



หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๕

ISBN 978-616-576-349-3

จำนวน ๔๐,๐๐๐ เล่ม พ.ศ. ๒๕๖๖

จัดจำหน่ายโดย

องค์การค้าของ สกสค. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

❖ มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พิจารณาแล้วอนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดทำขึ้นตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาพิจารณาเทียบเคียงกับหลักสูตรสถานศึกษาและพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ตามความเหมาะสม

กระทรวงศึกษาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้ออกสู่กระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้ มีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ครอบคลุมเนื้อหาบางส่วนที่ปรากฏตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ โดยเมื่อผู้เรียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๑ – เล่ม ๖ ครบทุกชั้นปีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔–๖ แล้ว จะสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถต่อยอดเนื้อหาจากรายวิชาพื้นฐานไปสู่เนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องใช้เวลาเรียนซ้ำซ้อน ทั้งนี้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๖ นี้ มีเนื้อหาที่จำเป็นที่ต้องเรียนประกอบด้วยเรื่อง องค์ประกอบของทรงกลมฟ้า การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ การกำหนดเวลาสุริยคติ และตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น นักวิจัย วิศวกร สถาปนิก ฯลฯ โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีแบบตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจทานความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วยในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการจากสถาบันและสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๖ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑ หน่วยกิต

ศึกษาความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์ โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของทรงกลมฟ้า การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ การกำหนดเวลาสุริยคติ และตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ซึ่งสังเกตได้จากโลก โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร
๒. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
๓. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
๔. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก
๕. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก
๖. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

รวมทั้งหมด ๖ ผลการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

หนังสือเรียนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญและเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บไซต์รายการสื่อได้จาก QR code หรือ URL ที่ปรากฏในหนังสือเรียน การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนใช้หนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน มีดังนี้

- คำถามสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน
- ขวนคิด
- ตรวจสอบความเข้าใจ
- กิจกรรม
- ลองทำดู
- ความรู้เพิ่มเติม
- รู้หรือไม่
- สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน
- แบบฝึกหัดท้ายบท

1 คำถามสำคัญ



คำถามประจำบทที่นักเรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว

2 จุดประสงค์การเรียนรู้



เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

3 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน



ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหานั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท

4 ขวนคิด



คำถามระหว่างเรียนที่เชื่อมโยงหรือต่อยอดความรู้เดิมที่ศึกษาแล้วกับความรู้ใหม่หรือความรู้ในศาสตร์อื่น เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องของเนื้อหา

5 ตรวจสอบความเข้าใจ



คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง

6 กิจกรรม



การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งนักเรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

7 ลองทำดู



การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนอกเวลาเรียนได้

8 ความรู้เพิ่มเติม



ความรู้ที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่มีการวัดและประเมินผล

9 รู้หรือไม่



ความรู้ที่เชื่อมโยงให้เห็นความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน



การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด



คำถามท้ายบทเรียนสำหรับให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้

บทที่ 17 ทรงกลมฟ้า	1
17.1 การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า	4
17.1.1 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัด ขอบฟ้า	4
17.1.2 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัด ศูนย์สูตร	12
17.2 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว	18
17.3 เวลาสุริยคติ	30
17.3.1 เวลาสุริยคติปรากฏ	30
17.3.2 เวลาสุริยคติปานกลางและการเทียบเวลา ของแต่ละเขตเวลาบนโลก	35
17.3.3 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเวลามาตรฐาน	38
แบบฝึกหัดท้ายบท	45

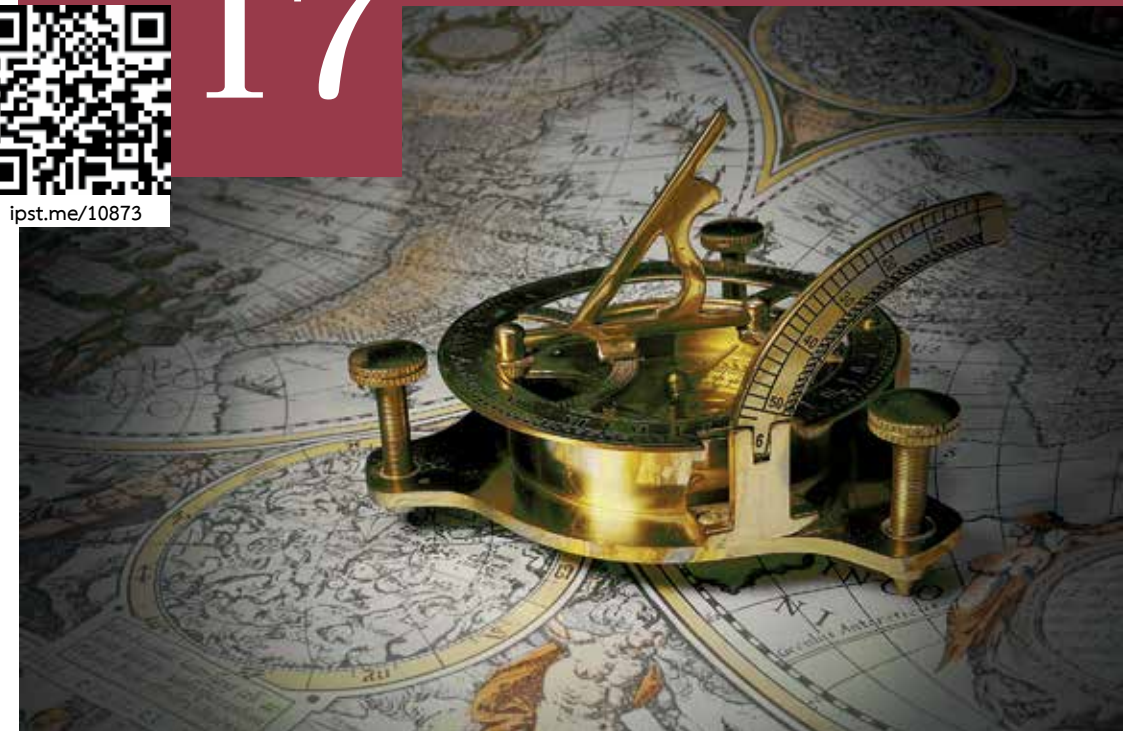
บทที่ 18 ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	50
18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	53
18.1.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์วงใน	54
18.1.2 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์วงนอก	65
18.2 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์	78
แบบฝึกหัดท้ายบท	88

ภาคผนวก	94
คำศัพท์	95
บรรณานุกรม	97
ที่มาของรูป	98

บทที่ 17 | ทรงกลมฟ้า (Celestial Sphere)



ipst.me/10873



มนุษย์ได้สังเกตและบันทึกเรื่องราวเกี่ยวกับท้องฟ้ามาตั้งแต่สมัยโบราณ และพบว่าวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ เช่น ดวงอาทิตย์และดวงดาวมีการเปลี่ยนตำแหน่งตลอดเวลา จึงได้มีการจัดระบบในการระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าด้วยวิธีการต่าง ๆ และยังได้มีการนำความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์มาใช้บอกวันเวลาบนโลกอีกด้วย



คำถามสำคัญ

- จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้ามีอะไรบ้าง
- การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้ามีวิธีการอย่างไรบ้าง
- ในแต่ละวันดวงอาทิตย์และดวงดาวบนท้องฟ้ามีการเคลื่อนที่ปรากฏอย่างไร
- เส้นทางการขึ้นการตกของดวงดาวสัมพันธ์กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตอย่างไร
- การเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ในการบอกเวลาบนโลกได้อย่างไร
- เวลาสุริยคติมีความสัมพันธ์กับเวลาบนโลกอย่างไร



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า ระบุ และอธิบายจุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้า
2. ระบุ และอธิบายความหมายของจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดขอบฟ้า
3. อธิบายวิธีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้า
4. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า พร้อมทั้งระบุ และอธิบายความหมายจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดศูนย์สูตร
5. อธิบายวิธีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร
6. สังเกตและอธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ตามตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต
7. อธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ตามวัน เวลา และตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต
8. อธิบายการบอกเวลาสุริยคติปรากฏ และเวลาสุริยคติปานกลาง
9. อธิบายการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากลพร้อมทั้งเปรียบเทียบในแต่ละเขตเวลาบนโลก
10. อธิบายการใช้ประโยชน์เวลามาตรฐานสากล
11. ออกแบบ และวางแผนการสังเกตดาวฤกษ์บนท้องฟ้า



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบท้ายข้อความที่ถูก หรือเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องคำตอบท้ายข้อความที่ผิด

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
1	ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก ตกทางทิศตะวันตกตรงตามตำแหน่งเดิมทุกวัน	
2	การขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	
3	ตอนเที่ยงของทุกวันดวงอาทิตย์จะปรากฏเหนือศีรษะของผู้สังเกต	
4	การกำหนดทิศมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	
5	ตำแหน่งของดาวเหนือจะอยู่สูงจากขอบฟ้าเป็นมุมเงยที่มีค่าเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต	

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
6	มุมทิศเป็นมุมที่วัดตามแนวเส้นขอบฟ้าจากทิศเหนือไปทางทิศตะวันออก	
7	ฤดูเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนหมุนของโลกเอียง	
8	ในฤดูร้อนช่วงเวลากลางวันจะยาวกว่าเวลากลางคืน	
9	สาเหตุที่ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนยาวไม่เท่ากันเนื่องจากระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปี	
10	แกนหมุนของโลกเอียงทำมุมประมาณ 23.5 องศา กับแนวตั้งฉากของระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์	
11	ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้	
12	เวลาที่ท้องถิ่นของแต่ละประเทศแตกต่างกัน	

บทนำ

ท้องฟ้าที่เรามองเห็นเป็นบริเวณที่กว้างใหญ่ มีลักษณะเป็นรูปครึ่งทรงกลมครอบเราอยู่ ถ้ากำหนดให้ตัวเราอยู่ที่จุดศูนย์กลางของครึ่งทรงกลมนี้ เมื่อรวมท้องฟ้าด้านเหนือศีรษะและด้านที่อยู่ใต้เท้าเข้าด้วยกันจะมีลักษณะเป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมไว้ โดยมีผู้สังเกตเป็นจุดศูนย์กลาง เรียกว่า **ทรงกลมฟ้า** (celestial sphere) ดาวฤกษ์ ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ และวัตถุท้องฟ้าอื่นที่เราสังเกตเห็นนั้นเป็นวัตถุท้องฟ้าที่ปรากฏเสมือนอยู่บนผิวทรงกลมฟ้า จากรูป 17.1 แสดงวัตถุท้องฟ้าที่อยู่บนผิวของทรงกลมฟ้า ในการศึกษาวัตถุท้องฟ้านั้นจำเป็นต้องมีการระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าทำได้อย่างไร จะได้ศึกษาต่อไป



รูป 17.1 ดวงดาวบนท้องฟ้าถ่ายที่จุดชมวิวยางทิสตะวันตก อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

17.1 การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า

บนผิวทรงกลมฟ้ามีวัตถุท้องฟ้ามากมาย การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การระบุตำแหน่งใน**ระบบพิกัดขอบฟ้า** (horizontal coordinate system) การระบุตำแหน่งใน**ระบบพิกัดศูนย์สูตร** (equatorial coordinate system) ซึ่งแต่ละระบบมีรายละเอียดแตกต่างกันซึ่งจะได้ศึกษาดังนี้

17.1.1 การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้า

เมื่อมองจากโลก คนบนโลกจะเห็นท้องฟ้าเหมือนครึ่งทรงกลมครอบเราไว้ โดยรอยต่อระหว่างพื้นดินกับท้องฟ้า เรียกว่า **ขอบฟ้า** (horizon) การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าที่อาศัยขอบฟ้าเป็นหลัก เรียกว่า ระบบพิกัดขอบฟ้า การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าอ้างอิงจากเส้นและจุดสำคัญต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้า ซึ่งจะศึกษาได้จากกิจกรรม 17.1



กิจกรรม 17.1 จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า

จุดประสงค์กิจกรรม

- อธิบายความหมายของจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดขอบฟ้า
- สร้างแบบจำลองท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าพร้อมทั้งระบุจุดและเส้นสำคัญบนท้องฟ้า



ipst.me/11075

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|--|--------|
| 1. เอกสารความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า | 1 ชุด |
| 2. ตี๊กดาขนาด 2 เซนติเมตร | 1 ตัว |
| 3. ปากกาเคมีแบบลบได้ | 1 ด้าม |
| 4. พลาสติกใสครึ่งทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร | 2 ชิ้น |
| 5. กระดาษเทาขาวขนาด A4 | 1 แผ่น |
| 6. กาวยางน้ำ | 1 แท่ง |
| 7. แผ่นระบุทิศ | 1 แผ่น |

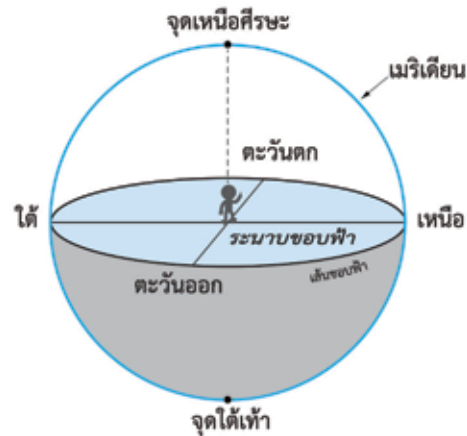
หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code

วิธีการทำกิจกรรม

- ศึกษาความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าจากเอกสารความรู้ที่กำหนดให้
- สร้างแบบจำลองท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - วาดเส้นขอบฟ้าของผู้สังเกตให้มีขนาดเท่ากับพลาสติกใสครึ่งทรงกลมบนกระดาษเทาขาว
 - ติดแผ่นระบุทิศกำหนดทิศทั้งสี่ และติดตี๊กดาแทนตำแหน่งผู้สังเกตตรงกลางกระดาษตรงตำแหน่งจุดตัดของทิศหลักทั้งสี่
 - สร้างท้องฟ้าของผู้สังเกตโดยวางพลาสติกใสครึ่งทรงกลมประกบให้พอดีกับเส้นขอบฟ้า จากนั้นใช้พลาสติกใสครึ่งทรงกลมอีกชิ้นหนึ่งประกบด้านล่างให้ตรงกัน
- ระบุเส้นขอบฟ้า จุดเหนือศีรษะ จุดใต้เท้า และเส้นเมริเดียนบนแบบจำลองท้องฟ้า
- สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรมพบว่า การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้าต้องอาศัยจุดและเส้นสำคัญ ได้แก่ จุดเหนือศีรษะ จุดใต้เท้า เส้นขอบฟ้า ทิศ และเส้นเมริเดียน

จุดเหนือศีรษะ (zenith) เป็นจุดสูงสุดของท้องฟ้าและอยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกต จุดที่อยู่ตรงข้ามจุดเหนือศีรษะเรียกว่า **จุดใต้เท้า** หรือ **จุดตั้ง** (nadir) เส้นขอบฟ้าเป็นแนวรอยต่อระหว่างท้องฟ้ากับพื้นดินซึ่งมีทิศทั้งสี่กำกับ และเส้นวงกลมใหญ่ที่ลากตั้งฉากกับเส้นขอบฟ้าผ่านจุดทิศเหนือ จุดเหนือศีรษะ จุดทิศใต้ และจุดใต้เท้า เรียกว่า **เมริเดียน** (meridian) ดังแสดงในรูป 17.2 นักเรียนจะระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าได้อย่างไร จะได้ศึกษาจากกิจกรรม 17.2



