
ตอนที่ ๒

ลักษณะทางธรรมชาติ (กายภาพ) ของวิชาภูมิศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างโลก กับดวงอาทิตย์และดวงจันทร์

ก. ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ (Earth-sun Relationship)

ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์และดวงจันทร์เป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญทางภูมิศาสตร์ เพราะเป็นเรื่องพื้นฐานของวิชาภูมิศาสตร์ เช่น มุมที่แสงอาทิตย์กระทบบนพื้นผิวโลกไม่เท่ากัน การเกิดฤดูกาล การหมุนเวียนของลม น้ำขึ้นน้ำลง ภูมิอากาศแบบต่าง ๆ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์

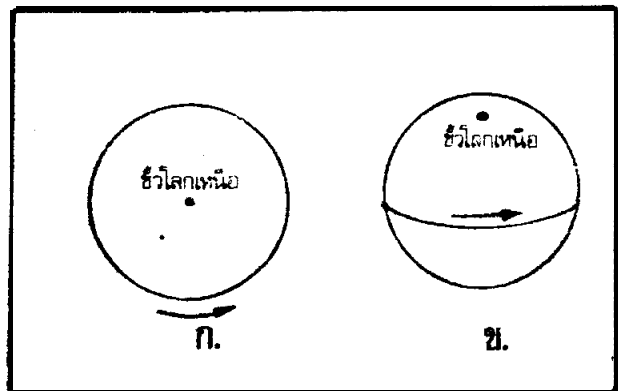
การหมุนรอบตัวเอง (Rotation of the earth)

โลกหมุนรอบแกนที่ลากจากขั้วเหนือมาขั้วใต้ เรียกว่า แกนหมุนรอบตัวเอง ใช้เวลา 23 ชั่วโมง 56 นาที 4.09 วินาที (โดยปกติให้นับ 24 ชั่วโมง)

ทิศทางการหมุนรอบตัวเอง

มีดังนี้

1. ถ้ามองลงมายังขั้วโลกเหนือโลกจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา
2. โลกหมุนในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาวบนท้องฟ้า
3. ถ้าหันหน้าไปทางศูนย์สูตรแล้วชี้นิ้วไปทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นทิศทางการหมุน



อาการหมุนรอบตัวเอง

4. อัตราความเร็วที่โลกหมุนรอบตัวเองในเวลา 24 ชั่วโมง ที่ศูนย์สูตรเฉลี่ยชั่วโมงละ 1,050 ไมล์ (1,700 กิโลเมตร) โดยเทียบจากเส้นรอบวง 25,000 ไมล์ (40,000 กิโลเมตร) กับเวลา 24 ชั่วโมง อัตราความเร็วที่เส้นขนาน 60 องศาเหนือ-ใต้ จะลดเหลือครึ่งหนึ่งของที่ศูนย์สูตร ส่วนที่ขั้วโลกทั้งสองความเร็วจะเป็นศูนย์ เพราะหมุนรอบแกนตัวเอง

ผลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก มีดังนี้

1. ทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal force) เพราะแรงหมุนรอบตัวเองทำให้วัตถุต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะหลุดออกไปจากศูนย์กลาง แต่แรงดึงดูดของโลกมีมากกว่าถึง 289 เท่า ทำให้น้ำหนักของวัตถุลดลงไปจากเดิมบ้าง

2. ทำให้เกิดแรงเฉื่อย เพราะอัตราความเร็วของโลกมีมากที่ศูนย์สูตร และค่อย ๆ ลดลงไปสู่ขั้วโลก ปรากฏการณ์นี้จะมีผลต่อทิศทางการลมที่พัดบนพื้นผิวโลก

3. การหมุนรอบตัวเองจะช้าลงประมาณ 0,0016 วินาที ต่อเวลานาน 100 ปี เพราะแรงต้านทานจากการหมุนรอบตัวเอง

4. ทำให้เกิดกลางวันและกลางคืนสลับกันตลอดไป ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ในแต่ละซีกโลกไม่พร้อมกัน และมีปฏิทินของเวลาแตกต่างกันไปด้วย

ข้อพิสูจน์ที่สำคัญในการหมุนรอบตัวเองของโลก

เอ็ม ลีออน โฟกอลท์ (M. Leon Foucault) นักฟิสิกส์ ชาวฝรั่งเศสเป็นผู้ทดลองและพิสูจน์ว่าโลกหมุนรอบตัวเองมีได้อยู่นิ่ง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2394 โดยใช้ลวดยาว 200 ฟุตผูกติดกับลูกตุ้มปลายแหลมและแขวนลูกตุ้มไว้ที่ยอดโดมในกรุงปารีส และมีไม้ยื่นต่อออกไปเมื่อแกว่งลูกตุ้มจะพบว่าลูกตุ้มจะค่อย ๆ เบี่ยงไปรอบวงกลม จำนวนเวลาที่ลูกตุ้มวนเป็นวงกลมจะแตกต่างกันตามละติจูด

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันแน่ชัดแล้วว่าโลกหมุนรอบตัวเอง โดยสังเกตและพิสูจน์จากสื่อสารที่ทันสมัย เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม วิทยุ โทรทัศน์ และวิทยุโทรศัพท์ที่ติดต่อถึงกัน

การโคจรของโลก (Revolution of the Earth)

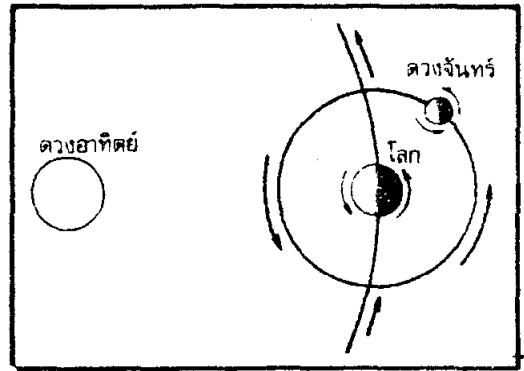
โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นเวลานาน 365 วัน 5 ชั่วโมง 48 นาที 45.64 วินาที หรือ $365\frac{1}{4}$ วัน ซึ่งเป็นการวัดปีตามสุริยคติที่ใช้วิธีเพิ่มขึ้น 1 วัน โดยให้เดือนกุมภาพันธ์มี 29 วัน เรียกว่า "ปีอธิกสุรทิน" เป็นการชดเชยมิให้ฤดูกาลผิดพลาด

วงโคจรของโลก (The Earth's Orbit)

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ทวนเข็มนาฬิกา มีลักษณะเป็นรูปวงรีมากกว่าวงกลม เฉลี่ยแล้วห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร (93 ล้านไมล์) เนื่องจากวงโคจรเป็นวงรีทำให้ระยะห่างของโลกจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน แตกต่างกันอย่างมากที่สุดประมาณ 2.4 ล้านกิโลเมตร (1.5 ล้านไมล์) ระยะทางที่ใกล้ที่สุดประมาณ 147 ล้านกิโลเมตร (91.5 ล้านไมล์) ซึ่งจะเกิดขึ้นประมาณวันที่ 3 มกราคม เรียกตำแหน่งนี้ว่า

