

ตอนที่ 1
โลก : ดาวพระเคราะห์ดวงหนึ่ง

บทที่ 1

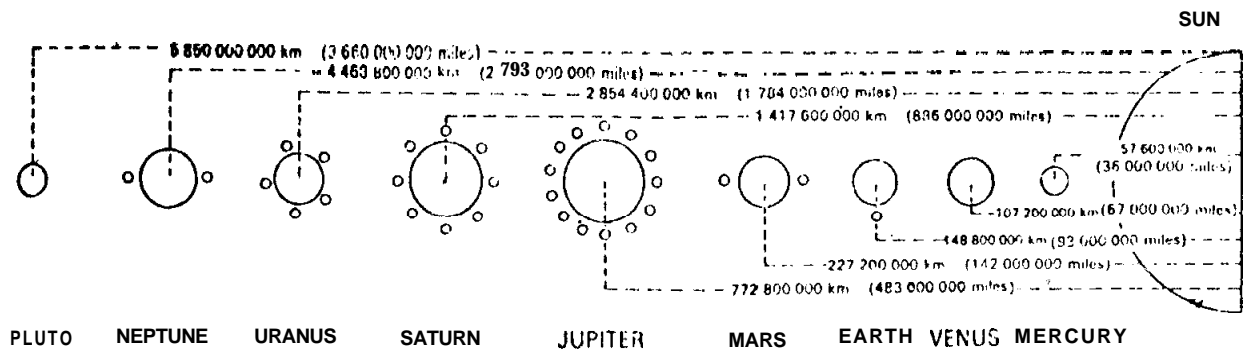
โลกของเรา

รศ. วรณศิริ เดชะคุปต์

ในเวลากลางคืนเราจะมองเห็นท้องฟ้าประกอบไปด้วยดวงดาวเป็นจำนวนมาก ดวงดาวเหล่านี้อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ แต่ละกลุ่มหรือที่เรียกว่า กาแล็กซี่ (GALAXY) มีชื่อแตกต่างกัน โลกของเราจัดอยู่ในกาแล็กซี่หนึ่งที่ว่ากาแล็กซี่ทางช้างเผือก (MILKY WAY GALAXY) กาแล็กซี่ที่อยู่ใกล้กาแล็กซี่ทางช้างเผือกมากที่สุด คือ แอนโดรเมดา สไปรัล (ANDROMEDA SPIRAL) กล่าวกันว่าถ้าเราจะส่งคลื่นวิทยุจากโลกไปยังกาแล็กซี่นี้ จะใช้เวลาถึง 2.2 ล้านปี

ระบบสุริยะและโลก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบสุริยะซึ่งมีดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลาง ถ้านับดาวเคราะห์ที่สำคัญตามระยะห่างจากดวงอาทิตย์ออกมาตามลำดับมีอยู่ 9 ดวง คือ ดาวพุธ (MERCURY) ดาวศุกร์ (VENUS) โลก (EARTH) ดาวอังคาร (MARS) ดาวพฤหัสบดี (JUPITER) ดาวเสาร์ (SATURN) ดาวมฤตยู (URANUS) ดาวพระสมุทร (NEPTUNE) และดาวพระยม (PLUTO) ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก เรียกว่า ดาวเคราะห์ชั้นใน ส่วนดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากกว่าโลกเรียกว่า ดาวเคราะห์ชั้นนอก ดาวเคราะห์เหล่านี้โคจรรอบโลกเป็นรูปวงรี และแต่ละดวงมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน ดาวเคราะห์บางดวงมีดาวบริวารเช่น โลก ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ เป็นต้น สำหรับโลกมีดวงจันทร์เป็นบริวารดังแสดงในแผนภาพข้างล่าง



รูป 1.1 ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ 9 ดวง ในระบบสุริยะ

ดาวพุธ

เป็นดาวเคราะห์ดวงเล็กที่สุดในจำนวนดาวเคราะห์ที่สำคัญ 9 ดวง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3,100 ไมล์ (5,000 กิโลเมตร) โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ กินเวลาเพียง 88 วัน ดาวพุธอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เพียง 36 ล้านไมล์ (57.6 ล้านกิโลเมตร) ดังนั้น จึงมีพื้นผิวหน้าที่ร้อนจัด

ดาวศุกร์

มีขนาดใหญ่กว่าดาวพุธแต่เล็กกว่าโลก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7,700 ไมล์ (12,400 กิโลเมตร) และมีที่ตั้งอยู่ไม่ไกลจากดวงอาทิตย์มากนักคือ 67 ล้านไมล์ (108 ล้านกิโลเมตร) ดังนั้น จึงได้รับแสงสว่าง และความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ดาวศุกร์นี้ถ้าไม่นับดวงจันทร์แล้ว จะเป็นดาวที่สุกใสที่สุดในท้องฟ้า ดาวศุกร์อยู่ห่างจากโลก 26 ล้านไมล์ (42 ล้านกิโลเมตร)

ดาวอังคาร

ดาวอังคารมีขนาดเล็กกว่าโลก ตั้งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ 142 ล้านไมล์ (228 ล้านกิโลเมตร) ดาวอังคารล้อมรอบด้วยชั้นอากาศบาง ๆ ที่มีความหนาประมาณ 60 ไมล์ (96 กิโลเมตร) และมีออกซิเจนน้อยมากหรืออาจจะไม่มีเลยก็ได้ จากภาพถ่ายที่ได้จากยานมาริเนอร์ 9 ซึ่งสหรัฐอเมริกาส่งขึ้นไปสำรวจในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2514 (1971) นั้นปรากฏว่าผิวหน้าของดาวอังคารมีลักษณะเป็นแอ่ง และปกคลุมด้วยพายุฝุ่นขนาดใหญ่ จึงทำให้ไม่เห็นรายละเอียดมากนัก ดาวอังคารมีดวงจันทร์เป็นบริวาร 2 ดวง

ดาวพฤหัสบดี

เป็นดาวเคราะห์ใหญ่สุดในระบบสุริยะ ตั้งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 483 ล้านไมล์ (773 ล้านกิโลเมตร) ดาวพฤหัสบดีได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยเป็นดาวที่มีอุณหภูมิวัดได้ -135° เซลเซียส (-213° ฟาเรนไฮต์) ดังนั้น จึงมีพื้นผิวหน้าปกคลุมไปด้วยชั้นน้ำแข็งหนามาก ดาวพฤหัสบดีมีดวงจันทร์เป็นบริวาร 13 ดวง

