

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



ผู้เรียบเรียง

ดร.มติพล ตั้งมติธรรม

ผู้ตรวจ

ผศ. ดร.वासูเทพ หลวงทิพย์
นายธีรยุทธ์ ลอยลิบ
นายบุญญฤทธิ์ ชุนทกิจ

บรรณาธิการ

รศ.บุญรักษา สุนทรธรรม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ปีที่พิมพ์ 2567

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวนพิมพ์ 10,000 เล่ม

ISBN : 978-616-606-087-4

รหัสสินค้า 3618018

อักษ
www.aksorn.com

จัดพิมพ์และจำหน่ายทั่วประเทศโดย
บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจก. จำกัด
142 ถนนตะนาว เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200
โทร. 0 2622 2999 (อัตโนมัติ 20 คู่สาย)
พิมพ์ที่: บริษัท ไทยรับเกล้า จำกัด โทร. 0 2903 9101-6





คำถามกระตุ้น
การเรียนรู้
ก่อนเข้าสู่เนื้อหา
เพื่อให้เกิด
กระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้



คำถามตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
ก่อนเข้าสู่การเรียนการสอน



คำถามทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน
เพื่อเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่

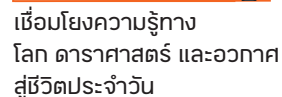


คำถามท้ายภาคการคิดขั้นสูง

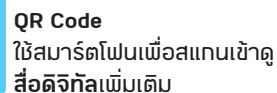
คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนา
การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์
คิดอย่างมีวิจารณญาณ



ความรู้เสริมจากเนื้อหา
เพื่อขยายความรัของพีเรียน



คำถามตรวจสอบความเข้าใจ
ของนักเรียนในแต่ละหัวข้อ



กิจกรรม

กิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์

Summary

สรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวน
สาระสำคัญประจำหน่วยการเรียนรู้

— Apply Your Knowledge

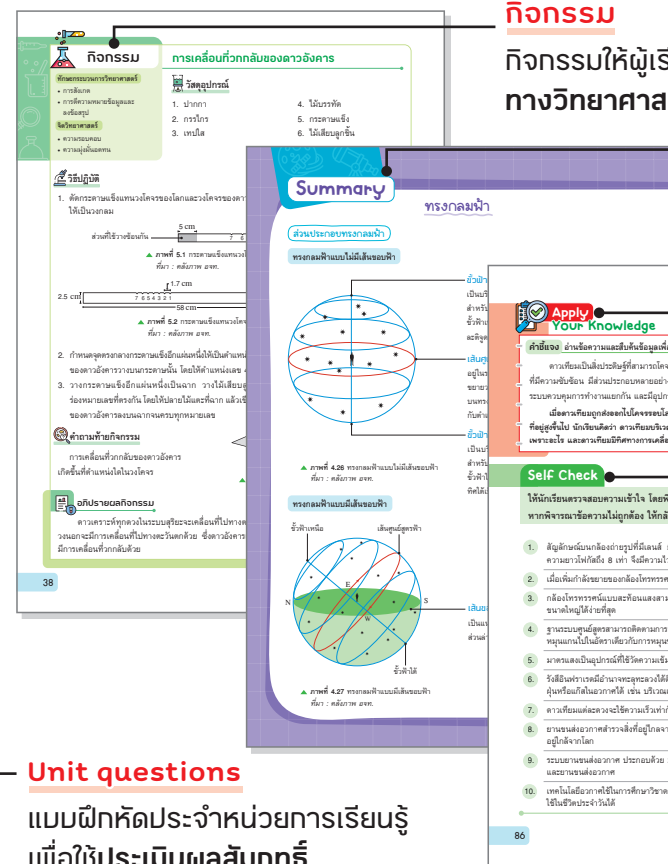
กิจกรรม
ให้ผู้เรียน
ประยุกต์ใช้
ความรู้ใน
สถานการณ์
ที่กำหนด

Self Check

คำถามเพื่อ
ให้ผู้เรียน
ตรวจสอบ
ความรู้
ความเข้าใจ
ด้วยตนเอง

– กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

กิจกรรมที่เน้น
ให้ผู้เรียนได้
ลงมือปฏิบัติจริง
เพื่อให้เกิด
การเรียนรู้ และ
สร้างองค์ความรู้
ด้วยตนเอง



- Unit questions

**แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้
เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน**



– แนวข้อสอบ A-Level

แนวข้อสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อ ในระดับอุดมศึกษา





โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 40 ชั่วโมง

ศึกษา วิเคราะห์ และอธิบายส่วนประกอบบนทรงกลมฟ้า การระบุตำแหน่งบนทรงกลมฟ้า การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์และดวงดาว เวลาสุริยคติ มุมห่างและตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจร การเคลื่อนที่ปรากฏของดาวเคราะห์วงนอก เทคโนโลยีกับการสำรวจอวกาศ เทคโนโลยีอวกาศกับการประยุกต์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบายและการสรุปผล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง



ผลการเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกตและเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร
2. สังเกตท้องฟ้าและอธิบายเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
3. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
4. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก
5. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต
7. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

รวม 7 ผลการเรียนรู้

สารบัญ

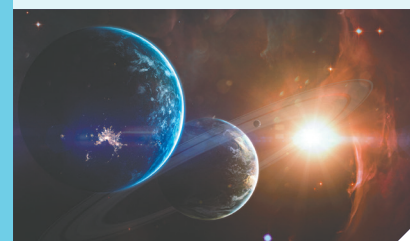
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4



ทรงกลมฟ้า

2-35

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5



การเคลื่อนที่ปรากฏของดาวเคราะห์

36-49

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6



เทคโนโลยีอวกาศกับการประยุกต์ใช้

50-90

ทรงกลมฟ้าและลูกโลก

3

- ทรงกลมฟ้าแบบไม่มีเส้นขอบฟ้า 4
- ทรงกลมฟ้าแบบมีเส้นขอบฟ้า 5

พิกัดท้องฟ้า

11

- พิกัดขอบฟ้า 11
- พิกัดศูนย์สูตร 14
- พิกัดสุริยวิถี 18
- พิกัดกาแล็กซี 21

การกำหนดเวลามบนโลก

22

- เวลาสุริยคติ 22
- เวลาดาราคติ 24

Unit questions 4

33

แนวข้อสอบ A-Level

34

การเคลื่อนที่ปรากฏของดาวเคราะห์

37

มุมห่างและคาบการโคจรของดาวเคราะห์

40

- มุมห่าง 40
- คาบ 42

Unit questions 5

48

แนวข้อสอบ A-Level

49

เทคโนโลยีอวกาศกับการสำรวจอวกาศ

51

- กล้องโทรทรรศน์ 51
- เครื่องบินที่กัญญาณทางดาราศาสตร์ 67
- ดาราศาสตร์ในช่วงความยาวคลื่นอื่น ๆ 70
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจอวกาศที่น่าสนใจ 78

เทคโนโลยีอวกาศกับการประยุกต์ใช้

82

Unit questions 6

87

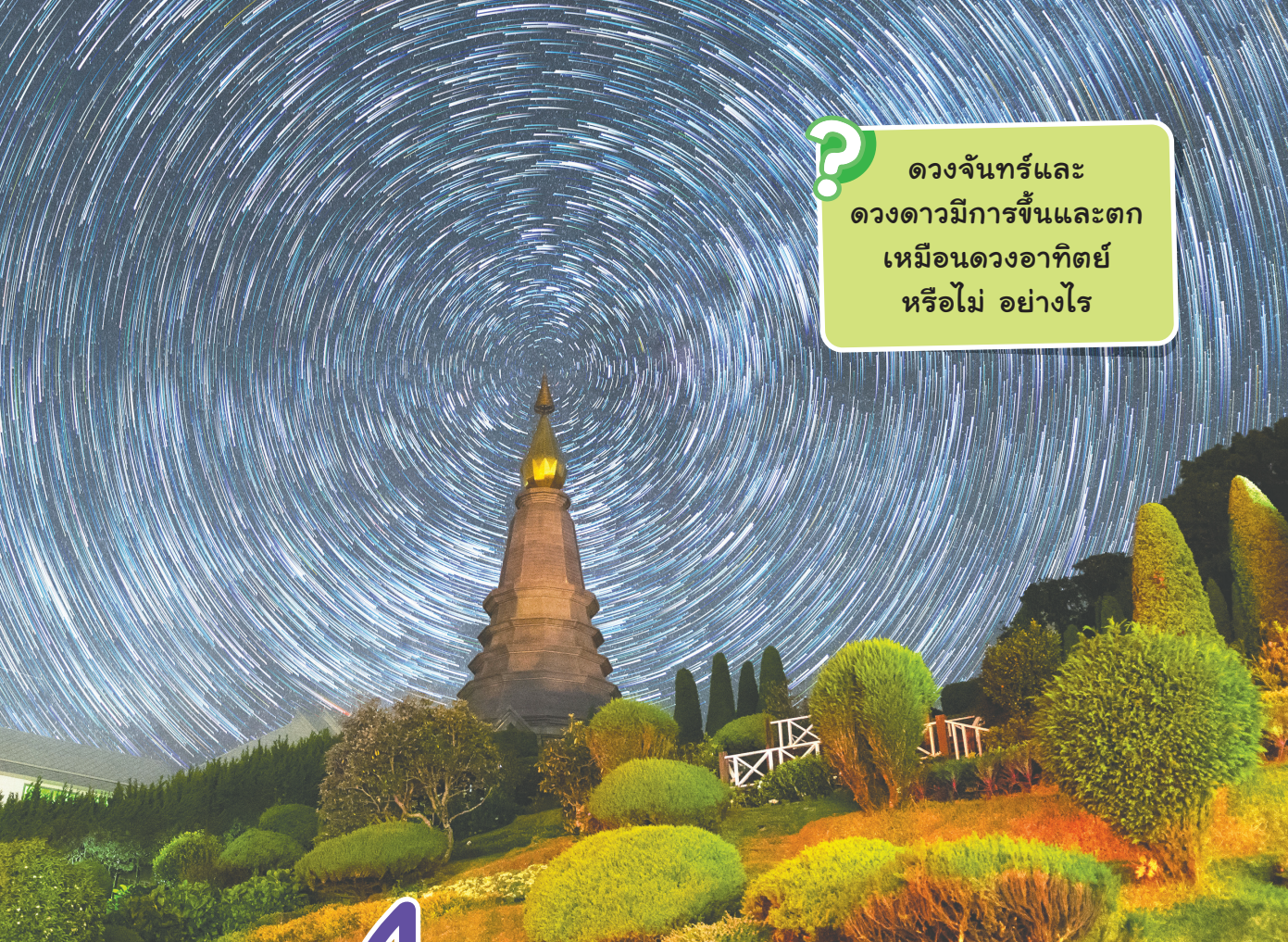
แนวข้อสอบ A-Level

89

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บรรณานุกรม

91

92



? ดวงจันทร์และ
ดวงดาวมีการขึ้นและตก
เหมือนดวงอาทิตย์
หรือไม่ อย่างไร

หน่วยการเรียนรู้ที่

4

ทรงกลมฟ้า

วัตถุท้องฟ้านั้นมีการเคลื่อนที่ขึ้นและตกจากขอบฟ้า เราสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้าได้ง่ายขึ้น โดยใช้แนวคิดของทรงกลมฟ้า ซึ่งเป็นทรงกลมสมมติที่วัตถุท้องฟ้าอาศัยอยู่ การหมุนของทรงกลมนี้เองเป็นสิ่งที่ทำให้วัตถุท้องฟ้าเคลื่อนที่รอบ ๆ ตัวเรา

Check for Understanding

พิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุดบันทึก

1. ทรงกลมฟ้า คือ ทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มีรัศมีอนันต์ โดยมีโลกเป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลม
2. พิกัดของวัตถุท้องฟ้าในระบบศูนย์สูตรจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและตำแหน่งของผู้สังเกต
3. เส้นขอบฟ้า คือ ระนาบที่ตั้งฉากกับจุดเหนือศีรษะของผู้สังเกต
4. ค่าไรต์แอสเซนชันเป็นมุมวัดตามแนวเส้นศูนย์สูตรไปทางทิศตะวันออก โดยเริ่มจากจุดศรทวิษุวัตไปจนถึงเส้นที่บอกมุมชั่วโมงของดาว
5. ผู้สังเกตที่จังหวัดอุบลราชธานี (ลองจินตนาการ 105 องศาตะวันออก) จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนหลังกรีนิช 7 ชั่วโมง

ถูก/ผิด

บันทึกลงในสมุด

Key

Question



ทรงกลมฟ้าคืออะไรและ
มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

1 ทรงกลมฟ้าและลูกโลก

หากสังเกตท้องฟ้าในยามค่ำคืน จะพบว่าดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาว มีการเคลื่อนที่ขึ้นและตกไปตามกาลเวลา มนุษย์ในยุคโบราณแทบทุกอารยธรรมมักจะเชื่อว่า การเคลื่อนที่ขึ้นและตกของวัตถุท้องฟ้าเป็นกลไกของเทพเจ้าหรือสรวงสวรรค์ แต่ในปัจจุบันสามารถอธิบายได้ว่า การที่เห็นวัตถุท้องฟ้าเคลื่อนที่นั่นที่จริงแล้ววัตถุท้องฟ้าไม่ได้เคลื่อนที่ แต่เป็นเพราะโลกหมุนรอบตัวเอง

ถึงแม้ว่าการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้า นั้น แท้จริงแล้วมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก แต่สำหรับผู้สังเกตบนโลก สิ่งที่มีมนุษย์ในยุคโบราณสังเกตก็คือ การที่วัตถุท้องฟ้ารอบ ๆ ตัวหมุนไปพร้อม ๆ กัน ประหนึ่งว่ามีทรงกลมขนาดใหญ่ที่พาดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาว เคลื่อนที่ไปพร้อมทรงกลม เราเรียกทรงกลมนี้ว่า **ทรงกลมฟ้า** (celestial sphere)

สำหรับการเคลื่อนที่ขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ เราทราบกันอยู่แล้วว่าดวงอาทิตย์นั้นขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก และถ้าใช้เวลาสังเกตท้องฟ้าใน 1 วัน เราจะพบว่า ดวงจันทร์ ดวงดาว และดาวเคราะห์ต่าง ๆ ก็ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก เช่นเดียวกับดวงอาทิตย์ หากเราพยายามจะอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งหมดถือว่าเป็นเรื่องที่ซับซ้อน แต่ถ้าเราจินตนาการว่า ดวงอาทิตย์

ดวงจันทร์ และดวงดาวเป็นเพียงวัตถุที่อยู่บน

ทรงกลมเสมือนขนาดใหญ่ที่ล้อมรอบตัวเรา

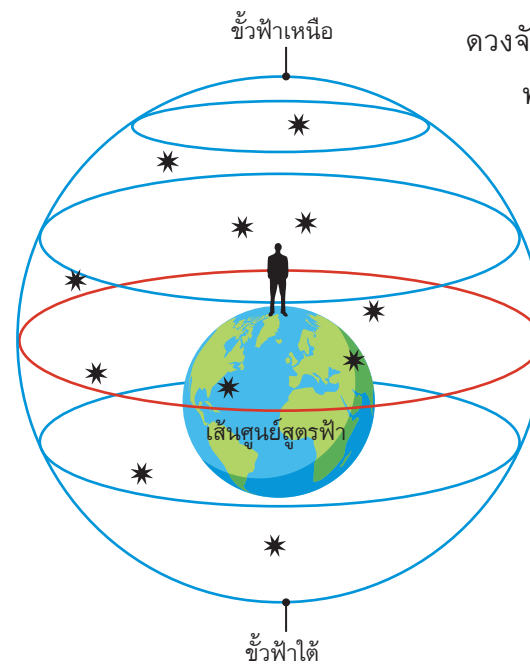
จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทั้งหมด

ได้อย่างง่ายดาย เพื่อที่จะอธิบายถึง

ทรงกลมฟ้าให้เข้าใจได้ง่าย เราควร

เริ่มจากการเอาส่วนต่าง ๆ ออกไปให้

เหลือเพียงทรงกลมฟ้า



▲ ภาพที่ 4.1 ทรงกลมฟ้าเป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่ห่อหุ้มโลกกับตัวเราเอาไว้
ที่มา : คลังภาพ อจท.

H.O.T.S.