รูป 17.2 จุดและเส้นสำคัญในระบบพิกัดขอบฟ้า



กิจกรรม 17.2 การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า

จุดประสงค์กิจกรรม

- อธิบายวิธีการหามุมทิศและมุมเงยของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า
- ระบุตำแหน่งของดาวที่กำหนดในระบบพิกัดขอบฟ้า

วัสดุ-อุปกรณ์

- เอกสารความรู้เรื่อง การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า
- แบบจำลองท้องฟ้าจากกิจกรรม 17.1
- ปากกาเคมีแบบลบได้
- ภาพโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม

หมายเหตุ: สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code

วิธีการทำกิจกรรม

- ศึกษาความรู้เรื่อง การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าจากเอกสารที่กำหนด
- หามุมทิศและมุมเงยของดาว และระบุตำแหน่งของดาวแต่ละดวงบนแบบจำลองท้องฟ้าจากพิกัดดาวที่กำหนด



ipst.me/11076

- ชุด
- ชุด
- ด้าม
- แผ่น

- ดาว A มีมุมทิศ 45 องศา มุมเงย 60 องศา หรือ ($45^\circ, 60^\circ$)
- ดาว B มีมุมทิศ 180 องศา มุมเงย 45 องศา หรือ ($180^\circ, 45^\circ$)
- ดาว C มีมุมทิศ 0 องศา มุมเงย 15 องศา หรือ ($0^\circ, 15^\circ$)
- ดาว D มีมุมทิศ 90 องศา มุมเงย -30 องศา หรือ ($90^\circ, -30^\circ$)
- ดาว E มีมุมทิศ 270 องศา มุมเงย 10 องศา หรือ ($270^\circ, 10^\circ$)

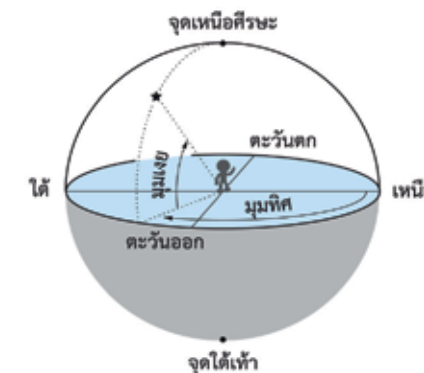
3. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

คำถามท้ายกิจกรรม

- การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าใช้ค่าอะไรบ้าง
- การวัดมุมทิศและมุมเงยมีวิธีการอย่างไร
- ดาวดวงใดบ้างที่ปรากฏอยู่เหนือขอบฟ้า และมีค่ามุมเงยเท่าใดบ้าง
- ดาวดวงใดที่ยังไม่ปรากฏเหนือขอบฟ้า ทราบได้อย่างไร
- ดาว D กำลังจะขึ้นจากขอบฟ้าหรือลับขอบฟ้าแล้ว ทราบได้อย่างไร
- ถ้าผู้สังเกตหันหน้าไปทางทิศใต้จะพบดาวดวงใด
- ดาว E กำลังจะขึ้นหรือตกหรือลับขอบฟ้าแล้ว ทราบได้อย่างไร

จากกิจกรรมพบว่า การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าสามารถบอกได้โดยเทียบตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้ากับขอบฟ้าของผู้สังเกต ซึ่งสามารถบอกเป็นค่ามุมทิศและมุมเงย

การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเป็นการระบุตำแหน่งของดาวเป็นค่า**มุมทิศ** (azimuth) และ **มุมเงย** (altitude) โดยมุมทิศ เป็นค่าของมุมที่วัดจากทิศเหนือไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นขอบฟ้าถึงเส้นวงกลมดิ่งที่ลากผ่านดาวมาตั้งฉากกับขอบฟ้า มุมทิศมีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา ส่วนมุมเงยเป็นค่ามุมที่วัดจากจุดที่เส้นวงกลมดิ่งตัดกับเส้นขอบฟ้าไปตามเส้นวงกลมดิ่งจนถึงตำแหน่งดาว โดยมุมเงยมีค่าตั้งแต่ 0-90 องศาและมีค่าเป็นลบ เมื่อดาวอยู่ต่ำกว่าขอบฟ้า ดังรูป 17.3

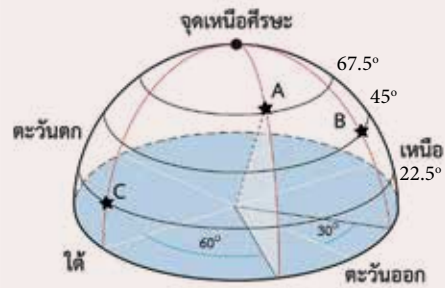


รูป 17.3 การระบุค่ามุมทิศและมุมเงยของดาวบนทรงกลมฟ้า



ตรวจสอบความเข้าใจ

จากภาพให้ระบุพิกัดดาว A B และ C ในระบบพิกัดขอบฟ้า



พิกัดดาว A

พิกัดดาว B

พิกัดดาว C

ถ้าสังเกตดาวดวงเดียวกันที่ละติจูดต่างกัน ดาวดวงนั้นจะมีความมุมทิศและมุมเงยเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ศึกษาได้จากกิจกรรม 17.3



กิจกรรม 17.3 การระบุพิกัดของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเมื่อเวลาและตำแหน่งในการสังเกตเปลี่ยนแปลงไป

จุดประสงค์กิจกรรม

1. ระบุมุมทิศ และมุมเงยของดาวเมื่อเวลาในการสังเกตเปลี่ยนแปลงไป
2. ระบุจุด เส้นสำคัญ มุมทิศ และมุมเงยของดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|---|--------|
| 1. ลูกปิงปอง | 3 ลูก |
| 2. ตะเกียบ | 3 ข้าง |
| 3. ดูกดาขนาด 2 เซนติเมตร | 3 ตัว |
| 4. ปากกาเคมีแบบลบได้ | 1 ด้าม |
| 5. กระดาษเทาขาวขนาด A4 | 2 แผ่น |
| 6. กาวยางน้ำ | 1 แท่ง |
| 7. พลาสติกใสครึ่งทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร | 6 ชิ้น |
| 8. ภาพโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม | 1 แผ่น |

วิธีการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 พิกัดขอบฟ้าของดาวที่เวลาต่าง ๆ

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้าของผู้สังเกตจำนวน 3 ชุด ที่ละติจูดต่างกัน ได้แก่ ศูนย์สูตร ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้ โดยมีวิธีการดังนี้
 - 1.1 กำหนดให้ลูกปิงปองแทนโลก สร้างเส้นศูนย์สูตรโลกโดยเขียนเส้นกึ่งกลางแบ่งครึ่งลูกปิงปอง
 - 1.2 กำหนดตะเกียบแทนแกนหมุนของโลก โดยเสียบตะเกียบผ่านจุดศูนย์กลางลูกปิงปอง และให้ตั้งฉากกับระนาบศูนย์สูตร
 - 1.3 ติดตุ๊กตาแทนตำแหน่งของผู้สังเกตลงบนลูกปิงปองตามตำแหน่งละติจูดที่กำหนด
 - 1.4 ติดระนาบขอบฟ้าที่กำหนดทิศทั้งสี่ โดยให้ทิศเหนือและทิศใต้อยู่ในแนวแกนของตะเกียบ และให้ระนาบขอบฟ้าตั้งฉากกับผู้สังเกต และผ่านจุดศูนย์กลางของลูกปิงปอง ดังรูป



ศูนย์สูตร



ละติจูด 45 องศาเหนือ



ละติจูด 45 องศาใต้

- 1.5 นำพลาสติกครึ่งทรงกลม 2 ชิ้นมาประกบกับระนาบขอบฟ้าให้เป็นทรงกลมฟ้า โดยให้รอยต่อของพลาสติกครึ่งทรงกลมอยู่ในแนวเดียวกับเส้นศูนย์สูตรโลก ดังรูป



2. นำแบบจำลองทรงกลมฟ้าของผู้สังเกตที่ศูนย์สูตรที่สร้างจากข้อ 1 มากำหนดตำแหน่งดวงอาทิตย์โดยเริ่มต้นกำหนดให้ดวงอาทิตย์อยู่ที่ขอบฟ้าด้านตะวันออกดังรูป จากนั้นถือแบบจำลองให้ระนาบขอบฟ้าขนานกับพื้น ระบุมุมทิศ มุมเงยและพิกัดของดวงอาทิตย์ลงในตารางบันทึกผล



3. ค่อย ๆ หมุนแบบจำลองให้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ตรงกับจุดเหนือศีรษะดังรูป พร้อมระบุเวลา มุมทิศ มุมเงยของดวงอาทิตย์ลงในตารางบันทึกผล



4. หมุนแบบจำลองต่อไปจนตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ขอบฟ้าด้านตะวันตก พร้อมระบุเวลา มุมทิศ มุมเงย และพิกัดของดวงอาทิตย์ลงในตารางบันทึกผล



5. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างตารางบันทึกผล

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำแหน่งดวงอาทิตย์	เวลาโดยประมาณ	มุมทิศ	มุมเงย	พิกัด
ศูนย์สูตร	ขอบฟ้าด้านตะวันออก				
	จุดเหนือศีรษะ				
	ขอบฟ้าด้านตะวันตก				

คำถามท้ายกิจกรรม

- เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ขอบฟ้าด้านตะวันออก มุมทิศและมุมเงยมีค่าเท่าใด
- เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ขอบฟ้าด้านตะวันตก มุมทิศและมุมเงยมีค่าเท่าใด
- ในช่วงเวลาต่าง ๆ ค่ามุมทิศและมุมเงยของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ตอนที่ 2 พิกัดขอบฟ้าของดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ

- นำแบบจำลองทรงกลมฟ้าที่สร้างจากตอนที่ 1 มาติดดาว A ที่ปลายตะเกียบด้านทิศเหนือ กำหนดตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร
- บันทึกตำแหน่งของดาวจากแบบจำลองลงในตารางบันทึกผล
- ระบุค่ามุมทิศ มุมเงย และพิกัดของดาวในตารางบันทึกผล
- ทำเช่นเดียวกับข้อ 2-3 แต่เปลี่ยนเป็นแบบจำลองของผู้สังเกตที่ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้ตามลำดับ
- สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างตารางบันทึกผล

ตำแหน่งผู้สังเกต	ตำแหน่งดาว	มุมทิศ	มุมเงย	พิกัด

คำถามท้ายกิจกรรม

- 1. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ ค่ามุมทิศและมุมเงยของดาวดวงเดียวกัน มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
- 2. จากกิจกรรม ค่ามุมเงยของดาว A สัมพันธ์กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตหรือไม่ อย่างไร

จากกิจกรรมพบว่า พิกัดของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต



(ก) (ข) (ค)

รูป 17.4 ขอบฟ้าของผู้สังเกตที่ละติจูดต่าง ๆ
(ก) ขั้วโลกเหนือ (ข) ละติจูด 45 องศาเหนือ (ค) ศูนย์สูตร

เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองทำให้ขอบฟ้าของผู้สังเกตเปลี่ยนไป ดังนั้น ใน 1 วัน ค่ามุมทิศและมุมเงยของดาวดวงเดียวกันจึงมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ขอบฟ้าของผู้สังเกตที่ละติจูดต่าง ๆ บนโลกแตกต่างกัน ทำให้การเห็นตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าชนิดเดียวกันแตกต่างกันดังรูป 17.4 ดังนั้นการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าของดาวดวงหนึ่ง ๆ จึงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตและเวลาในการสังเกต เพื่อให้การบอกตำแหน่งของดาวดวงเดียวกันได้ตรงกันไม่ว่าจะสังเกต ณ ตำแหน่งและเวลาใด จึงได้มีการกำหนดวิธีการระบุพิกัดของดาวในระบบพิกัดอื่นซึ่งจะได้ศึกษาต่อไป

ชวนคิด

ผู้สังเกตที่จังหวัดเชียงรายและจังหวัดนราธิวาส จะระบุพิกัดของดาวฤกษ์ดวงเดียวกันที่เวลาเดียวกันในระบบพิกัดขอบฟ้าได้ตรงกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

17.1.2 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร

การบอกพิกัดของวัตถุท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต ดังนั้นจึงมีการระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าโดยอ้างอิงจากจุดและเส้นสำคัญที่คงที่บนทรงกลมฟ้า เรียกว่า ระบบพิกัดศูนย์สูตร จุดและเส้นสำคัญที่ใช้ในการระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตรมีอะไรบ้าง จะศึกษาได้จากกิจกรรม 17.4



กิจกรรม 17.4 การระบุพิกัดของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร

จุดประสงค์กิจกรรม

- 1. อธิบายการบอกพิกัดของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตร
- 2. ระบุตำแหน่งของดาวที่กำหนดตามระบบพิกัดศูนย์สูตร

วัสดุ-อุปกรณ์

- 1. เอกสารความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญในการระบุพิกัดของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตร
- 2. แบบจำลองทรงกลมฟ้าที่สร้างในกิจกรรม 17.3
- 3. สติกเกอร์รูปวงกลมขนาด 1 เซนติเมตร
- 4. แถบสติกเกอร์ความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร
- 5. ปากกาเขียนแผ่นใสแบบลบไม่ได้
- 6. ภาพโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม



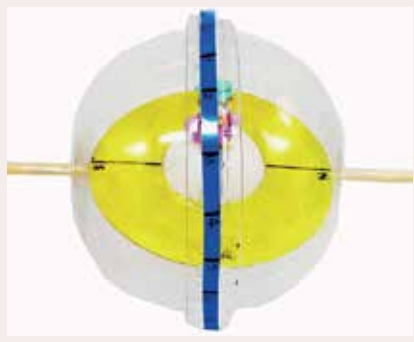
ipst.me/11077

- 1 ชุด
- 3 ชุด
- 18 ชิ้น
- 3 เส้น
- 1 ด้าม
- 1 แผ่น

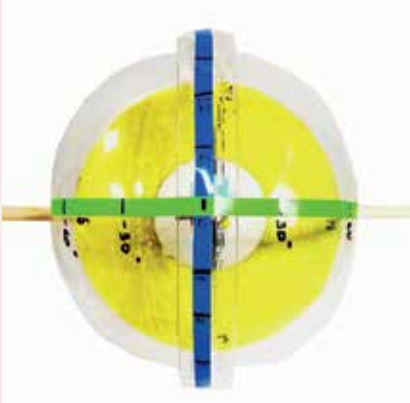
หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code

วิธีการทำกิจกรรม

- 1. ศึกษาความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญในการระบุพิกัดของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตรจากเอกสารความรู้ที่กำหนด
- 2. สร้างเส้นศูนย์สูตรฟ้า ขั้วฟ้าเหนือ และขั้วฟ้าใต้ ลงในแบบจำลองทรงกลมฟ้าที่ได้จากกิจกรรม 17.3
- 3. สร้างเส้นวงกลมชั่วโมงโดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 3.1 แบ่งเส้นศูนย์สูตรฟ้าออกเป็น 24 ช่อง เท่า ๆ กัน ให้แต่ละช่องมีหน่วยเป็นชั่วโมง ซึ่ง 1 ช่อง ห่างกัน 1 ชั่วโมง กำหนดให้จุดใดจุดหนึ่งเป็นจุดเริ่มต้นมีค่าเป็น 0 ชั่วโมง และให้ตำแหน่งถัดไปทางทิศตะวันออกเป็นชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 24 ตามทิศทางการหมุนของโลก (กมูมือขวา) ดังรูป



