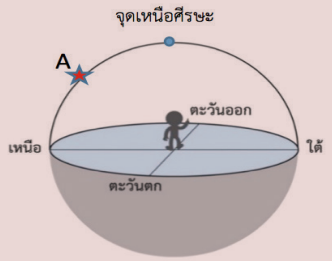
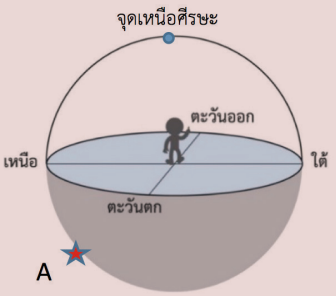
ตอนที่ 2 พิกัดขอบฟ้าของดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ

1. นำแบบจำลองทรงกลมฟ้าที่สร้างจากตอนที่ 1 มาศึกษาพิกัดของดาวเมื่อตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้
2. ในแบบจำลองแต่ละชุด ให้ติดดาว A ที่ปลายตะเกียบด้านทิศเหนือ
3. บันทึกตำแหน่งจุดเหนือศีรษะและตำแหน่งของดาวจากแบบจำลองแต่ละชุดลงบนภาพในตารางบันทึกผล
4. ระบุค่ามุมทิศ มุมเงย และพิกัดของดาวเมื่อตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ ณ ละติจูดต่าง ๆ และบันทึกค่าในตารางบันทึกผล
5. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตารางตำแหน่งของดาว มุมทิศ มุมเงยและพิกัดของดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำแหน่งดาว	มุมทิศ	มุมเงย	พิกัด
ศูนย์สูตร		0°	0°	(0°, 0°)

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำแหน่งดาว	มุมทิศ	มุมเงย	พิกัด
ละติจูด 45 องศาเหนือ		0°	45°	(0, 45°)
ละติจูด 45 องศาใต้		0°	-45°	(0°,-45°)

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ ค่ามุมทิศและมุมเงยของดาวดวงเดียวกัน มีค่าเท่ากันหรือไม่อย่างไร

   แนวคำตอบ แตกต่างกัน พิกัดของดาวจะเปลี่ยนไปเมื่อตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตเปลี่ยนแปลงไป

2. ค่ามุมเงยของดาว A มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตหรือไม่ อย่างไร

   แนวคำตอบ สัมพันธ์กัน มุมเงยของดาว A มีค่าเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต เนื่องจากดาว A เป็นดาวที่อยู่ตรงกับขั้วฟ้าเหนือ

สรุปผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรมพบว่าพิกัดของดวงอาทิตย์ในระบบพิกัดขอบฟ้าเปลี่ยนไปตามเวลาของวัน นอกจากนี้หากตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดที่แตกต่างกัน พิกัดของดาวจะเปลี่ยนไป ดังนั้นการระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า จึงขึ้นอยู่กับเวลาและ ตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และร่วมกันอภิปรายผลพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมโดยมีแนวทางการอภิปรายและตอบคำถามดังแสดงข้างต้น
9. ครูนำอภิปรายเชื่อมโยงองค์ความรู้เกี่ยวกับพิกัดของดาวกับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต โดยนำภาพท้องฟ้าของผู้สังเกตที่ละติจูด 15 องศาเหนือ กับ 60 องศาเหนือ ซึ่งถ่ายในวันและเวลาเดียวกันจากโปรแกรมดูดาว เช่น โปรแกรม stellarium แล้วนำมาอภิปรายร่วมกัน โดยมีแนวคำถามดังต่อไปนี้
   - ตำแหน่งของดาวบนท้องฟ้า เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 15 องศาเหนือกับละติจูด 60 องศาเหนือเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร
     แนวคำตอบ ต่างกัน เช่น ดาวในกลุ่มดาวนายพราน เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 15 องศาเหนือจะเห็นดาวอยู่สูงจากขอบฟ้ามากกว่าเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 60 องศาเหนือ
   - จากโปรแกรมดูดาว การบอกตำแหน่งดาวเบเทลจุสในระบบพิกัดขอบฟ้าเมื่อผู้สังเกตที่ละติจูดอยู่ 15 องศาเหนือและละติจูด 60 องศาเหนือมุมทิศ และมุมเงยมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
     แนวคำตอบ ดาวเบเทลจุสเป็นดาวที่อยู่บนศูนย์สูตรฟ้า ดังนั้นเมื่อดาวผ่านเมริเดียนจะมีค่ามุมทิศเป็น 180 องศาไม่ว่าผู้สังเกตจะอยู่ที่ตำแหน่งละติจูดใด ๆ ก็ตาม ส่วนค่ามุมเงยของดาวจะเปลี่ยนไปตามตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 15 องศาเหนือจะเห็นดาวเบเทลจุสมีมุมเงย 75 องศา แต่เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 60 องศาเหนือจะเห็นดาวเบเทลจุสมีมุมเงย 30 องศา
10. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า “ถ้าต้องการบอกตำแหน่งของดาวดวงเดียวกันให้มีพิกัดเดียวกันจะมีวิธีการอย่างไร” ศึกษาได้จากกิจกรรม 17.4 การบอกตำแหน่งในระบบพิกัดศูนย์สูตร

กิจกรรมที่ 17.4 การระบุตำแหน่งในระบบพิกัดศูนย์สูตร

จุดประสงค์กิจกรรม

1. อธิบายวิธีการระบุพิกัดของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตร
2. ระบุตำแหน่งของดาวที่กำหนดตามระบบพิกัดศูนย์สูตร

เวลา 60 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

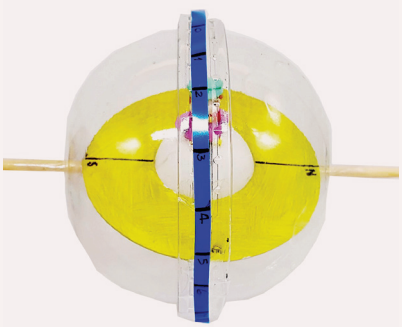
1. เอกสารความรู้ เรื่อง จุดและเส้นสำคัญในการระบุพิกัดของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตร	1	ชุด
2. แบบจำลองทรงกลมฟ้าที่สร้างในกิจกรรม 17.3	3	ชุด
3. กระดาษสติกเกอร์รูปวงกลมขนาด 1 เซนติเมตร	18	ชิ้น
4. แถบสติกเกอร์ความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร	3	เส้น
5. ปากกาเขียนแผ่นใสแบบลบไม่ได้	1	ด้าม
6. โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม	1	อัน

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

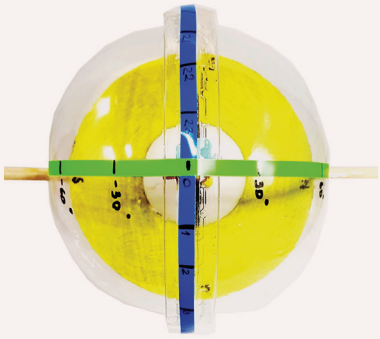
1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและศึกษาตำแหน่งดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ แล้วนำผลการทำกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกัน

วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่องการบอกตำแหน่งของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตรจากเอกสารที่กำหนด
2. สร้างเส้นศูนย์สูตรฟ้า โดยความยาวของแถบสติกเกอร์ให้เท่ากับเส้นรอบวงของแบบจำลอง
3. สร้างวงกลมชั่วโมงบนเส้นศูนย์สูตรฟ้า โดยมีขั้นตอนดังนี้
   - 3.1 แบ่งเส้นศูนย์สูตรฟ้าออกเป็น 24 ช่องเท่า ๆ กัน ให้แต่ละช่องห่างกัน 1 ชั่วโมง และให้จุดเริ่มต้นเป็นชั่วโมงที่ 0 และตำแหน่งถัดไปเป็นชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 24 เป็นลำดับ
   - 3.2 นำแถบสติกเกอร์มาติดบนทรงกลมฟ้า ให้ตรงกับแนวเส้นศูนย์สูตรโลก โดยให้ลำดับชั่วโมงเพิ่มขึ้นไปทางตะวันออก ดังรูป

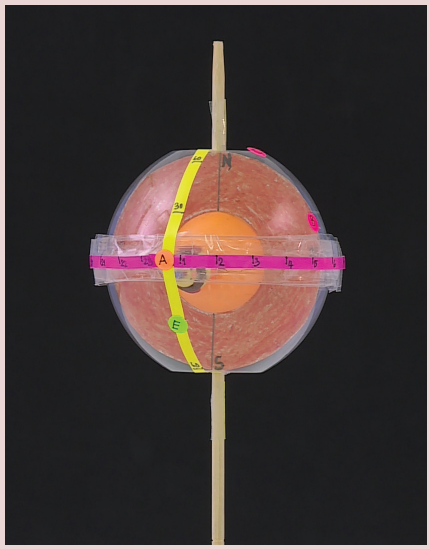
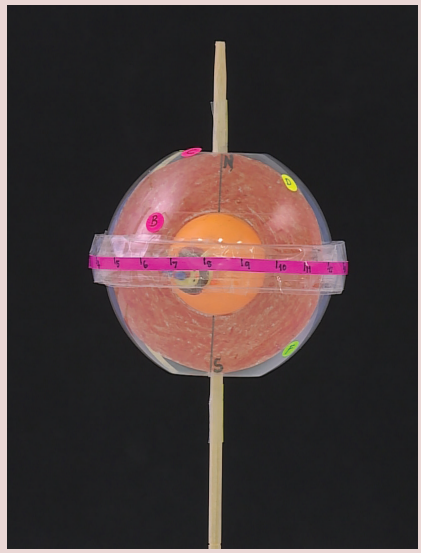
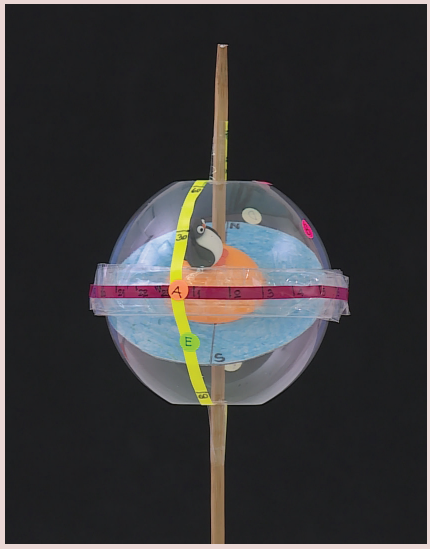


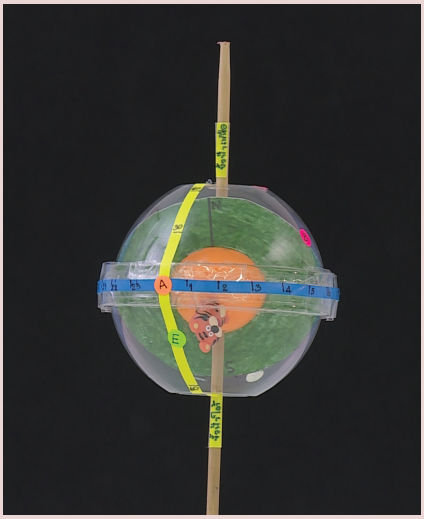
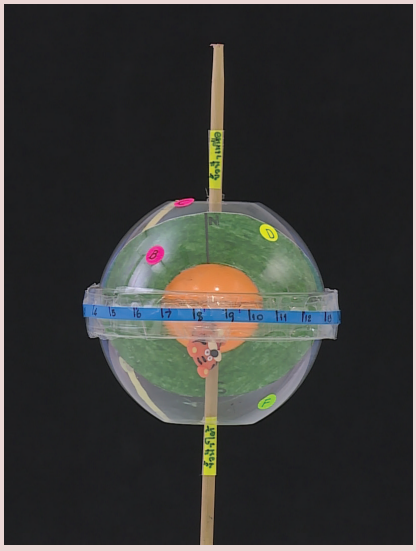
4. ระบุตำแหน่งขั้วฟ้าเหนือ ขั้วฟ้าใต้ จากนั้นนำแถบสติกเกอร์อีกเส้นหนึ่งมาติดบนทรงกลมฟ้า โดยเริ่ม จากขั้วฟ้าเหนือผ่านเส้นศูนย์สูตรฟ้ามายังขั้วฟ้าใต้และให้ตั้งฉากกับเส้นศูนย์สูตรฟ้าที่จุด 0 ชั่วโมง และแบ่งระยะจากขั้วฟ้าเหนือมายังเส้นศูนย์สูตรฟ้าเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน เพื่อใช้เป็นแนวในการบอกค่ามุม ดังนั้นแต่ละช่องจะมีค่ามุม30 องศา และทำเช่นเดียวกันกับซีกฟ้าใต้ดังรูป



5. เขียนตัวอักษร A-F ลงบนสติกเกอร์วงกลมแทนดาวฤกษ์แต่ละดวง
6. ติดสติกเกอร์ที่มีตัวอักษรแทนดาวฤกษ์แต่ละดวงลงบนทรงกลมฟ้าตามค่าไรต์แอสเซนชันและค่าเดคลิเนชันที่กำหนดให้ดังนี้
   (1) ดาว A พิกัด (0^h, 0°)
   (2) ดาว B พิกัด (6^h, $+30^\circ$)
   (3) ดาว C พิกัด (6^h, $+80^\circ$)
   (4) ดาว D พิกัด (12^h, $+45^\circ$)
   (5) ดาว E พิกัด (0^h, -30°)
   (6) ดาว F อยู่ห่างไปทางทิศตะวันออกจากจุดเริ่มต้น 12 ชั่วโมง และอยู่กึ่งกลางระหว่างขั้วฟ้าใต้กับระนาบศูนย์สูตรฟ้า
7. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2-6 แต่เปลี่ยนเป็นแบบจำลองที่ตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือและละติจูด 45 องศาใต้ตามลำดับ
8. นำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตำแหน่งผู้สังเกต	ด้านหน้า	ด้านหลัง
ศูนย์สูตร		
ละติจูด 45 องศาเหนือ		

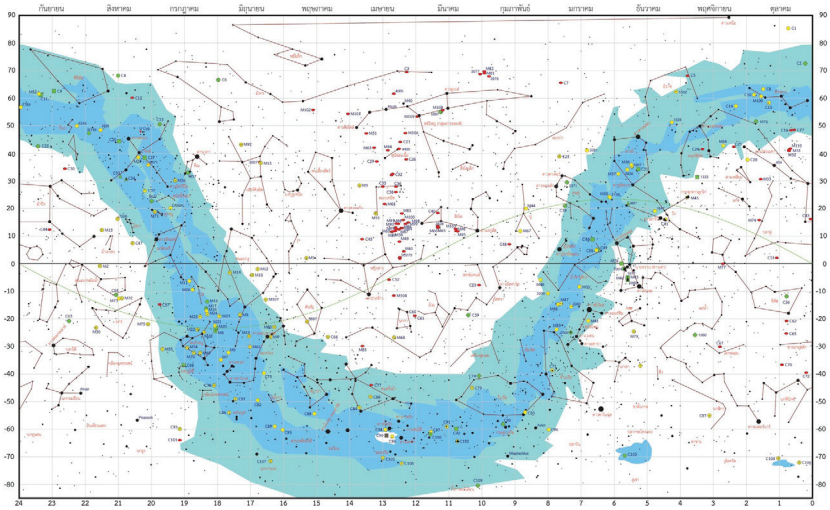
ตำแหน่งผู้สังเกต	ด้านหน้า	ด้านหลัง
ละติจูด 45 องศาใต้		

จากกิจกรรมเป็นการระบุตำแหน่งของดาวฤกษ์ในระบบพิกัดศูนย์สูตรซึ่งจะบอกเป็นค่าไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชัน โดยพิกัดของดาวฤกษ์ในระบบพิกัดศูนย์สูตรจะคงที่ ไม่เปลี่ยนตามตำแหน่งของละติจูดของผู้สังเกต

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ดาวที่มีพิกัด (0^h, 0°) อยู่ที่ตำแหน่งใดบนทรงกลมฟ้า
   แนวคำตอบ อยู่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าตรงจุด 0 ชั่วโมง
2. ดาวดวงใดที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตรฟ้า และมีพิกัดเป็นเท่าใด
   แนวคำตอบ ดาว E และ ดาว F ซึ่งมีพิกัดเป็น (0^h, -30°) และ (12^h, -45°) ตามลำดับ
3. ดาวดวงใดที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรฟ้ามากที่สุด มีพิกัดเป็นเท่าใด
   แนวคำตอบ ดาว C พิกัด (6^h, $+80^{o)}$
4. ดาว B อยู่ทางทิศใดของดาว E
   แนวคำตอบ ดาว B อยู่ทางทิศตะวันออกของดาว E
5. จากกิจกรรม ตำแหน่งดาวฤกษ์บนทรงกลมฟ้าเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน
   แนวคำตอบ ไม่เปลี่ยนแปลง ตำแหน่งของดาวฤกษ์คงที่บนทรงกลมฟ้าไม่ว่าผู้สังเกตอยู่ที่ตำแหน่งละติจูดใดก็ตาม

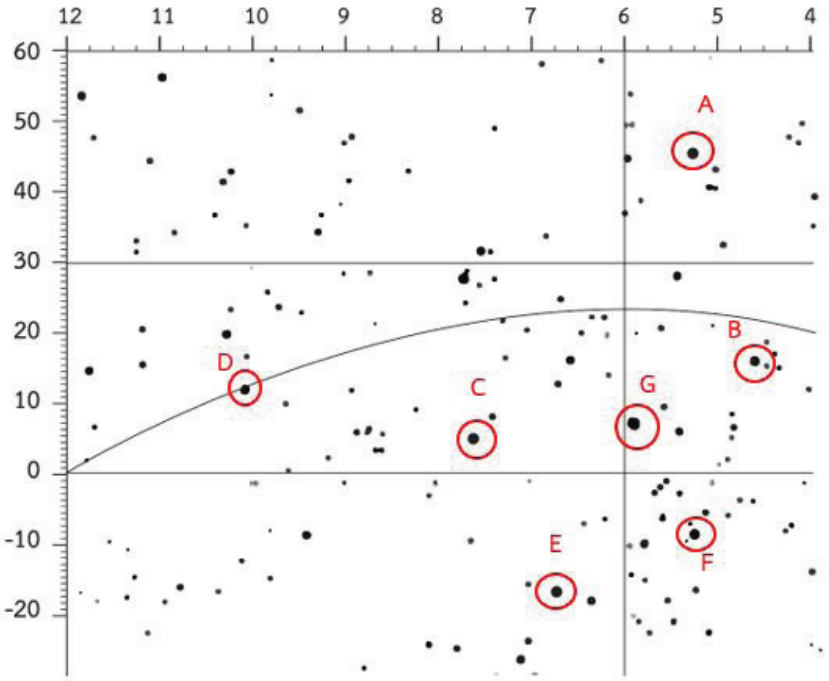
11. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ร่วมกันสรุปและอภิปรายผลพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมตามแนวการตอบข้างต้น
12. ครูให้นักเรียนศึกษาเอกสารหน้า 15 และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้
    - การบอกตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร มีวิธีการอย่างไร
      แนวคำตอบ การบอกตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร บอกเป็นพิกัดโดยใช้ค่าไรต์แอสเซนชัน และ เดคลิเนชัน
    - การบอกตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร ใช้เส้นใดในการอ้างอิง
      แนวคำตอบ เส้นศูนย์สูตรฟ้า
    - ค่าไรต์แอสเซนชัน และค่าเดคลิเนชันของดาววัดได้อย่างไร
      แนวคำตอบ ค่าไรต์แอสเซนชันเริ่มวัดจากจุดชั่วโมงที่ 0 ไปทางตะวันออกตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้ามีค่าตั้งแต่ 0-24 ชั่วโมง ส่วนค่าเดคลิเนชันเป็นค่ามุมที่ดาวห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าไปทางขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ มีค่าตั้งแต่ 0 องศาถึง +90 องศาเมื่อวัดไปทางซีกฟ้าเหนือ และมีค่าตั้งแต่ 0 องศา ถึง -90 องศาเมื่อวัดไปทางซีกฟ้าใต้
13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามชวนคิดหน้า 15 “เราจะบอกพิกัดดาวที่อยู่ตรงขั้วฟ้าเหนือได้อย่างไร”
    แนวคำตอบ เมื่อดาวอยู่ตรงขั้วฟ้าเหนือทำให้สามารถลากเส้นจากดาวลงมาตั้งฉากกับมุมชั่วโมงใด ๆ ก็ได้ ทำให้ไม่สามารถระบุค่าไรต์แอสเซนชันได้ บอกได้แต่ค่าเดคลิเนชัน โดยดาวจะอยู่ห่างจากศูนย์สูตรฟ้าเป็นมุม 90 องศา ดังนั้นดาวที่อยู่ตรงขั้วฟ้าเหนือจึงระบุพิกัดได้เป็น (-, +90°)
14. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการบอกตำแหน่งดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตรจากแผนที่ดาวในหนังสือเรียนหน้า 16 ดังรูป และอภิปรายร่วมกันโดยใช้แนวคำถามดังนี้



- จากภาพแผนที่ดาว แกน X และแกน Y แสดงข้อมูลใด
  แนวคำตอบ แกน X เป็นการแสดงค่าไรต์แอสเซนชันของดาว มีค่าตั้งแต่ 0 – 24 ชั่วโมง ส่วนแกน Y เป็นค่าเดคลิเนชันของดาว มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ±90 องศา
- ดาวมินตากะมีพิกัดเท่าใด
  แนวคำตอบ (5^h30^m , 0°)
- ดาวเบเทลจุสมีพิกัดเท่าใด
  แนวคำตอบ (5^h50^m, +8°)
- ค่าไรต์แอสเซนชันและค่าเดคลิเนชันของดาวแต่ละดวงบนแผนที่ดาวมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่
  แนวคำตอบ ค่าพิกัดของดาวจะคงที่บนแผนที่ดาว

15. ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียนหน้า 16 - 17
    - จากรูปแผนที่ดาว ดาวดวงใดที่มีค่าไรต์แอสเซนชัน 18^h36^m และค่าเดคลิเนชัน +39°”
      แนวคำตอบ ดาวเวกา
    - ให้พิจารณาค่าไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชันของดาวฤกษ์จากตารางที่กำหนดให้ แล้วระบุตำแหน่งดาว A-G โดยวงกลมรอบดาวฤกษ์ดังกล่าวบนแผนที่ดาว

ดาวฤกษ์	ไรต์แอสเซนชัน (RA)	เดคลิเนชัน (Dec)
A ดาวคาเพลลา	5 ชั่วโมง 15 นาที	+45°
B ดาวตาวัว	4 ชั่วโมง 30 นาที	+16°
C ดาวโพซิออน	7 ชั่วโมง 40 นาที	+5°
D ดาวหัวใจสิงห์	10 ชั่วโมง 15 นาที	+12°
E ดาวซิริอัส	6 ชั่วโมง 30นาที	-16°
F ดาวไรเจล	5 ชั่วโมง 20 นาที	-8°
G ดาวเบเทลจุส	5 ชั่วโมง 50 นาที	+8°



แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: 1. จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้า 2. การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า 3. การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 17.1 และ 17.4 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผลกิจกรรม 3. แบบฝึกหัด

KPA	การวัดและประเมินผล
P: 1. การสังเกต 2. การวัด 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. การสร้างแบบจำลอง 5. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 6. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.1 – 17.4 และการอภิปรายเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การวัดจากการใช้เครื่องมือในการระบุพิกัดของดาว 3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลาจากการระบุพิกัดดาว 4. การสร้างแบบจำลองจากการสร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า 5. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากการออกแบบการสร้างทรงกลมฟ้า 6. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการแบ่งหน้าที่การทำงานและทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม
A: 1. ความใจกว้าง 2. ความอยากรู้อยากเห็น	1. ความใจกว้าง จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำงานกลุ่ม 2. ความอยากรู้อยากเห็น จากการร่วมอภิปรายและการตอบคำถามเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากการศึกษาระบบพิกัดขอบฟ้า และระบบพิกัดศูนย์สูตร

17.2 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ตามตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต
2. อธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ตามวัน เวลา และตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เล่ม 6
2. สสวท. learning space http://www.scimath.org
3. โปรแกรมดูดาวหรือโปรแกรมท้องฟ้าจำลอง เช่น โปรแกรม stellarium

แนวการจัดการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพกลุ่มดาวบนท้องฟ้าที่เวลาต่าง ๆ หรือโปรแกรมท้องฟ้าจำลอง เช่น โปรแกรม stellarium จากนั้นอภิปรายร่วมกับนักเรียนโดยใช้คำถามดังนี้
   - เมื่อเวลาผ่านไปตำแหน่งของกลุ่มดาวอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ อย่างไร
     แนวคำตอบ ไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งเดิม โดยกลุ่มดาวมีการเปลี่ยนตำแหน่ง จากทางตะวันออกไปทางตะวันตก
2. ครูให้นักเรียนดูภาพรอยดาวจากหนังสือเรียนหน้า 18 “เป็นภาพถ่ายดาวบนท้องฟ้าต่อเนื่องนานหลายชั่วโมงและนำภาพมาซ้อนกันเป็นภาพเดียว ซึ่งนักดาราศาสตร์เรียกเส้นต่าง ๆ ที่ปรากฏนี้ว่ารอยดาว จากนั้นอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- จากภาพรอยดาวมีลักษณะอย่างไร
  แนวคำตอบ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งรอบจุดศูนย์กลาง แต่ละเส้นขนานกัน
- เส้นรอยดาวแต่ละเส้นมีความแตกต่างกันอย่างไร
  แนวคำตอบ เส้นรอยดาวแต่ละเส้นมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น สี ความยาว ความสว่างแตกต่างกัน
- นักเรียนคิดว่าเส้นรอยดาวที่เห็นเกิดจากอะไร
  แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน

3. จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ โดยปฏิบัติกิจกรรม 17.5 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์

กิจกรรมที่ 17.5 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์

จุดประสงค์กิจกรรม

1. วาดภาพเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์
2. อธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

เวลา 90 นาที

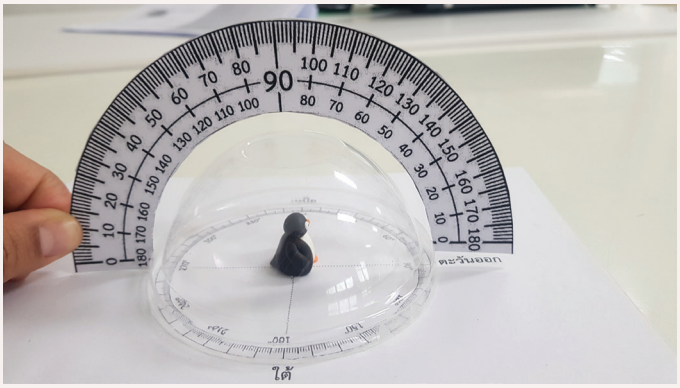
วัสดุ-อุปกรณ์

1.	แบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.4	3 ชุด
2.	ปากกาเคมีแบบลบได้สีแตกต่างกัน	6 ด้าม
3.	กระดาษเทาขาวขนาด A 4	1 แผ่น
4.	พลาสติกครึ่งทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร	3 ชิ้น
5.	ตุ๊กตาขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร	3 ตัว
6.	เทปใส	1 ม้วน

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

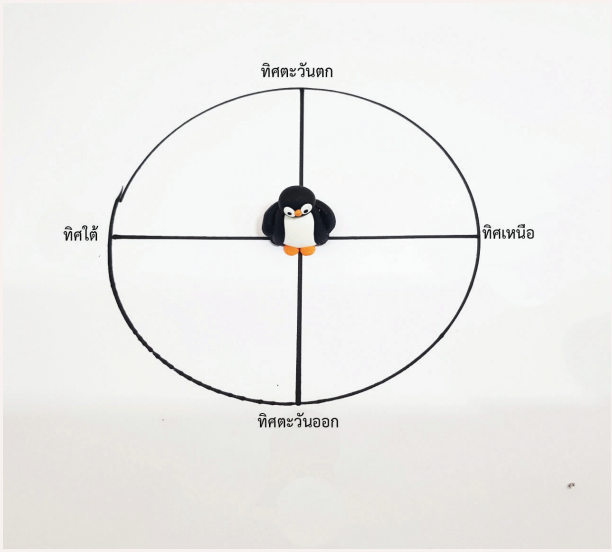
1. ครูนำแบบจำลองที่ได้จากกิจกรรม 17.4 ที่ได้ระบุตำแหน่งของดาว A-F ไว้แล้วมาใช้ในกิจกรรมนี้
2. ครูอาจใช้ปากกาเคมีสีแตกต่างกันแทนเส้นทางการขึ้นการตกของดาวแต่ละดวง หรืออาจใช้แถบสติกเกอร์สีในการเชื่อมต่อจุดแทนการใช้ปากกาเคมี
3. ครูอาจจัดกิจกรรมนี้เป็นฐานการเรียนรู้ โดยแต่ละฐานให้ตั้งแบบจำลองที่ผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

4. ครูอาจใช้โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลมที่มีขนาดพอดีกับพลาสติกครึ่งทรงกลม เพื่อช่วยในการวัดมุม ดังรูป

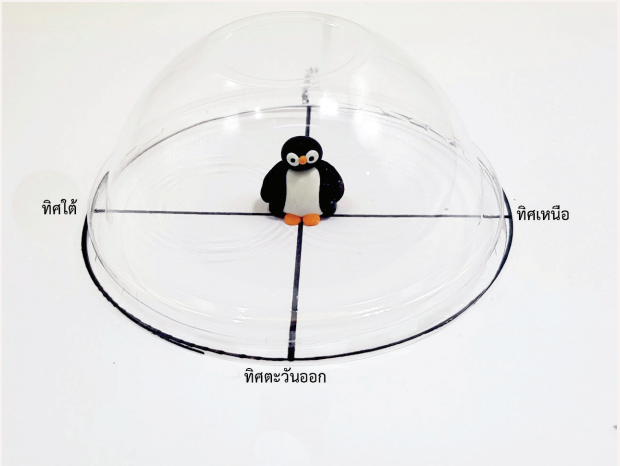


วิธีทำกิจกรรม

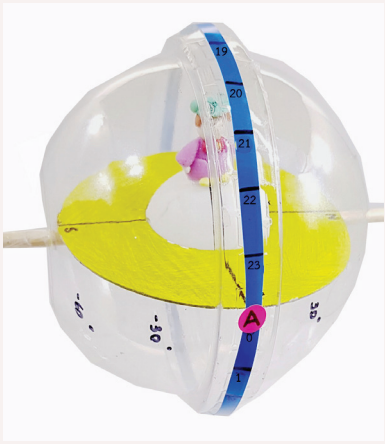
1. สร้างแบบจำลองท้องฟ้าเพื่อใช้บันทึกเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้
   1.1 วาดวงกลมลงบนกระดาษเทาขาว A4 ให้มีขนาดเท่ากับพลาสติกครึ่งทรงกลม พร้อมระบุทิศทั้งสี่ และติดตุ๊กตาโดยหันหน้าไปทางทิศตะวันออก ดังรูป