**คำถามท้าทาย
การคิดขั้นสูง**

ทรงกลมฟ้ากับลูกโลก
มีความสัมพันธ์กันหรือไม่
อย่างไร

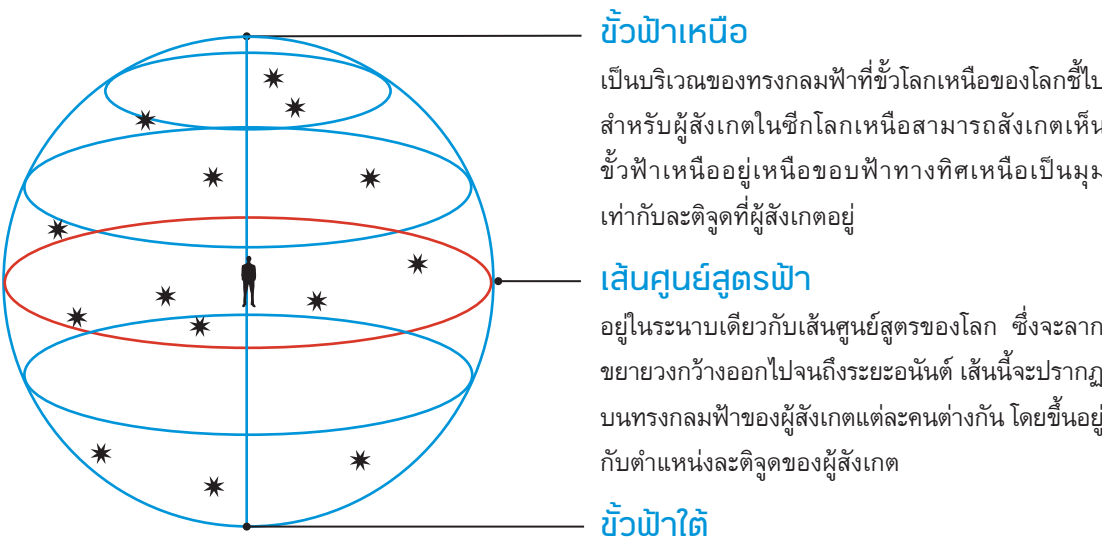
1.1 ทรงกลมฟ้าแบบไม่มีเส้นขอบฟ้า

หากเราลอยอยู่ในอวกาศ ไร้ซึ่งบรรยากาศและพื้นดิน หรือหากเราสามารถมองเห็นทุกสิ่งทุกอย่างได้ สิ่งที่เราจะเห็นก็คือ อวกาศอันกว้างใหญ่ที่เต็มไปด้วยดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาวนับล้านระดับบริเวณรอบ ๆ เราทุกทิศทุกทาง คล้ายกับทรงกลม เราเรียกทรงกลมนี้ว่า ทรงกลมฟ้า

หากเราเริ่มหมุนรอบตัวเองไปเรื่อย ๆ จะสังเกตเห็นว่าทรงกลมฟ้านี้มีการหมุนรอบตัวเอง (จริง ๆ แล้วสืบเนื่องมาจากว่าเรากำลังหมุนรอบตัวเองอยู่) เมื่อเวลาผ่านไปเราอาจเริ่มเห็นว่าวัตถุบางอย่าง เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดวงดาว มีการเคลื่อนตัวอย่างช้า ๆ ไปบนทรงกลมฟ้านี้

ในทรงกลมฟ้านี้เราอาจเริ่มกำหนดตำแหน่งและพิกัด วิธีการกำหนดพิกัดบนทรงกลมฟ้าสามารถทำได้หลายวิธี แต่โดยส่วนมากมักจะกำหนดพิกัดโดยเริ่มจากแกน ขั้วทั้งสองด้าน และวงกลมใหญ่ เช่นเดียวกับโลกของเราที่กำหนดพิกัดโดยขั้วโลกเหนือ ขั้วโลกใต้ และเส้นศูนย์สูตร

การกำหนดขั้วบนท้องฟ้า นั้น วิธีที่ใช้อยู่ที่สุกก็คือการกำหนดขั้วฟ้าเหนือ (North Celestial Pole; NCP) และขั้วฟ้าใต้ (South Celestial Pole; SCP) ซึ่งก็คือบริเวณบนท้องฟ้าที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ของโลกชี้ไปบนทรงกลมฟ้า จากนั้นบริเวณกึ่งกลางจากขั้วฟ้าทั้งสองเป็นวงกลมเรียกว่า เส้นศูนย์สูตรฟ้า (celestial equator) ซึ่งก็คือ บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลกที่ขยายไปบรรจบลงบนทรงกลมฟ้านั่นเอง

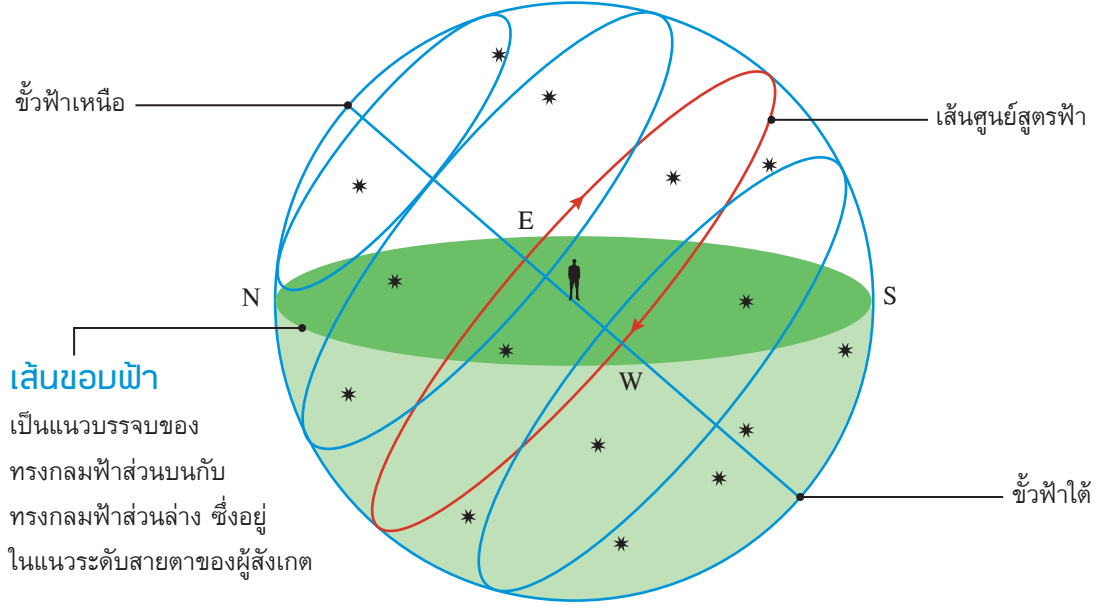


▲ ภาพที่ 4.2 ทรงกลมฟ้าแบบไม่มีเส้นขอบฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หากสังเกตการเคลื่อนที่ของทรงกลมฟ้า จะพบว่าทรงกลมฟ้านี้มีการหมุนรอบแกนหมุนที่เชื่อมระหว่างขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ นั่นคือ ทุกตำแหน่งบนทรงกลมฟ้ามีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมไปรอบ ๆ ขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ และมีเพียง 2 จุด ที่ไม่มีการหมุนเลย นั่นคือบริเวณขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ นอกจากนี้ หากลากเส้นจากจุดใด ๆ บนทรงกลมฟ้าไปยังขั้วฟ้าเหนือหรือขั้วฟ้าใต้ การหมุนของทรงกลมฟ้าจะหมุนไปในลักษณะที่ทำให้จุดนั้น ๆ เคลื่อนที่ไปในทิศทางตั้งฉากกับทิศของขั้วฟ้า

1.2 ทรงกลมฟ้าแบบมีเส้นขอบฟ้า

ในความเป็นจริงเราไม่สามารถสังเกตทรงกลมฟ้าได้ทั้งหมดไปพร้อม ๆ กัน แต่กลับพบว่า ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ครึ่งหนึ่งของทรงกลมฟ้าจะถูกบดบังไปด้วยพื้นดินที่เรายืนอยู่ เราสามารถมองเห็นพื้นดินนี้แผ่ออกเป็นวงกลมไปรอบ ๆ ตัวผู้สังเกต บดบังครึ่งหนึ่งของทรงกลมฟ้าที่อยู่ภายใต้เท้าของเรา เรียกเส้นขอบของพื้นดินนี้ว่า เส้นขอบฟ้า (horizon) ท้องฟ้าที่ผู้สังเกตจะสามารถเห็นได้ในเวลาหนึ่ง ๆ อาจแบ่งออกได้เป็นเส้นขอบฟ้า ขอบฟ้าทางทิศเหนือ ขอบฟ้าทางทิศใต้ ขอบฟ้าทางทิศตะวันออก และขอบฟ้าทางทิศตะวันตก



▲ ภาพที่ 4.3 ทรงกลมฟ้าแบบมีเส้นขอบฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ทรงกลมฟ้าที่ผู้สังเกตใด ๆ บนโลกสังเกตเห็นก็คือทรงกลมฟ้าเดียวกัน แต่บริเวณที่โผล่พ้นขอบฟ้าขึ้นมาในเวลาหนึ่ง ๆ อาจจะไม่เหมือนหรือไม่เท่ากัน แล้วเราจะทราบได้อย่างไรว่า ณ เวลาหนึ่ง ๆ เส้นขอบฟ้าบดบังส่วนใดของทรงกลมฟ้า คำถามนี้อาจไม่สามารถตอบได้ภายในครั้งแรก แต่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้นโดยใช้เรขาคณิตเบื้องต้นมาพิจารณาโลกและทรงกลมฟ้าโดยสิ่งแรกที่ควรทราบก็คือ ขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ ควรจะอยู่บริเวณใดของท้องฟ้า



กิจกรรม

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การสังเกต
- การสร้างแบบจำลอง

จิตวิทยาศาสตร์

- ความรอบคอบ
- ความมุ่งมั่นอดทน

การหมุนของทรงกลมฟ้า

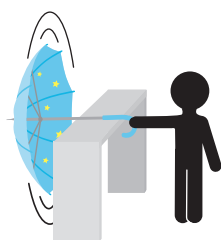
วัสดุอุปกรณ์

1. ร่ม
2. โต๊ะ
3. สติ๊กเกอร์หรือปากกาเมจิก

วิธีปฏิบัติ



1. กางร่มออก จากนั้นตกแต่งด้านในของร่มด้วยสติ๊กเกอร์หรือปากกาเมจิกโดยวาดเป็นภาพดวงดาว



3. นำก้านร่มวางทาบกับพื้นโต๊ะ แล้วหมุนร่มช้า ๆ จากนั้นสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาว



2. ชูร่มไว้เหนือศีรษะ แล้วหมุนร่มช้า ๆ จากนั้นสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาว



4. เอียงร่มขึ้น โดยให้ปลายก้านร่มสูงจากโต๊ะเล็กน้อย แล้วหมุนร่มช้า ๆ จากนั้นสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาว

▲ ภาพที่ 4.4 การจัดอุปกรณ์กิจกรรมการหมุนของทรงกลมฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.



คำถามท้ายกิจกรรม

1. ด้านในของร่มและภาพวาดดวงดาวใช้จำลองแทนสิ่งใด
2. เมื่อชูก้านร่มไว้เหนือศีรษะ เมื่อนำก้านร่มวางทาบลงกับพื้นโต๊ะให้ครึ่งหนึ่งของชายร่มถูกโต๊ะบังเอาไว้ และเมื่อเอียงก้านร่มขึ้น เป็นการจำลองผู้สังเกตอยู่บริเวณใด และดวงดาวมีการเคลื่อนที่อย่างไร



อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรมเป็นการจำลองการหมุนของทรงกลมฟ้า การชูก้านร่มไว้เหนือศีรษะ เป็นการจำลองผู้สังเกตจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ผู้สังเกตบริเวณนี้จะไม่เห็นการขึ้นและตกของดวงดาว ส่วนการนำก้านร่มวางทาบลงกับพื้นโต๊ะครึ่งหนึ่งของชายร่มถูกโต๊ะบังเอาไว้ เป็นการจำลองผู้สังเกตจากเส้นศูนย์สูตร ซึ่งสังเกตเห็นดวงดาวขึ้นและตกเป็นมุมตั้งฉากกับเส้นขอบฟ้า และเมื่อเอียงก้านร่มขึ้น โดยให้ก้านร่มอยู่สูงจากขอบโต๊ะเล็กน้อย เป็นการจำลองผู้สังเกตจากบริเวณอื่น ๆ บนโลก ซึ่งดวงดาวจะขึ้นเป็นมุมละติจูดกับทิศตั้งฉากจากเส้นขอบฟ้า



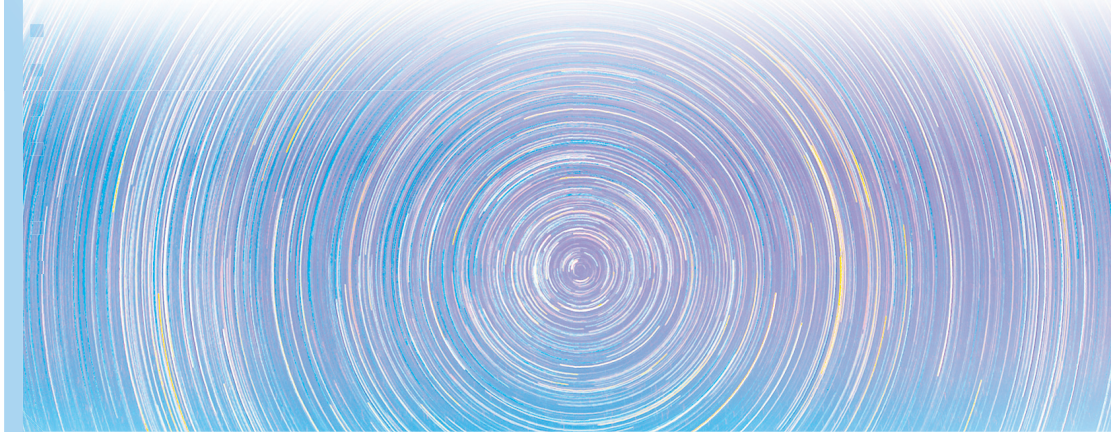
Earth Science Focus

รอยดาวบนท้องฟ้า

- เส้นแสงดาว (star trail) แสดงการเคลื่อนที่ของดาว ถ่ายได้โดยการเปิดหน้ากล้องทิ้งไว้นาน ๆ
- จะพบว่า ดวงดาวบนท้องฟ้าจะมีการหมุนไปรอบ ๆ จุดจุดหนึ่ง ราวกับว่าท้องฟ้าเป็นทรงกลมขนาดใหญ่
- ที่หมุนไปรอบ ๆ แกนหมุนของโลก ภาพถ่ายเส้นแสงดาวสามารถใช้บ่งบอกถึงค่าคุณภาพของท้องฟ้า
- สถานที่ที่ทำการถ่ายได้อีกด้วย โดยภาพเส้นแสงดาวที่มีแสงดาวสว่างต่อเนื่องไม่ขาด แสดงให้เห็นว่าสภาพท้องฟ้าตลอดทั้งคืนมีทัศนวิสัยของท้องฟ้าที่ดีเหมาะแก่การสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์

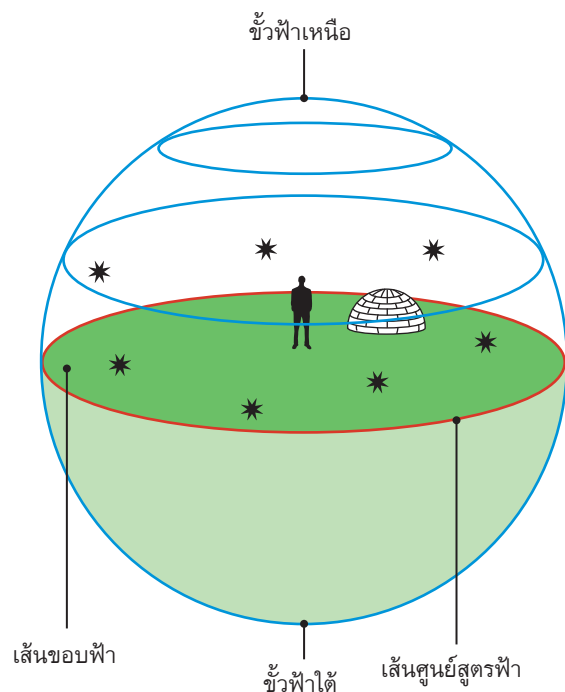
▼ ภาพที่ 4.5 เส้นแสงดาวแสดงการเคลื่อนที่ของดาว

ที่มา : มติพล ตั้งมดิธรรม





ปรากฏการณ์ที่สังเกตได้เมื่อผู้สังเกตอยู่บริเวณต่างๆ ของโลก



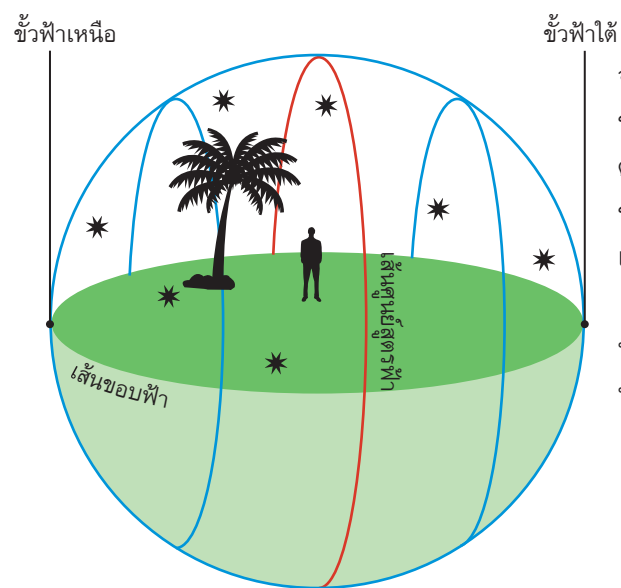
ผู้สังเกตจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้