3.2 ติดแถบสติ๊กเกอร์จากขั้วฟ้าเหนือผ่านเส้นศูนย์สูตรฟ้ามายังขั้วฟ้าใต้ โดยให้เส้นตั้งฉากกับเส้นศูนย์สูตรฟ้าที่จุด 0 ชั่วโมง แบ่งระยะจากขั้วฟ้าเหนือมายังเส้นศูนย์สูตรฟ้าเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กันส่วนละ 30 องศา และทำเช่นเดียวกันกับขั้วฟ้าใต้ ดังรูป



4. ติดสติ๊กเกอร์ที่เขียนตัวอักษรแทนดาวฤกษ์แต่ละดวงลงบนทรงกลมฟ้าตามพิกัดของดาวที่กำหนดให้ ดังนี้
- (1) พิกัดดาว A ($0^h, 0^\circ$)
 - (2) พิกัดดาว B ($6^h, +30^\circ$)
 - (3) พิกัดดาว C ($6^h, +80^\circ$)
 - (4) พิกัดดาว D ($12^h, +45^\circ$)
 - (5) พิกัดดาว E ($0^h, -30^\circ$)
 - (6) ดาว F อยู่ห่างไปทางทิศตะวันออกจากจุดเริ่มต้น 12 ชั่วโมง และอยู่กึ่งกลางระหว่างขั้วฟ้าใต้กับระนาบศูนย์สูตรฟ้า
5. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2-4 แต่เปลี่ยนเป็นแบบจำลองทรงกลมฟ้าของผู้สังเกตที่ละติจูด 45 องศาเหนือและละติจูด 45 องศาใต้ตามลำดับ
6. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

คำถามท้ายกิจกรรม

- 1. ดาวที่มีพิกัด ($0^h, 0^\circ$) จะอยู่ที่ตำแหน่งใดบนทรงกลมฟ้า
- 2. ดาวดวงใดที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรฟ้า (ขั้วฟ้าเหนือ) ทราบได้อย่างไร
- 3. ดาวดวงใดที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตรฟ้า (ขั้วฟ้าใต้) ทราบได้อย่างไร
- 4. ดาวดวงใดที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรฟ้ามากที่สุด มีพิกัดเป็นเท่าใด
- 5. ดาว B อยู่ทางทิศใดของดาว E
- 6. จากกิจกรรม พิกัดของดาวบนทรงกลมฟ้าเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

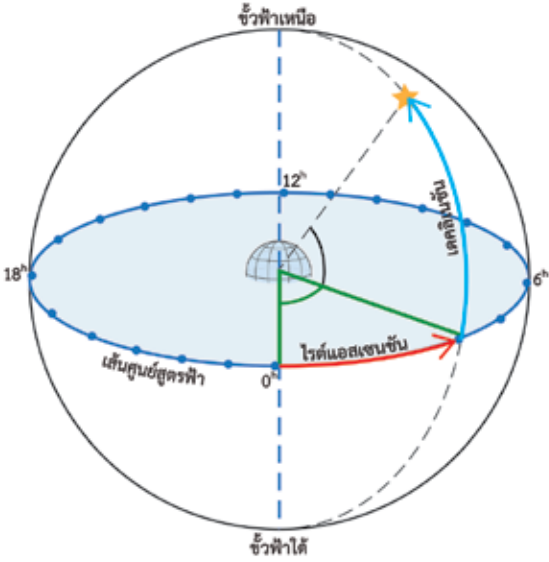
จากกิจกรรมพบว่า พิกัดของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตรจะมีค่าคงที่บนทรงกลมฟ้า โดยพิกัดของดาวจะไม่เปลี่ยนตามเวลาและตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต



ชวนคิด

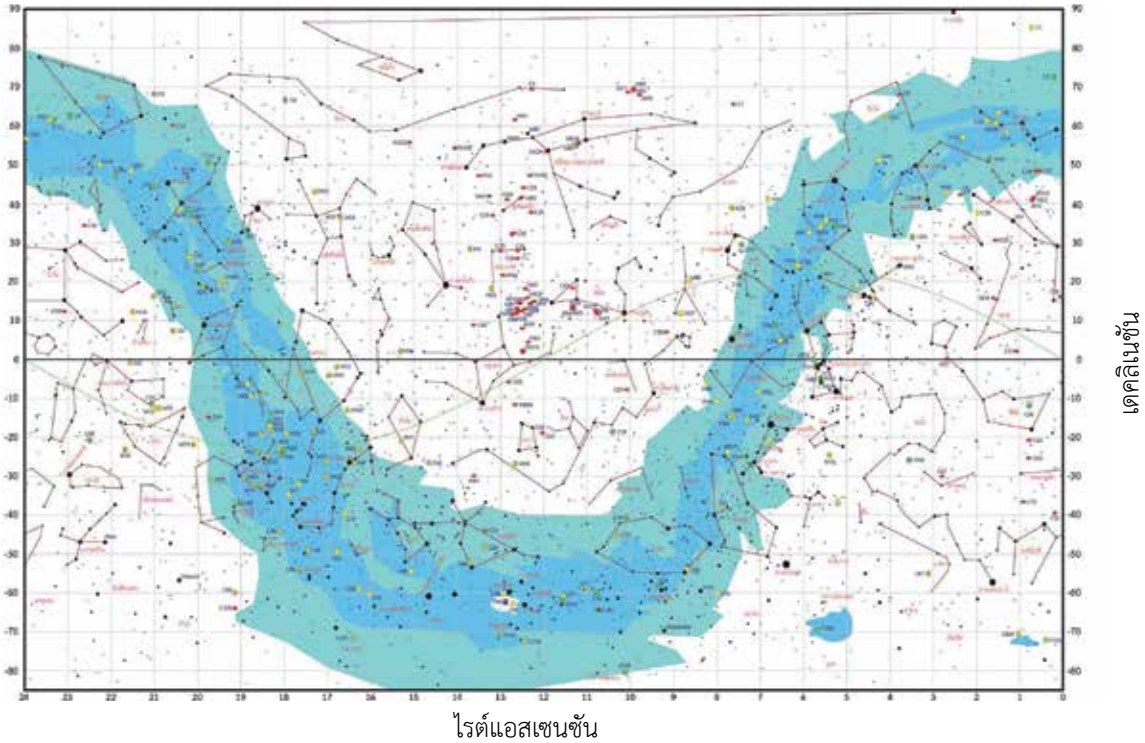
เราจะบอกพิกัดของดาวที่อยู่ตรงขั้วฟ้าเหนือได้อย่างไร

นักดาราศาสตร์ได้กำหนดเส้นอ้างอิงบนทรงกลมฟ้าเพื่อช่วยในการระบุพิกัดของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร ได้แก่ **เส้นศูนย์สูตรฟ้า** (celestial equator) ซึ่งเป็นเส้นที่เกิดจากการขยายเส้นศูนย์สูตรโลกออกไปถึงทรงกลมฟ้า ในการระบุพิกัดของวัตถุท้องฟ้าโดยอ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรฟ้าเรียกว่า ระบบพิกัดศูนย์สูตร โดยจะบอกพิกัดของดาวเป็นค่า**ไรต์แอสเซนชัน** (right ascension: RA) และ**เดคลิเนชัน** (declination: Dec) ซึ่งค่าไรต์แอสเซนชันจะบอกเป็นค่ามุมที่วัดจากจุดตั้งต้นที่ 0 ชั่วโมงไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้าและแบ่งเป็น 0-24 ชั่วโมง ส่วนค่าเดคลิเนชันเป็นค่ามุมที่ดาวอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าไปทาง**ขั้วฟ้าเหนือ** (north celestial pole: NCP) และ **ขั้วฟ้าใต้** (south celestial pole: SCP) จะมีค่าตั้งแต่ 0 องศาถึง +90 องศา เมื่อวัดไปทางขั้วฟ้าเหนือ และมีค่าตั้งแต่ 0 องศา ถึง -90 องศา เมื่อวัดไปทางขั้วฟ้าใต้ดังรูป 17.5



รูป 17.5 การระบุพิกัดของดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตร

พิกัดของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตรไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาและตำแหน่งของผู้สังเกต ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการบอกตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า และบอกพิกัดของดาวในบัญชีดาวหรือแผนที่ดาว รูป 17.6 แสดงค่าไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชันของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า



รูป 17.6 แผนที่ดาวระบบเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า



ตรวจสอบความเข้าใจ

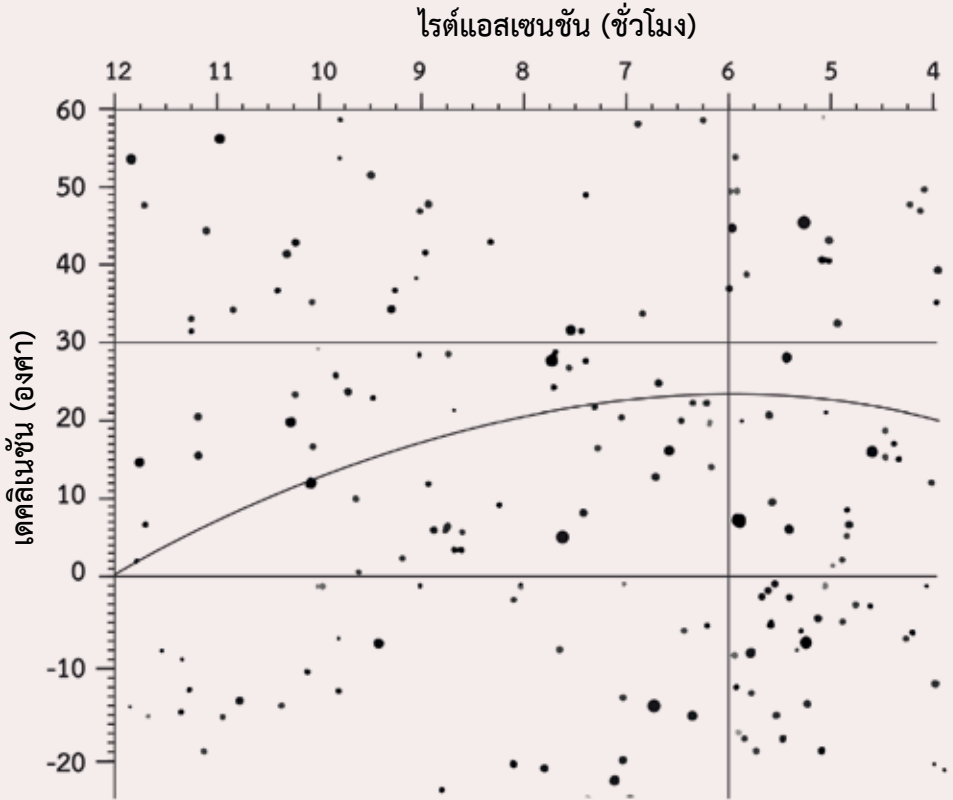
จากรูป 17.6 ดาวดวงใดที่มีไรต์แอสเซนชัน 18 ชั่วโมง 36 นาที และเดคลิเนชัน + 39 องศา



ตรวจสอบความเข้าใจ

ให้พิจารณาค่าไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชันของดาวที่กำหนด แล้วระบุตำแหน่งดาว A-G บนแผนที่ดาว

ดาว	ไรต์แอสเซนชัน (RA)	เดคลิเนชัน (Dec)
A ดาวคาเพลลา	5 ชั่วโมง 15 นาที	+45°
B ดาวดาวัว	4 ชั่วโมง 30 นาที	+16°
C ดาวโพรซิออน	7 ชั่วโมง 40 นาที	+5°
D ดาวหัวใจสิงห์	10 ชั่วโมง 15 นาที	+12°
E ดาวซีริอัส	6 ชั่วโมง 30 นาที	-16°
F ดาวไรเจล	5 ชั่วโมง 20 นาที	-8°
G ดาวเบเทลจัส	5 ชั่วโมง 50 นาที	+8°



17.2 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว

เมื่อมองจากโลกเราจะเห็นวัตถุท้องฟ้าเคลื่อนที่จากทางตะวันออกไปทางตะวันตก เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลกจากทางตะวันตกไปทางตะวันออก โดยเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดาว หากเราตั้งกล้องถ่ายภาพดวงดาวบนท้องฟ้าเป็นเวลาหลายชั่วโมงต่อเนื่องกันและนำภาพมาซ้อนกันเป็นภาพเดียว เราจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของวัตถุท้องฟ้าเป็นเส้นต่อเนื่องกันเรียกว่า **รอยดาว (star trail)** ดังรูป 17.7



รูป 17.7 ภาพรอยดาวเมื่อเล็งกล้องไปทางทิศเหนือถ่ายที่จังหวัดเชียงใหม่

ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกันจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เหมือนในรูปหรือไม่ อย่างไร ศึกษาได้จากกิจกรรม 17.5



กิจกรรม 17.5 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์

จุดประสงค์กิจกรรม

- 1. วาดภาพแสดงเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์
- 2. อธิบายเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

วัสดุ-อุปกรณ์

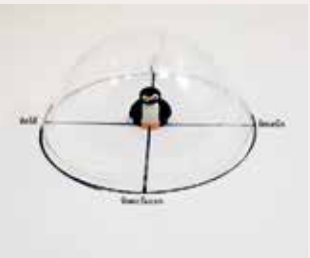
- | | |
|---|--------|
| 1. แบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.4 | 3 ชุด |
| 2. ปากกาเคมีแบบลบได้ด้ามละสี | 6 ด้าม |
| 3. กระดาษเทาขาวขนาด A4 | 1 แผ่น |
| 4. พลาสติกใสครึ่งทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร | 3 ชิ้น |
| 5. ตี๊กตาขนาด 1 เซนติเมตร | 3 ตัว |
| 6. เทปใส | 1 ม้วน |

วิธีการทำกิจกรรม

- 1. สร้างแบบจำลองท้องฟ้าของผู้สังเกตเพื่อใช้บันทึกเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ตามขั้นตอนดังนี้
 - 1.1 วาดวงกลมลงบนกระดาษเทาขาวขนาด A4 ให้มีขนาดเท่ากับพลาสติกใสครึ่งทรงกลม พร้อมระบุทิศทั้งสี่ และติดตี๊กตาตรงศูนย์กลางของวงกลม โดยหันหน้าไปทางทิศตะวันออก ดังรูป



- 1.2 ครอบพลาสติกใสครึ่งทรงกลมบนแผ่นกระดาษแล้วติดด้วยเทปใส ดังรูป



2. นักเรียนนำแบบจำลองทรงกลมฟ้าที่ได้จากกิจกรรม 17.4 มาศึกษาเส้นทางการขึ้นการตกของดาวแต่ละดวง เริ่มจากกำหนดให้ผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร นักเรียนถือแบบจำลองให้อยู่ในระดับสายตา โดยให้ระนาบขอบฟ้าของผู้สังเกตขนานกับพื้น จากนั้นหมุนทรงกลมฟ้าให้ตำแหน่งดาว A ตรงกับระนาบขอบฟ้าด้านตะวันออกซึ่งเป็นตำแหน่งการขึ้นของดาว A แล้วใช้ปากกาเคมีทำเครื่องหมายระบุตำแหน่งการขึ้นของดาว A ในแบบจำลองท้องฟ้าจากข้อ 1 ดังรูป



แบบจำลองทรงกลมฟ้า

แบบจำลองท้องฟ้า

3. ค่อย ๆ หมุนแกนโลกไปทางตะวันออกครั้งละ 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งทำเครื่องหมายระบุตำแหน่งของดาว A บนแบบจำลองท้องฟ้า และหมุนแกนโลกจนกระทั่งดาว A ลับขอบฟ้าทางตะวันตก