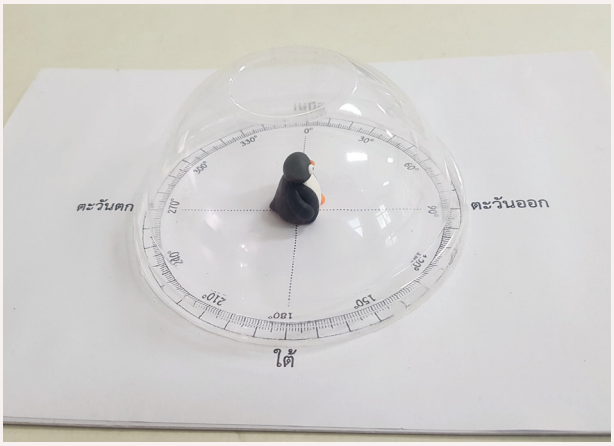


1.2 ครอบพลาสติกครึ่งทรงกลมบนแผ่นกระดาษแล้วติดด้วยเทปใส ดังรูป



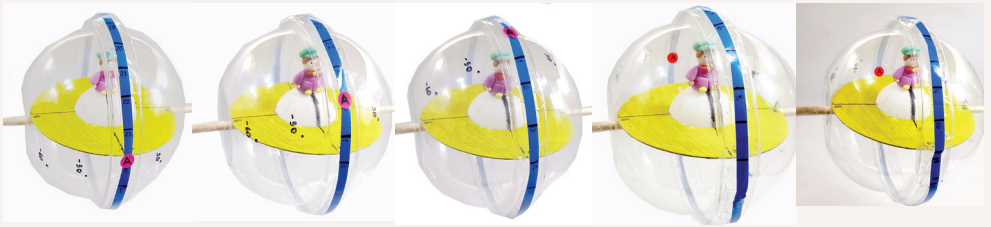
2. เริ่มจากกำหนดให้ผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร ให้นักเรียนถือแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้าที่ได้จากกิจกรรม 17.4 โดยให้ระนาบขอบฟ้าของผู้สังเกตขนานกับพื้น จากนั้นหมุนแกนโลกให้ตำแหน่งดาว A อยู่ที่ขอบฟ้าทางตะวันออก และใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายระบุตำแหน่งการขึ้นของดาวลงในแบบจำลองท้องฟ้าจากข้อ 1 ดังรูป





แบบจำลองทรงกลมฟ้า แบบจำลองท้องฟ้า

3. จากนั้น ค่อย ๆ หมุนแกนโลกไปทางทิศตะวันออกครั้งละ 2 ชั่วโมงพร้อมทั้งทำเครื่องหมายระบุตำแหน่งของดาว A บนแบบจำลองท้องฟ้า และหมุนแกนโลกจนกระทั่งดาว A ลับขอบฟ้าทางตะวันตก



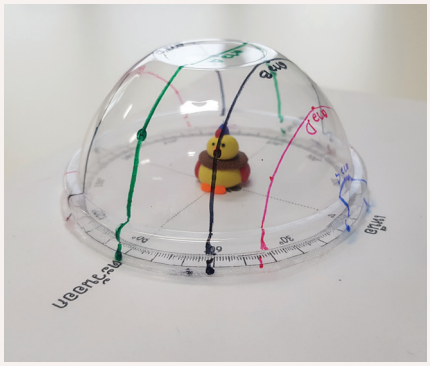
4. ลากเส้นเชื่อมต่อจุดที่ได้บนแบบจำลองท้องฟ้า ดังรูป

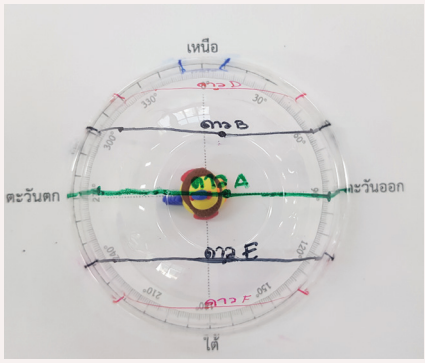
แบบจำลองท้องฟ้า

5. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2-4 แต่เปลี่ยนเป็นดาว B ถึง ดาว F
6. เปลี่ยนเป็นแบบจำลองทรงกลมฟ้าที่ตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือ และ 45 องศาใต้ และทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2-5 ตามลำดับ

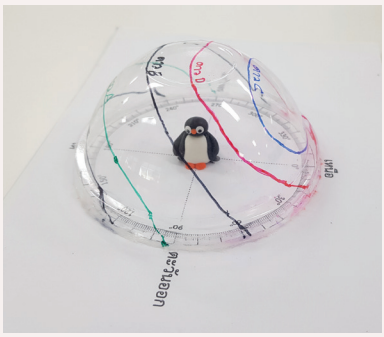
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

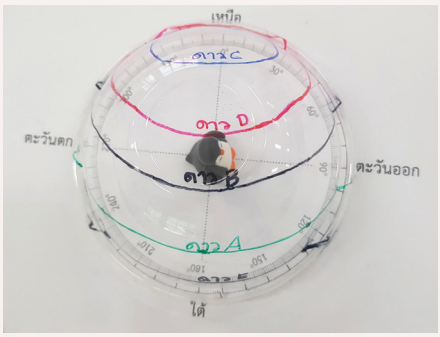
เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A-F เมื่อผู้สังเกตที่ศูนย์สูตร



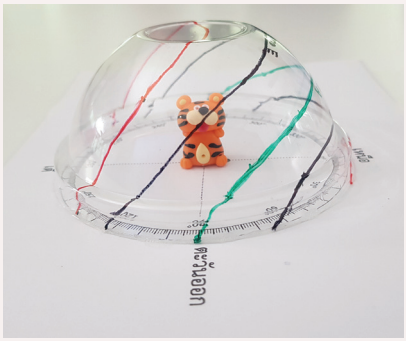


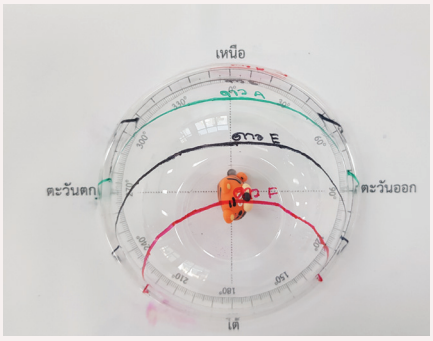
เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A-F เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือ





เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A-F เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาใต้





สรุปผลการทำกิจกรรม

ผู้สังเกตที่ละติจูดเดียวกันจะเห็นดาวฤกษ์แต่ละดวงมีเส้นทางการขึ้นการตกเหมือนเดิมทุกวัน แต่เมื่อละติจูดในการสังเกตเปลี่ยนไป ผู้สังเกตจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เปลี่ยนแปลงไป โดยผู้สังเกตที่ศูนย์สูตรจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวตั้งฉากกับขอบฟ้า ผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวเฉียงไปทางใต้ และผู้สังเกตที่อยู่ซีกโลกใต้จะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวเฉียงไปทางเหนือ ทั้งนี้เส้นทางการขึ้นการตกของดาวทุกดวงจะขนานกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A ถึงดาว F มีลักษณะอย่างไร
   แนวคำตอบ เส้นทางการขึ้นการตกของดาวทุกดวงจะตั้งฉากกับขอบฟ้า
   - โดยดาว A จะขึ้นทางทิศตะวันออก และตกทางทิศตะวันตกพอดี
   - ส่วนดาว B, C และ D จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ
   - ส่วนดาว E และ F จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางใต้ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้
2. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือ เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A ถึงดาว F มีลักษณะอย่างไร
   แนวคำตอบ เส้นทางการขึ้นการตกของดาวแต่ละดวงจะเฉียงไปทางใต้ โดย
   - ดาว A จะขึ้นทางทิศตะวันออก และตกทางทิศตะวันตกพอดี
   - ดาว B และ D จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ
   - ดาว E จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางใต้ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้
   - ดาว C จะเห็นเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบขั้วฟ้า ซึ่งที่ไม่ลับขอบฟ้า
   - ดาว F จะปรากฏที่ขอบฟ้าทางทิศใต้และไม่เห็นเส้นทางการขึ้นการตก
3. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาใต้ เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A ถึงดาว F มีลักษณะอย่างไร

   แนวคำตอบ เส้นทางการขึ้นการตกของดาวแต่ละดวงจะเฉียงไปทางเหนือ
   - ดาว A จะขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกพอดี
   - ดาว B จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ
   - ดาว D จะปรากฏที่ขอบฟ้าทางทิศเหนือและไม่เห็นเส้นทางการขึ้นการตก
   - ดาว C จะอยู่ใต้ขอบฟ้า ไม่เห็นเส้นทางการขึ้นการตก
   - ดาว E และ F จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางใต้ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้

4. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่างกัน เส้นทางการขึ้นการตกของดาวดวงเดียวกันจะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
   แนวคำตอบ เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ มีทั้งที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้
   ลักษณะเหมือนกัน คือ เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ทุกดวงจะขนานกันและจะขนานกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า
   ลักษณะแตกต่างกัน คือ ผู้สังเกตอยู่ที่บริเวณศูนย์สูตรจะเห็นเส้นทางการขึ้นและการตกของดาวฤกษ์ตั้งฉากกับขอบฟ้า ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณซีกโลกเหนือจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เฉียงไปทางใต้ ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณซีกโลกใต้จะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ ดาวเฉียงไปทางเหนือ
5. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่างกัน จะเห็นดาว D (เดคลิเนชัน +45°) มีเส้นทางการขึ้นการตกเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
   แนวคำตอบ เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่างกันจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาว D แตกต่างกัน
   - เมื่อผู้สังเกตที่ศูนย์สูตรจะเห็นดาว D มีเส้นทางการขึ้นการตกเป็นรูปครึ่งวงกลมตั้งฉากกับขอบฟ้า และห่างจากขั้วฟ้าเหนือประมาณ 45 องศา
   - เมื่อผู้สังเกตที่อยู่ละติจูด 45 องศาเหนือจะเห็นดาว D มีเส้นทางการขึ้นการตกเฉียงไปทางใต้ โดยดาว D จะอยู่ตรงจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกตขณะเคลื่อนที่ผ่านเมริเดียน
   - เมื่อผู้สังเกตที่ละติจูด 45 องศาใต้จะเห็นดาว D ปรากฏที่ขอบฟ้าทางทิศเหนือและไม่เห็นเส้นทางการขึ้นตก

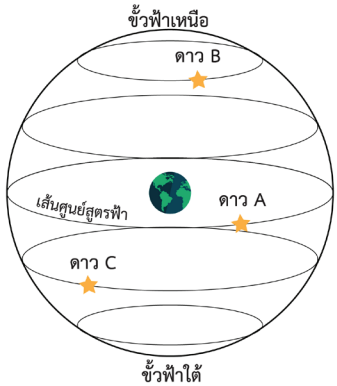
5. ให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ร่วมกันสรุปและอภิปรายผลพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมตามแนวทางการตอบคำถามข้างต้น
6. ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามชวนคิดหน้า 22 “ถ้าดาวดวงหนึ่งขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือแล้ว จะเห็นดาวดวงนี้ตกลับขอบฟ้าทางทิศใด”
   แนวคำตอบ ดาวที่ขึ้นจากทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือจะตกลับขอบฟ้าทางทิศตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ เนื่องจากเส้นทางการขึ้นการตกของดาวเกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ดังนั้นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวจึงขนานกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า
7. ครูขยายความรู้เกี่ยวกับภาพรอยดาว โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพในหนังสือเรียนหน้า 23 โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้

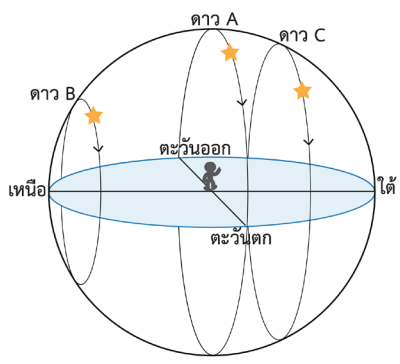
รูป ก

รูป ข

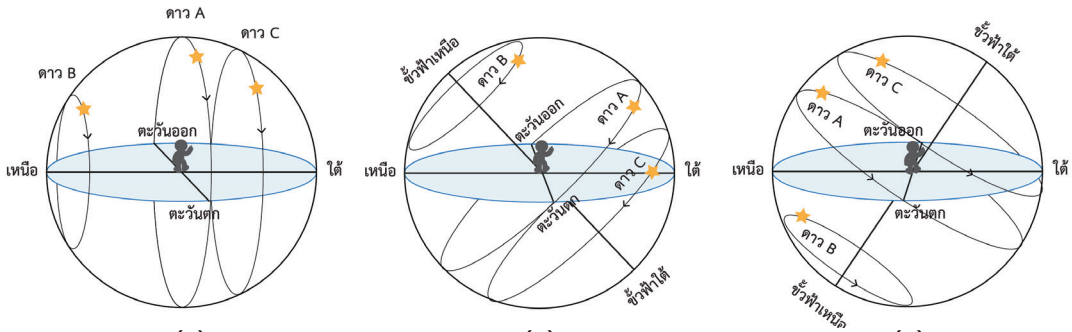
- ภาพรอยดาวในรูป ก และ รูป ข เหมือนกันอย่างไร
  แนวคำตอบ เส้นทางการขึ้นการตกของดาวแต่ละดวงจะขนานกันและดาวทุกดวงจะโคจรรอบจุดศูนย์กลาง
- ภาพรอยดาวในรูป ก และ รูป ข แตกต่างกันอย่างไร
  แนวคำตอบ จุดศูนย์กลางของภาพรอยดาวในภาพ ข จะอยู่สูงจากขอบฟ้ามากกว่าภาพ ก
- เพราะเหตุใดภาพรอยดาวของผู้สังเกตที่อยู่ในรูป ก และ รูป ข จึงแตกต่างกัน
  แนวคำตอบ เนื่องจากผู้สังเกตทั้งสองอยู่บนละติจูดที่แตกต่างกัน
- เพราะเหตุใดเราจึงมองเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์แตกต่างกัน
  แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับเดคลิเนชันของดาว และตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต

8. จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเดคลิเนชันและเส้นทางการขึ้นการตกของดาวดังนี้
   - เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์แต่ละดวงจะแตกต่างกันขึ้นกับเดคลิเนชันของดาวฤกษ์และตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต โดยตำแหน่งขึ้นและตกของดาวฤกษ์ที่มีเดคลิเนชันเป็น 0 องศา จะขึ้นตรงทิศตะวันออกและตกตรงทิศตะวันตกพอดี ดาวฤกษ์ที่มีเดคลิเนชันเป็นบวกจะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือและตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ ส่วนดาวที่มีเดคลิเนชันเป็นลบจะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางใต้และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้ โดยตำแหน่งที่ดาวขึ้นและตกจะห่างจากทิศตะวันออกและทิศตะวันตกตามเดคลิเนชันของดาว ดังรูป





- ดาวที่มีเดคลิเนชันตรงกับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต ดาวจะผ่านเหนือศีรษะของผู้สังเกตพอดี ขณะที่ดาวผ่านเมริเดียน
- เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ยังขึ้นกับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต หากผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตรจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ตั้งฉากกับขอบฟ้าดังรูป (ก) ส่วนผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เฉียงไปทางใต้ดังรูป (ข) และผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกใต้จะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เฉียงไปทางเหนือ 17.9 (ค)



(ก) (ข) (ค)

9. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า “เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับดาวฤกษ์หรือไม่ อย่างไร” และให้นักเรียนศึกษาเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ โดยปฏิบัติกิจกรรม 17.6 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์

กิจกรรม 17.6 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์

จุดประสงค์กิจกรรม

อธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์โดยใช้แบบจำลอง

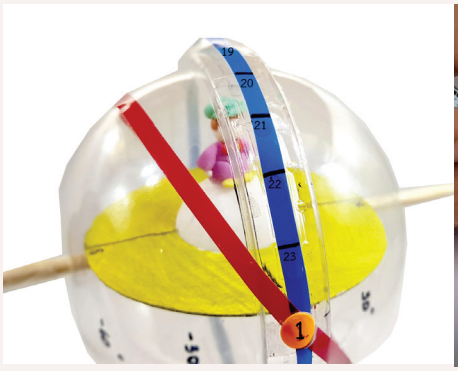
วัสดุ-อุปกรณ์

1.	เอกสารความรู้ เรื่อง ตำแหน่งสำคัญบนเส้นสุริยวิถี	1 ชุด
2.	แบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.5	3 ชุด
3.	แบบจำลองท้องฟ้าเช่นเดียวกับกิจกรรม 17.5	3 ชุด
4.	ปากกาเคมีแบบลบไม่ได้	3 ด้าม
5.	แถบสติกเกอร์สีขนาด 5 มิลลิเมตร	1 ม้วน

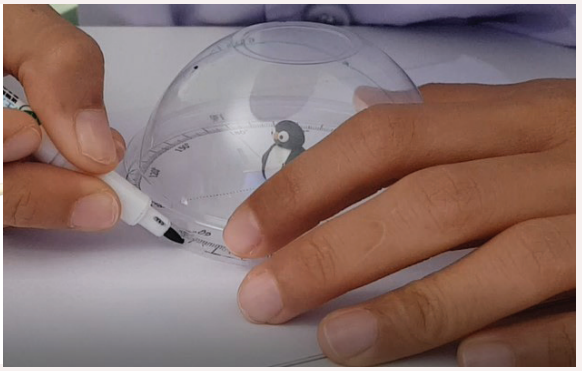
วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่อง จุดสำคัญบนเส้นสุริยวิถี จากเอกสารความรู้ที่กำหนด
2. ระบุจุดสำคัญ 4 จุดบนแบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.5 ได้แก่ จุดวสันตวิษุวัต จุดครีษมายัน จุดศารทวิษุวัต และจุดเหมายันตามพิกัดที่กำหนด

3. สร้างเส้นสุริยวิถีโดยลากเส้นวงกลมใหญ่ผ่านจุดสำคัญทั้งสี่ ทั้งนี้อาจใช้แถบสติกเกอร์แทนการลากเส้น
4. ติดสติกเกอร์แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่จุดวสันตวิษุวัต
5. สังเกตเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์โดยมีขั้นตอนดังนี้
   5.1 เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร ถือแบบจำลองให้ระนาบขอบฟ้าของผู้สังเกตขนานกับพื้น จากนั้นหมุนแกนโลกให้ตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่ที่ขอบฟ้าทางทิศตะวันออก และใช้ปากกาเคมีบันทึกตำแหน่งการขึ้นของดวงอาทิตย์ลงบนแบบจำลองท้องฟ้า



แบบจำลองทรงกลมฟ้า



แบบจำลองท้องฟ้า

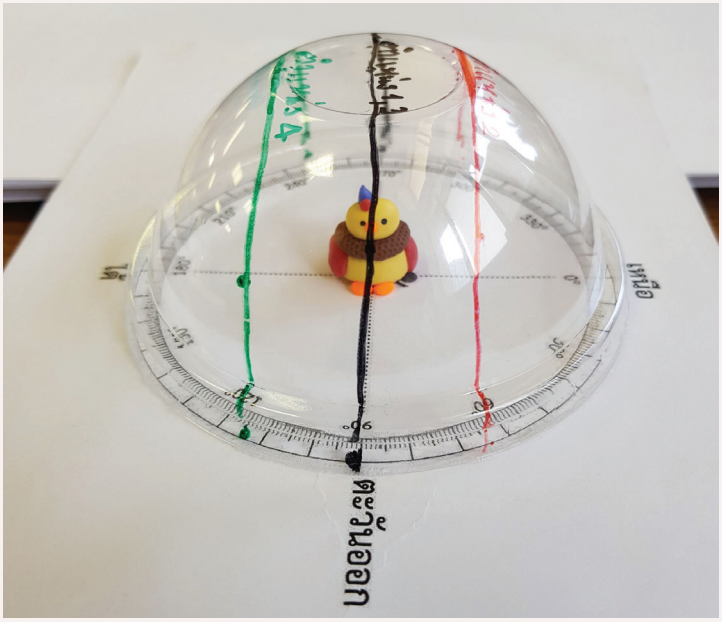
   5.2 ค่อย ๆ หมุนแกนหมุนแกนโลกไปครั้งละ 2 ชั่วโมง พร้อมบันทึกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ลงบนแบบจำลองท้องฟ้า และหมุนแกนโลกไปจนกระทั่งดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าทางทิศตะวันตก ดังรูป

   5.3 ลากเส้นเชื่อมจุดบนแบบจำลองท้องฟ้า
   5.4 นับจำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า จากจำนวนชั่วโมงที่เปลี่ยนไปบนเส้นศูนย์สูตรฟ้า บันทึกผล
6. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 5 แต่เปลี่ยนตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดครีษมายัน จุดศารทวิษุวัต และจุดเหมายัน ตามลำดับ บันทึกผลบนแบบจำลองท้องฟ้า

7. เปลี่ยนตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศา ใต้ตามลำดับ และทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 5-6
8. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

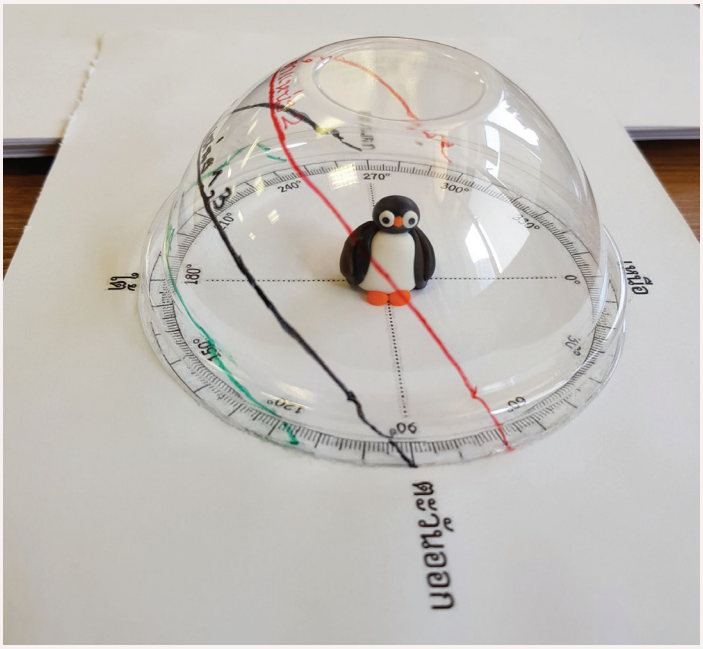
ตำแหน่งผู้สังเกตที่ .....ศูนย์สูตร.....



ตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และจำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า

ตำแหน่ง	ตำหน่งที่ดวงอาทิตย์ขึ้น	ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ตก	จำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า
วสันตวิษุวัต	ตะวันออก	ตะวันตก	12
ครีษมายัน	ตะวันออก เฉียงไปทางเหนือ	ตะวันตก เฉียงไปทางเหนือ	12
ศารทวิษุวัต	ตะวันออก	ตะวันตก	12
เหมายัน	ตะวันออก เฉียงไปทางใต้	ตะวันตก เฉียงไปทางใต้	12

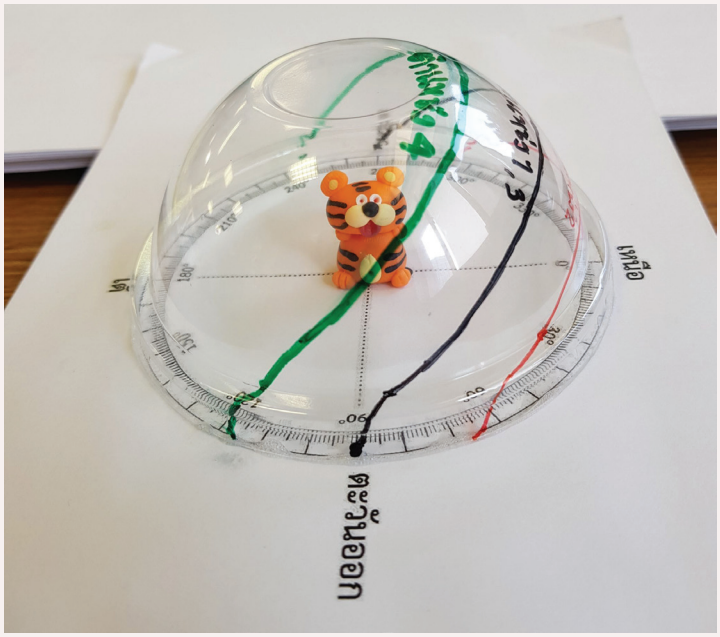
ตำแหน่งผู้สังเกตที่ .....ละติจูด 45 องศาเหนือ.....



ตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และจำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำหน่งที่ดวงอาทิตย์ขึ้น	ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ตก	จำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า
วสันตวิษุวัต	ตะวันออก	ตะวันตก	12
ครีษมายัน	ตะวันออก เฉียงไปทางเหนือ	ตะวันตก เฉียงไปทางเหนือ	15
ศารทวิษุวัต	ตะวันออก	ตะวันตก	12
เหมายัน	ตะวันออก เฉียงไปทางใต้	ตะวันตก เฉียงไปทางใต้	9

ตำแหน่งผู้สังเกตที่ .....ละติจูด 45 องศาใต้.....



ตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และจำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำหน่งที่ดวงอาทิตย์ขึ้น	ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ตก	จำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า
วสันตวิษุวัต	ตะวันออก	ตะวันตก	12
ครีษมายัน	ตะวันออก เฉียงไปทางเหนือ	ตะวันตก เฉียงไปทางเหนือ	9
ศารทวิษุวัต	ตะวันออก	ตะวันตก	12
เหมายัน	ตะวันออก เฉียงไปทางใต้	ตะวันตก เฉียงไปทางใต้	15

สรุปผลการทำกิจกรรม

ผู้สังเกตบนโลกจะเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางตะวันออกและตกทางตะวันตก โดยเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปตามเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน นอกจากนี้เมื่อละติจูดของผู้สังเกตเปลี่ยน เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปด้วย

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดสำคัญสี่จุด ตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

   แนวคำตอบ ต่างกัน ในวันวสันตวิษุวัตและศารทวิษุวัต ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกพอดี ในวันครีษมายันดวงอาทิตย์จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ ในวันเหมายันดวงอาทิตย์จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางใต้และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้

2. เมื่อผู้สังเกตอยู่ละติจูดต่าง ๆ เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในวันเดียวกัน จะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

   แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยผู้สังเกตที่อยู่บริเวณศูนย์สูตรจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับขอบฟ้า ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณซีกโลกเหนือจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เฉียงไปทางใต้ และผู้สังเกตที่อยู่บริเวณซีกโลกใต้จะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เฉียงไปทางเหนือ

3. ในวันเดียวกัน ผู้สังเกตที่อยู่ละติจูดต่างกันจะมีช่วงเวลากลางวันกลางคืนยาวเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

   แนวคำตอบ ในวันเดียวกันถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่างกันจะมีช่วงเวลากลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากัน เช่น

   - ในวันครีษมายันผู้สังเกตที่อยู่ซีกโลกเหนือจะมีกลางวันยาวกว่ากลางคืน ส่วนผู้สังเกตที่อยู่ซีกโลกใต้จะมีกลางคืนยาวกว่ากลางวัน
   - ในวันเหมายันผู้สังเกตที่อยู่ซีกโลกเหนือจะมีกลางคืนยาวกว่ากลางวัน ส่วนผู้สังเกตที่อยู่ซีกโลกใต้จะมีกลางวันยาวกว่ากลางคืน
   - ส่วนวันวสันตวิษุวัตและวันศารทวิษุวัตจะมีช่วงเวลากลางวันและกลางคืนยาวเท่ากันทุกละติจูดบนโลก

4. ถ้าในวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดวสันตวิษุวัตและจุดศารทวิษุวัต ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าเวลา 06:00 นาฬิกา ดวงอาทิตย์จะลับขอบฟ้าที่เวลาประมาณเท่าใด

   แนวคำตอบ ลับขอบฟ้าที่เวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา

10. ให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันสรุปและอภิปรายผลพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมตามแนวทางการตอบคำถามข้างต้น
11. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับเส้นสุริยวิถีและจุดสำคัญทั้ง 4 จุดในหนังสือเรียนหน้า 26 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
    - ตำแหน่งสำคัญ 4 จุดบนเส้นสุริยวิถีมีอะไรบ้าง และส่งผลต่อเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์อย่างไร
      แนวคำตอบ จุดวสันตวิษุวัต ศารทวิษุวัต ครีษมายัน และเหมายัน โดยในแต่ละวันตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและดวงอาทิตย์ตกจะแตกต่างกัน
    - จุดวสันตวิษุวัตอยู่ตำแหน่งใดบนทรงกลมฟ้า และมีความเกี่ยวข้องกับฤดูอย่างไร
      แนวคำตอบ จุดวสันตวิษุวัตเป็นจุดตัดของเส้นศูนย์สูตรฟ้ากับเส้นสุริยวิถี เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาตำแหน่งประมาณวันที่ 21 มีนาคม สำหรับคนที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจะเป็นวันเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ และสำหรับคนที่อยู่ทางซีกโลกใต้จะเป็นวันเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง
    - จุดครีษมายันอยู่ตำแหน่งใดบนทรงกลมฟ้า และมีความเกี่ยวข้องกับฤดูอย่างไร
      แนวคำตอบ จุดครีษมายันเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าทางขั้วฟ้าเหนือมากที่สุดเป็นช่วงฤดูร้อน และเมื่อเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนมาที่ตำแหน่งนี้ประมาณวันที่ 21 มิถุนายน ในวันนี้จะเป็นวันที่จะมีกลางวันยาวนานที่สุดในรอบปีสำหรับในซีกโลกเหนือ สำหรับในซีกโลกใต้จะเป็นฤดูหนาว และเป็นวันที่กลางคืนยาวนานที่สุดในรอบปี
    - จุดศารทวิษุวัตอยู่ตำแหน่งใดบนทรงกลมฟ้า และมีความเกี่ยวข้องกับฤดูอย่างไร
      แนวคำตอบ จุดศารทวิษุวัตเป็นจุดตัดของเส้นศูนย์สูตรฟ้ากับเส้นสุริยวิถี เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาตำแหน่งนี้ในวันที่ 22 กันยายน สำหรับคนที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจะเป็นวันเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง และสำหรับคนที่อยู่ทางซีกโลกใต้จะเป็นวันเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ
    - จุดเหมายันอยู่ตำแหน่งใดบนทรงกลมฟ้า และมีความเกี่ยวข้องกับฤดูอย่างไร
      แนวคำตอบ จุดเหมายันเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าทางขั้วฟ้าใต้มากที่สุด เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาตำแหน่งนี้ประมาณวันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นฤดูหนาวจะมีกลางคืนยาวนานที่สุดในรอบปีสำหรับในซีกโลกเหนือ และจะเป็นฤดูร้อนในซีกโลกใต้ ซึ่งจะเป็นวันที่กลางวันยาวนานที่สุดในรอบปี

12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในธรรมชาติ จากหนังสือเรียนหน้า 27 โดยใช้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- จากภาพเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าในวันต่าง ๆ ตำแหน่งดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
  แนวคำตอบ จากภาพ ตำแหน่งการตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันมีการเปลี่ยนไปทุกวัน เนื่องจากเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปทุกวันบนเส้นสุริยวิถี ทำให้ตำแหน่งการตกของดวงอาทิตย์ขยับขึ้นไปทางด้านเหนือในช่วงฤดูร้อน สำหรับผู้สังเกตในซีกโลกเหนือ
- ปรากฏการณ์ตะวันอ้อมข้าวคืออะไร
  แนวคำตอบ เป็นคำเรียกช่วงเวลาที่เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เฉียงไปทางใต้โดยไม่ได้ผ่านจุดเหนือศีรษะ โดยเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์จะเฉียงไปทางใต้และอยู่ใกล้ขอบฟ้ามากที่สุด จึงเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนที่อ้อมผ่านต้นข้าวไป ซึ่งตรงกับช่วงฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เราจึงเรียกว่า ตะวันอ้อมข้าว
- ตะวันอ้อมข้าวเกิดขึ้นในช่วงเวลาใดของปี
  แนวคำตอบ เกิดในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์จะเฉียงไปทางใต้และอยู่ใกล้ขอบฟ้า
- ปรากฏการณ์พระอาทิตย์เที่ยงคืนเกิดได้อย่างไร
  แนวคำตอบ ปรากฏการณ์นี้จะเกิดในประเทศที่อยู่ในละติจูด 66.5 องศาเหนือและใต้ขึ้นไป โดยผู้สังเกตบริเวณดังกล่าวมีโอกาสเห็นดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้ายาวนาน 24 ชั่วโมง ทั้งนี้การจะสังเกตเห็นปรากฏการณ์นี้ยาวนานเท่าไรขึ้นอยู่กับละติจูดของผู้สังเกต

