

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ม. 6

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

ผู้เรียบเรียง
มาลี สุทธิโอภาส

90.-



คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับเอกภพวิทยา ทฤษฎีบิกแบง หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง กาแล็กซีและประเภทของกาแล็กซี กาแล็กซีทางช้างเผือก เนบิวลา ระบบดาวฤกษ์ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ สมบัติของดาวฤกษ์ ระยะทางดาราศาสตร์ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรม และจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอนุภูมิภาคของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
2. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
3. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก
4. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์
5. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน
6. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์
7. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์
8. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ พร้อมคำนวณหาระยะทางของดาวฤกษ์
9. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ในลำดับวิวัฒนาการ จากแผนภาพแฮิร์ตซ์สปริง-รัสเซลล์
10. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต
11. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน พร้อมคำนวณคาบการโคจรของดาวเคราะห์
12. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย
13. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุทิศทางของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร
14. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
15. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
16. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก
17. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก
18. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต
19. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่า และ/หรือกล้องโทรทรรศน์

รวมทั้งหมด 19 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

ผศ.มาลี สุทธิโอกาส

ผู้ตรวจ

ผศ. ดร.ไกรสร คำมา

ผศ. วสุมดี เนียมนาค

ผศ. ดร.กฤษณ์ วันอินทร์

บรรณาธิการ

ศ. ดร.มนตรี ชูวงศ์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

ผู้เรียบเรียง ผศ.มาลี สุทธิโอภาส
ผู้ตรวจ ผศ. ดร.ไกรสร คำมา
ผศ.วสุมดี เนียมนาค
ผศ. ดร.กฤษณ์ วันอินทร์
บรรณาธิการ ศ. ดร.มนตรี ชูวงศ์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

มาลี สุทธิโอภาส.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.--กรุงเทพฯ :
แม็คเ็ดดูเคชั่น, 2563.

172 หน้า.

1. ดาราศาสตร์. 2. โลก. 3. อวกาศ. I. ชื่อเรื่อง.

525

ISBN 978-616-345-186-6

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 20,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งชานนิตีสง่าจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท ไชเบอร์พริ้นท์กรุ๊ป จำกัด

คำชี้แจง

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในระยะแรกให้ปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับใช้ในปีการศึกษา 2561 ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ปีการศึกษา 2562 ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไปให้ใช้ในทุกชั้นเรียน ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามารถทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่างถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหลักสูตรข้างต้น บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียนให้สอดคล้องมาตฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ของหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลง และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้หนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิดสำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นความรู้ ความคิดที่เป็นแก่นสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่งเพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้คือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วยโดยใช้สัญลักษณ์   ผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนสแกน QR Code หรือเปิดเว็บไซต์

MACeducation.com เพื่อเข้าเมนู การศึกษาขั้นพื้นฐาน >>> MAC iLink และเลือกเปิดดูส่วนเสริมของบทเรียนในหนังสือแต่ละเล่มได้ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยทำให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบ การเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตาม ผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียน การสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนา ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบ การเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็น การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัย รับ คำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

มาลี สุทธิโอภาส

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เอกภพ	1
1. เอกภพวิทยา	3
2. ทฤษฎีบิกแบง	6
3. หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง	12
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	21
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กาแล็กซี	22
1. กาแล็กซีและประเภทของกาแล็กซี	24
2. กาแล็กซีทางช้างเผือก	30
3. เนบิวลา	33
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	40
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ดาวฤกษ์	41
1. ระบบดาวฤกษ์	43
2. วิวัฒนาการของดาวฤกษ์	51
3. สมบัติของดาวฤกษ์	58
4. ระยะทางดาราศาสตร์	64
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	70
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะ	71
1. วิวัฒนาการของระบบสุริยะ	74
2. ดวงอาทิตย์	76
3. ดาวเคราะห์	81
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	91

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทรงกลมฟ้าและตำแหน่งของดาวเคราะห์	92
1. ทรงกลมฟ้า	94
2. การกำหนดเวลาบนโลก	103
3. การเคลื่อนที่ปรากฏของดาวเคราะห์	109
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	122
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีอวกาศ	123
1. เทคโนโลยีอวกาศ	125
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	156
บรรณานุกรม	157
อภิธานศัพท์	158



หน่วยการเรียนรู้ที่

1



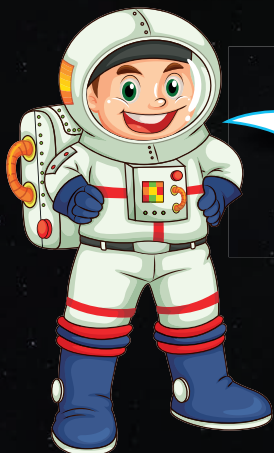
เอกภพ

สาระการเรียนรู้

- 1 เอกภพวิทยา
- 2 ทฤษฎีบิกแบง
- 3 หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
2. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ



ดวงดาว กาแล็กซี ดวงอาทิตย์ โลก
รวมถึงมนุษย์ล้วนเป็นส่วนหนึ่งของเอกภพ
สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

1. เอกภพวิทยา



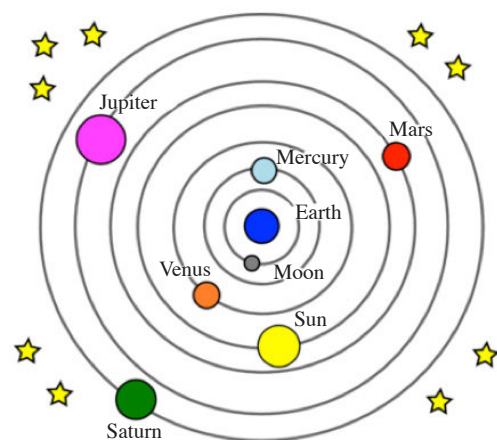
แนวคิดสำคัญ

เอกภพวิทยา คือ การศึกษาลมบัติต่าง ๆ ของเอกภพ ทั้งการกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของเอกภพ และปรากฏการณ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้นในเอกภพ

เอกภพ (universe) คือ โครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอันประกอบไปด้วยที่ว่าง ดวงดาว กาแล็กซี แก๊ส ฝุ่น สสาร และพลังงาน รวมถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่ดำรงอยู่ **เอกภพวิทยา (cosmology)** จึงเป็นการศึกษาสมบัติโดยรวมของเอกภพทั้งด้านการกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของเอกภพ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเอกภพ

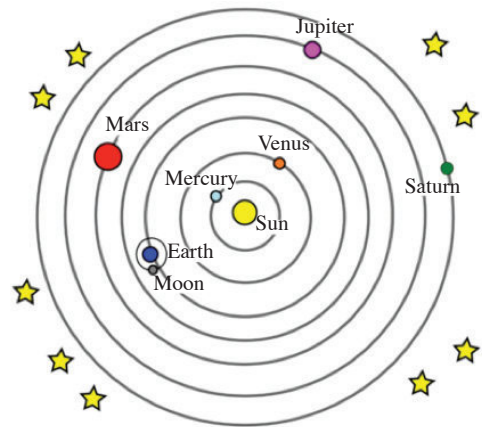
เอกภพนั้นมีองค์ประกอบที่หลากหลายด้วยโครงสร้างที่มีขนาดเล็กไปจนถึงระดับที่ใหญ่มาก นั่นคือ ดาวเคราะห์ที่กำลังโคจรรอบดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันเป็นกาแล็กซี กาแล็กซีมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกันจึงอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือคลัสเตอร์ (cluster) และแม้กระทั่งคลัสเตอร์ก็ยกรวมกลุ่มกันเป็นซูเปอร์คลัสเตอร์ (supercluster) ซึ่งเป็นโครงสร้างในระดับที่ใหญ่ขึ้น

ในอดีตนั้นวิชาเอกภพวิทยาจะเป็นการคาดเดาจากการสังเกตดวงดาวบนท้องฟ้า เนื่องจากยังไม่มีกล้องโทรทรรศน์ อาริสโตเติล (Aristotle) นักปราชญ์ชาวกรีกได้เสนอแนวคิดที่ “โลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ต่าง ๆ และดาวฤกษ์จะโคจรรอบโลกที่อยู่หนึ่ง โดยดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีลักษณะเป็นทรงกลมที่สมบูรณ์ มีพื้นผิวราบเรียบ” ต่อมา ทอเลมี (Ptolemy) นักดาราศาสตร์ชาวกรีก ได้นำแนวคิดของอาริสโตเติลมาปรับปรุงจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาวบนท้องฟ้า และได้เสนอแบบจำลอง **ระบบโลกเป็นศูนย์กลาง (geocentric)** โดยมีแนวคิดที่ “โลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลที่มีขอบเขตจำกัดเป็นทรงกลม มีดาวฤกษ์อยู่ประจำที่ที่ขอบเขตของจักรวาล ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์ต่าง ๆ โคจรรอบโลกเป็นวงกลม” ดังรูปที่ 1.1