4. ลากเส้นเชื่อมจุดที่ได้บนแบบจำลองท้องฟ้าดังรูป



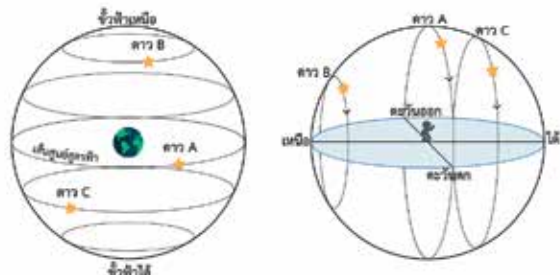
- 5. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2-4 แต่เปลี่ยนเป็นดาว B ถึง ดาว F
- 6. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2-5 แต่เปลี่ยนเป็นแบบจำลองทรงกลมฟ้าของผู้สังเกตที่ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้

คำถามท้ายกิจกรรม

- 1. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่เส้นศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A-F มีลักษณะอย่างไร
- 2. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือ เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A-F มีลักษณะอย่างไร
- 3. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาใต้ เส้นทางการขึ้นการตกของดาว A-F มีลักษณะอย่างไร
- 4. ผู้สังเกตที่ตำแหน่งละติจูดแตกต่างกันจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ดวงเดียวกันแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- 5. ดาวดวงใดขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกพอดี และมีเดคลิเนชันเป็นอย่างไร
- 6. ดาวดวงใดบ้างที่ขึ้นทางตะวันออกก่อนไปทางเหนือและตกทางตะวันตกก่อนไปทางเหนือ และมีเดคลิเนชันเป็นอย่างไร
- 7. ดาวดวงใดบ้างที่ขึ้นทางตะวันออกก่อนไปทางใต้และตกทางตะวันตกก่อนไปทางใต้ และมีเดคลิเนชันเป็นอย่างไร
- 8. เพราะเหตุใดดาวแต่ละดวงจึงมีตำแหน่งขึ้นและตกแตกต่างกัน

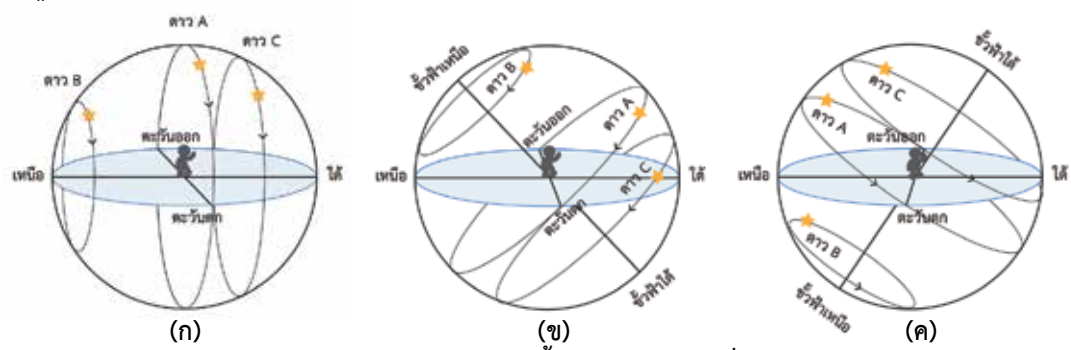
จากกิจกรรมพบว่า เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองทำให้ผู้สังเกตบนโลกเห็นดาวขึ้นทางตะวันออกและตกทางตะวันตก โดยผู้สังเกตที่ละติจูดเดียวกันจะเห็นดาวฤกษ์แต่ละดวงมีเส้นทางการขึ้นการตกเหมือนกันทุกวันตามเดคลิเนชันของดาวฤกษ์ แต่เมื่อตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกตต่างกัน เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์จะแตกต่างกัน

เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์แต่ละดวงแตกต่างกันขึ้นกับเดคลิเนชันของดาวฤกษ์และตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต ผู้สังเกตที่อยู่ตำแหน่งละติจูดเดียวกันจะเห็นดาวฤกษ์แต่ละดวงมีตำแหน่งการขึ้นการตกแตกต่างกันตามค่าเดคลิเนชันของดาวฤกษ์ โดยดาวฤกษ์ที่มีเดคลิเนชันเป็น 0 องศา (ดาว A) จะขึ้นตรงทิศตะวันออกและตกตรงทิศตะวันตกพอดี ดาวฤกษ์ที่มีเดคลิเนชันเป็นบวก (ดาว B) จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือและตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ ส่วนดาวฤกษ์ที่มีเดคลิเนชันเป็นลบ (ดาว C) จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางใต้และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้ ตำแหน่งที่ดาวฤกษ์ขึ้นและตกจะห่างจากทิศตะวันออกและทิศตะวันตกตามเดคลิเนชันของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ หากเดคลิเนชันของดาวมีค่าตรงกับละติจูดของผู้สังเกต ผู้สังเกตจะเห็นดาวเคลื่อนที่ผ่านจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกตพอดีขณะที่ดาวผ่านเมริเดียน ดังรูป 17.8



รูป 17.8 เส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ที่มีค่าเดคลิเนชันต่างกันเมื่อผู้สังเกตอยู่บริเวณศูนย์สูตร

นอกจากนี้ เส้นทางของการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ยังขึ้นกับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกันเส้นทางของการขึ้นการตกของดาวฤกษ์แต่ละดวงจะเปลี่ยนแปลงไป โดยผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตรจะเห็นเส้นทางของการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ตั้งฉากกับระนาบขอบฟ้าดังรูป 17.9 (ก) ส่วนผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจะเห็นเส้นทางของการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เฉียงไปทางใต้ ดังรูป 17.9 (ข) และผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกใต้จะเห็นเส้นทางของการขึ้นการตกของดาวฤกษ์เฉียงไปทางเหนือ ดังรูป 17.9 (ค)



รูป 17.9 แสดงเส้นทางของการขึ้นการตกของดาวที่ละติจูดต่าง ๆ
(ก) ศูนย์สูตร (ข) ละติจูด 45 องศาเหนือ (ค) ละติจูด 45 องศาใต้



ชวนคิด

ถ้าดาวดวงหนึ่งขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือแล้ว ดาวดวงนี้มีโอกาสที่จะตกลงขอบฟ้าไปทางทิศใด

หากสังเกตภาพรอยดาวในรูป 17.10 จะเห็นว่าเส้นทางของการขึ้นการตกของดาวเป็นเส้นโค้งรอบจุดศูนย์กลาง ซึ่งจุดศูนย์กลางดังกล่าวคือตำแหน่งของ **ขั้วฟ้า** (celestial pole) เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองทำให้คนบนโลกเห็นเสมือนว่าดวงดาวต่าง ๆ หมุนรอบขั้วฟ้า โดยตำแหน่งของขั้วฟ้าจะอยู่สูงจากขอบฟ้าเป็นมุมเงยเท่ากับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต นอกจากนี้อาจมีดาวฤกษ์บางดวงที่อยู่ใกล้ขั้วฟ้าจะไม่ตกกลับขอบฟ้า เรียกว่า **ดาวรอบขั้วฟ้า** (circumpolar stars) การจะเห็นดาวรอบขั้วฟ้าได้นั้นขึ้นอยู่กับละติจูดของผู้สังเกตและเดคลิเนชันของดาวฤกษ์ หากผลรวมของค่าละติจูดของผู้สังเกตกับค่าเดคลิเนชันของดาวฤกษ์มีค่ามากกว่า 90 องศา ผู้สังเกต ณ ละติจูดนั้นจะเห็นดาวดวงนั้นเป็นดาวรอบขั้วฟ้า



รูป 17.10 ภาพรอยดาวเมื่อหันไปทางทิศเหนือของผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่าง ๆ
(ก) ละติจูดประมาณ 18 องศาเหนือ (ข) ละติจูดประมาณ 40 องศาเหนือ



ชวนคิด

ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 15 องศาเหนือ จะเห็นดาวที่มีค่าเดคลิเนชันอย่างน้อยเท่าไรเป็นดาวรอบขั้วฟ้า

จากหัวข้อที่ผ่านมาพบว่าผู้สังเกตที่ละติจูดเดียวกันจะเห็นดาวฤกษ์บนท้องฟ้ามีเส้นทางของการขึ้นการตกเหมือนเดิมทุกวัน นักเรียนคิดว่าเส้นทางของการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับดาวฤกษ์หรือไม่ อย่างไร จะได้ศึกษาจากกิจกรรม 17.6



กิจกรรม 17.6 การศึกษาเส้นทางของการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์

จุดประสงค์กิจกรรม

อธิบายเส้นทางของการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์โดยใช้แบบจำลองทรงกลมฟ้า

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|---|--------|
| 1. เอกสารความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนเส้นสุริยวิถี | 1 ชุด |
| 2. แบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.5 | 3 ชุด |
| 3. แบบจำลองท้องฟ้าเช่นเดียวกับกิจกรรม 17.5 | 3 อัน |
| 4. ปากกาเคมีแบบลบไม่ได้ | 3 ด้าม |
| 5. แถบสติ๊กเกอร์สีขนาด 5 มิลลิเมตร | 1 ม้วน |

หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารได้จาก QR code



ipst.me/11078

วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนเส้นสุริยวิถี จากเอกสารความรู้ที่กำหนด
2. ระบุจุดสำคัญ 4 จุด บนแบบจำลองทรงกลมฟ้าจากกิจกรรม 17.5 ได้แก่ จุดวสันตวิษุวัต จุดครีษมายัน จุดศารทวิษุวัต และจุดเหมายันตามพิกัดที่กำหนด
3. สร้างเส้นสุริยวิถีโดยลากเส้นวงกลมใหญ่ผ่านจุดสำคัญทั้งสี่
4. ติดสติ๊กเกอร์แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่จุดวสันตวิษุวัต
5. สังเกตเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ โดยมีลำดับดังนี้
 - 5.1 เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์สูตร ถือแบบจำลองให้ระนาบขอบฟ้าของผู้สังเกตอยู่ในแนวขนานกับพื้นจากนั้นหมุนแกนโลกให้ตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่ที่ขอบฟ้าทางทิศตะวันออก และใช้ปากกาเคมีระบุตำแหน่งการขึ้นของดวงอาทิตย์ลงบนแบบจำลองท้องฟ้า



5.2 ค่อย ๆ หมุนแกนโลก ครึ่งละ 2 ชั่วโมงพร้อมทั้งทำเครื่องหมายระบุตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ลงบนแบบจำลองท้องฟ้า และหมุนแกนโลกจนกระทั่งดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าทางทิศตะวันตก ดังรูป

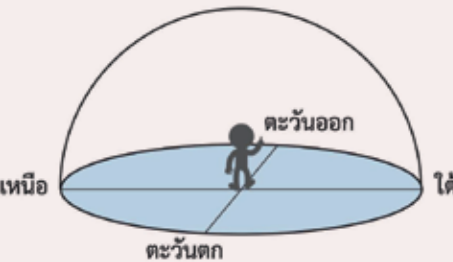


- 5.3 ลากเส้นเชื่อมจุดที่ได้จากข้อ 5.2
- 5.4 นับจำนวนชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า จากจำนวนชั่วโมงที่เปลี่ยนไปบนเส้นศูนย์สูตรฟ้า และบันทึกผล

6. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 5 แต่เปลี่ยนตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดครีษมายัน จุดศารทวิษุวัต และจุดเหมายัน ตามลำดับ บันทึกผล
7. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 5 แต่เปลี่ยนตำแหน่งผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้ตามลำดับ
8. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างแบบบันทึกกิจกรรม

ตำแหน่งผู้สังเกต



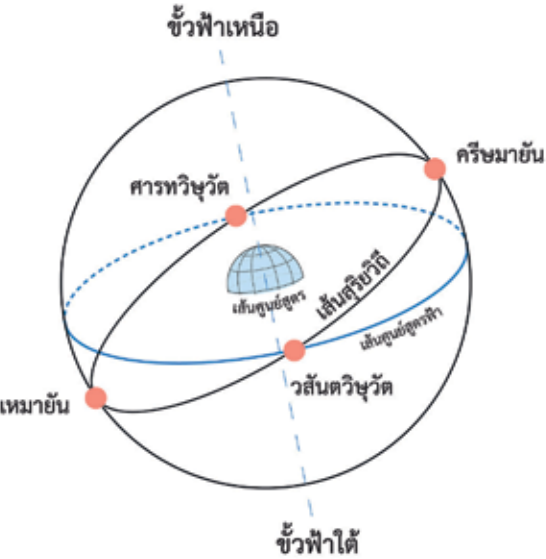
จุดสำคัญบนเส้นสุริยวิถี	ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ขึ้น	ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ตก	ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้า (ชั่วโมง)
จุดวสันตวิษุวัต			
จุดครีษมายัน			
จุดศารทวิษุวัต			
จุดเหมายัน			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดสำคัญที่สุด ตำแหน่งการขึ้นการตกและเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
3. เมื่อผู้สังเกตที่ละติจูดต่าง ๆ เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในวันเดียวกันเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
4. ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในวันเดียวกันของผู้สังเกตที่อยู่ละติจูดต่าง ๆ ยาวนานเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
5. ในวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดวสันตวิษุวัตและจุดศารทวิษุวัต ถ้าวางอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าเวลาประมาณ 06:00 นาฬิกา ดวงอาทิตย์จะลับขอบฟ้าที่เวลาประมาณเท่าใด

จากกิจกรรมพบว่าเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปตามเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์และละติจูดของผู้สังเกต โดยในแต่ละวันตำแหน่งดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนตำแหน่งไปบนเส้นสุริยวิถีส่งผลให้เดคลิเนชันของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ผู้สังเกตที่ละติจูดแตกต่างกันจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์แตกต่างกัน

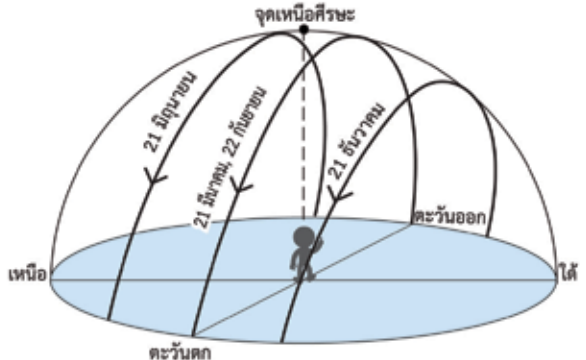
เส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าประกอบด้วยเส้นศูนย์สูตรฟ้าและเส้นสุริยวิถี (ecliptic) โดยเส้นสุริยวิถีเป็นเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในรอบปี ซึ่งมีตำแหน่งสำคัญ 4 จุด ได้แก่ **วสันตวิษุวัต** (vernal equinox) **ศารทวิษุวัต** (autumnal equinox) **ครีษมายัน** (summer solstice) และ**เหมายัน** (winter solstice) โดยจุดวสันตวิษุวัตและจุดศารทวิษุวัตเป็นจุดตัดของเส้นศูนย์สูตรฟ้ากับเส้นสุริยวิถี ซึ่งจุดวสันตวิษุวัตได้นำมาใช้เป็นจุดอ้างอิงในการระบุพิกัดของดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร ส่วนจุดครีษมายันเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าไปทางขั้วฟ้าเหนือมากที่สุด และจุดเหมายันเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าไปทางขั้วฟ้าใต้มากที่สุด ดังรูป 17.11



