

บทที่ 1

ประวัติการค้นพบทางดาราศาสตร์

1.1 พัฒนาการทางดาราศาสตร์

วิถีชีวิตของมนุษย์มีความผูกพันกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์มาช้านานแล้ว ดวงอาทิตย์ ลุกไฟดวงใหญ่ให้แสงสว่างและความอบอุ่นแก่สรรพสิ่งบนพื้นโลก ดวงจันทร์และดาวจำนวนมากที่ปรากฏบนท้องฟ้าในยามค่ำคืน เป็นสิ่งที่มนุษย์มีความคุ้นเคย จนสามารถสังเกตเห็นวัฏจักรแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบของวัตถุท้องฟ้าเหล่านี้ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมากมาย เช่น การปรากฏของดาวหาง ฝนดาวตก ราหูอมจันทร์ เป็นต้น ที่มนุษย์ในยุคก่อนไม่อาจเข้าใจว่าสิ่งที่ปรากฏบนท้องฟ้าเหล่านั้นคืออะไร จะก่อภัยพิบัติแก่สรรพชีวิตบนพื้นโลกหรือไม่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทั้งหลายยังครอบงำให้มนุษย์มีความหวาดกลัว และพยายามหาทางขจัดปัดเป่าให้สูญสิ้นไป

ความฉลาดของมนุษย์ สอนให้มนุษย์รู้จักสังเกต และพยายามค้นหาความจริง เกี่ยวกับวัฏจักรของวัตถุท้องฟ้า ตลอดจนสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์บนฟากฟ้าทั้งหลาย ดาวฤกษ์ที่ปรากฏบนท้องฟ้าทั้งหมด ถูกจัดเป็นกลุ่มดาว 88 กลุ่ม เพื่อความง่ายในการค้นหาและสังเกตการณ์ มนุษย์ค้นพบว่าดาวเคราะห์ทั้ง 5 ดวง คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ มีการเปลี่ยนตำแหน่งไปตามกลุ่มดาว 12 กลุ่ม เหมือนกับดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ในที่สุด มนุษย์เริ่มรู้จักการสังเกตวัตถุท้องฟ้า เพื่อใช้กำหนดเวลาและทิศทาง ตลอดจนการทำปฏิทินที่สอดคล้องกับวัฏจักรของฤดูกาล ทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นระบบและเป็นไปอย่างปกติสุข

ความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ผลักดันให้มนุษย์พยายามสังเกตวัตถุท้องฟ้าและปรากฏการณ์บนฟากฟ้าอย่างต่อเนื่อง อุปกรณ์ช่วยสังเกตการณ์ ไม่ว่าจะเป็นทรงกลมท้องฟ้า เครื่องวัดพิกัดหรือสิ่งก่อสร้างที่ใช้เป็นหมวยบอกตำแหน่งการขึ้น-ตก ของวัตถุท้องฟ้า ถูกสร้างขึ้นมากมาย ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจระบบของธรรมชาติและศาสตร์แห่งท้องฟ้ามากขึ้นเรื่อยๆ วิชาดาราศาสตร์จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว

การปฏิวัติทางดาราศาสตร์ เริ่มเมื่อ ปี ค.ศ.1543 เมื่อนิโคลัส โคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus) นักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์-เยอรมัน ตีพิมพ์หนังสือ ชื่อ “การโคจรของวัตถุท้องฟ้า (The Revolutions of the Heavenly Bodies)” ซึ่งแสดง

แนวคิดทางดาราศาสตร์ที่ค้านแนวคิดและคำสอนทางคริสตศาสนาดั้งเดิมที่เชื่อว่า “โลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพ” ในหนังสือของโคเปอร์นิคัสกล่าวว่า “โลกไม่ใช่ศูนย์กลางของเอกภพ ดาวเคราะห์ทุกดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดังนั้นดวงอาทิตย์จึงเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ซึ่งโลกก็โคจรรอบดวงอาทิตย์เหมือนกับดาวเคราะห์ดวงอื่นด้วย” โคเปอร์นิคัส สามารถคำนวณเวลาที่โลกและดาวเคราะห์อื่น คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งทำตารางการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวง อย่างไรก็ตาม “ทฤษฎีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง (Heliocentric Theory)” ก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับในยุคนั้น เนื่องจากโคเปอร์นิคัสยังไม่สามารถหาข้อมูลจากการสังเกตการณ์มาสนับสนุนได้อย่างแม่นยำและเพียงพอ

ล่วงมาในปี ค.ศ. 1572 นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ชื่อทิโค บราห์ (Tycho Brahe) ได้เริ่มพัฒนามิติทางการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ โดยสร้างเครื่องวัดทางดาราศาสตร์หลายชิ้น สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของดาวเคราะห์และตำแหน่งของดาวฤกษ์ บราห์ พบความสอดคล้องระหว่างผลการสังเกตการณ์ของเขากับทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส อย่างไรก็ตาม แม้บราห์ จะเชื่อว่าดาวเคราะห์ต่างก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ แต่ยังคงสรุปว่าโลกอยู่นิ่งกับที่และดวงอาทิตย์โคจรรอบโลก

ต่อมา โยฮันส์ เคปเลอร์ (Johannes Kepler) ผู้ซึ่งเคยเป็นผู้ช่วยสังเกตการณ์ของทิโค บราห์ ได้นำเอาผลการสังเกตการณ์ของบราห์ ซึ่งทำเอาไว้มากมายในสมัยบราห์ยังมีชีวิตอยู่ มาวิเคราะห์และยืนยันว่าแท้จริงแล้ว ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ตามทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส เคปเลอร์เสนอกฎการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ที่สำคัญไว้ 3 ข้อ

กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) เป็นนักดาราศาสตร์คนสำคัญที่บุกเบิกวิชาดาราศาสตร์ยุคใหม่ กาลิเลโอเป็นคนแรกที่ใช้กล้องที่ประกอบด้วยระบบเลนส์ส่องดูวัตถุท้องฟ้า และบันทึกสิ่งที่ค้นพบมากมาย ตีพิมพ์ในหนังสือเรื่อง “ผู้นำสารจากดวงดาว (The Sidereal Messenger)” ในปี ค.ศ.1610 ยืนยันว่าโลกไม่ใช่ศูนย์กลางของเอกภพ และเป็นบริวารดวงหนึ่งของดวงอาทิตย์และโคจรรอบดวงอาทิตย์ และตีพิมพ์แนวคิดดังกล่าวนี้ในหนังสือของเขาเรื่อง “บทสนทนาเกี่ยวกับ 2 ระบบใหญ่ของโลก (Dialogue on the Two Chief Systems of the World)” ในปี ค.ศ.1632