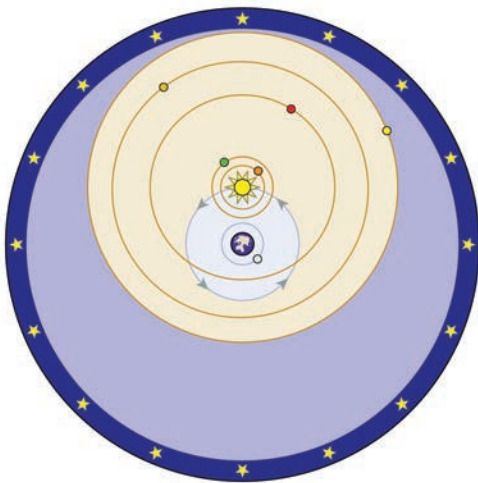


รูปที่ 1.1 แบบจำลอง ระบบโลกเป็นศูนย์กลาง ของทอเลมี (Ptolemy)

แนวคิดเกี่ยวกับเอกภพของชาวกรีกเป็นที่ยอมรับมานานกว่าพันปี จนกระทั่ง นิโคเลาส์ โคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus) นักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์ ได้เสนอแบบจำลอง **ระบบดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง (heliocentric)** โดยมีแนวคิดว่า “ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะจักรวาล โลกและดาวเคราะห์ต่าง ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ เป็นวงกลมด้วยคาบที่แตกต่างกัน และโลกจะหมุนรอบตัวเองโดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เกิดกลางวันและกลางคืน” โคเปอร์นิคัสได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์และใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาระยะทางของดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าจริง และทำให้ทราบว่าดวงดาวต่าง ๆ นั้นอยู่ห่างไกลจากโลกมาก ไม่ได้เป็นเอกภพที่มีขอบเขตจำกัดเหมือนแนวคิดเดิม แนวคิดดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของโคเปอร์นิคัสนั้น ขัดต่อศาสนจักรที่เชื่อในหลักการของอาริสโตเติลอย่างมาก ทำให้การเผยแพร่เป็นไปได้ยากและเป็นสิ่งต้องห้าม แนวคิดของโคเปอร์นิคัสถือเป็นการปฏิวัติดาราศาสตร์ แม้ว่าจะยังมีบางส่วนที่ไม่ถูกต้อง แต่ก็เป็นรากฐานสำคัญให้กับนักดาราศาสตร์รุ่นหลัง



รูปที่ 1.2 แบบจำลอง ระบบดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ของโคเปอร์นิคัส



รูปที่ 1.3 แบบจำลองเอกภพที่มีโลกเป็นศูนย์กลางของทิโค
ที่มา : en.wikipedia.org

หลังจากนั้นยังคงมีการศึกษาท้องฟ้ามาอย่างต่อเนื่อง ทิโค บราห์ (Tycho Brahe) ได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์อย่างละเอียดด้วยเครื่องมือที่ทันสมัยและแม่นยำที่สุดในยุคนั้น ทิโคยังคงเชื่อว่า “โลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ โดยดาวเคราะห์ต่าง ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์โคจรรอบโลก” หลังจากทิโคเสียชีวิต ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของทิโคจึงถูกส่งต่อให้กับโยฮันเนส เคปเลอร์ (Johannes Kepler) จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากนั้น เคปเลอร์ได้เสนอว่า “ดาวเคราะห์ต่าง ๆ รวมทั้งโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โดยมีวงโคจรเป็นรูปวงรี” และได้ตั้งกฎของเคปเลอร์ขึ้นจำนวน 3 ข้อ เพื่อใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เอกภพวิทยาคือการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งใด
2. การศึกษาเอกภพวิทยาในอดีตที่ยังไม่มีกล้องโทรทรรศน์มีวิธีการศึกษาอย่างไร นักเรียนคิดว่าวิธีดังกล่าวมีข้อจำกัดอย่างไร
3. แบบจำลองเอกภพของชาวกรีกแตกต่างจากแบบจำลองเอกภพของโคเปอร์นิคัสอย่างไร
4. การค้นพบของเคปเลอร์ทำให้แบบจำลองจักรวาลในยุคก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
5. ให้นักเรียนสืบค้นว่า การที่กาลิเลโอใช้กล้องโทรทรรศน์สำรวจท้องฟ้าทำให้เกิดการค้นพบที่สำคัญอย่างไรบ้าง

2. ทฤษฎีบิกแบง



แนวคิดสำคัญ

ทฤษฎีบิกแบงเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดเอกภพที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีแนวคิดว่า เมื่อประมาณ 13,700 ล้านปีก่อน จุดเริ่มต้นของเวลาและเอกภพกำเนิดขึ้นจากจุดเล็กๆ ที่มีสภาวะร้อนจัดและมีความหนาแน่นสูงมากเกิดการขยายตัว เมื่อเวลาผ่านไปเอกภพมีวิวัฒนาการจนเกิดสสารต่างๆ เกิดกาแล็กซี ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ โลก รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างๆ บนโลก

เอกภพนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีจุดสิ้นสุดอย่างไร เป็นสิ่งที่มนุษย์ยังคงค้นหาคำตอบมาจนถึงปัจจุบัน จากการศึกษาทางด้านเอกภพวิทยา ได้มีผู้เสนอทฤษฎีที่ใช้อธิบายการกำเนิดเอกภพไว้หลายทฤษฎีด้วยกัน เช่น ทฤษฎีบิกแบง (big bang theory) ทฤษฎีสถาเวคงตัว (steady state theory) ทฤษฎีเอกภพแกว่งกวัด (oscillating universe theory) ซึ่งในปัจจุบันทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ ทฤษฎีบิกแบง

ลองทำดู

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีอื่น ๆ ที่ใช้อธิบายการเกิดเอกภพ แล้วร่วมกันอภิปรายว่าทฤษฎีนั้นมีความเป็นไปได้หรือไม่ แต่ละทฤษฎีมีรายละเอียดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



รูปที่ 1.6 จอร์จส์ เลอเมตร์

ทฤษฎีบิกแบง (big bang theory) เสนอโดย ฌอร์ฌ เลอเมตร์ (Georges Lemaitre) นักดาราศาสตร์ชาวเบลเยียม เมื่อ พ.ศ. 2470 โดยมีแนวคิดว่า เมื่อประมาณ 13,700 ล้านปีก่อน จุดเริ่มต้นของเวลาและเอกภพ กำเนิดขึ้นจากจุดเล็ก ๆ ที่มีสภาวะร้อนจัดและมีความหนาแน่นสูงมาก เกิดการขยายตัว เมื่อเวลาผ่านไป เอกภพมีวิวัฒนาการจนเกิดสสารต่าง ๆ เกิดกาแล็กซี ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ โลก รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลก

ในตอนแรกแนวคิดของเลอเมตร์ เรียกว่า **สมมติฐานของอะตอมเริ่มแรก (hypothesis of the primeval atom)** ต่อมาจึงรู้จักกันในชื่อทฤษฎีบิกแบง ซึ่งตั้งขึ้นโดย เฟรด ฮอยล์ (Fred Hoyle) นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์

หลังจากนั้นใน พ.ศ. 2472 เอ็ดวิน ฮับเบิล (Edwin Hubble) ได้สังเกตว่า กาแล็กซีส่วนใหญ่กำลังเคลื่อนที่ออกจากโลก และกาแล็กซีที่อยู่ไกลมาก ๆ ก็ยิ่งมีความเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากโลกมากขึ้น ซึ่งหมายความว่าเอกภพยังคงขยายตัว และเป็นไปตามแนวคิดเลอเมตร์

หากมองย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้น เอกภพจะต้องมีขนาดเล็กมาก มีความหนาแน่นและอุณหภูมิสูงมากเป็นอนันต์ และเกิดบิกแบงขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของทุกสิ่งทุกอย่าง

ใน พ.ศ. 2491 ทฤษฎีบิกแบงได้มีการพัฒนาต่อโดย จอร์จ กามอฟ (George Gamow) นักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดธาตุและปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในเอกภพ โดยเสนอว่า ธาตุในเอกภพเกิดขึ้นจากการรวมกันของอนุภาคมูลฐาน เช่น ควาร์ก โฟตอน อิเล็กตรอน นิวตริโน ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้เกิดไฮโดรเจนของธาตุไฮโดรเจน หลังจากนั้น เมื่อเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ฟิวชัน (thermonuclear fusion) จึงเกิดธาตุที่หนักขึ้นในลำดับถัดไป และเมื่อศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของธาตุในเอกภพ พบว่า มีธาตุไฮโดรเจนประมาณร้อยละ 75 และธาตุฮีเลียมประมาณร้อยละ 24 จะเห็นได้ว่า เอกภพประกอบด้วยธาตุเบาเป็นส่วนใหญ่ คือ ไฮโดรเจนและฮีเลียม

ในช่วงแรกหลังจากการเกิดบิกแบง เอกภพมีอุณหภูมิสูงมาก จนอะตอมไม่สามารถก่อตัวขึ้นได้ เมื่อเอกภพขยายตัวออก เย็นตัวลงและมีที่ว่างมากขึ้น อนุภาคเล็ก ๆ จึงเริ่มรวมตัวกันเป็นกลุ่ม ก่อตัวเป็นอะตอม และอะตอมรวมตัวกันจนเกิดเป็นดาวฤกษ์และกาแล็กซี ในขณะที่กาแล็กซีต่าง ๆ ก็อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ดาวฤกษ์มีการเกิดใหม่และดับลง สิ่งต่าง ๆ เช่น ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง ดาวเคราะห์ หลุมดำ ก็ก่อกำเนิดขึ้นเวลาเดียวกับดาวฤกษ์



รูปที่ 1.7 จอร์จส์ กามอฟ