รูป 17.11 แสดงตำแหน่งสำคัญบนเส้นสุริยวิถี

จุดวสันตวิษุวัตเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์ปรากฏประมาณวันที่ 21 มีนาคม เป็นวันเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ ปัจจุบันจุดนี้อยู่ในกลุ่มดาวปลา แต่เมื่อประมาณ 2,000 ปีมาแล้วเคยอยู่ในกลุ่มดาวแกะ จึงเรียกจุดนี้ว่าจุดแรกของกลุ่มดาวแกะ ในวันดังกล่าวจะมีกลางวันยาวนานเท่ากับกลางคืน ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงออกและตกทางทิศตะวันตกพอดี เมื่อตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์เคลื่อนมายังจุดครีษมายัน ซึ่งเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์ปรากฏประมาณวันที่ 21 มิถุนายน เป็นวันกลางฤดูร้อน ในวันนี้ทางซีกโลกเหนือ เป็นช่วงเวลาที่กลางวันยาวนานที่สุด โดยดวงอาทิตย์จะขึ้นทางตะวันออกเฉียงไปทางเหนือและตกทางตะวันตกเฉียงไปทางเหนือ เมื่อดวงอาทิตย์มาอยู่ที่จุดศารทวิษุวัต ซึ่งเป็นจุดที่

ดวงอาทิตย์ปรากฏประมาณวันที่ 22 กันยายน เป็นวันเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง ในวันนี้ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงออกและตกทางทิศตะวันตกเช่นเดียวกับจุดวสันตวิษุวัต และเมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาถึงจุดเหมายันซึ่งเป็นวันกลางฤดูหนาวเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์ปรากฏประมาณวันที่ 21 ธันวาคม ดวงอาทิตย์จะขึ้นทาง ตะวันออกเฉียงไปทางใต้และตกทางตะวันตกเฉียงไปทางใต้ ในวันนี้ทางซีกโลกเหนือเป็นช่วงเวลาที่กลางวันสั้นที่สุดในรอบปีดังรูป 17.12



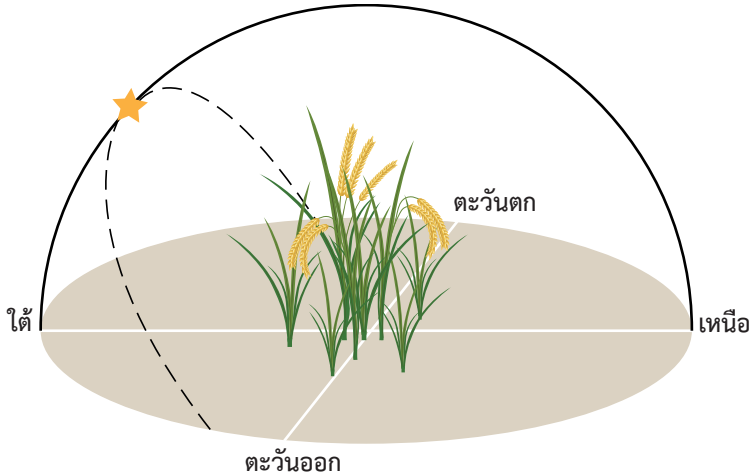
รูป 17.12 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ที่ประเทศไทย (ตำแหน่งละติจูดประมาณ 15 องศาเหนือ)

ในธรรมชาติหากเราสังเกตตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน จะพบว่าตำแหน่งดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ดังรูป 17.13 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กำลังตกกลับขอบฟ้าในช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน



รูป 17.13 เป็นตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กำลังตกกลับขอบฟ้า

เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ส่งผลต่อช่วงเวลากลางวัน กลางคืน และปริมาณพลังงาน แสงอาทิตย์ที่โลกได้รับในแต่ละฤดู ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก เช่น ปรากฏการณ์ ตะวันอ้อมข้าว เป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์ค่อนไปทางใต้มากที่สุด ผู้สังเกตที่ประเทศไทยจะเห็นเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เฉียงไปทางใต้มากที่สุด โดยตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์ไม่ได้ผ่านจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกต ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวตรงกับฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เราจึงเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านอ้อม ต้นข้าวไปทางใต้ นอกจากนี้ในวันดังกล่าวดวงอาทิตย์ยังมีเส้นทางการขึ้นการตกสั้นที่สุดส่งผลให้มีช่วงเวลากลางวันสั้นที่สุดในรอบปีดังรูป 17.14



รูป 17.14 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในวันตะวันออมา

นอกจากนี้ในวันเพ็ญผู้สังเกตที่อยู่บนละติจูด 66.5 องศาเหนือ ขึ้นไปอาจจะไม่เห็นดวงอาทิตย์เลย หรือจะเป็นเวลากลางคืนตลอด 24 ชั่วโมง และเมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มายังตำแหน่งครีษมายัน ผู้สังเกตที่ตำแหน่งดังกล่าวจะเห็นดวงอาทิตย์ตลอด 24 ชั่วโมง หรือเรียกว่า ปรากฏการณ์พระอาทิตย์เที่ยงคืนสำหรับผู้สังเกตที่อยู่ตำแหน่งละติจูด 66.5 องศาเหนือขึ้นไปจะมีโอกาสเห็นพระอาทิตย์เที่ยงคืนมากกว่า 1 วัน

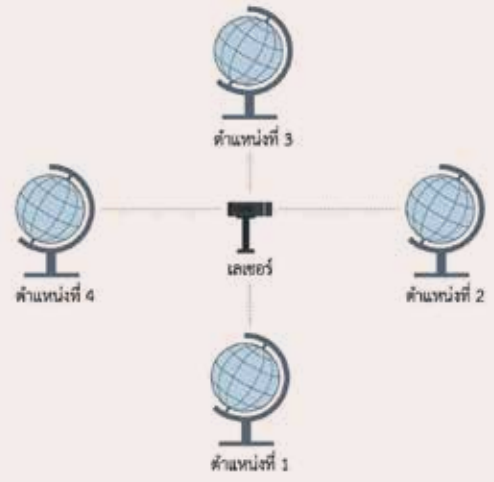
การศึกษาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบที่อยู่อาศัย เพื่อความสะดวกสบายและประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบบ้านและตำแหน่งของห้องต่าง ๆ ควรสอดคล้องกับตำแหน่งละติจูด โดยประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณซีกโลกเหนือ จะมีเส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์จะค่อนไปทางใต้ ประเทศไทยจึงรับแสงที่มาจากทางทิศใต้มากกว่าทางทิศเหนือ ดังนั้นการออกแบบบ้านต้องคำนึงถึงทิศทางของแสงแดดที่ส่องและการใช้งาน เช่น ห้องรับแขก หรือ ห้องทานอาหารควรจัดให้อยู่ทางทิศเหนือ เนื่องจากได้รับความร้อนจากแสงแดดน้อยที่สุด ส่วนบริเวณห้องครัวและที่ซักล้างควรจัดอยู่ทางทิศใต้เพื่อให้รับแสงแดดได้เต็มที่ตลอดทั้งวันช่วยฆ่าเชื้อโรค และลดกลิ่นอับชื้น



ลองทำดู

เส้นสุริยวิถีเป็นเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ที่ผ่านกลุ่มดาวต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้า สามารถทำกิจกรรมเพื่อสร้างเส้นสุริยวิถีบนทรงกลมฟ้าได้ดังนี้

1. กำหนดวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็น 4 ตำแหน่ง โดยให้แกนเอียงของโลกชี้ไปในทิศเดียวกัน และทำมุม 23.5 องศา จากแนวที่ตั้งฉากกับระนาบการโคจร ดังรูป



2. กำหนดให้เลเซอร์แทนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ โดยติดตั้งเลเซอร์ให้อยู่สูงจากพื้นประมาณ 15 เซนติเมตร
3. วางแบบจำลองทรงกลมฟ้าที่ได้จากกิจกรรม 17.4 โดยให้แกนโลกเอียง 23.5 องศา และชี้ไปในทิศทางเดิมขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยในตำแหน่งที่ 1 ให้แสงเลเซอร์ตกลงบนเส้นศูนย์สูตรฟ้า
4. ใช้ปากกาเขียนตำแหน่งที่แสงเลเซอร์ตกลงบนทรงกลมฟ้าและระบุชื่อของวันในแต่ละตำแหน่งในวงโคจร
5. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนตำแหน่งของแบบจำลองทรงกลมฟ้าไปตำแหน่งที่ 2
6. เมื่อทำการทดลองครบทั้ง 4 จุดแล้วให้ลากเส้นเชื่อมต่อจุดทั้ง 4

เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณแสงอาทิตย์ที่โลกได้รับและความยาวของกลางวันกลางคืนของผู้สังเกตบนโลก การศึกษาการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และดวงดาว ยังสามารถนำมาใช้ในการบอกเวลา ซึ่งจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

17.3 เวลาสุริยคติ

เวลามีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในทุก ๆ ด้าน เช่น การบอกช่วงเวลาในหนึ่งวัน หรือการบอกฤดูกาล ในอดีตที่ยังไม่มีเครื่องมือบอกเวลาที่เป็นมาตรฐาน มนุษย์จึงใช้การสังเกตตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวฤกษ์ ในการบอกเวลา เวลาที่ใช้ตำแหน่งของดาวฤกษ์อ้างอิงเรียกว่า **เวลาดาราคติ** (sidereal time) ซึ่งมีช่วงเวลาค่อนข้างคงที่เนื่องจากดาวฤกษ์นั้นอยู่ไกลจากโลกมากและคาบการหมุนรอบตัวเองของโลกค่อนข้างคงที่ แต่เวลาดาราคติใช้งานได้ไม่สะดวกเนื่องจากไม่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์เวลาที่อ้างอิงจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า เรียกว่า **เวลาสุริยคติ** (solar time) โดยสังเกตตำแหน่งของดวงอาทิตย์และใช้นาฬิกาแดดเป็นเครื่องมือในการบอกเวลาโดยสังเกตจากเงาบนหน้าปัดนาฬิกาที่เกิดจากตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ ดังรูป 17.15 ซึ่งมีทั้ง **เวลาสุริยคติปรากฏ** (apparent solar time) และ **เวลาสุริยคติปานกลาง** (mean solar time) ดังจะได้ศึกษาต่อไป



รูป 17.15 นาฬิกาแดดแบบศูนย์สูตรที่การกีฬาแห่งประเทศไทย

17.3.1 เวลาสุริยคติปรากฏ

ในแต่ละวันเราสังเกตเห็นตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาและทำให้เกิดเงาของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ความรู้นี้จะนำมาใช้ในการบอกเวลาได้อย่างไร ซึ่งจะได้ศึกษาจากกิจกรรม 17.7



กิจกรรม 17.7 เวลาสุริยคติปรากฏ



จุดประสงค์กิจกรรม

เปรียบเทียบเวลาที่เกิดเงา ณ ตำแหน่งเดิมในแต่ละวัน

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|--|--------|
| 1. เอกสารความรู้เรื่อง การสร้างอุปกรณ์ที่ใช้สังเกตเงา | 1 ชุด |
| 2. ชุดข้อมูล วันที่และเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกต ในแต่ละเดือนตลอดทั้งปี | 1 ชุด |
| 3. แท่งวัตถุปลายแหลมที่ใช้เป็นหลักเงา เช่น แท่งไม้ทรงกระบอก ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร | 1 อัน |
| 4. แผ่นพลาสติกลูกฟูกสีขาว ขนาด กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร | 1 แผ่น |
| 5. ปากเคมีแบบบลบไม้ได้ | 1 ด้าม |
| 6. เช็มทิศ | 1 อัน |
| 7. เทปผ้า | 1 ม้วน |

หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้และชุดข้อมูลได้จาก QR code

วิธีการทำกิจกรรม

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

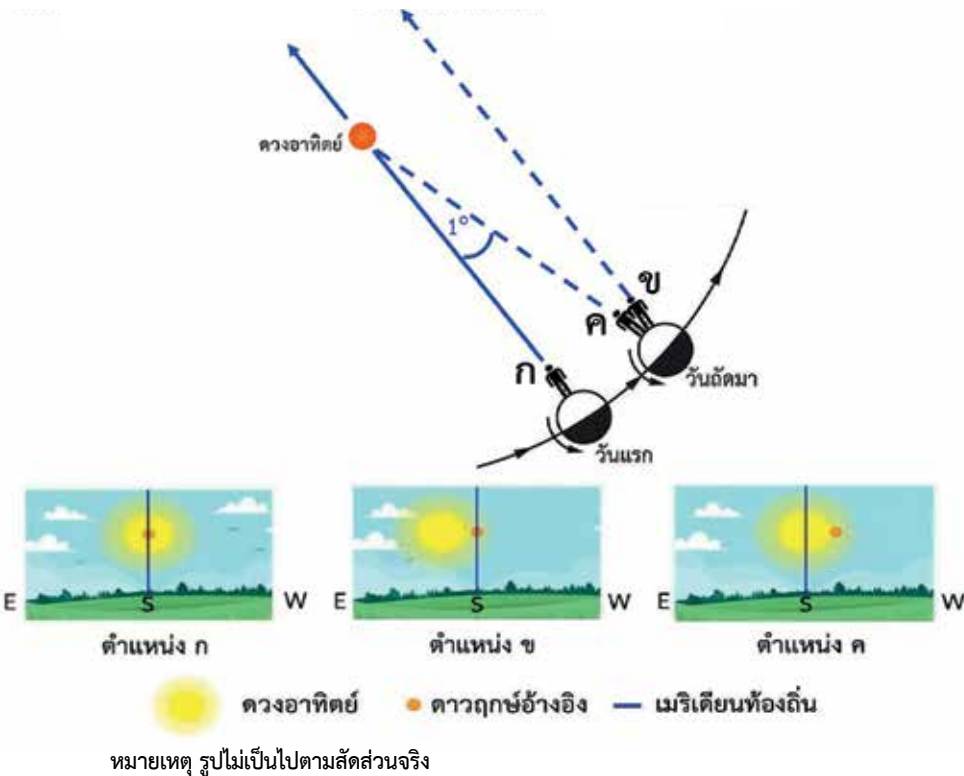
คำถามท้ายกิจกรรม

1. เวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวันเป็นเวลาเดิมหรือไม่ อย่างไร
2. วิเคราะห์วันที่และเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนสองวันติดกันในแต่ละสัปดาห์ตลอดทั้งปีจากชุดข้อมูลที่กำหนดให้ ช่วงเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนสองวันติดกันในแต่ละสัปดาห์ยาวเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

จากกิจกรรม เวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวันแตกต่างกัน ช่วงเวลาที่เงาผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตของแต่ละวันใน 1 เดือนตลอดทั้งปียาวนานไม่เท่ากันโดยอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแตกต่างกันในแต่ละเดือน

ช่วงเวลาระหว่างการสังเกตเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเมริเดียนท้องถื่นครั้งแรกถึงครั้งถัดไปเรียกว่า 1 **วันสุริยคติปรากฏ** (apparent solar day) ดังรูป 17.16 ช่วงเวลาดังกล่าวนี้นยาวนานไม่เท่ากันเนื่องจากปัจจัย 2 ประการ คือ ความเร็วของโลกที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นวงรีนั้นไม่คงที่ และความเอียงของเส้นสุริยวิถีเมื่อเทียบกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า