ผู้สังเกตที่อยู่ขั้วโลกเหนือ จะสามารถสังเกตเห็นขั้วฟ้าเหนือได้บริเวณเหนือศีรษะของผู้สังเกตพอดี ในขณะที่ขั้วฟ้าใต้จะอยู่ใต้เท้าของผู้สังเกต ซึ่งหมายความว่าขั้วฟ้าได้ถูกพื้นดินบดบัง

ในขณะเดียวกันผู้สังเกตที่อยู่บริเวณขั้วโลกใต้ จะพบขั้วฟ้าใต้อยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกต แต่ไม่สามารถสังเกตเห็นขั้วฟ้าเหนือได้

เนื่องจากขั้วฟ้ามีทิศทางตั้งฉากกับเส้นขอบฟ้า ทรงกลมฟ้าจะมีลักษณะการหมุนที่ขนานไปกับเส้นขอบฟ้าและไม่มีดาวดวงใดที่ขึ้นและตกจากขอบฟ้าเลย สำหรับผู้สังเกตจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้จะไม่สามารถนิยามทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตกจากการเคลื่อนที่ของดวงดาวได้

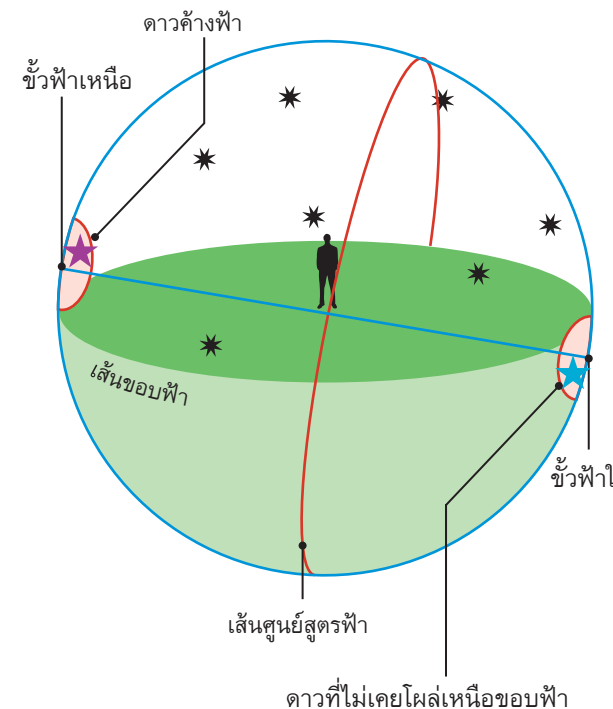
ผู้สังเกตจากเส้นศูนย์สูตร



▲ ภาพที่ 4.6 ปรากฏการณ์ที่สังเกตได้เมื่อผู้สังเกตอยู่บริเวณต่างๆ ของโลก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สำหรับผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรนั้น จะพบว่าขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้จะอยู่บริเวณเส้นขอบฟ้าพอดี โดยเส้นศูนย์สูตรฟ้าจะพาดผ่านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกกลางขึ้นไปถึงเหนือศีรษะของผู้สังเกต และจะพบว่าทุกจุดบนทรงกลมฟ้าจะเคลื่อนที่ขึ้นและตกเป็นมุมตั้งฉากกับเส้นขอบฟ้าพอดี

ณ เวลาหนึ่งๆ บริเวณครึ่งหนึ่งของทรงกลมฟ้าจะอยู่ภายใต้เส้นขอบฟ้า แต่ภายในเวลา 1 วัน ทุกจุดบนทรงกลมฟ้าจะโผล่พ้นขอบฟ้า



ผู้สังเกตจากบริเวณอื่น ๆ

สำหรับผู้สังเกตจากบริเวณอื่น ๆ บนโลก ตำแหน่งของขั้วฟ้าเหนือจะขึ้นอยู่กับละติจูดของผู้สังเกต เช่น ผู้สังเกตจากกรุงเทพมหานคร (13 องศาเหนือ) จะพบว่าขั้วฟ้าเหนือจะอยู่เหนือขอบฟ้าทางทิศเหนือขึ้นไป 13 องศา เส้นศูนย์สูตรฟ้าเอียงไปทางใต้ 13 องศา และจะเห็นดาวขึ้นและตกเป็นมุม 13 องศากับเส้นขอบฟ้า

ผู้สังเกตที่บริเวณนี้จะพบว่ามีดาวที่อยู่ใกล้ขั้วฟ้าเหนือบางดวงที่ไม่มีวันตกกลับขอบฟ้า และมีดาวบางบริเวณใกล้ขั้วฟ้าใต้ที่ไม่เคยโผล่ขึ้นเหนือขอบฟ้าเลย

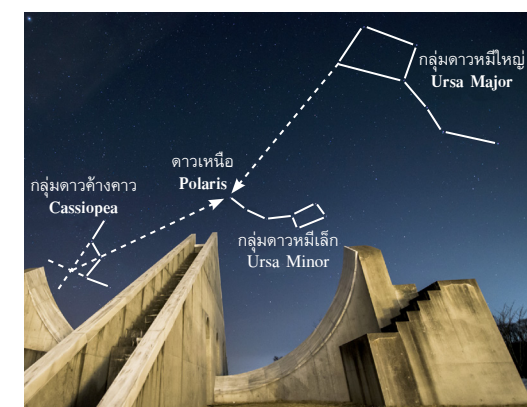
ในลักษณะเดียวกัน ผู้สังเกตจากละติจูดอื่น ๆ จะพบขั้วฟ้าและทรงกลมฟ้าทำมุมเอียงแตกต่างกันไปตามละติจูดของผู้สังเกต



Earth Science Focus

การหาดาวเหนือ

- ดาวเหนือเป็นดาวที่ปรากฏอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดเวลาไม่ว่าทรงกลมฟ้าจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม เราสามารถหาดาวเหนือได้โดยใช้กลุ่มดาวหมีใหญ่ หรือจากกลุ่มดาวค้างคาว โดยกลุ่มดาวหมีใหญ่สามารถสังเกตได้จากดาว 7 ดวงลักษณะคล้ายกระบวยตักน้ำ เมื่อลากดาว 2 ดวงตรงปลายกระบวยจะชี้ไปยังดาวเหนือ สำหรับกลุ่มดาวค้างคาวจะมีลักษณะคล้ายตัว M และสามารถชี้หาดาวเหนือได้ โดยการลากหางจุดตัดจากด้านข้างทั้งสองข้างของตัว M ทั้งสองข้างและจากจุดตัดลากเส้นตรงผ่านดาวตรงกลางตัว M เพื่อชี้ไปยังดาวเหนือ



▲ ภาพที่ 4.7 กลุ่มดาวหมีใหญ่ กลุ่มดาวหมีเล็ก กลุ่มดาวค้างคาว และดาวเหนือ
ที่มา : มติพล ตั้งมดีธรรม



กิจกรรม

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การวัด
- การสังเกต

จิตวิทยาศาสตร์

- ความรอบคอบ
- ความมุ่งมั่นอดทน

การประมาณละติจูดที่เราอยู่



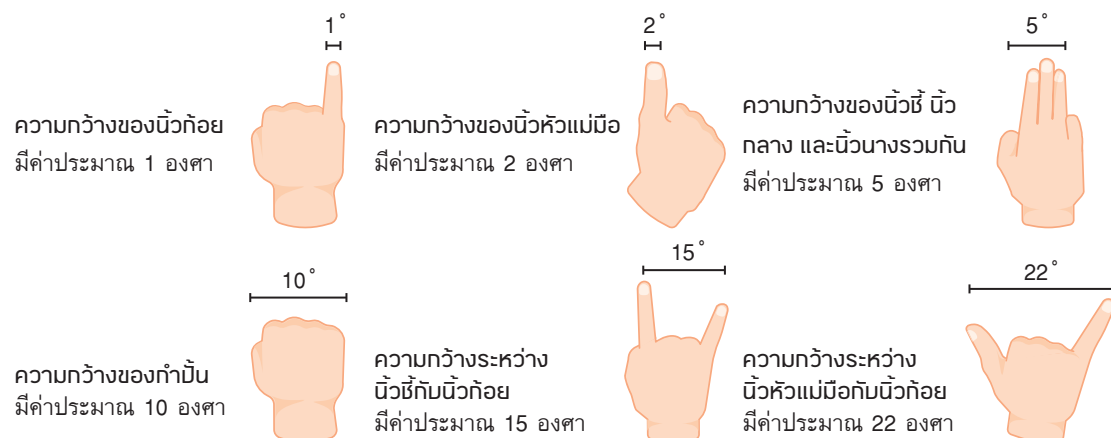
วัสดุอุปกรณ์

1. ปากกา
2. สมุดบันทึก



วิธีปฏิบัติ

1. รอวันที่ฟ้าเปิด ไม่มีเมฆ แล้วออกไปบริเวณที่โล่งแจ้ง ปราศจากแสงไฟรบกวน
2. หาดาวเหนือ โดยสามารถหาดาวเหนือได้จากกลุ่มดาวหมีใหญ่และกลุ่มดาวค้างคาว
3. วัดมุมเงยของขั้วฟ้าเหนือจากขอบฟ้า ซึ่งสามารถประมาณมุมได้โดยใช้ร่างกายของเราเอง ถ้าเราเหยียดแขนออกไปข้างหน้าให้สุด แล้วเอานิ้วมือเทียบกับระยะห่างที่ต้องการวัด



▲ ภาพที่ 4.8 การใช้มือวัดระยะห่างระหว่างดาว
ที่มา : คลังภาพ อจท.



คำถามท้าทายกิจกรรม

เนื่องจากมุมเงยของขั้วฟ้าเหนือ (ดาวเหนือ) จะเท่ากับละติจูดที่เราอาศัยอยู่ จากกิจกรรม นักเรียนสามารถประมาณละติจูดที่อาศัยอยู่ได้เท่าไร และได้ค่าใกล้เคียงกับค่าละติจูดจริงของจังหวัดที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือไม่อย่างไร



อภิปรายผลกิจกรรม

มุมเงยของขั้วฟ้าเหนือ (ดาวเหนือ) จะมีค่าเท่ากับละติจูดของผู้สังเกตซึ่งมีค่าแตกต่างกันไปตามตำแหน่งของผู้สังเกต

Key

Question

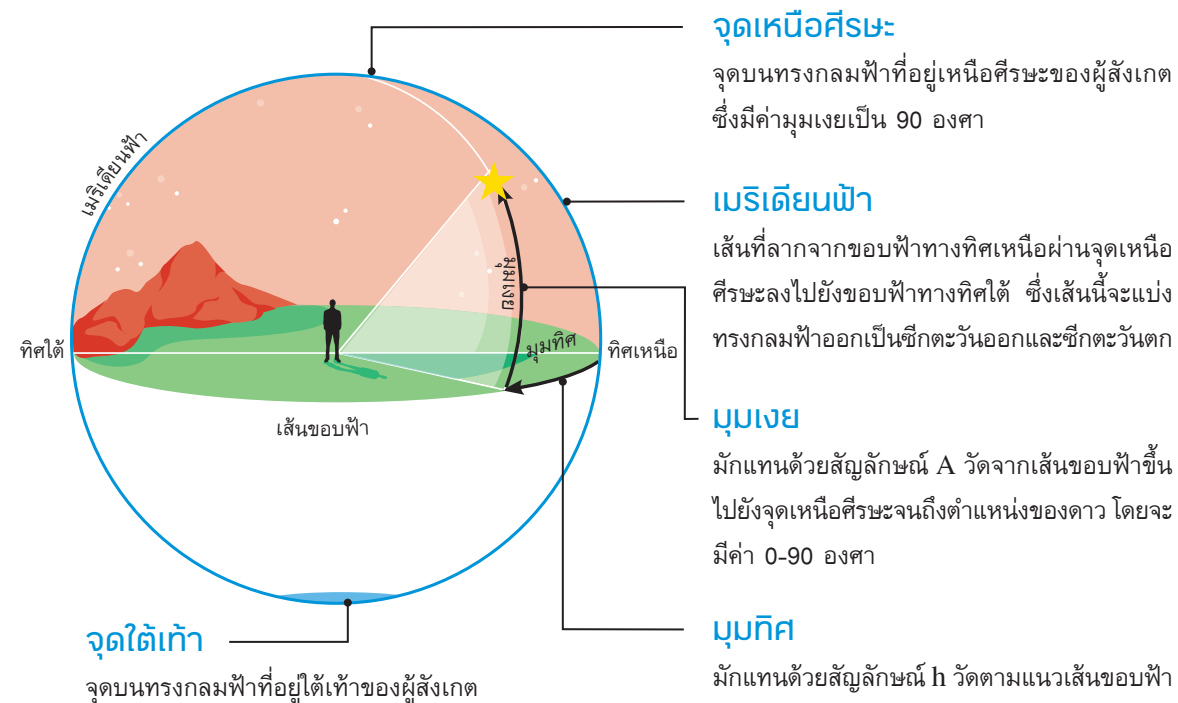
พิกัดท้องฟ้ามีประโยชน์
อย่างไร

2 พิกัดท้องฟ้า

หากต้องการบอกให้คนอื่นทราบถึงตำแหน่งบนพื้นโลก สามารถทำได้ง่ายโดยการระบุพิกัดละติจูด (latitude) กับลองจิจูด (longitude) ในทำนองเดียวกัน หากต้องการบอกตำแหน่งถึงวัตถุใด ๆ บนท้องฟ้า สามารถทำได้โดยการบอกถึงพิกัดท้องฟ้า (celestial coordinates) ซึ่งการบอกพิกัดบนท้องฟ้าสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับระนาบอ้างอิง

2.1 พิกัดขอบฟ้า

หากต้องการระบุถึงตำแหน่งของวัตถุที่อยู่บนท้องฟ้า วิธีที่ง่ายที่สุดคือการระบุว่าเราเห็นวัตถุนั้นอยู่บริเวณใด ทิศไหน และอยู่สูงจากขอบฟ้าไปกี่องศา ระบบพิกัดขอบฟ้า (horizontal coordinates) จึงเป็นระบบพิกัดที่ให้ผู้สังเกตเป็นศูนย์กลางของทรงกลมฟ้า โดยใช้ขอบฟ้าของผู้สังเกตเป็นตัวอ้างอิง ระบบนี้ยังสามารถเรียกได้ว่า ระบบอัลตาซิมูท (Alt/Az Coordinate System) โดยใช้มุมทิศ (azimuth) และมุมเงย (altitude) ในการระบุตำแหน่งของวัตถุบนท้องฟ้า ซึ่งระบบนี้เป็นระบบที่ค่อนข้างเข้าใจได้ง่าย



จุดเหนือศีรษะ

จุดบนทรงกลมฟ้าที่อยู่เหนือศีรษะของผู้สังเกต ซึ่งมีค่ามุมเงยเป็น 90 องศา

เปริเดียนฟ้า

เส้นที่ลากจากขอบฟ้าทางทิศเหนือผ่านจุดเหนือศีรษะลงไปยังขอบฟ้าทางทิศใต้ ซึ่งเส้นนี้จะแบ่งทรงกลมฟ้าออกเป็นซีกตะวันออกและซีกตะวันตก

มุมเงย

มักแทนด้วยสัญลักษณ์ A วัดจากเส้นขอบฟ้าขึ้นไปยังจุดเหนือศีรษะจนถึงตำแหน่งของดาว โดยจะมีค่า 0-90 องศา

มุมทิศ

มักแทนด้วยสัญลักษณ์ h วัดตามแนวเส้นขอบฟ้าจากทิศเหนือไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนถึงแนวเส้นวงกลมใหญ่ที่ลากผ่านดาว โดยจะมีค่า 0-360 องศา

จุดใต้เท้า

จุดบนทรงกลมฟ้าที่อยู่ใต้เท้าของผู้สังเกต

▲ ภาพที่ 4.9 การระบุตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ระบบนี้จะเข้าใจได้ง่ายสำหรับผู้สังเกต เราสามารถระบุจุดและเส้นสำคัญในระบบนี้ได้ ดังนี้

1. **จุดเหนือศีรษะ (zenith)** คือ จุดเหนือศีรษะของผู้สังเกต หากดวงอาทิตย์อยู่บริเวณจุดเหนือศีรษะ พบว่าเงาของผู้สังเกตจะหายไป

2. **จุดใต้เท้า (nadir)** จุดของทรงกลมฟ้าที่อยู่ใต้เท้าของผู้สังเกต เป็นส่วนของทรงกลมฟ้าที่ไม่สามารถสังเกตได้ เนื่องจากพื้นโลกบดบังไว้

