

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

คำรณ เพ็งศรี กศ.บ., ศษ.ม.

ชนิกานต์ นุ่มมีชัย กศ.บ., กศ.ม.

นริสรา ศรีเคลือบ วท.บ., วท.ม.

ผู้ตรวจ

ดร.วิทัศน์ ฝึกเจริญผล B.A., M.Sc., Ph.D.

ผศ. ดร.ทัศนัย วรณเกตุดี วท.บ., ศษ.ม., ปร.ด.

ผศ. ดร.วิชาญ เลิศลพ วท.บ., กศ.บ., ค.ม., กศ.ด.

บรรณาธิการ

อนุวัชร นามเชื้อ วท.บ.

วาริ โตพันธ์ วท.บ.

รินฤติ ต่อชีวัน วท.บ.

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัท สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด

วัฒนาพานิช  สารานุกรม

216-220 ถนนบำรุงเมือง แขวงสารนาธร เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทร. 02 222 9394 • 02 222 5371-2 FAX 02 225 6556 • 02 225 6557

email: info@wpp.co.th

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามละเมิด ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่

ส่วนหนึ่งส่วนใด เว้นแต่จะได้รับอนุญาต

ผู้เรียบเรียง

คำรณ เพ็งศรี

ชนิกานต์ นุ่มมีชัย

นริสรา ศรีเคลือบ

ผู้ตรวจ

ดร.วิทัศน์ ฝักเจริญผล

ผศ. ดร.ทศธริน วรณเกตตุศิริ

ผศ. ดร.วิชาญ เลิศลพ

บรรณาธิการ

อนุวัชร นามเชื้อ

วาริ โตพันธ์

รินฤดี ต่อชีวัน

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2564

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 20,000 เล่ม

ISBN 978-974-18-7606-8

พิมพ์ที่ บริษัท โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด นายเรียงชัย จงพิพัฒนสุข กรรมการผู้จัดการ

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มนี้ จัดทำขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนและครูใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีที่หลักสูตรกำหนด พัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะตามที่ต้องการทั้งด้านการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมไทยและสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

ในการจัดทำหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มนี้ คณะผู้จัดทำซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาและการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ได้ศึกษาหลักสูตรอย่างลึกซึ้ง ทั้งด้านวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้แกนกลาง แนวทางการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งเอกสารหลักสูตรอื่น ๆ แล้วจึงออกแบบหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยบทเรียนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ คัพที่ควรรู้ นารู้ กิจกรรม ค้นหาคำตอบ ฝึกเพิ่มพูนทักษะ (กิจกรรมสะเต็มศึกษา) แหล่งสืบค้นความรู้ ทบทวนความเข้าใจ ผังมโนทัศน์ สาระสำคัญประจำหน่วย และกิจกรรมประจำหน่วย และท้ายเล่มยังมีบรรณานุกรมและภาคผนวก ซึ่งองค์ประกอบของหนังสือเรียนเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนตามหลักสูตร

การเสนอเนื้อหา กิจกรรม และองค์ประกอบอื่น ๆ ในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มนี้มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียน เน้นการเรียนรู้แบบองค์รวมบนพื้นฐานของบูรณาการแนวคิดทางการเรียนรู้ที่หลากหลาย จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มุ่งพัฒนาการคิด และพัฒนาการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมองของนักเรียน อันจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มนี้ จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนตามหลักสูตรได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำ

คำชี้แจง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ให้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

องค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้

Unเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

เป้าหมายของการพัฒนานักเรียนแต่ละชั้นปี ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

ฝึกทักษะ

คำถามให้นักเรียนได้เรียนรู้ หรือกิจกรรมเพิ่มเติม ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติเพื่อสร้างเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21

ศัพท์ความรู้

คำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ควรจดจำ ซึ่งเป็นคำหลักในสาระที่เรียนรู้ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน

แหล่งสืบค้นความรู้

แหล่งเรียนรู้ที่ประกอบด้วยเว็บไซต์ และสื่อ QR (Quick Response) ที่นักเรียนสามารถค้นคว้าเนื้อหาที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนรู้



ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดรวบยอดและสาระที่นักเรียนเรียนรู้ในบทเรียน

บทวนความเข้าใจ

คำถามหลักท้ายหัวเรื่องหลัก เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในสาระที่นักเรียนได้เรียนรู้

กิจกรรม

ภาระงานที่นักเรียนฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน

พจนานุกรม (Concept Map)

บทสรุปความคิดหลักของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนและช่วยในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้



ค้นหาคำตอบ

คำถามหลักท้ายกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เพื่อช่วยสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



สาระสำคัญประจำหน่วย

สรุปแนวคิด หลักการ และความคิดรวบยอดของสาระที่นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดชั้นปี



กิจกรรมประจำหน่วย

กิจกรรมสรุปความรู้ หลักการ ความคิดรวบยอด คำศัพท์ที่ได้เรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สัญลักษณ์กระบวนการเรียนรู้

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ที่กิจกรรมนั้นมีจุดมุ่งหมายและจุดเน้นที่แตกต่างกันตามลักษณะของกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้และจุดเน้นของหลักสูตร ดังนั้น สัญลักษณ์จึงเป็นแนวทางที่เอื้อประโยชน์ต่อนักเรียนที่จะศึกษาหาความรู้ตามรายละเอียดของกิจกรรม ในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้กำหนดสัญลักษณ์ไว้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

สัญลักษณ์หลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



การสังเกต เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามความคิดรวบยอดของแต่ละหัวเรื่อง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจำแนก การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง



การสำรวจ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามความคิดรวบยอดของแต่ละหัวเรื่อง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง



การทดลอง เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความคิดรวบยอดที่เรียนรู้ โดยการออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง และสรุปผลการทดลอง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การพยากรณ์ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง



การสืบค้นข้อมูล เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สัญลักษณ์เสริมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



การพัฒนากระบวนการคิด เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อเพิ่มพูนทักษะการคิดของตนเอง



การปฏิบัติจริง/ฝึกทักษะ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดและเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนต้องนำหลักการ แนวคิดของความคิดรวบยอดในหัวเรื่องที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงของชีวิตประจำวัน



โครงการ เป็นกิจกรรมโครงการคัดสรรที่นำหลักการและแนวคิดของความคิดรวบยอดในหัวเรื่องที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหา



การทำประโยชน์ให้สังคม เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปปฏิบัติ เพื่อให้ตระหนักในการทำประโยชน์ให้สังคม



ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์สร้างภาระงาน เพื่อเพิ่มพูนทักษะการคิดของตนเอง



การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้แยกแยะหาความสัมพันธ์หรือความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลจากปรากฏการณ์ที่สนใจ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

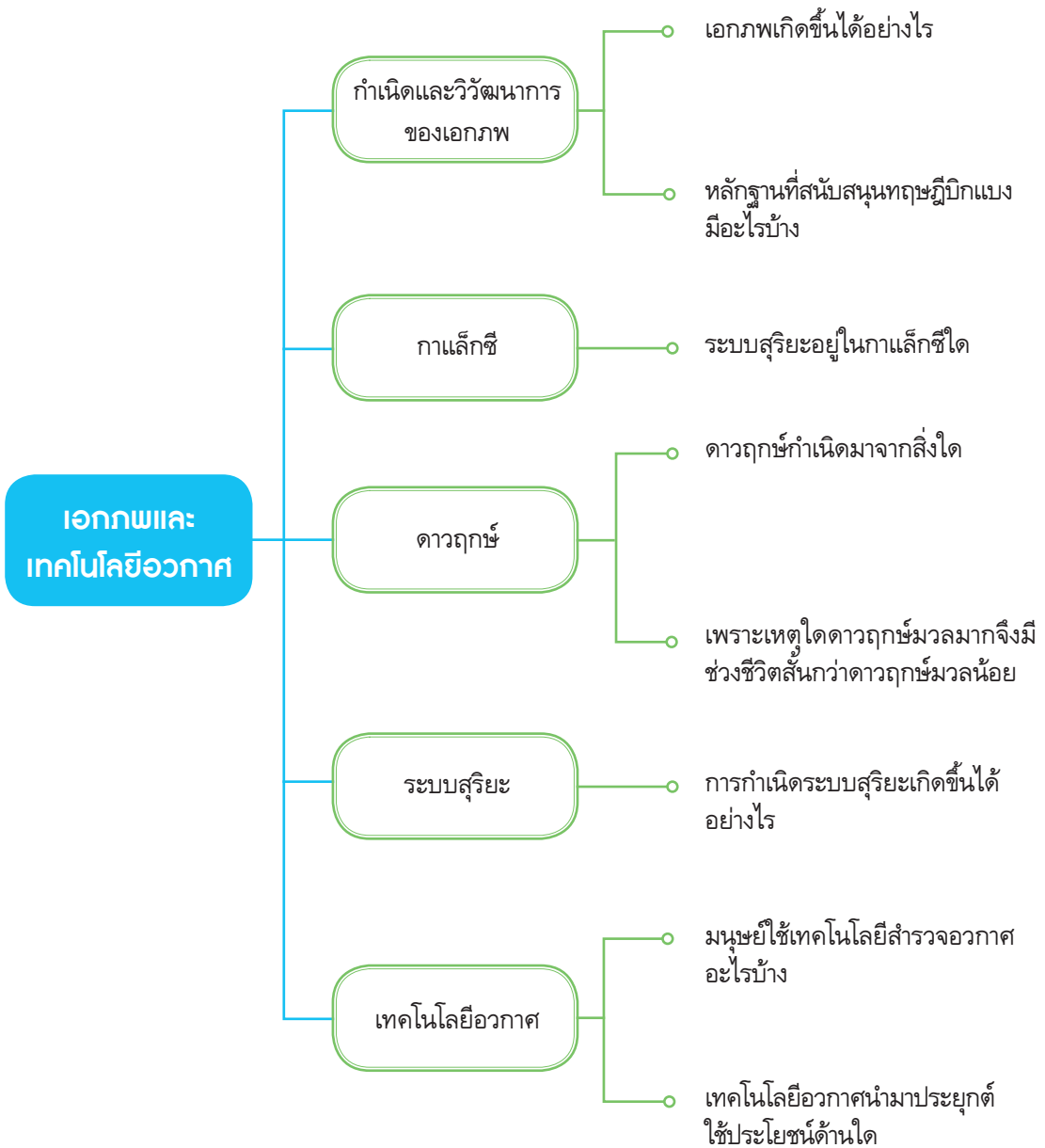
สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เอกภพและเทคโนโลยีอวกาศ	1
กำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพ	2
กำเนิดเอกภพ.....	2
กาแล็กซี	9
ประเภทของกาแล็กซี	9
กาแล็กซีทางช้างเผือก	11
กาแล็กซีเพื่อนบ้าน	14
ดาวฤกษ์	16
สมบัติของดาวฤกษ์.....	16
กำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์.....	23
ระบบสุริยะ	28
กำเนิดระบบสุริยะ	28
ดวงอาทิตย์	32
เทคโนโลยีอวกาศ.....	36
เทคโนโลยีอวกาศในการสำรวจอวกาศ.....	36
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ	55
กิจกรรมสะเต็มศึกษา	57
ผังมโนทัศน์.....	58
สาระสำคัญประจำหน่วย	59
กิจกรรมประจำหน่วย	60
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โลกและการเปลี่ยนแปลง.....	63
โครงสร้างของโลก	64
ข้อมูลในการศึกษาการแบ่งชั้นโครงสร้างของโลก	64
การแบ่งชั้นโครงสร้างของโลกตามองค์ประกอบทางเคมี	68
การแบ่งชั้นโครงสร้างของโลกตามสมบัติเชิงกล.....	72
การเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาค	79
ทฤษฎีและหลักฐานสนับสนุนทางธรณีภาค.....	79
การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี	87

ลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี.....	91
ธรณีพิบัติภัย	99
ภูเขาไฟปะทุ	99
แผ่นดินไหว	105
สึนามิ	114
ผังมโนทัศน์.....	121
สาระสำคัญประจำหน่วย	122
กิจกรรมประจำหน่วย	123
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การหมุนเวียนของอากาศและน้ำของโลก.....	125
การเกิดลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ.....	126
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวโลก	126
การหมุนเวียนของอากาศ	130
การหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร	138
ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา	142
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.....	148
กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก	148
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.....	150
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหา	156
ข้อมูลและสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยา	162
ข้อมูลและสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ.....	162
ประโยชน์ของข้อมูลและสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยา	177
ผังมโนทัศน์	180
สาระสำคัญประจำหน่วย	181
กิจกรรมประจำหน่วย	182
บรรณานุกรม.....	184
ภาคผนวก	185
ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็มศึกษา	185
อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้.....	194
อภิธานศัพท์.....	199