ปลายลูกศรชี้ไปยังดาวฤกษ์ที่ใช้อ้างอิงดวงเดียวกันซึ่งอยู่ไกลมาก



รูป 17. 16 การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกต

จากรูป 17.16 จะเห็นว่า ผู้สังเกตที่ตำแหน่ง ก จะเห็นดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์อ้างอิงที่อยู่ไกลมากกำลังผ่านเมริเดียนท้องถื่นครั้งแรก เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ผู้สังเกตอยู่ที่ตำแหน่ง ข จะเห็นดาวฤกษ์อ้างอิงผ่านเมริเดียนท้องถื่นอีกครั้ง ช่วงเวลานี้เรียกว่า 1 **วันดาราคติ** (sidereal day) แต่โลกโคจรเปลี่ยนตำแหน่งไปเล็กน้อยเป็นระยะทางเชิงมุมประมาณ 1 องศา จึงทำให้ดวงอาทิตย์ยังไม่ผ่านเมริเดียนท้องถื่นในขณะนั้น ดังนั้นเมื่อครบ 1 วันดาราคติผู้สังเกตจึงเห็นดวงอาทิตย์อยู่

ทางตะวันออกเป็นมุมประมาณ 1 องศา จนกระทั่งโลกหมุนรอบตัวเองต่อไปอีก 1 องศา เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ตำแหน่ง ค ดวงอาทิตย์จะผ่านเมริเดียนท้องถื่น จึงครบ 1 วันสุริยคติปรากฏ

อย่างไรก็ตามดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ห่างจากเมริเดียนท้องถื่นเป็นมุมเท่ากับ 1 องศา ทุกวัน จากกฎของเคเพลร์ข้อที่ 1 โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี และกฎข้อที่ 2 ระยะห่างเชิงมุมนี้จะมีค่ามากเมื่อโลกอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์เนื่องจากโลกโคจรเร็ว แต่ถ้าโลกอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์ระยะห่างเชิงมุมนี้ก็จะน้อยเนื่องจากโลกโคจรช้า จึงทำให้วันสุริยคติปรากฏยาวนานไม่เท่ากัน

เนื่องจากเวลา 1 วันสุริยคติปรากฏยาวไม่คงที่ จึงไม่สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการบอกเวลาได้ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการบอกเวลาโดยใช้สิ่งที่มีคาบคงที่ ซึ่งจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป



ความรู้เพิ่มเติม

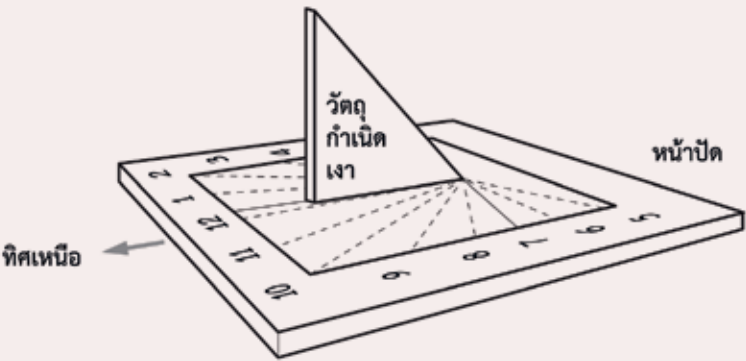
นาฬิกาแดดเป็นเครื่องมือที่ใช้บอกเวลา โดยสังเกตจากเงาบนหน้าปัดนาฬิกาที่เปลี่ยนตำแหน่งตามการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ โดยทั่วไปนาฬิกาแดดมี 3 ประเภท ซึ่งนาฬิกาแดดแต่ละประเภทมีลักษณะและวิธีการอ่านเวลาแตกต่างกัน ดังนี้

นาฬิกาแดดแบบศูนย์สูตร (equatorial sundial) คือนาฬิกาแดดซึ่งถูกออกแบบให้ประกอบด้วยหน้าปัดของนาฬิกาวางตัวตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้า ซึ่งหน้าปัดอาจจะเป็นแผ่นระนาบหรือเป็นแผ่นโค้งรูปครึ่งทรงกลมดังแสดงในรูปและ **หลักเงา** (gnomon) ของนาฬิกาแดดแบบนี้กำหนดให้เส้นเชือกที่ขึงหรือสันของหลักเงาชี้ตามแนวที่ขนานกับแกนหมุนของโลกหลักเงานี้อาจจะเป็นแผ่นซึ่งติดกับหน้าปัด หรืออาจจะเป็นเส้นลวดหรือเชือกที่ขึงอยู่เหนือหน้าปัด

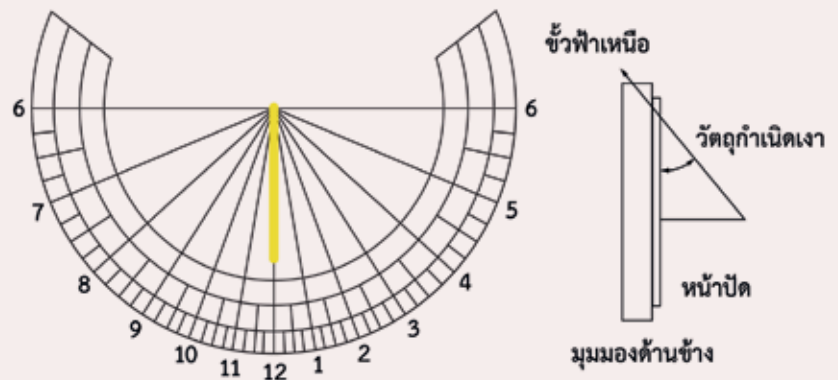
เมื่อดวงอาทิตย์โคจรผ่านหลักเงาจะทำให้เงาที่ปรากฏบนหน้าปัดเคลื่อนที่โดยไม่ขึ้นกับเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์ ถ้าหน้าปัดโค้งเป็นรูปครึ่งทรงกลมเงาจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วค่อนข้างคงที่ ทำให้ทำเครื่องหมายเพื่อใช้ในการอ่านเวลาสุริยคติปรากฏได้ง่าย โดยทั่วไปมักมีกราฟสมการเวลาติดอยู่เพื่อใช้เทียบเวลาที่อ่านได้กับเวลามาตรฐาน



นาฬิกาแดดแนวราบ (horizontal sundial) เป็นนาฬิกาแดดที่วางบนพื้นราบ มีหลักเงาขนานกับแกนหมุนของโลกและชี้ไปทางขั้วฟ้าเหนือ **เส้นชั่วโมง** (hour-line) บนหน้าปัดของนาฬิกาแดดแนวราบแต่ละเส้นจะห่างไม่เท่ากัน



นาฬิกาแดดแนวตั้ง (vertical sundial) เป็นนาฬิกาแดดที่วางในแนวตั้ง สันที่ทำให้เกิดเงาตั้งฉากกับหน้าปัด มีหน้าปัดสองด้าน



นอกจากการบอกเวลาโดยใช้ตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์แล้ว ในการศึกษาทางดาราศาสตร์มีการบอกเวลา โดยอาศัยตำแหน่งของดาวฤกษ์หรือจุดคงที่บนท้องฟ้าเป็นจุดอ้างอิง เรียกว่าเวลาดาราคติ เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเองด้วยคาบค่อนข้างคงที่ ระยะเวลาในระบบเวลาดาราคติจึงค่อนข้างคงที่ เพราะไม่ขึ้นกับการโคจรรอบดวงอาทิตย์ และนักดาราศาสตร์ได้กำหนดให้ใช้จุดวสันตวิษุวัตเป็นจุดอ้างอิงในการนับเวลาดาราคติ ช่วงเวลาระหว่างที่จุดวสันตวิษุวัตโคจรผ่านเมริเดียนท้องถิ่นสองครั้งติดต่อกันนับเป็นเวลา 1 วันดาราคติ

17.3.2 เวลาสุริยคติปานกลางและการเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก

เนื่องจากวันสุริยคติปรากฏในแต่ละวันยาวไม่เท่ากัน นักดาราศาสตร์จึงได้กำหนดดวงอาทิตย์สมมติ เรียกว่า **ดวงอาทิตย์ปานกลาง** (mean Sun) โดยให้โคจรไปบนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปานกลางผ่านเมริเดียนท้องถิ่นติดต่อกันสองครั้ง นับเป็นเวลา 1 **วันสุริยคติปานกลาง** (mean solar day) ซึ่งแต่ละวันจะมีช่วงเวลาคงที่เท่ากันตลอดปี เท่ากับ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้สังเกตที่อยู่ ณ ลองจิจูดต่างกันจะเห็นดวงอาทิตย์ปานกลางผ่านเส้นเมริเดียนท้องถิ่นไม่พร้อมกัน จึงมีเวลาสุริยคติปานกลางแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้คนบนโลกที่อยู่ใกล้เคียงกันมีเวลาสุริยคติปานกลางเดียว จึงกำหนดเวลาสุริยคติปานกลางที่ **เมริเดียนแรก** (prime meridian) ซึ่งกำหนดให้เป็นเส้นลองจิจูดที่ 0 องศา เป็นเวลามาตรฐานของโลก ในอดีตเส้นเมริเดียนหลักนี้ คือ เส้นเมริเดียนที่ผ่าน **หอดูดาวหลวงกรีนวิช** (Royal Observatory Greenwich) ประเทศอังกฤษ และเรียกว่า **เวลาปานกลางกรีนวิช** (Greenwich mean time: GMT) แต่ในปัจจุบันได้มีการปรับตั้งเส้นเมริเดียนหลักและเวลาปานกลางกรีนวิชให้มีความเที่ยงตรงมากขึ้นโดยเทียบกับระบบดาวเทียมจีพีเอส และนาฬิกาอะตอม จึงเรียกเวลามาตรฐานว่า **เวลายูทีซี** (Coordinated Universal Time: UTC)

สำหรับผู้สังเกตที่อยู่บนเส้นลองจิจูดอื่น เวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนท้องถิ่นของผู้สังเกตจะต่างจากเวลายูทีซีในอัตรา 4 นาทีต่อ 1 องศา ดังนั้น ผู้สังเกตที่อยู่บนลองจิจูดที่ 15 องศาตะวันออก จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนก่อนหน้าผู้สังเกตที่หอดูดาวหลวงกรีนวิช 1 ชั่วโมง (60 นาที) ถ้าผู้สังเกตที่อยู่บนลองจิจูดที่ 15 องศาตะวันตก จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนหลังหอดูดาวหลวงกรีนวิช 1 ชั่วโมง

ดังนั้นเพื่อประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารและการคมนาคมระหว่างประเทศจึงได้มีการกำหนด **เขตเวลามาตรฐานสากล** (standard time zone) โดยให้ภายในทุก ๆ 15 องศาลองจิจูดเป็นเขตเวลาเดียวกัน และใช้เวลาเดียวกัน เรียกว่า **เวลามาตรฐาน** (zone time) ส่วนเวลามาตรฐานของแต่ละประเทศจะกำหนดขึ้นตามความเหมาะสม ซึ่งอาจไม่มีความเกี่ยวข้องกับเวลามาตรฐานดังจะได้ศึกษาจากกิจกรรม 17.8



กิจกรรม 17.8 เวลามาตรฐาน

จุดประสงค์กิจกรรม

บอกเวลามาตรฐานของประเทศต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลเขตเวลามาตรฐานสากล



ipst.me/11080

วัสดุ-อุปกรณ์

- 1. เอกสารความรู้เรื่อง การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในแต่ละเขตเวลามาตรฐานสากล 1 ชุด
- 2. แผนที่แสดงเขตเวลาของโลก 1 แผ่น
- 3. ปากกาเคมีสีต่างกัน 3 สี 3 ด้าม

หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code

สถานการณ์

สถานการณ์ที่ 1

ถ้านายเออยู่ที่ประเทศไทยต้องการโทรศัพท์ไปติดต่อกับหน่วยงานราชการที่ กรุงปักกิ่ง ประเทศจีน ซึ่งเปิดทำการถึงเวลา 17:00 นาฬิกา ขณะที่เวลามาตรฐานของประเทศไทยคือเวลา 15:00 นาฬิกา เวลามาตรฐานที่ประเทศจีนคือเวลาใด และสามารถโทรศัพท์ไปติดต่อได้หรือไม่

สถานการณ์ที่ 2

ถ้านางสาวหญิงไปศึกษาต่อที่ประเทศออสเตรเลียซึ่งอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากล +10 และต้องการส่งข้อความผ่านแอปพลิเคชันมาหาครอบครัวที่อยู่ในประเทศไทย ขณะที่เวลามาตรฐานที่ประเทศออสเตรเลียคือเวลา 07:00 นาฬิกา ครอบครัวที่อยู่ประเทศไทยจะได้รับข้อความในเวลาใด ตามเวลามาตรฐานของประเทศไทย (ไม่คิดเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความ)

สถานการณ์ที่ 3

ถ้านายนิวยอยู่ที่รัฐเนวาดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ต้องการเดินทางไปยังประเทศญี่ปุ่น และเครื่องบินออกเดินทางเวลา 17:00 นาฬิกา ของวันที่ 18 กุมภาพันธ์ และบินไปทางทิศตะวันออก ซึ่งใช้เวลาเดินทาง 12 ชั่วโมง นายนิวจะเดินทางถึงประเทศญี่ปุ่นเป็นวันและเวลาใดตามเวลา มาตรฐานของญี่ปุ่น

วิธีการทำกิจกรรม

- 1. ศึกษาเอกสารความรู้เรื่อง การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในแต่ละเขตเวลามาตรฐานสากล
- 2. วิเคราะห์สถานการณ์ข้างต้น และระบุตำแหน่งของแต่ละคนบนแผนที่แสดงเขตเวลา
- 3. ระบุเขตเวลามาตรฐานสากลของแต่ละคนด้วยปากกาเคมี โดยกำหนดให้สถานการณ์ละ 1 สี และระบุเวลามาตรฐานของประเทศ
- 4. ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 5. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

คำถามท้ายกิจกรรม

- 1. เขตเวลามาตรฐานสากลบนโลกมีทั้งหมดกี่เขต
- 2. แต่ละประเทศในสถานการณ์ทั้งสาม อยู่ในเขตเวลาใดบ้าง
- 3. ในแต่ละประเทศมีเขตเวลามาตรฐานสากลเพียงเขตเดียวหรือไม่ อย่างไร

จากกิจกรรมพบว่า แต่ละประเทศมีเวลามาตรฐานแตกต่างกันเนื่องจากตั้งอยู่ในตำแหน่งลองจิจูดต่างกันและอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากลต่างกัน

หอดูดาวหลวงกรีนิชตั้งอยู่ในเขตเวลา 0 ประเทศที่อยู่ไปทางทิศตะวันออกจะมีเขตเวลาเป็นบวก และประเทศที่อยู่ไปทางทิศตะวันตกจะมีเขตเวลาเป็นลบ โดยแต่ละเขตเวลาจะมีอาณาเขต 15 องศาลองจิจูด และมีเวลาต่างกัน 1 ชั่วโมง เช่น ถ้าเวลาอยู่ที่ซีกคือ 00:00 นาฬิกา ของวันที่ 9 มกราคม ประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตเวลา +7 ดังนั้นเวลามาตรฐานที่ประเทศไทยคือ 07:00 นาฬิกา ของวันที่ 9 มกราคม ขณะที่ประเทศเม็กซิโกอยู่ในเขตเวลา -6 ดังนั้นเวลามาตรฐานที่ประเทศเม็กซิโกคือ 18:00 นาฬิกา ของวันที่ 8 มกราคม ซึ่งข้อมูลของเขตเวลามาตรฐานสากลของโลก แสดงดังรูป 17.17