1.2 ดาราศาสตร์ยุคโบราณ

นับตั้งแต่สมัยโบราณ ที่มนุษย์เริ่มเห็นความสำคัญของวัฏจักรของธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่างๆ บนท้องฟ้า ที่อาจมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตประจำวันของเขาเหล่านั้น ทำให้มนุษย์เริ่มสังเกตวัตถุท้องฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ และกลุ่มดาวต่างๆ ที่ขึ้นและตกในช่วงเวลาต่างๆ ในรอบปี แม้คนในยุคนั้นยังไม่มีกล้องโทรทรรศน์ที่นำมาใช้ในการสังเกตการณ์อย่างละเอียด แต่เขาก็ใช้ตาเปล่าและจินตนาการที่จะทำความเข้าใจกลไกธรรมชาติอันซับซ้อน มนุษย์เริ่มสังเกตตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ที่สัมพันธ์กับฤดูกาล ทำให้รู้ว่าเมื่อใดเขาควรเพาะปลูก เมื่อใดเขาควรเก็บเกี่ยว และเมื่อใดเขาควรออกล่าสัตว์เพื่อสะสมอาหารเอาไว้บริโภคในช่วงฤดูกาล

กิจกรรม 1.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในรอบวัน

ในแต่ละวัน ดวงอาทิตย์จะปรากฏขึ้นด้านทิศตะวันออกและจะเคลื่อนที่สูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดสูงสุด แล้วจะเคลื่อนต่ำทางด้านทิศตะวันตก เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก เราอาจติดตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในรอบวัน โดยทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

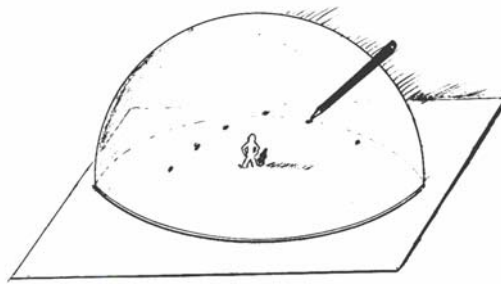
อุปกรณ์ :

1. ครึ่งทรงกลมใส 1 อัน
2. กระดาษแข็งซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าครึ่งทรงกลม 1 แผ่น
3. ปากกาเขียนแผ่นใส ดินสอ

วิธีการ :

1. วางครึ่งทรงกลมใสลงบนกระดาษ แล้วใช้ดินสอเขียนวงกลมบนกระดาษแข็งตามแนวเส้นรอบวงของครึ่งทรงกลมใส หากจุดศูนย์กลางของวงกลมดังกล่าว และใช้ดินสอกำหนดตำแหน่งของจุดศูนย์กลางไว้ ดังนั้นจุดศูนย์กลางนี้จะเป็นตำแหน่งของผู้สังเกตการณ์ (จุด O) และครึ่งทรงกลมใส คือ ทรงกลมท้องฟ้านั่นเอง

2. เอาอุปกรณ์ในข้อ 1 ไปวางไว้ในที่โล่งภายนอกอาคารที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1-1 : แผ่นกระดาษแข็งและทรงกลมใส วางในที่โล่งและสามารถรับแสงอาทิตย์ได้

3. เริ่มปฏิบัติการโดยเอาปากกาเขียนแผ่นใส จุด ณ ตำแหน่งที่เงาของปลายปากกาเขียนแผ่นใส อยู่ที่จุดศูนย์กลาง (จุด O) พอดี แล้วจดเวลาที่สังเกตการณ์ไว้ ณ ตำแหน่งที่จุดไว้
4. ทดลองตามข้อ 3 ทุก ๆ ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งสิ้นประมาณ 6 ชั่วโมง
5. ต่อเส้นตามจุดที่หมายไว้บนครึ่งทรงกลมใส ก็จะเห็นเส้นทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในรอบวัน
6. กำหนดทิศเหนือ-ใต้ ตะวันออก-ตะวันตก บนกระดาษแข็ง แล้วลองวิเคราะห์ตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในวันดังกล่าวจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์

เมื่อมนุษย์มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์สัมพันธ์กับฤดูกาล และเพื่อให้มี “หมาย” บอกตำแหน่งการขึ้น-ตก ของดวงอาทิตย์ในวันสำคัญต่างๆ เช่น วันที่ดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่ง เวิร์นอล อิกวินอกซ์ (Vernal Equinox) เป็นต้น มนุษย์จึงสร้างสิ่งก่อสร้าง หรือศาสนสถาน ที่วางตัวอยู่ในทิศที่สำคัญต่างๆ ได้ เช่น สโตนเฮนจ์ (Stonehenge) ที่ประเทศสหราชอาณาจักร ศาสนสถานที่เขาพนมรุ้ง ประเทศไทย เป็นต้น

กิจกรรม 1.2 สืบค้นข้อมูล

สืบค้นข้อมูลจากวารสาร หนังสือ ระบบสารสนเทศ เกี่ยวกับสิ่งก่อสร้างหรือศาสนสถานที่สำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับทิศการขึ้น-ตกของวัตถุท้องฟ้า ณ วัน-เวลาต่างๆ ในรอบปี

ต่อมามนุษย์รู้จักสร้างปฏิทินที่สอดคล้องกับฤดูกาลใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งปฏิทินจันทรคติ (Lunar Calendar) และปฏิทินสุริยคติ (Solar Calendar) ทำให้มนุษย์สามารถบอกฤดูกาลได้จากปฏิทิน ทำให้ความสนใจเกี่ยวกับตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ที่สัมพันธ์กับฤดูกาลหมดไปในที่สุด

คำถาม :