เอกภพและเทคโนโลยีอวกาศ



เอกภพและเทคโนโลยีอวกาศ

Unเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

1. การกำเนิดเอกภพและวิวัฒนาการของเอกภพ
2. โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก
3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิ และสเปกตรัมของดาวฤกษ์
4. กระบวนการกำเนิดดาวฤกษ์และวิวัฒนาการของดาวฤกษ์
5. กระบวนการกำเนิดระบบสุริยะและการแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์
6. การสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ และสถานีอวกาศ
7. การประยุกต์ความรู้ด้านเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในชีวิตประจำวันและอนาคต

ดาราศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับดาวต่าง ๆ บนท้องฟ้า รวมถึงโลกที่เราอาศัยอยู่ตลอดจนกฎเกณฑ์และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมอยู่ในเอกภพ มนุษย์เคยเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพ แต่ต่อมาเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น จึงทำให้ทราบว่าโลกและระบบสุริยะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเอกภพ การที่มนุษย์สนใจศึกษาเกี่ยวกับเอกภพ เป็นเพราะมนุษย์ต้องการรู้จุดกำเนิด วิวัฒนาการของสิ่งต่าง ๆ รวมถึงจุดจบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต นักเรียนคิดว่าเอกภพมีจุดกำเนิดอย่างไร

กำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพ

กำเนิดเอกภพ

เอกภพ (universe) เป็นอาณาบริเวณที่กว้างใหญ่ไพศาล ภายในประกอบด้วยกาแล็กซีนับแสนล้านกาแล็กซี จากอดีตจนถึงปัจจุบันคำถามเกี่ยวกับการกำเนิดของเอกภพยังคงเป็นที่สนใจของนักดาราศาสตร์และบุคคลทั่วไปและยังคงรอการค้นหาคำตอบกันต่อไป

การกำเนิดของเอกภพยังคงเป็นที่สนใจของนักดาราศาสตร์และได้มีการนำเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการกำเนิดของเอกภพหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีที่ได้รับความนิยมเชื่อถือมากที่สุด คือ ทฤษฎีบิกแบง

ทฤษฎีบิกแบง (big bang theory) ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2470 โดยนักดาราศาสตร์และนักบวชชาวเบลเยียม ชื่อ จอร์จ เลอแมทร์ (Georges Lemaitre) มีใจความโดยสรุปว่า เอกภพกำเนิดมาจากบริเวณที่มีขนาดเล็ก ความหนาแน่นมาก และอุณหภูมิสูง เมื่อเวลาผ่านไปเอกภพมีการขยายตัวทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและอุณหภูมิลดลง มีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานและสสาร ทำให้อนุภาคมูลฐานรวมตัวกันกลายเป็นอะตอมของธาตุ และรวมตัวกันเป็นกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเอกภพในปัจจุบัน

ศัพท์ที่ควรรู้

ทฤษฎีบิกแบง

เอกภพมีจุดกำเนิดและวิวัฒนาการอย่างไร

กิจกรรมที่ 1**สืบค้นข้อมูล****กำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพ****จุดประสงค์ของกิจกรรม**

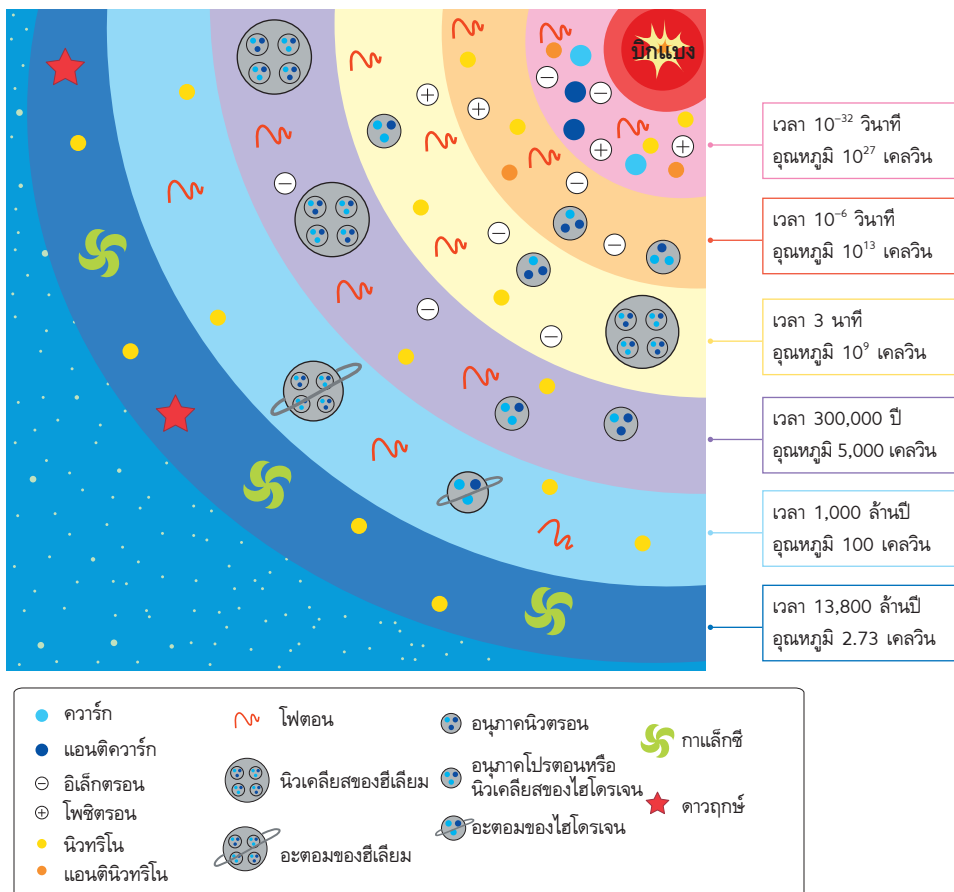
อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พลังงาน สสาร และขนาดของเอกภพในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การสังเกต
2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา การกำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
ขั้นตอน

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวิวัฒนาการของเอกภพ พร้อมสังเกตการเปลี่ยนแปลงขนาดของเอกภพ ดังรูปที่ 1.1
2. วิเคราะห์และระบุอุณหภูมิ พลังงาน และสสารที่พบในแต่ละช่วงของวิวัฒนาการของเอกภพ และบันทึกผลลงในตาราง
3. นำเสนอและอภิปรายผลหน้าห้องเรียน



รูปที่ 1.1 การกำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพตามทฤษฎีบิกแบง

บันทึกผลการสืบค้นข้อมูล

รายการบันทึกผลการสืบค้นข้อมูล

ควรบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลในสมุด



ค้นหาคำตอบ

1. นิวเคลียสของฮีเลียมเกิดขึ้นเวลาใด และอุณหภูมิเท่าใด
2. นอกจากการเปลี่ยนแปลงของสสารและพลังงานแล้ว เอกภพมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง
3. อุณหภูมิและขนาดของเอกภพมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

เมื่อเกิดบิกแบง เอกภพมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิสูง และเกิดพลังงานขึ้น จากนั้นเวลาประมาณ 10^{-32} วินาที หลังเกิดบิกแบง อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 10^{27} เคลวิน พลังงานเปลี่ยนเป็นสสารในรูปของอนุภาคมูลฐาน (elementary particle) ได้แก่ ควาร์ก (quark) อิเล็กตรอน (electron) และนิวทริโน (neutrino) พร้อมเกิดปฏิอนุภาค (antiparticle) ของอนุภาคมูลฐาน ได้แก่ แอนติควาร์ก (antiquark) โพสิตรอน (positron) และแอนตินิวทริโน (antineutrino) และเกิดการรวมตัวกันของอนุภาคมูลฐานและปฏิอนุภาคกลายเป็นพลังงานในรูปของโฟตอน ซึ่งเรียกระบวนการนี้ว่า กระบวนการประลัย (annihilation)

เอกภพหลังเกิดบิกแบงประมาณ 10^{-6} วินาที อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ 10^{13} เคลวิน ควาร์กรวมตัวกันเป็นอนุภาคโปรตอนหรือนิวเคลียสของไฮโดรเจน และอนุภาคนิวตรอน จากนั้นหลังเกิดบิกแบงประมาณ 3 นาที เอกภพจะมีอุณหภูมิประมาณ 10^9 เคลวิน อนุภาคโปรตอนและอนุภาคนิวตรอนรวมตัวกันเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม

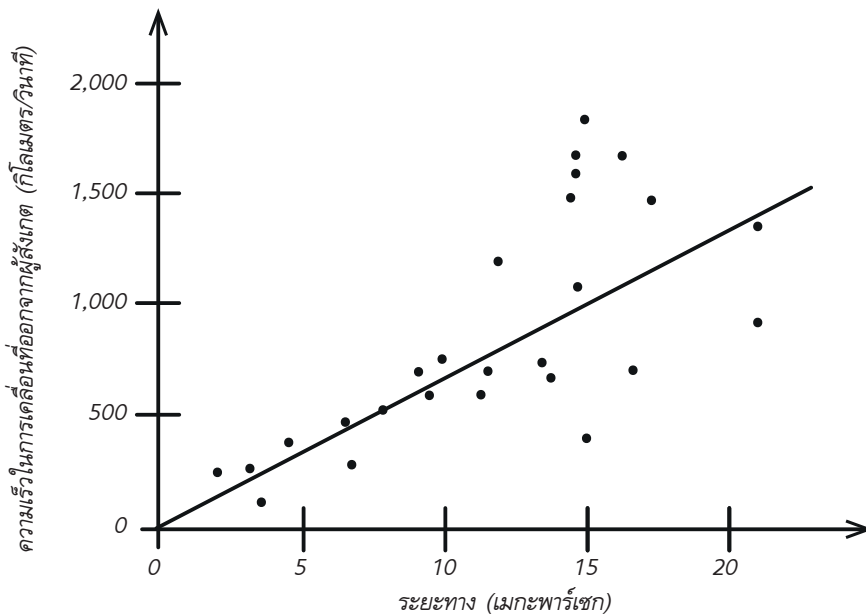
ต่อมาเอกภพหลังเกิดบิกแบงประมาณ 300,000 ปี อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ 5,000 เคลวิน นิวเคลียสของไฮโดรเจนและนิวเคลียสของฮีเลียมดึงดูดอิเล็กตรอนเข้ามารวมตัวเกิดเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและอะตอมของฮีเลียม

หลังเกิดบิกแบงประมาณ 1,000 ล้านปี อุณหภูมิของเอกภพลดลงเหลือ 100 เคลวิน เกิดการรวมตัวกันของอะตอมของไฮโดรเจนและอะตอมของฮีเลียมด้วยแรงโน้มถ่วงเริ่มก่อกำเนิดเป็นเนบิวลา ดาวฤกษ์ และกาแล็กซี และวิวัฒนาการมาเป็นเอกภพในปัจจุบัน ซึ่งปัจจุบันเอกภพมีอายุประมาณ 13,800 ล้านปี และมีอุณหภูมิประมาณ 2.73 เคลวิน

จากกิจกรรมที่ 1 พบว่า หลังการเกิดบิกแบง วิวัฒนาการของเอกภพมีการเปลี่ยนแปลงทั้งอุณหภูมิ พลังงาน สสาร และขนาด โดยอุณหภูมิของเอกภพลดลง แต่ขนาดของเอกภพเพิ่มขึ้น สสารต่าง ๆ ในเอกภพจะรวมตัวกันจนเกิดเป็นกาแล็กซีและสมาชิกอื่น ๆ ในเอกภพที่ปรากฏในปัจจุบัน

หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง มีอยู่ 2 ประการ คือ

1. การขยายตัวของเอกภพ เอ็ดวิน ฮับเบิล (Edwin Hubble) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกา ได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของกาแล็กซีต่าง ๆ โดยใช้ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (doppler effect) ในการหาความเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซีต่าง ๆ และคำนวณระยะทางระหว่างผู้สังเกตกับกาแล็กซี เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซีกับระยะทางระหว่างผู้สังเกตกับกาแล็กซี จะได้ความสัมพันธ์ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซีกับระยะทางระหว่างผู้สังเกตกับกาแล็กซี

ที่มา: William C.Kell. **The Road Galaxy Formation**. [ออนไลน์]. 2007. แหล่งที่มา https://books.google.co.th/books?id=BUgJGypUY0C&pg=PA7&redir_esc=y#V=onepage&q&f=false [19 มีนาคม 2564].

