หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๖

๖

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖

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

จัดทำโดย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำเป็นฉบับ e-book ครั้งที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๖๖

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ขึ้น โดยมีเนื้อหาเช่นเดียวกับหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ ฉบับสื่อสิ่งพิมพ์ ที่ได้จัดทำตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ทุกประการเพื่อให้นักเรียน ครู ผู้ปกครอง นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไปเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับจุดประสงค์ต่าง ๆ ทั้งนี้ สสวท. ขอสงวนสิทธิ์ในหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ตามกฎหมายลิขสิทธิ์ ห้ามผู้ใดทำซ้ำ คัดลอก ดัดแปลง เลียนแบบ จำหน่าย หรือ เผยแพร่โดยมิได้รับอนุญาต

สามารถเข้าถึงสื่อดิจิทัลต่าง ๆ ของ สสวท. ได้ที่ https://www.ipst.ac.th/ebook-resource/

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ 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 โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีแบบตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจทานความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วย

ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการจากสถาบันและสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

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

(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ตัวอย่าง

ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

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

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

1 คำถามสำคัญ

คำถามประจำบทที่นักเรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว

2 จุดประสงค์การเรียนรู้

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

3 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหานั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท

ตัวอย่าง

4 **ชวนคิด**

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

ตัวอย่าง

10 **สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน**

การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด

11 **แบบฝึกหัดท้ายบท**

คำถามท้ายบทเรียนสำหรับให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้

ตัวอย่าง

สารบัญ

บทที่	เนื้อหา	หน้า
17 ทรงกลมฟ้า	**บทที่ 17 ทรงกลมฟ้า**	1
	17.1 การระบุตำแหน่งวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้า	4
	17.1.1 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้า	4
	17.1.2 การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร	12
	17.2 เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดวงดาว	18
	17.3 เวลาสุริยคติ	30
	17.3.1 เวลาสุริยคติปรากฏ	30
	17.3.2 เวลาสุริยคติปานกลางและการเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก	35
	17.3.3 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเวลามาตรฐาน	38
	แบบฝึกหัดท้ายบท	45
18 ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	**บทที่ 18 ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์**	50
	18.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	53
	18.1.1 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์วงใน	54
	18.1.2 ตำแหน่งในวงโคจรและตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์วงนอก	65
	18.2 ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์	78
	แบบฝึกหัดท้ายบท	88
	ภาคผนวก	94
	คำศัพท์	95
	บรรณานุกรม	97
	ที่มาของรูป	98

ตัวอย่าง

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 องศากับแนวตั้งฉากของระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์	
11	ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้	
12	เวลาท้องถิ่นของแต่ละประเทศแตกต่างกัน	

ตัวอย่าง

บทนำ

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

รูป 17.1 ดวงดาวบนท้องฟ้าถ่ายที่จุดชมวิวทางทิศตะวันออก 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

1. อธิบายความหมายของจุดและเส้นสำคัญของระบบพิกัดขอบฟ้า
2. สร้างแบบจำลองท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าพร้อมทั้งระบุจุดและเส้นสำคัญบนท้องฟ้า

ipst.me/11075

วัสดุ-อุปกรณ์

1. เอกสารความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า	1	ชุด
2. ตุ๊กตาขนาด 2 เซนติเมตร	1	ตัว
3. ปากกาเคมีแบบลบได้	1	ด้าม
4. พลาสติกครึ่งทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร	2	ชิ้น
5. กระดาษเทาขาวขนาด A4	1	แผ่น
6. กาวยางน้ำ	1	แท่ง
7. แผ่นระบุทิศ	1	แผ่น

หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code

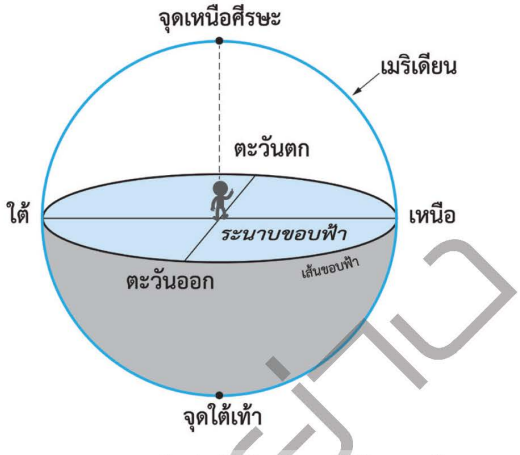
วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่อง จุดและเส้นสำคัญบนทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าจากเอกสารที่กำหนดให้
2. สร้างแบบจำลองท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
   - 2.1 วาดเส้นขอบฟ้าของผู้สังเกตให้มีขนาดเท่ากับพลาสติกครึ่งทรงกลมบนกระดาษเทาขาว
   - 2.2 ติดแผ่นระบุทิศกำหนดทิศทั้งสี่ และติดตุ๊กตาแทนตำแหน่งผู้สังเกตตรงกลางกระดาษตรงตำแหน่งจุดตัดของทิศหลักทั้งสี่
   - 2.3 สร้างท้องฟ้าของผู้สังเกตโดยวางพลาสติกครึ่งทรงกลมประกบให้พอดีกับเส้นขอบฟ้า จากนั้นใช้พลาสติกครึ่งทรงกลมอีกชิ้นหนึ่งประกบด้านล่าง
3. ระบุเส้นขอบฟ้า จุดเหนือศีรษะ จุดใต้เท้า และเส้นเมริเดียนบนทรงกลมฟ้า
4. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่าง

จากกิจกรรมพบว่า การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดขอบฟ้าต้องอาศัยจุดและเส้นสำคัญ ได้แก่ จุดเหนือศีรษะ จุดใต้เท้า เส้นขอบฟ้า ทิศ และเส้นเมริเดียน

จุดเหนือศีรษะ (zenith) เป็นจุดสูงสุดของท้องฟ้าและอยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกต จุดที่อยู่ตรงข้ามจุดเหนือศีรษะเรียกว่า **จุดใต้เท้า** หรือ **จุดดิ่ง** (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

1. อธิบายวิธีการหามุมทิศและมุมเงยของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า
2. ระบุตำแหน่งของดาวที่กำหนดในระบบพิกัดขอบฟ้า

ipst.me/11076

วัสดุ-อุปกรณ์

1. เอกสารความรู้เรื่อง การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้า	1 ชุด
2. แบบจำลองท้องฟ้าจากกิจกรรม 17.1	1 ชุด
3. ปากกาเคมีแบบลบได้	1 ด้าม
4. ภาพโปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม	1 แผ่น

หมายเหตุ: สามารถดาวน์โหลดเอกสารความรู้ได้จาก QR code

วิธีการทำกิจกรรม

1. ศึกษาความรู้เรื่อง การบอกตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าจากเอกสารที่กำหนด
2. ระบุตำแหน่งของดาวบนแบบจำลองท้องฟ้าจากพิกัดดาวที่กำหนด

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

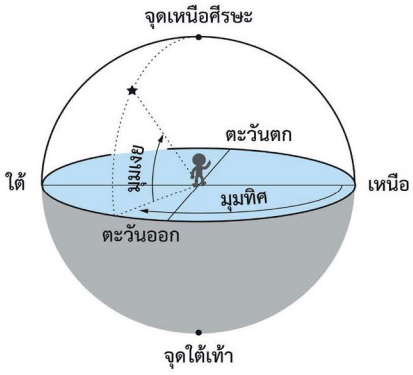
3. สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การระบุตำแหน่งดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าใช้ค่าอะไรบ้าง
2. การวัดมุมทิศและมุมเงยมีวิธีการอย่างไร
3. ดาวดวงใดบ้างที่ปรากฏอยู่เหนือขอบฟ้า
4. ดาวดวงใดที่ยังไม่ปรากฏเหนือขอบฟ้า ทราบได้อย่างไร
5. ดาว D กำลังจะขึ้นจากขอบฟ้าหรือลับขอบฟ้าแล้ว ทราบได้อย่างไร
6. ถ้าผู้สังเกตหันหน้าไปทางทิศใต้จะพบดาวดวงใด
7. ดาว E กำลังจะขึ้นหรือตกหรือลับขอบฟ้าแล้ว ทราบได้อย่างไร