ดาวเสาร์

เป็นดาวเคราะห์ใหญ่เป็นดวงที่สองรองจากดาวพฤหัสบดีในระบบสุริยะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 886 ล้านไมล์ (1418 ล้านกิโลเมตร) ดาวเสาร์มีพื้นผิวหน้าปกคลุมด้วยชั้นน้ำแข็งหนา เช่นเดียวกับดาวพฤหัสบดี แต่มีอุณหภูมิลดต่ำกว่า ดาวพระเสาร์ปัจจุบันสำรวจพบว่ามีดวงจันทร์เป็นบริวารถึง 15 ดวง

ดาวพฤหัสบดี

เป็นดาวเคราะห์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 1,783 ล้านไมล์ (2,753 ล้านกิโลเมตร) พื้นผิวหน้ามีอุณหภูมิวัดได้ประมาณ -172° เซลเซียส (-310° ฟาเรนไฮต์) ดาวพฤหัสบดีมีบริวารเป็นดวงจันทร์ 5 ดวง

ดาวพระสมุทร

เป็นดาวเคราะห์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ 2,800 ล้านไมล์ (4,480 ล้านกิโลเมตร) เราไม่สามารถมองเห็นได้นอกจากใช้กล้องจุลทรรศน์ พื้นผิวหน้ามีอุณหภูมิลดต่ำกว่าดาวพฤหัสบดี ดาวพระสมุทร มีดวงจันทร์เป็นบริวาร 2 ดวง

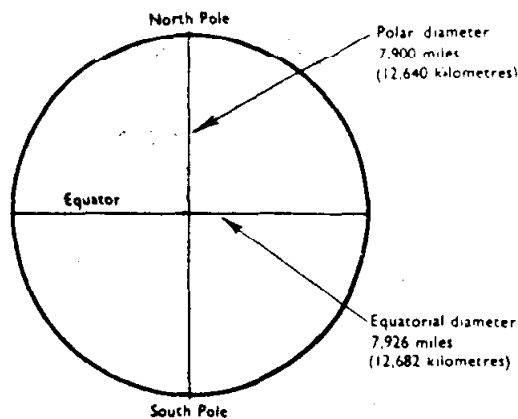
ดาวพระยม

เป็นดาวเคราะห์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 3,700 ล้านไมล์ (5,920 ล้านกิโลเมตร) เนื่องจากมีที่ตั้งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มาก ดังนั้นพื้นผิวหน้าของดาวพระยม จึงมีอุณหภูมิลดต่ำกว่าดาวพระสมุทร ดาวพระยม โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ กินเวลาประมาณ 249 ปี

โลก

รูปร่างและขนาดของโลก

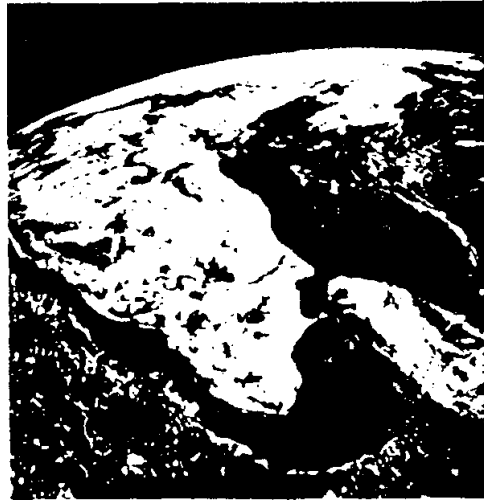
โลกมีรูปร่างแบบที่เรียกว่า กลมรี หรือออบเลท เสเฟียรอยด์ (OBLATE SPHEROID) หรือ ยีออยด์ (GEOID) คือ โป่งตอนกลางและแฟบเล็กน้อยที่ขั้วเหนือและขั้วใต้ เส้นรอบวงของโลก ที่ศูนย์สูตรมีความยาวประมาณ 25,000 ไมล์ แต่เส้นรอบวงที่ขั้วโลกมีความยาวสั้นกว่า เส้นรอบวงที่ศูนย์สูตร ประมาณ 80 ไมล์ เช่นเดียวกัน เส้นผ่าศูนย์กลางที่ศูนย์สูตร มีความยาว 7,926 ไมล์ (12,755 กิโลเมตร) ในขณะที่เส้นผ่าศูนย์กลางที่ขั้วโลก มีความยาวเพียง 7,900 ไมล์ (12,711 กิโลเมตร) ซึ่งนับว่าสั้นกว่าที่ศูนย์สูตรประมาณ 26 ไมล์ โลกมีเนื้อที่ประมาณ 197 ล้านตารางไมล์ หรือ (510,903,400 ตารางกิโลเมตร)



รูป 1.2 โลกมีรูปร่างแบบที่เรียกว่า กลมรี หรือแบบออบเลท เสเฟียรอยด์

หลักฐานที่แสดงว่าโลกกลม

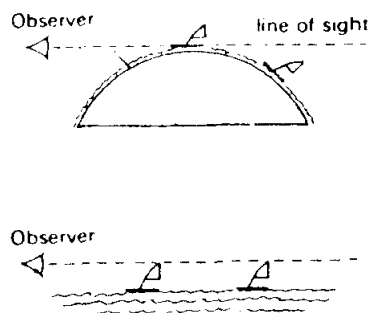
1. จากภาพถ่ายทางอากาศเป็นจำนวนมากซึ่งถ่ายจากนักอวกาศในยานอวกาศนอกโลก ในระยะสูง ๆ เช่นประมาณ 529 ไมล์ (846 กิโลเมตร) จะเห็นว่าโลกกลม