จากรูปที่ 1.2 จะพบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซีจะแปรผันตรงกับระยะทางระหว่างผู้สังเกตกับกาแล็กซี หรือกล่าวได้ว่า กาแล็กซีที่อยู่ไกลจากผู้สังเกตจะเคลื่อนที่ออกห่างจากผู้สังเกตด้วยความเร็วที่มากกว่ากาแล็กซีที่อยู่ใกล้ เรียกว่า กฎของฮับเบิล-เลอแมตร์ (Hubble-Lemaitre's law) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v = H_0 D$$

เมื่อ v คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตของกาแล็กซี มีหน่วยเป็น กิโลเมตร/วินาที (km/s)

D คือ ระยะทางระหว่างผู้สังเกตกับกาแล็กซี มีหน่วยเป็นเมกะพาร์เซก (Mpc)

H_0 คือ ค่าคงตัวฮับเบิล มีหน่วยเป็นกิโลเมตร/วินาที/เมกะพาร์เซก (km/s/Mpc) ปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 70 km/s/Mpc

2. ไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ พ.ศ. 2507 อาร์โน เพนเซียส (Arno Penzias) และ รobert วิลสัน (Robert Wilson) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกันจากห้องปฏิบัติการโทรศัพท์เบล (bell telephone laboratories) ได้ค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศโดยบังเอิญ ขณะทดสอบระบบเครื่องรับสัญญาณของกล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นวิทยุ

ไมโครเวฟพื้นหลังเป็นรังสีที่แผ่มาจากทุกทิศทางอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการแผ่รังสีในลักษณะนี้ สอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศที่อุณหภูมิประมาณ 2.73 เคลวิน ต่อมาองค์การนาซ่าได้ส่งดาวเทียมโคบี (Cosmic Background Explorer-COBE) เพื่อตรวจสอบและยืนยันการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ ซึ่งสอดคล้องกับเอกภพกำลังขยายตัวตามทฤษฎีบิกแบง โดยอุณหภูมิของเอกภพจะลดลงจนกระทั่งในปัจจุบันเอกภพมีอุณหภูมิประมาณ 2.73 เคลวิน

ไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศหลังเกิดขึ้นหลังเกิดบิกแบง 300,000 ปี อุณหภูมิของเอกภพลดลงเหลือประมาณ 5,000 เคลวิน อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ช้าลง นิวเคลียสของไฮโดรเจนและนิวเคลียสของฮีเลียมจึงดึงดูดอิเล็กตรอนเข้ามารวมกัน เกิดเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและอะตอมของฮีเลียม ทำให้เอกภพโปร่งแสงและมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหลือจากบิกแบงอยู่ในอวกาศ ต่อมาเมื่ออุณหภูมิลดลงและเอกภพขยายตัวออก ทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามืดความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น จนปัจจุบันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ในช่วงไมโครเวฟ

จากการค้นพบการขยายตัวของเอกภพและไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศทำให้ทฤษฎีบิกแบงได้รับการยอมรับและเชื่อถือกันมาก

เอกภพขยายตัวได้หรือไม่ อย่างไร

กิจกรรมที่ 2



สร้าง

แบบจำลองเอกภพขยายตัว

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สร้างและอธิบายแบบจำลองการขยายตัวของเอกภพได้

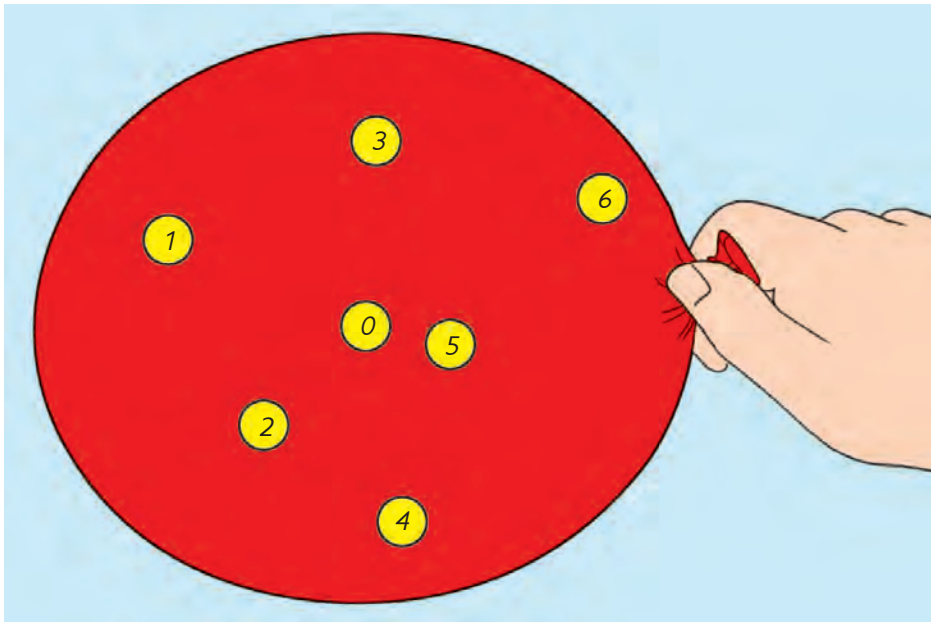
ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1. การสังเกต | 3. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล |
| 2. การลงความคิดเห็นข้อมูล | 4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป |

ปัญหา กาแล็กซีต่าง ๆ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วลักษณะใด

ขั้นตอน

1. นำลูกโป่งที่เตรียมไว้มาเป่าจนมีขนาดใหญ่พอสมควร จากนั้นใช้ยางรัดรัดไม่ให้ลมออกจากลูกโป่ง
2. ตีตติกเกอร์วงกลมสีเหลืองที่เขียนเลข 0 บริเวณกึ่งกลางของลูกโป่ง (กาแล็กซีอ้างอิง) และตติกเกอร์วงกลมสีเหลืองที่เขียนเลข 1–6 แบบสุ่มไว้รอบตติกเกอร์วงกลมสีเหลืองที่เขียนเลข 0 โดยให้ระยะห่างแตกต่างกัน ดังรูปที่ 1.3
3. วัดระยะทางจากเลข 0 ไปยังเลข 1–6 และบันทึกผล
4. แกะยางรัดลูกโป่งออก แล้วเป่าให้ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยใช้เวลาในการเป่า 3 วินาที จากนั้นใช้ยางรัดรัดลูกโป่งให้แน่น
5. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3 และบันทึกผล
6. ทหาระยะทางที่เปลี่ยนแปลง โดยนำระยะทางหลังลูกโป่งขยายตัวมาลบกับระยะทางเริ่มแรก และบันทึกผล
7. คำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่ของตติกเกอร์ที่เขียนเลข 1–6 และบันทึกผล
8. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเริ่มแรกกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของตติกเกอร์



รูปที่ 1.3 การตีตติกเกอร์วงกลมสีเหลืองบนลูกโป่ง

บันทึกผลการสร้าง

จุดที่	ระยะทาง เริ่มแรก (เซนติเมตร)	ระยะทางหลังจาก ลูกโป่งขยายตัว (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ เปลี่ยนแปลง (เซนติเมตร)	ความเร็วในการเคลื่อนที่ ของสติ๊กเกอร์ (เซนติเมตร/วินาที)
1				
2				
3	ควรบันทึกผลการสร้างในสมุด			
4				
5				
6				

กราฟความสัมพันธ์



ค้นหาคำตอบ

1. กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร
2. ลูกโป่งและสติ๊กเกอร์วงกลมสีเหลืองเปรียบเทียบกับสิ่งใด
3. กาแล็กซีต่าง ๆ มีลักษณะการเคลื่อนที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. ระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

ทบทวนความเข้าใจ

1. เหตุผลที่สนับสนุนให้ทฤษฎีบิกแบงมีความน่าเชื่อถือในการอธิบายเกี่ยวกับกำเนิดเอกภพคืออะไร
2. คำว่า “เอกภพกำลังขยายตัว” หมายถึงอะไร
3. เพราะเหตุใดเราจึงต้องศึกษาเรื่องกำเนิดของเอกภพ

กาแล็กซี

กาแล็กซี (galaxy) กำเนิดขึ้นหลังบิกแบงประมาณ 1,000 ล้านปี ประกอบด้วยดาวฤกษ์ สสารระหว่างดาว และเนบิวลา ซึ่งอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง

ประเภทของกาแล็กซี

นักดาราศาสตร์ได้จำแนกกาแล็กซีออกเป็น 2 ประเภท คือ กาแล็กซีปกติ (regular galaxy) และกาแล็กซีไร้รูปแบบ (irregular galaxy)

1. กาแล็กซีปกติ เป็นกาแล็กซีที่มีรูปแบบแน่นอน เอ็ดวิน ฮับเบิลได้จำแนกตามรูปร่างของกาแล็กซีออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ กาแล็กซีรี (elliptical galaxy) กาแล็กซีกังหัน (spiral galaxy) และกาแล็กซีลูกสะบ้า (lenticular galaxy)

1.1 กาแล็กซีรี กาแล็กซีประเภทนี้มีรูปร่างรี ใช้สัญลักษณ์อักษรภาษาอังกฤษตัว E ตามด้วยเลข 0–7 โดย E0 มีความรีน้อยที่สุด ส่วน E7 มีความรีมากที่สุด กาแล็กซีรีนี้ประกอบด้วยดาวฤกษ์ที่มีอายุมาก ดังรูปที่ 1.4

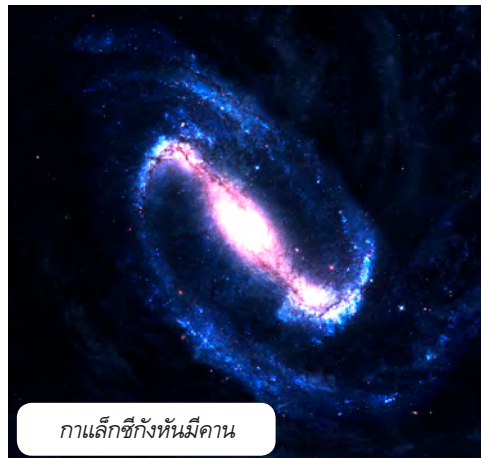


รูปที่ 1.4 กาแล็กซีรี
ที่มา: <https://www.123rf.com/>

1.2 กาแล็กซีกังหัน เป็นกาแล็กซีที่พบมากที่สุดในเอกภพประมาณร้อยละ 80 มีรูปร่างแบน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ กาแล็กซีกังหันธรรมดา (normal spiral galaxy) ใช้สัญลักษณ์อักษรภาษาอังกฤษตัว S จะมองเห็นเป็นแขนเกลียวที่บริเวณปลายนิวเคลียสของกาแล็กซี และกาแล็กซีกังหันมีคาน (barred spiral galaxy) ใช้สัญลักษณ์อักษรภาษาอังกฤษตัว SB จะมองเห็นเป็นคานยื่นออกมาจากนิวเคลียสของกาแล็กซี ถัดจากคานทั้ง 2 ข้างจะมีแขนเกลียว ดังรูปที่ 1.5



กาแล็กซีกังหันธรรมดา



กาแล็กซีกังหันมีคาน

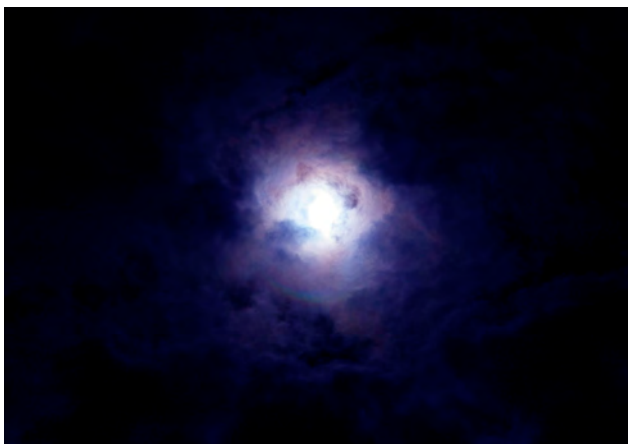
รูปที่ 1.5 กาแล็กซีกังหัน
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

1.3 กาแล็กซีลูกสะบ้า หรือกาแล็กซีเลนส์ ใช้สัญลักษณ์อักษรภาษาอังกฤษตัว S0 มีลักษณะคล้ายเลนส์นูนหรือลูกสะบ้า โดยมีลักษณะเป็นจานคล้ายกาแล็กซีกังหัน แต่ไม่มีแขนเกลียว ดังรูปที่ 1.6