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: 1. เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ 2. เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ 3. ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 17.5 และ 17.6 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผลกิจกรรม 3. แบบฝึกหัด
P: 1. การสังเกต 2. การวัด 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. ความมุ่งมั่นอดทน 5. การสร้างแบบจำลอง 6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 7. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 8. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.5 – 17.6 และการอภิปรายเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การวัดจากการใช้เครื่องมือวัดมุมวัดตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดวงดาวในการปฏิบัติกิจกรรม 17.5 - 17.6 3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา จากการระบุเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์ 4. ความมุ่งมั่นอดทนจากการปฏิบัติกิจกรรมการศึกษาเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว 5. การสร้างแบบจำลองจากการสร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้าและแบบจำลองท้องฟ้า 6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์เชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นทางการขึ้น การตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์เพื่อนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก 7. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอผลงาน 8. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการแบ่งหน้าที่การทำงานและทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม
A: 1. ความใจกว้าง 2. ความอยากรู้อยากเห็น 3. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ 4. ความมุ่งมั่นอดทน	1. ความใจกว้าง จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำงานกลุ่ม 2. ความอยากรู้อยากเห็นและการเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ จากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถามเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากการศึกษาเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์และดวงอาทิตย์ 3. ความมุ่งมั่นอดทนจากการปฏิบัติกิจกรรมการศึกษาเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว

17.3 เวลาสุริยคติ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการบอกเวลาสุริยคติปรากฏและเวลาสุริยคติปานกลาง
2. อธิบายการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากลพร้อมทั้งเปรียบเทียบเวลาในแต่ละเขตเวลาบนโลก
3. อธิบายการใช้ประโยชน์เวลามาตรฐานสากล
4. ออกแบบและวางแผนการสังเกตดาวฤกษ์บนท้องฟ้า

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 6
2. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก สสวท. learning space http://www.scimath.org

แนวการจัดการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
   - ในอดีตมนุษย์มีวิธีการใดในการบอกเวลา
     แนวทางการอภิปราย ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น ใช้ดวงอาทิตย์ หรือดวงดาวในการบอกเวลา
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับการสังเกตตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า และนาฬิกาแดด โดยใช้คำถามดังนี้
   - มนุษย์ใช้ดวงอาทิตย์ในการบอกเวลาได้อย่างไร
     แนวคำตอบ ตอบตามความคิดของนักเรียน เช่น ดวงอาทิตย์อยู่ตรงขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเป็นเวลาเช้า ดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะเป็นเวลาเที่ยง ดวงอาทิตย์อยู่ตรงขอบฟ้าทางทิศตะวันตกเป็นเวลาเย็น
3. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 17.7 เวลาสุริยคติปรากฏ ตามหนังสือเรียนหน้า 31–32

กิจกรรม 17.7 เวลาสุริยคติปรากฏ

จุดประสงค์กิจกรรม

เปรียบเทียบเวลาที่เกิดเงา ณ ตำแหน่งเดิมในแต่ละวัน

เวลา 50 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

1. เอกสารความรู้เรื่อง การสร้างอุปกรณ์ที่ใช้สังเกตเงา	1 ชุด
2. ชุดข้อมูล วันที่และเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละเดือนตลอดทั้งปี	1 ชุด

3. แท่งวัตถุปลายแหลมที่ใช้เป็นหลักเงา เช่น แท่งไม้ทรงกระบอก ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร 1 แท่ง
4. แผ่นพลาสติกลูกฟูกสีขาว ขนาด กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร 1 แผ่น
5. ปากเคมีแบบลบไม่ได้ 1 ด้าม
6. เข็มทิศ 1 อัน
7. เทปผ้า 1 ม้วน

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้สังเกตเงาตามเอกสารความรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. เนื่องจากกิจกรรมนี้ ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ จึงจำเป็นต้องปฏิบัติกิจกรรมนอกเวลาเรียน ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนอกเวลาเรียน และนำผลการทำกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน
2. ในการบันทึกเวลาของวันถัดไป ขอให้ไปก่อนเวลาที่บันทึกได้ในวันก่อนหน้าประมาณ 10 นาที
3. ในกรณีที่ฝนตกและต้องติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ให้ติดตั้งที่ตำแหน่งเดิมเพื่อให้เวลาที่บันทึกได้ต่อเนื่องกัน
4. ในกรณีที่สัปดาห์ใดไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ต่อเนื่องกัน 2 วัน ให้เริ่มบันทึกข้อมูล 2 วันใหม่ที่ต่อเนื่องกัน
5. ในกรณีที่ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ต่อเนื่องกัน 4 สัปดาห์ สามารถใช้ข้อมูลที่บันทึกได้ต่อเนื่องกันอย่างน้อย 3 สัปดาห์ เพื่อสังเกตแนวโน้มของข้อมูล
6. ครูควรแนะนำวิธีการหาทิศโดยใช้เงาของวัตถุ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นหลักการหาทิศของผู้สังเกต โดยไม่ต้องอาศัยเข็มทิศ เพราะเข็มทิศอาจถูกรบกวนโดยสนามแม่เหล็กที่พบในบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์ได้ ซึ่งสามารถศึกษาวิธีการดังกล่าวได้จาก QR code ประจำบท
7. ครูอาจแนะนำให้ใช้แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือในการหาทิศแทนเข็มทิศได้

วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่อง การสร้างอุปกรณ์ที่ใช้สังเกตเงา จากเอกสารที่กำหนดให้
2. สร้างและติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้สังเกตเงา
3. สังเกตเงาบนแผ่นพลาสติกลูกฟูกเมื่อเงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกต บันทึกวันที่และเวลาโดยบันทึกเวลาถึงหน่วยวินาที
4. ในวันถัดมาสังเกตเงาของหลักเงาเมื่อเงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกต บันทึกวันที่และเวลา
5. ทำซ้ำสัปดาห์ละ 2 วันติดกัน ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
6. เปรียบเทียบช่วงเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตที่บันทึกไว้สองวันติดกันในแต่ละสัปดาห์
7. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

สัปดาห์	วันที่	เวลา	ช่วงเวลา 1 วันสุริยคติปรากฏ
1	5 พฤศจิกายน 2562	12:16:23 นาฬิกา	23 ชั่วโมง 59 นาที 58 วินาที
	6 พฤศจิกายน 2562	12:16:21 นาฬิกา	
2	12 พฤศจิกายน 2562	12:15:47 นาฬิกา	23 ชั่วโมง 59 นาที 51 วินาที
	13 พฤศจิกายน 2562	12:15:38 นาฬิกา	
3	19 พฤศจิกายน 2562	12:14:29 นาฬิกา	23 ชั่วโมง 59 นาที 45 วินาที
	20 พฤศจิกายน 2562	12:14:14 นาฬิกา	
4	26 พฤศจิกายน 2562	12:12:31 นาฬิกา	23 ชั่วโมง 59 นาที 40 วินาที
	27 พฤศจิกายน 2562	12:12:11 นาฬิกา	

สรุปผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรม เวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวันแตกต่างกัน ช่วงเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตของแต่ละวันใน 1 เดือนตลอดทั้งปียาวไม่เท่ากัน โดยช่วงเวลาอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแตกต่างกันในแต่ละเดือน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวันเป็นเวลาเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
   แนวคำตอบ ไม่เป็นเวลาเดียวกัน ซึ่งในแต่ละวันอาจจะเร็วกว่าหรือช้ากว่าเดิม ขึ้นอยู่กับเดือนที่ทำการศึกษา
2. วิเคราะห์ชุดข้อมูล วันที่และเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนสองวันติดกันในแต่ละสัปดาห์ตลอดทั้งปีที่กำหนดให้ ช่วงเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนสองวันติดกันในแต่ละสัปดาห์ตลอดทั้งปียาวนานเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
   แนวคำตอบ ช่วงเวลาของแต่ละวันยาวไม่เท่ากัน โดยอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแตกต่างกันในแต่ละเดือน
   ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน และช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม เวลา 1 วันสุริยคติปรากฏจะสั้นลง
   ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน และช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม เวลา 1 วัน สุริยคติปรากฏจะยาวขึ้น

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปราย พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและตอบคำถามดังข้างต้น
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรมเรื่อง ช่วงเวลาที่เกิดเงาในวันแรก จนถึงเวลาที่เกิดเงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในวันถัดไป และวันสุริยคติปรากฏ ในหนังสือเรียนหน้า 32–33 โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้
   - ทราบได้อย่างไรว่า เวลาผ่านไปครบรอบ 1 วัน
     แนวคำตอบ สังเกตจากช่วงเวลาตั้งแต่เกิดเงาในแนวเมริเดียนครั้งแรกจนถึงครั้งถัดไปนับเป็น 1 วัน
   - นักดาราศาสตร์กำหนดช่วงเวลา 1 วันสุริยคติปรากฏอย่างไร
     แนวคำตอบ 1 วันสุริยคติปรากฏ คือ ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตครั้งแรกจนถึงครั้งถัดไป
   - การที่เวลา 1 วันสุริยคติปรากฏไม่เท่ากัน เป็นเพราะเหตุใด
     แนวคำตอบ เวลา 1 วันสุริยคติปรากฏไม่เท่ากัน เนื่องจากความเอียงของเส้นสุริยวิถีเมื่อเทียบกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า และจากกฎของเคพเลอร์ข้อที่ 1 โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี และกฎข้อที่ 2 เมื่อโลกอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์โลกโคจรเร็ว แต่ถ้าโลกอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์จะโคจรช้า ทำให้ระยะห่างเชิงมุมแตกต่างกัน
6. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม “เวลาสุริยคติปรากฏสามารถนำมาใช้กำหนดเวลามาตรฐานในการบอกเวลาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”
   แนวคำตอบ เราไม่สามารถใช้เวลาสุริยคติปรากฏกำหนดเวลามาตรฐานได้ เนื่องจากวันสุริยคติปรากฏในแต่ละวันยาวไม่เท่ากัน
7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า เนื่องจากตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงตามแนวเส้นสุริยวิถีในแต่ละวันตลอดทั้งปี ทำให้การบอกเวลาแต่ละวันไม่ตรงกัน จึงไม่สามารถนำมาใช้กำหนดเป็นเวลามาตรฐานได้ ทั้งนี้เพื่อให้การบอกเวลาเป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้มีการกำหนด ดวงอาทิตย์สมมติเรียกว่า ดวงอาทิตย์ปานกลาง และกำหนดให้ดวงอาทิตย์โคจรอยู่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ เพื่อให้ 1 วันสุริยคติปานกลางมีค่าคงที่ตลอดทั้งปี และมีค่าเท่ากับ 24 ชั่วโมง
8. ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง เวลาสุริยคติปานกลางและเขตเวลามาตรฐานสากล ในหนังสือเรียนหน้า 35–37 และอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามดังนี้

- การบอกเวลาจากนาฬิกา อ้างอิงจากเวลาสุริยคติปรากฏหรือเวลาสุริยคติปานกลาง
  แนวคำตอบ เวลาสุริยคติปานกลาง
- ที่เวลาเดียวกัน คนที่อยู่ที่ลองจิจูดต่างกัน จะมีเวลาท้องถิ่นปานกลางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
  แนวคำตอบ ต่างกัน เพราะดวงอาทิตย์ปานกลางผ่านเมริเดียนท้องถิ่นไม่พร้อมกัน

9. ถ้าต้องการให้การสื่อสารเรื่องเวลาของแต่ละประเทศให้เข้าใจตรงกัน จะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 17.8 เวลามาตรฐาน

กิจกรรม 17.8 เวลามาตรฐาน

จุดประสงค์กิจกรรม

ระบุและเปรียบเทียบเวลามาตรฐานของประเทศต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลเขตเวลามาตรฐานสากล

เวลา 50 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

1. เอกสารความรู้ เรื่อง การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในแต่ละเขตเวลามาตรฐานสากล	1 ชุด
2. แผนที่แสดงเขตเวลาของโลก	1 แผ่น
3. ปากกาเคมีสีต่างกัน 3 สี	3 ด้าม

สถานการณ์

สถานการณ์ที่ 1

ถ้านายเออยู่ที่ประเทศไทยต้องการโทรศัพท์ไปติดต่อกับหน่วยงานราชการที่กรุงปักกิ่ง ประเทศจีน ซึ่งเปิดทำการถึงเวลา 17:00 นาฬิกา ขณะที่เวลามาตรฐานที่ประเทศไทยคือเวลา 15:00 นาฬิกา เวลามาตรฐานที่ประเทศจีนคือเวลาใด และสามารถโทรศัพท์ติดต่อได้หรือไม่

สถานการณ์ที่ 2

ถ้านางสาวหญิงไปศึกษาต่อที่ประเทศออสเตรเลียซึ่งอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +10 และต้องการส่งข้อความผ่านแอปพลิเคชันมาหาครอบครัวที่อยู่ที่ประเทศไทย ขณะที่เวลามาตรฐานที่ประเทศออสเตรเลียคือเวลา 07:00 นาฬิกา ครอบครัวที่อยู่ที่ประเทศไทยจะได้รับข้อความในเวลาใด ตามเวลามาตรฐานของประเทศไทย ทั้งนี้ไม่คิดเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความ

สถานการณ์ที่ 3

ถ้านายนิวอยู่ที่รัฐเนวาดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ต้องการเดินทางไปยังประเทศญี่ปุ่น และเครื่องบินออกเดินทางเวลา 17:00 นาฬิกาของวันที่ 18 กุมภาพันธ์ และบินไปทางทิศตะวันออกซึ่งใช้เวลาเดินทาง 12 ชั่วโมง นายนิวจะเดินทางถึงประเทศญี่ปุ่นเป็นวันและเวลาใดตามเวลามาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้ เรื่อง การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในแต่ละเขตเวลามาตรฐานสากล จากเอกสารที่กำหนดให้
2. ศึกษาสถานการณ์ข้างต้น และระบุตำแหน่งของแต่ละคนบนแผนที่แสดงเขตเวลาด้วยปากกาเคมี โดยกำหนดให้สถานการณ์ละ 1 สี
3. บอกเขตเวลามาตรฐานสากลของแต่ละคน

4. ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. สรุปและนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

หมายเหตุ สีแดงคือ สถานการณ์ที่ 1 สีเหลือง คือ สถานการณ์ที่ 2 สีน้ำเงินคือสถานการณ์ที่ 3

สถานการณ์ที่ 1

ประเทศไทยอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +7 และประเทศจีนอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +8 ดังนั้นเวลามาตรฐานที่ประเทศจีนคือเวลา 16:00 นาฬิกา จึงสามารถโทรศัพท์ติดต่อได้

สถานการณ์ที่ 2

ประเทศไทยอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +7 ครอบครัวที่อยู่ที่ประเทศไทยจะได้รับข้อความในเวลา 04:00 นาฬิกา ตามเวลามาตรฐานของประเทศไทย

สถานการณ์ที่ 3

ประเทศญี่ปุ่นอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +9 นายนิวที่อยู่อยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล -8 ซึ่งจะเดินทางถึงประเทศญี่ปุ่นในวันที่ 19 กุมภาพันธ์ เวลา 21:00 นาฬิกา ตามเวลามาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

สรุปผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรม แต่ละประเทศมีเวลามาตรฐานแตกต่างกันเนื่องจากตั้งอยู่ในตำแหน่งลองจิจูดต่างกันและอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากลต่างกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เขตเวลามาตรฐานสากลบนโลกมีทั้งหมดกี่เขต
   แนวคำตอบ 25 เขต (เนื่องจากเขตเวลามาตรฐานสากลมีตั้งแต่ -12 ถึง +12 และมีเขตเวลาที่ 0 ทำให้มีเขตเวลาทั้งหมด 25 เขต แต่ทั้งนี้เขตเวลา -12 กับ +12 อยู่ในเขตเวลาเดียวกันแต่เป็นวันที่ต่างกัน เช่น หมู่เกาะมาร์แชล อยู่ในเขตเวลา +12 ณ เวลา 08:00 นาฬิกา เป็นวันที่ 5 มีนาคม แต่หมู่เกาะฮาวแลนด์ อยู่ในเขตเวลา -12 ณ เวลา 08:00 นาฬิกา จึงเป็นวันที่ 4 มีนาคม)
2. แต่ละประเทศในทั้งสามสถานการณ์อยู่ในเขตเวลาใดบ้าง
   แนวคำตอบ ประเทศจีนอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +8 ประเทศไทยอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +7 และประเทศญี่ปุ่นอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +9 ประเทศสหรัฐอเมริกาอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล -5 ถึง -10
3. ในแต่ละประเทศมีเขตเวลามาตรฐานสากลเพียงเขตเดียวหรือไม่ อย่างไร
   แนวคำตอบ ประเทศส่วนใหญ่มีเขตเวลามาตรฐานสากลเพียงเขตเดียวเนื่องจากอาณาเขตของประเทศอยู่ภายในเขตเวลามาตรฐานสากลเดียว แต่บางประเทศอาจมีเขตเวลามาตรฐานสากลหลายเขต เนื่องจากอาณาเขตของประเทศครอบคลุมพื้นที่หลายเขตเวลามาตรฐานสากล เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศออสเตรเลีย

10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปราย พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและตอบคำถามดังข้างต้น
11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามชวนคิดในหนังสือเรียนหน้า 38 ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้
    - ประเทศสิงคโปร์ตั้งอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากลเดียวกันกับประเทศไทย เพราะเหตุใดประเทศสิงคโปร์จึงกำหนดเวลามาตรฐานของประเทศเป็นเวลา UTC+08:00 เพราะเหตุใดจึงกำหนดเวลามาตรฐานแตกต่างจากประเทศไทย
      แนวคำตอบ เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการทำการค้า และเศรษฐกิจระหว่างประเทศ รวมทั้งตารางเวลาในการเดินทางระหว่างประเทศ ประเทศสิงคโปร์จึงกำหนดเวลามาตรฐานของประเทศเป็นเวลา UTC+08:00 โดยให้สอดคล้องกับเมืองเซี่ยงไฮ้ ปักกิ่ง ฮ่องกง ประเทศจีน และเมืองเพิร์ธ ประเทศออสเตรเลีย
12. ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเวลามาตรฐาน ในหนังสือเรียนหน้า 38–40 แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
    - ถ้ามีข้อมูลตารางเวลาเที่ยวบินโดยสารที่จะเดินทางไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่น จะวางแผนการเดินทางอย่างไรให้มีจำนวนวันท่องเที่ยวมากที่สุดและประหยัดค่าที่พักได้มากที่สุด
      แนวคำตอบ ออกเดินทางในเวลากลางคืนเพื่อไปถึงประเทศญี่ปุ่นตอนเช้า และเดินทางกลับประเทศไทยในเวลากลางคืน

- ข้อมูลเวลามาตรฐานมีประโยชน์ในด้านใดบ้าง
  แนวคำตอบ การคมนาคม เช่น รถไฟ เครื่องบิน
  การสื่อสาร เช่น คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต
- นักเรียนนำข้อมูลเวลามาตรฐานมาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
  แนวคำตอบ การวางแผนการเดินทางระหว่างประเทศ การรับชมการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ เกมส์ออนไลน์

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “เราจะนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดวงดาวมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง” จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 17.9 วางแผนดูดาว

กิจกรรม 17.9 วางแผนดูดาว

จุดประสงค์กิจกรรม

วางแผนการสังเกตตำแหน่งของดาวตามสถานการณ์ที่กำหนด

เวลา 30 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

1. แผนที่ดาววงกลม	1 แผ่น
2. แผนที่ดาวระบบเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า	1 แผ่น

สถานการณ์

สถานการณ์ที่ 1

ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายและได้รับคำสั่งให้ไปทำกิจกรรมทางทิศเหนือของค่าย ครูให้นักเรียนหาทางกลับค่ายด้วยตนเอง บังเอิญนักเรียนทำกิจกรรมจนถึงเวลาค่ำ นักเรียนจะหาทางกลับค่ายได้อย่างไร ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องมือใดในการช่วยนำทาง

สถานการณ์ที่ 2

หากนักเรียนติดอยู่บนเกาะแห่งหนึ่งซึ่งมีเวลาท้องถิ่นเร็วกว่าเวลามาตรฐาน 8 ชั่วโมง นักเรียนมีแผนที่ดาวและขณะนั้นเห็นดาวตาวัวอยู่จุดเหนือศีรษะพอดี นักเรียนจะบอกละติจูดและช่วงลองจิจูดของตนเองให้คนมาช่วยได้อย่างไร

สถานการณ์ที่ 3

ถ้านักเรียนต้องการถ่ายภาพกลุ่มดาวนายพรานให้ชัดเจน นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดบ้างและจะวางแผนไปถ่ายภาพที่ภาคใด ในช่วงเดือนใด เพราะเหตุใด

วิธีการทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนด และอภิปรายเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น
   - การระบุค่าไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชันของดาวบนแผนที่ดาว
   - ความสัมพันธ์ระหว่างเดคลิเนชันและตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์
   - การอ่านแผนที่ดาว
   - การดูดาวเบื้องต้น
2. สืบค้นข้อมูลตามประเด็นที่กำหนดจากข้อ 1
3. นำเสนอแผนการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ที่กำหนด

แนวการตอบคำถามท้ายกิจกรรม

สถานการณ์ที่ 1

นักเรียนเดินทางไปทางทิศเหนือของค่าย หากนักเรียนต้องการเดินทางกลับค่ายนักเรียนจะต้องเดินทางไปทางทิศใต้ แต่เนื่องจากการสังเกตกลุ่มดาวทางทิศใต้ทำได้ยาก นักเรียนจึงต้องหาทิศเหนือ โดยสังเกตตำแหน่งของดาวเหนือโดยเดินทางไปในทิศตรงข้ามกับดาวเหนือ การสังเกตตำแหน่งดาวเหนือโดยดูจากดาวที่ปรากฏอยู่สูงจากขอบฟ้าเท่ากับค่าละติจูดของผู้สังเกต นอกจากนี้นักเรียนสามารถหาทิศเหนือได้จากกลุ่มดาวอื่น เช่น ดาวหมีใหญ่ ดาวหมีเล็ก และดาวค้างคาว

1. กลุ่มดาวใดบ้างที่ช่วยในการบอกทิศบนโลก

   แนวคำตอบ กลุ่มดาวหมีใหญ่ กลุ่มดาวหมีเล็ก กลุ่มดาวค้างคาว

สถานการณ์ที่ 2

ในการสังเกตตำแหน่งของดาวสามารถนำมาใช้บอกตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตบนโลกได้ โดยดาวที่ผ่านจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกตพอดีขณะที่ดาวผ่านเมริเดียนจะมีเดคลิเนชันตรงกับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต นักเรียนสามารถบอกละติจูดได้จากการสังเกตตำแหน่งของดาวที่ผ่านจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกตพอดีขณะที่ดาวผ่านเมริเดียนซึ่งจะมีเดคลิเนชันตรงกับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต จากสถานการณ์กำหนดให้ดาวตาวัวอยู่ตรงจุดเหนือศีรษะพอดี ดังนั้นละติจูดของผู้สังเกตจึงมีค่าเท่ากับค่าเดคลิเนชันของดาวตาวัวซึ่งเท่ากับ 16 องศาเหนือ

ส่วนลองจิจูดสามารถคำนวณได้จากเวลามาตรฐาน จากสถานการณ์กำหนดให้เวลาท้องถิ่นเร็วกว่าเวลามาตรฐาน 8 ชั่วโมง จากเวลา 1 ชั่วโมง เท่ากับ 15 องศาลองจิจูด ดังนั้นลองจิจูดของผู้สังเกตมีค่าเท่ากับ 8 ชั่วโมง x 15 องศา = 120 องศาและเวลาเร็วกว่าเวลามาตรฐาน ดังนั้นตำแหน่งผู้สังเกตจึงอยู่ที่ลองจิจูด 120 องศาตะวันออก

1. พิกัดของดาวตาวัวในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้าเป็นเท่าใด
   แนวคำตอบ มีพิกัดเป็ น (4.5h, +16°)
2. นักเรียนอยู่ที่ตำแหน่งละติจูดใด ทราบได้อย่างไร
   แนวคำตอบ อยู่ที่ละติจูดประมาณ 16 องศาเหนือ เนื่องจากกลุ่มดาวตาวัวอยู่ตรงศีรษะ
3. นักเรียนหาลองจิจูดของนักเรียนได้จากข้อมูลใด
   แนวคำตอบ ลองจิจูดประมาณ 120 องศาตะวันออก เนื่องจากเวลาต่างจากเวลามาตรฐาน 8 ชั่วโมง ดังนั้น 8 ชั่วโมง x 15 องศา = 120 องศา มีลองจิจูดประมาณ 120 องศา ส่วนเวลาเร็วกว่าเวลามาตรฐาน แสดงว่าตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ทางตะวันออกของลองจิจูดที่ 0 องศา

สถานการณ์ที่ 3

ถ้านักเรียนต้องการถ่ายภาพกลุ่มดาวนายพรานให้ชัดเจน นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดบ้างและจะวางแผนไปถ่ายภาพที่ภาคใด ในช่วงเดือนใด เพราะเหตุใด

ในการถ่ายภาพกลุ่มดาวนายพรานควรต้องทราบเวลาการขึ้นการตกของกลุ่มดาวโดยดูจากค่าไรต์แอสเซนชันของดาวเทียบกับค่าไรต์แอสเซนชันของดวงอาทิตย์ในขณะนั้น จากแผนที่ดาวพบว่ากลุ่มดาวนายพรานมีไรต์แอสเซนชันประมาณ 6 ชั่วโมงซึ่งตรงกับค่าไรต์แอสเซนชันดวงอาทิตย์ในช่วงเดือนมิถุนายน ในช่วงเวลานี้กลุ่มดาวนายพรานจึงขึ้นและตกพร้อมกับดวงอาทิตย์ ดังนั้นหากต้องการถ่ายภาพกลุ่มดาวนายพรานให้ชัดเจนควรจะถ่ายภาพในช่วงที่ดวงอาทิตย์มีค่าไรต์แอสเซนชันห่างจากกลุ่มดาวอย่างน้อย 6 ชั่วโมง เช่น เดือนมีนาคมดวงอาทิตย์มีไรต์แอสเซนชัน 0 ชั่วโมง ดวงอาทิตย์ขึ้นเร็วกว่ากลุ่มดาวนายพราน 6 ชั่วโมง ดังนั้น เ มี่ อ ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าผู้สังเกตจะเห็นกลุ่มดาวนายพรานอยู่กลางท้องฟ้า ในช่วงเดือนธันวาคมดวงอาทิตย์มีไรต์แอสเซนชัน 18 ชั่วโมง ซึ่งห่างจากกลุ่มดาวนายพราน 12 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าผู้สังเกตจะเห็นกลุ่มดาวนายพรานขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศตะวันออกและสามารถเห็นกลุ่มดาวตลอดทั้งคืน สถานที่ที่เหมาะสมกับการถ่ายภาพกลุ่มดาวควรเป็นพื้นที่โล่งห่างจากแสงรบกวน ภูมิภาคที่เหมาะสำหรับในการถ่ายภาพคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือภาคเหนือ เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย

1. ช่วงเดือนใดที่สามารถมองเห็นกลุ่มดาวนายพรานได้ตลอดทั้งคืน
   แนวคำตอบ ในช่วงเดือนธันวาคม เนื่องจากดวงอาทิตย์อยู่ตรงข้ามกับกลุ่มดาวนายพรานดาวจะขึ้นตั้งแต่หัวค่ำในช่วงฤดูหนาว ท้องฟ้าจะโปร่งมีเมฆน้อย
2. ขณะที่กลุ่มดาวผ่านเมริเดียน นักเรียนจะเห็นดาวนายพราน (เข็มขัด) อยู่สูงจากขอบฟ้าประมาณกี่องศา
   แนวคำตอบ ประมาณ 75 องศา

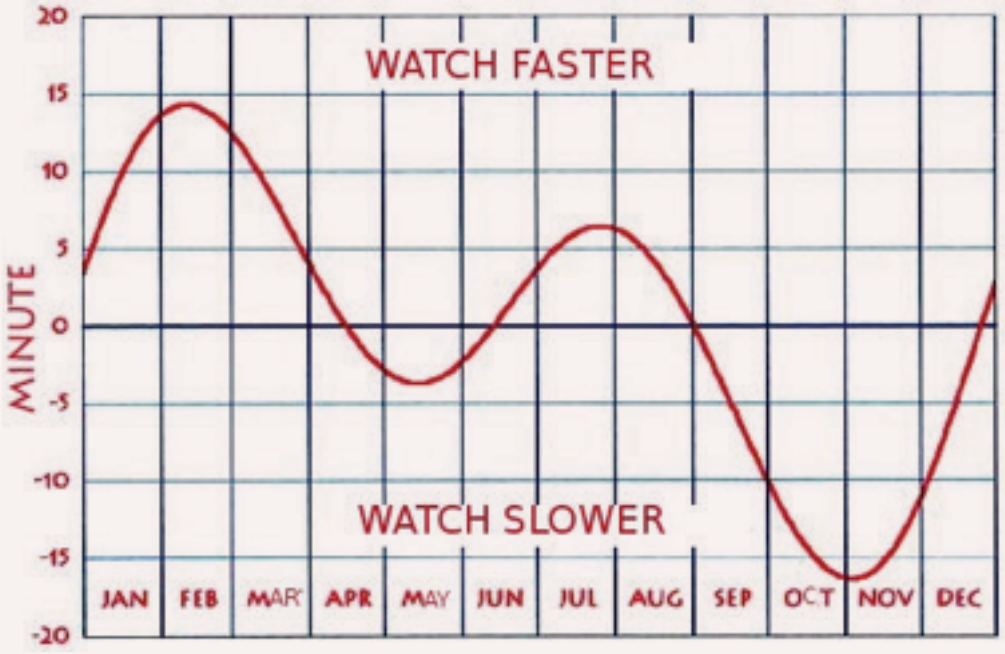
แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: เวลาสุริยคติ	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 17.7 17.8 และ 17.9 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผลกิจกรรม 3. แบบฝึกหัดท้ายบท และแบบทดสอบ
P: 1. การสังเกต 2. การวัด 3. การใช้จำนวน 4. การลงความเห็นจากข้อมูล 5. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 7. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.7 และ 17.9 2. การวัดจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.7 3. การใช้จำนวน และการลงความเห็นจากข้อมูล จากการปฏิบัติกิจกรรม 17.7-17.9 4. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลาจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.7 และ 17.8 5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.7-17.9 6. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการปฏิบัติกิจกรรม 17.7-17.9
A: 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความอยากรู้อยากเห็น 4. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์	1. การใช้วิจารณญาณ และความใจกว้าง จากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถามโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลสนับสนุน 2. ความอยากรู้อยากเห็น และการเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การปรับเทียบเวลาจากนาฬิกาแดดให้ตรงกับเวลาท้องถิ่นปานกลาง

จากการที่นาฬิกาแดดใช้เงาของดวงอาทิตย์ในการบอกเวลา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนในแต่ละวัน ดังนั้นจึงมีวิธีการปรับเทียบเวลาจากนาฬิกาแดดให้ตรงกับเวลามาตรฐานหรือเวลาท้องถิ่นปานกลาง โดยใช้กราฟสมการเวลา ดังรูป เช่น วันที่ 1 ตุลาคม อ่านเวลาจากนาฬิกาแดดได้ 12:10 นาฬิกา ดังนั้นจากกราฟสมการเวลาจะหาเวลาท้องถิ่นปานกลางได้โดยลบเวลาออก 10 นาที ได้เวลาท้องถิ่นปานกลาง 12:00 นาฬิกา ประมาณวันที่ 15 มกราคม อ่านเวลาจากนาฬิกาแดดได้ 11:50 นาฬิกา หาเวลาท้องถิ่นปานกลางได้โดยบวกเวลาเพิ่ม 10 นาที ได้เวลาท้องถิ่นปานกลาง 12:00 นาฬิกา