1. เราสามารถใช้ดวงจันทร์ บอกเวลาได้อย่างไร
2. เพราะเหตุใดกลุ่มดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าในแต่ละฤดูกาลจึงต่างเวลากันและเราใช้กลุ่มดาวบอกฤดูกาลได้หรือไม่

1.3 แนวความคิดและความจำเป็นในการกำหนดเวลา

นับตั้งแต่โบราณ ชีวิตมนุษย์มีความผูกพันอย่างใกล้ชิดกับดวงอาทิตย์ ไม่ว่าจะเป็นการให้ความสว่างหรือให้ความอบอุ่นก็ตาม มนุษย์เริ่มมีการเชื่อถือว่าดวงอาทิตย์เป็นตัวแทนของเทพเจ้า เริ่มกราบไหว้บูชาเสมือนเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ดังเช่น จากหลักฐานที่ได้มีการบันทึกไว้ ระบุว่าชนเผ่าอินคาในเปรู นับถือดวงอาทิตย์มาก เมื่อมนุษย์ได้เริ่มสังเกตการณ์และรู้จักพัฒนาความคิดในเชิงเหตุผลมากขึ้น ก็เริ่มเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้าต่างๆ ตลอดจนวิถีโคจรมากยิ่งขึ้น ความเชื่อถืออย่างมงายก็เริ่มคลี่คลายลง กลับหันมาสนใจการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของการปรากฏของวัตถุท้องฟ้าที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ทำให้มนุษย์เริ่มเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเวลา เช่นว่า พืชชนิดใดควรเพาะปลูกเมื่อใด อากาศช่วงไหนจะเป็นอย่างไร เมื่อใดจะเริ่มเกิดมรสุมหรือเมื่อใดหิมะจะตก เป็นต้น เหล่านี้ทำให้มนุษย์ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องกำหนดระบบเวลาซึ่งวัตถุท้องฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ และดาวฤกษ์ อาจนำมาใช้เป็นเครื่องกำหนดเวลาอย่างแน่นอนได้

ชาวจีนเป็นชาติแรกที่สามารถกำหนดระยะเวลาใน 1 ปีได้อย่างถูกต้อง โดยใช้หลักเกณฑ์การทอดเงาของดวงอาทิตย์ระหว่างการทอดเงาสั้นที่สุด 2 ครั้ง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าใน 1 ปี จะมี 365.25 วัน ต่อมาแนวความคิดเกี่ยวกับการประดิษฐ์นาฬิกาเมื่อกำหนดเวลาจึงเริ่มขึ้นเรียกว่า “นาฬิกาแดด (Sundial)” และเริ่มแบ่งวันออกเป็นช่วงย่อยๆ เป็นวันละ 24 ชั่วโมง トラバมาถึงปัจจุบันแนวความคิดยุคเก่าได้พัฒนาถึงขั้นใช้เทคนิคการสั้นของอะตอม มาใช้ในการกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) และเวลาสากล (Universal Time)

กิจกรรม 1.3 นิทานดวงดาว

ค้นคว้าเรื่องราวในเทพนิยายจากหนังสือดาราศาสตร์ เทพนิยายกรีก หรือ ระบบสารสนเทศ ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มดาวบนท้องฟ้าที่ท่านสนใจ แล้วนำเสนอและวิจารณ์ในกลุ่ม

1.4 แนวความคิดเกี่ยวกับการกำหนดกลุ่มดาว

ในปัจจุบัน มีการแบ่งกลุ่มดาวบนท้องฟ้าออกเป็น 88 กลุ่ม ซึ่งการกำหนดชื่อกลุ่มดาวนั้น มักจะเกี่ยวข้องกับตัวละครในเทพนิยายกรีกแทบทั้งสิ้น แนวความคิดเกี่ยวกับการกำหนดชื่อกลุ่มดาวนั้น เริ่มมาตั้งแต่ครั้งโบราณ ในสมัยนั้นไม่มี โรงหนัง โรงละคร โทรทัศน์ วิทยุ เป็นต้น เพื่อเป็นเครื่องหย่อนใจให้แก่คนทั้งหลาย ความบันเทิงที่มนุษย์ได้รับมาจากพวกพเนจร ซึ่งมักเป็นพวกนักดนตรีหรือนักเล่านิทาน ซึ่งเดินทางไปตามหมู่บ้านต่างๆ ขอแลกอาหารและที่อยู่อาศัยกับการเล่นดนตรีหรือการเล่านิทาน

การเล่านิทานในยุคนั้น มักเป็นเรื่องเกี่ยวกับเทพนิยายกรีกและเมื่อเอ่ยถึงตัวแสดงหรือสิ่งของที่เกี่ยวข้องกับนิยายเหล่านี้ พวกนักเล่านิทานก็จะสร้างมโนภาพลงบนกลุ่มดาวต่างๆ บนท้องฟ้า ซึ่งทำให้ผู้ฟังได้เกิดภาพพจน์ และได้รับความสนุกสนานมากยิ่งขึ้น ดังนั้นกลุ่มดาวต่างๆ ที่ปรากฏบนท้องฟ้า จึงมีชื่อเรียกต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวแสดงหรือสิ่งของในเทพนิยาย เช่น กลุ่มดาวนายพราน (Orion) กลุ่มดาวเปอร์ซิอัส (Perseus) กลุ่มดาวแมงป่อง (Scorpius) เป็นต้น ซึ่งภายหลังได้เป็นที่รู้จักแพร่หลายและยอมรับในวงการดาราศาสตร์ หลังจากนั้น นักดาราศาสตร์ได้พยายามกำหนดขอบเขตของกลุ่มดาวต่างๆ ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ปรากฏเป็นกลุ่มดาวทั้ง 88 กลุ่ม ดังแสดงอยู่ในแผนที่ดาวในปัจจุบัน