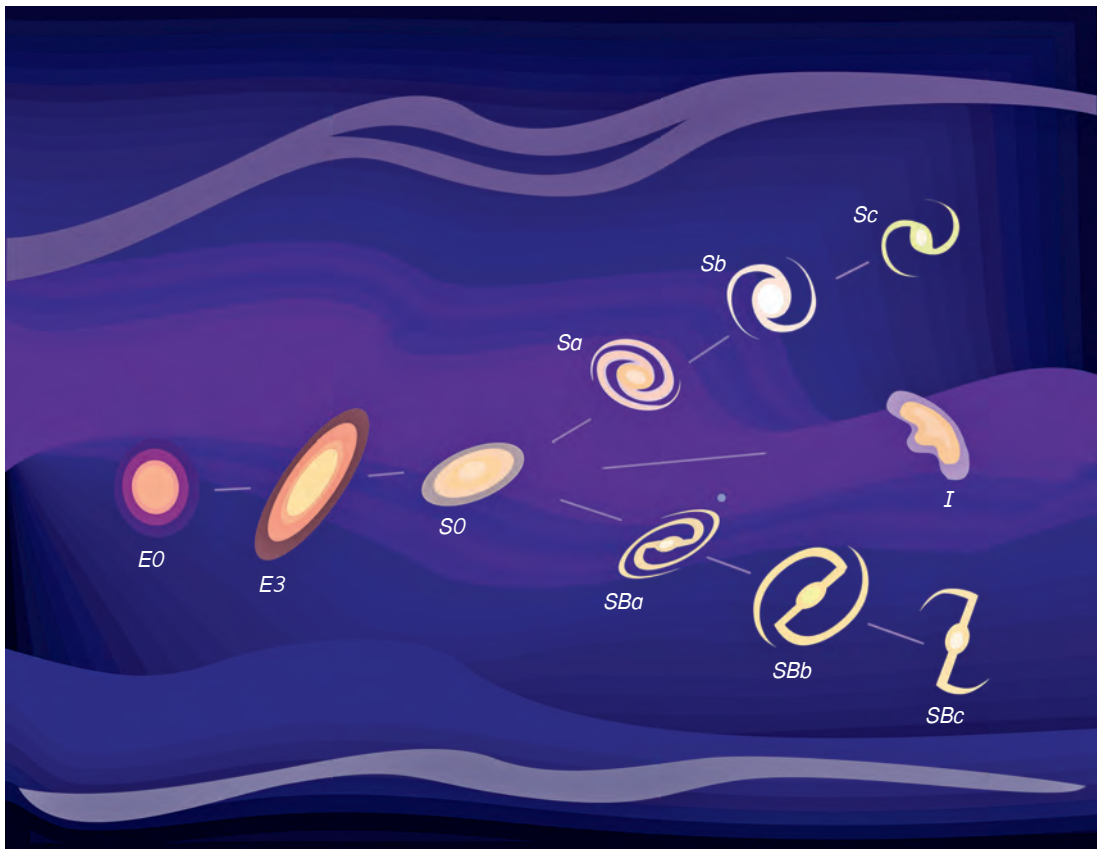
รูปที่ 1.6 กาแล็กซีเลนส์
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

2. กาแล็กซีไร้รูปแบบ เป็นกาแล็กซีที่มีรูปแบบไม่แน่นอน ดังรูปที่ 1.7 ใช้สัญลักษณ์อักษรภาษาอังกฤษตัว I



รูปที่ 1.7 กาแล็กซีไร้รูปแบบ
ที่มา: <https://www.123rf.com/>

สัญลักษณ์ของกาแล็กซีประเภทต่าง ๆ สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของกาแล็กซีประเภทต่าง ๆ
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

กาแล็กซีทางช้างเผือก

ในคืนเดือนมืด บริเวณที่ห่างไกลจากแสงของไฟฟ้าในตัวเมือง หากเราแหงนมองท้องฟ้าจะพบแถบสีขาวจาง ๆ ซึ่งเกิดจากแสงของดาวฤกษ์จำนวนมากระยิบระยับทอดจากขอบท้องฟ้าด้านหนึ่งไปยังขอบท้องฟ้าอีกด้านหนึ่ง สิ่งที่เราสังเกตเห็นก็คือ สิ่งที่นักดาราศาสตร์เรียกว่า **ทางช้างเผือก (Milky Way)**



รูปที่ 1.9 ทางช้างเผือก
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

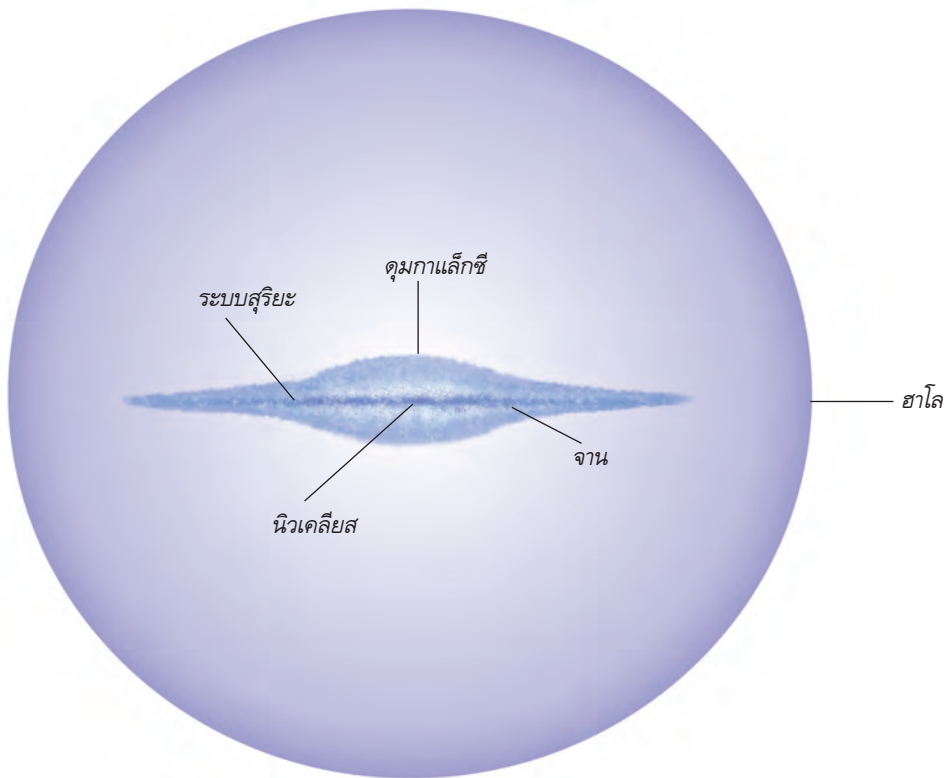
ไปสู่สรวงสวรรค์ ชาวกรีกโบราณจินตนาการว่า สิ่งที่มองเห็นเหมือนกับน้ำนมที่กระจายไปเป็นบริเวณ

กว้างตั้งแต่ขอบฟ้าด้านหนึ่งข้ามไปยังขอบฟ้าอีกด้านหนึ่ง พวกเขาจึงเรียกว่า **ทางน้ำนม** ส่วนคนไทยเรียกว่า **ทางช้างเผือก**

ระบบสุริยะและโลกของเราอยู่ในกาแล็กซีที่เรียกว่า **กาแล็กซีทางช้างเผือก (Milky Way galaxy)** มีดาวฤกษ์มากกว่า 200,000 ล้านดวง รวมทั้งระบบสุริยะอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายสมบัติทางกายภาพของกาแล็กซีทางช้างเผือก ดังนี้

โครงสร้างของกาแล็กซีทางช้างเผือก

กาแล็กซีทางช้างเผือกประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ **นิวเคลียส (nucleus)** บริเวณรอบ ๆ นิวเคลียสมีดาวฤกษ์เรียงตัวกันลักษณะเหมือนคาน บริเวณที่ห่างจากศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือกมีดาวฤกษ์กระจายตัวเป็นระนาบล้อมรอบนิวเคลียสและแบนในลักษณะเป็น **จาน (disk)** มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100,000 ปีแสง มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1,000 ปีแสง และมีดาวฤกษ์กระจายตัวต่อจากคานเหมือนแขนของกังหันวางตัวอยู่บนระนาบของจาน ส่วนบริเวณที่ไกลออกไปจะเป็น **ฮาโล (halo)** และบริเวณศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือกมีดาวฤกษ์อยู่จำนวนมาก มีลักษณะนูนตรงกลาง เรียกว่า **คุมกาแล็กซี (bulge)** ดังรูปที่ 1.10 มีลักษณะเป็นทรงกลมครอบคลุมกาแล็กซีทางช้างเผือก ดังนั้นกาแล็กซีทางช้างเผือกจึงมีรูปร่างเป็นกังหันมีคาน



รูปที่ 1.10 โครงสร้างของกาแล็กซีทางช้างเผือก

ระบบสุริยะเป็นส่วนหนึ่งในกาแล็กซีทางช้างเผือก มีดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากศูนย์กลางกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ 30,000 ปีแสง และดาวฤกษ์ที่สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าบนท้องฟ้านั้นล้วนอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือก และเป็นดาวฤกษ์ส่วนหนึ่งในดาวฤกษ์ทั้งหมดของกาแล็กซีทางช้างเผือก

ทางช้างเผือกมีลักษณะอย่างไร

กิจกรรมที่ 3



สังเกต

ทางช้างเผือก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สังเกตและอธิบายลักษณะสำคัญของทางช้างเผือกได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การสังเกต
2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา ทางช้างเผือกคืออะไร มีความเกี่ยวข้องกับดาวฤกษ์ต่าง ๆ และโลกในลักษณะใด

ขั้นตอน

1. ใช้กล้องสองตาหรือกล้องดูดาวส่องดูทางช้างเผือก โดยใช้แผนที่ดาวและภาพถ่ายท้องฟ้าประกอบการสังเกต
2. วาดรูปทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นลงกระดาษหรือสมุดที่เตรียมไว้
3. นำรายละเอียดเกี่ยวกับทางช้างเผือกที่ได้จากการวาดมารวบรวมกันอภิปรายและลงข้อสรุป
4. นำเสนอผลการอภิปรายและข้อสรุปของแต่ละกลุ่มหน้าห้องเรียน

บันทึกผลการสังเกต

รายการบันทึกผลการสังเกต

ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด



ค้นหาคำตอบ

1. แนวแถบยาวสีขาวจาง ๆ ที่พัดผ่านเป็นทางยาวจากขอบฟ้าด้านหนึ่งไปยังขอบฟ้าอีกด้านหนึ่งคืออะไร
2. ทางช้างเผือกที่นักเรียนมองเห็นคือส่วนใดของกาแล็กซีทางช้างเผือก
3. นักเรียนสามารถมองเห็นกาแล็กซีทางช้างเผือกได้ทั้งหมดหรือไม่ เพราะอะไร
4. ระบบสุริยะอยู่บริเวณใดของกาแล็กซีทางช้างเผือก

กาแล็กซีเพื่อนบ้าน

นอกจากนักเรียนจะสามารถมองเห็นดาวฤกษ์ เนบิวลา และกาแล็กซีทางช้างเผือกด้วยตาเปล่าแล้ว นักเรียนยังสามารถมองเห็นกาแล็กซีที่อยู่ใกล้เคียงได้ด้วยตาเปล่าเราเรียกกาแล็กซีที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่านี้ว่า **กาแล็กซีเพื่อนบ้าน** เช่น กาแล็กซีแอนโดรเมดา กาแล็กซีแมกเจลแลนเล็ก และกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่

กาแล็กซีแอนโดรเมดาเป็นกาแล็กซีที่อยู่ในกลุ่มดาวแอนโดรเมดา เป็นกาแล็กซีกังหันดั่งรูปที่ 1.11 อยู่ห่างจากโลกประมาณ 2.4 ล้านปีแสง ปรากฏอยู่ระหว่างกลุ่มดาวม้าบินและกลุ่มดาวค้างคาว



รูปที่ 1.11 กาแล็กซีแอนโดรเมดา
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

กาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กและกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่เป็นกาแล็กซีไร้รูปแบบ อยู่ห่างจากกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ 196,000 ปีแสง และ 163,000 ปีแสง ตามลำดับ เป็นกาแล็กซีขนาดเล็กและเป็นบริวารของกาแล็กซีทางช้างเผือก

กาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กและกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่นี้ประกอบด้วยกลุ่มดาวฤกษ์สีน้ำเงินจำนวนมาก ประมาณร้อยละ 50 ของมวลกาแล็กซี จึงทำให้นักดาราศาสตร์สามารถศึกษาวิวัฒนาการของระบบดาวฤกษ์ได้

กาแล็กซีที่เราอาศัยอยู่นี้มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรมที่ 4



สืบค้นข้อมูล

กาแล็กซี

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับกาแล็กซีได้

ทักษะเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา กาแล็กซีคืออะไร กาแล็กซีที่เราอาศัยอยู่มีลักษณะสำคัญอย่างไร