รูป 1.3 จากภาพถ่ายทางอากาศซึ่งถ่ายในระยะสูง ๆ จะเห็นว่าโลกกลม

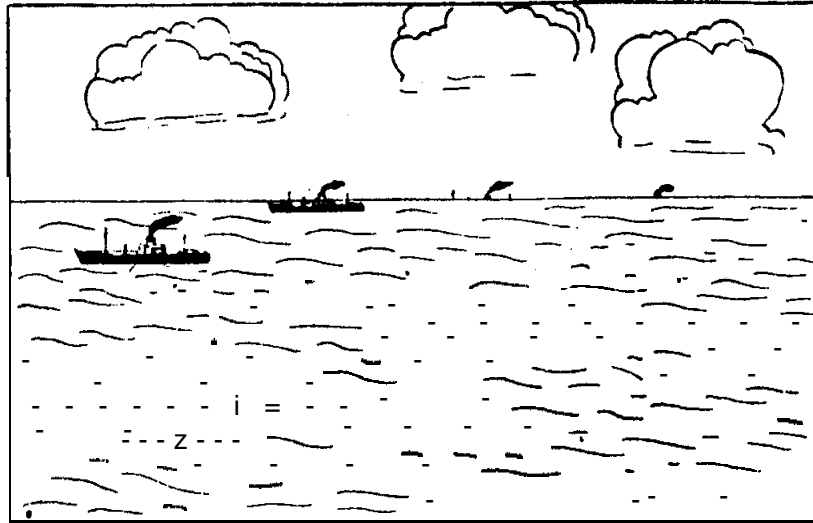
2. ในขณะที่เกิดจันทรุปราคา จะเห็นเงาของโลกที่ไปบังดวงจันทร์มีลักษณะเป็นรูปกลม

3. สังเกตจากเรือที่กำลังแล่นอยู่ในทะเล 2 ลำ ถ้าเรยีนสังเกตอยู่ที่ขอบฝั่งด้านหนึ่ง เราจะเห็นเรือแล่นเพียงลำเดียว แต่ถ้าโลกแบนในระดับสายตา เราจะเห็นเรือที่แล่นอยู่เต็มลำ ทั้ง 2 ลำ ในเวลาเดียวกัน (รูป 1.4)



รูป 1.4 การสังเกตจากเรือแล่นในทะเล 2 ลำ

4. ถ้าเรยีนสังเกตเรือที่แล่นในระยะไกลเข้าสู่ฝั่ง ก่อนอื่นเราจะเห็นควัน แล้วตามด้วยปล่องไฟ ตัวเรือ และในที่สุดก็เป็นเรือทั้งลำ (รูป 1.5)



รูป 1.5 การสังเกตเรือในระยะไกลที่เล่นเข้าฝั่ง

5. เมื่อยืนสังเกตดูเส้นขอบฟ้าของโลกจากบนเรือ เครื่องบินหรือบนหน้าผาสูง จะเห็นว่า มีแนวโค้ง เส้นขอบโค้งที่นี้จะกว้างออกในขณะที่ผู้สังเกตยืนในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น จนกลายเป็นวงกลม

6. ตะวันขึ้นและตะวันตก โลกหมุนรอบตัวเองจากตะวันตกไปตะวันออก มีผลทำให้ดินแดนทางตะวันออกเห็นตะวันขึ้นก่อนดินแดนทางตะวันตก แต่ถ้าหากโลกแบน ดินแดนทุกบริเวณจะเห็นพระอาทิตย์ในเวลาเดียวกัน

โครงสร้างของโลก

โลกประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ส่วนคือ

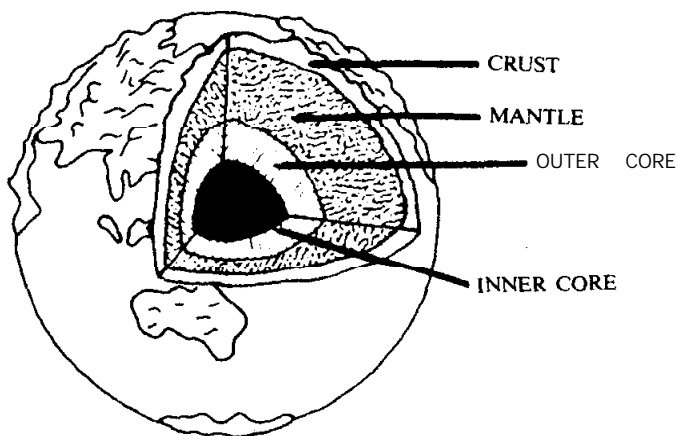
1. แก่นโลกหรือแก่นพิภพ (BARYSPHERE หรือ CENTROSPHERE) ได้แก่ มวลสารที่อยู่ชั้นในสุดของโลก ซึ่งประกอบด้วยเหล็ก (Fe) และ นิกเกิล (Ni) เป็นส่วนใหญ่ เดิมเชื่อกันว่าแก่นโลกเป็นของเหลว แต่ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นของแข็งที่มีความแน่น และมีความร้อนสูงมาก มีรูปลักษณะเป็นรูปทรงกลม มีรัศมียาวประมาณ 3,440 กิโลเมตร แก่นโลกแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ แก่นโลก (CORE) และเปลือกโลกชั้นใน (MANTLE)

1.1 แก่นโลก

แก่นโลกแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือ แก่นโลกชั้นใน อยู่ในระดับลึกจากผิวโลกระหว่าง 5,000 ถึง 6,340 กิโลเมตร และใจกลางโลกชั้นนอกอยู่ในระดับลึกจากผิวโลกระหว่าง 2,900 ถึง 5,000 กิโลเมตร

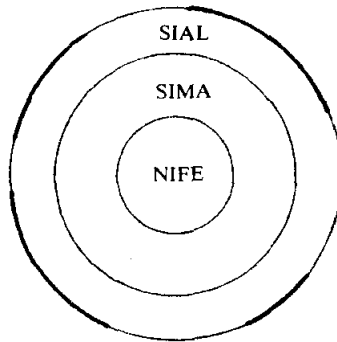
1.2 เปลือกโลกชั้นใน

เปลือกโลกชั้นใน ได้แก่ เปลือกโลกส่วนที่หุ้มอยู่โดยรอบแก่นโลกในระดับความลึกจากส่วนใต้ของเปลือกโลกชั้นนอกลงไปจนถึงระดับ 2,900 กิโลเมตรจากผิวโลก มีความเชื่อกันว่า เปลือกโลกชั้นในหรือที่บางคนเรียกกว่าเป็นเนื้อในของโลก (MANTLE) มีลักษณะเป็นของแข็ง ที่มีชื่อเรียกว่า หินหนืด (MAGMA) หินหนืดเป็นสารประกอบเคมีที่อยู่ในสภาพของหนืดได้ เพราะถูกแวดล้อมด้วยความร้อนสูง ความกดสูงและการทำซาบเนื้อสารด้วยก๊าซ จึงทำให้มีการเคลื่อนไหวไปมาได้ในช่วงจำกัดซึ่งไม่เหมือนของเหลวธรรมดา เมื่อใดเกิดรอยร้าวขึ้นในเปลือกโลกจะเป็นทางให้หินหนืดเกิดลุดอุนท์ภูมิลง หรือเพราะความกดดันภายในอาจเป็นทางให้หินหนืดแทรกขึ้นสู่ผิวพิภพได้ หินหนืดจะแข็งตัวเป็นหินอัคนีชนิดต่าง ๆ กัน