1.5 พื้นฐานเกี่ยวกับเอกภพในยุคแรก

ในยุคแรก แนวความคิดเกี่ยวกับเอกภพมีขอบเขตจำกัดมาก เนื่องจากพัฒนาการทางด้านแนวความคิด ประสบการณ์และเครื่องมือต่างๆ ยังอยู่ในวงแคบ คนโบราณมีความเชื่อว่าโลกแบนและมีวัตถุรูปครึ่งทรงกลมซึ่งมีช่องโหว่เป็นจำนวนนับร้อยนับพันกระจายอยู่ทั่วผิว นอกวัตถุนี้มีลูกไฟขนาดใหญ่ส่องแสงผ่านรูเหล่านี้ ทำให้มนุษย์บนโลกเห็นจุดสว่างเป็นดาวปรากฏอยู่บนท้องฟ้า แม้กระทั่งความเชื่อถือเกี่ยวกับการสร้างสรรค์สิ่งโดยเทพเจ้าก็ยังคงครอบงำแนวความคิดเกี่ยวกับเอกภพอยู่ เช่น ชาวอียิปต์โบราณ เชื่อว่าดวงอาทิตย์เป็นเทพสุริยะ (Sun God) ซึ่งทุกวันจะประทับเรือข้ามท้องฟ้า (รูปที่ 1-3) ซึ่งเป็นหลังของเทพิดารา (Starry Goddess) เป็นต้น

กรีกเป็นอีกชนชาติหนึ่ง ซึ่งวางแนวปรัชญาเกี่ยวกับเอกภพไว้มากมาย เทลีสแห่งไมเลตุส (Thales of Miletus) วางแนวความคิดไว้ว่า น้ำเป็นปัจจัยหลักของกำเนิดสรรพสิ่งต่างๆ

ท่านจินตนาการว่า โลกเป็นจานแบนลอยอยู่บนผิวน้ำ นักปราชญ์กรีกอีกท่านหนึ่ง คือ อาแนกซิแมนเดอร์ (Anaximander) กล่าวว่า โลกมีพื้นฐานเป็นทรงกระบอกลอยอยู่ในอากาศ

อาแนกซากอรัส (Anaxagoras) เป็นปราชญ์กรีกที่เริ่มให้ความสนใจดวงจันทร์และดาวเคราะห์ต่างๆ ให้แนวความคิดว่า วัตถุท้องฟ้าเหล่านี้มีองค์ประกอบเหมือนกับองค์ประกอบของโลก และมีแสงสว่างได้โดยการสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ ยังได้ให้แนวความคิดอย่างถูกต้องในการอธิบายการเกิดจันทรุปราคาว่าเป็นปรากฏการณ์ที่ดวงจันทร์โคจรเข้าไปในเงาของโลกอีกด้วย

พีทาโกรัส (Pythagorus) แห่งซามอส (Samos) เป็นปราชญ์ท่านแรกที่เสนอแนวความคิดว่า โลกมีพื้นฐานกลม ซึ่งนับว่าเป็นก้าวใหญ่หนึ่งของการพัฒนาแนวความคิดเกี่ยวกับเอกภพ อย่างไรก็ตาม แนวความคิดในยุค 600 ปี ก่อนคริสตกาลของนักปราชญ์เหล่านี้ ยังคงมีพื้นฐานอย่างเหนียวแน่นว่า โลกเป็นวัตถุที่หยุดนิ่งอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้าทุกชนิดที่สังเกตเห็น เป็นการเคลื่อนที่ที่แท้จริงของวัตถุท้องฟ้าเหล่านั้นทั้งสิ้น

ตราบมาจนถึงประมาณ 450 ปีก่อนคริสตกาล ฟิโลลาอัส (Philolaus) เสนอแนวความคิดในอันที่จะไม่ยึดถือว่า โลกเป็นวัตถุที่หยุดนิ่งว่าแท้จริงแล้ว โลกมีการโคจรรอบดวงไฟใหญ่ดวงหนึ่ง (แต่ไม่ใช่ดวงอาทิตย์) ทำให้เห็นวัตถุท้องฟ้าทั้งหลายเคลื่อนที่ปรากฏรอบโลกเป็นคาบที่แน่นอนในแต่ละวัน อย่างไรก็ตาม ฟิโลลาอัสไม่ประสบความสำเร็จในการตอบคำถามว่า ดวงไฟใหญ่นั้นคืออะไร และอยู่ที่ไหน ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า การปรากฏเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้าทั้งหลายในแต่ละวัน เป็นผลเนื่องมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก

ดีโมคริตัส (Democritus) เป็นปราชญ์รุ่นหลังพีทาโกรัสที่ไขความลับเกี่ยวกับทางช้างเผือก (Milky Way) ว่าเป็นดาวจำนวนมากที่อยู่รวมกันอย่างหนาแน่น

กิจกรรม 1.4 ทางช้างเผือก

ทางช้างเผือก เป็นอาณาจักรของดาวฤกษ์ จำนวนนับแสนล้านดวง เมื่อเราสังเกตทางช้างเผือก ในยามค่ำคืน จะเห็นเป็นแถบฝ้าขาว พาดท้องฟ้า จงศึกษาในแผนที่ดาวว่ามีกลุ่มดาวกลุ่มใดบ้างอยู่ในแนวทางช้างเผือก และ ลองใช้กล้องสองตากวาดส่องบริเวณกลุ่มดาวที่ระบุในแผนที่ดาวว่าอยู่ในแนวทางช้างเผือก ท่านเห็นความแตกต่างอย่างไรกับการใช้กล้องสองตากวาดส่อง

บริเวณกลุ่มดาวที่ไม่ได้อยู่ในแนวทางช้างเผือก ท่านทราบหรือไม่ว่าใจกลางของทางช้างเผือกอยู่บริเวณกลุ่มดาวกลุ่มใด

อริสโตเติล (Aristotle) เป็นปราชญ์ท่านแรก ที่สามารถอธิบายความเชื่อของมนุษย์ในแนวความคิดทางดาราศาสตร์แห่งเอกภพที่ว่า โลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพโดยดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์ทั้งหลายโคจรรอบโลก ครั้นมาในสมัยพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช ก็ได้มีนักปราชญ์ชื่อ อริสตาร์คัส (Aristarchus) ที่กล้าแย้งแนวความคิดของอริสโตเติล โดยเสนอว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ โดยโลกและดาวเคราะห์อื่นๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ ท่านยังอธิบายด้วยว่า การเคลื่อนที่ปรากฏของวัตถุท้องฟ้าในแต่ละวันเป็นผลเนื่องมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก และยังเชื่ออีกว่า ดาวฤกษ์เป็นวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ห่างไกลจากโลกมาก อย่างไรก็ตาม แนวความคิดของอริสตาร์คัส ก็ไม่อาจลบล้างความเชื่อที่ถาวรอย่างเหนียวแน่น ในคำสอนของอริสโตเติลสำหรับคนในสมัยนั้นได้