ขั้นตอน

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกาแล็กซีในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ความหมาย กำเนิดและวิวัฒนาการ ส่วนประกอบ และประเภทของกาแล็กซี
- 2) กาแล็กซีทางช้างเผือก
- 3) กาแล็กซีเพื่อนบ้าน

2. นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาร่วมกันอธิบาย นำเสนอในรูปของรายงาน และจัดทำป้ายนิเทศแสดงผลงานของกลุ่ม

บันทึกผลการสืบค้นข้อมูล

รายการบันทึกผลการสืบค้นข้อมูล

ควรรบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลในสมุด



ค้นหาคำตอบ

1. นักดาราศาสตร์จำแนกกาแล็กซีเป็นกี่ประเภท และใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก
2. กาแล็กซีประกอบด้วยอะไรบ้าง
3. กาแล็กซีเมฆเจลแลนเล็กและกาแล็กซีเมฆเจลแลนใหญ่จัดอยู่ในกาแล็กซีประเภทใด
4. กาแล็กซีใดมีความคล้ายคลึงกับกาแล็กซีทางช้างเผือก

ทบทวนความเข้าใจ

1. กาแล็กซีมีกำเนิดและวิวัฒนาการในลักษณะใด
2. กาแล็กซีประกอบด้วยอะไรบ้าง นักดาราศาสตร์จำแนกกาแล็กซีเป็นกี่ประเภท
3. เพราะเหตุใดเราจึงต้องศึกษากาแล็กซีเพื่อนบ้าน
4. นักเรียนคิดว่ากาแล็กซีเพื่อนบ้านและกาแล็กซีอื่น ๆ มีระบบดาวเหมือนกับระบบสุริยะหรือไม่ เพราะเหตุใด
5. ถ้ากาแล็กซีเป็นระบบของดาวแล้ว กาแล็กซีมีการเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ดาวฤกษ์

ดาวฤกษ์เป็นกลุ่มแก๊สที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงจนทำให้อะตอมของแก๊สแตกตัวเป็นไอออน เรียกแก๊สในสภาวะนี้ว่า พลาสมา (plasma) ดาวฤกษ์มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่แก่นของดาวฤกษ์จะเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ซึ่งเป็นปฏิกิริยาหลอมนิวเคลียสของธาตุไฮโดรเจนให้เป็นนิวเคลียสของธาตุฮีเลียม พร้อมทั้งให้พลังงานออกมา

สมบัติของดาวฤกษ์

1. ความส่องสว่างของดาวฤกษ์

ถ้านักเรียนสังเกตดูดาวบนท้องฟ้าในเวลากลางคืน จะเห็นว่าดาวแต่ละดวงมีความส่องสว่างไม่เท่ากัน บางดวงส่องสว่างมาก บางดวงส่องสว่างน้อย สิ่งใดที่ทำให้ดาวฤกษ์มีความส่องสว่างแตกต่างกัน ความส่องสว่างและอันดับความสว่างของดาวฤกษ์คืออะไร นักเรียนจะได้เรียนรู้ต่อไป

มนุษย์มองเห็นดาวฤกษ์มีความส่องสว่างแตกต่างกันเพราะเหตุใด

กิจกรรมที่ 5**สังเกต****ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่าง****จุดประสงค์ของกิจกรรม**

อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้าได้

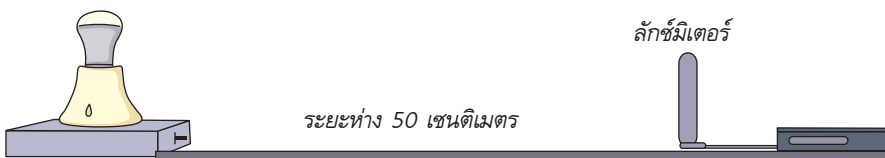
ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การสังเกต
2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา ปัจจัยใดที่มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า**ขั้นตอน**

1. วางหลอดไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า 120 วัตต์ ห่างจากลักซ์มิเตอร์ 50 เซนติเมตร และวางลักซ์มิเตอร์ให้ตั้งฉากกับพื้นและตรงกับตำแหน่งของหลอดไฟฟ้า ดังรูปที่ 1.12
2. เปิดสวิตช์หลอดไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า 120 วัตต์ (ปิดหลอดไฟฟ้าทุกหลอดในห้อง) อ่านค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าจากลักซ์มิเตอร์ และบันทึกผล
3. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่เปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า 70 วัตต์ อ่านค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าจากลักซ์มิเตอร์ และบันทึกผล
4. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนระยะห่างเป็น 100 และ 150 เซนติเมตร ตามลำดับ อ่านค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าจากลักซ์มิเตอร์ และบันทึกผล
5. เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน แต่ระยะห่างต่างกัน และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของหลอดไฟฟ้ากับระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับลักซ์มิเตอร์
6. เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้าที่มีระยะห่างเท่ากัน แต่กำลังไฟฟ้าต่างกัน และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของหลอดไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า
7. นำเสนอและอภิปรายผลหน้าห้องเรียน

หลอดไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า 120 วัตต์



รูปที่ 1.12 การจัดอุปกรณ์สังเกตปัจจัยที่มีผลต่อความสว่าง

บันทึกผลการสังเกต

กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า (วัตต์)	ระยะห่าง (เซนติเมตร)	ความสว่าง (ลักซ์)
ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด		

กราฟความสัมพันธ์



ค้นหาคำตอบ

1. ความสว่างของหลอดไฟฟ้าและลักซ์มิเตอร์เปรียบเทียบกับสิ่งใดในโลกและอวกาศ
2. หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน แต่ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับลักซ์มิเตอร์ต่างกัน หลอดไฟฟ้าจะมีความสว่างเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
3. หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าแตกต่างกัน แต่ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับลักซ์มิเตอร์เท่ากัน หลอดไฟฟ้าจะมีความสว่างเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
4. ปัจจัยใดบ้างส่งผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า

จากกิจกรรมที่ 5 พบว่า ความสว่างของหลอดไฟฟ้าขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า และระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับผู้สังเกต

ความส่องสว่าง (brightness) ของดาวฤกษ์ คือ พลังงานแสงที่ส่องจากดาวฤกษ์ไปตกกระทบบน 1 หน่วยพื้นที่ ในเวลา 1 หน่วยเวลา

เมื่อนักเรียนมองขึ้นไปบนท้องฟ้าจะเห็นดาวฤกษ์ดวงหนึ่งสว่างกว่าดาวฤกษ์อีกดวงหนึ่ง แต่ไม่ได้หมายความว่าดาวฤกษ์ดวงนั้นมีความส่องสว่างมากกว่า นักดาราศาสตร์จึงได้กำหนดค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกตเรียกว่า **โชติมาตร (magnitude)** หรืออันดับความสว่าง ซึ่งไม่มีหน่วย โดยดาวฤกษ์ที่มีความส่องสว่างมากจะมีค่าโชติมาตรน้อย ปัจจุบันค่าโชติมาตรมีทั้งค่าบวกและค่าลบ และสามารถใช้กับวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ ได้ เช่น ดาวเคราะห์และดวงจันทร์

โชติมาตรที่แสดงถึงความส่องสว่างของดาวที่สังเกตได้จากโลกเรียกว่า **โชติมาตรปรากฏ (apparent magnitude)** ดาวที่มีค่าโชติมาตรปรากฏน้อยจะมีความส่องสว่างบนท้องฟ้ามาก เช่น ดวงจันทร์เต็มดวงมีค่าโชติมาตรปรากฏ -12.5 และดาวศุกร์เมื่อสว่างที่สุดมีค่าโชติมาตรปรากฏ -4.0 ดังตารางที่ 1.1 แสดงว่าคนบนโลกสังเกตเห็นดวงจันทร์เต็มดวงมีความส่องสว่างมากกว่าดาวศุกร์เมื่อสว่างที่สุด

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างโชติมาตรปรากฏของวัตถุท้องฟ้า

ตัวอย่างวัตถุท้องฟ้า	โชติมาตรปรากฏ
ดวงอาทิตย์	-26.5
ดวงจันทร์เต็มดวง	-12.5
ดาวศุกร์เมื่อสว่างที่สุด	-4.0
ดาวพฤหัสบดี ดาวอังคารเมื่อสว่างที่สุด	-3.0
ดาวซีริอัส	-1.4
ดาวโพรารัส	2.0
ดาวยูเรนัส	5.5
ดาวเนปจูน	7.8
วัตถุท้องฟ้าที่มีโชติมาตรปรากฏน้อยที่สุด เมื่อมองด้วยกล้องส่องทางไกล	10.0
ดาวพลูโต	15.0
วัตถุท้องฟ้าที่มีโชติมาตรปรากฏน้อยที่สุด เมื่อมองด้วยกล้องดูดาวขนาดใหญ่	24.0
วัตถุท้องฟ้าที่มีโชติมาตรปรากฏน้อยที่สุด เมื่อมองด้วยกล้องฮับเบิล	29.0

ที่มา: Fix, John D, **Astronomy Journey to the Cosmic Frontier**, (New York: McGraw-Hill, 2004)

ฮิปปาร์คัส (Hipparchus) นักดาราศาสตร์ชาวกรีกได้ทำการเปรียบเทียบความส่องสว่างปรากฏ (apparent brightness) ของดาวฤกษ์ด้วยตาเปล่า โดยแบ่งตามโชติมาตรปรากฏเป็น 6 อันดับ ดาวฤกษ์ที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดจะมีโชติมาตรปรากฏเท่ากับ 1 และดาวฤกษ์ที่มีความส่องสว่างมากที่สุดจะมีโชติมาตรปรากฏเท่ากับ 6 ทำให้ดาวฤกษ์มีโชติมาตรปรากฏต่างกันเท่ากับ 5 จะมีความส่องสว่างต่างกัน 100 เท่า ดังนั้นถ้าดาวฤกษ์มีโชติมาตรปรากฏต่างกันเท่ากับ 1 จะมีความส่องสว่างต่างกันเท่ากับ 2.512 เท่า สามารถเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ ดังนี้

$$\frac{b_1}{b_2} = (2.512)^{m_2 - m_1}$$

เมื่อ b_1 คือ ความส่องสว่างปรากฏของดาวฤกษ์ดวงที่ 1

b_2 คือ ความส่องสว่างปรากฏของดาวฤกษ์ดวงที่ 2

m_1 คือ โชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์ดวงที่ 1

m_2 คือ โชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์ดวงที่ 2

อย่างไรก็ตาม ความส่องสว่างของดาวฤกษ์ที่เรามองเห็นจากโลกนั้น ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับการส่องสว่างของดาวฤกษ์ได้ เพราะความส่องสว่างของดาวฤกษ์ที่เรามองเห็นจากโลกขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างดาวฤกษ์กับโลกของเราด้วย ดังนั้นถ้าดาวฤกษ์ที่เรามองเห็นอยู่ห่างจากโลกไม่เท่ากัน ดาวฤกษ์ที่เรามองดูด้วยตาเปล่าริบหรี่ที่สุด แท้ที่จริงแล้วอาจจะเป็นดาวฤกษ์ที่ส่องสว่างที่สุดก็ได้ ดังนั้นนักดาราศาสตร์จึงได้กำหนด **โชติมาตรสัมบูรณ์** (absolute magnitude) โดยโชติมาตรสัมบูรณ์จะเป็นค่าเดียวกันกับโชติมาตรปรากฏเมื่อดาวฤกษ์อยู่ห่างจากโลกหรือจุดที่สังเกตเท่ากับ 10 พาร์เซก หรือ 32.6 ปีแสง ทำให้โชติมาตรสัมบูรณ์สะท้อนถึงความส่องสว่างที่แท้จริงของดาวฤกษ์ เนื่องจากเสมือนว่าดาวฤกษ์อยู่ห่างจากผู้สังเกตเท่า ๆ กัน

ศัพท์ที่ควรรู้

โชติมาตรสัมบูรณ์

ตัวอย่างระยะห่างจากโลก โชติมาตรปรากฏ และโชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์ แสดงได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ความสัมพันธ์ของระยะห่างจากโลก โชติมาตรปรากฏ และโชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์