3. **เมริเดียนฟ้า (celestial meridian)** คือ เส้นที่ลากจากขอบฟ้าทางทิศเหนือ ผ่านจุดเหนือศีรษะลงไปยังขอบฟ้าทางทิศใต้ เส้นนี้จะแบ่งทรงกลมฟ้าออกเป็น 2 ส่วน ในซีกตะวันออกและซีกตะวันตก วัตถุท้องฟ้าทุกชนิดจะขึ้นทางทิศตะวันออกและอยู่สูงที่สุดบริเวณเส้นเมริเดียนก่อนที่จะเข้าไปยังทรงกลมฟ้าซีกตะวันตกและตกลงทางขอบฟ้าทางทิศตะวันตกต่อไป

4. **มุมทิศ (azimuth)** แทนด้วยสัญลักษณ์ h เป็นมุมที่บอกว่าผู้สังเกตกำลังหันไปทางทิศใดโดยให้เป็นศูนย์ที่ทิศเหนือและวัดไปตามขอบฟ้าจากทิศเหนือไปทางทิศตามเข็มนาฬิกา มีค่าระหว่าง 0-360 องศา

5. **มุมเงย (altitude)** แทนด้วยสัญลักษณ์ A เป็นมุมที่บอกว่าวัตถุอยู่สูงจากขอบฟ้า ณ ตำแหน่งมุมทิศไปกี่องศา เช่น จุดเหนือศีรษะจะมีมุมเงย 90 องศา

ปัญหาอย่างหนึ่งของระบบพิกัดขอบฟ้านี้ คือ ตำแหน่งของวัตถุบนท้องฟ้าในระบบนี้จะเปลี่ยนพิกัดไปเรื่อย ๆ ตามเวลาและตำแหน่งที่สังเกต เนื่องจากทรงกลมฟ้ามีการเคลื่อนที่เมื่อเทียบกับผู้สังเกต ดังนั้น ผู้สังเกต ณ คนละตำแหน่งจะมีการสังเกตวัตถุบนท้องฟ้าเดียวกันคนละตำแหน่ง เช่น ในขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังตกขอบฟ้าทางทิศตะวันตกของกรุงเทพมหานคร ผู้สังเกตที่ประเทศอังกฤษจะเห็นดวงอาทิตย์อยู่สูง 36 องศาเหนือของขอบฟ้าทางทิศใต้ และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 6 ชั่วโมง ชาวอังกฤษจึงจะเห็นดวงอาทิตย์กำลังตกขอบฟ้าทางทิศตะวันตก

Earth Science Focus หอดูดาวแห่งกรีนนิช

- หอดูดาวแห่งกรีนนิช เป็นหอดูดาวขนาดใหญ่ที่มีความเก่าแก่ ตั้งอยู่บนเนินเขาของสวนสาธารณะกรีนนิช ซึ่งมีบทบาทสำคัญทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และการเดินเรือที่เป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็น “เส้นแบ่งเวลากรีนิช” เส้นแบ่งเวลาระหว่างฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกหรือที่เรียกกันว่า เวลามาตรฐานกรีนนิช (Greenwich Mean Time; GMT)



▲ ภาพที่ 4.10 หอดูดาวแห่งกรีนนิช กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ
ที่มา : คลังภาพ อจท.



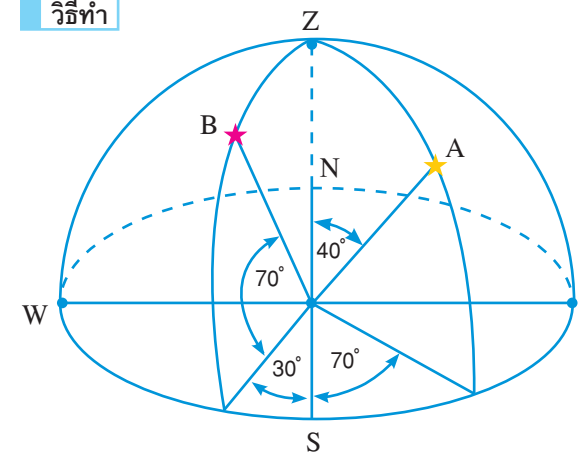
พิกัดขอบฟ้า



ตัวอย่างที่ 4.1

จากภาพที่ 4.11 จงหามุมทิศและมุมเงยของดาว A และ B

วิธีทำ



$$\begin{aligned}\text{มุมทิศของดาว A} &= 180^\circ - 70^\circ = 110^\circ \\ \text{มุมเงยของดาว A} &= 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ \\ \text{มุมทิศของดาว B} &= 180^\circ + 30^\circ = 210^\circ \\ \text{มุมเงยของดาว B} &= 70^\circ\end{aligned}$$

▶ ภาพที่ 4.11 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 4.1
ที่มา : คลังภาพ อจท.

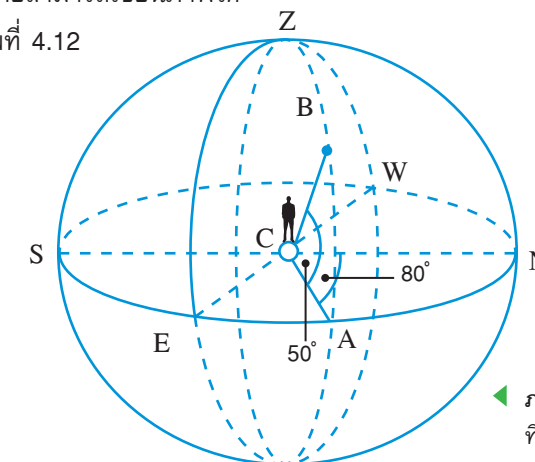
ดังนั้น มุมทิศและมุมเงยของดาว A เท่ากับ 110 องศา และ 50 องศา ส่วนมุมทิศและมุมเงยของดาว B เท่ากับ 210 องศา และ 70 องศา

ตัวอย่างที่ 4.2

จงเขียนภาพทรงกลมฟ้าแสดงตำแหน่งต่อไปนี้ จุดเหนือศีรษะสำหรับผู้ที่อยู่ละติจูด 0 องศา เส้นขอบฟ้า และตำแหน่งของดาวที่ปรากฏ ณ มุมทิศ 80 องศา มุมเงย 50 องศา

วิธีทำ จากโจทย์สามารถเขียนภาพได้

ดังภาพที่ 4.12



▶ ภาพที่ 4.12 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 4.2
ที่มา : คลังภาพ อจท.

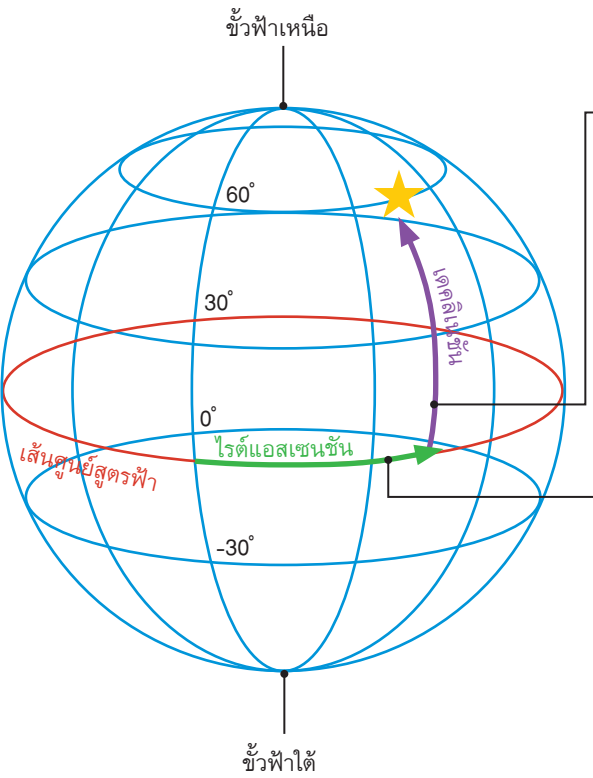
ดังนั้น จากภาพที่ 4.11 C คือ จุดศูนย์กลางของทรงกลมฟ้า N E S และ W คือ ขอบฟ้าในทิศต่าง ๆ Z คือ จุดเหนือศีรษะ
NCA คือ มุมทิศของดาว = 80 องศา
ACB คือ มุมเงยของดาว = 50 องศา

2.2 พิกัดศูนย์สูตร

ถึงแม้ว่าระบบพิกัดขอบฟ้าจะง่ายต่อการเข้าใจสำหรับผู้สังเกต แต่การที่พิกัดของวัตถุท้องฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตามเวลาและตำแหน่งของผู้สังเกต ทำให้พิกัดนี้ไม่เหมาะต่อการระบุตำแหน่งดาวบนแผนที่ดาว จึงนิยมใช้อีกระบบพิกัดหนึ่ง เรียกว่า **พิกัดศูนย์สูตร** (equatorial coordinates) เป็นระบบพิกัดที่ใช้โลกเป็นศูนย์กลาง และอ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรฟ้าบนทรงกลมฟ้าโดยตรง ในระบบพิกัดนี้ พิกัดของวัตถุจะไม่ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของดาวหรือวัตถุท้องฟ้าที่สามารถสังเกตได้ลงในแผนที่ดาว

Earth Science in Real Life

แผนที่ดาวที่พบเห็นทั่วไปในปัจจุบันมีด้วยกันไม่กี่ประเภท คือ แผนที่ดาวที่ทำมาจากกระดาษหรือพลาสติก และแผนที่ดาวแบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น โปรแกรม Stellarium หรือแอปพลิเคชันที่มีให้ดาวน์โหลดใช้ในโทรศัพท์มือถือ



เดคลิเนชัน

แทนด้วยสัญลักษณ์ δ (delta) ใช้บอกระยะเชิงมุมของดาวว่าอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าเท่าใด มีค่า -90 ถึง 90 องศา โดยหากวัดไปทางทิศเหนือจะมีค่าเป็นบวก แต่หากวัดไปทางทิศใต้จะมีค่าเป็นลบ

ไรต์แอสเซนชัน

แทนด้วยสัญลักษณ์ α (alpha) มุมที่วัดตามแนวเส้นศูนย์สูตรฟ้าไปทางทิศตะวันออก โดยเริ่มจากจุดวสันตวิษุวัตไปจนถึงเส้นที่บอกมุมชั่วโมงของดาว มีหน่วยเป็นเวลา (ชั่วโมง นาที และวินาที) หรือมุม (องศา ลิปดา และฟิลิปดา)

▲ ภาพที่ 4.13 การระบุตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้าในระบบพิกัดศูนย์สูตร ที่มา : คลังภาพ อจท.

ในการระบุตำแหน่งพิกัดบนทรงกลมฟ้า เราใช้วิธีใกล้เคียงกับพิกัดละติจูดและลองจิจูดบนโลก โดยในระบบพิกัดศูนย์สูตรแบ่งพิกัดออกเป็นเดคลิเนชันและไรต์แอสเซนชัน จุดสำคัญต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้าในพิกัดศูนย์สูตร ได้แก่

- 1. ขั้วฟ้าเหนือ** เป็นบริเวณของท้องฟ้าที่แกนหมุนของโลกชี้ไปทางทิศเหนือ ปัจจุบันอยู่ใกล้เคียงกับดาวเหนือ (polaris) โดยห่างประมาณ 1 องศา ซึ่งดาวเหนือเป็นดาวฤกษ์ธรรมดา ไม่ได้เป็นดาวที่สว่างที่สุดหรือมีความพิเศษแต่อย่างใด แต่เป็นเพียงดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้บริเวณขั้วเหนือของท้องฟ้าเพียงเท่านั้น
- 2. ขั้วฟ้าใต้** เช่นเดียวกับขั้วฟ้าเหนือ แต่เป็นขั้วหมุนของทรงกลมฟ้าทางทิศใต้แทน ปัจจุบันไม่มีดาวฤกษ์สว่างดวงใดอยู่บริเวณขั้วฟ้าใต้
- 3. เส้นศูนย์สูตรฟ้า** คือ เส้นสมมติที่ได้จากการฉายเส้นศูนย์สูตรของโลกไปยังบนท้องฟ้า เส้นศูนย์สูตรฟ้านี้จะแบ่งทรงกลมฟ้าออกเป็นซีกฟ้าเหนือและซีกฟ้าใต้ ส่วนบริเวณเส้นศูนย์สูตรฟ้าจะเป็นบริเวณที่สามารถสังเกตเห็นผู้สังเกตที่อยู่จากทั่วทุกมุมโลกได้
- 4. เดคลิเนชัน (Declination; Dec)** แทนด้วยสัญลักษณ์ δ (delta) จะมีลักษณะคล้าย ๆ กับละติจูดบนโลก ใช้บอกระยะเชิงมุมของดาวว่าอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าเท่าใด มีค่า -90 ถึง 90 องศา โดยถ้าวัดไปทางทิศเหนือมีค่าเป็นบวก แต่ถ้าวัดไปทางทิศใต้จะมีค่าเป็นลบ เช่น ดาวเวกา (Vega) จะมี Dec ประมาณ $\delta = +39$ องศา
- 5. ไรต์แอสเซนชัน (Right Ascension; RA)** แทนด้วยสัญลักษณ์ α (alpha) จะมีลักษณะคล้าย ๆ กับเส้นลองจิจูดบนโลก คือ มุมที่ห่างจากเส้นอ้างอิง สำหรับทรงกลมฟ้าเราใช้เส้นอ้างอิงคือ เส้นที่ลากผ่านจุดวสันตวิษุวัต (vernal equinox) หรือตำแหน่งของดวงอาทิตย์ประมาณวันที่ 21 มีนาคม หน่วยของ RA จะมีลักษณะที่ต่างออกไป โดยใช้หน่วยเป็น ชั่วโมง (h) นาที (m) และวินาที (s) โดยรอบเส้นศูนย์สูตรฟ้าจะแบ่งออกเป็น 24 ชั่วโมง เช่น ดาวเวกา มี RA ประมาณ $\alpha = 18 \text{ h } 36 \text{ m}$ หรืออาจบอกเป็นมุม ในกรณีนี้ค่า RA จะมีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา



Earth Science Focus

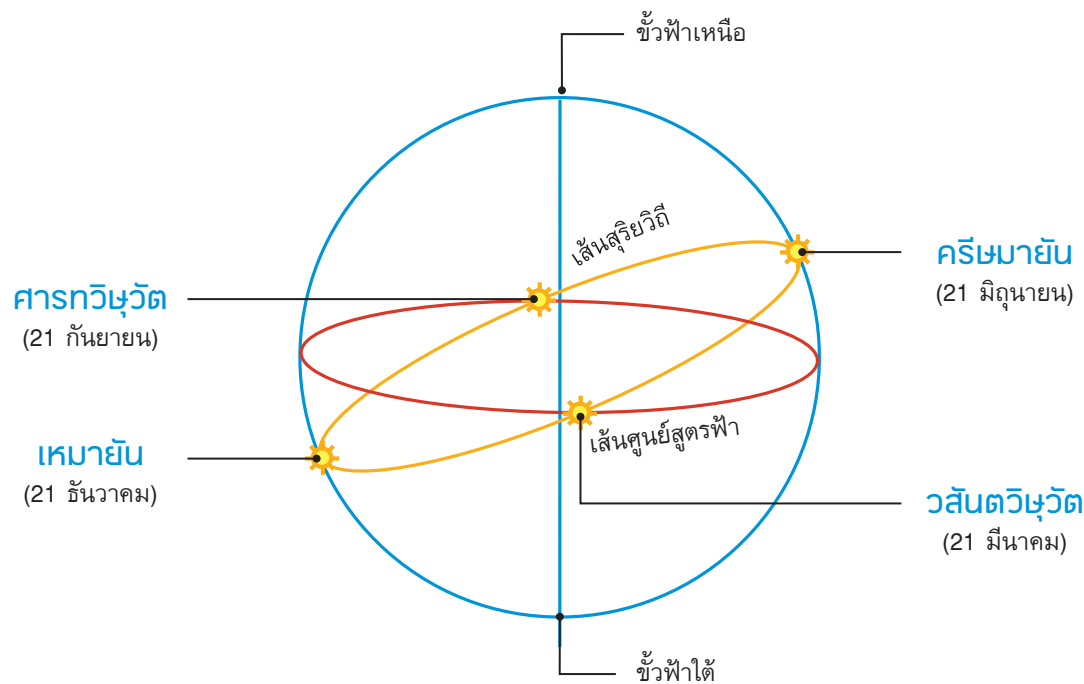
ดาวเหนือของโลก

- ดาวเหนือของโลกไม่ใช่ดาวเหนือถาวร และมีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา สาเหตุเป็นเพราะว่าแกนโลกที่เอียงกำลังหมุนคล้ายกับลูกข่างที่กำลังล้ม ทำให้แกนของโลกส่ายไปรอบ ๆ การหมุนส่ายของแกนโลกนั้นทำให้ตำแหน่งของขั้วฟ้าเหนือเปลี่ยนแปลงไป โดยการส่าย 1 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 26,000 ปี ในสมัยกรีกโบราณขั้วฟ้าเหนือชี้ไปที่ระหว่างกลุ่มดาวหมีใหญ่และหมีเล็ก ในตำนานกรีกโบราณจึงเล่าขานกันว่า แม่หมีกับลูกหมีกำลังวิ่งวนหากันอยู่ในสรวงสวรรค์