ปราชญ์แห่งอเล็กซานเดรีย ที่สำคัญอีกท่านหนึ่ง คือ ฮิปปาร์คัส (Hipparchus) ท่านได้สร้างผลงานทางดาราศาสตร์ที่เป็นประโยชน์มากมาย แม้ว่าท่านจะยังคงยึดแนวความคิดเดิมเกี่ยวกับโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพ แต่ท่านได้พัฒนาเทคนิคการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ขั้นสูงในสมัยนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเรื่องดาราศาสตร์ เกี่ยวกับการวัดตำแหน่ง (Positional Astronomy) และเป็นคนแรกที่ทำแคตาล็อกของดาวฤกษ์อย่างเป็นระบบ ท่านสามารถกำหนดตำแหน่งของดาวฤกษ์ได้อย่างถูกต้องมากกว่า 1000 ดวง และจัดกลุ่มของดาวฤกษ์ตามความสว่างปรากฏเป็น 6 กลุ่มใหญ่ๆ โดยกลุ่มที่สว่างที่สุดเรียกว่า ดาวฤกษ์ที่มีค่าแมกนิจูด (Magnitude) เท่ากับ 1 และกลุ่มที่หรี่ที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเรียกว่า ดาวฤกษ์ที่มีค่าแมกนิจูดเท่ากับ 6

คำถาม

1. แมกนิจูดของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับกำลังส่องสว่าง (Luminosity) ของดาวฤกษ์อย่างไร
2. ดาวแมกนิจูด 1 สว่างกว่า ดาวแมกนิจูด 6 กี่เท่า

ฮิปปาร์คัส ยังสังเกตอีกด้วยว่า ดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มดาวในบางเวลาเร็วกว่าในช่วงเวลาบางช่วง เขาสรุปว่า ในขณะที่สังเกตเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านกลุ่มดาวเร็วขึ้น ดวงอาทิตย์ต้องอยู่ใกล้โลก และเมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านกลุ่มดาวช้าขึ้น ดวงอาทิตย์ต้องอยู่ไกลจากโลก ซึ่งหมายความว่า วงโคจรของดวงอาทิตย์รอบโลกต้องไม่เป็นวงกลม แต่จะมีวงโคจรดัง

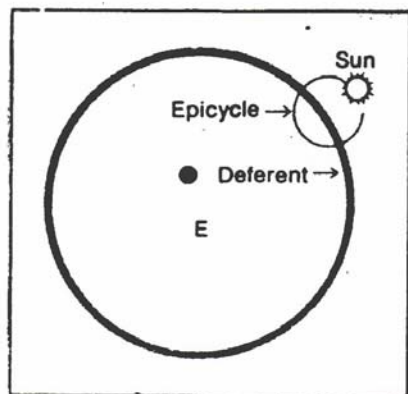
แสดงในรูปที่ 1-4 กล่าวคือในขณะที่ดวงอาทิตย์โคจรเป็นวงกลมเล็ก (Epicyle) วงกลมเล็กดังกล่าวนี้จะเคลื่อนที่รอบโลกเป็นวงกลมใหญ่ (Deferent) อีกทีหนึ่ง



รูป 1-4 - ภาพของวงโคจรของดาวเคราะห์ตามแนวคิดของอริสตาร์คัส

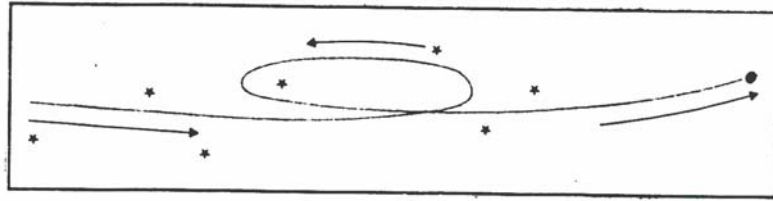


รูปที่ 1-3 แนวความคิดของชาวอียิปต์เกี่ยวกับเทพสุริยะ (Sun God) ประทับเรือข้ามท้องฟ้า ซึ่งเป็นหลังของเทพีดารา (Starry Goddess)



รูปที่ 1-4 วงโคจรของดวงอาทิตย์ตามแนวความคิดของอริสตาร์คัส

รูปที่ 1-5 การเคลื่อนที่วกกลับของดาวเคราะห์เทียบกับดาวฤกษ์พื้นหลัง เมื่อสังเกตจากโลก



1.6 แนวความคิดยุคเก่าเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

แบบจำลองเกี่ยวกับวงโคจรของดวงอาทิตย์ตามแนวคิดของฮิปปาร์คัส สามารถอธิบายวงโคจรของดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่นๆ ได้ โดยปรับปรุงแบบจำลองอีกเล็กน้อย สำหรับดาวเคราะห์ เช่น ดาวพฤหัสบดี เป็นต้น ฮิปปาร์คัสสังเกตเห็นวงโคจรวกกลับ (Retrograde) ในบางเวลาด้วย (ดูรูปที่ 1-5) เทียบกับตำแหน่งของดาวฤกษ์ที่อยู่พื้นหลัง และได้บันทึกตำแหน่งของดาวเคราะห์อย่างแม่นยำ ซึ่งบันทึกดังกล่าวนี้ นับเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์มากทางดาราศาสตร์ในยุคต่อมา

ในปีคริสตศักราช 140 โทเลมี (Ptolemy) ปราชญ์แห่งอเล็กซานเดรียอีกท่านหนึ่ง ที่ได้รวบรวมแนวความคิดของ อริสโตเติล ปิทาโกรัส และฮิปปาร์คัส ผสมเข้ากับแนวความคิดของตนเอง สร้างแบบจำลองของเอกภพที่มีชื่อว่า “ระบบของโทเลมี (Ptolemaic System)” โดยใช้แนวความคิดเกี่ยวกับโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพจากอริสโตเติล แนวความคิดเกี่ยวกับโลกมีพื้นฐานกลมของปิทาโกรัส และแนวความคิดเกี่ยวกับวงกลมเล็กของฮิปปาร์คัส (ดูรูปที่ 1-6) แบบจำลองดังกล่าวนี้ แม้ว่าจะผิดจากแนวความคิดเกี่ยวกับดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ แต่ก็สามารถอธิบายการโคจรปรากฏของดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้น ยังสามารถอธิบายปรากฏการณ์เคลื่อนที่วกกลับของดาวเคราะห์ได้อีกด้วย ระบบของโทเลมีนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ระบบศูนย์กลางโลก (Geocentric System)”