รูป กราฟของสมการเวลาที่ใช้ปรับเทียบเวลาที่อ่านได้จากนาฬิกาแดดกับเวลามาตรฐาน

นาฬิกาอะตอม (atomic clock)

การประดิษฐ์นาฬิกามีขึ้นตั้งแต่ 1,500–1,300 ปีก่อนคริสตศักราช ต่อมานาฬิกาแดดได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นแต่บอกเวลาได้ไม่ค่อยเที่ยงตรงนัก เนื่องจากวันสุริยคติปรากฏแต่ละวันยาวนานไม่เท่ากัน ในเวลาต่อมา National Institute of Standards and Technology (NIST) ได้ประดิษฐ์นาฬิกาอะตอมเครื่องแรก โดยใช้แก๊สแอมโมเนีย และพัฒนาต่อมาโดยใช้ธาตุไฮโดรเจน รูบิเดียม และซีเซียม นาฬิกาอะตอมทำงานโดยให้ความร้อนกับธาตุซีเซียม-133 และ เพื่อทำให้อะตอมที่มีความเร็วสูงเคลื่อนที่ผ่านคลื่นไมโครเวฟ อะตอมของธาตุซีเซียมที่สามารถดูดกลืนพลังงานได้เมื่อผ่านคลื่นไมโครเวฟจะปลดปล่อยพลังงานออกมาที่ความถี่ 9,192,631,770 รอบต่อวินาที ซึ่งมีความเที่ยงตรง ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงนำมากำหนดหน่วยของวินาทีในระบบเอสไอว่า 1 วินาทีมีค่าเท่ากับ อะตอมของธาตุซีเซียม-133 ที่เกิดการสั่นพ้องจำนวน 9,192,631,770 ครั้ง นาฬิกาอะตอมถูกนำมาใช้ในการบอกเวลาที่ต้องการความแม่นยำสูง เช่น การกำหนดเวลายูทีซี ระบบจีพีเอส การสื่อสารผ่านดาวเทียม

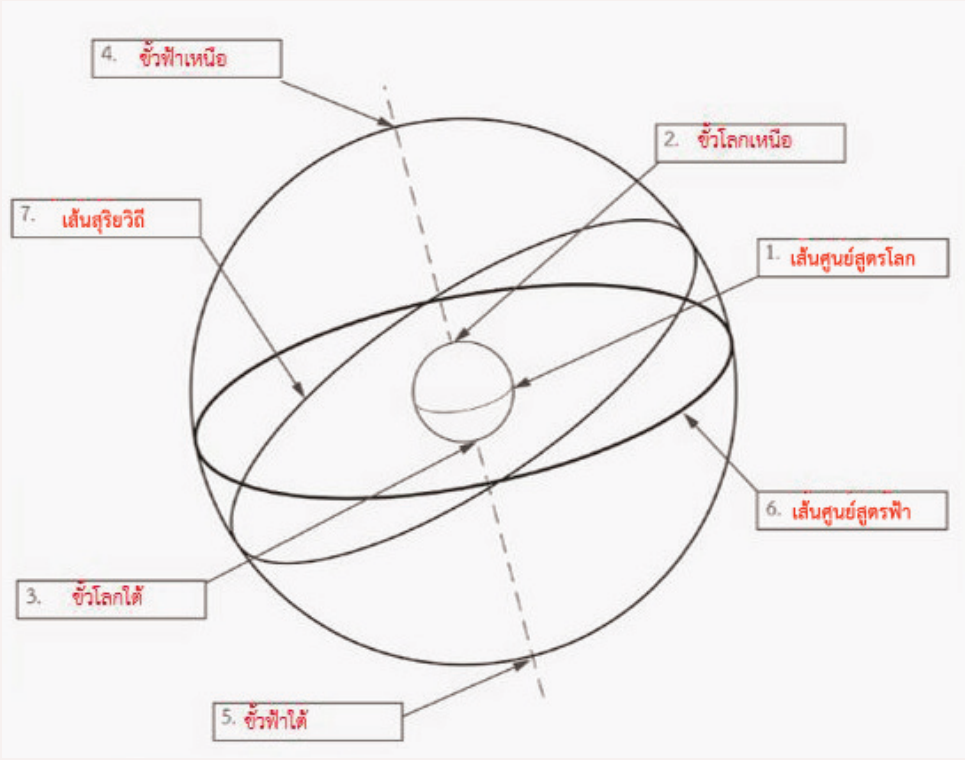
หมายเหตุ พจนานุกรมคำศัพท์ราชบัณฑิตสถานบัญญัติคำศัพท์ Coordinated Universal Time :UTC ไว้ว่า เวลาสากลร่วมประสาน แต่ในหนังสือเรียนใช้คำว่า เวลายูทีซี

เวลามาตรฐานของประเทศไทย

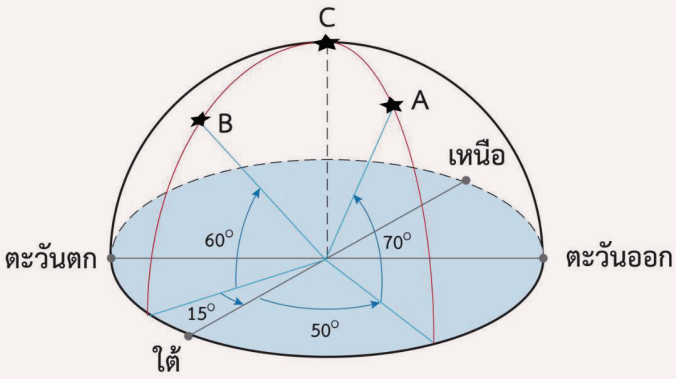
ในอดีตมีการกำหนดเวลามาตรฐานของประเทศไทยที่บริเวณพระราชวังเดิม ฝั่งธนบุรี ให้เร็วกว่าเวลาปานกลางกรีนิช อยู่ 6 ชั่วโมง 41 นาที 58.2 วินาที ต่อมาในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2462 รัฐบาลไทยได้ส่งผู้แทนเข้าร่วมในการประชุมเกี่ยวกับการกำหนดเขตเวลามาตรฐานของโลก จากการประชุมดังกล่าวได้กำหนดให้ หอดูดาวหลวงกรีนิช ประเทศอังกฤษเป็นจุดแรกของการกำหนดเขตเวลา และกำหนดให้เป็นลองจิจูด 0 องศา และเส้นเมริเดียนถัดไปจะห่างกันเส้นละ 15 องศา ซึ่งมีเวลาต่างกัน 1 ชั่วโมง ประเทศไทยมีอาณาเขตระหว่างเส้นลองจิจูด 97.5 องศาตะวันออก จนถึงเส้นลองจิจูด 105 องศาตะวันออก และเพื่อให้เวลามาตรฐานของประเทศไทยต่างจากเวลาปานกลางกรีนิชเป็นจำนวนเต็มของชั่วโมง ประเทศไทยจึงกำหนดให้เส้นลองจิจูด 105 องศาตะวันออกเป็นเส้นเมริเดียนอ้างอิงเวลามาตรฐานของประเทศไทย และเป็นเวลาก่อนเวลาปานกลางกรีนิช 7 ชั่วโมง นับตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2463 เป็นต้นมา

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

1. ระบุจุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าลงในแผนภาพให้ถูกต้อง

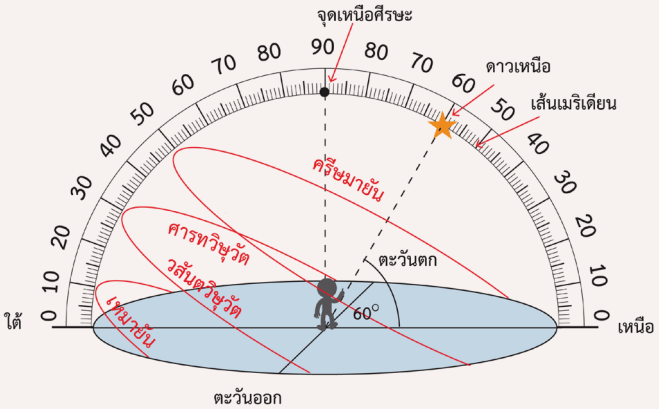


2. ให้หาค่ามุมทิศและมุมเงยของดาว A B และ C

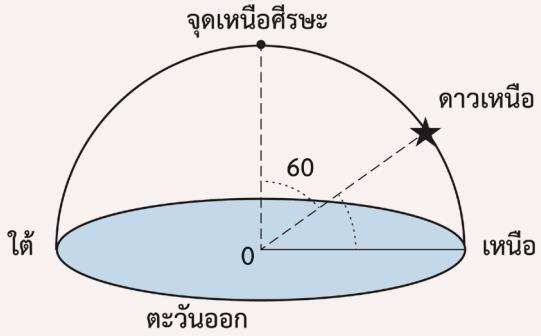


ดาว	มุมทิศ (องศา)	มุมเงย (องศา)
A	130	70
B	195	60
C	-	90

3. ทำเครื่องหมายแสดงจุดและเส้นสำคัญลงในแผนภาพที่กำหนดให้ โดยให้ผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 60° N
   3.1 จุดเหนือศีรษะ
   3.2 เมริเดียนผู้สังเกต
   3.3 ดาวเหนือ
   3.4 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในวันวสันตวิษุวัต ศารทวิษุวัต เหมายัน และครีษมายัน



4. จากภาพด้านล่างเป็นท้องฟ้าของผู้สังเกตที่ตำแหน่งละติจูดใด และทราบได้อย่างไร

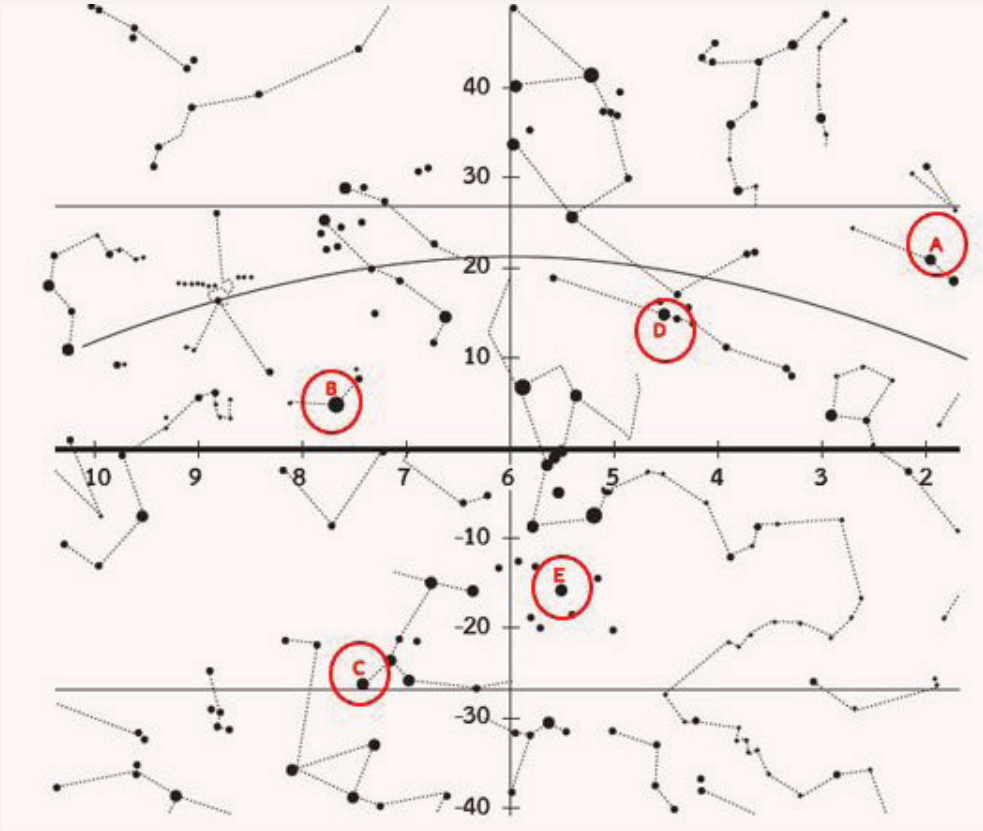


แนวคำตอบ ผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 30 องศาเหนือ ทราบได้จากมุมของดาวเหนือที่อยู่สูงจากขอบฟ้า

5. จากภาพแสดงเงาของต้นไม้ที่เวลา 12:00 นาฬิกา ของผู้สังเกตที่ประเทศไทยในช่วงเดือนธันวาคม ผู้สังเกตในภาพหันหน้าไปในทิศใด ทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ หันหน้าไปทางทิศเหนือ ทราบได้จากการสังเกตเงาของต้นไม้ที่อยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเดือนธันวาคมซึ่งดวงอาทิตย์จะเฉียงไปทางใต้ ดังนั้นเจึงเห็นเงาของต้นไม้และตนเองทอดไปด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์

6. ระบุพิกัดของดาว A–E ในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้า



ดาว	พิกัด
A	$(2^h, +22°)$
B	$(7^h40^m, +5°)$
C	$(7^h30^m, -27°)$
D	$(4^h30^m, +17°)$
E	$(5^h30^m, -16°)$

7. วัตถุท้องฟ้าที่มีเส้นทางการขึ้นการตกตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้ามีค่าเดคลิเนชันเท่าไร
แนวคำตอบ วัตถุท้องฟ้าที่มีเส้นทางการขึ้นการตกตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้า จะมีค่าเดคลิเนชันเท่ากับ 0 องศา
8. วัตถุท้องฟ้าใด ๆ ที่มีเดคลิเนชันเดียวกับดวงอาทิตย์ จะมีเส้นทางการขึ้นการตกเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ วัตถุท้องใดๆ ที่มีค่าเดคลิเนชันเดียวกับดวงอาทิตย์ จะมีเส้นทางการขึ้นการตกเช่นเดียวกับดวงอาทิตย์
9. จงเติมเครื่องหมายถูก ✓ หรือผิด ✗ ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ถ้าข้อความใดผิดให้แก้ไขข้อความนั้นให้ถูกต้อง

ข้อที่	ข้อความ	เครื่องหมาย
1	เวลาสุริยคติปรากฏกำหนดโดยใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า	✓
2	สองวันสุริยคติปรากฏ คือช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์จริงโคจรผ่านเมริเดียนท้องถิ่นสองครั้งติดกัน **แนวคำตอบ** หนึ่งวันสุริยคติปรากฏ คือช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์จริงโคจรผ่านเมริเดียนท้องถิ่นสองครั้งติดกัน	✗
3	วันสุริยคติปานกลาง คือช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปานกลางผ่านเมริเดียนท้องถิ่นครั้งแรกถึงครั้งถัดไป	✓
4	เขตเวลามาตรฐานสากลกำหนดโดยใช้เส้นละติจูดเป็นหลัก **แนวคำตอบ** เขตเวลามาตรฐานสากลกำหนดโดยใช้เส้นลองจิจูดเป็นหลัก	✗
5	เวลาสากล คือเวลาสุริยคติปานกลางที่หอดูดาวหลวงกรีนิชในประเทศอังกฤษเทียบกับเวลาของนาฬิกาอะตอม	✓

10. เครื่องบินเที่ยวบินหนึ่งออกเดินทางจากท่าอากาศยานในประเทศไทยเวลา 9:30 นาฬิกา และเดินทางถึงท่าอากาศยานที่ประเทศญี่ปุ่นเวลา 17:30 นาฬิกา เที่ยวบินนี้ใช้เวลาในการเดินทางเท่าใด

    แนวคำตอบ เวลามาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นคือ 17:30 นาฬิกา และประเทศไทยอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +7 ส่วนประเทศญี่ปุ่นอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +9 ดังนั้นเวลามาตรฐานของประเทศไทยเมื่อเครื่องบินเดินทางไปถึงคือ 15:30 นาฬิกา เครื่องบินจึงใช้เวลาเดินทาง 6 ชั่วโมง

11. จากตารางเวลาของเที่ยวบินโดยสารที่กำหนดให้หาเวลาที่เครื่องบินใช้ในการเดินทาง

เที่ยวบินที่ 1	**วันอังคารที่ 8 พฤศจิกายน**		
กรุงเทพ		**ลอนดอน**	
BKK 11:15	→	LHR 17:25	**ไม่แวะพัก**
เที่ยวบินที่ 2	**วันพฤหัสที่ 17 พฤศจิกายน**		
ลอนดอน		**กรุงเทพ**	
LHR 15:05	→	BKK 09:25 + 1 วัน	**ไม่แวะพัก**

แนวคำตอบ

สำหรับการเดินทางเที่ยวไป เวลามาตรฐานของประเทศอังกฤษคือ 17:25 นาฬิกาและประเทศไทยอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +7 ส่วนประเทศอังกฤษอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล 0 ดังนั้นเวลามาตรฐานของประเทศไทยเมื่อเครื่องบินเดินทางไปถึงคือ 00:25 นาฬิกา เครื่องบินจึงใช้เวลาเดินทาง 13 ชั่วโมง 10 นาที

สำหรับการเดินทางเที่ยวกลับ เวลามาตรฐานของประเทศอังกฤษคือ 15:05 นาฬิกา และประเทศไทยอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +7 ส่วนประเทศอังกฤษอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล 0 ดังนั้นเวลามาตรฐานของประเทศไทยเมื่อเครื่องบินเดินเริ่มออกเดินทางคือ 22:05 นาฬิกา เครื่องบินจึงใช้เวลาเดินทาง 11 ชั่วโมง 20 นาที

12. การกำหนดเขตเวลามาตรฐานใช้เส้นลองจิจูดเป็นเส้นอ้างอิงในการกำหนดเวลา มีข้อดีอย่างไร
แนวคำตอบ ข้อดีในการกำหนดเวลามาตรฐานโดยใช้เส้นลองจิจูดเป็นเส้นอ้างอิงนั้นจะสอดคล้องกับการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์
13. เพราะเหตุใดจึงไม่ใช้เส้นละติจูดในการกำหนดเขตเวลามาตรฐาน
แนวคำตอบ เนื่องจากตำแหน่งบนเส้นละติจูดไม่สอดคล้องกับการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ และถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ตำแหน่งละติจูดเดียวกันแต่อยู่ที่ลองจิจูดต่างกันจะสังเกตเห็นตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ต่างกัน

บทที่ 18 | ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ (Apparent Place of Planets)

ipst.me/10874

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก
2. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

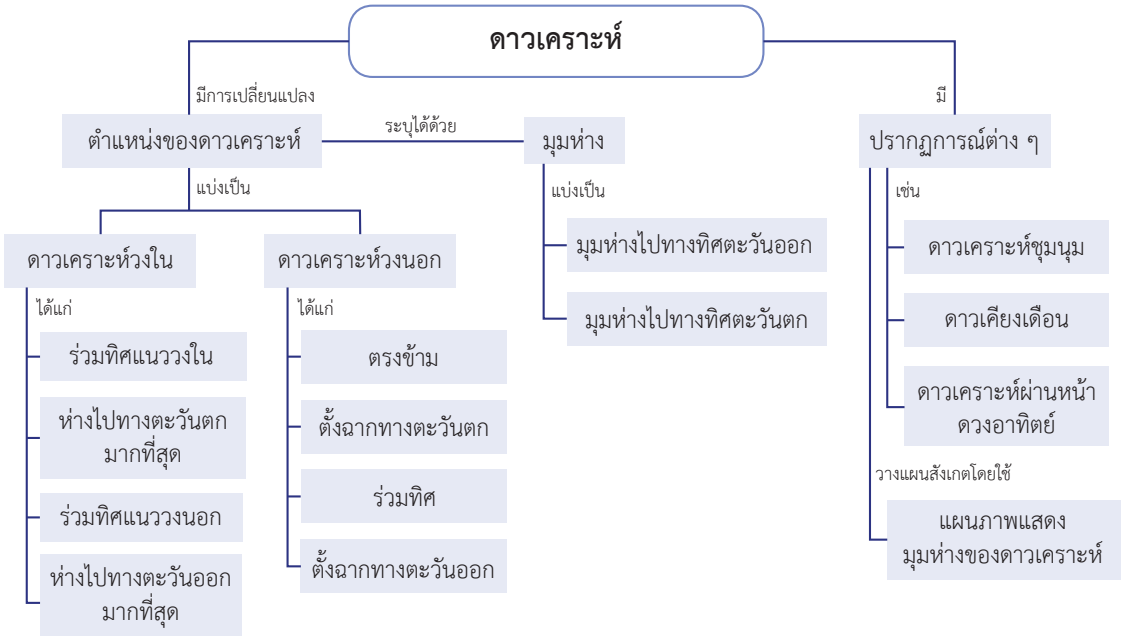
1. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก
2. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุตำแหน่งในวงโคจรของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอกด้วยมุมห่าง
2. อธิบายความหมายของตำแหน่งหลักในวงโคจรของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก
3. อธิบายความสัมพันธ์ของมุมห่างกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์
4. อธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์โดยใช้มุมห่าง
5. ออกแบบและวางแผนการสังเกตดาวเคราะห์บนท้องฟ้า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การวัด 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. การใช้จำนวน 5. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การยอมรับความเห็นต่าง 2. ความซื่อสัตย์ 3. ความอยากรู้อยากเห็น 4. ความมุ่งมั่นอดทน

ผังมโนทัศน์


ดาวเคราะห์
มีการเปลี่ยนแปลง
ตำแหน่งของดาวเคราะห์
ระบุได้ด้วย
มุมห่าง
มี
ปรากฏการณ์ต่าง ๆ
แบ่งเป็น
ดาวเคราะห์วงใน
ดาวเคราะห์วงนอก
ได้แก่
ร่วมทิศแนววงใน
ห่างไปทางตะวันตกมากที่สุด
ร่วมทิศแนววงนอก
ห่างไปทางตะวันออกมากที่สุด
ได้แก่
ตรงข้าม
ตั้งฉากทางตะวันตก
ร่วมทิศ
ตั้งฉากทางตะวันออก
แบ่งเป็น
มุมห่างไปทางทิศตะวันออก
มุมห่างไปทางทิศตะวันตก
เช่น
ดาวเคราะห์ชุมนุม
ดาวเคียงเดือน
ดาวเคราะห์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์
วางแผนสังเกตโดยใช้
แผนภาพแสดงมุมห่างของดาวเคราะห์

ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง

มุมห่างของดาวเคราะห์คือระยะเชิงมุมจากดวงอาทิตย์ไปยังตำแหน่งของดาวเคราะห์
มุมห่างอาจมีทิศทางไปทางตะวันออกหรือทิศตะวันตก

↓

ดาวเคราะห์วงใน จะมีการเปลี่ยนแปลงมุมห่างอยู่ในช่วงแคบ ๆ ทำให้การปรากฏของดาวอยู่ใกล้ขอบฟ้าในช่วงเช้ามืดหรือหัวค่ำเท่านั้น

↓

ดาวเคราะห์วงในมีตำแหน่งหลัก 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ร่วมทิศแนววงใน
ห่างไปทางตะวันตกมากที่สุด ร่วมทิศแนววงนอก และห่างไปทางตะวันออกมากที่สุด

↓

ดาวเคราะห์วงนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงมุมห่างได้ถึง 180 องศา
ทำให้สามารถเห็นได้ตลอดทั้งคืน

↓

ดาวเคราะห์วงนอกมีตำแหน่งหลัก 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตรงข้าม
ตั้งฉากทางตะวันตก ร่วมทิศ และตั้งฉากทางตะวันออก

↓

ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์อธิบายได้ด้วยมุมห่าง

↓

การวางแผนสังเกตปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์
ทำได้โดยใช้แผนภาพแสดงมุมห่าง

สาระสำคัญ

ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ขึ้นอยู่กับตำแหน่งในวงโคจรของดาวเคราะห์ ซึ่งระบุได้ด้วยมุมห่าง โดยมุมห่างของดาวเคราะห์อาจมีทิศทางไปทางตะวันออกหรือตะวันตก ดาวเคราะห์วงในมีการเปลี่ยนแปลงมุมห่างในช่วงแคบ ทำให้การปรากฏของดาวอยู่ใกล้ขอบฟ้าในช่วงเช้ามืดหรือหัวค่ำ มีตำแหน่งหลักในวงโคจร 4 ตำแหน่ง ส่วนดาวเคราะห์วงนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงมุมห่างได้ถึง 180 องศา ทำให้เห็นดาวปรากฏอยู่บนท้องฟ้าตลอดคืน และมีตำแหน่งหลักในวงโคจร 4 ตำแหน่ง

ดาวเคราะห์อาจปรากฏในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน หรืออาจใกล้เคียงกับดวงจันทร์หรือดวงอาทิตย์ เกิดเป็นปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ และการวางแผนเพื่อสังเกตปรากฏการณ์ดังกล่าวทำได้โดยใช้แผนภาพแสดงมุมห่างของดาวเคราะห์

เวลาที่ใช้

บทเรียนนี้ควรใช้เวลาประมาณ	**18**	**ชั่วโมง**
18.1 ตำแหน่งของดาวเคราะห์	13	ชั่วโมง
18.2 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์	5	ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

1. ระยะห่างเชิงมุม
2. การขึ้นการตกของวัตถุท้องฟ้า
3. ระบบสุริยะ
4. การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบท้ายข้อความที่ถูก หรือเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องคำตอบท้ายข้อความที่ผิด

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
1	เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า ดาวฤกษ์แต่ละดวงในกลุ่มดาวต่าง ๆ มีตำแหน่งคงที่เมื่อเทียบกับตำแหน่งของดาวฤกษ์ดวงอื่น ๆ	✓
2	ระยะเชิงมุม คือ ค่าของมุมระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ลากจากผู้สังเกตไปยังสองจุดใด ๆ ระยะเชิงมุมมีหน่วยเป็นเรเดียนหรือองศา	✓
3	ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มีคาบการโคจรยาวกว่าดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์ **แนวคำตอบ** ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มีคาบการโคจรน้อยกว่าดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์	✗
4	ดาวเคราะห์บางดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ในทิศทางตรงข้ามกับดาวเคราะห์ดวงอื่น **แนวคำตอบ** ดาวเคราะห์ทุกดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ไปในทิศทางเดียวกัน	✗

18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุตำแหน่งในวงโคจรของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอกด้วยมุมห่าง
2. อธิบายความหมายของตำแหน่งหลักในวงโคจรของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก
3. อธิบายความสัมพันธ์ของมุมห่างกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 6
2. บทความเรื่อง ดาวเคราะห์ เข้าถึงได้จาก www.scimath.org/lesson-physics/item/7314-the-planets
3. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก สสวท. learning space http://www.scimath.org

แนวการจัดการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามดังนี้
   - ถ้าสังเกตตำแหน่งของดาวฤกษ์และดาวเคราะห์บนท้องฟ้าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
     แนวคำตอบ ตอบความเข้าใจของนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนสังเกตรูป 18.1 ในหนังสือเรียนหน้า 52 จากนั้นครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
   - ดาวใดที่มีการเปลี่ยนตำแหน่ง และดาวใดที่อยู่ตำแหน่งเดิม
     แนวคำตอบ กลุ่มดาวคันชั่งอยู่ตำแหน่งเดิม ส่วนดาวอังคารมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในแต่ละวัน
   - ถ้าดาวอังคารซึ่งเป็นดาวเคราะห์มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งดังนั้นการระบุตำแหน่งของดาวเคราะห์จะแตกต่างกับการระบุตำแหน่งของดาวฤกษ์หรือไม่ อย่างไร
     แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน
3. ครูให้นักเรียนศึกษา การระบุตำแหน่งและทิศทางของดาวเคราะห์ด้วยมุมห่าง จากหนังสือเรียนหน้า 53 - 54 จากนั้นครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
   - มุมห่างของดาวเคราะห์มีกี่ทิศ อะไรบ้าง
     แนวคำตอบ 2 ทิศทาง ได้แก่ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก
   - ถ้าต้องการระบุตำแหน่งของดาวเคราะห์ว่ามีมุมห่างไปทางทิศใด จะทำอย่างไร
     แนวคำตอบ ถ้าลากเส้นจากดวงอาทิตย์ผ่านดาวเคราะห์ไปทางขอบฟ้าด้านตะวันตก หมายความว่าดาวเคราะห์มีมุมห่างไปทางตะวันออก แต่หากขอบฟ้าด้านนั้นเป็นขอบฟ้าด้านตะวันออก หมายความว่าดาวเคราะห์มีมุมห่างไปทางตะวันตก
   - ถ้าดาวเคราะห์มีมุมห่างไปทางตะวันตก จะสังเกตเห็นดาวเคราะห์บนท้องฟ้าได้ในช่วงเวลาใด
     แนวคำตอบ จะสังเกตเห็นดาวเคราะห์ในช่วงเช้ามืดตรงขอบฟ้าทางทิศตะวันออก เนื่องจากดาวเคราะห์ขึ้นจากขอบฟ้าในช่วงเช้ามืดก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น
   - ถ้าดาวเคราะห์มีมุมห่างไปทางตะวันออก จะสังเกตเห็นดาวเคราะห์บนท้องฟ้าได้ในช่วงเวลาใด
     แนวคำตอบ จะสังเกตเห็นดาวเคราะห์ในช่วงหัวค่ำตรงขอบฟ้าทางทิศตะวันตก เนื่องจากดาวเคราะห์ตกลับขอบฟ้าหลังดวงอาทิตย์ตก
4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวศุกร์

กิจกรรม 18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวศุกร์

จุดประสงค์กิจกรรม

1. ระบุตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวศุกร์โดยใช้แผนภาพที่กำหนดให้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมห่างกับตำแหน่งปรากฏของดาวศุกร์

เวลา 180 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

ตอนที่ 1

1. ตารางบันทึกข้อมูล	1	แผ่น
2. แผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลก และดาวศุกร์ในวงโคจร	1	แผ่น
3. กราฟสำหรับบันทึกค่ามุมห่าง และจำนวนวันที่ดาวศุกร์โคจรรอบดวงอาทิตย์	1	แผ่น
4. ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม	1	อัน
5. ไม้บรรทัด ยาว 30 เซนติเมตร	1	อัน

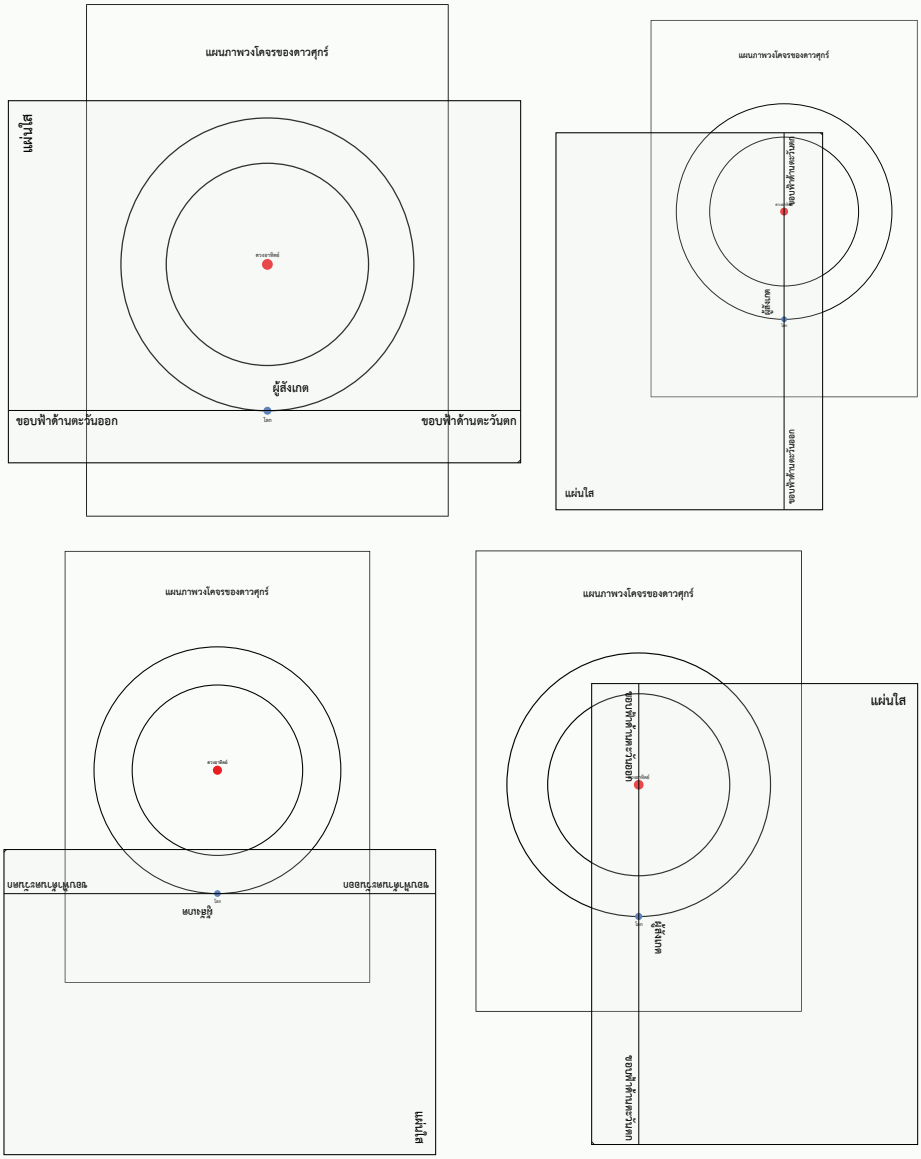
ตอนที่ 2

1. แผนภาพวงโคจรของดาวศุกร์	1	แผ่น
2. แผ่นใสขนาด A4	1	แผ่น
3. ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม	1	อัน
4. ไม้บรรทัด ยาว 30 เซนติเมตร	1	อัน
5. ปากกาเคมีสีดำ	1	ด้าม