ตัวอย่างดาวฤกษ์	ระยะห่างจากโลก (ปีแสง)	โชติมาตร ปรากฏ	โชติมาตร สัมบูรณ์
ดวงอาทิตย์ (Sun)	8 นาทีแสง	-26.72	4.2
ดาวเวกา (Vega)	25	0.03	0.6
ดาวดวงแก้ว (Arcturus)	34	-0.04	-0.2
ดาวคาเพลลา (Capella)	41	0.08	0.4
ดาวรวงข้าว (Spica)	220	0.98	-3.2
ดาวคาโนปัส (Canopus)	310	-0.6	-5.4
ดาวฮาตาร์ (Hadar)	320	0.61	-4.4
ดาวเอครักซ์ (Acrux)	510	0.76	-4.6
ดาวอะดารา (Adhara)	570	1.50	-4.8
ดาวหางหงส์ (Deneb)	1,500	1.25	-7.2

ฝึกเพิ่มคุณทักษะ

จากตารางที่ 1.2 ดาวฤกษ์ดวงใดมีความส่องสว่างมากที่สุด

2. สี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์

ถ้าสังเกตดาวฤกษ์บนท้องฟ้าจะพบว่า ดาวฤกษ์แต่ละดวงมีสีแตกต่างกัน บางดวงสีแดง บางดวงสีน้ำเงิน และบางดวงสีเหลือง ความแตกต่างของสีทำให้เราทราบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวกับสีของดาวฤกษ์ ถ้าดาวฤกษ์ที่มีสีน้ำเงินจะมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าดาวฤกษ์ที่มีสีแดง การจำแนกดาวฤกษ์ด้วยสเปกตรัมของแสง นักดาราศาสตร์ได้ทำการศึกษามาเป็นระยะเวลานาน ปัจจุบันมีการจำแนกดาวฤกษ์ที่ใช้สเปกตรัมของแสงจัดเป็นชนิด O, B, A, F, G, K และ M โดยชนิด O เป็นดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิผิวสูงหรือร้อนมาก และชนิด M เป็นดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิผิวต่ำหรือเย็นมาก ความสัมพันธ์ของชนิดสเปกตรัม สี และอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์แสดงได้ดังนี้

ชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์

O	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีน้ำเงิน ● อุณหภูมิผิวมากกว่า 30,000 เคลวิน ● เช่น ดาวมินตาเกะในกลุ่มดาวนายพราน
B	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีน้ำเงินแกมขาว ● อุณหภูมิผิวประมาณ 10,000–30,000 เคลวิน ● เช่น ดาวหัวใจสิงห์ในกลุ่มดาวสิงโต
A	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีขาว ● อุณหภูมิผิวประมาณ 7,500–10,000 เคลวิน ● เช่น ดาวหางหงส์ในกลุ่มดาวหงส์
F	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีขาวแกมเหลือง ● อุณหภูมิผิวประมาณ 6,000–7,500 เคลวิน ● เช่น ดาวคาโนปัสในกลุ่มดาวกระดูกงูเรือ
G	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีเหลือง ● อุณหภูมิผิวประมาณ 4,900–6,000 เคลวิน ● เช่น ดวงอาทิตย์
K	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีส้ม ● อุณหภูมิผิวประมาณ 3,500–4,900 เคลวิน ● เช่น ดาวดวงแก้วในกลุ่มดาวคนเลี้ยงสัตว์
M	สมบัติของดาวฤกษ์ คือ	● สีแดง ● อุณหภูมิผิวประมาณ 2,500–3,500 เคลวิน ● เช่น ดาวคาเพลลาในกลุ่มดาวสารถี

นักดาราศาสตร์ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ และแถบแสงของพลังงานการแผ่รังสีเป็นพื้นฐานในการจัดประเภทของดาวฤกษ์

อุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ส่งผลต่อสีของดาวฤกษ์อย่างไร

กิจกรรมที่ 6



สืบค้นข้อมูล

สีของดาวฤกษ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สืบค้นและอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างสีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ลักษณะใด

ขั้นตอน

1. สืบค้นและรวบรวมข้อมูลในหัวข้อ “สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์” และศึกษาข้อมูลจากแผนที่ดาว
2. เลือกกลุ่มดาวที่จะสังเกตจากแผนที่ดาว ตัวอย่างเช่น ถ้าสังเกตในฤดูหนาวให้เลือกกลุ่มดาวนายพราน
3. สังเกตสีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ในกลุ่มดาวที่เลือกไว้บนท้องฟ้า พร้อมทั้งดูแผนที่ดาวประกอบ (ควรใช้ไฟฉายที่หุ้มด้วยกระดาษแก้วสีแดงส่องแผนที่ดาวเพื่อไม่ให้แสงสีขาวรบกวนดวงตา)
4. ร่วมกันอภิปราย ลงข้อสรุป และนำเสนอผลการอภิปรายและข้อสรุปของกลุ่มหน้าห้องเรียน



บันทึกคำตอบ

1. สีของดาวฤกษ์จากการสืบค้นและการสังเกตบนท้องฟ้าเหมือนกันหรือไม่
2. อุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์แต่ละดวงเหมือนกันหรือไม่ เพราะอะไร
3. สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด

○ กำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

ดาวฤกษ์กำเนิดมาจากการยุบตัวของ **เนบิวลา (nebula)** โดยเนบิวลาเป็นสสารที่เหลือหลังบิกแบงหรือสสารที่เหลือจากการระเบิดของดาวฤกษ์ ภายในเนบิวลาประกอบด้วยกลุ่มแก๊สที่กระจายตัวอย่างไม่สม่ำเสมอ เนบิวลามีกิ่งเนบิวลาสว่าง เช่น เนบิวลานายพราน ดังรูปที่ 1.13 (ก) และเนบิวลาในกระจุกดาวลูกไก่ ดังรูปที่ 1.13 (ข) และเนบิวลามืด เช่น เนบิวลาหัวปีอเมริกาเหนือ ดังรูปที่ 1.13 (ค) และเนบิวลาดาวเคราะห์ เฮลิคซ์ ดังรูปที่ 1.13 (ง)

ศัพท์ที่ควรรู้

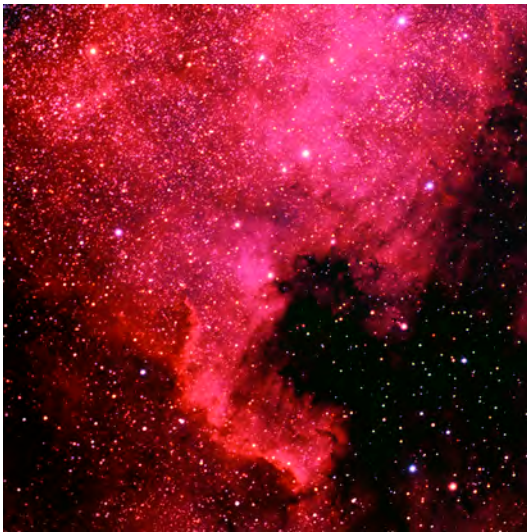
เนบิวลา



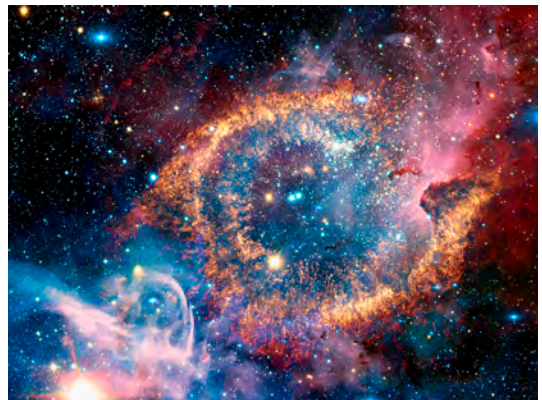
(ก)



(ข)



(ค)

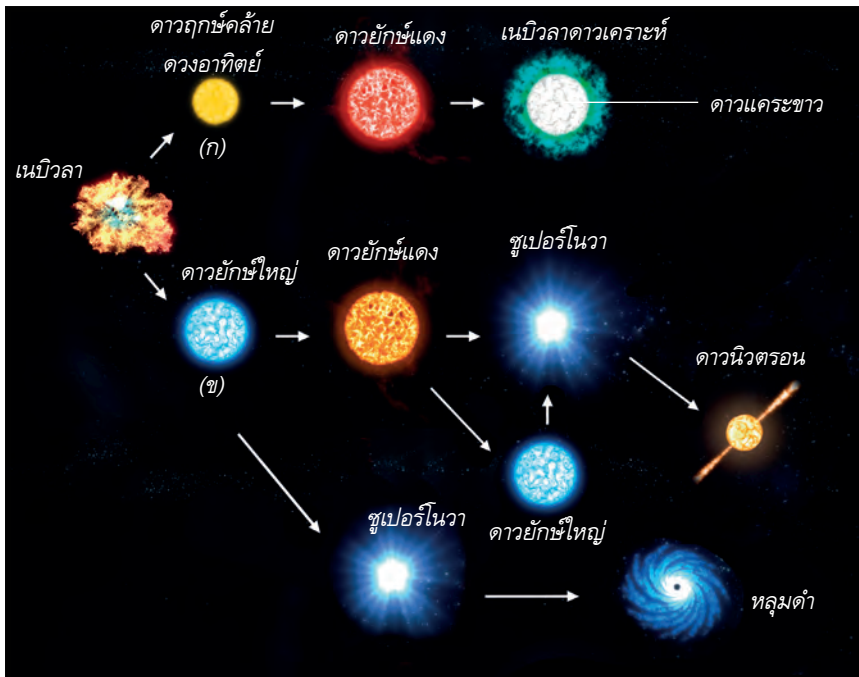


(ง)

รูปที่ 1.13 ตัวอย่างเนบิวลา

ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

แม้ดาวฤกษ์ทุกดวงจะกำเนิดมาจากเนบิวลาเหมือนกัน แต่วาระสุดท้ายของดาวฤกษ์จะแปรเปลี่ยนไปเป็นสิ่งที่ใดนั้น ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิดนั้น ๆ ว่ามากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ โดยใช้มวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิดเป็นแกนตั้ง ดังรูปที่ 1.14



(ก) วิวัฒนาการของดาวฤกษ์มวลน้อย

(ข) วิวัฒนาการของดาวฤกษ์มวลมาก

รูปที่ 1.14 วิวัฒนาการของดาวฤกษ์

จากรูป สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) บางส่วนของเนบิวลาเกิดการยุบตัวลงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของเนบิวลาเอง การยุบตัวของเนบิวลาทำให้โมเลกุลของแก๊สมีความดันสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้เกิดบริเวณแก่นมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามไปด้วย การยุบตัวของเนบิวลาที่ยังคงดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ จนเข้าสู่สภาวะที่เกิดความสมดุลระหว่างแรงโน้มถ่วงกับแรงดันของแก๊สร้อนจะเกิดเป็นดาวฤกษ์ที่สมบูรณ์ขึ้น

2) ดาวฤกษ์จะมีวิวัฒนาการต่อไปเรื่อย ๆ โดยพลังงานของดาวฤกษ์นั้นมาจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์บริเวณแก่นของดาวฤกษ์ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโปรตอนหรือนิวเคลียสของธาตุไฮโดรเจน 4 นิวเคลียส หลอมไปเป็นนิวเคลียสของธาตุฮีเลียม 1 นิวเคลียส ทำให้มวลหายไปบางส่วน ซึ่งมวลที่หายไปนี้จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานมหาศาลเป็นไปตามทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ ดาวฤกษ์นี้ เรียกว่า ดาวฤกษ์ในแถบกระบวนหลัก

3) จากนั้นดาวฤกษ์ก็จะมีวิวัฒนาการต่อไปเรื่อย ๆ จนดำเนินไปสู่วาระสุดท้าย ซึ่งดาวฤกษ์จะเปลี่ยนไปเป็นอะไรนั้นขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด ดังนี้

(1) ดาวฤกษ์มวลน้อยเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลตั้งต้นตั้งแต่ 0.08 ถึงน้อยกว่า 9 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ เช่น ดวงอาทิตย์ จะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อย จึงทำให้มีช่วงชีวิตดาวฤกษ์ยาว เมื่อใช้ไฮโดรเจนที่เป็นเชื้อเพลิงบริเวณแก่นหมดลง บริเวณแก่นของดาวฤกษ์จะยุบตัว ทำให้เกิดการเผาผลาญฮีเลียม ดาวฤกษ์จะมีขนาดใหญ่ขึ้น กลายเป็นดาวฤกษ์แดง (red giant) และเมื่อ

ฮีเลียมที่เป็นเชื้อเพลิงหมดลง ดาวฤกษ์จะยุบตัวอีกครั้งกลายเป็นดาวแคระขาวโดยไม่มีการระเบิดส่วนอื่น ๆ ที่อยู่รอบแก่นกระจายออกสู่อวกาศเกิดเป็นเนบิวลาดาวเคราะห์