กิจกรรม 1.5 การสังเกตการเคลื่อนที่วกกลับของดาวอังคาร

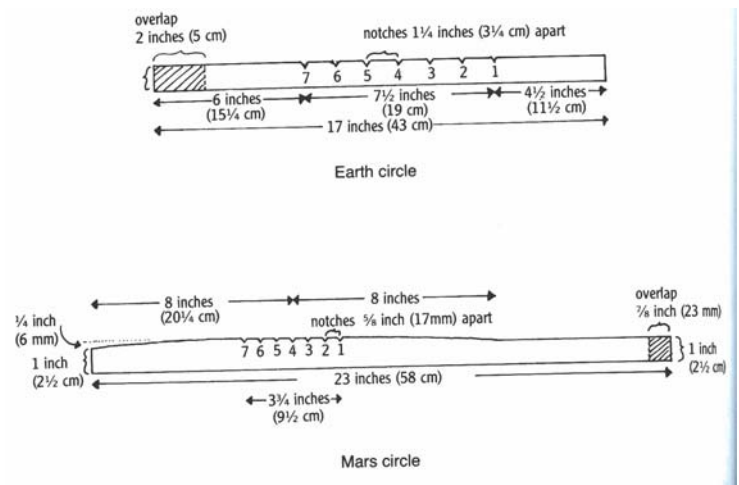
เราอาจจำลองการสังเกตการเคลื่อนที่วกกลับของดาวอังคาร จากผู้สังเกตบนโลกได้จากกิจกรรมต่อไปนี้

อุปกรณ์

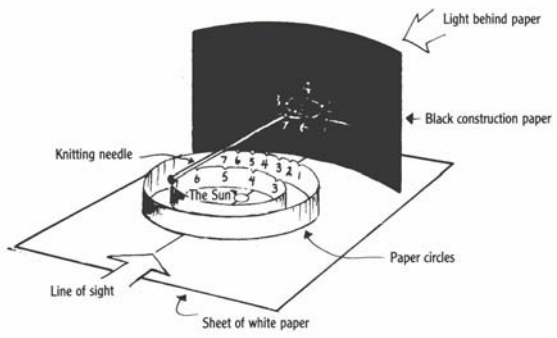
1. กระดาษแข็งสีขาว และ สีดำ (หรือสีอื่นก็ได้)
2. ไม้เสียบ
3. ปากกาเขียนไวท์บอร์ด
4. เทปใส และ กรรไกร

วิธีการ

1. เขียนแถบของวงกลมโลก (Earth Circle) และ วงกลมดาวอังคาร (Mars Circle) บนกระดาษแข็ง โดยใช้สเกลที่กำหนดตามรูป แล้วตัดออกมาและติดปลายทั้งสองเข้าด้วยกันเป็นวงกลม
2. นำกระดาษแข็งสีขาวแผ่นใหญ่ จัดเส้นตรงตามแนวกึ่งกลางของแผ่นกระดาษ และ กำหนดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กึ่งกลางของแผ่นกระดาษตามแนวทรงกลมนี้
3. วางวงกลมโลกและวงกลมดาวอังคารลงบนกระดาษแข็งสีขาว โดยให้ดวงอาทิตย์อยู่ตรงจุดศูนย์กลาง และ พยายามจัดให้ช่องว่างระหว่างวงกลมโลกและวงกลมดาวอังคารเท่ากันตลอด และจัดให้เลข 4 ของทั้งวงกลมโลกและวงกลมดาวอังคารอยู่ในแนวเส้นตรงบนกระดาษแข็งที่ขีดไว้แล้วพอดี



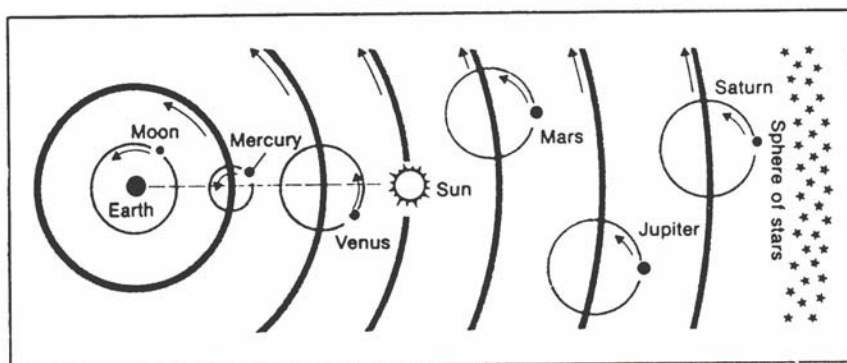
4. ตั้งกระดาษแข็งสีดำอีกแผ่นหนึ่ง ห่างจากวงกลมดาวอังคารพอสมควรตามรูป



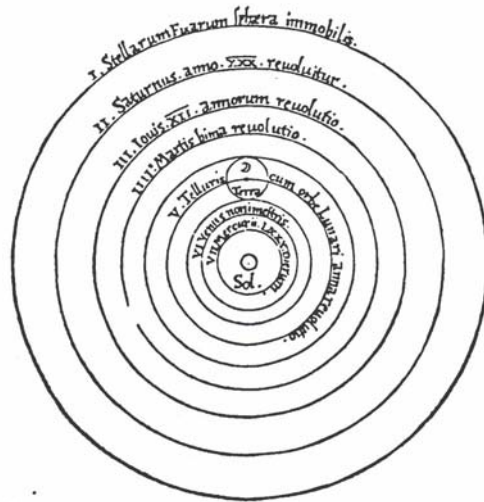
5. วางแท่งไม้เล็กพาดลงบนวงกลมโลกและวงกลมดาวอังคาร บนร่องที่มีหมายเลขตรงกัน โดยให้ปลายแท่งไม้เล็กแตะที่กระดาศแข็งสีดำ แล้วทำหมายตำแหน่งไว้บนกระดาศแข็งสีดำ และเขียนหมายเลขไว้ด้วย
6. ทำซ้ำตามข้อ 5 ทีละหมายเลข
7. เขียนทางเดินของดาวอังคาร เมื่อสังเกตจากผู้สังเกตบนโลก ตามตำแหน่งที่หมยไว้ตามข้อ 5 และ 6