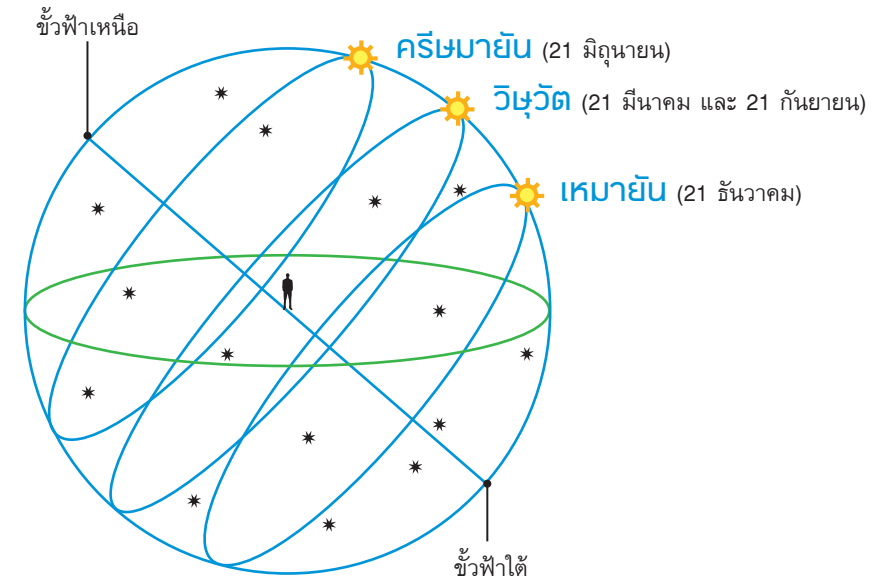
ใน 1 วัน ดวงอาทิตย์เป็นเพียงวัตถุหนึ่งที่อยู่บนทรงกลมฟ้า มีค่าเดคลิเนชันและค่าไรต์แอสเซนชันที่แน่นอน แต่เมื่อเวลาผ่านไปในรอบปี พิกัดของดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนไปเนื่องจากโลกมีการโคจรไปรอบ ๆ ดวงอาทิตย์ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 : พิกัดที่เปลี่ยนไปของดวงอาทิตย์ในรอบ 1 ปี

วันที่	ชื่อเรียก	พิกัดเดคลิเนชัน (Dec)	พิกัดไรต์แอสเซนชัน (RA)
21 มีนาคม	วสันตวิษุวัต (vernal equinox)	0°	0 h
21 มิถุนายน	ครีษมายัน (summer solstice)	+23.5°	6 h
21 กันยายน	ศารทวิษุวัต (autumnal equinox)	0°	12 h
21 ธันวาคม	เหมายัน (winter solstice)	-23.5°	18 h



▲ **ภาพที่ 4.14** ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนทรงกลมฟ้าที่เปลี่ยนไปในรอบปีที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ **ภาพที่ 4.15** ตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในวันต่าง ๆ สำหรับผู้สังเกตในซีกโลกเหนือ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.15 ทำให้ทราบถึงฤดูกาลและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ
ดวงอาทิตย์ ดังนี้

ในวันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน ดวงอาทิตย์จะอยู่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้า เนื่องจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าจะถูกแบ่งครึ่งโดยเส้นขอบฟ้า ไม่ว่าผู้สังเกตจะอยู่บนละติจูดใดก็ตาม หมายความว่า ใน 2 วันนี้ดวงอาทิตย์จะใช้เวลาโผล่พ้นขอบฟ้าและอยู่ใต้ขอบฟ้าเป็นเวลาเท่าๆ กัน นั่นคือเป็นวันที่กลางวันและกลางคืนยาวเท่ากัน จึงเรียกว่า **วิษุวัต** (equinox/equal night and day)

ในวันที่ 21 มิถุนายน ดวงอาทิตย์จะอยู่ก่อนมาทางเหนือจากเส้นศูนย์สูตรฟ้ามากที่สุด นั่นหมายความว่า ดวงอาทิตย์จะใช้เวลาอยู่เหนือขอบฟ้ามากที่สุดสำหรับผู้สังเกตในซีกโลกเหนือ คือ จะเป็นวันที่กลางวันยาวที่สุด เป็นตัวบ่งบอกถึงฤดูร้อนสำหรับประเทศในซีกโลกเหนือ

ในวันที่ 21 ธันวาคม ดวงอาทิตย์จะอยู่ก่อนมาทางใต้ของทรงกลมฟ้ามากที่สุด สำหรับผู้สังเกตในซีกโลกเหนือจะพบกลางวันยาวที่สุด ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงฤดูหนาวสำหรับประเทศในซีกโลกเหนือ

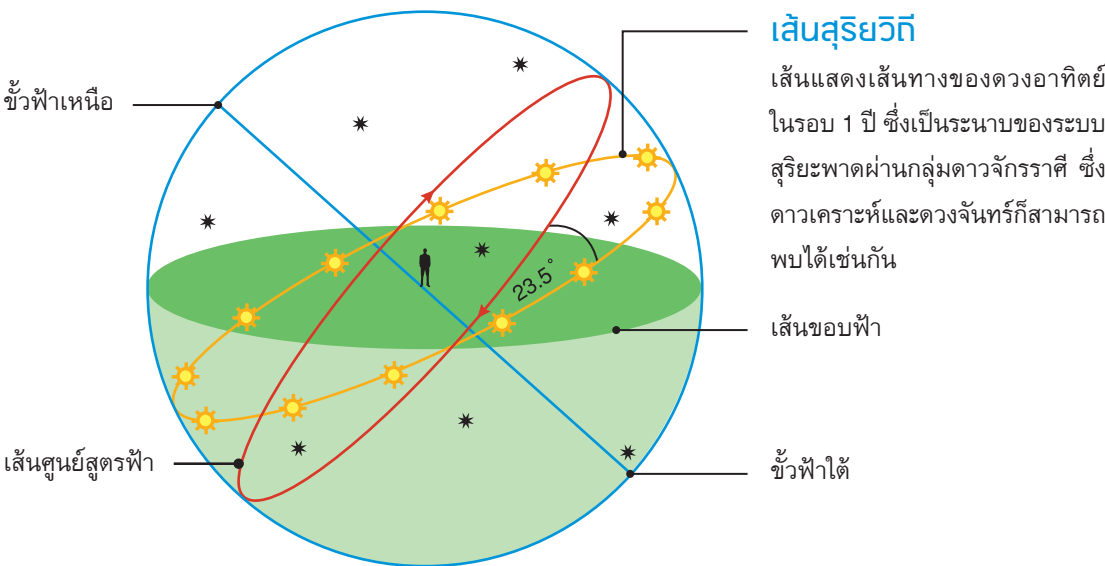
ทั้งนี้ หากผู้สังเกตไปอยู่ในซีกโลกใต้ จะพบว่า ในวันที่ 21 มิถุนายน ดวงอาทิตย์จะอยู่ใต้ขอบฟ้า นานกว่า นั่นหมายความว่า ผู้สังเกตในซีกโลกใต้จะอยู่ในช่วงฤดูหนาว ในเดือนมิถุนายน สลับกับ ผู้สังเกตในซีกโลกเหนือ ดังนั้น คำว่า ครีษมายัน (summer solstice) สำหรับเดือนมิถุนายนจึง ใช้ได้สำหรับซีกโลกเหนือเท่านั้น ในบางครั้งอาจจะเรียกว่า Northward Solstice และ Southward Solstice แทน

2.3 พิกัดสุริยวิถี

ในความเป็นจริงแล้ว ในเวลา 1 วัน ทุกซีกของทรงกลมฟ้าจะหมุนเวียนกันขึ้นมาอยู่เหนือขอบฟ้า (ยกเว้นส่วนที่ไม่เคยโผล่พ้นขอบฟ้าเลย) อย่างไรก็ตาม ใน 1 วัน เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง จะเป็นเวลากลางวัน ทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นดวงดาวบนท้องฟ้าได้ นั่นคือ ดาวฤกษ์ที่โผล่ขึ้นมาพ้นขอบฟ้าในเวลาเดียวกันกับที่ดวงอาทิตย์โผล่ขึ้นมาพ้นขอบฟ้า จะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เนื่องจากถูกบดบังด้วยแสงอาทิตย์

เราสามารถพิจารณาดวงอาทิตย์ได้ว่าเป็นเพียงวัตถุหนึ่งบนทรงกลมฟ้าที่หมุนไปพร้อม ๆ กับทรงกลมฟ้า แต่ในความเป็นจริง ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนทรงกลมฟ้าจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ตามแนวที่เรียกว่า **เส้นสุริยวิถี (ecliptic)**

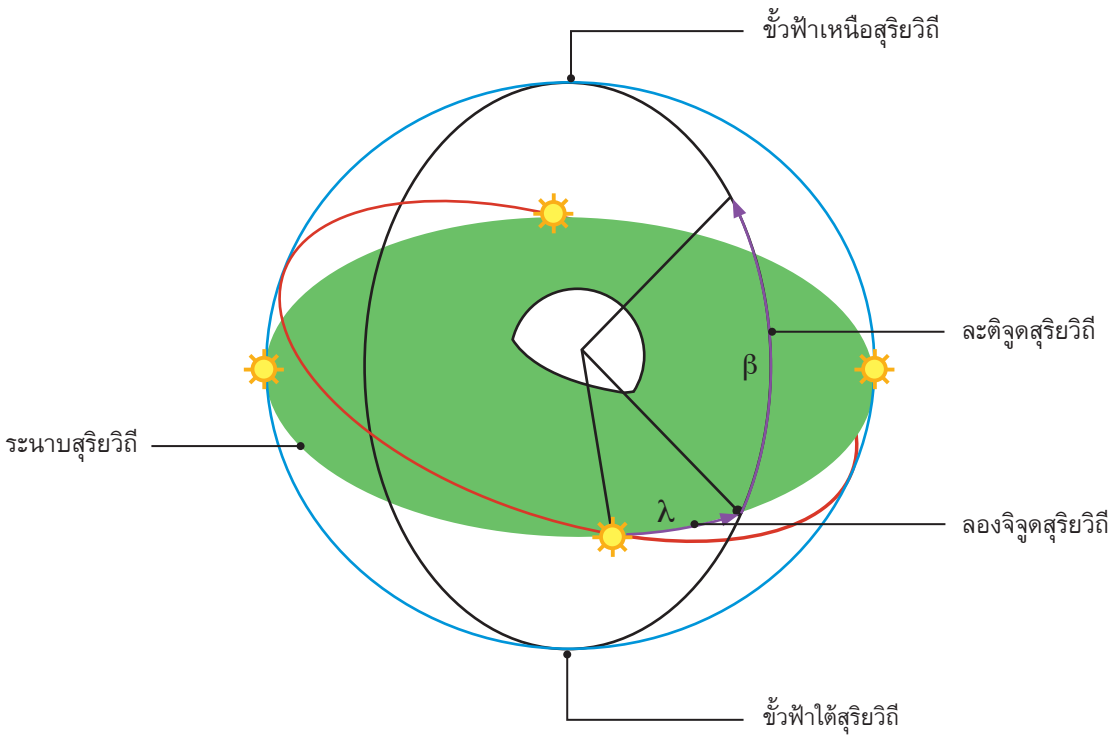
ในวันหนึ่ง ๆ เราสามารถพิจารณาดวงอาทิตย์เป็นเพียงวัตถุหนึ่ง ๆ บนทรงกลมฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กับดาวฤกษ์ทั้งปวง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโลกมีการโคจรรอบดวงอาทิตย์ และแกนโลกทำมุม 23.5 องศากับระนาบการโคจร ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนทรงกลมฟ้าจึงเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ และเมื่อโลกโคจรกลับมาครบ 1 รอบ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนทรงกลมฟ้าก็จะวนกลับมาครบตำแหน่งเดิม เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปีพอดี



▲ ภาพที่ 4.16 ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนทรงกลมฟ้าตามแนวเส้นสุริยวิถี
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หากทำการสังเกตการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นเวลา 1 ปี จะพบว่า ดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนตำแหน่งไปบนทรงกลมฟ้าตามกลุ่มดาวจักรราศี เรียกว่า **เส้นสุริยวิถี (ecliptic)** และเนื่องจากว่าดาวเคราะห์ทุกดวงในระบบสุริยะไปจนถึงดาวเคราะห์น้อยส่วนมากอยู่ในระนาบเดียวกัน เราจึงสามารถสังเกตเห็นวัตถุเหล่านี้ได้บนเส้นสุริยวิถีเช่นเดียวกัน เรียกระนาบที่วัตถุส่วนมากอยู่ในระบบสุริยะนี้ว่า **ระนาบสุริยวิถี (ecliptic plane)**

ในระบบพิกัดสุริยวิถี เนื่องจากแกนโลกทำมุมเอียงกับวงโคจรหรือระนาบสุริยวิถี ทำให้เส้นสุริยวิถีทำมุมกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า เกิดจุดตัดขึ้น 2 จุด เรานิยามให้จุดตัดบริเวณตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันวสันตวิษุวัตมีค่าลองจิจูดสุริยวิถีเป็นศูนย์ และมีค่าเป็นบวกไปในทางตะวันออกตามแนวสุริยวิถี วัตถุในระบบสุริยะส่วนมากอยู่ในระนาบสุริยวิถี การใช้อ้างอิงระบบพิกัดที่ยึดระนาบสุริยวิถีเป็นแนวอ้างอิง (แทนที่จะใช้เส้นศูนย์สูตรฟ้าเช่นในกรณีของพิกัดศูนย์สูตร) จึงมีประโยชน์อย่างมากในการศึกษาระบบสุริยะ โดยมีการแบ่งพิกัดเป็นลองจิจูดฟ้าและละติจูดฟ้า เช่นเดียวกับระบบพิกัดบนทรงกลมทั่วไป โดยมีจุดที่น่าสนใจ ดังนี้



▲ ภาพที่ 4.17 พิกัดในระบบสุริยวิถี
ที่มา : คลังภาพ อจท.

1. ระนาบสุริยวิถี (ecliptic plane) เป็นระนาบของระบบสุริยะเมื่อสังเกตจากโลกในระบบพิกัดสุริยวิถีนั้น เราใช้ระนาบสุริยวิถีเป็นระนาบอ้างอิงแทนที่จะเป็นระนาบศูนย์สูตรฟ้าแบบในระบบพิกัดศูนย์สูตร ซึ่งจะพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะทุกดวงได้ไม่ห่างจากระนาบนี้ไปมากนัก

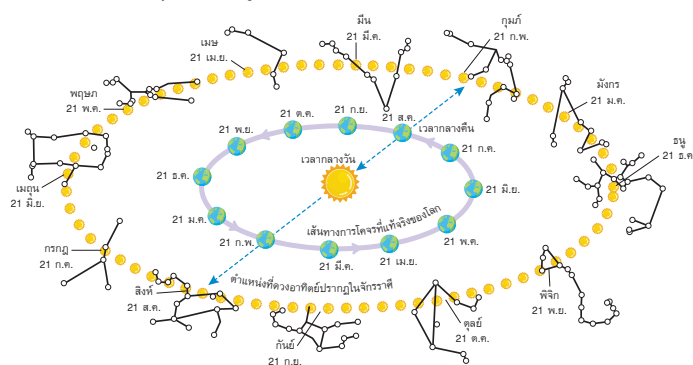
2. ขั้วฟ้าเหนือสุริยวิถี (North Ecliptic Pole; NEP) และขั้วฟ้าใต้สุริยวิถี (South Ecliptic Pole; SEP) ระนาบสุริยวิถีได้ทำการแบ่งทรงกลมฟ้าออกเป็น 2 ส่วน โดยบริเวณส่วนที่ขี้ออกจากระนาบเป็นมุมฉากพอดีคือแกนสุริยวิถี ซึ่งเราสามารถแบ่งออกได้เป็นขั้วฟ้าทั้งสองเพื่อความสะดวกในการเรียก เราจึงเรียกขั้วฟ้าในระบบพิกัดสุริยวิถีเป็นขั้วฟ้าเหนือสุริยวิถีและขั้วฟ้าใต้สุริยวิถี ตามขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ในระบบพิกัดศูนย์สูตร อย่างไรก็ตาม ขั้วสุริยวิถีทั้งสองนี้ไม่ได้สอดคล้องกับการหมุนหรือจุดที่มีความพิเศษแต่อย่างใด แต่เป็นเพียงตำแหน่งบนทรงกลมฟ้าที่อยู่ห่างจากเส้นสุริยวิถีมากที่สุด

3. ละติจูดสุริยวิถี (ecliptic latitude) เป็นมุมที่ห่างจากระนาบสุริยวิถีในลักษณะเดียวกับละติจูดของโลก โดยใช้เส้นสุริยวิถีเป็นจุดอ้างอิง สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ β (beta) มีค่าเป็นบวกเมื่อไปทางทิศเหนือและติดลบเมื่อไปทางทิศใต้ เช่น ขั้วฟ้าใต้สุริยวิถีจะมีพิกัด $\beta = -90$ องศา