“เพริเฮลิออน” (perihelion) หมายถึงใกล้ดวงอาทิตย์ ส่วนตำแหน่งที่อยู่ไกลที่สุดประมาณวันที่ 4 กรกฎาคม เรียกว่า “อะเฟลิออน” (aphelion) หมายถึงไกลจากดวงอาทิตย์

อัตราความเร็วเฉลี่ยของโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ประมาณ 107,000 กิโลเมตร (66,600 ไมล์) ต่อชั่วโมง เมื่อโลกโคจรไปใกล้ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าเมื่อโคจรอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์



ความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ (แสดงวงโคจร)

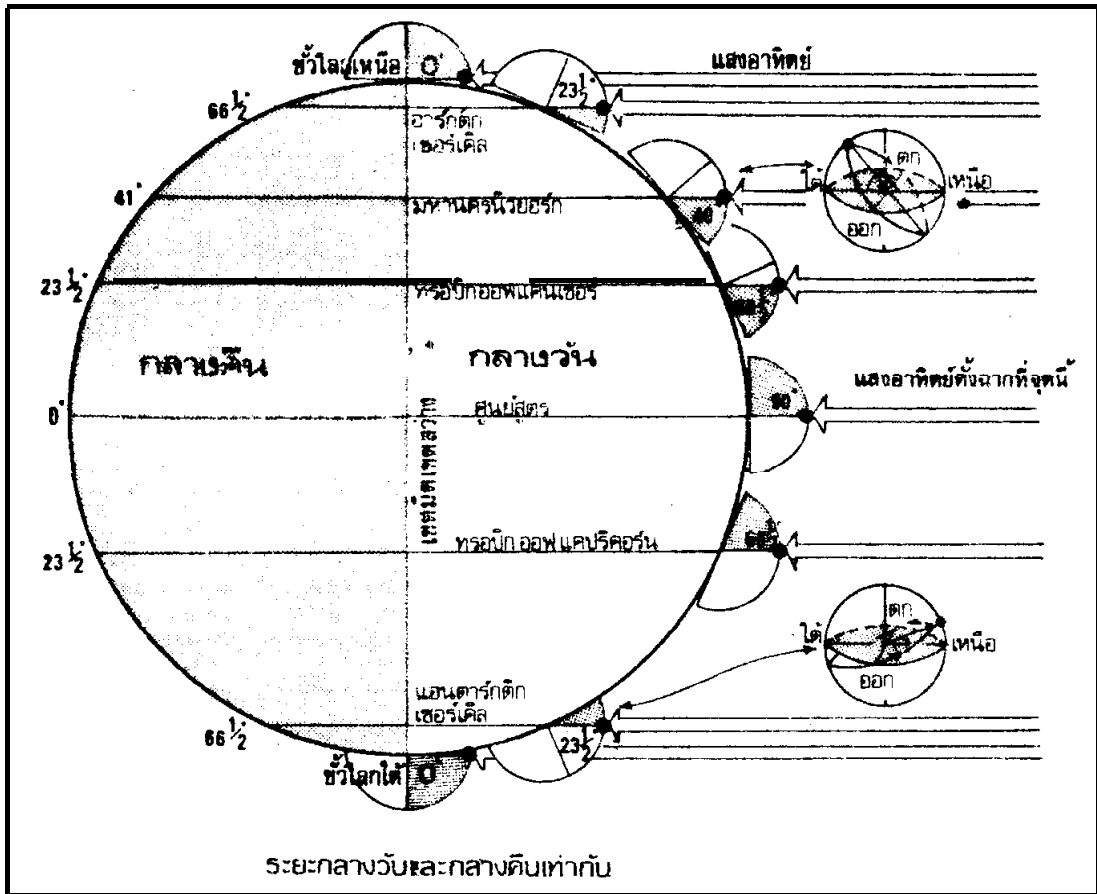
อาการเอียงของแกนโลก (Inclination of the Earth's axis)

โลกมีแกนเอียงจากขั้วเหนือไปยังเส้นที่ลากตั้งฉากกับระนาบการโคจรเป็นมุม $23\frac{1}{2}$ องศา หรือแกนของโลกทำมุมกับระนาบการโคจร $66\frac{1}{2}$ องศา มุมที่เอียงจากแนวตั้งตามเป็นจริงมีค่าเท่ากับ 23 องศา 27 ลิปดา

เนื่องจากโลกมีแกนเอียงเป็นเหตุให้ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์บนพื้นโลกไม่เท่ากัน จึงทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันไป ประกอบกับโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วย อันเป็นผลทำให้เกิดฤดูกาลขึ้น