1.7 การปฏิวัติทางดาราศาสตร์สมัยโคเปอร์นิคัส

โคเปอร์นิคัส (Copernicus) เป็นนักดาราศาสตร์ที่ทุ่มเทกำลังความคิดเป็นอย่างมากในเรื่องทฤษฎีของระบบสุริยะ ท่านได้เริ่มฟื้นฟูแนวความคิดของอาริสตาร์คัสขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งโดยยึดหลักดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ การเสนอแนวความคิดครั้งนี้ โคเปอร์นิคัสได้ปรับปรุงทฤษฎีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามยังคงอาศัยแนวความคิดเกี่ยวกับวงกลมเล็ก ของอิปาร์คัส และโทเลมี ในแบบจำลองของเขา ดังแสดงในรูปที่ 1.7 ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “ระบบของโคเปอร์นิคัส (Copernicus System)” หรือ “ระบบศูนย์กลางสุริยะ (Heliocentric System)” แนวความคิดของโคเปอร์นิคัสดังกล่าวนี้ แม้ว่าจะถูกต้อง สอดคล้องกับแนวความคิดที่ถูกต้องในปัจจุบัน แต่แนวความคิดดังกล่าวขัดแย้งโดยสิ้นเชิงกับคำสอนของอาริสโตเติล ซึ่งเป็นผู้นำทางด้านดาราศาสตร์ในสมัยนั้น ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ แนวความคิดของโคเปอร์นิคัส จึงยังไม่เป็นที่ยอมรับกันในยุคนั้น

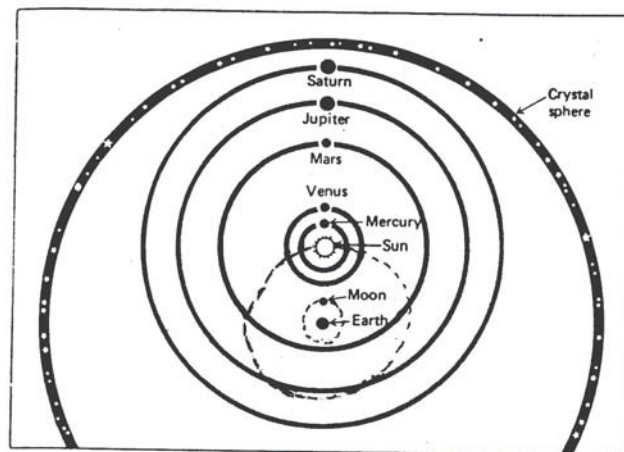


รูปที่ 1-6 ระบบของโทเลมีหรือระบบศูนย์กลางโลก



รูปที่ 1-7 ระบบของโคเปอร์นิคัสหรือระบบสุริยะ

ทโค บราห์ (Tycho Brahe) เป็นนักดาราศาสตร์ในยุคก่อนมีกล้องโทรทรรศน์คนแรกที่ใช้เทคนิคการสังเกตการณ์ในการเก็บข้อมูล โดยสร้างเครื่องมือวัดตำแหน่งของดาวและนาฬิกาบันทึกเวลาที่ให้ความเที่ยงตรงมากเท่าที่เคยมีมาในวงการดาราศาสตร์ในสมัยนั้น ท่านได้ทำการสังเกตดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ แล้วรวบรวมเป็นหมวดหมู่ และยังคงค้นพบความจริงว่าดาวหางเป็นวัตถุท้องฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งโคจรมาจากจุดกำเนิดซึ่งอยู่ห่างไกลจากดวงจันทร์มาก



รูปที่ 1-8 แบบจำลองของระบบสุริยะของ ทโค บราห์

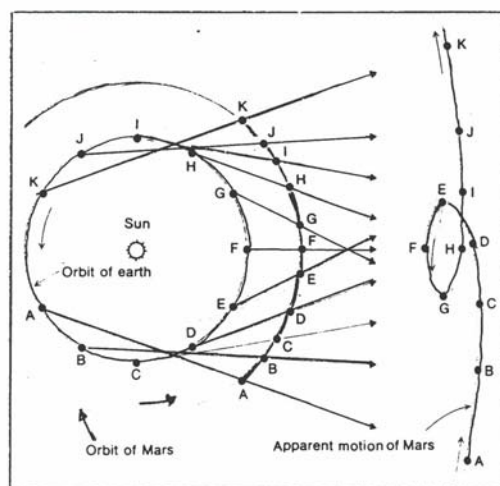
บราห์ ยังได้สร้างแบบจำลองของระบบสุริยะ โดยยังยึดแนวความคิดเกี่ยวกับระบบศูนย์กลางของโลกของอิปาร์คัสและโทเลมี ให้ดาวเคราะห์ทุกดวง ยกเว้น ดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์และดวงอาทิตย์และดวงจันทร์โคจรรอบโลกอีกทีหนึ่ง (รูปที่ 1-8) แม้ว่าในปัจจุบันเรารับว่าระบบสุริยะของบราห์ตามแบบจำลองที่ท่านได้ตั้งขึ้นมานั้นคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง แต่แบบจำลองดังกล่าวนี้สามารถใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ต่างๆ ตลอดจนดาวฤกษ์ทั้งหลายได้เป็นอย่างดี

1.8 กฎการเคลื่อนที่ของเคปเลอร์เกี่ยวกับดาวเคราะห์

โยฮันน์ เคปเลอร์ (Johannes Kepler) เป็นนักดาราศาสตร์ผู้ที่น่าเอาข้อมูลของทีโค บราห์ มาวิเคราะห์และรวบรวมผลสรุปเป็นกฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ โดยเคปเลอร์ได้ตั้งสมมติฐาน 2 ข้อ คือ