4. ลองจิจูดสุริยวิถี (ecliptic longitude) เป็นมุมที่วัดไปตามแนวสุริยวิถีในลักษณะเดียวกับเส้นลองจิจูดของโลก สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ λ (lambda) แต่เนื่องจากทรงกลมมีลักษณะสมมาตรรอบ ๆ แกน เราจึงนิยามให้จุดตัดบริเวณตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันวสันตวิษุวัตมีค่าลองจิจูดสุริยวิถีเป็นศูนย์ ในลักษณะเดียวกันกับลองจิจูดของโลกที่ใช้เมืองกรีนิชเป็นจุดอ้างอิง

Earth Science Focus เส้นสุริยวิถีกับจักรราศี

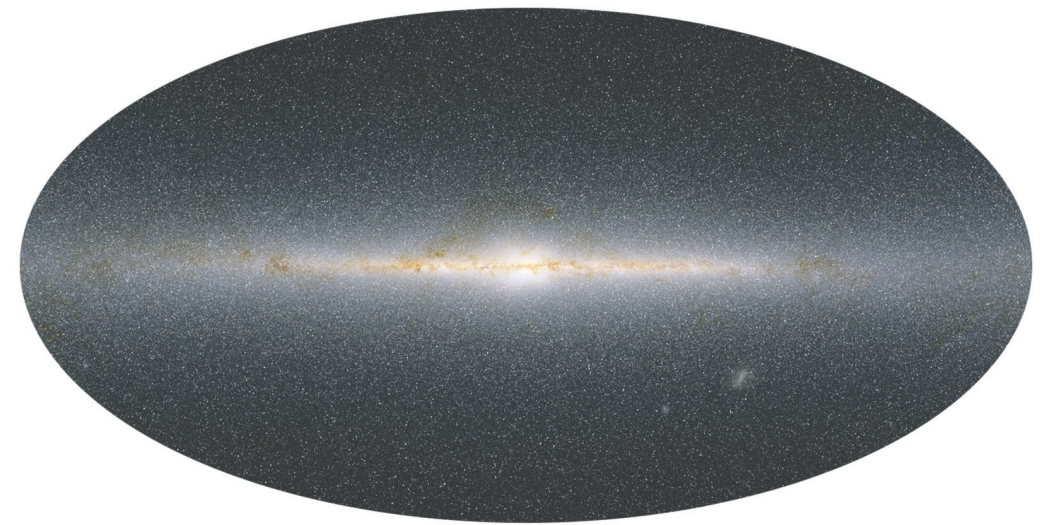
กลุ่มดาวที่เส้นสุริยวิถีพาดผ่าน คือ กลุ่มดาวจักรราศี โดยตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ปรากฏในแต่ละจักรราศีแสดงได้ ดังภาพที่ 4.18 หากพิจารณาวันที่ 21 สิงหาคม ดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ที่ราศีสิงห์ ซึ่งจะไม่สามารถสังเกตเห็นราศีสิงห์ได้ เนื่องจากกลุ่มดาวอยู่เหนือขอบฟ้าในเวลากลางวัน แต่จะเห็นราศีกันย์ได้ตลอดทั้งคืน เพราะกลุ่มดาวอยู่ตรงข้ามดวงอาทิตย์



▲ ภาพที่ 4.18 ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ปรากฏในกลุ่มดาวจักรราศี
ที่มา : Bennett, et al (2013)

2.4 พิกัดกาแล็กซี

นอกจากพิกัดขอบฟ้า พิกัดศูนย์สูตร และพิกัดสุริยวิถีแล้ว เรายังสามารถใช้ระนาบของกาแล็กซีทางช้างเผือกเป็นระนาบอ้างอิงได้อีกด้วย ระบบพิกัดนี้เหมาะแก่การศึกษากาแล็กซีทางช้างเผือก แบ่งพิกัดกาแล็กซีออกเป็นละติจูดกาแล็กซี (galactic latitude) และลองจิจูดกาแล็กซี (galactic longitude) โดยมีทิศของลองจิจูดกาแล็กซีที่ 0 องศา ซึ่งไปยังศูนย์กลางกาแล็กซีบริเวณกลุ่มดาวคนยิงธนู (sagittarius) และทิศบวกในละติจูดกาแล็กซีชี้ไปหาขั้วเหนือของกาแล็กซี ซึ่งชี้ไปยังบริเวณกลุ่มดาวโคมาเบเรนิซ (coma berenices)



▲ ภาพที่ 4.19 ทรงกลมฟ้าแสดงในพิกัดกาแล็กซี พิกัดนี้จะใช้ระนาบกาแล็กซีทางช้างเผือกเป็นระนาบอ้างอิง
ที่มา : 2MASS project

Core Concept

ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญ เรื่อง พิกัดท้องฟ้า

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. บริเวณใดที่ผู้สังเกตจะสามารถเห็นทั้งขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้
2. จงอธิบายเกี่ยวกับเส้นขอบฟ้า
3. เพราะเหตุใดเราถึงสังเกตเห็นดาวบางกลุ่มได้ในบางฤดู
4. ระบบพิกัดขอบฟ้าและระบบพิกัดศูนย์สูตรเป็นระบบที่ระบุพิกัดบนท้องฟ้าแบบใด จงอธิบาย
5. การระบุพิกัดบนทรงกลมฟ้าด้วยระบบพิกัดศูนย์สูตรต้องระบุค่าใดบ้าง
6. ดวงอาทิตย์ ณ วันที่กลางคืนยาวนานที่สุดในซีกโลกเหนือมีพิกัดสุริยวิถีเท่าใด



หากเราไม่มีนาฬิกา
เราจะทราบได้อย่างไรว่า
เวลาผ่านไปแล้ว 1 วัน

3 การกำหนดเวลาบนโลก

ทุกวันนี้เราเคยชินกับการใช้นาฬิกาเป็นเครื่องมือในการบอกเวลา แต่หากย้อนเวลากลับไปในสมัยก่อนที่จะมีการประดิษฐ์นาฬิกา เราจะบอกเวลาได้อย่างไร และเราใช้การสังเกตใดเป็นการกำหนดเวลาในแต่ละวัน

3.1 เวลาสุริยคติ

ในชีวิตประจำวันนั้น เรามีการอ้างอิงเวลา “1 วัน” จากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้ นาฬิกาที่ใช้ในปัจจุบันจึงมีรากฐานมาจากการบอกเวลาสุริยคติ (solar time)

เวลาสุริยคติเป็นเวลาที่อ้างอิงจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เกิดจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ผ่านท้องฟ้าของผู้สังเกต เรานับเวลาที่ดวงอาทิตย์ใช้ในการกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้าอีกครั้งว่า เป็นเวลา 1 วัน หรือ 1 วันสุริยคติปรากฏ (apparent solar day) และเรียกเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนพอดีว่า เป็นเวลาเที่ยงวัน

หากเราถ่ายภาพดวงอาทิตย์จากตำแหน่งและเวลาเดียวกันในคนละวัน เราจะพบว่าดวงอาทิตย์มีการเลื่อนตำแหน่งไป ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะเหตุผล 2 ประการ

ประการแรกเกิดจากการเอียงของแกนโลกที่ทำให้เกิดฤดูกาล เมื่อเข้าใกล้ฤดูร้อนมากขึ้นดวงอาทิตย์จะอยู่สูงขึ้น จนกระทั่งห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้า 23.5 องศา และลดต่ำลงมาจนกระทั่งไปอยู่ต่ำกว่าเส้นศูนย์สูตรฟ้า 23.5 องศาในฤดูหนาว

ประการที่สองเกิดจากการที่วงโคจรของโลกเป็นวงรีและมีความเร็วโคจรที่เปลี่ยนไป ทำให้ในบางครั้งดวงอาทิตย์กลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมเร็วขึ้น และในบางครั้งก็ช้าลง

จากเหตุผลทั้ง 2 ประการนี้ ส่งผลให้ภาพที่ได้จากการสังเกตดวงอาทิตย์ที่ตำแหน่งและเวลาเดียวกันในตลอดทั้งปี ทำให้ภาพการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เป็นเครื่องหมายคล้ายเลข 8 เรียกว่า เส้นแอนนาแลมมา (analemma)



▲ ภาพที่ 4.20 เส้นแอนนาแลมมาเหนือกองหินคัลลานิซ (Callanish Stones) ประเทศสกอตแลนด์
ที่มา : <https://apod.nasa.gov/apod/ap220918.html>

อย่างไรก็ตาม เราจะพบว่า เวลาที่ดวงอาทิตย์ใช้ในการกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า (1 วันสุริยคติปรากฏ) จะไม่เท่ากันตลอดทั้งปี ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโลกมีวงโคจรเป็นวงรี ทำให้เวลาที่ใช้ต่างกันบ้างเล็กน้อย แต่หากเรานำมาเฉลี่ยวันสุริยคติปรากฏตลอดทั้งปีแล้ว จะได้เวลาเฉลี่ยใน 1 วัน จะมีค่าเท่ากับ 24 ชั่วโมงพอดี เราเรียกเวลา 24 ชั่วโมงว่า 1 วันสุริยคติเฉลี่ย (mean solar day)

นาฬิกาที่เราใช้เป็นการแบ่ง 1 วันสุริยคติเฉลี่ย ออกเป็น 24 ชั่วโมง และเวลาสุริยคติปรากฏเป็นตัวบอกว่า ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนมานานเท่าไร เช่น เวลา 11.30 น. หมายความว่า ดวงอาทิตย์กำลังจะผ่านเมริเดียนในอีก 30 นาที ในขณะที่ 19.00 น. หมายความว่า ดวงอาทิตย์ได้ผ่านเมริเดียนไปเมื่อ 7 ชั่วโมงที่แล้ว เราสามารถเรียกมุมที่ดวงอาทิตย์ทำกับเมริเดียนได้ว่า มุมชั่วโมง (Hour Angle; HA) โดยเราสามารถวัดแทนได้ด้วยเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนมา เช่น เวลา 11.30 น. ดวงอาทิตย์จะมีมุมชั่วโมงประมาณ -30 นาที

การใช้เวลาสุริยคติปรากฏ หมายความว่า ผู้สังเกตที่อยู่ลองจิจูดที่แตกต่างกันจะมีเวลาที่ไม่ตรงกัน (ผู้สังเกตที่อยู่ทางทิศตะวันออกจะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนก่อน) เพื่อความสะดวกในการนัดหมายเวลา จึงได้มีการกำหนดเวลาสากล และแบ่งเวลามาตรฐานออกเป็นชั่วโมง โดยเทียบเวลาสากลที่เมืองกรีนวิช (Greenwich Mean Time; GMT) และเรียกเวลานี้ว่า เวลาสากล (Universal Time; UT) โดยสำหรับประเทศไทยมีอาณาเขตอยู่ระหว่างลองจิจูด 97.5 องศาตะวันออกถึงลองจิจูด 105 องศาตะวันออก ซึ่งถ้าผู้สังเกตที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน (ลองจิจูด 97.5 องศาตะวันออก) จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนก่อนเมืองกรีนวิช 6.5 ชั่วโมง แต่ถ้าผู้สังเกตจังหวัดอุบลราชธานี (ลองจิจูด 105 องศาตะวันออก) จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนก่อนเมืองกรีนวิช 7 ชั่วโมง

Concept Question?

จากตำแหน่งของนักเรียน หากสังเกตดวงอาทิตย์เวลา 12.00 น. ตามเวลามาตรฐานประเทศไทย จะเห็นดวงอาทิตย์ก่อนหรือหลังผ่านเมริเดียน

ตัวอย่างที่ 4.3

ผู้สังเกต A อยู่ที่จังหวัดอุบลราชธานี ลองจิจูด 105 องศาตะวันออก ในขณะที่ผู้สังเกต B อยู่ที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ลองจิจูด 97.5 องศาตะวันออก หากผู้สังเกต A สังเกตเห็นดาวซิริอุสผ่านเมริเดียน ณ เวลา 21.08 น. ผู้สังเกต B จะสังเกตเห็นดาวซิริอุสผ่านเมริเดียน ณ เวลาเท่าใด

วิธีทำ ซึ่งทุก ๆ 15 องศา ที่ต่างกันตามแนวลองจิจูด จะเทียบเท่า 1 ชั่วโมง ที่แตกต่างกันในเวลาขึ้น และตกผู้สังเกต A และ B อยู่ห่างกัน 7.5 องศา เทียบเท่า $\frac{7.5}{15} = 0.5$ ชั่วโมง หรือ 30 นาที ดังนั้น ผู้สังเกต B จึงเห็นดาวซิริอุสผ่านเมริเดียน ณ เวลาหลังจากผู้สังเกต A เมื่อเวลา 21.38 น.



กิจกรรม

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การวัด
- การสร้างแบบจำลอง

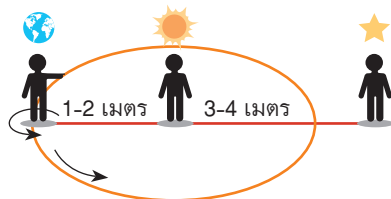
จิตวิทยาศาสตร์

- ความรอบคอบ
- ความมุ่งมั่นอดทน



วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียน 1 คน เป็นโลก อีก 1 คน เป็นดวงอาทิตย์ และอีก 1 คน เป็นดวงดาว แล้วให้แต่ละคนยืนในตำแหน่งดังภาพที่ 4.21
2. ให้นักเรียนที่เป็นโลกขึ้นไว้ไปยังนักเรียนที่เป็นดวงอาทิตย์ และสังเกตว่าขึ้นไปที่นักเรียนที่เป็นดวงดาวด้วยหรือไม่
3. ให้นักเรียนที่เป็นโลกหมุนรอบตัวเองไปทางซ้าย สังเกตว่าเมื่อนี้ขึ้นไปที่ดวงดาว นิ้วของนักเรียนชี้ที่ดวงอาทิตย์ด้วยหรือไม่
4. ให้นักเรียนที่เป็นโลกหมุนรอบตัวเองพร้อมกับเดินโคจรรอบดวงอาทิตย์ไปทางขวา สังเกตว่าเมื่อนี้กลับมาชี้ที่ดวงดาวและชี้ที่ดวงอาทิตย์อีกครั้ง ใช้เวลาเท่ากันหรือไม่



▲ ภาพที่ 4.21 จำลองกิจกรรมวันสุริยคติกับวันดาราคติ
ที่มา : คลังภาพ อจท.



คำถามท้ายกิจกรรม

จากกิจกรรมการปฏิบัติ ในช่วงใดที่แทน 1 วันสุริยคติ และช่วงใดแทน 1 วันดาราคติ



อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม เมื่อนักเรียนที่เป็นโลกหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ไปทางขวา แล้วนิ้วกลับมาชี้ที่ดวงอาทิตย์อีกครั้ง เป็นการอธิบายแทนปรากฏการณ์ 1 วันสุริยคติ ซึ่งเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์ใช้เคลื่อนที่กลับมาอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า ส่วนเมื่อนักเรียนที่เป็นโลกหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ไปทางขวา แล้วนิ้วกลับมาชี้ที่ดวงดาว เป็นการอธิบายแทนปรากฏการณ์ 1 วันดาราคติ ซึ่งเป็นเวลาที่ดาวฤกษ์โคจรกลับมาอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมอีกครั้ง เราจะพบว่า 1 วันดาราคตินั้นสั้นกว่า 1 วันสุริยคติ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว 1 วันดาราคติ จะสั้นกว่า 1 วันสุริยคติอยู่ 4 นาที

3.2 เวลาดาราคติ

จากที่อธิบายไปแล้วเบื้องต้นว่า เวลามาตรฐานที่เราใช้นั้นมีที่มาจากเวลาสุริยคติ เวลาบนนาฬิกาของเราจึงสามารถบอกตำแหน่งคร่าว ๆ ได้ว่าดวงอาทิตย์อยู่บริเวณใด เช่น หากนักเรียนต้องออกไปวิ่งเวลา 13.00 น. จะเป็นเวลาที่อากาศร้อน เพราะดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนมาแล้วไม่นาน แต่หากนักเรียนต้องมาโรงเรียนเวลา 05.00 น. ดวงอาทิตย์จะยังไม่ขึ้นและยังจะเป็นเวลาเช้ามีต้อย หากเวลาสุริยคติเป็นสิ่งที่บอกถึงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เวลาดาราคติก็เป็นสิ่งที่บอกถึงตำแหน่งของดวงดาว

เวลาที่เราเรียกกันว่า "1 วัน" จริง ๆ แล้วคือ 1 วันสุริยคติ เพราะเป็นเวลาที่อ้างอิงโดยให้ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่กลับมาที่ตำแหน่งเดิม ส่วนเวลาดาราคติ (Sidereal Time; ST) เป็นสิ่งที่บอกถึงตำแหน่งดาว เป็นเวลาที่โลกหมุนจนดาวดวงเดิมกลับมาที่ตำแหน่งเดิม โดย 1 วันดาราคติ จะใช้เวลาทั้งสิ้น 23 ชั่วโมง 56 นาที นั่นคือ 1 วันดาราคติ จะสั้นกว่า 1 วันสุริยคติอยู่ 4 นาที