รูป 17.17 เขตเวลามาตรฐานของโลก

อย่างไรก็ตามการกำหนดเวลามาตรฐานในแต่ละประเทศไม่ได้ขึ้นกับเส้นลองจิจูดเพียงอย่างเดียว ยังมีการใช้อาณาเขตของรัฐ ประเทศ หรือเขตการปกครองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดเขตเวลาร่วมด้วย เช่น ประเทศไอซ์แลนด์ตั้งอยู่บนลองจิจูดที่ 14 ถึง 24 องศาตะวันตก ซึ่งอยู่ในเขตเวลามาตรฐาน -1 แต่ประเทศไอซ์แลนด์ใช้เขตเวลามาตรฐาน 0 เนื่องจากอยู่ในกลุ่มประเทศนอร์ดิก ซึ่งอยู่ในภูมิภาคตอนเหนือของทวีปยุโรป จึงกำหนดใช้เวลามาตรฐานให้สอดคล้องกับเวลามาตรฐานของภูมิภาคนี้

ในบางประเทศที่มีอาณาเขตขนาดใหญ่มากกว่า 15 องศาลองจิจูด จะมีเขตเวลาภายในประเทศมากกว่า 1 เขต เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งอยู่ในเขตเวลามาตรฐาน -5 ถึงเขตเวลามาตรฐาน -10 ประเทศออสเตรเลียตั้งอยู่ในเขตเวลามาตรฐาน +8 ถึงเขตเวลามาตรฐาน +11 การกำหนดเขตเวลา มาตรฐานของโลกถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน ซึ่งจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป



ชวนคิด

ประเทศสิงคโปร์ตั้งอยู่ในเขตเวลามาตรฐานสากลเดียวกันกับประเทศไทย เพราะเหตุใด ประเทศสิงคโปร์จึงกำหนดเวลามาตรฐานของประเทศเป็นเวลา UTC+08:00

17.3.3 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเวลามาตรฐาน

การศึกษาข้อมูลของเขตเวลามาตรฐานสากล เวลาประจำเขต และเวลามาตรฐาน มีประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เช่น การคมนาคม การสื่อสาร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การคมนาคมและขนส่ง

การคมนาคมและการขนส่งระหว่างประเทศในปัจจุบัน นิยมใช้รถไฟและเครื่องบินเป็นหลัก ซึ่งใช้เวลามาตรฐานแสดงตารางการเดินทางและขนส่งสินค้า ดังนี้

• รถไฟ

การคมนาคมทางรถไฟทั้งการเดินทางภายในประเทศที่อยู่ต่างเขตเวลา และ การเดินทางระหว่างประเทศจำเป็นต้องใช้เวลามาตรฐานในการบอกเวลาเริ่มออกเดินทางเวลาถึงที่หมาย ของรถไฟแต่ละขบวน และเวลาของสถานีต่าง ๆ ในเส้นทางเพื่อลดความสับสนจากการใช้ระบบเวลาที่ แตกต่างกันไป เช่น ตารางเวลาการเดินทางรถไฟสายยูโรสตาร์จากประเทศอังกฤษไปยังประเทศฝรั่งเศส ดังรูป 17.18 จากรูปจะเห็นว่ารถไฟขบวนที่ 9092 ออกเดินทางจากกรุงลอนดอน ณ สถานี St. Pancras วันเสาร์ เวลา 09:45 นาฬิกา และเดินทางถึงสถานี St. Maurice ประเทศฝรั่งเศส ในวันเดียวกัน เวลา 19:03 นาฬิกา ตามเวลามาตรฐานท้องถิ่นของประเทศฝรั่งเศส

Train no.	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	London St.Pancras	Ashford International	Moutiers	Aime La Plagne	Bourg St.Maurice
9092	-	-	-	-	-	✓	-	09:45	10:28	18:27	18:46	19:03
9096	-	-	-	-	✓	-	-	19:42	20:28	05:34	05:58	06:17
9096	-	-	-	-	-	✓	-	19:42	20:28	05:34	05:58	06:17
Train no.	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Bourg St.Maurice	Aime La Plagne	Moutiers	Ashford International	London St.Pancras
9095	-	-	-	-	-	✓	-	09:34	-	10:14	15:37	16:13
9095	-	-	-	-	-	-	✓	09:34	-	10:14	15:37	16:13
9099	-	-	-	-	-	✓	-	22:12	-	22:54	06:33	07:16
9099	-	-	-	-	-	✓	-	22:12	-	22:54	-	07:05

รูป 17.18 ตารางการเดินทางรถไฟสายยูโรสตาร์

• เครื่องบิน

การคมนาคมทางอากาศเป็นการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าเช่นเดียวกันกับรถไฟ โดยใช้เครื่องบินเป็นพาหนะ การเดินทางระหว่างประเทศใช้เวลามาตรฐานท้องถิ่นในการบอกตาราง เวลาการเดินทางของเครื่องบิน ตารางเวลาของเที่ยวบินจะแสดงเวลามาตรฐานของประเทศที่เป็น จุดเริ่มต้นและประเทศที่เป็นจุดหมายปลายทาง ดังรูป 17.19 จะเห็นว่า เที่ยวบิน TG 478 ออกเดินทาง จากสนามบินบรีสเบน ประเทศออสเตรเลียวันอังคาร เวลา 23:40 นาฬิกา จะเดินทางถึงกรุงเทพ ในวันพุธ เวลา 05:50 นาฬิกา

Australia to Bangkok				
Flight	Days	From	Departs	Arrives
TG 474	Mon/Wed/Fri/Sun	Brisbane	14:00	20:10
TG 478	Tue/Thu/Sat	Brisbane	23:40	05:50 + 1*
TG 484	Tue/Thu/Sat	Perth	09:15	15:10
TG 482	Mon/Wed/Fri/Sun	Perth	16:30	22:25
Bangkok to Australia				
Flight	Days	To	Departs	Arrives
TG 473	Mon/Wed/Fri/Sun	Brisbane	00:01	12:05
TG 477	Tue/Thu/Sat	Brisbane	09:00	21:05
TG 483	Tue/Thu/Sat	Perth	00:01	07:55
TG 481	Mon/Wed/Fri/Sun	Perth	07:20	15:15

+ 1 หมายถึงเวลาของวันถัดไป

รูป 17.19 ตารางแสดงเที่ยวบินจากประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย



ชวนคิด

ถ้ามีข้อมูลตารางเวลาเที่ยวบินโดยสารที่จะเดินทางไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่น จะวางแผน การเดินทางอย่างไรให้มีจำนวนวันท่องเที่ยวมากที่สุดและประหยัดค่าที่พักได้มากที่สุด

2. การสื่อสาร

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการสื่อสารพัฒนาไปอย่างมาก การสื่อสารระหว่าง ประเทศมีหลายช่องทาง เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ การถ่ายทอดโทรทัศน์ การประชุมและสัมมนา เกมส์ เวลามาตรฐานจึงมีประโยชน์เพื่อให้บุคคลที่อยู่ในเขตเวลาต่างกันสามารถสื่อสารกันได้

• คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

ระบบปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้มาตรฐานตามเวลายูทีซี เมื่อมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต แต่การแสดงผลเวลาจะเป็นไปตามเขตเวลาที่ผู้ใช้งานได้ตั้งไว้ โดยแสดงเวลามาตรฐานท้องถิ่นของผู้ใช้งานทุกฝ่ายในขณะใช้งาน เช่น ระบบฐานข้อมูล เวลาบนอินเทอร์เน็ต จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรมปฏิทิน แอปพลิเคชันต่าง ๆ

• โทรศัพท์

โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผู้สื่อสารที่อยู่ในประเทศที่มีเขตเวลามาตรฐานสากลที่แตกต่างกัน ควรทราบเวลามาตรฐานของผู้ที่ต้องการจะติดต่อสื่อสารที่อยู่ต่างเขตเวลา เพื่อที่จะเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการติดต่อสื่อสาร

• การถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์

โทรทัศน์เป็นช่องทางในการติดตามข้อมูลข่าวสาร ซึ่งรวมทั้งกีฬาและความบันเทิง เช่น การรายงานข่าว การแข่งขันกีฬาระดับชาติและนานาชาติ ละคร ในการแข่งขันกีฬาหรือการประกวดระดับนานาชาติจะมีการถ่ายทอดสัญญาณจากประเทศต้นทางไปยังประเทศต่าง ๆ เวลามาตรฐานของท้องถิ่นนั้น ๆ จึงมีประโยชน์ในการทราบเวลาที่ สามารถรับชมได้พร้อมกันกับเหตุการณ์จริง

• เกมออนไลน์

ในปัจจุบันเกมออนไลน์ต่าง ๆ มีผู้เล่นจำนวนมากทั่วโลก ผู้เล่นที่อยู่ในแต่ละประเทศสามารถเล่นเกมร่วมกันได้ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยเกมออนไลน์แต่ละเกมจะมีการกึ่งให้ผู้เล่นทำร่วมกัน เวลามาตรฐานถูกใช้ในการบอกเวลาของภารกิจต่าง ๆ ในเกมส์ รวมถึงบอกเวลาการแข่งขันของผู้เล่นที่อยู่ในเขตเวลาต่างกัน

3. ภารกิจในอวกาศและดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

การปฏิบัติการกิจบนอวกาศไม่นิยมบอกเวลามาตรฐานโดยใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ การบอกเวลามาตรฐานของการปฏิบัติการกิจบนอวกาศจะอ้างอิงเวลาที่ขึ้นบนโลกขณะที่ปล่อยยานอวกาศออกจากฐาน และกำหนดเวลาบนยานอวกาศ 1 วันเท่ากับ 24 ชั่วโมง สำหรับการบอกเวลาบนสถานีอวกาศนานาชาติจะอ้างอิงจากเวลาสากล

ส่วนการปฏิบัติการกิจบนดาวอังคารจะบอกเวลาด้วยการอ้างอิงจากวันสุริยคติปานกลางของดาวอังคาร เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติการกิจบนดาวอังคารใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ 1 วันสุริยคติปานกลางของดาวอังคารเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง 39 นาที



รู้หรือไม่ ?

การบอกเวลาตามแบบไทยมีการประกาศใช้อย่างเป็นทางการตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 4 มีการนับทุ่ม โมง ยาม ตี ดังนี้

โมง เป็นการนับเวลาตามประเพณีในเวลากลางวัน มีที่มาจากเสียงตีฆ้องบอกเวลาระหว่าง 7 นาฬิกา ถึง 11 นาฬิกา เรียกว่า โมงเช้าถึง 5 โมงเช้า ส่วนเวลา 12 นาฬิกาเรียกว่าเที่ยงวันเวลาระหว่าง 13 นาฬิกา ถึง 17 นาฬิกา เรียกว่า บ่ายโมง ถึง บ่าย 5 โมง เวลา 18 นาฬิกาเรียกว่า 6 โมงเย็นหรือย่ำค่ำ ซึ่งเป็นคำมาจากการตีกลองช้า ๆ เพื่อบอกเวลาดวงอาทิตย์ตก

ทุ่ม เป็นการนับเวลาตามประเพณีสำหรับ 6 ชั่วโมงแรกในเวลากลางคืนหลังเวลา 18 นาฬิกา มีที่มาจากเสียงตีกลองบอกเวลาระหว่าง 19 นาฬิกาถึง 24 นาฬิกา เรียกว่า 1 ทุ่ม ถึง 6 ทุ่ม ซึ่งเวลา 6 ทุ่มนิยมเรียกว่า สองยาม ซึ่งเป็นคำมาจากการอยู่เวรยามผลัดที่สอง

ตี เป็นการนับเวลาตามประเพณีหลังเที่ยงคืน ระหว่างเวลา 1 นาฬิกาถึง 5 นาฬิกา เรียกว่า ตี 1 ถึง ตี 5 ซึ่งเวลาตี 6 นิยมเรียกว่า ย่ำรุ่ง ซึ่งมีที่มาเช่นเดียวกับคำว่า ย่ำค่ำ แต่เป็นเวลาดวงอาทิตย์ขึ้น

จากความรู้เรื่องทรงกลมฟ้าทำให้เราทราบถึงการระบุตำแหน่งของดาวฤกษ์และเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์ ความรู้ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการออกแบบการสังเกตตำแหน่งของดาวฤกษ์ด้วยตาเปล่าหรือสังเกตด้วยกล้องโทรทรรศน์ นักเรียนจะวางแผนเพื่อสังเกตดาวดาวบนท้องฟ้าได้อย่างไรบ้าง ศึกษาได้จากกิจกรรม 17.9



กิจกรรม 17.9 วางแผนดูดาว

จุดประสงค์กิจกรรม

วางแผนการสังเกตตำแหน่งของดาวตามสถานการณ์ที่กำหนด

วัสดุ-อุปกรณ์

แผนที่ดาวระบบเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า

1 แผ่น

หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code



ipst.me/11081

สถานการณ์

สถานการณ์ที่ 1

ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายและได้รับคำสั่งให้ไปทำกิจกรรมทางทิศเหนือของค่าย ครูให้นักเรียนหาทางกลับค่ายด้วยตนเอง บังเอิญนักเรียนทำกิจกรรมจนถึงเวลาค่ำ นักเรียนจะหาทางกลับค่ายได้อย่างไร ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องมือใดในการช่วยนำทาง

สถานการณ์ที่ 2

หากนักเรียนติดอยู่บนเกาะแห่งหนึ่งซึ่งมีเวลาท้องถิ่นเร็วกว่าเวลามาตรฐาน 8 ชั่วโมง นักเรียนมีแผนที่ดาวและขณะนั้นเห็นดาวดาววูอยู่จุดเหนือศีรษะพอดี นักเรียนจะบอกละติจูดและช่วงลองจิจูดของตนเองให้คนมาช่วยได้อย่างไร

สถานการณ์ที่ 3

ถ้านักเรียนต้องการถ่ายภาพกลุ่มดาวนายพรานให้ชัดเจน นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดบ้างและจะวางแผนไปถ่ายภาพในช่วงเดือนใด เพราะเหตุใด

วิธีทำกิจกรรม

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

คำถามท้ายกิจกรรม

สถานการณ์ที่ 1

กลุ่มดาวใดบ้างที่ช่วยในการบอกทิศบนโลก

สถานการณ์ที่ 2

1. พิกัดของดาวดาววูในระบบพิกัดศูนย์สูตรเป็นเท่าใด
2. นักเรียนอยู่ที่ตำแหน่งละติจูดใด ทราบได้อย่างไร
3. นักเรียนหาช่วงลองจิจูดของนักเรียนได้จากข้อมูลใด

สถานการณ์ที่ 3

1. ช่วงเดือนใดที่สามารถมองเห็นกลุ่มดาวนายพรานได้ตลอดทั้งคืน
2. ถ้านักเรียนอยู่ละติจูด 15 องศาเหนือ ขณะที่กลุ่มดาวนายพรานผ่านเมริเดียน นักเรียนจะเห็นดาวนายพราน (เข็มขัด) อยู่สูงจากขอบฟ้าประมาณกี่องศา

จากกิจกรรมพบว่า การที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรงกลมฟ้า จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการวางแผนในการศึกษาวัตถุท้องฟ้าและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ช่วยให้ทราบตำแหน่งและเวลาขึ้นเวลาตกของดาวนั้น ๆ

การดูดาวเริ่มต้นจากการหาทิศทั้งสี่เพื่อใช้อ้างอิงในการสังเกต ทิศที่หาได้ง่ายที่สุด คือ ทิศเหนือ ในการหาทิศเหนือเราสามารถหาได้โดยใช้เข็มทิศ หรือสังเกตจากตำแหน่งของดาวเหนือบนท้องฟ้า โดยดาวเหนือจะอยู่ใกล้กับจุดขั้วฟ้าเหนือ เมื่อมองจากโลกตำแหน่งของดาวเหนือจะมีมุมเงยเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต เช่น ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมาซึ่งอยู่ละติจูดประมาณ 6 องศาเหนือ ดาวเหนือจะอยู่ สูงจากขอบฟ้าเป็นมุมเงยประมาณ 6 องศา แต่เนื่องจากดาวเหนือมีความส่องสว่างน้อย ดังนั้นหากดาวเหนืออยู่ใกล้ขอบฟ้ามากอาจทำให้สังเกตเห็นได้ยาก จึงอาจใช้กลุ่มดาวในการหาตำแหน่งของดาวเหนือได้ เช่น **กลุ่มดาวหมีใหญ่** (Ursa Major) **กลุ่มดาวหมีเล็ก** (Ursa Minor) **กลุ่มดาวคางคาว**