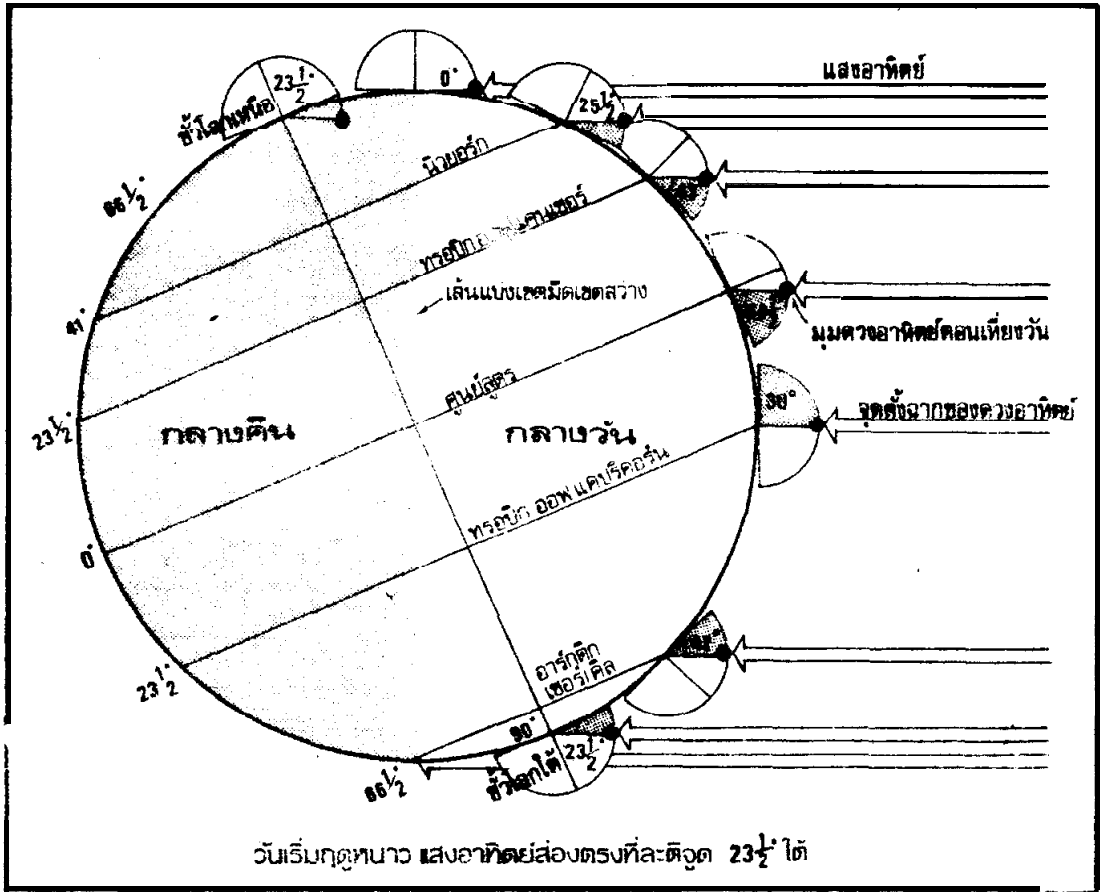
ฤดูกาลของโลกที่สำคัญ มี 4 ฤดูกาล คือ

1. ฤดูร้อน
2. ฤดูใบไม้ร่วง
3. ฤดูหนาว
4. ฤดูใบไม้ผลิ



ฤดูร้อน (Summer) เริ่มวันที่ 21 มิถุนายน เป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด แสงอาทิตย์ตั้งฉากที่เส้นทรอปิกออฟแคนเซอร์ ($23\frac{1}{2}$ องศาเหนือ) ดังนั้นค่าปลต่าง ๆ ในซีกโลกเหนือจะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์เป็นเวลานานมากกว่า 12 ชั่วโมง โดยเฉพาะเหนือเส้นอาร์กติกเซอร์เกิลขึ้นไปจะมีโอกาสเห็นดวงอาทิตย์ตลอด 24 ชั่วโมง เช่นที่เมืองแอมเมลเฟลด์ ประเทศนอร์เวย์อยู่ละติจูด 70 องศา 40 ลิปดาเหนือ ส่วนซีกโลกใต้จะมีเวลากลางคืนยาวนานและเป็นฤดูหนาว

ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn) เริ่มวันที่ 23 กันยายน เป็นระยะที่แสงอาทิตย์ส่องตรงตั้งฉากที่ศูนย์สูตร (0 องศา) ทำให้ทั่วโลกมีระยะเวลากลางคืนและกลางวันยาวนานเท่ากันประมาณ 12 ชั่วโมง ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลา 6.00 นาฬิกา และตกเวลา 18.00 นาฬิกา ต่อจากนั้นเวลากลางวันในซีกโลกเหนือจะลดลง แต่ไปเพิ่มในซีกโลกใต้มากขึ้นตามลำดับ ช่วงนี้ในซีกโลกเหนือจะมีใบไม้ร่วงหล่นตามโคนต้นเกลื่อนกลาดไปหมด

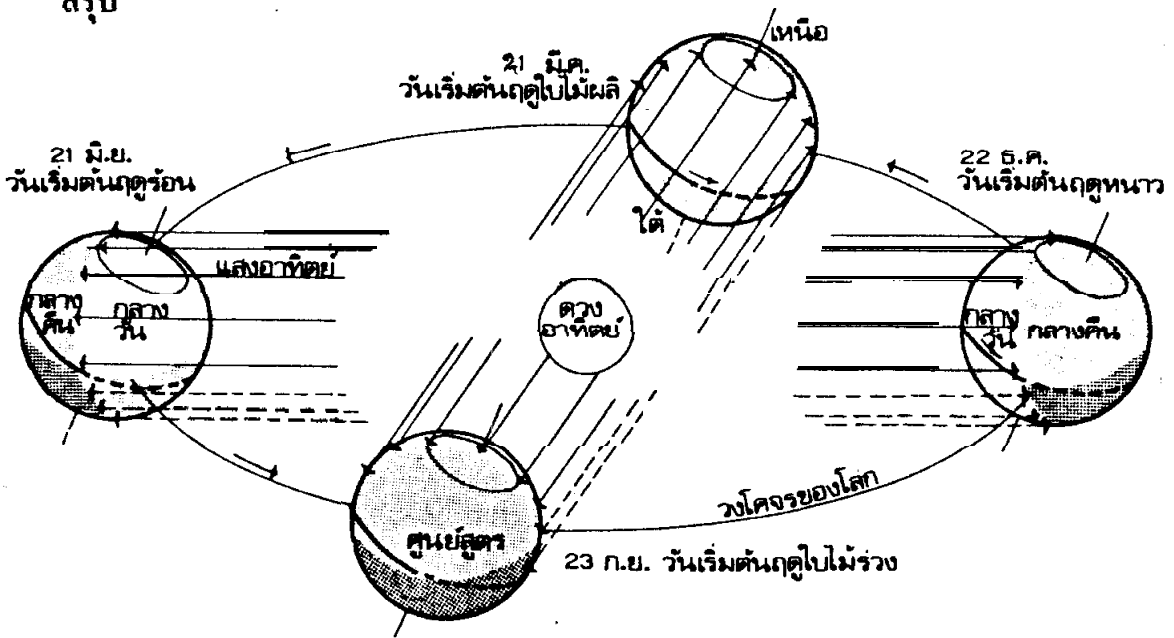


ฤดูหนาว (Winter) เริ่มวันที่ 22 ธันวาคม เป็นระยะที่ขั้วโลกใต้เอียงเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด แสงอาทิตย์ตั้งฉากที่เส้นทรอปิกออฟแคปริคอร์น (ละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศาใต้) ดังนั้นตำบลต่าง ๆ ในซีกโลกใต้จะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ยาวนานกว่า 12 ชั่วโมง และได้เส้นแอนตาร์กติกเซอร์เกิลลงไปถึงจะมีโอกาสเห็นดวงอาทิตย์ **ตก** 24 ชั่วโมง ส่วนซีกโลกเหนือจะเป็นฤดูหนาวมีระยะเวลากลางวันยาวนานมาก โดยเฉพาะที่ขั้วโลกเหนือจะไม่เห็นดวงอาทิตย์ในระยะนี้เพราะขั้วโลกเหนือเบนห่างออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุด

ฤดูใบไม้ผลิ (Spring หรือ Vernal) เริ่มวันที่ 21 มีนาคม เป็นระยะที่แสงอาทิตย์ส่องตรงตั้งฉากที่ศูนย์สูตร (0 องศา) เช่นเดียวกับวันเริ่มต้นฤดูใบไม้ร่วง ทำให้ทั่วโลกมีระยะเวลากลางวันและกลางคืนยาวนานเท่ากัน ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลา 6.00 นาฬิกา และตกในเวลา 18.00 นาฬิกา ต่อจากนั้นเวลากลางวันในซีกโลกเหนือจะเพิ่มขึ้นทุกวันจนถึงวันเริ่มต้นฤดูร้อน