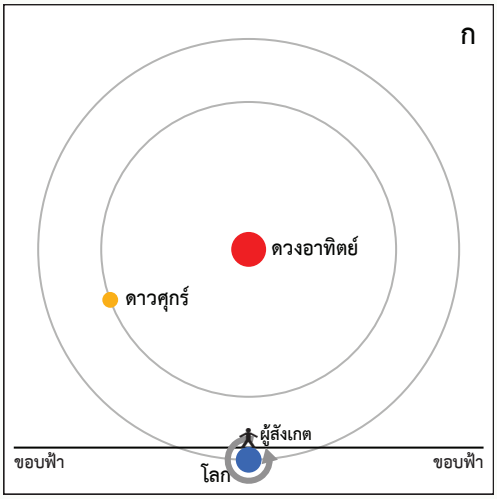
ข้อเสนอแนะสำหรับครู

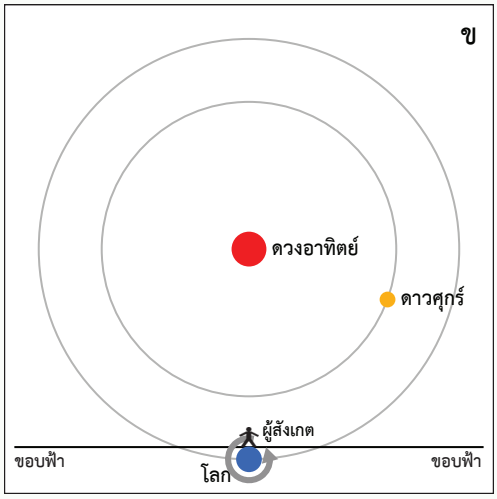
1. ก่อนเริ่มทำกิจกรรมทบทวนวิธีการวัดมุมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม
2. ย้ำกับนักเรียนว่าวงโคจรของดาวศุกร์คือวงโคจรที่เล็กกว่าวงโคจรของโลก
3. ครูอธิบายการระบุขอบฟ้าของผู้สังเกตว่า ขอบฟ้าด้านซ้ายของรูปเป็นขอบฟ้าด้านตะวันออก และขอบฟ้าด้านขวาของรูปเป็นขอบฟ้าด้านตะวันตก

4. ในกิจกรรมตอนที่ 2 ครูอธิบายวิธีการระบุเวลาโดยนำแผ่นใสมาวางทับแผนภาพ วงโคจรของดาวศุกร์และเริ่มจากเวลาประมาณ 12:00 นาฬิกา 18:00 นาฬิกา 24:00 นาฬิกา และ 6:00 นาฬิกา ตามลำดับ ดังรูป



5. ครูอธิบายว่ารูป ก ดาวศุกร์มีมุมห่างไปทางตะวันออก และรูป ข ดาวศุกร์มีมุมห่างไปทาง





วิธีทำกิจกรรม

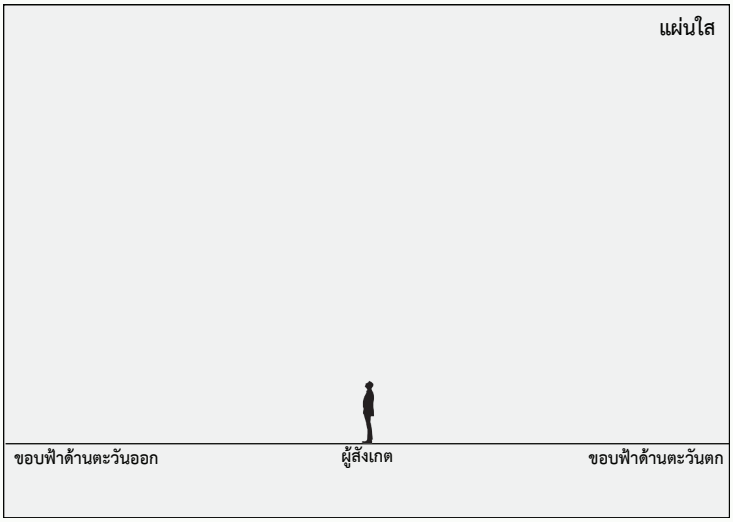
ตอนที่ 1 ตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวศุกร์

1. คำนวณมุมที่โลกและดาวศุกร์โคจรไปโดยใช้สมการและตัวอย่างการคำนวณในตารางบันทึกข้อมูล กำหนดให้ดาวศุกร์และโลกมีวงโคจรเป็นวงกลมในระนาบเดียวกัน และมีอัตราเร็วในการโคจรคงที่ มีคาบการโคจรประมาณ 225 วัน และ 365 วัน ตามลำดับ
2. ศึกษาวิธีการระบุตำแหน่งของโลกและดาวศุกร์ เมื่อโลกและดาวศุกร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่ 1 จากแผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลกและดาวศุกร์ในวงโคจร โดยกำหนดให้โลกและดาวศุกร์มีตำแหน่งเริ่มต้นที่ 0 องศา
3. ระบุตำแหน่งของโลกและดาวศุกร์เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ลงในแผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลกและดาวศุกร์ในวงโคจร และใส่เลข 2 กำกับ เพื่อกำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ 2
4. ลากเส้นตรงจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ และลากเส้นตรงอีกเส้นจากโลกไปยังดาวศุกร์
5. วัดขนาดของมุมห่างดาวศุกร์โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ดังรูป พร้อมระบุทิศของมุมห่างบันทึกผล ลงในตารางบันทึกข้อมูล

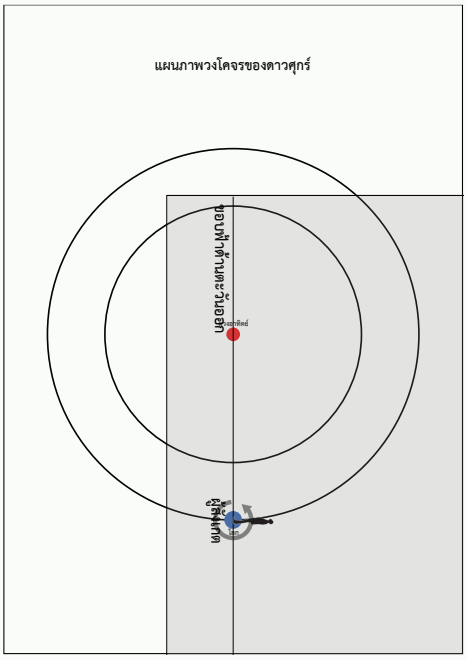
6. ทำซ้ำข้อ 3-5 จนครบ 20 ตำแหน่ง บันทึกผล
7. นำข้อมูลที่ได้จากตารางมาบันทึกตำแหน่งลงในแผ่นกราฟที่กำหนดให้
8. ลากเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมุมห่างของดาวศุกร์กับจำนวนวัน
9. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ตำแหน่งในวงโคจรและการมองเห็นดาวศุกร์ของผู้สังเกตที่อยู่บนโลก

1. สร้างแผ่นจำลองท้องฟ้าเพื่อใช้ศึกษาตำแหน่งปรากฏของดาวศุกร์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
   1.1 ขีดเส้นตรงที่ด้านล่างของแผ่นใสตามแนวยาว ให้ห่างจากขอบล่าง 3 เซนติเมตร
   1.2 ระบุตำแหน่งของผู้สังเกตที่จุดกึ่งกลางของเส้น
   1.3 ระบุตำแหน่ง "ขอบฟ้าด้านตะวันออก" ไว้ที่ด้านซ้าย และ "ขอบฟ้าด้านตะวันตก" ไว้ที่ด้านขวา ดังรูป



2. ระบุตำแหน่งของดาวศุกร์ลงบนแผนภาพวงโคจรของดาวศุกร์ที่กำหนด เมื่อมีมุมห่าง 25 องศา ไปทางตะวันตก พร้อมบันทึกค่ามุมห่างและทิศทางของมุมห่าง
3. นำแผ่นจำลองท้องฟ้ามาวางซ้อนบนแผนภาพในข้อ 2 โดยให้ตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ตำแหน่งเดียวกับโลกบนแผนภาพวงโคจรของดาวศุกร์ ดังรูป จากนั้นหมุนแผ่นจำลองท้องฟ้าโดยให้ตำแหน่งของโลกเป็นจุดหมุนพร้อมระบุตำแหน่งปรากฏของดาวศุกร์ในช่วงเวลาเช้ามืดและหัวค่ำบันทึกผล



4. ทำซ้ำข้อ 2-3 โดยกำหนดให้ดาวศุกร์มีมุมห่างตามลำดับ ดังนี้
   - 0 องศา
   - 25 องศา ไปทางตะวันออก
   - มีค่ามากที่สุดไปทางตะวันตก
   - มีค่ามากที่สุดไปทางตะวันออก
5. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

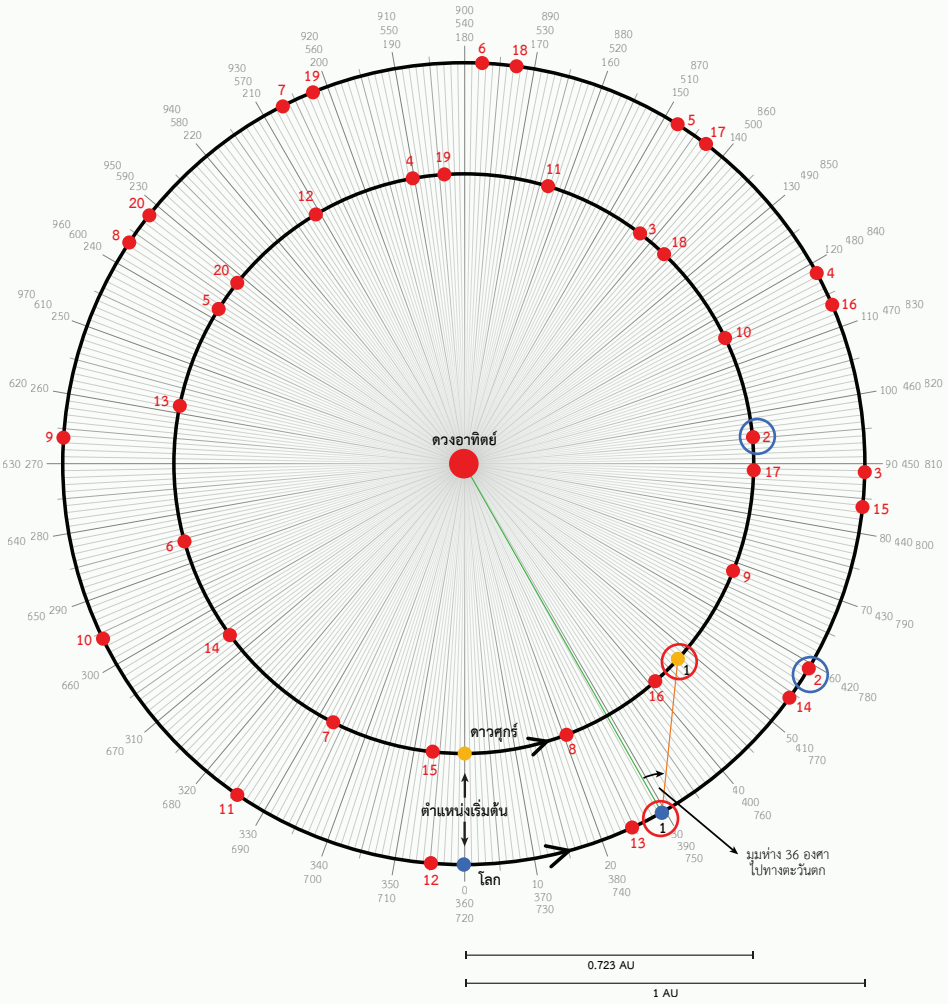
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 ตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวศุกร์

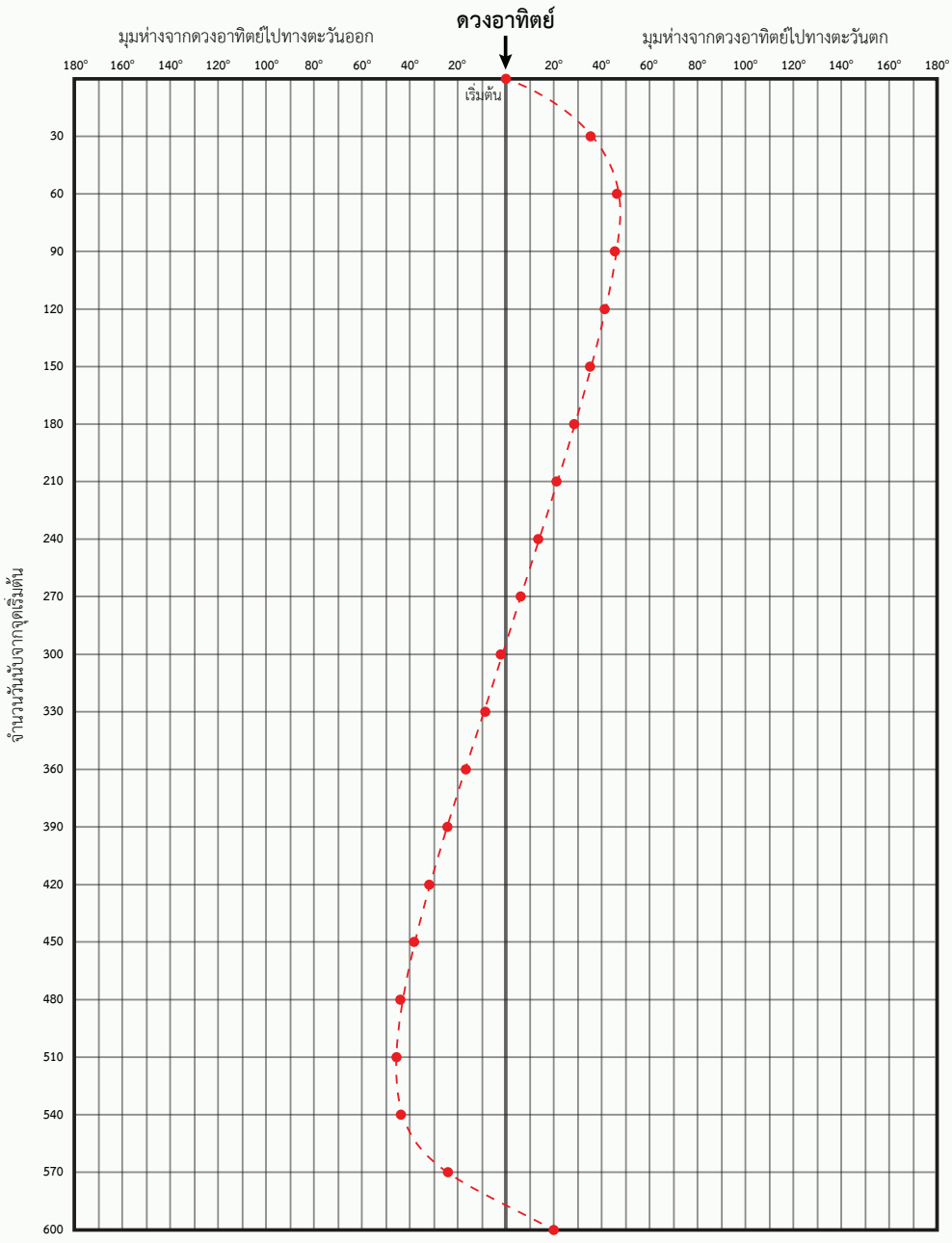
ตำแหน่ง	จำนวนวันที่โลกโคจรไปได้ (วัน)	มุมที่ดาวเคราะห์โคจรซึ่งได้จากการคำนวณ (องศา)		ผลที่ได้จากกิจกรรม	
		โลก	ดาวศุกร์	มุมห่าง (องศา)	ไปทางทิศ
เริ่มต้น	0	0	0	0	-
1	30	มุมที่โลกโคจรไปได้ $\approx \frac{360}{\text{คาบการโคจร}} \times$ จำนวนวัน $\approx \frac{360}{365} \times 30$ ≈ 29.6	มุมที่ดาวศุกร์โคจรไปได้ $\approx \frac{360}{\text{คาบการโคจร}} \times$ จำนวนวัน $\approx \frac{360}{687} \times 30$ ≈ 48.0	36	ตะวันตก
2	60	59.2	96.0	46	ตะวันตก
3	90	88.8	144.0	45.5	ตะวันตก
4	120	118.4	192.0	41	ตะวันตก
5	150	147.9	240.0	35	ตะวันตก
6	180	177.5	288.0	28	ตะวันตก
7	210	207.1	336.0	21	ตะวันตก
8	240	236.7	384.0	13.5	ตะวันตก

ตำแหน่ง	จำนวนวันที่โลกโคจรไปได้ (วัน)	มุมที่ดาวเคราะห์โคจรซึ่งได้จากการคำนวณ (องศา)		ผลที่ได้จากกิจกรรม	
		โลก	ดาวศุกร์	มุมห่าง (องศา)	ไปทางทิศ
9	270	266.3	432.0	6	ตะวันตก
10	300	295.9	480.0	2	ตะวันออก
11	330	325.5	528.0	9	ตะวันออก
12	360	355.1	576.0	17	ตะวันออก
13	390	384.7	624.0	24.5	ตะวันออก
14	420	414.2	672.0	32	ตะวันออก
15	450	443.8	720.0	38.5	ตะวันออก
16	480	473.4	768.0	43.5	ตะวันออก
17	510	503.0	816.0	46.5	ตะวันออก
18	540	532.6	864.0	44	ตะวันออก
19	570	562.2	912.0	24	ตะวันออก
20	600	591.8	960.0	20	ตะวันตก

แผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลกและดาวศุกร์ในวงโคจร



กราฟสำหรับบันทึกค่ามุมห่างและจำนวนวันที่ดาวศุกร์โคจรรอบดวงอาทิตย์



สรุปผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรมมุมห่างของดาวศุกร์ที่จุดเริ่มต้นจะมีค่าเป็นศูนย์และเพิ่มขึ้นไปทางตะวันตกจนมีค่าสูงสุดประมาณ 46.5 องศา จากนั้นจะมีค่าลดลงจนกระทั่งเป็นศูนย์และเพิ่มขึ้นไปทางตะวันออกจนมีค่าสูงสุดประมาณ 46.5 องศา และมีค่าลดลงเป็นศูนย์อีกครั้ง

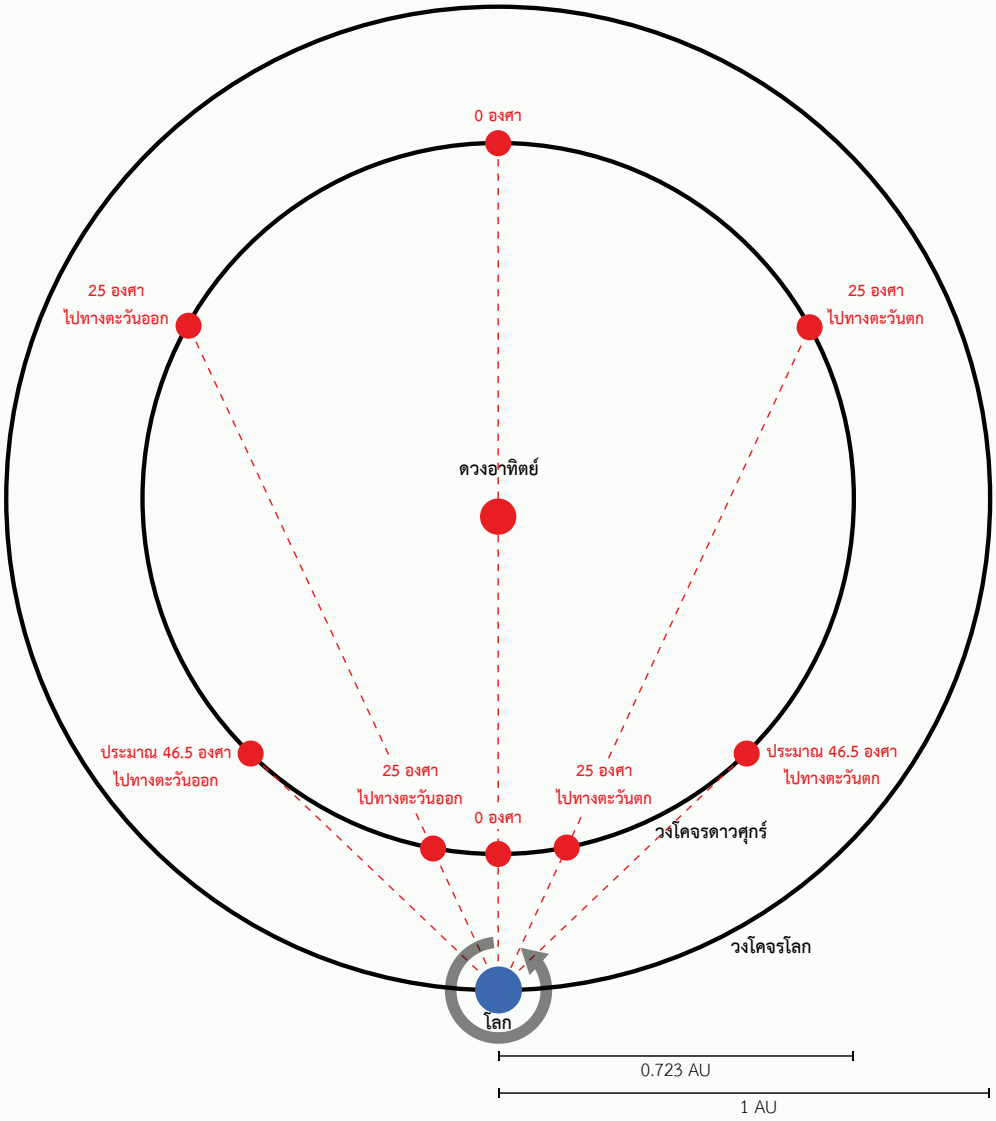
คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากกราฟ ดาวศุกร์มีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันตกประมาณเท่าใด
   แนวคำตอบ ประมาณ 46.5 องศา
2. จากกราฟ ดาวศุกร์มีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันออกประมาณเท่าใด
   แนวคำตอบ ประมาณ 46.5 องศา
3. จากกราฟ ดาวศุกร์มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของมุมห่างอย่างไร
   แนวคำตอบ มุมห่างมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 องศาไปทางตะวันตกจนกระทั่งมีค่ามากที่สุดประมาณ 46.5 องศา จากนั้นมุมห่างมีค่าลดลงจนกระทั่งมีค่าเป็นศูนย์ และมีค่าเพิ่มขึ้นไปทางตะวันออกจนกระทั่งมีค่ามากที่สุดประมาณ 46.5 องศา และมีค่าลดลงเป็นศูนย์อีกครั้ง

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ตำแหน่งในวงโคจรและการมองเห็นดาวศุกร์ของผู้สังเกตที่อยู่บนโลก

แผนภาพวงโคจรของดาวศุกร์



ตารางบันทึกผล

มุมห่าง	ช่วงเวลาที่มองเห็น
25 องศา ไปทางตะวันตก	เช้ามืด
0 องศา	ไม่สามารถสังเกตเห็นได้
25 องศา ไปทางตะวันออก	หัวค่ำ
มีค่ามากที่สุดไปทางตะวันตก	เช้ามืด
มีค่ามากที่สุดไปทางตะวันออก	หัวค่ำ

สรุปผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 ตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวศุกร์

เมื่อดาวศุกร์มีมุมห่างเป็น 0 องศา ไม่สามารถสังเกตเห็นดาวศุกร์ได้ เนื่องจากดาวศุกร์ขึ้นและตกพร้อมดวงอาทิตย์ ในช่วงที่ดาวศุกร์มีมุมห่างไปทางตะวันออก ผู้สังเกตบนโลกจะเห็นดาวศุกร์ในช่วงหัวค่ำหลังดวงอาทิตย์ตกเหนือขอบฟ้าด้านตะวันตก และเมื่อดาวศุกร์มีมุมห่างไปทางตะวันตก ผู้สังเกตจะเห็นดาวศุกร์ในช่วงเช้ามืดก่อนดวงอาทิตย์ขึ้นเหนือขอบฟ้าด้านตะวันออก

คำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1 ตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวศุกร์

1. ดาวศุกร์ขึ้นและตกพร้อมดวงอาทิตย์เมื่อดาวศุกร์มีมุมห่างเท่าใด
   แนวคำตอบ 0 องศา
2. ผู้สังเกตจะเห็นดาวศุกร์ในช่วงเช้ามืดเหนือขอบฟ้าด้านใด และมีมุมห่างไปทางทิศใด
   แนวคำตอบ เหนือขอบฟ้าด้านตะวันออก โดยดาวศุกร์มีมุมห่างไปทางตะวันตก
3. ผู้สังเกตจะเห็นดาวศุกร์ในช่วงหัวค่ำเหนือขอบฟ้าด้านใด และมีมุมห่างไปทางทิศใด
   แนวคำตอบ เหนือขอบฟ้าด้านตะวันตก โดยดาวศุกร์มีมุมห่างไปทางตะวันออก
4. ตำแหน่งในวงโคจรที่แตกต่างกันของดาวศุกร์จะมีมุมห่างเท่ากันและทิศทางเดียวกัน ได้หรือไม่ อย่างไร
   แนวคำตอบ ได้ เช่น เมื่อดาวศุกร์มีมุมห่าง 25 องศา ไปทางตะวันตก ตำแหน่งดาวศุกร์ในวงโคจรอาจอยู่ใกล้โลก หรืออาจอยู่ไกลจากโลกก็ได้

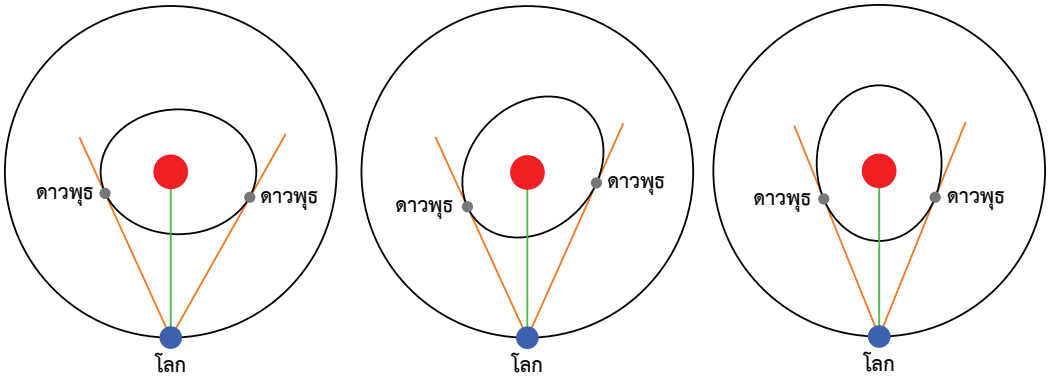
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแสดงข้างต้น
6. ครูให้ข้อมูลนักเรียนเพิ่มเติมว่า จากกิจกรรมเป็นการกำหนดให้ผู้สังเกตอยู่ที่เส้นศูนย์สูตร และวงโคจรของโลกและดาวศุกร์เป็นวงกลม โลกและดาวศุกร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยระยะห่างจาก

ดวงอาทิตย์และคาบการโคจรที่แตกต่างกัน และในตอนที่ 2 กำหนดให้ดวงอาทิตย์และดาวศุกร์ปรากฏบนระนาบศูนย์สูตรฟ้า ทั้งนี้การโคจรของดาวเคราะห์วงในที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ เป็นดังนี้

- ระนาบวงโคจรของดาวศุกร์และโลกทำมุมกันเล็กน้อย
- วงโคจรของโลกและดาวศุกร์เป็นวงรีที่มีความรีที่แตกต่างกัน
- โลกและดาวศุกร์มีความเร็วในการเคลื่อนที่แตกต่างกันไปตามตำแหน่งในวงโคจร
- แกนหมุนของโลกไม่ตั้งฉากกับระนาบวงโคจร ทำให้ดวงอาทิตย์และดาวศุกร์ไม่ปรากฏบนระนาบศูนย์สูตรฟ้าเสมอไป

7. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการเรียกชื่อดาวศุกร์ที่แตกต่างกันตามช่วงเวลา ดังนี้
   ดาวศุกร์ที่ปรากฏให้เห็นในช่วงเช้ามืดเหนือขอบฟ้าด้านตะวันออกจะมีชื่อเรียกเฉพาะว่า ดาวประกายพรึก ส่วนดาวศุกร์ที่ปรากฏให้เห็นในช่วงหัวค่ำเหนือขอบฟ้าด้านตะวันตกจะมีชื่อเรียกเฉพาะว่า ดาวประจำเมือง
8. ครูตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน โดยใช้คำถามในหนังสือเรียนหน้า 61
   - หากผู้สังเกตบนโลกมองเห็นดาวพุธในช่วงเช้ามืด ในขณะนั้นดาวพุธมีมุมห่างไปทางทิศใด
     แนวคำตอบ ดาวพุธมีมุมห่างไปทางตะวันตก
9. ครูให้นักเรียนพิจารณา แผนภาพแสดงมุมห่างของดาวเคราะห์วงในในช่วงปีพ.ศ. 2562 - 2563 ในหนังสือเรียนหน้า 60 แล้วอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามดังนี้
   - จากกราฟที่กำหนดให้ ดาวศุกร์มีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันออกประมาณกี่องศา และมีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันตกประมาณกี่องศา
     แนวคำตอบ ประมาณ 46 องศา ทั้งทางตะวันออกและทางตะวันตก
   - จากกราฟที่กำหนดให้ ดาวพุธมีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันออกประมาณกี่องศา และมีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันตกประมาณกี่องศา
     แนวคำตอบ มีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันออกประมาณ 26 องศา และมีค่ามุมห่างสูงสุดไปทางตะวันตกประมาณ 28 องศา