(2) ดาวฤกษ์มวลมากเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลตั้งต้นตั้งแต่ 9 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ขึ้นไป เรียกว่า ดาวยักษ์ใหญ่ (super giant star) จะมีความส่องสว่างมากจึงใช้เชื้อเพลิงสูง ทำให้มีช่วงชีวิตสั้นและจบชีวิตลงด้วยการระเบิดอย่างรุนแรง หรือซูเปอร์โนวา (supernova) การระเบิดอย่างรุนแรงนี้ทำให้อุณหภูมิสูงมาก เกิดกระบวนการสังเคราะห์ธาตุที่หนักกว่าธาตุเหล็ก เช่น ทองคำและยูเรเนียม ส่วนแก่นของดาวยักษ์ใหญ่จะยุบตัวลงกลายเป็นดาวนิวตรอน หรือ **หลุมดำ (black hole)** ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้น

ศัพท์ที่ควรรู้

หลุมดำ

เนื่องจากดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด นักดาราศาสตร์จึงศึกษาดวงอาทิตย์มากกว่าดาวฤกษ์ดวงอื่น ๆ ดวงอาทิตย์เกิดจากการยุบตัวของเนบิวลาสุริยะ ทำให้อุณหภูมิบริเวณแก่นสูงกว่าขอบนอก เกิดเป็นดวงอาทิตย์ก่อนเกิด แรงแม่เหล็กจะทำให้เนบิวลายุบตัวลงเรื่อย ๆ ทำให้ความดันสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนเมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นเป็น 10–15 ล้านเคลวิน จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ที่แก่นขึ้น และเมื่อเกิดความสมดุลระหว่างแรงแม่เหล็กกับแรงดันของแก๊สที่ร้อนจัด จะทำให้อุณหภูมิที่แก่นเกิดกลายเป็นดวงอาทิตย์ที่สมบูรณ์ ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ และเมื่อธาตุไฮโดรเจนที่เป็นเชื้อเพลิงเหลือน้อย ดวงอาทิตย์จะมีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่าเดิมถึง 100 เท่า กลายเป็นดาวยักษ์แดง ในช่วงนี้ดวงอาทิตย์จะปลดปล่อยพลังงานออกมาสูงมาก ทำให้ช่วงชีวิตของดวงอาทิตย์ในสภาพดาวยักษ์แดงสั้น โดยในช่วงท้ายที่แก่นของดวงอาทิตย์จะไม่เกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เพราะอุณหภูมิที่แก่นสูงไม่มากพอ ทำให้แรงดันลดลง และในที่สุดที่แก่นของดาวยักษ์แดงจะยุบตัวลงเป็นดาวแคระขาว และบริเวณขอบนอกแก่นที่ไม่ได้ยุบตัวตามไปด้วยจะกลายเป็นเนบิวลาดาวเคราะห์กระจายออกไปสู่อวกาศ ดาวแคระขาวนี้จะส่องสว่างไปอีกนานเทียบเท่าอายุเอกภพ ดังรูปที่ 1.15



รูปที่ 1.15 วิวัฒนาการของดวงอาทิตย์

ที่มา: <https://www.sciencelearn.org.nz/images/1993-life-cycle-of-the-sun>

ดาวยักษ์แดงเกิดจากสาเหตุใด และจะส่งผลต่อโลกอย่างไร

กิจกรรมที่ 7**สืบค้นข้อมูล****ดาวักษ์แดง****จุดประสงค์ของกิจกรรม**

อธิบายวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา เมื่อดวงอาทิตย์วิวัฒนาการเป็นดาวักษ์แดงจะส่งผลกระทบต่อโลกของเราในลักษณะใด

ขั้นตอน

1. สืบค้นและรวบรวมข้อมูลในหัวข้อ “ดาวักษ์แดง”
2. นำข้อมูลที่สืบค้นได้จากข้อ 1 มาเขียนเป็นผังมโนทัศน์ (concept map)
3. ร่วมกันอภิปราย ลงข้อสรุป และนำเสนอผลการอภิปรายและข้อสรุปของกลุ่มหน้าห้องเรียน

บันทึกผลสืบค้นข้อมูล**รายการบันทึกผลการสืบค้นข้อมูล**

ควรบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลในสมุด

**ค้นหาคำตอบ**

1. ดาวักษ์แดงคืออะไร
2. ขณะที่ดวงอาทิตย์กลายเป็นดาวักษ์แดงจะมีอุณหภูมิผิวประมาณเท่าใด
3. ขณะที่ดวงอาทิตย์กลายเป็นดาวักษ์แดง สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่บนโลกได้หรือไม่ เพราะอะไร
4. เพราะอะไรนักดาราศาสตร์จึงศึกษาเกี่ยวกับดวงอาทิตย์มากกว่าดาวฤกษ์ดวงอื่น

ทบทวนความเข้าใจ

1. นักดาราศาสตร์แบ่งชนิดของดาวฤกษ์โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์
2. เพราะเหตุใดเราจึงมองเห็นดาวฤกษ์มีสีต่าง ๆ
3. ความส่องสว่างและโชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
4. ทำไมนักดาราศาสตร์จึงต้องการทราบระยะทางระหว่างดาวฤกษ์ต่าง ๆ กับโลก
5. เนบิวลาคืออะไร และเกี่ยวข้องกับดาวฤกษ์ในเรื่องใดบ้าง



ระบบสุริยะ

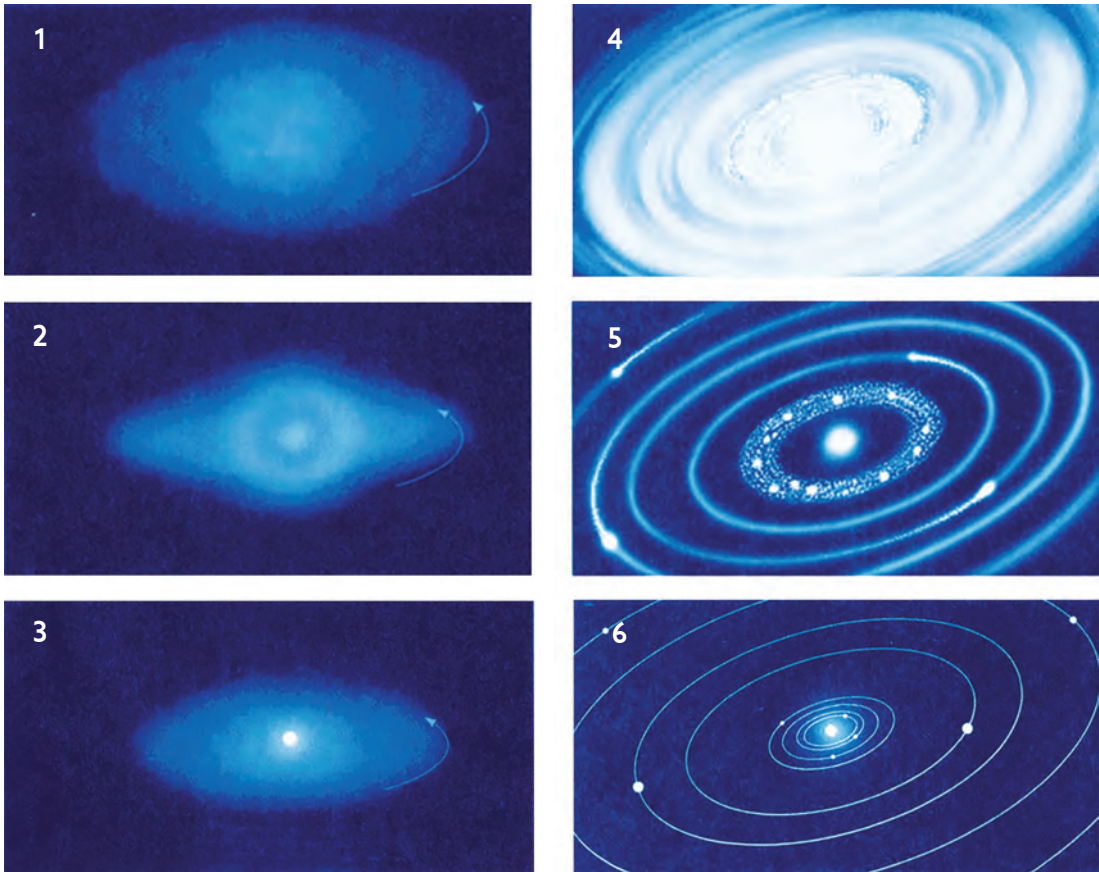
นับตั้งแต่มนุษย์อุบัติขึ้นบนโลก มนุษย์ได้เฝ้าสังเกตวัตถุท้องฟ้ามาเป็นเวลานาน และมีข้อสงสัยเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ขึ้น เขาเหล่านั้นได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของดาวเคราะห์ต่าง ๆ พร้อมทั้งดวงจันทร์ที่เป็นบริวารด้วย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และดาวตก รวมทั้งวงโคจรของดาวต่าง ๆ รอบดวงอาทิตย์ ซึ่งวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนประกอบกันขึ้นเป็นระบบสุริยะ

ระบบสุริยะก่อรูปขึ้นมาอย่างมีระบบแบบแผนหรือมารวมตัวกันโดยบังเอิญ เพราะเหตุใดระบบสุริยะจึงประกอบด้วยวัตถุท้องฟ้าที่เป็นหิน เหล็ก น้ำแข็ง และแก๊ส คำถามเหล่านี้เป็นข้อสงสัยของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตที่ผ่านมา และเมื่อไม่กี่ทศวรรษหลังจากได้มีการประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์และสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นโดยใช้กฎเกณฑ์ของวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ทำให้ได้ตอบปัญหาที่สงสัยในอดีตโดยอ้างอิงข้อมูลใหม่ ๆ มากมายที่ได้ศึกษาจากวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ใกล้ ๆ กับโลก



กำเนิดระบบสุริยะ

ข้อค้นพบเกี่ยวกับกำเนิดของระบบสุริยะได้มาจากการศึกษาร่องรอยของวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ ได้แก่ ซากเศษชิ้นส่วนของดาวเคราะห์น้อย ดาวตก และดาวหาง เนื่องจากมีความเชื่อว่าเศษชิ้นส่วนบางชิ้นยังคงสภาพเดิมตั้งแต่ระบบสุริยะเริ่มก่อรูปขึ้นมา รวมทั้งร่องรอยอื่น ๆ ของต้นกำเนิดระบบสุริยะได้มาจากดาวที่อยู่ห่างไกลด้วยทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะที่ได้รับการยอมรับ มีแนวคิดมาจากการค้นคว้าของอิมมานูเอล คานท์ (Immanuel Kant) นักปรัชญาที่มีชื่อเสียงชาวเยอรมัน และปิแยร์ ซิมง เดอ ลาปลาซ (Pierre Simon de Laplace) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส โดยทั้งสองต่างคนต่างศึกษาและนำเสนอทฤษฎีที่สอดคล้องกัน ปัจจุบันเรียกว่า **สมมุติฐานเมฆสุริยะ (solar nebula hypothesis)** โดยทฤษฎีนี้กล่าวว่า ระบบสุริยะถือกำเนิดมาจากการหมุนของกลุ่มแก๊สและฝุ่นที่รวมตัวกันในลักษณะแบนราบคล้ายแผ่นดิสก์หรือจาน โดยที่บริเวณรอบนอกของแผ่นดิสก์ก่อรูปเป็นดาวเคราะห์ต่าง ๆ และบริเวณศูนย์กลางของแผ่นดิสก์ก่อรูปเป็นดวงอาทิตย์ การก่อรูปของระบบสุริยะแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 การก่อรูปกำเนิดเป็นระบบสุริยะ

จากรูปที่ 1.16 สามารถอธิบายการเกิดระบบสุริยะได้ดังนี้

1. กลุ่มแก๊สและฝุ่นในเนบิวลาสุริยะเกิดการหมุนตัวอย่างช้า ๆ เนื่องจากสนามโน้มถ่วงของตัวเอง
2. มวลส่วนใหญ่ของเนบิวลาสุริยะประมาณร้อยละ 99.8 รวมตัวกันเป็นดวงอาทิตย์ก่อนเกิด (protosun) ส่วนกลุ่มแก๊สและฝุ่นที่เหลือจะรวมตัวในลักษณะคล้ายแผ่นดิสก์หรือจาน และหมุนรอบดวงอาทิตย์ก่อนเกิด
3. ดวงอาทิตย์ก่อนเกิดวิวัฒนาการกลายเป็นดวงอาทิตย์
4. แผ่นดิสก์หรือจานที่หมุนรอบดวงอาทิตย์จะมีทั้งสสารที่มีจุดหลอมเหลวสูงและจุดหลอมเหลวต่ำ โดยสสารที่มีจุดหลอมเหลวต่ำจะถูกผลักจากบริเวณชั้นในออกไปไกลจากดวงอาทิตย์
5. กลุ่มแก๊สและฝุ่นที่เหลือจากการก่อรูปเป็นดวงอาทิตย์จะก่อรูปเป็นดาวเคราะห์ ส่วนสสารอื่น ๆ ที่ไม่ได้ก่อรูปเป็นดาวเคราะห์จะกลายเป็นแถบดาวเคราะห์น้อยและเขตดาวหาง
6. ระบบสุริยะก่อกำเนิดขึ้นโดยมีลักษณะดังที่พบเห็นในปัจจุบันนี้