ฤดูใบไม้ผลิในซีกโลกเหนือ ต้นไม้จะเริ่มผลิดอก แดกใบ ชีวิตเริ่มได้รับบรรยากาศ ความอบอุ่น และความชื้นเพิ่มขึ้นทุก ๆ วัน จนทำให้สภาพทั่วไปสดชื่น

สรุป



ฤดูกาลเกิดจากแกนโลกเอียงจากแนวตั้ง $23\frac{1}{2}$ องศาและขนานกับขั้ววงโคจรรอบดวงอาทิตย์

วันเริ่มต้นฤดูร้อน (Summer solstice) ตรงกับวันที่ 21 มิถุนายน ตำแหน่งที่อยู่ละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศาเหนือ เมื่อเวลาเที่ยงวันจะเห็นดวงอาทิตย์ทำมุมฉากกับขอบฟ้า ตำแหน่งที่อยู่เหนือหรือใต้ของเส้นทรอปิกออฟแคนเซอร์ จะมีมุมของดวงอาทิตย์ลดลงไปตามละติจูดนั้น ๆ เช่นที่ละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศา เห็นมุมดวงอาทิตย์ 90 องศา ที่ศูนย์สูตรจะเห็นดวงอาทิตย์เป็นมุม $90 - 23\frac{1}{2}$ องศา เท่ากับ $66\frac{1}{2}$ องศา จากขอบฟ้าด้านเหนือ

วันเริ่มต้นฤดูใบไม้ร่วง (Autumnal equinox) ตรงกับวันที่ 23 กันยายน แสงอาทิตย์ส่องตรงตั้งฉากที่ศูนย์สูตร ตำแหน่งที่อยู่ห่างไปทางเหนือ-ใต้ ก็องศา มุมที่เห็นดวงอาทิตย์ก็จะลดไปตามค่าของมุมนั้น

วันเริ่มต้นฤดูหนาว (Winter solstice) ในซีกโลกเหนือจะเห็นดวงอาทิตย์เป็นมุมเฉียงมาก จำนวนจากละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศาได้เป็นหลัก ตำแหน่งที่ตั้งแคว้นห่างมากก็องศาก็เอาไปลบออกจาก 90 จะเหลือมุมดวงอาทิตย์ตามต้องการ

วันวสันตฤดูใบไม้ผลิ (Vernal equinox) ตรงกับวันที่ 21 มีนาคม ค่าของมุมดวงอาทิตย์บนพื้นโลกคำนวณได้เช่นเดียวกับฤดูใบไม้ร่วง

จุดตั้งฉากตามละติจูดต่าง ๆ บนพื้นโลกในแต่ละวันดูได้จากกราฟแอนนาเลมมา

การที่จะบอกค่าของมุมดวงอาทิตย์ว่าสูงจากขอบฟ้าด้านใดให้ถือจุดสังเกตเป็นหลักว่าอยู่ทางเหนือ หรือทางใต้ของจุดตั้งฉาก ถ้าอยู่เหนือจุดตั้งฉาก มุมที่เห็นจะสูงจากขอบฟ้าด้านใต้ ถ้าอยู่ใต้จุดตั้งฉาก (อาจจะอยู่เหนือศูนย์สูตรด้วยกันก็ได้) มุมที่เห็นจะสูงจากขอบฟ้าด้านเหนือ

ตัวอย่างการหาค่าละติจูดและมุมดวงอาทิตย์ ตอนเที่ยงวันบนพื้นโลก เมื่อทราบค่าจุดตั้งฉาก

1. ในวันที่ 22 ธันวาคม ที่ตำบล ก. เห็นมุมดวงอาทิตย์ 50 องศา จากขอบฟ้าด้านใต้ ตำบล ก. อยู่ละติจูดเท่าไร

วิธีคิด ในเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม แสงอาทิตย์จะตั้งฉาก ณ ละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศาใต้ ตำบล ก. วัดมุมดวงอาทิตย์ตอนเที่ยงวันได้ 50 องศา จากขอบฟ้าด้านใต้ ดังนั้นตำบล ก. จะอยู่ห่างจากจุดตั้งฉาก $= 90^{\circ} - 50^{\circ}$

$$= 40 \text{ องศา}$$

ตำบล ก. อยู่ห่างจุดตั้งฉาก 40 องศา ต้องผ่านเขตศูนย์สูตร

ถ้าคิดเฉพาะค่าที่อยู่เหนือศูนย์สูตรจะมีค่า $= 40^{\circ} - 23\frac{1}{2}^{\circ}$

$$= 16\frac{1}{2} \text{ องศา}$$

แสดงว่าค่าของมุม $16\frac{1}{2}$ องศานี้จะอยู่เหนือศูนย์สูตร

∴ ตำบล ก. จะอยู่ละติจูด $16\frac{1}{2}$ องศาเหนือ (ดูรูปประกอบ)

2. ในวันที่ 23 กันยายน ที่ตำบล ก. อยู่ละติจูด 40 องศาใต้ จะเห็นมุมดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้าด้านใดกี่องศา

วิธีคิด วันที่ 23 กันยายน แสงอาทิตย์ตั้งฉากที่ละติจูด 0 องศา หรือที่ศูนย์สูตร

ตำบล ก. อยู่ละติจูด 40 องศาใต้ จะอยู่ห่างจากจุดตั้งฉากไปทางซีกโลกใต้ 40 องศา

ดังนั้น ค่าของมุมดวงอาทิตย์ที่ตำบล ก. $= 90^{\circ} - 40^{\circ}$

$$= 50^{\circ}$$

เนื่องจากจุดตั้งฉากอยู่เหนือจุดสังเกต

ดังนั้น ตำบล ก. จึงสังเกตมุมดวงอาทิตย์ได้ 50 องศา จากขอบฟ้าด้านเหนือ

ตำบล ก. จะเห็นมุมดวงอาทิตย์ 50° จากขอบฟ้าด้านเหนือ (ดูรูปประกอบ)