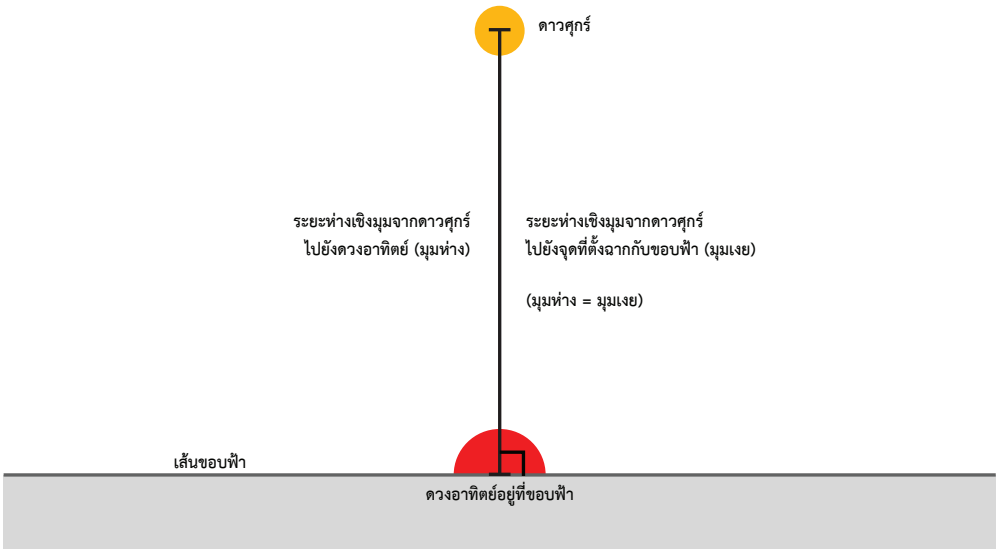
     หมายเหตุ วงโคจรจรของดาวพุธมีความรีมากและมีการบิดไปเรื่อย ๆ ขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดังรูป ส่งผลให้มุมห่างสูงสุดไปทางตะวันออกและตะวันตกของดาวพุธมีค่าไม่เท่ากัน



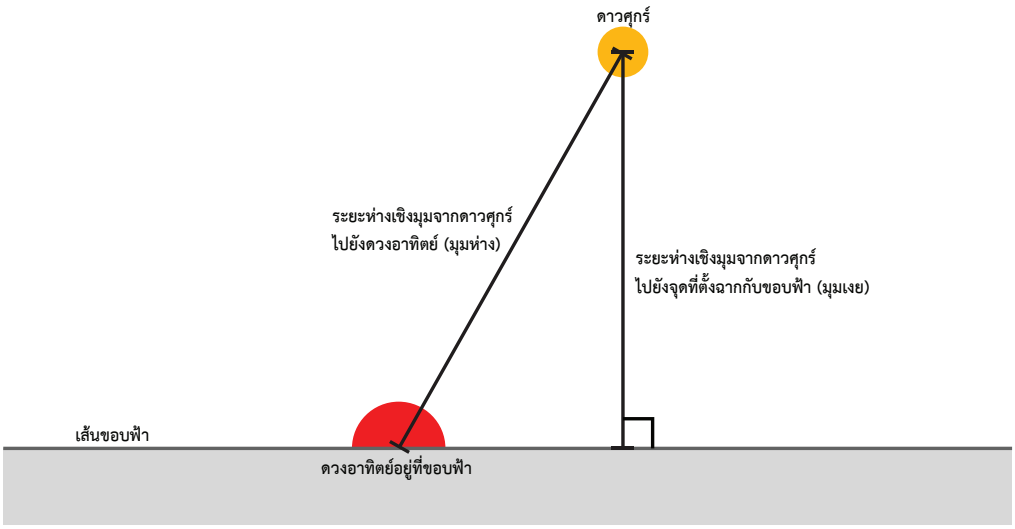
- เพราะเหตุใดกราฟการเปลี่ยนมุมห่างของดาวพุธจึงมีการเปลี่ยนแปลงครบ 1 รอบ เร็วกว่าดาวศุกร์
  แนวคำตอบ เพราะดาวพุธมีคาบการโคจรน้อยกว่าดาวศุกร์ทำให้มุมห่างของดาวพุธเกิดการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าดาวศุกร์
- จากกราฟ ดาวพุธและดาวศุกร์ ณ ตำแหน่งที่ 1 2 3 และ 4 มีค่ามุมห่างเป็นอย่างไร
  แนวคำตอบ ตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 3 เป็นตำแหน่งที่ดาวศุกร์และดาวพุธมีมุมห่างเป็น 0 องศา ตำแหน่งที่ 2 เป็นตำแหน่งที่ดาวศุกร์และดาวพุธมีมุมห่างไปทางตะวันตกมากที่สุด และตำแหน่งที่ 4 เป็นตำแหน่งที่ดาวศุกร์และดาวพุธมีมุมห่างไปทางตะวันออกมากที่สุด

10. ครูให้นักเรียนศึกษาและสังเกตรูป ในหนังสือเรียนหน้า 60 – 64 และอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
    - ตำแหน่งที่ดาวเคราะห์วงในมีค่ามุมห่าง 0 องศา มีได้กี่ตำแหน่ง และแต่ละตำแหน่งแตกต่างกันอย่างไร
      แนวคำตอบ มีได้ 2 ตำแหน่ง โดยดาวเคราะห์วงในอาจอยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ หรือดาวเคราะห์วงในอาจอยู่หลังดวงอาทิตย์
    - ดาวเคราะห์วงในมีตำแหน่งหลักใดบ้าง
      แนวคำตอบ มี 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ร่วมทิศแนววงใน ห่างไปทางตะวันตกมากที่สุด ร่วมทิศแนววงนอก ห่างไปทางตะวันออกมากที่สุด
    - ณ ตำแหน่งร่วมทิศแนววงในและร่วมทิศแนววงนอก ผู้สังเกตบนโลกสามารถสังเกตเห็นดาวเคราะห์ได้หรือไม่ อย่างไร
      แนวคำตอบ ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เนื่องจากดาวเคราะห์มีตำแหน่งปรากฏใกล้ดวงอาทิตย์ แต่หากดาวเคราะห์อยู่ในตำแหน่งร่วมทิศแนววงในและอยู่ในระนาบเดียวกับดวงอาทิตย์และโลก จะสังเกตเห็นดาวเคราะห์เป็นจุดสีดำเคลื่อนผ่านหน้าดวงอาทิตย์
    - ในวันที่ดาวเคราะห์วงในโคจรมาอยู่ในตำแหน่งร่วมทิศแนววงในและร่วมทิศแนววงนอก ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์วงในและการขึ้นการตกของดาวเคราะห์วงในเป็นอย่างไร
      แนวคำตอบ ดาวเคราะห์วงในปรากฏอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มาก ทำให้เสมือนว่าดาวเคราะห์วงในขึ้นและตกพร้อมดวงอาทิตย์
    - ณ ตำแหน่งใด คนบนโลกจะมองเห็นดาวเคราะห์วงในอยู่สูงจากขอบฟ้าทางด้านตะวันออกมากที่สุด และเห็นในช่วงเวลาใด
      แนวคำตอบ ตำแหน่งห่างไปทางตะวันตกมากที่สุด โดยสังเกตเห็นในช่วงเช้ามืดก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น
    - ณ ตำแหน่งใด คนบนโลกจะมองเห็นดาวเคราะห์วงในอยู่สูงจากขอบฟ้าทางด้านตะวันตกมากที่สุด และเห็นในช่วงเวลาใด
      แนวคำตอบ ตำแหน่งห่างไปทางตะวันออกมากที่สุด โดยสังเกตเห็นในช่วงหัวค่ำหลังดวงอาทิตย์ตก

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามชวนคิด ในหนังสือเรียนหน้า 65 โดยมีแนวทางการตอบคำถามดังนี้
    - ในช่วงที่ดาวศุกร์มีมุมห่างมากที่สุดและดวงอาทิตย์อยู่ที่ขอบฟ้า ดาวศุกร์จะมีมุมเงยเท่ากับมุมห่างหรือไม่ ยกตัวอย่างและวาดรูปประกอบการอธิบาย
      แนวคำตอบ ในช่วงที่ดาวศุกร์มีมุมห่างมากที่สุดและดวงอาทิตย์อยู่ที่ขอบฟ้า ถ้าดวงอาทิตย์และดาวศุกร์มีมุมทิศเดียวกัน มุมห่างของดาวศุกร์จะมีค่าเท่ากับมุมเงย ดังรูป



ถ้าดวงอาทิตย์และดาวศุกร์มีมุมทิศต่างกัน มุมห่างและมุมเงยของดาวศุกร์จะมีค่าไม่เท่ากัน โดยดาวศุกร์อาจมีมุมเงยน้อยกว่ามุมห่าง ดังรูป



12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับดาวเคราะห์วงนอกโดยใช้คำถามดังนี้
    - ดาวเคราะห์วงนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงมุมห่างเหมือนหรือต่างจากดาวเคราะห์วงในหรือไม่ อย่างไร

    แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน
13. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 18.2 ตำแหน่งของดาวอังคารในวงโคจรและการสังเกตเห็นดาวอังคาร

กิจกรรม 18.2 ตำแหน่งของดาวอังคารในวงโคจรและการสังเกตเห็นดาวอังคาร

จุดประสงค์กิจกรรม

1. ระบุตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวอังคารโดยใช้แผนภาพที่กำหนดให้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมห่างกับตำแหน่งปรากฏของดาวอังคาร

เวลา 120 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

ตอนที่ 1

1. ตารางบันทึกข้อมูล	1 แผ่น
2. แผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลก และดาวอังคารในวงโคจร	1 แผ่น
3. กราฟสำหรับบันทึกค่ามุมห่าง และจำนวนวันที่ดาวอังคารโคจรรอบดวงอาทิตย์	1 แผ่น
4. ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม	1 อัน
5. ไม้บรรทัด ยาว 30 เซนติเมตร	1 อัน

ตอนที่ 2

1. แผนภาพวงโคจรของดาวอังคาร	1 แผ่น
2. แผ่นใส ขนาด A4	1 แผ่น
3. ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม	1 อัน
4. ไม้บรรทัด ยาว 30 เซนติเมตร	1 อัน
5. ปากกาเคมีสีดำ	1 ด้าม

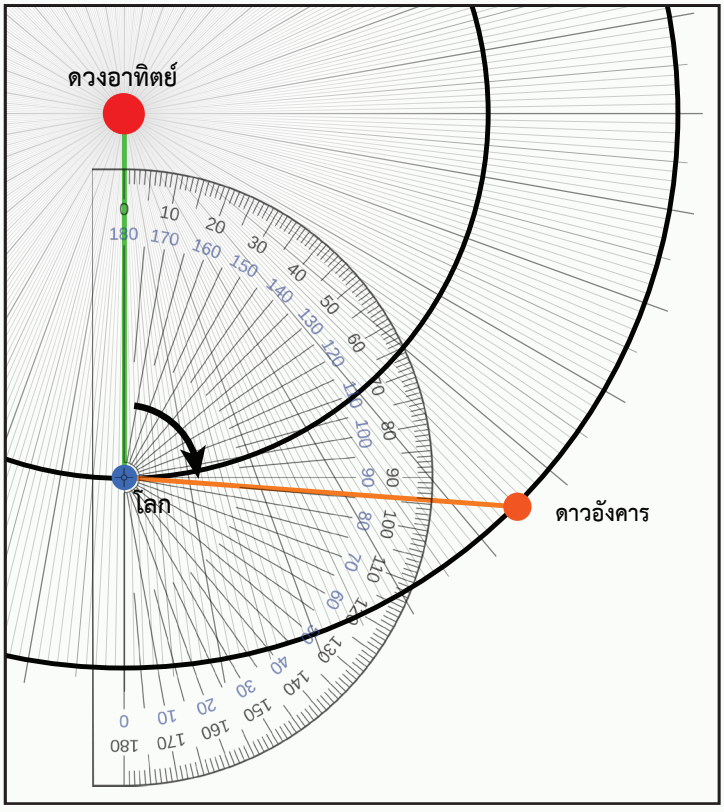
ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. ในกิจกรรมตอนที่ 1 ครูอาจปฏิบัติและแนะนำนักเรียน ดังนี้
    - ย้ำกับนักเรียนว่าวงโคจรของดาวอังคารคือวงโคจรที่ใหญ่กว่าวงโคจรของโลก
    - ทบทวนการลากเส้นแนวโน้มเนื่องจากมุมห่างเปลี่ยนจากทิศตะวันตกไปเป็นทิศตะวันออก (ระหว่างวันที่ 750 – 800) ควรแนะนำให้นักเรียนลากเส้นแนวโน้มไปจนกระทั่งสุดที่มุมห่าง 180 องศาไปทางตะวันตก จากนั้นจึงเริ่มต้นลากเส้นแนวโน้มอีกเส้นที่มีจุดเริ่มจากมุมห่าง 180 องศาไปทางตะวันออก โดยไม่ต้องลากเส้นให้ต่อกัน

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 ตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวอังคาร

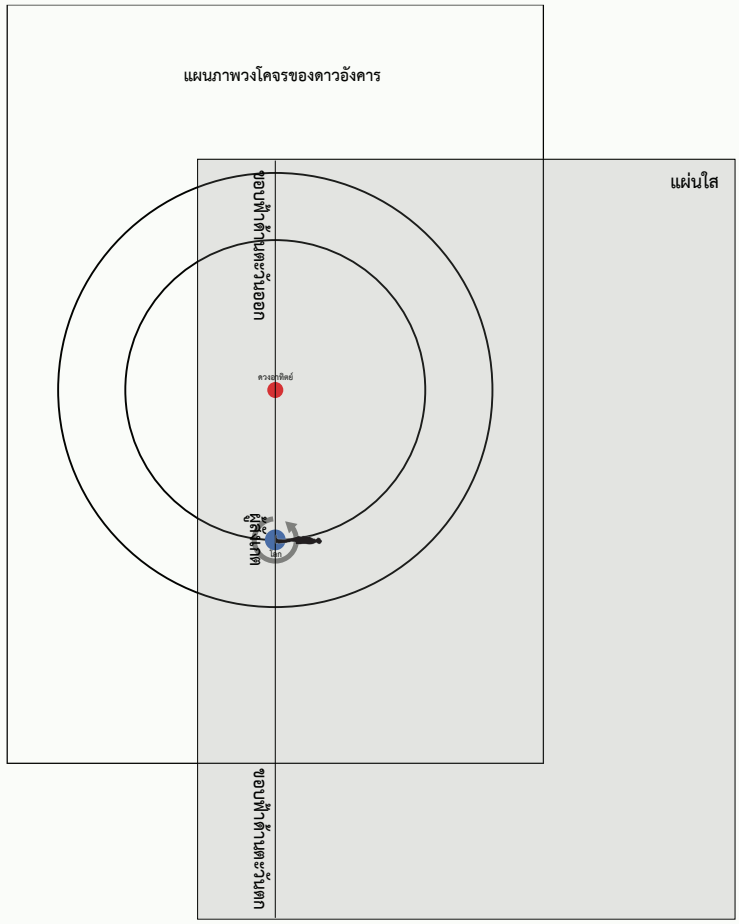
1. คำนวณมุมที่โลกและดาวอังคารโคจรไปโดยใช้ตัวอย่างการคำนวณในตารางบันทึกข้อมูล กำหนดให้โลกและดาวอังคารมีวงโคจรเป็นวงกลมในระนาบเดียวกัน และมีอัตราเร็วในการโคจรคงที่ มีคาบการโคจรประมาณ 365 วัน และ 687 วัน ตามลำดับ
2. ศึกษาวิธีการระบุตำแหน่งของโลกและดาวอังคาร เมื่อโลกและดาวอังคารโคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่ 1 จากแผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลกและดาวอังคารในวงโคจร โดยกำหนดให้โลกและดาวอังคารมีตำแหน่งเริ่มต้นที่ 0 องศา
3. ระบุตำแหน่งของโลกและดาวอังคารเมื่อเวลาผ่านไป 100 วัน ลงในแผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลกและดาวอังคารในวงโคจร และใส่เลข 2 กำกับ เพื่อกำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ 2
4. ลากเส้นตรงจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ และลากเส้นตรงอีกเส้นจากโลกไปยังดาวอังคาร
5. วัดขนาดของมุมห่างดาวอังคารโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ดังรูป พร้อมระบุทิศของมุมห่าง บันทึกผลลงในตารางบันทึกข้อมูล



6. ทำซ้ำข้อ 3–4 จนครบ 20 ตำแหน่ง บันทึกผล
7. นำข้อมูลที่ได้จากตารางมาบันทึกตำแหน่งลงในแผ่นกราฟที่กำหนดให้
8. ลากเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมุมห่างของดาวอังคารตามจำนวนวัน
9. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ตำแหน่งปรากฏของดาวอังคารเมื่อผู้สังเกตที่เส้นศูนย์สูตร

1. สามารถใช้แบบจำลองท้องฟ้าจากกิจกรรม 18.1
2. ระบุตำแหน่งของดาวอังคารลงบนแผนภาพวงโคจรของดาวอังคารที่กำหนด เมื่อมีมุมห่าง 90 องศา ไปทางตะวันตก พร้อมบันทึกค่ามุมห่างและทิศทางของมุมห่าง
3. นำแผ่นจำลองท้องฟ้ามาวางซ้อนบนแผนภาพในข้อ 2 โดยให้ตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ตำแหน่งเดียวกับโลกบนแผนภาพวงโคจรของดาวอังคาร ดังรูป จากนั้นหมุนแผ่นจำลองท้องฟ้าโดยให้ตำแหน่งของโลกเป็นจุดหมุนพร้อมระบุตำแหน่งปรากฏของดาวอังคารในช่วงเวลาเช้ามืดเที่ยงวัน หัวค่ำ และเที่ยงคืน บันทึกผล



4. ทำซ้ำข้อ 2 – 3 โดยกำหนดให้ดาวอังคารมีมุมห่างตามลำดับ ดังนี้
   - 0 องศา
   - 90 องศา ไปทางตะวันตก
   - 180 องศา
5. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

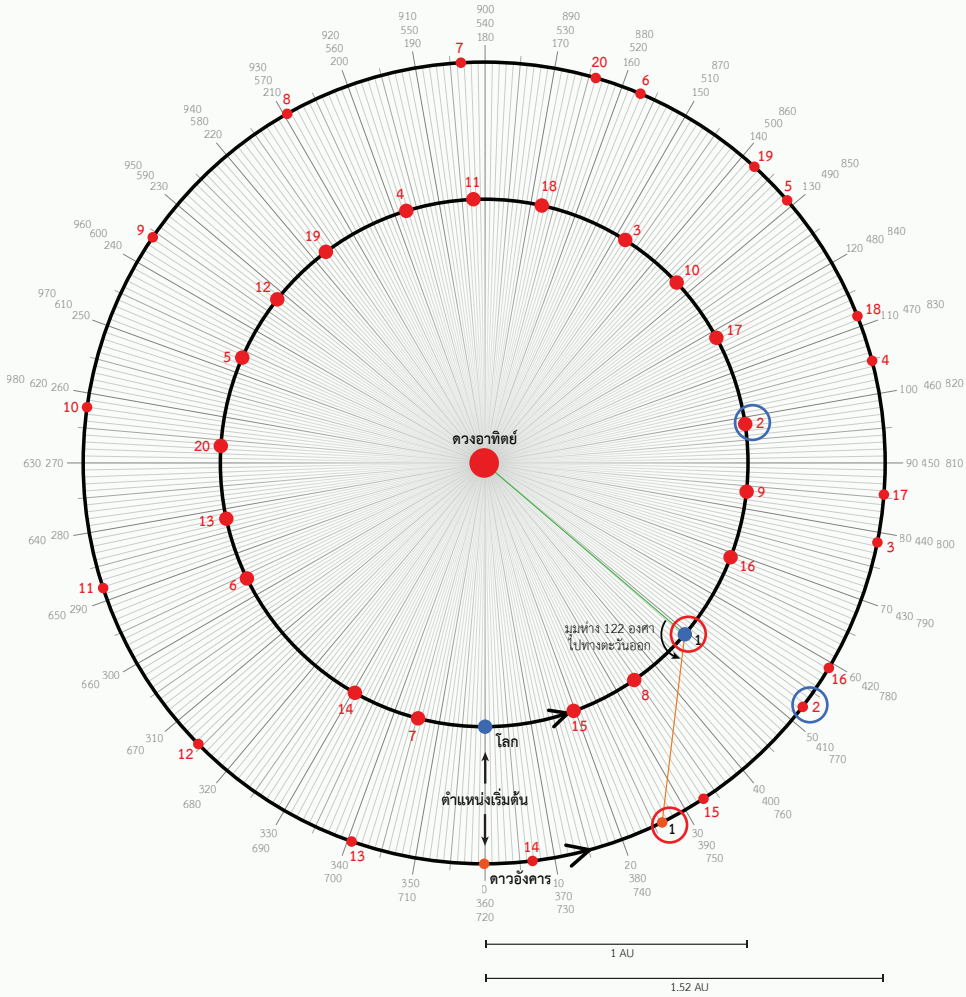
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 ตำแหน่งในวงโคจรและมุมห่างของดาวอังคารz

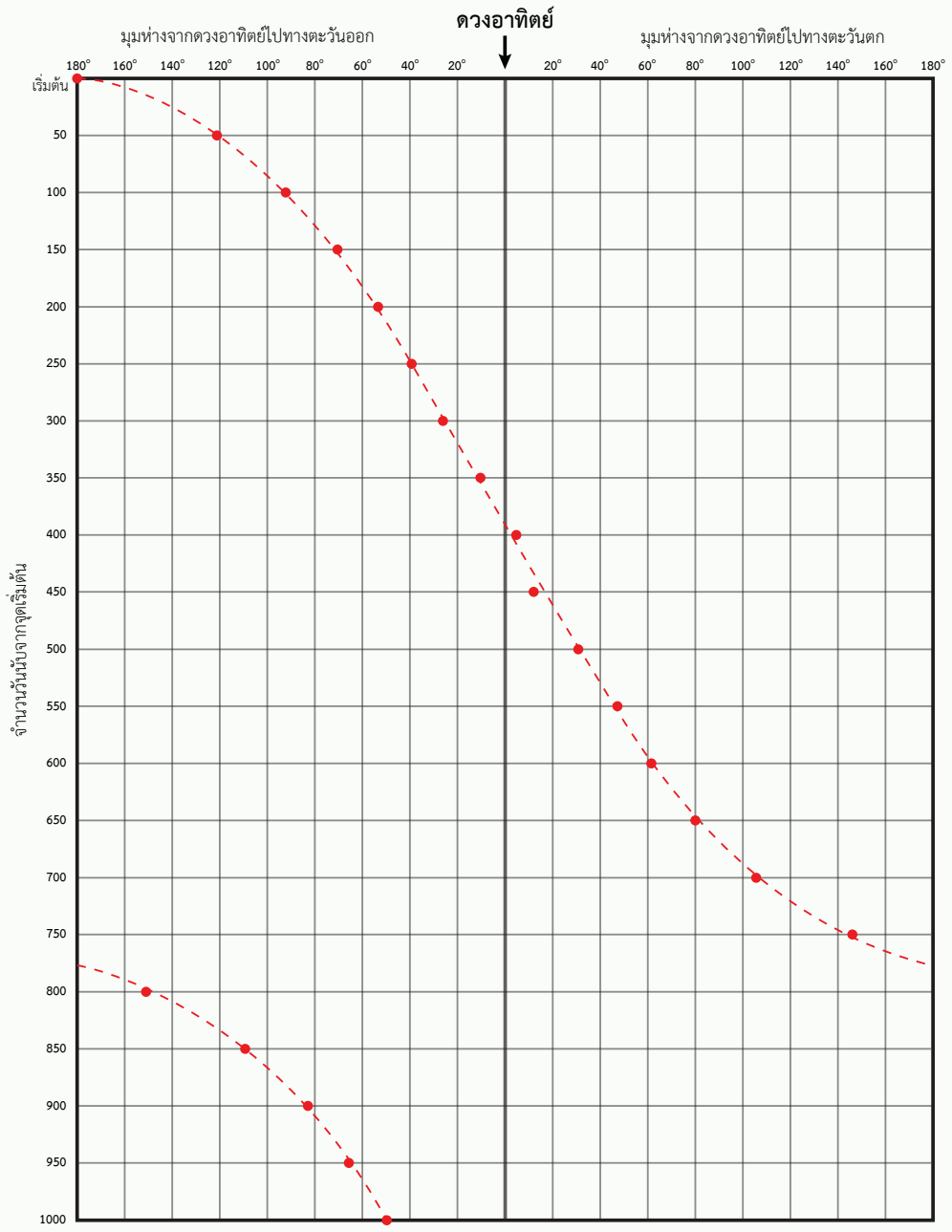
ตำแหน่ง	จำนวนวันที่โลกโคจรไปได้ (วัน)	มุมที่ดาวเคราะห์โคจรซึ่งได้จากการคำนวณ (องศา)		ผลที่ได้จากกิจกรรม	
		โลก	ดาวศุกร์	มุมห่าง (องศา)	ไปทางทิศ
เริ่มต้น	0	0	0	180	ตะวันออก
1	50	มุมที่โลกโคจรไปได้ $\approx \frac{360}{\text{คาบการโคจร}} \times$ จำนวนวัน $\approx \frac{360}{365} \times 50$ ≈ 49.3 องศา	มุมที่ดาวศุกร์โคจรไปได้ $\approx \frac{360}{\text{คาบการโคจร}} \times$ จำนวนวัน $\approx \frac{360}{687} \times 50$ ≈ 26.2 องศา	122	ตะวันออก
2	100	98.6	52.4	93.5	ตะวันออก
3	150	147.9	78.6	72	ตะวันออก
4	200	197.3	104.8	55	ตะวันออก
5	250	246.6	131.0	39.5	ตะวันออก
6	300	295.9	157.2	25	ตะวันออก
7	350	345.2	183.4	10	ตะวันออก
8	400	394.5	209.6	3.5	ตะวันตก
9	450	443.8	235.8	12	ตะวันตก

ตำแหน่ง	จำนวนวันที่โลกโคจรไปได้ (วัน)	มุมที่ดาวเคราะห์โคจรซึ่งได้จากการคำนวณ (องศา)		ผลที่ได้จากกิจกรรม	
		โลก	ดาวศุกร์	มุมห่าง (องศา)	ไปทางทิศ
10	500	493.2	262.0	31	ตะวันตก
11	550	542.5	288.2	46	ตะวันตก
12	600	591.8	314.4	62	ตะวันตก
13	650	641.1	340.6	80	ตะวันตก
14	700	690.4	366.8	104	ตะวันตก
15	750	739.7	393.0	145	ตะวันตก
16	800	789.0	419.2	151.5	ตะวันออก
17	850	838.4	445.4	109	ตะวันออก
18	900	887.7	471.6	83	ตะวันออก
19	950	937.0	497.8	65	ตะวันออก
20	1000	986.3	524.0	48	ตะวันออก

แผนภาพสำหรับบันทึกตำแหน่งของโลกและดาวอังคารในวงโคจร



กราฟสำหรับบันทึกค่ามุมห่างและจำนวนวันที่ดาวอังคารโคจรรอบดวงอาทิตย์



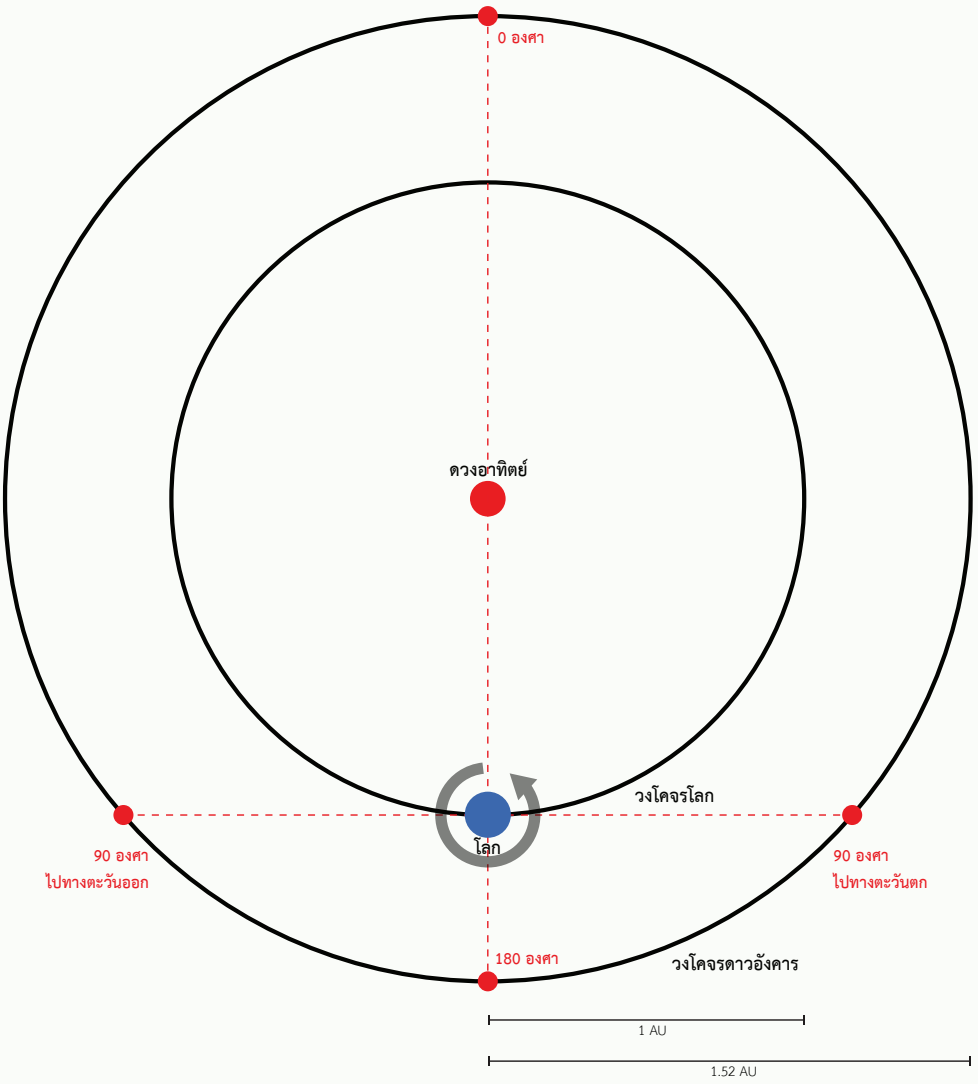
สรุปผลการทำกิจกรรม

มุมห่างของดาวอังคารที่จุดเริ่มต้นจะมีค่า 180 องศา และมุมห่างมีค่าลดลงไปทางตะวันตกจนมีมุมห่าง 90 องศา และลดลงจนถึง 0 องศา จากนั้นมุมห่างมีค่าเพิ่มขึ้นไปทางตะวันออกจนกระทั่งมีมุมห่าง 90 องศา และเพิ่มขึ้นจนถึง 180 องศาอีกครั้ง

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากกราฟ ดาวอังคารมีค่ามุมห่างมากที่สุดประมาณเท่าใด
   แนวคำตอบ 180 องศา
2. จากกราฟ ดาวอังคารมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของมุมห่างอย่างไร
   แนวคำตอบ มุมห่างของดาวอังคารที่จุดเริ่มต้นจะมีค่า 180 องศา และมุมห่างมีค่าลดลงไปทางตะวันตกจนมีมุมห่าง 90 องศา และลดลงจนถึง 0 องศา จากนั้นมุมห่างมีค่าเพิ่มขึ้นไปทางตะวันออกจนกระทั่งมีมุมห่าง 90 องศา และเพิ่มขึ้นจนถึง 180 องศาอีกครั้ง

ตอนที่ 2 ตำแหน่งปรากฏของดาวอังคารเมื่อผู้สังเกตที่เส้นศูนย์สูตร
แผนภาพวงโคจรของดาวอังคาร



ตารางบันทึกผล

มุมห่างของดาวอังคาร	ตำแหน่งปรากฏของดาวอังคาร			
	เช้ามืด	เที่ยงวัน	หัวค่ำ	เที่ยงคืน
90 องศา ไปทางตะวันตก	เหนือศีรษะ	ขอบฟ้าด้านตะวันตก	ใต้ขอบฟ้า	ขอบฟ้าด้านตะวันออก
0 องศา	ขอบฟ้าด้านตะวันออก	เหนือศีรษะ	ขอบฟ้าด้านตะวันตก	ใต้ขอบฟ้า
90 องศา ไปทางตะวันออก	ใต้ขอบฟ้า	ขอบฟ้าด้านตะวันออก	เหนือศีรษะ	ขอบฟ้าด้านตะวันตก
180 องศา	ขอบฟ้าด้านตะวันตก	ใต้ขอบฟ้า	ขอบฟ้าด้านตะวันออก	เหนือศีรษะ