เวลาดาราคติ คือ ไรต์แอสเซนชัน (RA) ที่อยู่บนเมริเดียน ณ ปัจจุบันนี้ ดังนั้น หากเราทราบพิกัดของดาวที่อยู่บนเมริเดียน ก็จะทราบเวลาดาราคติทันที

ถ้ามีดาวที่เราทราบพิกัด แต่อยู่ห่างจากเมริเดียนเท่ากับมุมชั่วโมง จะสามารถหาเวลาดาราคติได้เช่นกัน จากการคำนวณว่าดวงดาวนี้จะใช้เวลาอีกเท่าไรที่จะถึงเมริเดียนตามสมการ

$$ST = RA + HA$$

ST คือ เวลาดาราคติ
RA คือ ไรต์แอสเซนชัน
HA คือ มุมชั่วโมง

นอกจากนี้ ใน 1 วันดาราคติ เรายังแบ่งออกได้เป็น 24 ชั่วโมงดาราคติ เช่นเดียวกับเวลาสุริยคติ แต่ในเวลาสุริยคติต้องถือนปรากฏ เราานิยามว่า เวลา 12.00 น. จะตรงกับเวลาที่ดวงอาทิตย์กำลังข้ามผ่านเมริเดียน ในเวลาดาราคติต้องถือนเราานิยามว่าเวลา 12.00 น. ดาราคติจะเป็นเวลาที่ดวงดาวที่มีพิกัด RA = 12 h 0 m กำลังข้ามผ่านเมริเดียนพอดี



ตัวอย่างที่ 4.4

นักเรียนสังเกตเห็นดาวเวกา (RA = 18 h 36 m) อยู่บนเมริเดียนพอดี ปัจจุบันนี้เป็นเวลาดาราคติเท่าไร

วิธีทำ ถ้าวัตถุท้องฟ้านั้นผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตพอดี แสดงว่า HA = 0 h

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ } ST &= RA + HA \\ &= 18 \text{ h } 36 \text{ m} + 0 \text{ h} = 18 \text{ h } 36 \text{ m} \end{aligned}$$

ดังนั้น เวลาดาราคติมีค่าเท่ากับ 18 h 36 m

ตัวอย่างที่ 4.5

หากนักเรียนสังเกตเห็นดาวเวกาอยู่ห่างจากเส้นเมริเดียนไปทางทิศตะวันออกเป็นมุม 15 องศา จงหาว่าปัจจุบันเป็นเวลาดาราคติเท่าไร

วิธีทำ เปลี่ยนมุม 15 องศา ให้เป็นมุมชั่วโมง เราทราบว่าใน 1 วัน ดวงดาวจะหมุนครบ 360 องศา โดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง นั่นหมายความว่า 360 องศา คิดเป็น 24 ชั่วโมง

$$\text{ดังนั้น } 15 \text{ องศา คิดเป็น } = \frac{15 \times 24}{360} = 1 \text{ ชั่วโมง}$$

นั่นคือ ใน 1 ชั่วโมง ดวงดาวจะเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเป็นมุมประมาณ 15 องศา เนื่องจากดาวเวกาอยู่ทางทิศตะวันออกของเมริเดียน นั่นหมายความว่า ดาวเวกา กำลังจะผ่านเมริเดียนไปอีก 1 ชั่วโมง แสดงว่าในอีก 1 ชั่วโมงข้างหน้า เวลาดาราคติจะเท่ากับไรต์แอสเซนชันของดาวเวกาพอดี แสดงว่าปัจจุบันนี้เป็นเวลาดาราคติ (ST)

$$ST = 18 \text{ h } 36 \text{ m} - 1 \text{ h} = 17 \text{ h } 36 \text{ m}$$

หรือสามารถหาเวลาดาราคติได้ โดยการเอาไรต์แอสเซนชันของวัตถุท้องฟ้ามาบวกกับมุมชั่วโมงที่สังเกตได้ จะพบมุมชั่วโมงของดาวเวกาเท่ากับ -1 h จะได้ว่า

$$ST = RA + HA = 18 \text{ h } 36 \text{ m} - 1 \text{ h} = 17 \text{ h } 36 \text{ m}$$

ดังนั้น เวลาดาราคติ มีค่าเท่ากับ 17 h 36 m

จะเห็นได้ว่า เวลาดาราคติมีประโยชน์มากในการประมาณว่า ดาวที่เราทราบไรต์แอสเซนชันที่เราต้องการสังเกตจะขึ้นเมื่อไร (เช่นเดียวกับที่เราทราบว่า หากปัจจุบันเป็นเวลา 05.00 น. ดวงอาทิตย์กำลังจะขึ้นในไม่ช้า) นอกจากนี้ หากเราสามารถวัดมุมชั่วโมงของดวงดาวดวงอื่นที่ทราบไรต์แอสเซนชันแต่ไม่ได้อยู่บนเมริเดียน เราก็สามารถบอกถึงเวลาดาราคติได้เช่นกัน

Core Concept

ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญ เรื่อง
การกำหนดเวลาบนโลก



Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- จงอธิบายเกี่ยวกับเวลาสุริยคติปรากฏ
- ประเทศญี่ปุ่นมีลองจิจูด 135 องศาตะวันออก จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนก่อนเมืองกรีนวิชกี่ชั่วโมง
- นักเรียนสังเกตเห็นดาวเวกาขึ้นเหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเวลา 06.20 น. หากนักเรียนทำการสังเกตใน 10 วันต่อมา นักเรียนจะเห็นดาวเวกาขึ้นเหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันออกในเวลากี่โมง



Earth Science in Real Life



ขณะนี้เป็นเวลากี่โมง?

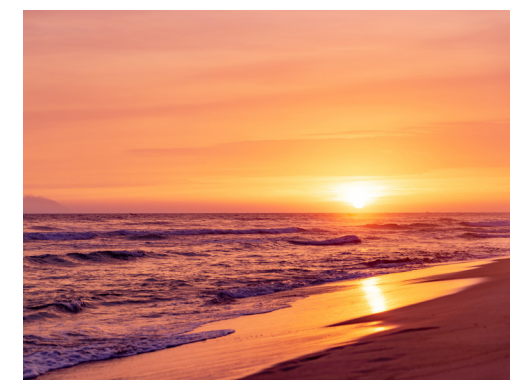
เวลาท้องถิ่นประเทศไทยที่เราใช้อยู่ นั้น มีพื้นฐานมาจากเวลาสุริยคติท้องถิ่นหรือจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เนื่องจากมนุษย์นั้นอิงชีวิตประจำวันกับความเป็นอยู่อยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เราออกไปเรียนและทำงานในช่วงเช้าหลังดวงอาทิตย์ขึ้น และเข้านอนหลังดวงอาทิตย์ตก ด้วยเหตุนี้ เราจึงสามารถใช้ดวงอาทิตย์ในการประมาณเวลาคร่าวๆ ได้

ในทุกๆ วัน ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่ผ่านเมริเดียน 1 ครั้ง ซึ่งตรงกับเวลา 12.00 น. ทั้งนี้เวลา 12.00 น. นั้น ดวงอาทิตย์จะไม่ได้อยู่บนบริเวณเหนือศีรษะเสมอไป ขึ้นอยู่กับพิกัดเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์ในขณะนั้น หากดวงอาทิตย์ในวันนั้นมีพิกัดเดคลิเนชันเท่ากับละติจูดที่อาศัยอยู่ ดวงอาทิตย์จะผ่านเมริเดียนในบริเวณตรงกับจุดเหนือศีรษะพอดี ซึ่งสำหรับประเทศไทย (ตั้งอยู่ทีละติจูด 6-20 องศาเหนือ) นั้น ในแต่ละละติจูดจะเกิดขึ้นปีละ 2 ครั้ง ในช่วงประมาณเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และอีกครั้งในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ขึ้นอยู่กับละติจูดที่อาศัยอยู่

ส่วนเมริเดียนเป็นเส้นสมมติที่ลากจากขอบฟ้าทางทิศเหนือผ่านจุดเหนือศีรษะ ไปบรรจบยังขอบฟ้าทางทิศใต้ ทำให้เมริเดียนแบ่งท้องฟ้าออกเป็นซีกตะวันออกและซีกตะวันตก ก่อนที่ดวงอาทิตย์จะข้ามเมริเดียนนั้น ดวงอาทิตย์จะอยู่ในบริเวณซีกตะวันออกของท้องฟ้า และจะเป็นช่วงเวลาเช้าซึ่งตรงกับภาษาละตินว่า ante meridiem (แปลว่า ก่อนเมริเดียน) อันเป็นที่มาของตัวย่อ a.m. ซึ่งแสดงถึงช่วงเช้า ในขณะที่ในช่วงบ่ายดวงอาทิตย์จะอยู่ในซีกตะวันตกของท้องฟ้า ภายหลังจากที่ดวงอาทิตย์ข้ามเมริเดียนไปแล้ว ซึ่งตรงกับภาษาละตินว่า post meridiem (แปลว่า หลังเมริเดียน) อันเป็นที่มาของตัวย่อ p.m. ดังนั้น การที่เราสามารถระบุได้ว่าดวงอาทิตย์นั้นอยู่ในซีกฟ้าตะวันออกหรือตะวันตก จะบอกให้เราทราบได้ว่าดวงอาทิตย์ได้ข้ามเมริเดียนไปแล้วหรือยัง และบอกได้ว่าขณะนั้นเป็นเวลาเช้าหรือบ่าย



▲ ภาพที่ 4.22 ดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นช่วงเวลาเช้า แปลว่าก่อนดวงอาทิตย์จะข้ามเมริเดียน (a.m.) ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางซีกตะวันออกของท้องฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 4.23 ดวงอาทิตย์กำลังลับขอบฟ้า แปลว่าดวงอาทิตย์ได้ข้ามเมริเดียนไปแล้ว (p.m.) ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางซีกตะวันตกของท้องฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หากเราสามารถวัดมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์เมื่อเทียบกับ
เมริเดียนได้ เราจะทราบได้อย่างแน่ชัดว่า ดวงอาทิตย์นั้น
จะข้ามเมริเดียน (ในกรณีช่วงเช้าที่ดวงอาทิตย์ยังอยู่ใน
ซีกฟ้าตะวันออก) หรือข้ามเมริเดียนไปแล้ว (ในกรณีช่วงบ่าย
ที่ดวงอาทิตย์อยู่ในซีกฟ้าตะวันตก) เป็นเวลาเท่าใด และจะ
ทำให้เราสามารถระบุเวลาได้อย่างชัดเจน เช่น หากดวงอาทิตย์
อยู่ในซีกฟ้าตะวันตกเป็นมุมชั่วโมง 2.5 ชั่วโมง แสดงว่า
ดวงอาทิตย์นั้นผ่านเมริเดียนไปแล้วตั้งแต่เมื่อ 2.5 ชั่วโมง
ที่แล้ว ทำให้เวลานี้เป็นเวลา 14.30 น. นาฬิกาแดดนั้น
ช่วยในการระบุมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์ ทำให้เราทราบเวลา
สุริยคติได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น



▲ ภาพที่ 4.24 นาฬิกาแดดแบบศูนย์สูตร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

อย่างไรก็ตาม เวลาที่วัดได้จากดวงอาทิตย์นั้นเป็นเพียง
เวลาสุริยคติท้องถิ่น ซึ่งแตกต่างจากเวลามาตรฐาน
ประเทศไทยเล็กน้อย เริ่มจากเวลามาตรฐานประเทศไทยนั้นอ้างอิงจากเวลาสุริยคติท้องถิ่นเฉลี่ย
ณ เส้นลองจิจูด 105 องศาตะวันออก ซึ่งตรงกับจังหวัดอุบลราชธานี ผู้สังเกตที่อยู่เส้นลองจิจูดอื่น
จะมีเวลาสุริยคติที่แตกต่างไปจากนี้ อีกทั้งเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนในแต่ละวันของปีนั้น
จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากความเร็วโคจรของโลกที่เปลี่ยนไปตามวงรีของวงโคจร
แต่โดยทั่วไปแล้วเวลาสุริยคติท้องถิ่นหรือตำแหน่งของดวงอาทิตย์นั้นสามารถใช้ระบุเวลาโดยคร่าวๆ
ได้โดยไม่ลำบากเท่าใดนัก

▼ ภาพที่ 4.25 ประติมากรรมนาฬิกาแดด ตั้งอยู่ริมแม่น้ำเทมส์ ในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

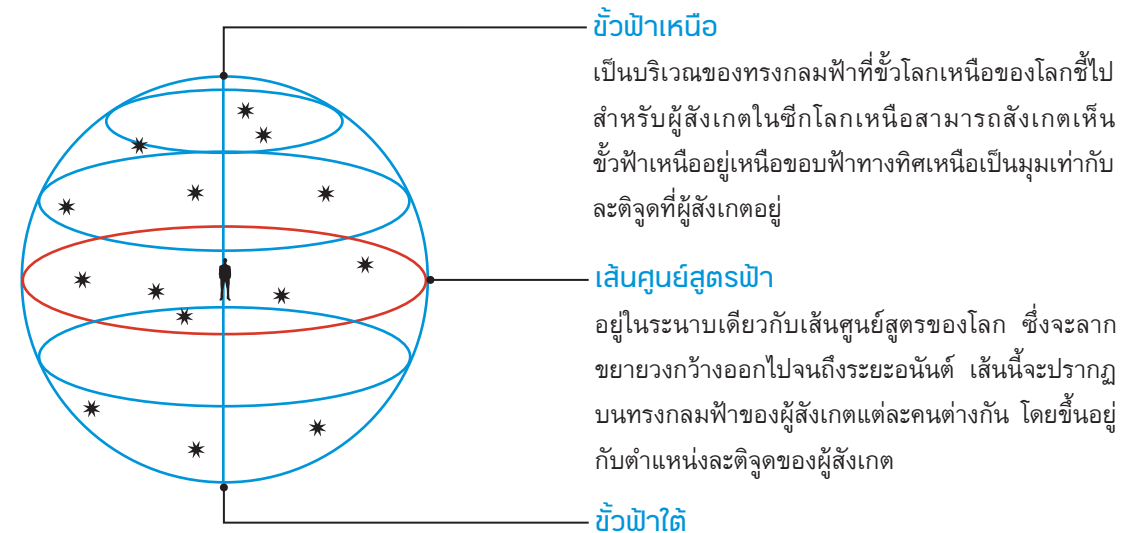


Summary

ทรงกลมฟ้า

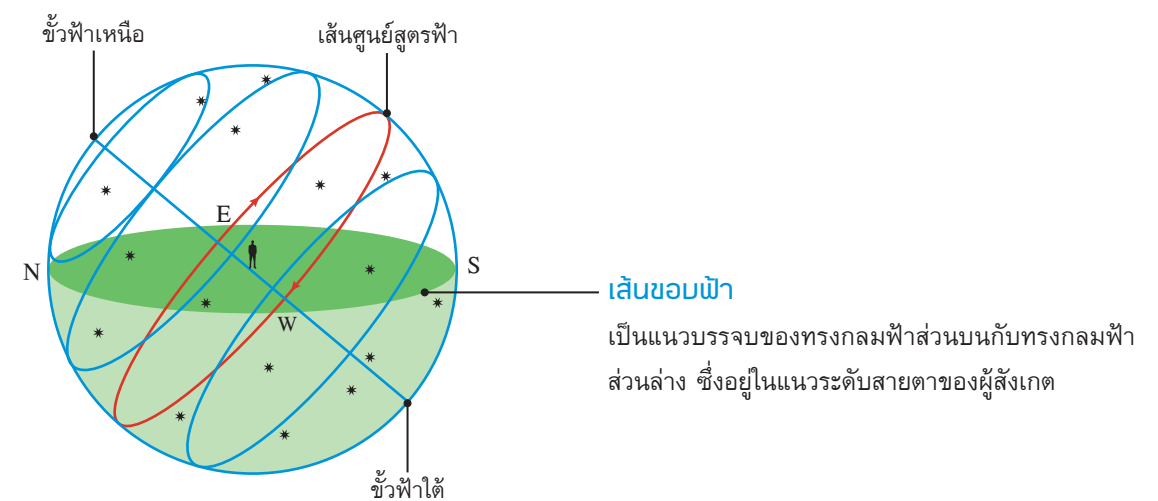
ส่วนประกอบทรงกลมฟ้า

ทรงกลมฟ้าแบบไม่มีเส้นขอบฟ้า



▲ ภาพที่ 4.26 ทรงกลมฟ้าแบบไม่มีเส้นขอบฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