การหาเวลาบนพื้นโลก

สิ่งที่ต้องใช้หาเวลาและเกี่ยวข้องมีดังนี้

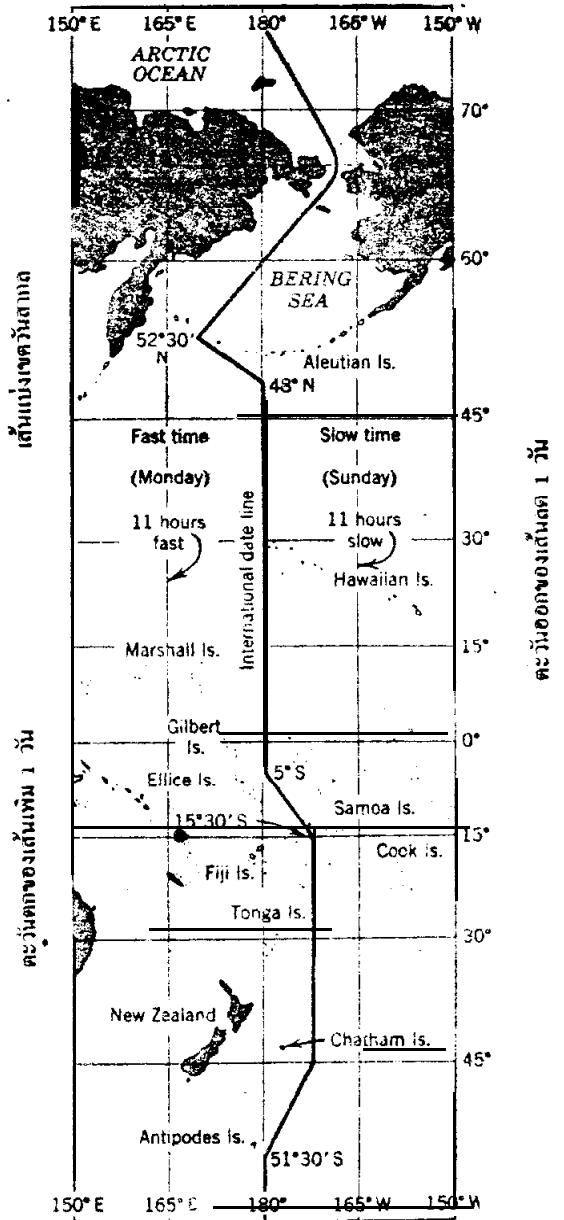
1. ลองจิจูด (Longitude) คือค่าของมุมที่วัดจากเมริเดียนปฐม ไปทางตะวันออก 180 องศา

2. เส้นแบ่งเขตวันสากล (The International Date Line) คือเส้นที่ลากผ่านเส้นเมริเดียนที่ลองจิจูด 180 องศา เพื่อกำหนดเขตการเปลี่ยนวันที่เมื่อเดินทางข้ามเส้นนี้ไปทางลองจิจูดตะวันตก วันจะลดไป 1 วัน ถ้าเดินทางข้ามเส้นนี้ไปทางลองจิจูดตะวันออก วันจะเพิ่มอีก 1 วัน

3. เวลามาตรฐาน (Standard Time หรือ Zone Time) คือเวลาที่กำหนดขึ้นใช้ในขอบเขตของภาคเวลา โดยปรกติใช้เวลาทางสุริยคติปานกลาง (Mean Solar Time) ที่เส้นเมริเดียนกลางของเขตภาคเวลาเป็นเวลามาตรฐาน ซึ่งแต่ละเส้นมีช่วงห่างกัน 15 องศา หรือคิดเทียบได้ช่วงละ 1 ชั่วโมงพอดี และนับจากเส้นเมริเดียนกลางออกไปข้างละ 7 องศา 30 ลิปดา ของลองจิจูด ให้ถือเป็นเขตจำกัดของภาคเวลา และท้องถิ่นที่อยู่ภายในเขตของภาคเวลาเดียวกันจะใช้เวลามาตรฐานเดียวกัน นอกจากบางประเทศมีพื้นที่กว้างใหญ่มาก หรือเป็นหมู่เกาะ ต้องกำหนดเวลามาตรฐานของตนขึ้นใช้เอง

ประเทศไทยอยู่ในเขตภาคเวลา 105 องศาตะวันออก (ผ่านอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี) มีเวลาเร็วกว่ากรีนิช 7 ชั่วโมง และเริ่มใช้เวลามาตรฐานนี้ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2463 ตามพระราชกฤษฎีกา ลงวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2463

เส้นเมริเดียนปฐม (0 องศา) เป็นเมริเดียนกลางของเวลามาตรฐานกรีนิช ขอบเขตของเวลามาตรฐานจะอยู่ระหว่างลองจิจูด 7 องศา 30 ลิปดาตะวันตก กับลองจิจูด 7 องศา 30 ลิปดาตะวันออก



แสดงเส้นแบ่งเขตวันสากลของโลก ถ้าข้ามเส้นไปทางตะวันออก (ซีกโลกตะวันตก) วันจะลดไป 1 วัน ถ้าข้ามมาทางตะวันตก (ซีกโลกตะวันออก) วันจะเพิ่มขึ้น 1 วัน

และลองจิจูด 7 องศา 30 ลิปดาตะวันตก ดังนั้น เมริเดียนกลางได้แก่ ลองจิจูด 15, 30, 45, 60, 75, 90.....ถึง 180 องศาตะวันออกและตะวันตก

ตัวอย่างการคำนวณหาเวลา และลองจิจูด ณ ตำบลต่าง ๆ บนพื้นโลกมีดังนี้
ที่ตำบลหนึ่งเวลาเที่ยงวัน (12.00 น.) นาฬิกาโครโนมิเตอร์ (เวลามาตรฐานที่กรีนิช)
บอกเวลา 6.00 น. อยากทราบว่าตำบลนั้นอยู่ลองจิจูดเท่าใด

วิธีทำ ที่กรีนิชและตำบลที่ต้องการทราบมีเวลาต่างกันเท่ากับ $12.00 - 6.00 = 6$ ชั่วโมง

1 ชั่วโมง ห่างกันเป็นมุม = 15 องศาลองจิจูด

6 ชั่วโมง ห่างกันเป็นมุม = $15 \times 6 = 90$ องศาลองจิจูด

ตำบลนี้เวลามาก่อนกรีนิชจะต้องอยู่ทางตะวันออก

ดังนั้น ตำบลนี้จะอยู่ลองจิจูด 90 องศาตะวันออก

(ถ้าตำบลที่ต้องการหาอยู่ทางตะวันตกของกรีนิช เวลาจะช้ากว่าและอยู่ลองจิจูด
องศาตะวันตก)

ที่กรุงเทพมหานคร ตรงกับวันจันทร์ เวลา 9.00 น. อยู่ลองจิจูด 105 องศาตะวันออก
(ตามเวลามาตรฐาน) อยากทราบว่าที่นครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา ซึ่งอยู่ลองจิจูด 75 องศา
ตะวันตก จะเป็นวันและเวลาอะไร

วิธีทำ กรุงเทพมหานครและนิวยอร์ก ห่างกันคิดเป็นองศาลองจิจูด

$$= 105^{\circ} + 75^{\circ} = 180 \text{ องศา}$$

ดังนั้นเวลาที่กรุงเทพฯ และนครนิวยอร์กมีเวลาต่างกัน = $\frac{180^{\circ}}{15^{\circ}} = 12$ ชั่วโมง