รูป 1.6 ส่วนประกอบของแก่นโลก

2. เปลือกโลก (CRUST) หรือธรณีภาค (LITHOSPHERE) ได้แก่ ส่วนของโลกที่เป็นของแข็งหุ้มห่ออยู่รอบนอกสุดของโลก ประกอบด้วยหินและดินต่าง ๆ ชนิด เปลือกโลกมีความหนาประมาณ 24 กิโลเมตร มี 2 ชั้น คือ ชั้นล่างเรียกว่า ซิมา (SIMA) อยู่ติดกับเปลือกโลกชั้นใน เป็นหินแข็งและมีความแน่นมาก ประกอบด้วยธาตุ ซิลิกา (SILICA) และแมกนีเซียม (MAGNESIUM) ส่วนชั้นบน เรียกว่า ซิแอล* (SIAL) เป็นหินแข็งน้อยกว่าประกอบด้วยธาตุซิลิกา (SILICA) และอลูมิเนียม (ALUMINIUM)



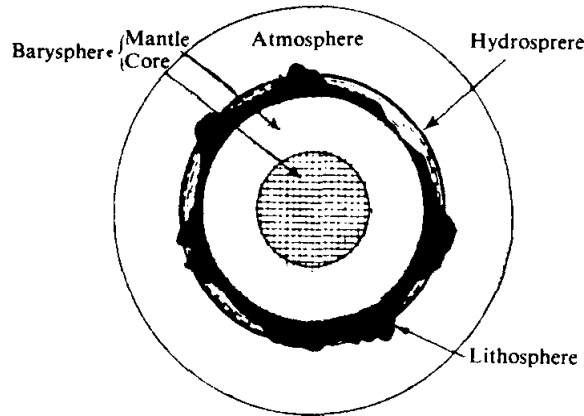
รูป 1.7 ชั้นของเปลือกโลก

3. อุทกภาค (HYDROSPHERE) คือส่วนที่เป็นน้ำทั้งหมดบนพื้นผิวโลก มีประมาณ 2 ใน 3 ของพื้นผิวโลก ปรากฏในรูปของมหาสมุทร ทะเล และทะเลสาบ

4. บรรยากาศ (ATMOSPHERE) คืออากาศที่หุ้มห่อและติดอยู่กับโลก โดยแรงดึงดูดของโลก ประกอบด้วยมวลก๊าซหลายชนิดผสมกันเป็นชั้นหนาอยู่เหนือพื้นผิวโลกเกินกว่า 1,000 ไมล์ ในอากาศมีความหนาแน่นในระดับน้ำทะเล และเบาบางลงเรื่อย ๆ เมื่อสูงขึ้น บรรยากาศชั้นล่างที่อยู่เหนือพื้นผิวโลกจนถึงระดับความสูงไม่เกิน 55 ไมล์ หรือ 90 กิโลเมตร เรียกว่า โฮโมสเฟียร์ (HOMOSPHERE) ประกอบด้วยก๊าซที่สำคัญ 2 ชนิดคือ ออกซิเจน (มีปริมาณ

21%) และไนโตรเจน (มีปริมาณ 78%) ส่วนที่เหลือได้แก่ อาร์กอน (ARGON) คาร์บอนไดออกไซด์ และฮีเลียม (HELIUM)

หมายเหตุ บริเวณของโลกที่มีสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้น ทั้งที่ตายและยังมีชีวิตอยู่เรียกว่า “ชีวมณฑล” (BIOSPHERE)

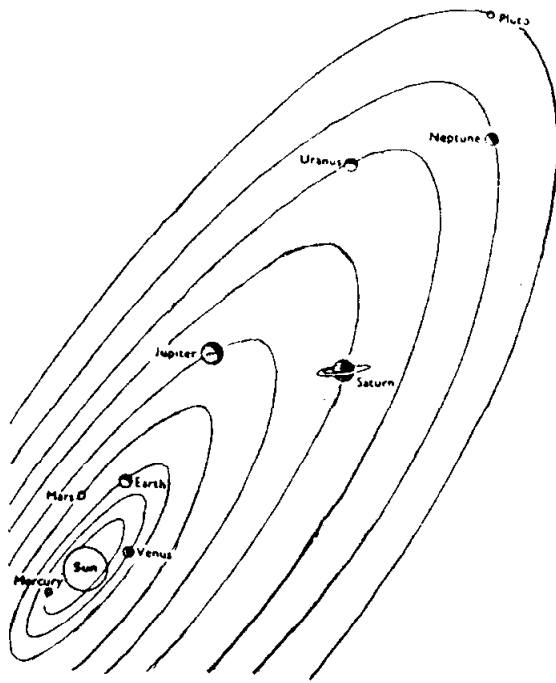


รูป 1.8 โครงสร้างของโลก

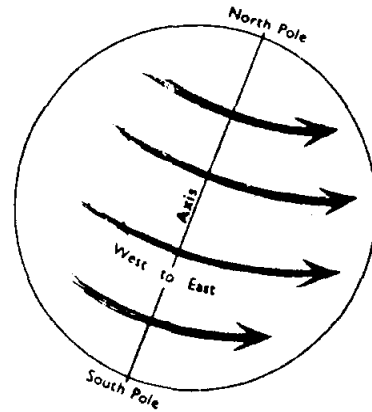
การเคลื่อนไหวของโลก

โลกมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา การเคลื่อนไหวปรากฏในเวลาเดียวกัน 2 ประเภทคือ