สรุปผลการทำกิจกรรม

ช่วงเวลาที่สังเกตเห็นดาวอังคารจะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งในวงโคจรซึ่งสัมพันธ์กับมุมห่างของดาวอังคาร ดังนี้ เมื่อดาวอังคารที่มีมุมห่าง 90 องศา ไปทางตะวันออก ผู้สังเกตบนโลกจะเห็นดาวอังคารในช่วงเวลาประมาณหัวค่ำถึงเที่ยงคืน เมื่อมีมุมห่าง 0 องศา จะไม่สามารถสังเกตเห็นดาวอังคารได้ เมื่อมีมุมห่าง 90 องศา ไปทางตะวันตก จะเห็นดาวอังคารในช่วงเวลาประมาณเที่ยงคืนจนถึงเช้ามืด และเมื่อมีมุมห่าง 180 องศา จะเห็นดาวอังคารได้ตลอดทั้งคืน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อดาวอังคารมีมุมห่าง 90 องศา ไปทางตะวันตก ผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวอังคารในช่วงเวลาใด

   แนวคำตอบ จะเห็นในช่วงเวลาประมาณเที่ยงคืนจนถึง 6 นาฬิกา (ทั้งนี้จะสังเกตเห็นดาวอังคารขึ้นจากขอบฟ้าตะวันออกประมาณเที่ยงคืนจนถึงดวงอาทิตย์ขึ้นหรือประมาณ 6 นาฬิกา)

2. เมื่อดาวอังคารมีมุมห่าง 90 องศา ไปทางตะวันออก ผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวอังคารในช่วงเวลาใด
   แนวคำตอบ จะสังเกตเห็นตั้งแต่ช่วงเวลาประมาณ 18 นาฬิกา จนถึงประมาณเที่ยงคืน (ทั้งนี้ผู้สังเกตจะเห็นดาวอังคารอยู่บนเมริเดียนผู้สังเกตเวลาประมาณ 18 นาฬิกา จนกระทั่งก่อนดาวอังคารลับขอบฟ้าตะวันตกเวลาประมาณเที่ยงคืน)
3. เมื่อดาวอังคารมีมุมห่าง 180 องศา ผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวอังคารในช่วงเวลาใด
   แนวคำตอบ จะสังเกตเห็นได้ตลอดทั้งคืน
4. เมื่อดาวอังคารมีมุมห่าง 0 องศา ผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวอังคารได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   แนวคำตอบ ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เนื่องจากดาวอังคารขึ้นและตกพร้อมดวงอาทิตย์

14. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแสดงข้างต้น
15. ครูอธิบายนักเรียนเพิ่มเติมว่าการโคจรของดาวอังคารที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ เป็นลักษณะเดียวกันกับดาวศุกร์
16. ครูตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน โดยใช้คำถามในหนังสือเรียนหน้า 70
    - ดาวเคราะห์วงนอกดวงอื่น ๆ จะมีช่วงการเปลี่ยนแปลงของขนาดและทิศทางมุมห่างเหมือนดาวอังคารหรือไม่ อย่างไร
      แนวคำตอบ ดาวเคราะห์วงนอกดวงอื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงมุมห่างเหมือนกับดาวอังคาร โดยมุมห่างมีค่าเปลี่ยนแปลงได้จาก 0 ถึง 180 องศา ทั้งทางตะวันออกและทางตะวันตก
17. ครูให้นักเรียนศึกษาและสังเกตรูป ในหนังสือเรียนหน้า 71 – 75 และอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
    - ดาวเคราะห์วงนอกมีตำแหน่งหลักใดบ้าง
      แนวคำตอบ มี 4 ตำแหน่ง ได้แก่ตรงข้าม ตั้งฉากทางตะวันตก ร่วมทิศ ตั้งฉากทางตะวันออก
    - ณ ตำแหน่งตั้งฉากทางตะวันตกและตั้งฉากทางตะวันออก การขึ้นการตกของดาวเคราะห์วงนอกเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
      แนวคำตอบ ตำแหน่งตั้งฉากทางตะวันตก ดาวเคราะห์วงนอกจะขึ้นจากขอบฟ้าในช่วงเวลาประมาณเที่ยงคืนและตกลับขอบฟ้าในช่วงเวลาประมาณเที่ยงวัน แต่ที่ตำแหน่งตั้งฉากทางตะวันออก ดาวเคราะห์วงนอกจะขึ้นจากขอบฟ้าในช่วงเวลาประมาณเที่ยงวันและตกลับขอบฟ้าในช่วงเวลาประมาณเที่ยงคืน
    - ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาดาวเคราะห์วงนอกอยู่ที่ตำแหน่งใด เพราะเหตุใด
      แนวคำตอบ ตำแหน่งตรงข้าม เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นดาวเคราะห์วงนอกได้ตลอดทั้งคืนและมีขนาดปรากฏใหญ่และสว่างมาก

18. จากกิจกรรมเป็นการกำหนดให้ผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดอื่น เส้นทางการขึ้นการตกของดาวเคราะห์จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร ให้ศึกษาจากกิจกรรมลองทำดู เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ ในหนังสือเรียนหน้า 64
19. ครูตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน โดยใช้คำถามในหนังสือเรียนหน้า 76
    - ดาวอังคารจะปรากฏอยู่บริเวณใดบนท้องฟ้า เมื่อกำหนดตำแหน่งของดวงอาทิตย์และมุมห่างของดาวอังคาร ดังตาราง

มุมห่างของดาวอังคาร	ตำแหน่งปรากฏของดาวอังคาร	
	ดวงอาทิตย์อยู่ขอบฟ้าด้านตะวันออก	ดวงอาทิตย์อยู่ขอบฟ้าด้านตะวันตก
0 องศา	ขอบฟ้าทิศตะวันออก	ขอบฟ้าทิศตะวันตก
90 องศา ไปทางตะวันออก	ใต้ขอบฟ้า	สูงจากขอบฟ้ามากที่สุดเมื่อเทียบกับดาวอังคารที่มีมุมห่างอื่น ๆ หรือบนเมริเดียนผู้สังเกต
180 องศา	ขอบฟ้าทิศตะวันตก	ขอบฟ้าทิศตะวันออก
90 องศา ไปทางตะวันตก	สูงจากขอบฟ้ามากที่สุดเมื่อเทียบกับดาวอังคารที่มีมุมห่างอื่น ๆ หรือบนเมริเดียนผู้สังเกต	ใต้ขอบฟ้า

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	แนวทางการวัดและประเมินผล
K: มุมห่างของดาวเคราะห์ที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาและตำแหน่งปรากฏ	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผลกิจกรรม 3. แบบฝึกหัดท้ายบท และแบบทดสอบ
P: 1. การวัด 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. การใช้จำนวน 5. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 7. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 8. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การวัดจากปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 2. การลงความเห็นจากข้อมูลจากปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลาจากปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 4. การใช้จำนวนจากปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 5. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 7. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2 8. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการปฏิบัติกิจกรรม 18.1 และ 18.2
A: 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การยอมรับความเห็นต่าง 3. ความซื่อสัตย์ 4. ความมุ่งมั่นอดทน	1. ความอยากรู้อยากเห็นจากการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. ยอมรับความเห็นหรือ แนวคิดที่มีประจักษ์พยานและเหตุผลที่แตกต่างแตกจากตนเอง 3. เก็บรวบรวมและรายงานข้อมูล แม้ว่าบางข้อมูล จะขัดแย้งกับสมมติฐานหรือสิ่งที่พยากรณ์ไว้ 4. ไม่ย่อท้อในการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

18.2 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์โดยใช้มุมห่าง

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 6
2. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก สสวท. learning space http://www.scimath.org

แนวการจัดการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตรูป 18.18 ในหนังสือเรียนหน้า 78 จากนั้นอภิปรายร่วมกันโดยอาจใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้
   - จากรูปเป็นปรากฏการณ์ใด มีวัตถุท้องฟ้าใดบ้าง
     แนวคำตอบ ปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือน มีดาวพฤหัสบดี ดาวศุกร์ และดวงจันทร์
   - นอกจากวัตถุท้องฟ้าดังกล่าวแล้ว มีโอกาสที่ดาวเคราะห์ดวงอื่นจะปรากฏในลักษณะดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร
     แนวคำตอบ ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 18.3 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวกับดาวเคราะห์

กิจกรรม 18.3 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวกับดาวเคราะห์

จุดประสงค์กิจกรรม

ระบุตำแหน่งโดยประมาณของดาวเคราะห์ในวงโคจรในขณะที่เกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวกับดาวเคราะห์

เวลา 60 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

ตอนที่ 1

1.	รูปปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม	1 ภาพ
2.	แผนภาพสำหรับระบุตำแหน่งดาวเคราะห์ในวงโคจรขณะเกิดปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม	1 ภาพ
3.	รูปปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือน	1 ภาพ
4.	แผนภาพสำหรับระบุตำแหน่งดาวเคราะห์ในวงโคจรขณะเกิดปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือน	1 ภาพ

5. ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม 1 อัน
6. ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร 1 อัน

วิธีทำกิจกรรม

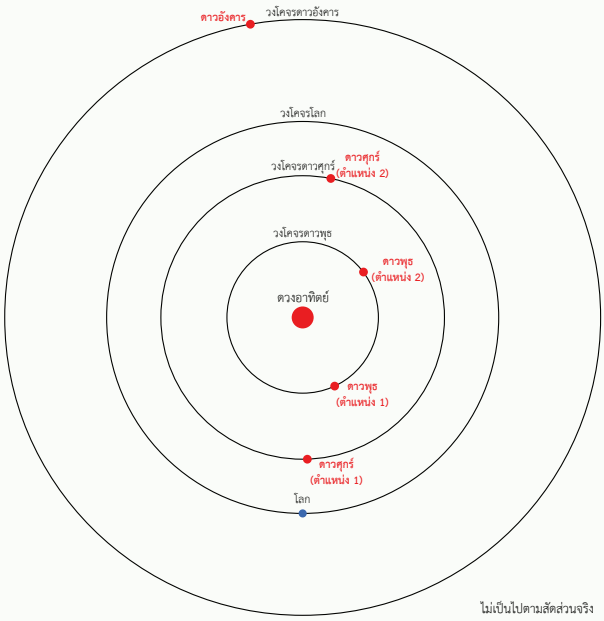
1. ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม
   1.1 หาค่ามุมห่างของดาวเคราะห์จากภาพปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม โดยมีขั้นตอนดังนี้
      - วัดระยะทางจากดาวเคราะห์ไปยังดวงอาทิตย์
      - นำระยะทางที่ได้ไปเทียบเป็นมุมห่างตามสเกลที่กำหนดให้ใต้ภาพ
      - ระบุทิศของมุมห่างของดาวเคราะห์แต่ละดวง โดยอ้างอิงจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และขอบฟ้า
   1.2 นำค่ามุมห่างและทิศของมุมห่างที่ได้จากข้อ 1.1 มาระบุตำแหน่งดาวเคราะห์แต่ละดวงในแผนภาพวงโคจร สำหรับดาวพุธและดาวศุกร์ให้ระบุตำแหน่งที่เป็นไปได้ทั้งสองตำแหน่ง
2. ปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือน
   2.1 หาค่ามุมห่างของดาวเคราะห์และดวงจันทร์จากภาพปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือน โดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 1
   2.2 นำค่ามุมห่างและทิศของมุมห่างที่ได้จากข้อ 2.1 มาระบุตำแหน่งดาวเคราะห์แต่ละดวงในแผนภาพวงโคจร สำหรับดาวศุกร์ให้ระบุตำแหน่งที่เป็นไปได้ทั้งสองตำแหน่ง
3. นำเสนอ และอภิปรายผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

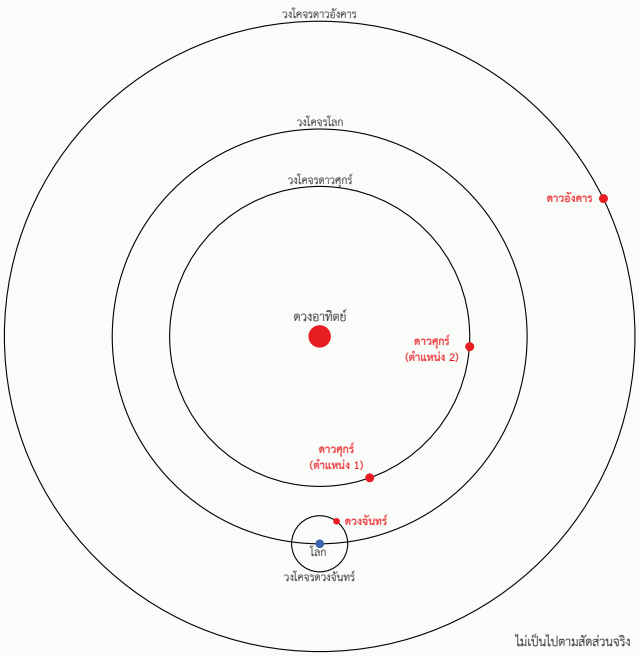
มุมห่างจากการตรวจวัดบนแผนภาพปรากฏการณ์

ปรากฏการณ์	วัตถุท้องฟ้า	มุมห่าง	ทิศของมุมห่าง
ดาวเคราะห์ชุมนุม	1. ดาวพุธ 2. ดาวศุกร์ 3. ดาวอังคาร	1. 14.1 2. 4.8 3. 6.1	1. ตะวันตก 2. ตะวันตก 3. ตะวันออก
ดาวเคียงเดือน	1. ดาวอังคาร 2. ดาวศุกร์ 3. ดวงจันทร์	1. 39.4 2. 37.2 3. 36.3	1. ตะวันตก 2. ตะวันตก 3. ตะวันตก

การระบุตำแหน่งดาวเคราะห์ในวงโคจรขณะเกิดปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม



การระบุตำแหน่งดาวเคราะห์ในวงโคจรขณะเกิดปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือน



สรุปผลการทำกิจกรรม

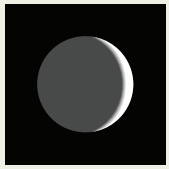
ในขณะเกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์ มุมห่างของดาวเคราะห์และ/หรือดวงจันทร์ จะมีค่าใกล้เคียงกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากแผนภาพปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมและดาวเคียงเดือน ดาวเคราะห์และ/หรือดวงจันทร์ มีลักษณะการเรียงตัวเป็นอย่างไร
   แนวคำตอบ เรียงตัวอยู่ในแนวที่ใกล้เคียงกัน
2. จากข้อ 1 มุมห่างของดาวเคราะห์และ/หรือดวงจันทร์ในแต่ละปรากฏการณ์เป็นอย่างไร
   แนวคำตอบ มุมห่างมีค่าใกล้เคียงกัน
3. ลักษณะการเรียงตัวดังแผนภาพปรากฏการณ์ในข้อ 1 และแผนภาพวงโคจรของแต่ละปรากฏการณ์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
   แนวคำตอบ เมื่อตำแหน่งของดาวเคราะห์และ/หรือดวงจันทร์ในวงโคจรเรียงตัวอยู่ในแนวที่ใกล้เคียงกัน มุมห่างจะมีค่าใกล้เคียงกัน
4. ปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือนมีความเหมือนและแตกต่างจากดาวเคราะห์ชุมนุมหรือไม่ อย่างไร
   แนวคำตอบ ทั้งสองปรากฏการณ์เหมือนกันที่ดาวเคราะห์และ/หรือดวงจันทร์มีมุมห่างใกล้เคียงกัน จึงปรากฏใกล้กันบนท้องฟ้า แต่ต่างกันที่ปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือนเกิดขึ้นเมื่อดาวเคราะห์ปรากฏใกล้กับดวงจันทร์

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแสดงข้างต้น
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือนและปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม เพื่อให้ได้แนวทางการสรุปตามหนังสือเรียนหน้า 80 - 81
5. จากกิจกรรม 18.1 พบว่าดาวเคราะห์วงในมีมุมห่างเท่ากัน แต่มีตำแหน่งในวงโคจรสองตำแหน่งคือตำแหน่งที่ใกล้โลกและตำแหน่งที่ไกลโลก จะทราบได้อย่างไรว่าดาวเคราะห์วงในนั้นอยู่ที่ตำแหน่งใด ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดูเรื่อง เฟสของดาวเคราะห์วงใน ในหนังสือเรียนหน้า 82

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตำแหน่งของดาวเคราะห์	ส่วนสว่าง	ตำแหน่งของดาวเคราะห์	ส่วนสว่าง
1		5	
2		6	
3		7	
4	ไม่สามารถสังเกตเห็นดาวเคราะห์วงในได้	8	สังเกตเห็นดาวเคราะห์วงในมืดทั้งดวง

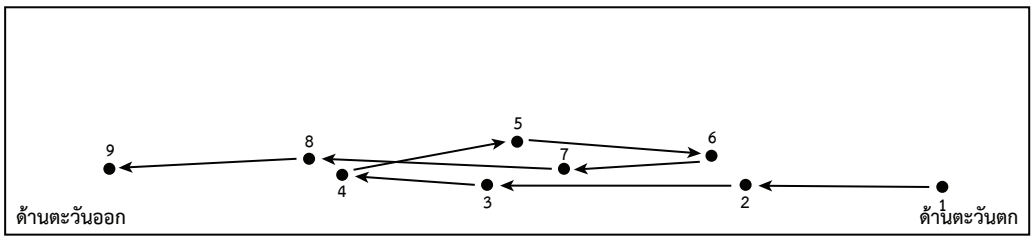
สรุปผลการทำกิจกรรม

ดาวเคราะห์วงในจะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนสว่างหรือเฟสคล้ายกับลูกปิงปองเช่นกันและดาวเคราะห์วงในที่โคจรไปอยู่ในยังตำแหน่งที่แตกต่างกันสองตำแหน่งซึ่งมีมุมห่างเท่ากันจะมีส่วนสว่างหรือเฟสที่ต่างกัน โดยดาวเคราะห์วงในที่อยู่ใกล้โลกจะมีส่วนสว่างน้อยกว่าดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลโลก

6. ครูให้นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ในหนังสือเรียนหน้า 83 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้
   - ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์จะเกิดกับดาวเคราะห์ดวงใดบ้าง
     แนวคำตอบ ดาวพุธ และดาวศุกร์
   - ขณะเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว มุมห่างของดาวเคราะห์มีค่าประมาณเท่าใด
     แนวคำตอบ ดาวเคราะห์มีมุมห่างประมาณ 0 องศา หรือไม่เกิน 0.25 องศา ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของขนาดปรากฏของดวงอาทิตย์
   - เมื่อดาวเคราะห์มีมุมห่าง 0 องศาจะเกิดปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ทุกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด
     แนวคำตอบ ไม่ทุกครั้ง เนื่องจากระนาบการโคจรของดาวเคราะห์เอียงทำมุมกับระนาบสุริยวิถี

7. ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดูเรื่อง การเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวอังคาร ในหนังสือเรียนหน้า 84

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



สรุปผลการทำกิจกรรม

ในช่วงแรกดาวอังคารจะเคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1-4 จากตะวันตกไปทางตะวันออก จากนั้นดาวอังคารจะเคลื่อนที่ย้อนกลับมาทางตะวันตกจากตำแหน่งที่ 4-6 และเคลื่อนที่ไปทางด้านตะวันออกอีกครั้งจากตำแหน่งที่ 6-9

8. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองว่า “หากนักเรียนต้องการสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม นักเรียนจะต้องวางแผนอย่างไรบ้าง” โดยให้ปฏิบัติกิจกรรม 18.4 ตามหาปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม

กิจกรรม 18.4 ตามหาปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม

จุดประสงค์กิจกรรม

วางแผนการสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมตามสถานการณ์ที่กำหนด

เวลา 40 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

-

สถานการณ์

จากแผนภาพแสดงมุมห่างของดาวเคราะห์ในช่วงปี พ.ศ. 2564-2565 ในหนังสือเรียนหน้า 86 ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมที่มีดาวเคราะห์ 3 ดวง อยู่ห่างกันไม่เกิน 10 องศา จะเกิดปรากฏการณ์นี้ได้กี่ครั้ง เดือนใด ช่วงเวลาใด และแต่ละครั้งมีดาวดวงใดบ้าง

วิธีทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนด และอภิปรายเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น
   - การระบุตำแหน่งดาวเคราะห์ด้วยมุมห่าง
   - ความสัมพันธ์ระหว่างมุมห่างของดาวเคราะห์และตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์
   - การอ่านแผนภาพแสดงมุมห่างของดาวเคราะห์
2. สืบค้นข้อมูลตามประเด็นที่กำหนดจากข้อ 1
3. นำเสนอแผนการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ที่กำหนด

สรุปผลการทำกิจกรรม

การวางแผนสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม โดยใช้แผนภาพแสดงมุมห่างของดาวเคราะห์เพื่อระบุเดือน ช่วงเวลา และดาวเคราะห์ ทำได้โดยพิจารณาจากขนาดของมุมห่างที่ไม่เกิน 10 องศา

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เกิดปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมที่มีดาวเคราะห์ 3 ดวง ห่างกันไม่เกิด 10 องศา กี่ครั้ง เดือนใด ช่วงเวลาใด และแต่ละครั้งมีดาวเคราะห์ดวงใดบ้าง

   แนวคำตอบ เกิดปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม 7 ครั้ง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ครั้งที่	เดือน	ช่วงเวลา	ดาวเคราะห์
1	มกราคม 2564	หัวค่ำ	ดาวพุธ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์
2	ปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม 2564	เช้ามืด	ดาวพุธ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์
3	เมษายน 2564	หัวค่ำ	ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวยูเรนัส
4	มีนาคม 2565	เช้ามืด	ดาวพุธ ดาวพฤหัสบดี ดาวเนปจูน
5	มีนาคม 2565	เช้ามืด	ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวเสาร์
6	เมษายน 2565	เช้ามืด	ดาวศุกร์ ดาวพฤหัสบดี ดาวเนปจูน
7	พฤษภาคม 2565	เช้ามืด	ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเนปจูน

2. จากสถานการณ์ ช่วงเดือนใดจะเกิดดาวเคราะห์ชุมนุมมากที่สุด

   แนวคำตอบ ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2565

3. จากข้อ 1 ถ้าสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมด้วยตาเปล่า จะเห็นดาวเคราะห์ครบทั้ง 3 ดวง ทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ไม่สามารถสังเกตเห็นดาวเคราะห์ครบทั้ง 3 ดวง ทุกครั้ง โดยในครั้งที่ 3 4 6 และ 7 สามารถสังเกตเห็นดาวเคราะห์ได้ 2 ดวง เนื่องจากดาวยูเรนัสและดาวเนปจูนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแสดงข้างต้นแนวทางการวัดและประเมินผล

แนวทางการวัดการประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: การเกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 18.3 และ 18.4 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผลกิจกรรม 3. แบบฝึกหัดท้ายบท และแบบทดสอบ
P: 1. การวัด 2. การพยากรณ์ 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. การวัดจากการปฏิบัติกิจกรรม 18.3 และ 18.4 2. การพยากรณ์จากการปฏิบัติกิจกรรม 18.4 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม 18.3 และ 18.4 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรม 18.3 และ 18.4 5. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการปฏิบัติกิจกรรม 18.3 และ 18.4
A: 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การยอมรับความเห็นต่าง 3. ความซื่อสัตย์	1. ความอยากรู้อยากเห็นจากการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. ยอมรับความเห็นหรือ แนวคิดที่มีประจักษ์พยานและเหตุผลที่แตกต่างแตกจากตนเอง 3. เก็บรวบรวมและรายงานข้อมูล แม้ว่าบางข้อมูลจะขัดแย้งกับสมมติฐานหรือสิ่งที่พยากรณ์ไว้

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

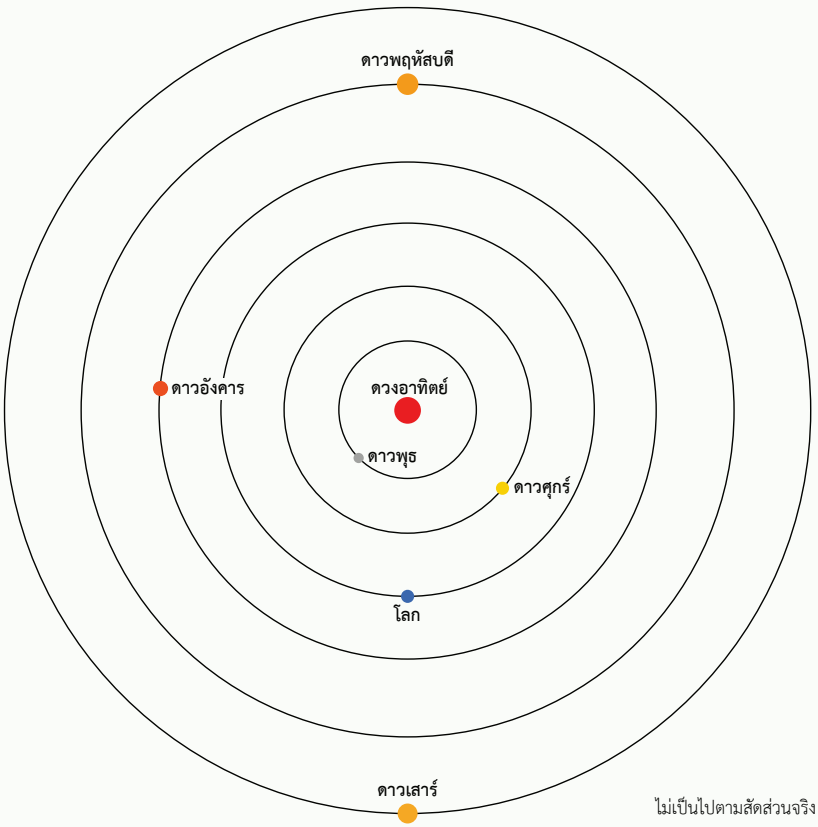
ปรากฏการณ์แสงโลก

ปรากฏการณ์แสงโลก (earth shine) คือปรากฏการณ์ที่ด้านมืดของดวงจันทร์ปรากฏให้เห็นเป็นแสงจาง ๆ ดังรูป ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากแสงของดวงอาทิตย์ถูกโลกสะท้อนไปยังดวงจันทร์ และดวงจันทร์สะท้อนแสงนั้นกลับมายังโลกอีกครั้ง ทำให้ส่วนมืดของดวงจันทร์ปรากฏสว่างขึ้นและมองเห็นเป็นแสงจาง ๆ

ที่มา : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ใช้ตำแหน่งดาวเคราะห์ในวงโคจรตามแผนภาพที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 1.1-1.5



ไม่เป็นไปตามสัดส่วนจริง

1.1 มุมห่างดาวเคราะห์และทิศทางของมุมห่างดาวเคราะห์แต่ละดวงเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ ดาวพุธ 19 องศาไปทางตะวันออก, ดาวศุกร์ 41 องศาไปทางตะวันตก, ดาวอังคาร 50 องศาไปทางตะวันออก, ดาวพฤหัสบดี 0° และดาวเสาร์ 180°

1.2 ในช่วงเช้ามืดผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวเคราะห์ดวงใดบนท้องฟ้าได้บ้าง
แนวคำตอบ ดาวศุกร์และดาวเสาร์ โดยสังเกตเห็นดาวศุกร์เหนือขอบฟ้าด้านตะวันออก และสังเกตเห็นดาวเสาร์เหนือขอบฟ้าด้านตะวันตก

1.3 ในช่วงหัวค่ำผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวเคราะห์ดวงใดบนท้องฟ้าได้บ้าง
แนวคำตอบ ดาวพุธ ดาวอังคาร ดาวเสาร์

1.4 ดาวเคราะห์ดวงใดที่ผู้สังเกตบนโลกไม่สามารถสังเกตเห็นได้เลย
แนวคำตอบ ดาวพฤหัสบดี

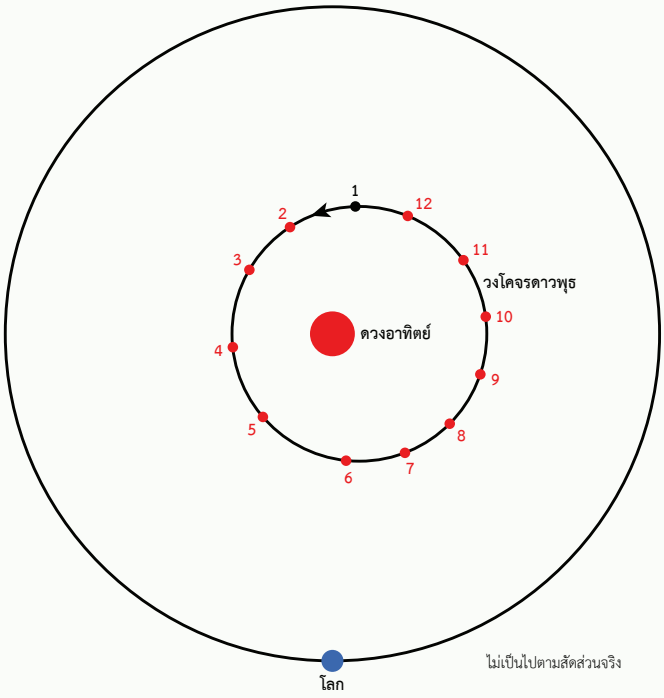
1.5 ดาวเคราะห์ดวงใดที่ผู้สังเกตบนโลกสามารถสังเกตเห็นได้ตลอดทั้งคืน
แนวคำตอบ ดาวเสาร์

2. ใช้ข้อมูลมุมห่างและทิศทางมุมห่างของดาวพุธที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 2.1 – 2.4

ตำแหน่ง	วันที่	มุมห่าง	ทิศของมุมห่าง	ตำแหน่ง	วันที่	มุมห่าง	ทิศของมุมห่าง
1	เริ่มต้น	2.9	ตะวันตก	7	60	19.2	ตะวันตก
2	10	5.6	ตะวันออก	8	70	26.3	ตะวันตก
3	20	12.0	ตะวันออก	9	80	27.3	ตะวันตก
4	30	17.6	ตะวันออก	10	90	24.0	ตะวันตก
5	40	15.9	ตะวันออก	11	100	18.1	ตะวันตก
6	50	3.9	ตะวันตก	12	110	9.6	ตะวันตก

หมายเหตุ อ้างอิงข้อมูลจากโปรแกรมท้องฟ้าจำลองระหว่างวันที่ 1 มกราคม - 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2570

2.1 ระบุตำแหน่งของดาวพุธในวงโคจร เมื่อกำหนดตำแหน่งของโลกในวงโคจร ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และตำแหน่งที่ 1 ของดาวพุธในวงโคจร ดังรูป

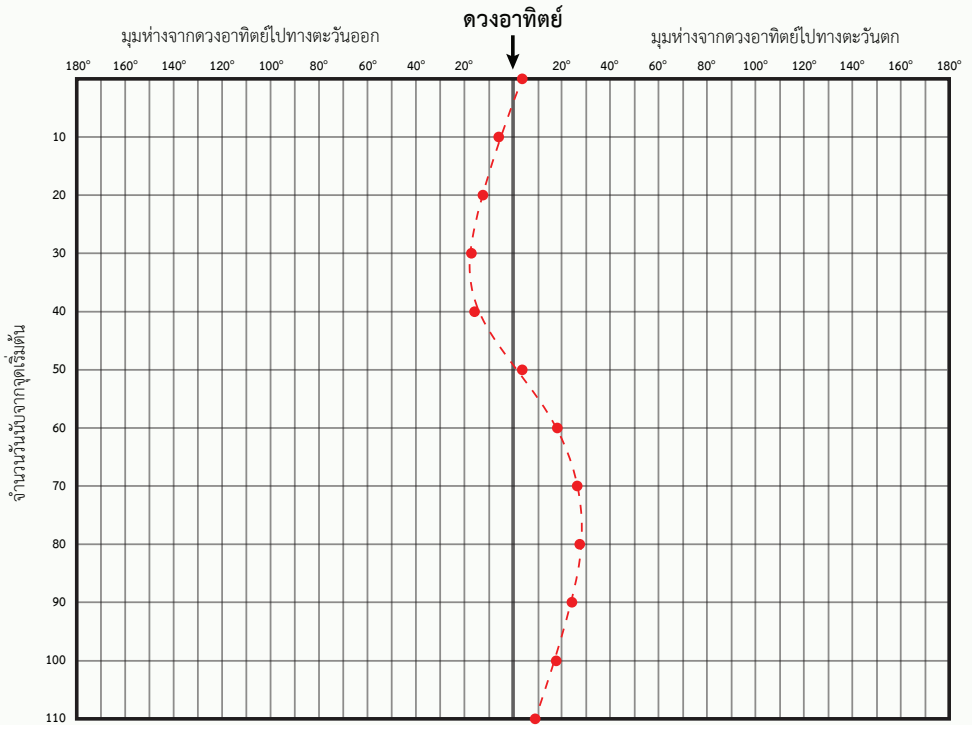


2.2 จากข้อ 2.1 ผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวพุธในช่วงเช้ามืดเมื่อดาวพุธอยู่ที่ตำแหน่งใดบ้างในวงโคจร และผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวพุธในช่วงหัวค่ำเมื่อดาวพุธอยู่ที่ตำแหน่งใดบ้างในวงโคจร