กรุงเทพฯ อยู่ทางตะวันออกเวลามาก่อนนครนิวยอร์ก การหาเวลาที่นครนิวยอร์ก
จะต้องนำค่าเวลาที่ต่างกันไปหักออกจากเวลาที่กรุงเทพฯ (ตำบลที่อยู่ทางตะวันตกของกรีนิช
เวลาจะช้า)

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นเวลาที่นครนิวยอร์กจะเป็นเวลา} &= 9.00 - 12 \text{ ชั่วโมง} \\ &= -3 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

ฉะนั้นวันที่ถูกต้อง = -3.00 วันจันทร์ + 24 ชั่วโมง (ลดวันไป 1 วัน เพราะเพิ่ม
ไป 24 ชั่วโมง

นิวยอร์กจึงเป็นเวลา 21.00 น. วันอาทิตย์

ถ้าคิดแบบข้ามเขตวัน

$$\begin{aligned} \text{จากกรุงเทพฯ } \rightarrow \text{ไปยังลองจิจูด } 180 \text{ องศาตะวันออก} &= 180^\circ - 105^\circ \\ &= 75^\circ \end{aligned}$$

$$\text{จากนครนิวยอร์กไปยังลองจิจูด } 180 \text{ องศาตะวันตก} = 180^\circ - 75^\circ = 105^\circ$$

$$\text{รวม } 75^\circ + 105^\circ = 180^\circ \text{ หรือ } 12 \text{ ชั่วโมง}$$

คิดแบบข้ามเขตวันกรุงเทพฯ จะอยู่ตะวันตกของเส้น นครนิวยอร์กจะอยู่ตะวันออกของเส้น เวลาที่นครนิวยอร์กจะมาก่อน

$$\begin{aligned} \therefore \text{เวลาที่นครนิวยอร์ก จะเป็น } &9.00 + 12 \text{ ชั่วโมง} \\ &= 21.00 \text{ น. วันจันทร์} \end{aligned}$$

แต่ตำบลที่อยู่ตะวันออกของเส้นหรือลองจิจูดองศาตะวันตกวันจะลัดไปหนึ่งวัน ดังนั้นนครนิวยอร์กจะเป็นเวลา 21.00 น. วันอาทิตย์

3. ที่ตำบล ก. เวลาเร็วกว่ากรีนิช 10 ชั่วโมง ในวันที่ 21 มีนาคม เห็นมุมดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้าด้านใต้ 70 องศา อยากทราบว่าตำบล ก. อยู่ละติจูดและลองจิจูดเท่าใด

วิธีทำ ตำบล ก. มีเวลาเร็วกว่ากรีนิชจะต้องอยู่ลองจิจูดองศาตะวันออก

เวลาต่างกัน 1 ชั่วโมง เท่ากับ 15 องศา

ถ้าเวลาต่างกัน 10 ชั่วโมงจะเท่ากับ $15 \times 10 = 150$ องศา

ดังนั้นตำบล ก. จะอยู่ลองจิจูด 150 องศาตะวันออก

วันที่ 21 มีนาคม แสงอาทิตย์ตั้งฉากที่ 0 องศา (ศูนย์สูตร)

ตำบล ก. จะต้องอยู่เหนือศูนย์สูตรเพราะเห็นมุมดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้าด้านใต้ เมื่อเห็นมุมดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้า 70 องศา

แสดงว่า ตำบล ก. จะอยู่เหนือศูนย์สูตรไป $= 90^\circ - 70^\circ = 20^\circ$ เหนือ

ฉะนั้นตำบล ก. อยู่ละติจูด 20 องศาเหนือ

ลองจิจูด 150 องศาตะวันออก

(ดูรูปประกอบ)

หมายเหตุ ไม่ว่าจุดใด ๆ ที่อยู่เหนือและใต้ศูนย์สูตรจะเห็นมุมดวงอาทิตย์ลดลงตามระยะห่างละติจูด ในเมื่อแสงอาทิตย์ตั้งฉากที่ละติจูด 0 องศา เช่น ตำบล ก. อยู่ละติจูด 5 องศาเหนือ ย่อมจะเห็นมุมดวงอาทิตย์ลงไป 5 องศา ในขณะที่ 0 องศาเห็นมุมดวงอาทิตย์ 90 องศา ดังนั้น ตำบล ก. จะเห็นมุมดวงอาทิตย์ 75 องศาจากขอบฟ้าด้านใต้ แต่ที่ละติจูด 5 องศาใต้ จะเห็นมุมดวงอาทิตย์ 75 องศาจากขอบฟ้าด้านเหนือ

ข. ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงจันทร์ (Earth-moon Relationship)

วงโคจรของดวงจันทร์ (The Moon's Orbit)

ดวงจันทร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,480 กิโลเมตร (2,160 ไมล์) โคจรรอบโลก ทวนเข็มนาฬิกาห่างจากโลกเฉลี่ย 385,000 กิโลเมตร (240,000 ไมล์) ตำแหน่งที่ที่ดวงจันทร์ ใกล้โลกเรียกว่า "เพริจี" (Perigee) ห่างจากโลก 356,000 กิโลเมตร (221,500 ไมล์) ตำแหน่งที่อยู่ไกลสุดเรียกว่า "อโปจี" (Apogee) ห่างจากโลก 407,000 กิโลเมตร (253,000 ไมล์)

ช่วงเวลาการโคจรของดวงจันทร์ (Period of Moon's Revolution)

ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ดวงจันทร์จะเคลื่อนที่ไปได้ประมาณ 13.2 องศา ดวงจันทร์ โคจรรอบโลกครบรอบตามตำแหน่งดาวที่สังเกตใช้เวลา 27 วัน 7 ชั่วโมง 43 นาที 11½ วินาที หรือ 27½ วัน เป็นการนับแบบสุริยคติ ถ้านับแบบจันทรคติจะใช้เวลาประมาณ 29.53 วัน (29½ วัน) ในการนับข้างขึ้นและข้างแรมจะนับ 29 วัน และ 30 วัน คือเดือนคี่ มี 29 วัน เดือนคู่มี 30 วัน สองเดือนรวมกันครบ 59 วัน ถ้านักเรียนสังเกตจากปฏิทินจะพบว่า เดือน 1, 3, 5, 7, 9, 11 มี 29 วัน เป็นข้างขึ้น 15 วันและข้างแรม 14 วัน ส่วนเดือน 2, 4, 6, 8, 10, 12 เป็นข้างขึ้น 15 วัน และข้างแรม 15 วัน

การหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์ (Rotation of the Moon)

ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง 1 รอบ พร้อมกับโคจรรอบโลกได้ 1 รอบด้วย เราจึง เห็นพื้นผิวของดวงจันทร์ ประมาณร้อยละ 59 เท่านั้น