1. การหมุนของโลก (ROTATION) คือการที่โลกหมุนรอบแกนตัวเองจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก ความเร็วของโลกหมุนรอบตัวเองที่เส้นศูนย์สูตรประมาณ 1,689 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราความเร็วของการหมุนของโลกจะถอยลดลงเมื่อเข้าสู่ขั้วโลก ตัวอย่างเช่น ความเร็วที่ละติจูด 60 องศาเหนือ หรือ 60 องศาใต้ ประมาณ 845 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่ความเร็วที่ขั้วโลกเป็นศูนย์ การหมุนรอบตัวเองของโลกในสภาพที่โลกกลมคือการหมุนครบ 360 องศา ในเวลา 24 ชั่วโมง (23 ชั่วโมง 56 นาที 4.09 วินาที) หรือ นับ 1 วัน เป็นเกณฑ์สำคัญ



รูป 1.9 ทางเดินของโลกรอบดวงอาทิตย์มีวงโคจรเป็นวงรี

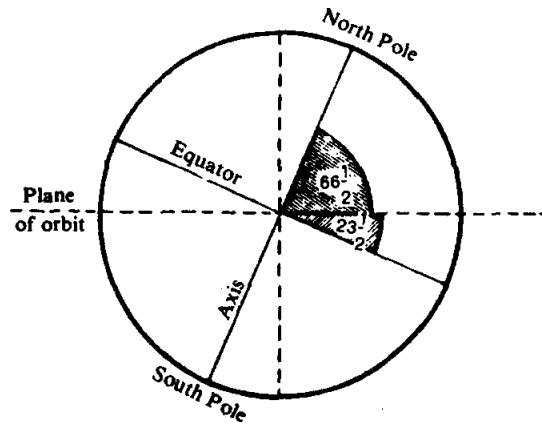


รูป 1.10 โลกหมุนรอบแกนตัวเองจรดทิศตะวันตก ไปยังทิศตะวันออก

2. การโคจรของโลก (REVOLUTION) คือการที่โลกเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ โลกวิถี (THE EARTH'S ORBIT) หรือทางเดินของโลกที่หมุนรอบดวงอาทิตย์นี้มีวงโคจรเป็นรูปวงรี (ECLIPICAL) ทวนเข็มนาฬิกาโดยมีดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดโฟกัส โลกโคจรครบ 1 รอบใช้เวลา 365.24220 วัน หรือ 365 วัน 5 ชั่วโมง 48 นาที และ 45.68 วินาที หรือนับเป็น 1 ปี

ความเร็วเฉลี่ยที่โลกโคจรอยู่ในวงวิถีประมาณ 105,600 กิโลเมตร (66,000 ไมล์) ต่อชั่วโมง แต่ตามความเป็นจริงแล้วโลกโคจรด้วยอัตราความเร็วสูง เมื่ออยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ และอัตราความเร็วจะลดน้อยลงเมื่อโลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์

หมายเหตุ แกนของโลกที่ลากจากขั้วโลกเหนือถึงขั้วโลกใต้เอียงไปจากเส้นที่ลากไปตั้งฉากกับระนาบการโคจรเป็นมุม $23\frac{1}{2}$ องศา หรืออาจกล่าวได้ว่า แกนของโลกทำมุมกับระนาบการโคจร $66\frac{1}{2}$ องศา (รูป 1.11)



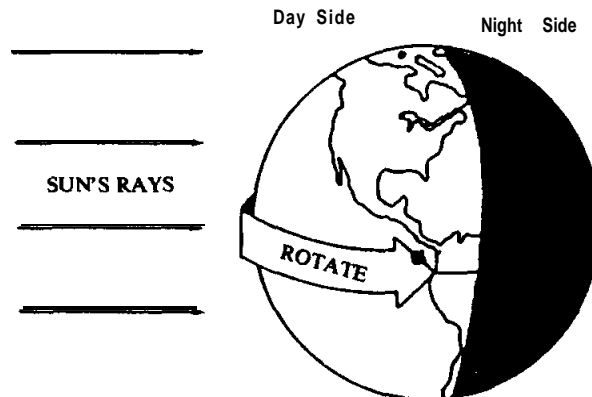
รูป 1.11

ความสัมพันธ์ของโลกกับดวงอาทิตย์

จากการที่โลกหมุนรอบตัวเอง และวิถีโคจรรอบดวงอาทิตย์ จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหลายประการคือ

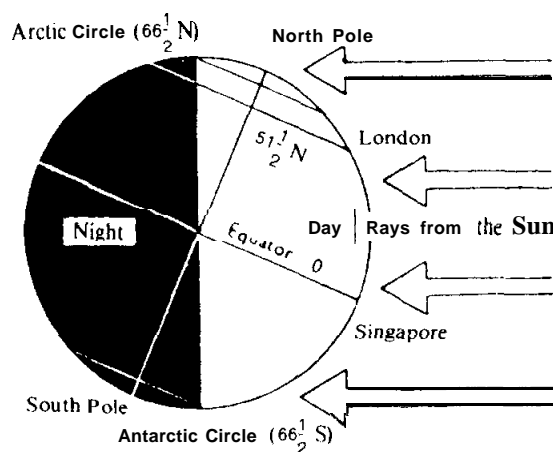
1. กลางวัน กลางคืน

ซีกโลกด้านในที่เบนเข้าหาดวงอาทิตย์ได้รับแสงสว่าง ซีกโลกด้านนั้นจะเป็นเวลากลางวัน และซีกตรงข้ามจะได้รับความมืดเป็นเวลากลางคืน โลกหมุนรอบแกนตัวเอง 1 รอบกินเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้น กลางวันและกลางคืนในพื้นที่ของโลกจะเกิดสลับกัน