- (ก) การโคจรของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์ เป็นระบบศูนย์กลางสุริยะ
- (ข) วงโคจรของโลกเป็นวงกลม

จากสมมติฐานเหล่านี้ ทำให้เคปเลอร์คำนวณวงโคจรของดาวเคราะห์ต่างๆ เช่น วงโคจรของดาวอังคาร (ตามรูปที่ 1-9) เป็นต้น ได้ ในการคำนวณวงโคจรของดาวอังคาร เคปเลอร์ทราบว่า คาบการโคจรของดาวอังคารมีค่า 687 วัน ดังนั้นถ้าสังเกตดาวอังคารในช่วงห่างกัน 687 วัน จะพบว่าดาวอังคารจะกลับมา ณ ตำแหน่งเดิมบนวงโคจรรอบดวงอาทิตย์อีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 1-9 การวิเคราะห์วงโคจรของดาวอังคารตามวิธีของเคปเลอร์

เคปเลอร์ เขียนวงกลมแทนวงโคจรของโลกและกำหนดจุด 2 จุดบนวงกลมนี้ ซึ่งเป็นจุดที่แสดงตำแหน่งของโลกในขณะสังเกตการณ์ครั้งแรก และครั้งที่สองในช่วงเวลาห่างกัน 687 วัน เนื่องจากทราบทิศของดาวอังคารจากโลกในการสังเกตการณ์แต่ละครั้ง ดังนั้นจึงสามารถลากเส้นตรงสองเส้นตัดกันได้ตำแหน่งของดาวอังคาร ถ้าทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคดังกล่าวนี้เป็นจำนวนหลายๆครั้ง ก็สามารถสร้างวงโคจรของดาวอังคารรอบดวงอาทิตย์ได้ เคปเลอร์พบความจริงจาก

การวิเคราะห์วงโคจรของดาวอังคารอย่างหนึ่งว่า วงโคจรของดาวอังคารเป็นวงรีไม่ใช่วงกลม ต่อมาเคปเลอร์สามารถตั้งกฎ 3 ข้อ เพื่ออธิบายวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ได้ กล่าวคือ

กฎข้อที่ 1 : กฎแห่งทางโคจรรูปวงรี กล่าวว่า “ดาวเคราะห์แต่ละดวงจะโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี โดยตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะอยู่ที่จุดโฟกัสของวงรีนั้น”

กฎข้อที่ 2 : กฎแห่งพื้นที่ กล่าวว่า “อัตราการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนแปลงตามระยะห่างจากดวงอาทิตย์ โดยเส้นต่อระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์จะกวาดพื้นที่ได้เท่ากันในช่วงเวลาที่เท่ากัน”

กฎข้อที่ 3 : กฎแห่งคาบ “กำลังสองของคาบการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์จะแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสามของระยะทางเฉลี่ยของดาวเคราะห์จากดวงอาทิตย์”

กฎของเคปเลอร์เกี่ยวกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์นั้น มีความสำคัญมากในด้านการวัดทางดาราศาสตร์ และสามารถนำมาประยุกต์กับวงโคจรของวัตถุท้องฟ้าชนิดอื่นได้เป็นอย่างดี

1.9 ดาราศาสตร์ยุคกล้องโทรทรรศน์

กาลิเลโอ (Galileo) เป็นนักดาราศาสตร์ ผู้ซึ่งปฏิวัติแนวความคิดทางดาราศาสตร์ในแง่ปรัชญา มาสู่ยุคของการทดลองและตั้งทฤษฎี ท่านมีความเชื่ออย่างเหนียวแน่นในแนวความคิดของโคเปอร์นิคัสเกี่ยวกับระบบสุริยะ และพยายามสืบเสาะหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้า โดยอาศัยพื้นฐานแห่งการทดลองเป็นสำคัญ แม้ว่าในช่วงนั้นกาลิเลโอจะถูกกล่าวหาอย่างรุนแรงในแนวความคิดที่ขัดกับแนวความคิดของศาสนจักรที่มีความเชื่อเกี่ยวกับแนวความคิดของอริสโตเติลก็ตาม

ในปี ค.ศ.1609 กาลิเลโอ ได้ประยุกต์แนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างกล้องส่องทางไกลของ ฮันส์ ลิปเปอร์ซี (Hans Lippershey) สร้างกล้องโทรทรรศน์กล้องแรกของโลกขึ้นมาเป็นกล้องโทรทรรศน์แบบหักแสง (Refracting Telescope) ทำด้วยเลนส์แบบง่ายๆ

และมีกำลังขยายเพียง 5-6 เท่า เท่านั้น แม้ว่ากล้องโทรทรรศน์กล้องนี้จะมีกำลังขยายต่ำ แต่กาลิเลโอ ก็สามารถสังเกตและค้นพบรายละเอียดของวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ อย่างมากมาย ซึ่งไม่เคยมีผู้ใดเคยในยุคนั้นคาดคิดได้ อาทิเช่น บริวาร 4 ดวงของดาวพฤหัสบดี การปรากฏเป็นเส้นใยของดาวศุกร์เหมือนดวงจันทร์ วงแหวนของดาวเสาร์ เป็นต้น นอกจากนี้ กาลิเลโอ ยังสามารถตรวจพบการปรากฏจุดมืดบนดวงอาทิตย์ สภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ที่ราบ ปล่องภูเขาไฟบนดวงจันทร์ อีกทั้งยังพบว่าแถบฝ้าสว่างที่พาดผ่านท้องฟ้าที่รู้จักกันในนามของ “ทางช้างเผือก (Milky Way)” แท้จริงแล้วประกอบด้วยดาวฤกษ์เป็นจำนวนมากมหาศาล

นับตั้งแต่สมัยกาลิเลโอเป็นต้นมา ก็ได้มีการปรับปรุงกล้องโทรทรรศน์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ เริ่มมีการสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ พร้อมทั้งการพัฒนาการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจเกี่ยวกับความลึกซึ้งของเอกภพเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

กิจกรรม 1.6 ศึกษาหลักการพื้นฐานของกล้องโทรทรรศน์

ศึกษาการมองเห็นภาพของวัตถุผ่านเลนส์นูน และ กระจกเว้า และ ทำความเข้าใจกับการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แบบหักแสงและสะท้อนแสง

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