นอกจากนี้การเลือกสถานที่และตำแหน่งสำหรับการดูดาวก็มีความสำคัญ สถานที่ซึ่งเหมาะกับการดูดาวควรเป็นพื้นที่โล่ง มีด ท่างไกลจากแสงรบกวน และควรเริ่มต้นจากการสังเกตวัตถุท้องฟ้าที่มีความส่องสว่างมากก่อน เช่น ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ ดาวในกลุ่มดาวนายพราน กลุ่มดาวหมีใหญ่ ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการดูดาวคือช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย ทำให้สามารถสังเกตดาวได้ทั่วทั้งท้องฟ้า อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมดูดาวที่ดีต้องมีการวางแผนล่วงหน้าว่าสถานที่ดูดาวมีลักษณะอย่างไร คือนั้นมีวัตถุท้องฟ้าใดบ้างที่น่าสนใจ เวลาการขึ้นการตกเป็นอย่างไร และในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงข้างขึ้นหรือข้างแรม เนื่องจากแสงของดวงจันทร์มีผลต่อการสังเกตท้องฟ้า

การดูดาวนอกจากเพื่อความสวยงามและความเพลิดเพลินแล้วยังช่วยส่งเสริมให้เรามีจินตนาการ และนำความรู้ที่ได้มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนท้องฟ้า



ความรู้เพิ่มเติม

การหาดาวเหนือด้วยกลุ่มดาวหมีใหญ่สามารถทำได้โดยสังเกตดาวเรียงเด่นซึ่งอยู่ในกลุ่มดาวหมีใหญ่ ประกอบด้วยดาวสว่าง 7 ดวงเรียงกันคล้ายกระบวยตักน้ำ เมื่อลากเส้นตรงผ่านดาวทั้งสองดวงของกระบวยตักน้ำจะพบดาวเหนือ ดังรูป



การหาดาวเหนือจากกลุ่มดาวค้างคาวกลุ่มดาวค้างคาวนี้มีดาวสว่าง 5 ดวง เรียงตัวกันคล้ายกับตัวเอ็ม เมื่อลากเส้นจากจุดกึ่งกลางของกลุ่มดาวค้างคาวลงมาจะเจอดาวเหนือ ดังรูป



สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน

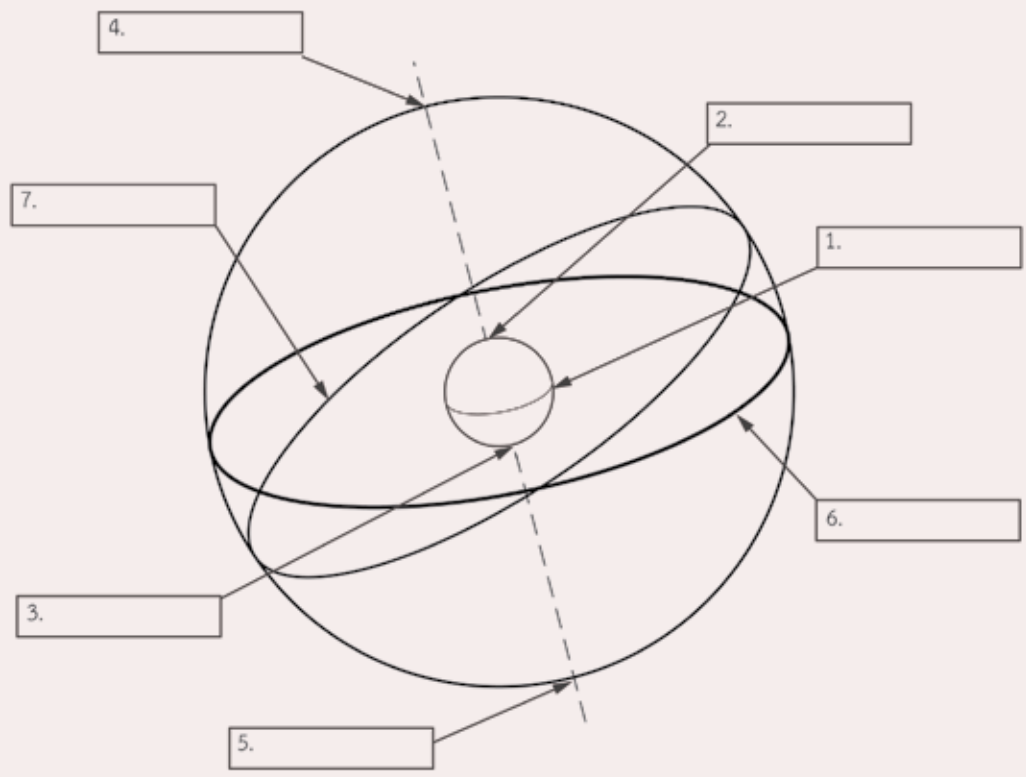
- การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าสามารถทำได้โดยการระบุตำแหน่งในระบบพิกัดขอบฟ้าและระบบพิกัดศูนย์สูตร
- การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าสามารถบอกพิกัดเป็นค่ามุมทิศและมุมเงย โดยอาศัยจุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า ได้แก่ จุดเหนือศีรษะ เส้นขอบฟ้า ทิศทั้งสี่ และเส้นเมริเดียน
- การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าในระบบพิกัดศูนย์สูตรสามารถบอกพิกัดเป็นค่าไรต์แอสเซนชันและค่าเดคลิเนชัน โดยอาศัยเส้นศูนย์สูตรฟ้าและจุดวสันตวิษุวัตในการอ้างอิง
- เมื่อสังเกตที่สถานที่เดิมเส้นทางการขึ้นการตกของดาวฤกษ์แต่ละดวงจะไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากเดคลิเนชันของดาวฤกษ์คงที่
- การขึ้นการตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงทุกวัน ขึ้นอยู่กับเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์และตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต
- 1 วันสุริยคติปรากฏ คือ ช่วงเวลาระหว่างการสังเกตเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเมริเดียนท้องถิ่นครั้งแรกถึงครั้งถัดไป

- หากกำหนดให้ดวงอาทิตย์โคจรไปบนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ และช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนท้องถิ่นติดต่อกันสองครั้ง เรียกว่า 1 วันสุริยคติปานกลาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24 ชั่วโมง
- เวลามาตรฐานของแต่ละประเทศจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่าลองจิจูดของประเทศนั้น

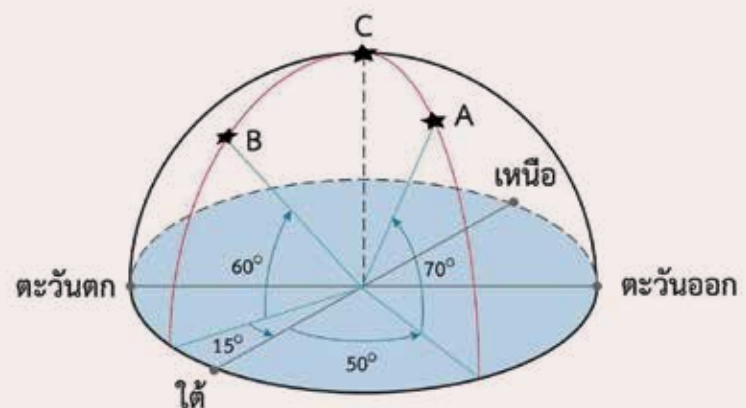


แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงระบุจุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าลงในแผนภาพให้ถูกต้อง



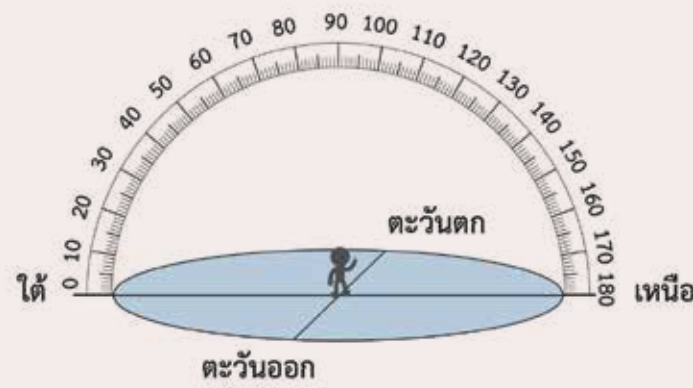
2. จงหาค่ามุมทิศและมุมเงยของดาว A B C



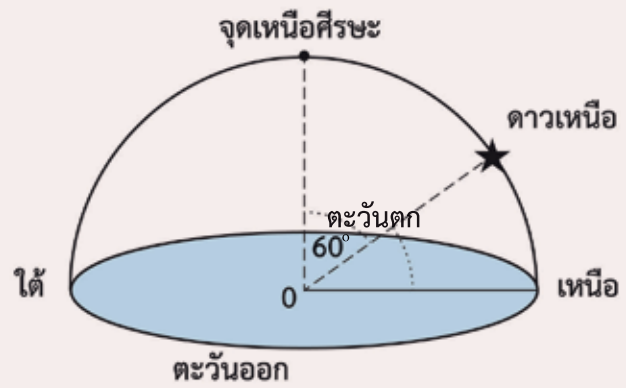
ดาว	มุมทิศ (องศา)	มุมเงย (องศา)
A		
B		
C		

3. จงระบุจุดและเส้นสำคัญที่กำหนดให้ลงในแผนภาพที่กำหนด โดยกำหนดให้ผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 60°N

- 3.1 จุดเหนือศีรษะ
- 3.2 เมริเดียนผู้สังเกต
- 3.3 ดาวเหนือ
- 3.4 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ในวัน วสันตวิษุวัต สารทวิษุวัต เหมายัน ครีษมายัน



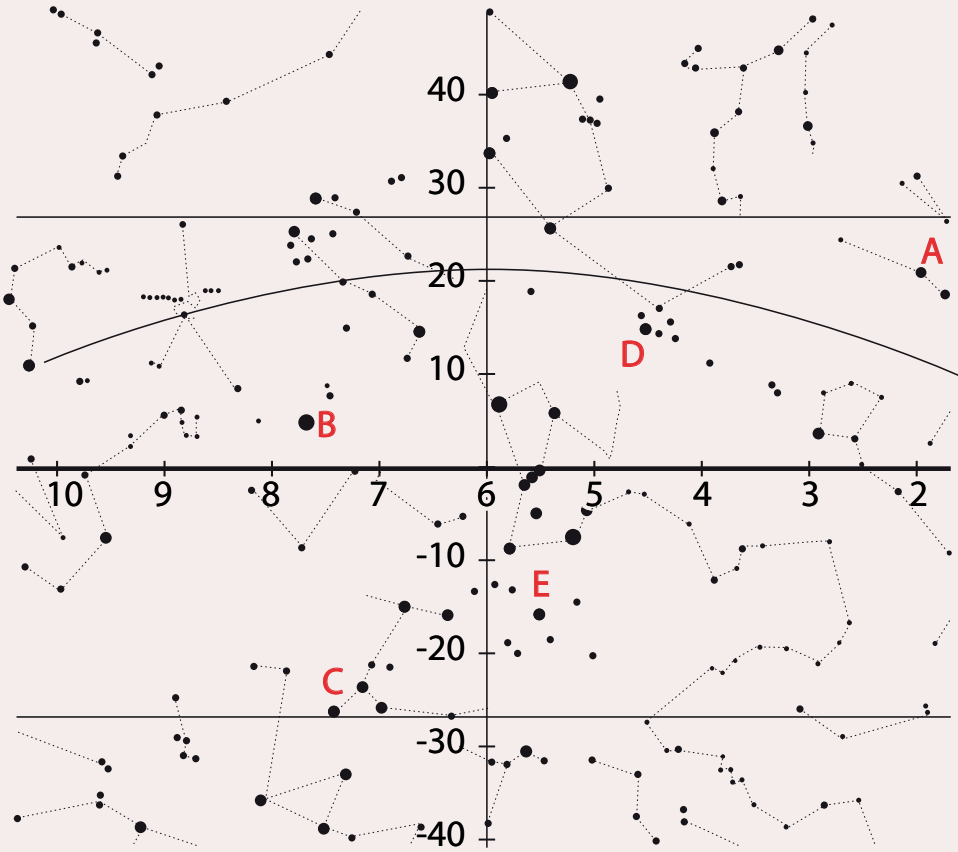
4. จากภาพเป็นท้องฟ้าของผู้สังเกตที่ตำแหน่งละติจูดใด ทราบได้อย่างไร



5. จากภาพแสดงเงาของต้นไม้ที่เวลา 12:00 นาฬิกา ของผู้สังเกตที่ประเทศไทยในช่วงเดือนธันวาคม ผู้สังเกตในภาพหันหน้าไปในทิศใด ทราบได้อย่างไร



6. จงระบุพิกัดของดาว A-E ในระบบพิกัดศูนย์สูตร



7. วัตถุท้องฟ้าที่มีเส้นทางการขึ้นการตกตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้ามีเดคลิเนชันเท่าไร
8. วัตถุท้องฟ้าที่มีเดคลิเนชันเดียวกับดวงอาทิตย์ จะมีเส้นทางการขึ้นการตกเหมือนหรือต่างจากดวงอาทิตย์หรือไม่ อย่างไร

9. จงเติมเครื่องหมายถูก หรือผิดลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ถ้าข้อความใดผิดให้แก้ไขข้อความนั้นให้ถูกต้อง

เครื่องหมาย	ข้อความ
	1. เวลาสุริยคติปรากฏกำหนดโดยใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า
	2. สองวันสุริยคติปรากฏ คือ ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์จริงโคจรผ่านเมริเดียนท้องถื่นสองครั้งติดกัน
	3. วันสุริยคติปานกลาง คือ ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปานกลางผ่านเมริเดียนท้องถื่นครั้งแรกถึงครั้งถัดไป
	4. เขตเวลามาตรฐานสากลกำหนดโดยใช้เส้นละติจูดเป็นหลัก
	5. เวลาสากล คือ เวลาสุริยคติปานกลางที่หอดูดาวหลวงกรีนวิช ในประเทศอังกฤษเทียบกับเวลาของนาฬิกาอะตอม

10. เครื่องบินเที่ยวบินหนึ่งออกเดินทางจากท่าอากาศยานประเทศไทยเวลา 9.30 นาฬิกาตามเวลามาตรฐานของประเทศไทย และเดินทางไปถึงท่าอากาศยานที่ประเทศญี่ปุ่นเวลา 17.30 นาฬิกา ตามเวลามาตรฐานของญี่ปุ่น เที่ยวบินนี้ใช้เวลาในการเดินทางเท่าใด
11. จากตารางเวลาของเที่ยวบินโดยสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้หาเวลาที่เครื่องบินใช้ในการเดินทาง

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

12. การกำหนดเขตเวลามาตรฐานโดยใช้เส้นลองจิจูดอ้างอิงในการกำหนดเวลาในแต่ละเขตมีข้อดีอย่างไร
13. เพราะเหตุใดจึงไม่ใช้เส้นละติจูดในการกำหนดเขตเวลามาตรฐาน