รูป 1.12 กลางวันและกลางคืน

กลางวันและกลางคืน ในพื้นที่ต่าง ๆ บนผิวโลก ยกเว้นที่เส้นศูนย์สูตรมีระยะเวลาสั้นยาวไม่เท่ากัน ความแตกต่างกันนี้พบมากในพื้นที่เขตอบอุ่นและในละติจูดใกล้ขั้วโลก ทั้งนี้เนื่องจากแกนโลกเอียง ดังนั้น ถ้าหากขั้วโลกเหนือเบนเข้าหาดวงอาทิตย์ พื้นที่ในซีกโลกเหนือจะมีเวลากลางวันยาวและกลางคืนสั้น โดยเฉพาะดินแดนในบริเวณละติจูด $66\frac{1}{2}^{\circ}$ องศาเหนือจะมีเวลากลางวันตลอด 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน ด้วยเหตุนี้ดินแดนบางแห่งในระยาะในละติจูดในซีกโลกเหนือ เช่น นอร์เว สวีเดน แคนาดา และสหภาพโซเวียต จึงมักได้รับสมญานามว่า “ดินแดนแห่งดวงอาทิตย์เที่ยงคืน” หรือ “LAND OF THE MIDNIGHT SUN”



รูป 1.13 กลางวันและกลางคืนในพื้นที่ต่าง ๆ บนผิวโลก

ส่วนนครลอนดอน ซึ่งตั้งอยู่ที่ละติจูด $51\frac{1}{2}^{\circ}$ องศาเหนือ จะมีระยะเวลากลางวัน 16 ชั่วโมง และกลางคืนเพียง 8 ชั่วโมง

แต่ในเวลาเดียวกัน พื้นที่ในระยาะละติจูดสูงในซีกโลกใต้ ก็จะมีระยะเวลากลางวันสั้นและกลางคืน

2. พลุสงกรานต์เหนือ (PERIHELION) และพลุสงกรานต์ใต้ (APHILION)

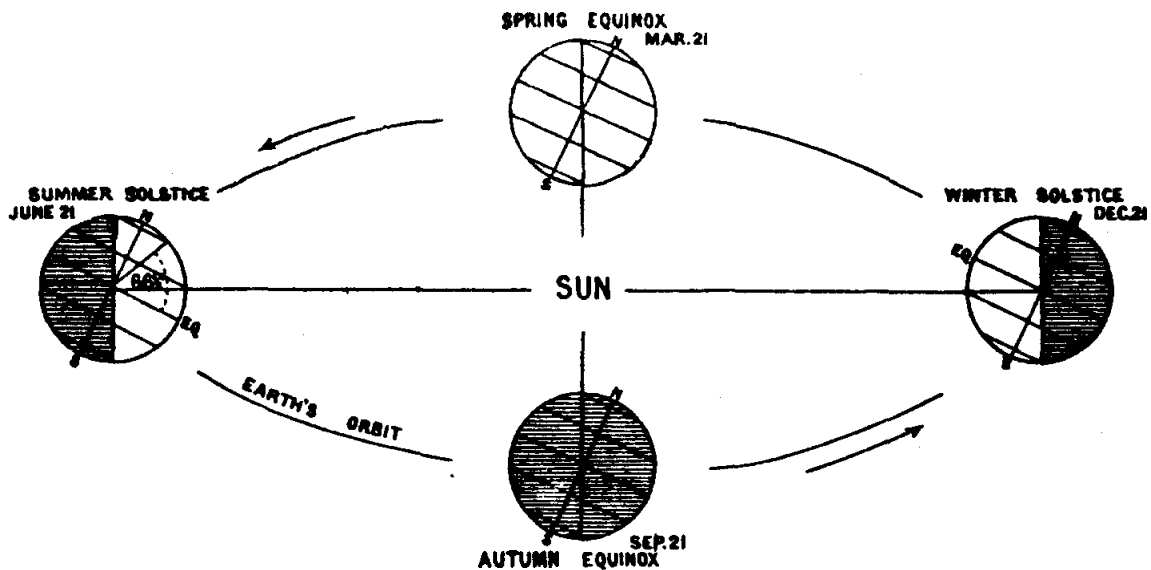
โลกมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร (93 ล้านไมล์) และเนื่องจากวิถีโคจรเป็นรูปรี ดังนั้น ในปีหนึ่ง โลกจะโคจรเข้ามาอยู่ในตำแหน่งใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด ซึ่งมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 147 ล้านกิโลเมตร (91.5 ล้านไมล์) ตำแหน่งนี้

เรียกว่า พสุสงกรานต์เหนือ หรือ เปริเฮลิออน (PERIHELION) โดยปกติจะตกอยู่ประมาณวันที่ 4 มกราคมทุกของปี

ส่วนตำแหน่งในวงโคจรของโลกที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากที่สุดนั้นมีระยะห่างประมาณ 153 ล้านกิโลเมตร (94.5 ล้านไมล์) เรียกว่า พสุสงกรานต์ใต้ หรืออะเฟลิออน (APHELION) โดยปกติตำแหน่งนี้จะตกอยู่ประมาณวันที่ 3 กรกฎาคม ของทุกปี

3. ฤดูกาล

วิถีโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ใช้เวลาประมาณ 365 วันและแกนโลกไม่ได้ทำมุมตั้งฉากกับระนาบการโคจรแต่ทำมุมเอียงกับระนาบการโคจร $66\frac{1}{2}$ องศา จะมีผลทำให้พื้นผิวโลกที่อยู่ห่างไกลยกเว้นบริเวณศูนย์สูตรได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ จึงยังผลให้เกิดเป็นฤดูกาลแตกต่างกันขึ้น ในแผนภาพข้างล่างแสดงฤดูกาลเฉพาะซีกโลกเหนือ



รูป 1.14 ฤดูกาล

ในวันที่ 21 มิถุนายน แกนโลกเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์ส่องตั้งฉากที่ละติจูด $23\frac{1}{2}$ องศาเหนือ ถือเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์มีค่าเดคลิเนชัน (DECLINATION) เหนือสุด และนับเป็นวันเริ่มต้นฤดูร้อนเรียกว่า SUMMER SOLSTICE หรือ อุตรายัน หรือครีษมายัน

ระยะนี้เป็นระยะเวลาที่ซีกโลกเหนือได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากที่สุดและมีระยะเวลากลางวันยาวกว่าเวลากลางคืน และโดยเฉพาะที่บริเวณขั้วโลกเหนือได้รับแสงอาทิตย์ตลอด 24 ชั่วโมง และเช่นเดียวกันกับในวันที่ 22 ธันวาคม ตำแหน่งโคจรของโลกจะอยู่ตรงกันข้าม แกนโลกเบนห่างจากดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์ส่องตั้งฉากที่ละติจูด 23½ องศาใต้ ถือว่าเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์มีค่า เเคลลิเนชันต่ำที่สุด และนับเป็นวันเริ่มต้นฤดูหนาว เรียกว่า WINTER SOLSTICE หรือทักซิธอนัน หรือเหมายัน ระยะนี้เป็นระยะเวลาที่ซีกโลกเหนือมีระยะเวลากลางวันน้อยกว่า กลางวัน