แนวคำตอบ ผู้สังเกตจะมองเห็นดาวพุธในช่วงเช้ามืดเมื่อดาวพุธอยู่ในตำแหน่งที่ 7 ถึง 12 และผู้สังเกตจะมองเห็นดาวพุธในช่วงหัวค่ำเมื่อดาวพุธอยู่ในตำแหน่งที่ 3 ถึง 5

หมายเหตุ ครูอาจอภิปรายเพิ่มเติมว่าในตำแหน่งที่ 1, 2 และ 6 ดาวพุธจะมีตำแหน่งปรากฏอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มาก ทำให้ถูกแสงดวงอาทิตย์กลบจึงไม่สามารถสังเกตเห็นได้

2.3 วาดกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงมุมห่างของดาวพุธพร้อมลากเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมุมห่างของดาวพุธลงในกระดาษกราฟที่กำหนดให้



2.4 จากกราฟในข้อ 2.3 ดาวพุธมีค่ามุมห่างไปทางตะวันออกและทางตะวันตกมากที่สุดประมาณเท่าใด

แนวคำตอบ มุมห่างไปทางตะวันออกมากที่สุดประมาณ 18 องศา และมุมห่างไปทางตะวันตกมากที่สุดประมาณ 28 องศา

3. นำตัวอักษรหน้าข้อความไปเติมลงในช่องว่างตามตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจรในแผนภาพที่กำหนดให้ (บางตัวเลือกสามารถใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง)

ก. ผู้สังเกตบนโลกมองเห็นดาวเคราะห์กำลังขึ้นจากขอบฟ้าในขณะดวงอาทิตย์กำลังลับขอบฟ้า

ข. ดาวเคราะห์วงในมีมุมห่างไปทางตะวันออกมากที่สุด

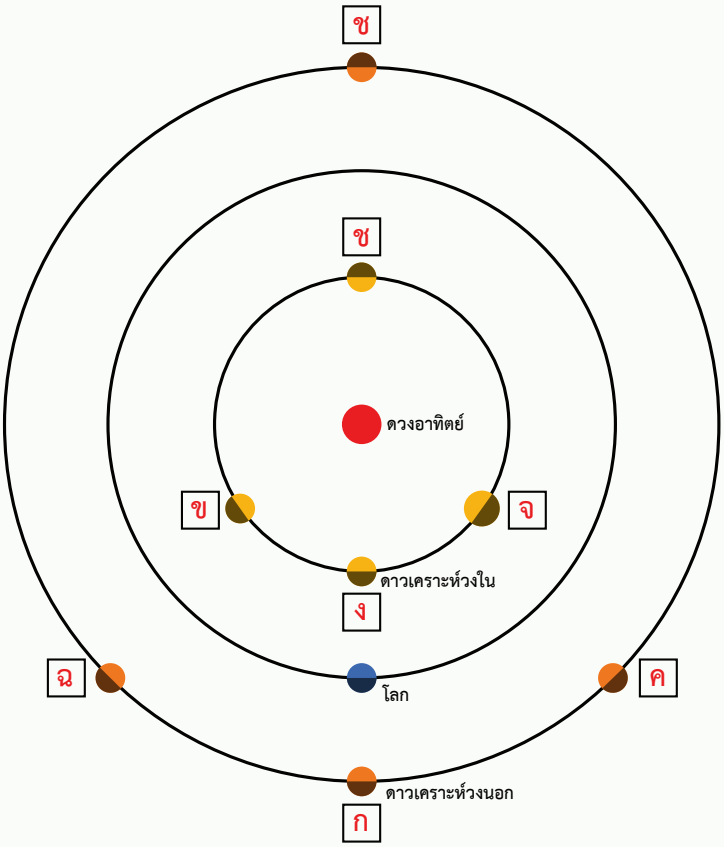
ค. ดาวเคราะห์วงนอกอยู่สูงจากขอบฟ้ามากที่สุด ในขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นจากขอบฟ้า

ง. ดาวเคราะห์มีโอกาสเคลื่อนที่ผ่านหน้าดวงอาทิตย์

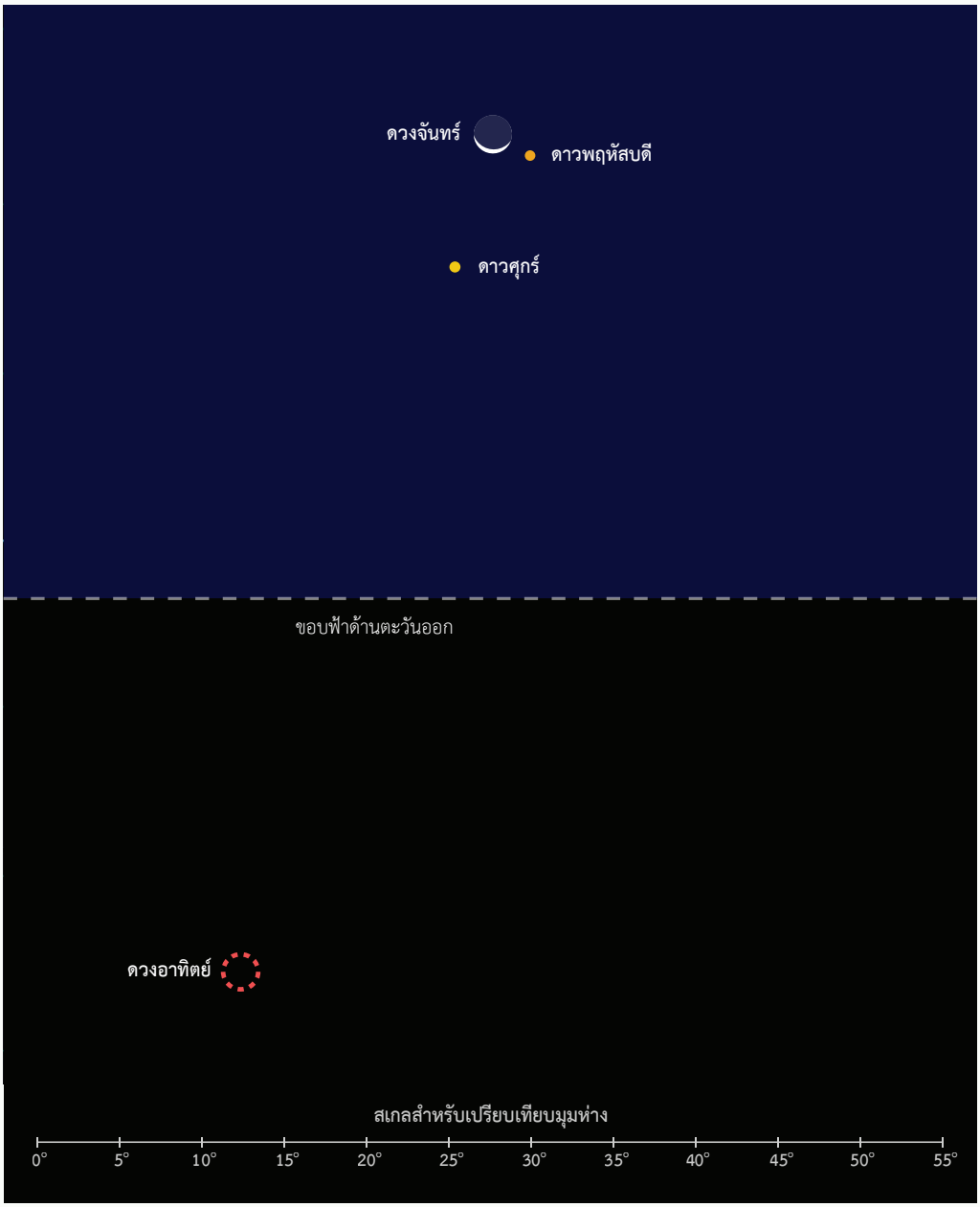
จ. ดาวเคราะห์วงในมีมุมห่างไปทางตะวันตกมากที่สุด

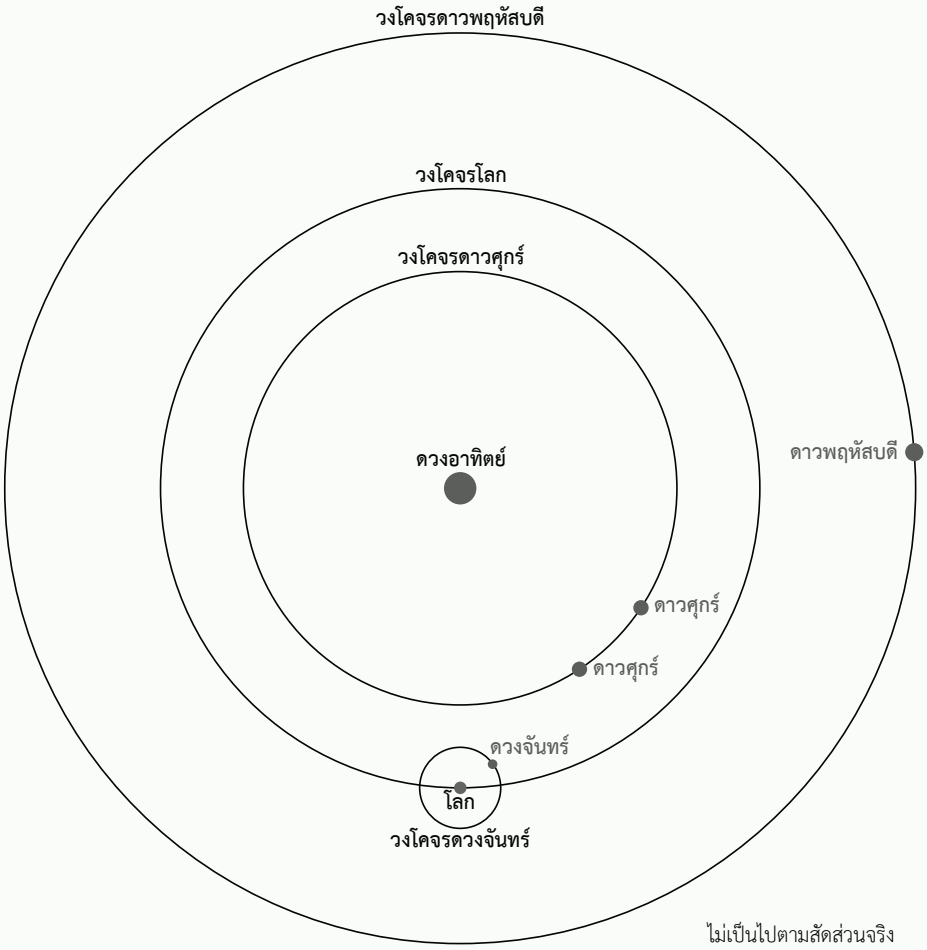
ฉ. ดาวเคราะห์วงนอกอยู่สูงจากขอบฟ้ามากที่สุด ในขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังลับขอบฟ้า

ช. ผู้สังเกตบนโลกไม่สามารถสังเกตเห็นดาวเคราะห์ เนื่องจากดาวเคราะห์ขึ้นและตกพร้อมดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์อยู่ด้านหลังดวงอาทิตย์



4. พิจารณาภาพปรากฏการณ์ดาวเคียงเดือนในวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2562 จากนั้นระบุตำแหน่งของดวงจันทร์ ดาวพฤหัสบดี และดาวศุกร์ ลงในแผนภาพวงโคจรที่กำหนดให้ (สำหรับดาวศุกร์ให้ระบุตำแหน่งที่เป็นไปได้ทั้ง 2 ตำแหน่ง)





5. ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมที่มีดาวเคราะห์ปรากฏใกล้กัน 5 ดวง มีโอกาสเกิดได้มากกว่าหรือน้อยกว่าปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมที่มีดาวเคราะห์ปรากฏใกล้กัน 3 ดวง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่า เนื่องจากดาวเคราะห์แต่ละดวงมีคาบการโคจรแตกต่างกัน ดังนั้นโอกาสที่ดาวเคราะห์ทั้ง 5 ดวง จะโคจรมาในตำแหน่งที่มีมุมห่างใกล้เคียงกันจึงมีโอกาสน้อยกว่าการปรากฏของดาวเคราะห์ 3 ดวง

ภาคผนวก

ตัวอย่างเครื่องมือวัดและประเมินผล

แบบทดสอบ

การประเมินผลด้วยแบบทดสอบเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน โดยเฉพาะด้านความรู้และความสามารถทางสติปัญญา ครูควรมีความเข้าใจในลักษณะของแบบทดสอบ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการสร้างหรือเลือกใช้แบบทดสอบให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยลักษณะของแบบทดสอบ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เป็นดังนี้

1. แบบทดสอบแบบที่มีตัวเลือก

แบบทดสอบแบบที่มีตัวเลือก ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด และแบบทดสอบแบบจับคู่ รายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละแบบเป็นดังนี้

1.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

เป็นแบบทดสอบที่มีการกำหนดตัวเลือกให้หลายตัวเลือก โดยมีตัวเลือกที่ถูกเพียงหนึ่งตัวเลือก องค์ประกอบหลักของแบบทดสอบแบบเลือกตอบมี 2 ส่วน คือ คำถามและตัวเลือก แต่บางกรณีอาจมีส่วนของสถานการณ์เพิ่มขึ้นมาด้วย แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีหลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบ แบบเลือกตอบคำถามเดี่ยว แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถามชุด แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถาม 2 ชั้น โครงสร้างดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเดี่ยวที่ไม่มีสถานการณ์

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเดี่ยวที่มีสถานการณ์

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเป็นชุด

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

คำถามที่ 2 .....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

คำถามที่ 2 (ถามเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1)

.....

.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีคือ สามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ สามารถตรวจให้คะแนนและแปลผลคะแนนได้ตรงกัน แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างอิสระจึงไม่สามารถวัดความคิดระดับสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ได้ นอกจากนี้นักเรียนที่ไม่มีความรู้สามารถเดาคำตอบได้

1.2 แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

เป็นแบบทดสอบที่มีตัวเลือก ถูกและผิด เท่านั้น มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ คำสั่งและข้อความให้นักเรียนพิจารณาว่าถูกหรือผิด ดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

คำสั่ง ให้พิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด แล้วใส่เครื่องหมาย หรือ หน้าข้อความ

..... 1. ข้อความ.....

..... 2. ข้อความ.....

..... 3. ข้อความ.....

..... 4. ข้อความ.....

..... 5. ข้อความ.....

แบบทดสอบรูปแบบนี้สามารถสร้างได้ง่าย รวดเร็ว และครอบคลุมเนื้อหา สามารถตรวจได้รวดเร็วและให้คะแนนได้ตรงกัน แต่นักเรียนมีโอกาสเดาได้มาก และการสร้างข้อความให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จโดยสมบูรณ์ในบางเนื้อทำได้ยาก

1.3 แบบทดสอบแบบจับคู่

ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำสั่ง และข้อความ 2 ชุด ที่ให้จับคู่กัน โดยข้อความชุดที่ 1 อาจเป็นคำถาม และข้อความชุดที่ 2 อาจเป็นคำตอบหรือตัวเลือก โดยจำนวนข้อความในชุดที่ 2 อาจมีมากกว่าในชุดที่ 1 ดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบจับคู่

คำสั่ง ให้นำตัวอักษรหน้าข้อความในชุดคำตอบมาเติมในช่องว่างหน้า ข้อความในชุดคำถาม

ชุดคำถาม	ชุดคำตอบ
..... 1.	ก. .....
..... 2.	ข. .....
..... 3.	ค. .....
	ง. .....

แบบทดสอบรูปแบบนี้สร้างได้ง่ายตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน และเดาคำตอบได้ยากเหมาะสำหรับวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างคำหรือข้อความ 2 ชุด แต่ในกรณีที่นักเรียนจับคู่ผิดไปแล้วจะทำให้มีการจับคู่ผิดในคู่อื่น ๆ ด้วย

2 แบบทดสอบแบบเขียนตอบ

เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนคิดคำตอบเอง จึงมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดออกมาโดยการเขียนให้ผู้อ่านเข้าใจ โดยทั่วไปการเขียนตอบมี 2 แบบ คือ การเขียนตอบแบบเติมคำหรือการเขียนตอบอย่างสั้น และการเขียนตอบแบบอธิบาย รายละเอียดของแบบทดสอบที่มีการตอบแต่ละแบบเป็นดังนี้

2.1 แบบทดสอบเขียนตอบแบบเติมคำหรือตอบอย่างสั้น

ประกอบด้วยคำสั่ง และข้อความที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะมีส่วนที่เว้นไว้เพื่อให้เติมคำตอบหรือข้อความสั้น ๆ ที่ทำให้ข้อความข้างต้นถูกต้องหรือสมบูรณ์ นอกจากนี้แบบทดสอบยังอาจประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ให้นักเรียนตอบโดยการเขียนอย่างอิสระ แต่สถานการณ์และคำถามจะเป็นสิ่งที่กำหนดคำตอบให้มีความถูกต้องและเหมาะสม

แบบทดสอบรูปแบบนี้สร้างได้ง่าย มีโอกาสเดาได้ยาก และสามารถวินิจฉัยคำตอบที่นักเรียนตอบผิดเพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องทางการเรียนรู้หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ แต่การจำกัด คำตอบให้นักเรียนตอบเป็นคำ วลี หรือประโยคได้ยาก ตรวจให้คะแนนได้ยากเนื่องจากบางครั้งมีคำตอบถูกต้องหรือยอมรับได้หลายคำตอบ

2.2) แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบาย

เป็นแบบทดสอบที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำตอบอย่างอิสระ ประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่สอดคล้องกัน โดยคำถามเป็นคำถามแบบปลายเปิด

แบบทดสอบรูปแบบนี้ให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบจึงสามารถใช้วัดความคิดระดับสูงได้ แต่เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการคิดและเขียนคำตอบมาก ทำให้ถามได้น้อยข้อ จึงอาจทำให้วัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งตรวจให้คะแนนยาก และการตรวจให้คะแนนอาจไม่ตรงกัน

แบบประเมินทักษะ

เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงจะมีหลักฐานร่องรอยที่แสดงไว้ทั้งวิธีการปฏิบัติและผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานร่องรอยเหล่านั้นสามารถใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะการคิด และทักษะปฏิบัติได้เป็นอย่างดี

การปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะประเมิน 2 ส่วน คือ ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองและการเขียนรายงานการทดลองโดยเครื่องมือที่ใช้ประเมินดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบสำรวจรายการทักษะปฏิบัติการทดลอง

รายการที่ต้องสำรวจ	ผลการสำรวจ	
	มี (ระบุจำนวนครั้ง)	ไม่มี
การวางแผนการทดลอง		
การทดลองตามขั้นตอน		
การสังเกตการทดลอง		
การบันทึกผล		
การอภิปรายผลการทดลองก่อนลงข้อสรุป		

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย

ทักษะปฏิบัติการทดลอง	คะแนน		
	3	2	1
การเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่เหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	ช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรประมาณค่า

ทักษะปฏิบัติการประเมิน	ผลการประเมิน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วางแผนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน 2. ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เหมาะสม และจัดวางอุปกรณ์เป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน 3. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์	ระดับ 3 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ	ระดับ 2 หมายถึง	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรประมาณค่า

คะแนน		
3	2	1
เขียนรายงานตามลำดับขั้นตอนผลการทดลองตรงตามสภาพจริงและสื่อความหมาย	เขียนรายงานการทดลองตามลำดับแต่ไม่สื่อความหมาย	เขียนรายงานโดยลำดับ ขั้นตอนไม่สอดคล้องกัน และไม่สื่อความหมาย

แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำได้โดยตรง โดยทั่วไปทำโดยการตรวจสอบพฤติกรรมภายนอกที่ปรากฏให้เห็นในลักษณะของคำพูด การแสดงความคิดเห็น การปฏิบัติหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ และแปลผลไปถึงจิตวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าว เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก โดยจำแนกระดับพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

มาก หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นอย่างสม่ำเสมอ
ปานกลาง หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นครั้งคราว
น้อย หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นน้อยครั้ง
ไม่มีการแสดงออก หมายถึง นักเรียนไม่แสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นเลย

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
ด้านความอยากรู้อยากเห็น 1. นักเรียนสอบถามจากผู้รู้หรือไป ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องราววิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนชอบไปงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนนำการทดลองที่สนใจไปทดลองต่อที่บ้าน				
ด้านความซื่อสัตย์ 1. นักเรียนรายงานผลการทดลองตามที่ทดลองได้จริง 2. เมื่อทำการทดลองผิดพลาด นักเรียนจะลอกผลการทดลองของเพื่อส่งครู 3. เมื่อครูมอบหมายให้ทำชิ้นงานออกแบบสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนจะประดิษฐ์ตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ				

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
ด้านความใจกว้าง 1. แม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยกับการสรุปผลการทดลองในกลุ่ม แต่ก็ยอมรับผลสรุปของสมาชิกส่วนใหญ่ 2. ถ้าเพื่อนแย้งวิธีการทดลองของนักเรียนและมีเหตุผลที่ดีกว่า นักเรียนพร้อมที่จะนำข้อเสนอแนะของเพื่อนไปปรับปรุงงานของตน 3. เมื่องานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเททำถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะหมดกำลังใจ				
ด้านความรอบคอบ 1. นักเรียนสรุปผลการทดลองทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง 2. นักเรียนทำการทดลองซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลการทดลอง 3. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง				
ด้านความมุ่งมั่นอดทน 1. ถึงแม้ว่างานค้นคว้าที่ทำอยู่มีโอกาส สำเร็จได้ยาก นักเรียนจะยังค้นคว้าต่อไป 2. นักเรียนล้มเลิกการทดลองทันที เมื่อผลการทดลองที่ได้ขัดจากที่เคยได้เรียนมา 3. เมื่อทราบว่าชุดการทดลองที่นักเรียนสนใจต้องใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน นักเรียนก็เปลี่ยนไปศึกษาชุดการทดลองที่ใช้เวลาน้อยกว่า				

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ 2. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนสนใจติดตามข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์				

การประเมินการนำเสนอผลงาน

การประเมินผลและให้คะแนนการนำเสนอผลงานใช้แนวทางการประเมินเช่นเดียวกับการประเมินภาระงานอื่น คือ การใช้คะแนนแบบภาพรวม และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1 การให้คะแนนในภาพรวม เป็นการให้คะแนนที่ต้องการสรุปภาพรวมจึงประเมินเฉพาะประเด็นหลักที่สำคัญ ๆ เช่น การประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ความรู้และการประเมินสมรรถภาพด้านการเขียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
เนื้อหาไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ต้องปรับปรุง
เนื้อหาถูกต้องแต่ให้สาระสำคัญน้อยมาก และไม่ระบุแหล่งที่มาของความรู้	พอใช้
เนื้อหาถูกต้อง มีสาระสำคัญ แต่ยังไม่ครบถ้วน มีการระบุแหล่งที่มาของความรู้	ดี
เนื้อหาถูกต้อง มีสาระสำคัญครบถ้วน และระบุแหล่งที่มาของความรู้ชัดเจน	ดีมาก

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพด้านการเขียน (แบบภาพรวม)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
เขียนสับสน ไม่เป็นระบบ ไม่บอกปัญหาและจุดประสงค์ ขาดการเชื่อมโยงเนื้อหา บางส่วนไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ใช้ภาษาไม่เหมาะสมและสะกดคำไม่ถูกต้อง ไม่อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ต้องปรับปรุง
เขียนเป็นระบบแต่ไม่ชัดเจน บอกจุดประสงค์ไม่ชัดเจน เนื้อหาถูกต้องแต่มีรายละเอียดไม่เพียงพอ เนื้อหาบางตอนไม่สัมพันธ์กัน การเรียบเรียบเนื้อหาไม่ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	พอใช้
เขียนเป็นระบบ แสดงให้เห็นโครงสร้างของเรื่อง บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา จุดประสงค์ แนวคิดหลักไม่ครอบคลุมประเด็นทั้งหมด เนื้อหาบางตอนเรียบเรียงไม่ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ดี
เขียนเป็นระบบ แสดงให้เห็นโครงสร้างของเรื่อง บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา จุดประสงค์ แนวคิดหลักได้ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งหมดเรียบเรียงเนื้อหาได้ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจนเข้าใจง่าย มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ดีมาก

2 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย เป็นการประเมินเพื่อต้องการนำผลการประเมินไปใช้พัฒนางานให้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ และพัฒนาคุณภาพให้สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เกณฑ์ย่อย ๆ ในการประเมินเพื่อทำให้รู้ทั้งจุดเด่นที่ควรส่งเสริมและจุดด้อยที่ควรแก้ไขปรับปรุงการทำงานในส่วนนั้น ๆ เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย มีตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพ (แบบแยกองค์ประกอบย่อย)

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**
ด้านการวางแผน	
ไม่สามารถออกแบบได้ หรือออกแบบได้แต่ไม่ตรงกับประเด็นปัญหาที่ต้องการเรียนรู้	ต้องปรับปรุง
ออกแบบการได้ตามประเด็นสำคัญของปัญหาเป็นบางส่วน	พอใช้
ออกแบบครอบคลุมประเด็นสำคัญของปัญหาเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ชัดเจน	ดี
ออกแบบได้ครอบคลุมทุกประเด็นสำคัญของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนและตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ	ดีมาก
ด้านการดำเนินการ	
ดำเนินการไม่เป็นไปตามแผน ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบถูกต้องแต่ไม่คล่องแคล่ว	ต้องปรับปรุง
รายการประเมิน	
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบถูกต้องแต่ไม่คล่องแคล่ว	พอใช้
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการสาธิตได้อย่างคล่องแคล่วและเสร็จทันเวลา ผลงานในบางขั้นตอนไม่เป็นไปตามจุดประสงค์	ดี
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบได้ถูกต้อง คล่องแคล่วและเสร็จทันเวลา ผลงานทุกขั้นตอนเป็นไปตามจุดประสงค์	ดีมาก
ด้านการอธิบาย	
อธิบายไม่ถูกต้อง ขัดแย้งกับแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์	ต้องปรับปรุง
อธิบายโดยอาศัยแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แต่การอธิบายเป็นแบบ	
พรรณนาทั่วไปซึ่งไม่คำนึงถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาทำให้เข้าใจยาก	พอใช้
อธิบายโดยอาศัยแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นของปัญหาแต่ข้ามไปในบางขั้นตอน ใช้ภาษาได้ถูกต้อง	ดี
อธิบายตามแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นของปัญหาและจุดประสงค์ ใช้ภาษาได้ถูกต้องเข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน	ดีมาก

บรรณานุกรม

นิพนธ์ ทรายเพชร. (2543). **ดาวเคราะห์ชุมนุม.** กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.

สมาคมดาราศาสตร์ไทย. (2548). **พจนานุกรมศัพท์ดาราศาสตร์ อังกฤษ-ไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษาครบ 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542.** กรุงเทพฯ: สมาคมดาราศาสตร์ไทย.

Arias, E.F. Combrinck, L. Gabor, P. Hohenkerk, C. Seidelmann, P.K. (2017) **The Science of Time 2016: Time in Astronomy & Society, Past, Present and Future.** Springer.

Bratia, B.A. (2001). **Textbook of Astronomy and Astrophysics with Elements of Cosmology.** Delhi. Alpha Science International ltd.

Kay, L., Palen, S., Smith, B., Blumenthal, G.(2013) , **21st Century Astronomy: Stars and Galaxies (4th ed.),** New York, W. W. Norton & Company.

Kay, L., Palen, S., Smith, B., Blumenthal, G.(2013) , **21st Century Astronomy: The solar system (4th ed.),** New York, W. W. Norton & Company.

McCarthy, D.D. Seidelmann, P.K. (2018). **TIME From Earth Rotation to Atomic Physics**. Cambridge University Press.

Micheal A. Seeds and Dana E. Backman. (2010). **Foundation of Astronomy**. 12th ed. Canada: Brook/Cole, Cengage Learning.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. **โมง-ทุ่ม-ตี**. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562 จาก http://www.royin.go.th/?knowledges=โมง-ทุ่ม-ตี-๑-ตุลาคม-๒๕๕๑.

National Aeronautics and Space Administration. **TIME ZONES AND UNIVERSAL TIME**. สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2562 จาก https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEhelp/TimeZone.html.

คณะกรรมการจัดทำคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เล่ม 6 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะที่ปรึกษา

1. ศ.ดร. ชูกิจ ลิมปิจำนงค์	ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้จัดทำคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 6

1. นายสุพจน์ วุฒิโสภณ	ผู้เชี่ยวชาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นางฤทัย เพลงวัฒนา	รักษาการผู้อำนวยการสาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ผศ.ดร.อลิศรา ชูชาติ	ผู้ชำนาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. นางพรรณทิพา ธนากรโยธิน	ผู้ชำนาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. นางดาริกา วีรวินันทนกุล	ผู้ชำนาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. นายมนตรี ประเสริฐฤทธิ์	ผู้ชำนาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7. นางสาวโศภิตา อุไพพานิช	นักวิชาการ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8. นายนิทัศน์ ลิ้มผ่องใส	นักวิชาการอาวุโส สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
9. ว่าที่ ร.ต.ภูริวัจน์ จิราตันติพัฒน์	นักวิชาการ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้ร่วมพิจารณาคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 6 (ฉบับร่าง)

1. ผศ.ดร. จตุรงค์ สุคนธชาติ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. นายนิพนธ์ ทรายเพชร	ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. นางสาวประพีร์ วิราพร	ข้าราชการบำนาญ
4. ผศ. มาลี สุทธิโอภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. นายณัฐพล หนูจีนจิตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
6. นางจรัสศรี ไชยกุล	โรงเรียนพิมานพิทยาสรรค์ จ.สตูล
7. นางพรทิพย์ ฐีตะธรรมานนท์	โรงเรียนเสาไห้ "วิมลวิทยานุกูล"
8. นางกุลนาถ โชติสุดเสน่ห์	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร
9. นายจักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์	โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา จ.ชัยภูมิ
10. นายคมสันต์ ธุรี	สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
11. นายเจษฎา กีรติภารัตน์	สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
12. นางสาวรัมภา ศรีบางพลี	นักวิชาการอาวุโส สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
13. นางสาวกัญญจิต จันเสนา	นักวิชาการ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
14. นางสาววิชุราตรี กลับแสง	นักวิชาการ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
15. นางสาวมนัญญา ลิกมลสวัสดิ์	นักวิชาการ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะบรรณาธิการ

1. ผศ.ดร.จตุรงค์ สุคนธชาติ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ดร.สธน วิจารณ์วรรณลักษณ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผศ.อำนาจ สาธานนท์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายนิพนธ์ ทรายเพชร	ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก
5. ผศ.ดร. อลิศรา ชูชาติ	ผู้ชำนาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. นางพรรทิพา ธนากรโยธิน	ผู้ชำนาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. นายสุพจน์ วุฒิโสภณ	ผู้เชี่ยวชาญ สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8. นางฤทัย เพลงวัฒนา	รักษาการผู้อำนวยการสาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