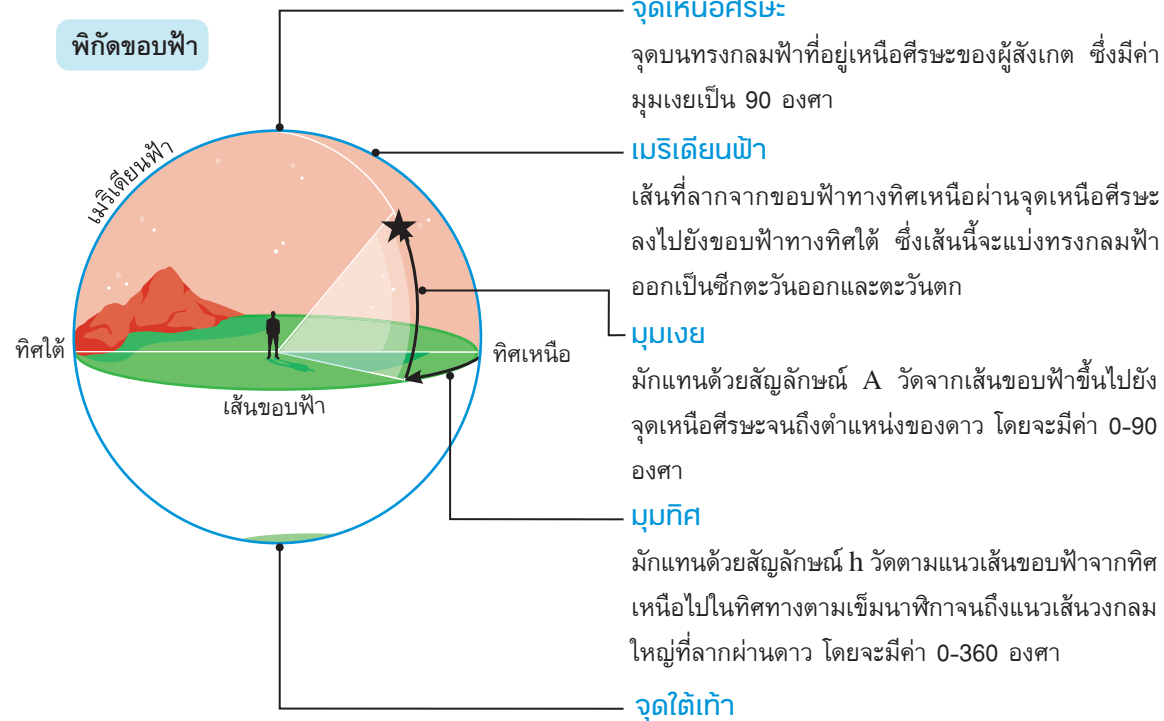
ทรงกลมฟ้าแบบมีเส้นขอบฟ้า



▲ ภาพที่ 4.27 ทรงกลมฟ้าแบบมีเส้นขอบฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

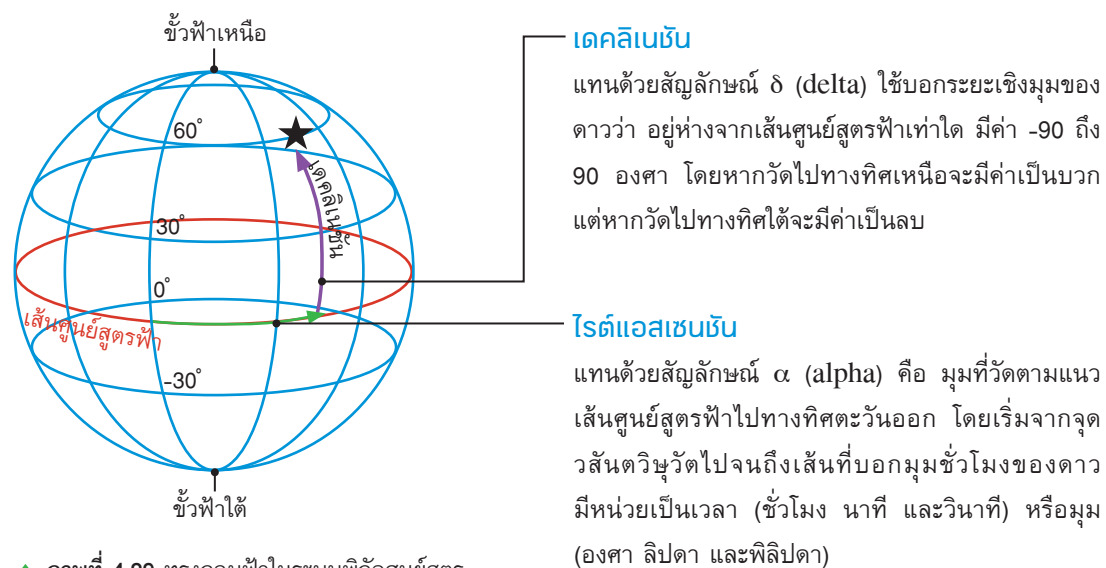
พิกัดท้องฟ้า

พิกัดขอบฟ้า



▲ ภาพที่ 4.28 ทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดขอบฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.

พิกัดศูนย์สูตร



▲ ภาพที่ 4.29 ทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดศูนย์สูตร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

พิกัดสุริยวิถี



▲ ภาพที่ 4.30 ทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดสุริยวิถี
ที่มา : คลังภาพ อจท.

พิกัดกาแล็กซี

เป็นพิกัดที่ใช้ระนาบของกาแล็กซีทางช้างเผือกเป็นระนาบอ้างอิง โดยระบบพิกัดนี้เหมาะแก่การศึกษาทางช้างเผือก แบ่งพิกัดออกเป็นละติจูดกาแล็กซีและลองจิจูดกาแล็กซี

- **ละติจูดกาแล็กซี** วัดจากเส้นศูนย์สูตรของกาแล็กซีไปทางขั้วเหนือของกาแล็กซี ซึ่งมีค่า -90 ถึง 90 องศา
- **ลองจิจูดกาแล็กซี** วัดตามแนวเส้นศูนย์สูตรของกาแล็กซีไปทางทิศตะวันออก โดยเริ่มต้น 0 องศา ที่จุดตัดของระนาบในกลุ่มดาวคนยิงธนูของกาแล็กซี ซึ่งมีค่า -90 ถึง 90 องศา

การกำหนดเวลาบนโลก

- **เวลาสุริยคติ** เป็นการบอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์เทียบกับเมริเดียน
- **เวลาดาราคติ** เป็นการบอกตำแหน่งของดาวฤกษ์บนท้องฟ้า มีค่าเท่ากับ RA ของดาวที่อยู่บนเมริเดียน โดย 1 วันดาราคติ จะสั้นกว่า 1 วันสุริยคติ 4 นาที



Apply Your Knowledge

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมโดยมีขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งบนทรงกลมฟ้า โดยแต่ละกลุ่มเลือกศึกษากลุ่มละ 1 หัวข้อ จากนั้นสร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้าในหัวข้อที่เลือก ดังนี้
 - การระบุตำแหน่งดาวตามระบบพิกัดขอบฟ้า
 - การระบุตำแหน่งดาวตามระบบพิกัดศูนย์สูตร
 - การระบุตำแหน่งดาวตามระบบพิกัดสุริยวิถี
- แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแบบจำลองทรงกลมฟ้าหน้าชั้นเรียน



Self Check

ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาข้อความว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุด หากพิจารณาข้อความไม่ถูกต้อง ให้กลับไปทบทวนเนื้อหาตามหัวข้อที่กำหนดให้

	ถูก/ผิด	บันทึกหัวข้อ
1. ผู้สังเกตที่อยู่ขั้วโลกเหนือจะสามารถพบทั้งขั้วฟ้าเหนือและขั้วฟ้าใต้ได้	☐	1.
2. การระบุพิกัดแบบระบบพิกัดขอบฟ้า ไม่ว่าผู้สังเกตจะอยู่ ณ ตำแหน่งใด ๆ บนโลก จะเห็นวัตถุอยู่ในพิกัดเดียวกัน	☐	2.1
3. จุดเหนือศีรษะมีค่ามุมเงยเป็น 90 องศา	☐	2.1
4. ระบบพิกัดศูนย์สูตรเป็นระบบที่ใช้โลกเป็นศูนย์กลางและอ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรระบุตำแหน่งเป็นมุมทิศและมุมเงย	☐	2.2
5. ค่าเดคลิเนชันใช้บอกระยะเชิงมุมของดาวว่าห่างจากเส้นศูนย์สูตรฟ้าเท่าใด	☐	2.2
6. เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ก่อนมาทางทิศเหนือจากเส้นศูนย์สูตรมากที่สุด จะเป็นวันที่กลางวันยาวนานที่สุด	☐	2.2
7. วันที่ 21 มิถุนายน เป็นวันที่กลางวันยาวนานที่สุดของผู้สังเกตในซีกโลกใต้	☐	2.3
8. จังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดอุบลราชธานีจะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมรดิเดียนก่อนเมืองกรีนิช 6.5 ชั่วโมง และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้น จังหวัดแม่ฮ่องสอนจะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมรดิเดียนก่อนจังหวัดอุบลราชธานี	☐	3.1
9. หากดาวฤกษ์ดวงหนึ่งขึ้นเหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเวลา 05.30 น. เมื่อผ่านไป 1 เดือน ดาวฤกษ์ดวงนั้นจะขึ้นเหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเวลา 03.30 น.	☐	3.2
10. 1 วันดาราคติ มีเวลายาวนานกว่า 1 วัน สุริยคติ 4 นาที	☐	3.2



Unit questions 4

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาวมีการโคจรขึ้นจากขอบฟ้าเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร
- บริเวณจุดเหนือศีรษะมีมุมเงยกี่องศา
- ดวงอาทิตย์มีมุมเงยสูงที่สุดที่บริเวณใดของท้องฟ้า
- จงวาดภาพทรงกลมฟ้าแสดงเส้นขอบฟ้า จุดเหนือศีรษะ ทิศทั้งสี่ และเมรดิเดียน
- หากนักเรียนอยู่ละติจูด 30 องศาเหนือ นักเรียนจะพบเส้นศูนย์สูตรฟ้าอยู่ห่างจากจุดยอดฟ้ากี่องศา
- ผู้สังเกตจากละติจูด 45 องศาเหนือ จะพบดาวเหนืออยู่บริเวณใดของท้องฟ้า
- หากระบุตำแหน่งของดาวฤกษ์ดวงหนึ่งในระบบพิกัดขอบฟ้า ระบบพิกัดศูนย์สูตร และระบบพิกัดกาแล็กซี เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที ดาวดวงนี้จะมีพิกัดในระบบใดเปลี่ยนไปบ้าง
- ในเวลาเที่ยงวันตามเวลาสุริยคติ ดวงอาทิตย์จะอยู่บริเวณใดของท้องฟ้า
- ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณละติจูด 23.5 องศาเหนือ จะสังเกตเห็นดวงอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะได้ในวันใดของปี
- ประเทศที่อยู่ในซีกโลกใต้ ช่วงเดือนใดจะมีเวลากลางวันยาวที่สุด
- 1 วันดาราคติ กับ 1 วันสุริยคติ เท่ากันหรือไม่ อย่างไร
- ดวงอาทิตย์จะมีการเลื่อนพิกัด RA เพิ่มขึ้นประมาณวันละ 4 m หรือเดือนละ 2 h หากวันที่ 21 มีนาคม ดวงอาทิตย์มีพิกัด RA = 0 h 0 m วันที่ 13 เมษายน ดวงอาทิตย์จะมี RA ประมาณเท่าใด
- เวลาเที่ยงวันของวันที่ 13 เมษายน ดวงอาทิตย์อยู่บนเมรดิเดียนพอดี เวลานั้นจะตรงกับเวลาดาราคติเท่าใด
- ในวันที่ 13 เมษายน ดาวเวกา (RA = 18 h 36 m) จะผ่านเมรดิเดียนเมื่อเวลาเท่าใด และจะสามารถเห็นดาวเวกาในช่วงเดือนเมษายนได้หรือไม่
- ประเทศ A อยู่ที่ลองจิจูด 90 องศาตะวันออก ประเทศ B อยู่ที่ลองจิจูด 120 องศาตะวันออก ทั้ง 2 ประเทศ มีเวลาท้องถิ่นมาตรฐานต่างกันเท่าไร และถ้าขณะนั้นประเทศ A เป็นเวลา 12.00 น. เวลาของประเทศ B จะเป็นเวลากี่โมง



คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. หากผู้สังเกตอยู่บนบริเวณประเทศไทย ขั้วฟ้าเหนือของทรงกลมฟ้าจะอยู่ในบริเวณใด
 1. เหนือศีรษะ
 2. เหนือขอบฟ้าทางทิศใต้
 3. เหนือขอบฟ้าทางทิศเหนือ
 4. เหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันตก
 5. เหนือขอบฟ้าทางทิศตะวันออก
2. ผู้สังเกต ณ ตำแหน่งใดบนโลก จะไม่สามารถสังเกตเห็นดาวในซีกฟ้าใต้ได้เลย
 1. ผู้สังเกตบนขั้วโลกเหนือ
 2. ผู้สังเกตที่อยู่ใต้ระนาบสุริยวิถี
 3. ผู้สังเกตเหนือละติจูด 23 องศาเหนือ
 4. ผู้สังเกต ณ ตำแหน่งใด ๆ ในซีกโลกเหนือ
 5. ผู้สังเกตทุกตำแหน่งบนโลกสามารถสังเกตเห็นดาวในซีกฟ้าใต้ได้ทั้งหมด
3. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้ 1 วันสุริยคติปรากฏยาวนานไม่เท่ากัน
 1. แกนโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา
 2. โลกโคจรช้า เมื่ออยู่ใกล้ดวงอาทิตย์
 3. โลกโคจรเร็ว เมื่ออยู่ใกล้ดวงอาทิตย์
 4. เส้นสุริยวิถีไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า
 5. ดาวฤกษ์อ้างอิงจะผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตก่อนดวงอาทิตย์
4. ผู้สังเกตที่อยู่ทีละติจูด 90 องศาตะวันออก จะเห็นดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนก่อนผู้สังเกตที่อยู่ทีละติจูด 0 องศา
 1. 90 นาที
 2. 180 นาที
 3. 270 นาที
 4. 360 นาที
 5. 450 นาที
5. เวลามาตรฐานของประเทศไทย คือ GMT+7 ซึ่งต่างจากเวลาสากลอยู่ 7 ชั่วโมง ประเทศไทยใช้เส้นลองจิจูดใดในการกำหนดเวลามาตรฐานของประเทศ
 1. 97.5 องศาตะวันออก
 2. 99 องศาตะวันออก
 3. 100 องศาตะวันออก
 4. 100.5 องศาตะวันออก
 5. 105 องศาตะวันออก

6. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทรงกลมฟ้า
 1. จากขั้วโลก ทุกส่วนของทรงกลมฟ้าจะขึ้นเหนือขอบฟ้าในเวลา 1 วัน
 2. จากเส้นศูนย์สูตร ทุกส่วนของทรงกลมฟ้าจะขึ้นเหนือขอบฟ้าในเวลา 1 วัน
 3. ดาวฤกษ์แต่ละดวงจะเคลื่อนที่ไปคนละทิศทางที่ผู้สังเกตเห็นทรงกลมฟ้าหมุน
 4. จากทุกตำแหน่งบนโลก ทุกส่วนของทรงกลมฟ้าจะขึ้นเหนือขอบฟ้าในเวลา 1 วัน
 5. เราไม่สามารถสังเกตเห็นทรงกลมฟ้าได้ทั้งหมดภายใน 1 วัน เนื่องจากในตอนกลางวัน ดวงอาทิตย์จะบดบังเอาไว้
7. จุดเหนือศีรษะ (zenith) มีมุมเงยเท่าใด
 1. 0 องศา
 2. 30 องศา
 3. 60 องศา
 4. 45 องศา
 5. 90 องศา
8. ระบบพิกัดในข้อใดที่พิกัดของวัตถุท้องฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและสถานที่ที่ทำการสังเกต
 1. พิกัดฉาก
 2. พิกัดสุริยวิถี
 3. พิกัดขอบฟ้า
 4. พิกัดศูนย์สูตร
 5. พิกัดกาแล็กซี
9. ข้อใดไม่ใช่ข้อจำกัดของการบอกพิกัดของวัตถุท้องฟ้าด้วยระบบพิกัดขอบฟ้า
 1. ไม่สามารถบอกพิกัดได้ในเวลากลางวัน
 2. ใน 1 วัน วัตถุท้องฟ้าใด ๆ มีพิกัดท้องฟ้าได้หลายค่า
 3. วัตถุท้องฟ้าจะเปลี่ยนพิกัดตามเวลาและตำแหน่งของผู้สังเกต
 4. เมื่อเวลาเปลี่ยนไป พิกัดขอบฟ้าของดาวจะเปลี่ยนตามไปด้วย
 5. ผู้สังเกตที่อยู่ละติจูดต่างกันจะมองเห็นดาวดวงเดียวกันมีพิกัดขอบฟ้าต่างกัน
10. ถ้าผู้สังเกตอยู่ทีละติจูด 45 องศาเหนือ จะมองเห็นดาวที่มีพิกัด $RA = 02^h 31^m 49^s$ $Dec = +90^\circ 00' 00''$ อยู่สูงจากขอบฟ้าเป็นมุมเงยได้มากที่สุดกี่องศา
 1. 0 องศา
 2. 31 องศา
 3. 45 องศา
 4. 69 องศา
 5. 90 องศา