ในวันที่ 22 หรือ 23 กันยายน และวันที่ 20 หรือ 21 มีนาคมเป็นจุดที่แสงจากดวงอาทิตย์ส่องตั้งฉากที่เส้นศูนย์สูตร จึงทำให้ระยะเวลากลางวันเท่ากับระยะเวลากลางคืน คือช่วงละ 12 ชั่วโมง สำหรับในวันที่ 22 หรือ 23 กันยายน ถือเป็นวันที่เริ่มต้นฤดูใบไม้ร่วง เรียกว่า AUTUMNAL EQUINOX หรือศารทวิษุวัต และวันที่ 20 หรือ 21 มีนาคม ถือเป็นวันเริ่มต้นฤดูใบไม้ผลิ เรียกว่า VERNAL EQUINOX หรือวสันตวิษุวัต สำหรับดินแดนในซีกโลกใต้ ฤดูกาลจะตรงข้ามกับซีกโลกเหนือ ดังแสดงเปรียบเทียบในตารางหน้าถัดไป ดังนี้

ซีกโลกเหนือ	บริเวณศูนย์สูตร	ซีกโลกใต้
21 มีนาคม ฤดูใบไม้ผลิ (SPRING)	ร้อนตลอดปี	21 มีนาคม ฤดูใบไม้ร่วง (AUTUMM หรือ FALL)
21 มิถุนายน ฤดูร้อน (SUMMER)		21 มิถุนายน ฤดูหนาว (WINTER)
22 กันยายน ฤดูใบไม้ร่วง (AUTUMN หรือ FALL)		22 กันยายน ฤดูใบไม้ผลิ (SPRING)
22 ธันวาคม ฤดูหนาว (WINTER)		22 ธันวาคม ฤดูร้อน (SUMMER)

ความสัมพันธ์ของโลกและดวงจันทร์

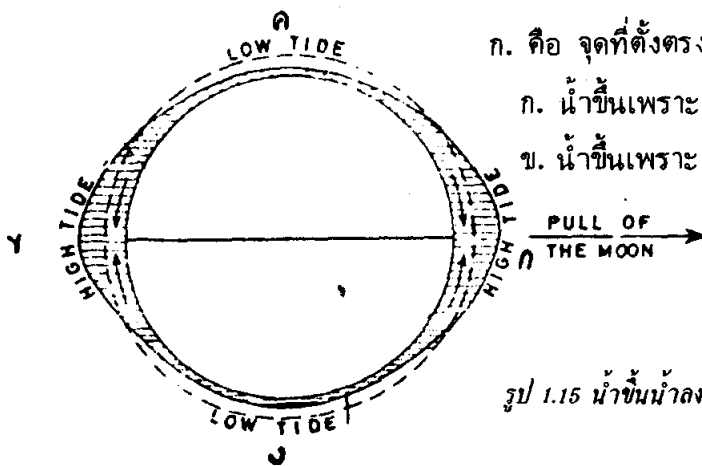
เพริจี (PERIGEE) และอะโปจี (APOGEE)

ดวงจันทร์มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 3,480 กิโลเมตร (2,160 ไมล์) และมีขนาดเท่ากับ $\frac{1}{400}$ ของขนาดดวงอาทิตย์ และเท่ากับ $\frac{1}{81}$ ของโลก มีระยะทางห่างจากโลก 385 กิโลเมตร (240,000 ไมล์) ดวงจันทร์เป็นบริวารของโลกและโคจรรอบโลกในรูปวงรี ใช้เวลา $29\frac{1}{2}$ วัน

ตำแหน่งในวงโคจรของดวงจันทร์ เมื่ออยู่ใกล้โลกมากที่สุดหรือที่เรียกว่าเพริจี มีระยะประมาณ 355,000 กิโลเมตร (220,000 ไมล์) ส่วนตำแหน่งในวงโคจรของดวงจันทร์เมื่ออยู่ไกลโลกมากที่สุด หรือที่เรียกว่า อะโปจี มีระยะประมาณ 407,000 กิโลเมตร (253,000 ไมล์)

น้ำขึ้น (HIGH TIDE) และน้ำลง (LOW TIDE)

น้ำขึ้นน้ำลง คือการเพิ่มและลดระดับของน้ำ สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง ได้แก่ แรงดึงดูดของดวงจันทร์ที่มีต่อโลก และแรงเหวี่ยงของโลก (CENTRIFUGAL FORCE) ในขณะที่โลก และดวงจันทร์โคจรรอบกันในระนาบเดียวกันหรือแนวเส้นตรงเดียวกัน ดวงจันทร์มีที่ตั้งอยู่ใกล้โลก ดังนั้น จึงมีแรงดึงดูดมาก ส่วนแรงเหวี่ยงนั้น มีพลังมากอยู่ในบริเวณตรงข้ามกับตำแหน่งที่ตั้งของดวงจันทร์ ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ในเวลา 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน จะเกิดมีน้ำขึ้น 2 ครั้ง ทั้ง 2 ด้าน (รูป 1.15) แต่ต่างเวลากัน เช่น ตำแหน่ง ก. เป็นเวลาเที่ยงวัน ตำแหน่ง ข. เป็นเวลาเที่ยงคืน และในเวลาเดียวกัน ก็จะมีน้ำลงวันละ 2 ครั้ง คือ ตำแหน่ง ค. และ ง.