จากกิจกรรมพบว่าการระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าสามารถบอกได้โดยเทียบตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้ากับขอบฟ้าของผู้สังเกต ซึ่งสามารถบอกเป็นค่ามุมทิศและมุมเงย

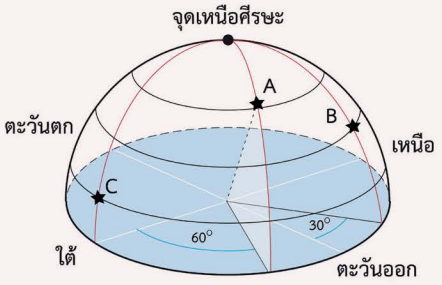
การระบุตำแหน่งของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเป็นการระบุตำแหน่งของดาวเป็นค่า**มุมทิศ** (azimuth) และ **มุมเงย** (altitude) โดยมุมทิศ เป็นค่าของมุมที่วัดจากทิศเหนือไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นขอบฟ้าถึงเส้นวงกลมดิ่งที่ลากผ่านดาวมาตั้งฉากกับขอบฟ้า มุมทิศมีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา ส่วนมุมเงยเป็นค่ามุมที่วัดจากจุดที่เส้นวงกลมดิ่งตัดกับเส้นขอบฟ้าไปตามเส้นวงกลมดิ่งจนถึงตำแหน่งดาว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



รูป 17.3 การระบุค่ามุมทิศและมุมเงยบนทรงกลมฟ้า

ตรวจสอบความเข้าใจ

จากภาพให้ระบุพิกัดดาว A B และ C ในระบบพิกัดขอบฟ้า



พิกัดดาว A .....
พิกัดดาว B .....
พิกัดดาว C .....

ถ้าสังเกตดาวดวงเดียวกันที่ละติจูดต่างกัน ดาวดวงนั้นจะมีค่ามุมทิศและมุมเงยเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ศึกษาได้จากกิจกรรม 17.3

กิจกรรม 17.3 การระบุพิกัดของดาวในระบบพิกัดขอบฟ้าเมื่อเวลาและตำแหน่งในการสังเกตเปลี่ยนแปลงไป

จุดประสงค์กิจกรรม

1. ระบุมุมทิศ และมุมเงยของดาวเมื่อเวลาในการสังเกตเปลี่ยนไป
2. ระบุจุด เส้นสำคัญ มุมทิศ และมุมเงยของดาวเมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน

วัสดุ-อุปกรณ์

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

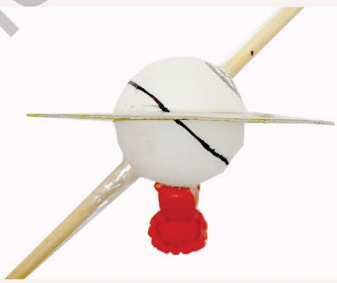
วิธีการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 พิกัดขอบฟ้าของดาวที่เวลาต่าง ๆ

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้าของผู้สังเกตจำนวน 3 ชุด ที่ละติจูดต่างกันได้แก่ ศูนย์สูตร ละติจูด 45 องศาเหนือ และละติจูด 45 องศาใต้ โดยมีวิธีการดังนี้
   1.1 กำหนดให้ลูกปิงปองแทนโลก สร้างเส้นศูนย์สูตรโลกโดยเขียนเส้นกึ่งกลางแบ่งครึ่งลูกปิงปอง
   1.2 กำหนดตะเกียบแทนแกนหมุนของโลก โดยเสียบตะเกียบผ่านจุดศูนย์กลางลูกปิงปองและให้ตั้งฉากกับระนาบศูนย์สูตร
   1.3 ติดตุ๊กตาแทนตำแหน่งของผู้สังเกตลงบนลูกปิงปองตามตำแหน่งละติจูดที่กำหนด
   1.4 ติดระนาบขอบฟ้าที่กำหนดทิศทั้งสี่ โดยให้ทิศเหนือและทิศใต้อยู่ในแนวแกนของตะเกียบและให้ระนาบขอบฟ้าตั้งฉากกับผู้สังเกต และผ่านจุดศูนย์กลางของลูกปิงปอง ดังรูป

ศูนย์สูตร

ละติจูด 45 องศาเหนือ



ละติจูด 45 องศาใต้

ตัวอย่าง

   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

ตัวอย่าง