อิทธิพลของดวงจันทร์ที่มีต่อโลก

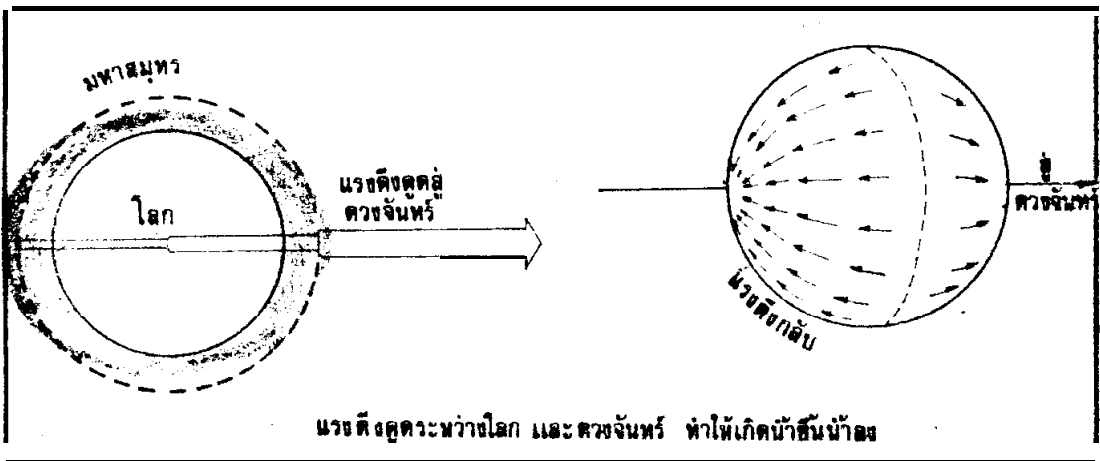
อิทธิพลของดวงจันทร์ที่มีต่อโลกมีดังนี้

1. ทำให้เกิดจันทรุปราคาและสุริยุปราคา แม้ดวงจันทร์จะมีระบวงโคจรรอบโลก เอียงไป 5°09' ก็ตาม โอกาสที่ดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์จะโคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน ยังปรากฏอยู่บ่อยครั้ง

จันทรุปราคา (จันทรคราส) เกิดขึ้นในเวลากลางคืนเมื่อดวงจันทร์โคจรไปอยู่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ โลกอยู่ตรงกลาง เงาของโลกจะค่อย ๆ บังดวงจันทร์จนเกิดจันทรุปราคา

สุริยุปราคา (สุริยุคราส) เกิดขึ้นในเวลากลางวันเมื่อดวงจันทร์โคจรไปอยู่ตรงกลางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เงามื่อดวงจันทร์จะทอดมาบังบางส่วนของบนพื้นโลก ถ้าเกิดเต็มดวงจะมีคไปชั่วขณะหนึ่ง

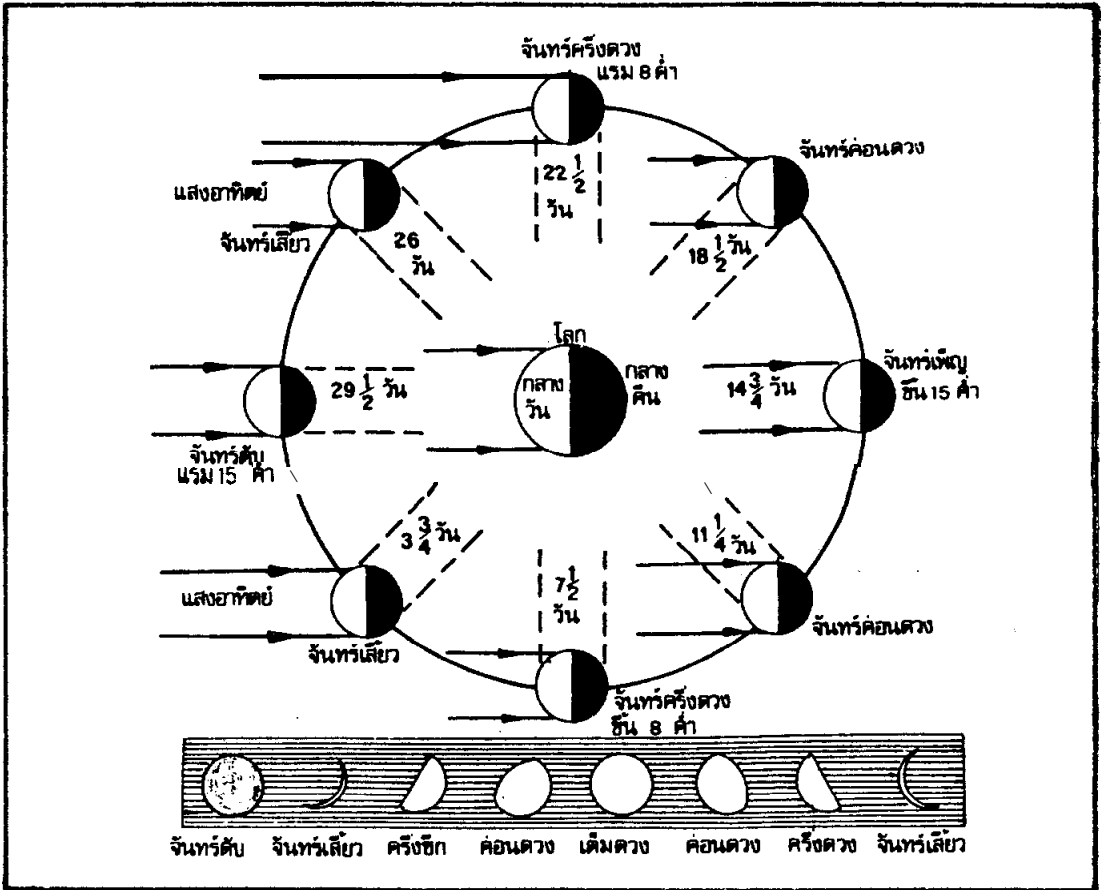
2. **ทำให้เกิดน้ำขึ้นและน้ำลง** เนื่องจากน้ำในมหาสมุทรที่อยู่บนพื้นผิวโลก ถูกดวงจันทร์ดึงดูดให้ไหลเคลื่อนที่สู่วางจันทร์ ส่วนด้านตรงข้ามจะมีแรงดึงดูดของดวงจันทร์น้อยกว่าที่อื่น ๆ ทำให้มวลสารและน้ำพยายามเคลื่อนที่ออกไปด้วย เป็นเหตุให้เกิดน้ำขึ้น 2 ด้านในเวลาเดียวกัน ดังนั้นใน 24 ชั่วโมงจึงมีน้ำขึ้น 2 ครั้ง คือครั้งแรกในช่วงตำบลนั้นอยู่ด้านเดียวกับดวงจันทร์ ครั้งที่ 2 ในช่วงที่ตำบลนั้นอยู่ตรงข้ามกับดวงจันทร์