- ก. คือ จุดที่ตั้งตรงกับตำแหน่งของดวงจันทร์
- ก. น้ำขึ้นเพราะเกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์
- ข. น้ำขึ้นเพราะแรงเหวี่ยงของโลกเป็นจุดอยู่ตรงข้าม

ค. บริเวณน้ำลง

ง. บริเวณน้ำลง

รูป 1.15 น้ำขึ้นน้ำลง

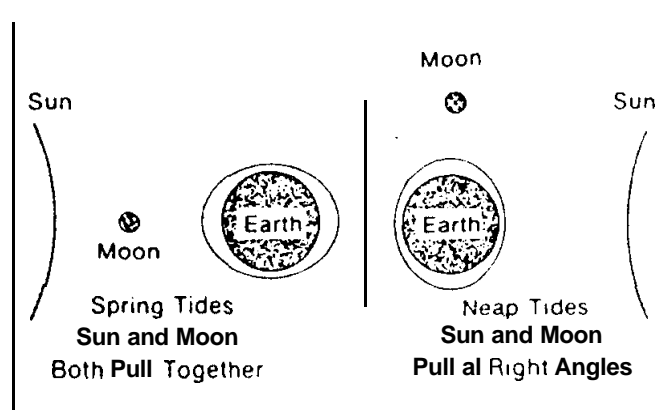
น้ำขึ้นลงมาก (PERIGIAN TIDE) และน้ำขึ้นลงน้อย (APOGEAN TIDE)

น้ำขึ้นลงมากคือ เปรริเจียนไทด์ คือ ระยะเวลาที่น้ำขึ้นลงมากกว่าปกติ ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่ดวงจันทร์อยู่ในตำแหน่ง เปรริจี คือ ใกล้โลกมากที่สุด ส่วนน้ำขึ้นลงน้อยหรือ อะโปเจียนไทด์ คือ ระยะเวลาที่น้ำขึ้นลงน้อยกว่าปกติ เนื่องจากดวงจันทร์อยู่ในตำแหน่ง อะโปจีคือ ใกล้โลกที่สุด น้ำขึ้นลงมาก และน้ำขึ้นลงน้อยต่างมีระยะเวลาเกิดเดือนละ 1 ครั้ง

ความสัมพันธ์ของโลก ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์

น้ำเกิด (SPRING TIDE) และน้ำตาย (NEAP TIDE)

น้ำเกิด (SPRING TIDE) คือน้ำซึ่งขึ้นเต็มที่ เกิดขึ้นเดือนละ 2 ครั้ง ในวันเดือนเพ็ญ คือวันขึ้น 14 หรือ 15 ค่ำ และวันเดือนดับ คือ แรม 14 หรือ 15 ค่ำ สาเหตุที่เกิด ได้แก่ แรงดึงดูดรวมของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก ในขณะที่โลกดวงจันทร์และดวงอาทิตย์โคจรมาอยู่ในระนาบเดียวกัน

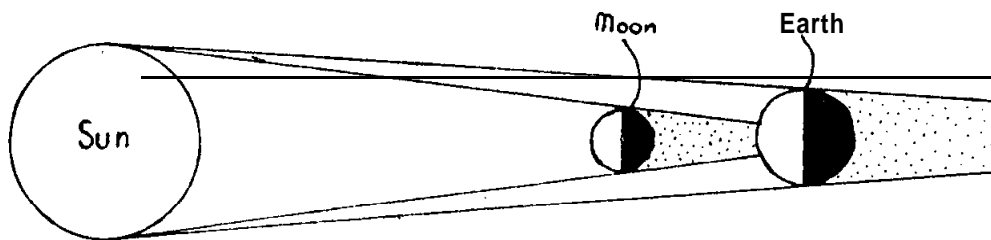


รูป 1.16 น้ำเกิดน้ำตาย

น้ำตาย (NEAP TIDE) คือ น้ำที่อยู่ในระดับนิ่ง ไม่ขึ้นสูงมากและลงไม่ต่ำมาก เกิดขึ้นเดือนละ 2 ครั้ง เช่นเดียวกันคือ ในวันขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ สาเหตุที่เกิดเนื่องจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ ด้านกับแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก ในระยะที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ตั้งอยู่ในตำแหน่งทำมุมฉากกับโลก

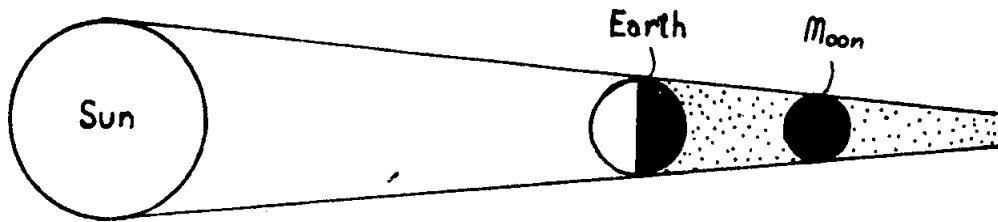
สุริยุปราคา(SOLAR ECLIPSE) และจันทรุปราคา (LUNAR ECLIPSE)

สุริยุปราคา หรือสุริยคราส เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์เข้ามาอยู่ในแนวเดียวกัน โดยดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์บังโลกคือ บังแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก ทำให้ส่วนบนพื้นโลกไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้เกิดเงามืดและเงามัว ปรากฏบนพื้นโลกชั่วคราว ผู้ที่อยู่ในบริเวณเงามืดของดวงจันทร์จะเห็นสุริยุปราคาเต็มดวง แต่ถ้าอยู่ห่างบริเวณเงามืดออกไป จะเห็นสุริยุปราคาบางส่วน ระยะเวลาก่อเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงเกิดขึ้นในวันแรม 14 ค่ำ หรือแรม 15 ค่ำ ในเวลากลางวัน



รูป 1.17 สุริยุปราคา : ดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์

จันทรุปราคาหรือจันทรคราส เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน โดยโลกอยู่ในตำแหน่งระหว่างดวงอาทิตย์กับดวงจันทร์ และบังแสงอาทิตย์ไว้ ทำให้เกิดเงามืดและเงามัวของโลกเมื่อดวงจันทร์โคจรผ่านเข้าไปในเงามืดของโลกทำให้ดวงจันทร์มืดลงทีละน้อย ๆ ถ้าผ่านเข้าไปเต็มดวง เรียกว่า จันทรุปราคา หมดดวง ถ้าผ่านเข้าไปเพียงบางส่วนเรียกว่า จันทรุปราคาบางส่วน



รูป 1.18 จันทรุปราคา : โลกอยู่ระหว่างดวงจันทร์และดวงอาทิตย์