ช่วงเวลาเกิดน้ำขึ้นน้ำลงจะช้ากว่าวันก่อน ประมาณวันละ 52 นาที เพราะว่าดวงจันทร์โคจรไปรอบโลกวันละ 13.2 องศา ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุด และน้ำลงต่ำสุดจะใช้เวลา 12 ชั่วโมง 26 นาที หมายความว่า ใน 1 วัน มีน้ำขึ้น-น้ำลง วันละ 2 ครั้ง ช้าไปครั้งละ 26 นาที หรือวันละ 52 นาที เช่น น้ำขึ้นสูงสุดในวันจันทร์ เวลา 6.00 น. ต่อไปน้ำจะขึ้นในเวลา 6+12.26 ชั่วโมง เป็น 18 นาฬิกา 26 นาที ครั้งต่อไปจะขึ้นสูงสุด ในวันอังคารเวลา 6.00 นาฬิกา 52 นาที

น้ำจะขึ้นสูงสุดในช่วงที่ดวงจันทร์โคจรอยู่แนวเดียวกับโลกและดวงอาทิตย์เรียกว่า "น้ำเกิด" (Spring tides) ตรงกับขึ้น 15 ค่ำและแรม 15 ค่ำ ถ้าเป็นช่วงเดียวกับดวงจันทร์อยู่ไกลโลกมากที่สุดจะทำให้มีน้ำขึ้นมากกว่าปกติร้อยละ 15-20

น้ำจะลดลงต่ำสุดในช่วงที่ดวงจันทร์โคจรอยู่ในแนวตั้งฉากระหว่างโลกและดวงอาทิตย์เรียกว่า "น้ำตาย" (Neap tides) ตรงกับขึ้น 8 ค่ำ และแรม 8 ค่ำ ถ้าเป็นช่วงเดียวกับดวงจันทร์อยู่ไกลจากโลกมากที่สุด น้ำจะลงมากกว่าปกติร้อยละ 15-20



ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงจันทร์ การเกิดข้างขึ้นและข้างแรม

ทำให้เกิดการไหลหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรต่าง ๆ ผลจากการเกิดน้ำขึ้นและน้ำลง มีดังนี้

ก. ก่อให้เกิดสันน้ำท้น (Tidal Bores) คือเมื่อเกิดน้ำขึ้นกระแสน้ำจะไหลป่าเข้าไปในแม่น้ำที่แคบและตื้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการปะทะกับกระแสน้ำในแม่น้ำที่ไหลลงมาจนน้ำในแม่น้ำจะหนุนสูง เป็นสันคลื่นคล้ายผนังน้ำ เคลื่อนตัวขวางลำน้ำขึ้น-ไป และมียอดคลื่นแตกเป็นฟอง อาจเป็นอันตรายแก่เรือเล็กและสิ่งปลูกสร้างได้

ข. ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่การทำสวนผลไม้ การทำนาเกลือ การขนส่งทางน้ำ การประมง และการพัฒนาพลังน้ำให้เกิดเป็นกระแสไฟฟ้า

คำถามและกิจกรรมเสนอแนะ

ก. คำถาม

1. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
2. โลกหมุนรอบตัวเองก่อให้เกิดผลอะไรบ้าง บอกมา 3 ข้อ
3. โลกหมุนทวนเข็มนาฬิกาและจากตะวันตกไปตะวันออก จะมีวิธีการสังเกตอย่างไร
4. เหตุที่โลกมีขั้วโลกเหนือเอียงไปจากแนวตั้ง $23\frac{1}{2}$ องศา และโคจรรอบโลกทำให้เกิดอะไรขึ้น อธิบาย
5. เหตุใดวันที่ 23 กันยายน และ 21 มีนาคม จึงมีเวลากลางคืนและกลางวันเท่ากัน
6. วันที่ 21 มิถุนายน และ 22 ธันวาคม เป็นวันเริ่มต้นฤดูอะไร มีปรากฏการณ์ในซีกโลกเหนืออย่างไรบ้าง
7. เหตุใดตำบลที่อยู่เหนือเส้นอาร์กติกเซอร์เกิล ที่ละติจูด $66\frac{1}{2}$ องศาเหนือ และได้เส้นแอนตาร์กติกเซอร์เกิล ที่ละติจูด $66\frac{1}{2}$ องศาใต้ จึงมีโอกาสเห็นดวงอาทิตย์ตลอด 24 ชั่วโมง
8. ในวันที่ 21 มิถุนายน (แสงตั้งฉากบนพื้นโลกที่ละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศาเหนือ) ที่ตำบล ก. อยู่ละติจูด 10 องศาใต้ จะเห็นมุมดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้าด้านใดกี่องศา
9. ในวันที่ 21 มีนาคม ที่ตำบล ก. เวลาเที่ยงวันเห็นมุมดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้าด้านใต้เป็นมุม 70 องศา ที่กรีนิชเป็นเวลา 05.00 น. อยากทราบว่า ตำบล ก. ตั้งอยู่ละติจูดและลองจิจูดเท่าไร
10. กรุงเทพมหานครเป็นวันจันทร์เวลา 10.00 น. อยู่ลองจิจูด 105 องศาตะวันออก อยากทราบว่าที่โตเกียวอยู่ลองจิจูด 150 องศาตะวันออก เป็นวัน เวลาอะไร
11. การคำนวณหาเวลาบนพื้นโลกมีประโยชน์อย่างไร ต้องเข้าใจหลักเกณฑ์อะไรบ้าง

12. เวลามาตรฐาน คืออะไร จงอธิบาย และตอบคำถามต่อไปนี้
 - ก. เขตภาคเวลา 75 องศาตะวันออก เป็นเวลา 15.00 น. ที่กรีนิชเป็นเวลาอะไร
 - ข. เขตภาคเวลา 60 องศาตะวันตก เป็นเวลา 08.00 น. ที่กรีนิชเป็นเวลาอะไร
13. ดวงจันทร์มีอิทธิพลต่อโลกอย่างไรบ้าง อธิบาย
14. เหตุใดน้ำจึงขึ้นช้ากว่าเดิมวันละ 52 นาที ถ้าน้ำขึ้นครั้งแรกเวลา 07.00 น. ครั้งต่อไปน้ำจะขึ้นเวลาเท่าไร
15. น้ำขึ้น-น้ำลงมีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศอย่างไร อธิบาย

ข. กิจกรรมเสนอแนะ

1. นำอุปกรณ์ระบบการโคจรของโลกและดวงจันทร์รอบดวงอาทิตย์มาสาธิตให้นักเรียนดูตามลำดับขั้นตอน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนให้ออกไปสาธิตจากอุปกรณ์ดังนี้
 - การเกิดฤดูกาลบนพื้นโลก
 - การเกิดน้ำขึ้นและน้ำลง
 - การเกิดจันทร์ปราคาและสุริยุปราคา
3. ร่วมกันจัดนิทรรศการเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ โดยใช้ภาพและอุปกรณ์ประกอบ