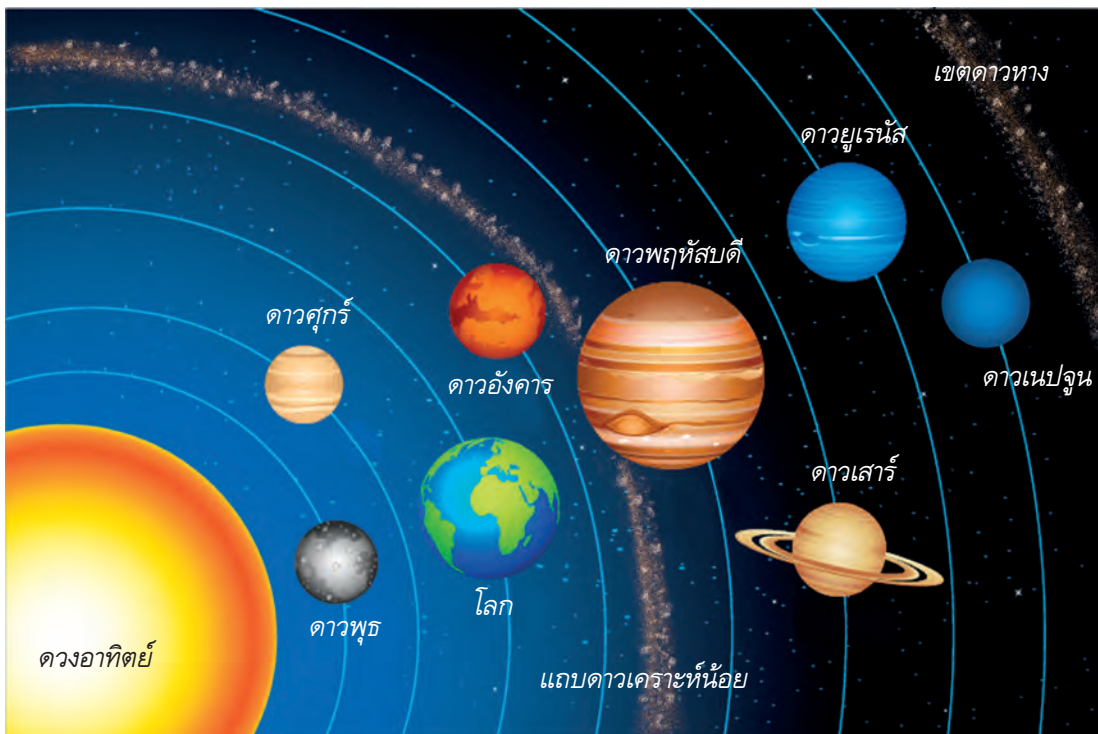
ระบบสุริยะถือกำเนิดมาในเอกภพประมาณ 4.6 พันล้านปี ระยะเวลาดังกล่าวนี้อยู่บนพื้นฐานการคิดของนักดาราศาสตร์ซึ่งทำการค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ และได้ข้อสรุปเป็นเหตุผลดังนี้

1) ระบบสุริยะมีลักษณะแบนราบ โดยมีดาวเคราะห์โคจรรอบอยู่ในทิศทางเดียวกัน

2) ดาวเคราะห์มี 2 ประเภท คือ ดาวเคราะห์ชั้นใน ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร และดาวเคราะห์ชั้นนอก ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน โดยดาวเคราะห์ชั้นในซึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหินเป็นส่วนใหญ่ แต่ดาวเคราะห์ชั้นนอกซึ่งอยู่ไกลดวงอาทิตย์มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยแก๊สและของเหลวเป็นส่วนใหญ่

3) วัตถุท้องฟ้าในระบบสุริยะทั้งหลายมีอายุน้อยกว่า 4.6 พันล้านปี

นักดาราศาสตร์ได้แบ่งเขตพื้นที่รอบดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและสัดส่วนของธาตุที่เป็นส่วนประกอบออกเป็น 4 เขต ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร) แถบดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก (ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) และเขตดาวหาง ดังรูปที่ 1.17



ดาวเคราะห์ชั้นใน

ดาวเคราะห์ชั้นนอก

รูปที่ 1.17 เขตพื้นที่รอบดวงอาทิตย์

กระบวนการกำเนิดระบบสุริยะเป็นอย่างไร

กิจกรรมที่ 8**สืบค้นข้อมูล****กำหนดระบบสุริยะ****จุดประสงค์ของกิจกรรม**

อธิบายกระบวนการกำหนดระบบสุริยะได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา การกำหนดระบบสุริยะเกิดขึ้นได้อย่างไร**ขั้นตอน**

1. สืบค้นข้อมูลของระบบสุริยะเกี่ยวกับการกำหนดระบบสุริยะ
2. นำข้อมูลที่สืบค้นได้จากข้อ 1 มาเขียนผังมโนทัศน์ (concept map)
3. ร่วมกันอภิปราย ลงข้อสรุปและนำเสนอผลการอภิปรายและข้อสรุปของกลุ่มหน้าห้องเรียน

บันทึกผลการสืบค้นข้อมูล**รายการบันทึกผลการสืบค้นข้อมูล**

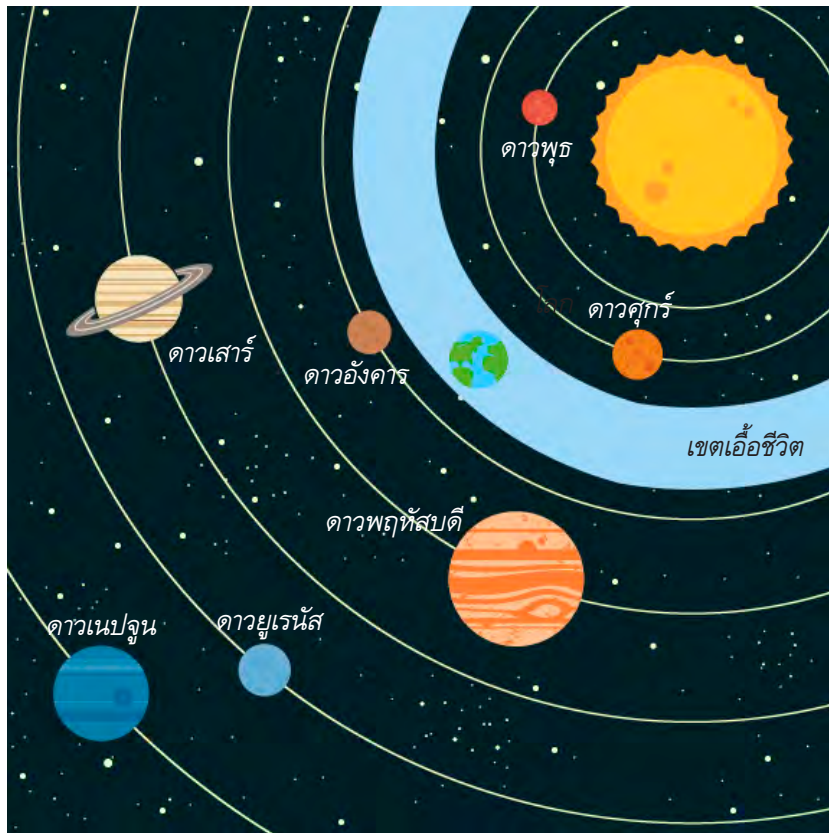
ควรบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลในสมุด

**ค้นหาคำตอบ**

1. ระบบสุริยะกำเนิดได้อย่างไร
2. ดวงอาทิตย์และบริวารกำเนิดมาจากแหล่งกำเนิดใด
3. ดาวเคราะห์ชั้นในและดาวเคราะห์ชั้นนอกมีโครงสร้างอย่างไร

ในกาแล็กซีมีดาวฤกษ์ประมาณ 200,000 ล้านดวง ทำให้นักดาราศาสตร์พยายามศึกษา ดาวเคราะห์ต่าง ๆ ทั้งในระบบสุริยะและนอกระบบสุริยะเพื่อหาดาวเคราะห์ที่สามารถมีสิ่งมีชีวิต อาศัยอยู่ได้ ปัจจุบันนักดาราศาสตร์ตรวจพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะแล้วประมาณ 4,000 ดวง เช่น การค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะชื่อ K2-18b เป็นดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่อยู่ห่างจากโลก 110 ปีแสง มีน้ำและอยู่ในเขตเอื้อชีวิต (**habitable zone**) ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ห่างจากดาวฤกษ์ในระยะทางที่เหมาะสมจึงทำให้น้ำมีสถานะของเหลว

โลกอยู่ในเขตเอื้อชีวิต เนื่องจากมีน้ำอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มีชั้นบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต อีกทั้งยังอยู่ห่างจากแหล่งพลังงานสำคัญอย่างดวงอาทิตย์ ในระยะที่เหมาะสม ดังรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 โลกเป็นตัวอย่างของดาวเคราะห์ที่อาศัยในเขตเอื้อชีวิต

🌞 ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ ที่มีรูปร่างเป็นทรงกลมขนาดมหึมา ประกอบด้วยกลุ่มแก๊สร้อนและมีอุณหภูมิสูงเป็นอย่างมาก พลังงานความร้อนของดวงอาทิตย์เกิดจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ที่อยู่ภายในแก่นของดวงอาทิตย์ และแผ่รังสีไปรอบ ๆ บริเวณที่เรียกว่า ระบบสุริยะ มวลของดวงอาทิตย์ส่งแรงกระทำต่อดาวเคราะห์ต่าง ๆ รวมทั้งวัตถุท้องฟ้าที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนประมาณร้อยละ 71 แก๊สฮีเลียมประมาณร้อยละ 27 และอื่น ๆ ร้อยละ 1 เป็นคาร์บอน เหล็ก และยูเรเนียม นักวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกส่วนประกอบเหล่านี้ได้จากสเปกตรัมของแสงที่ดวงอาทิตย์แผ่รังสีออกมา

โครงสร้างของดวงอาทิตย์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. โครงสร้างภายใน ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรูปที่ 1.19

1) แก่น (core) เป็นโครงสร้างชั้นในสุดของดวงอาทิตย์ มีความหนาแน่นสูง และมีอุณหภูมิสูงประมาณ 15 ล้านเคลวิน ซึ่งอุณหภูมิที่สูงนี้ทำให้เกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์เป็นแหล่งพลังงานของดวงอาทิตย์

2. พายุสุริยะ เมื่อลมสุริยะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่า 1,000 กิโลเมตร/วินาที เกิดขึ้นในช่วงดวงอาทิตย์เกิดการลุกจ้า และอาจมีการพ่นก้อนมวลโคโรนา (Coronal Mass Ejection–CME) ด้วย ทำให้อนุภาคที่มีประจุซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรตอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เรียกว่า พายุสุริยะ (solar storm) เมื่อพายุสุริยะมาถึงโลกจะรบกวนสนามแม่เหล็กโลก ส่งผลต่อระบบโทรคมนาคมและระบบการส่งกระแสไฟฟ้า

ดวงอาทิตย์ทำให้โลกเปลี่ยนแปลงอย่างไร

กิจกรรมที่ 9



สืบค้นข้อมูล

อิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลกได้

ทักษะเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา ดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อโลกในลักษณะใด

ขั้นตอน

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลกในประเด็นต่อไปนี้
 - 1) ลักษณะทางกายภาพของดวงอาทิตย์
 - 2) ผลกระทบของพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก
2. นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาอภิปรายร่วมกัน นำเสนอในรูปของรายงาน และจัดทำป้ายนิเทศแสดงผลงานของกลุ่ม



ค้นหาคำตอบ

1. การที่กล่าวว่า “ดวงอาทิตย์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมวลบนโลก” นักเรียนคิดว่าเนื่องมาจากเหตุผลใด
2. ถ้าสามารถควบคุมอุณหภูมิบนโลกไม่ให้สูงกว่าปกติได้ จะเกิดผลอะไรต่อโลก
3. นักเรียนคิดว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งผลกระทบต่อโลกลักษณะใด

บททวนความเข้าใจ

1. มวลส่วนใหญ่ของระบบสุริยะประกอบด้วยอะไร
2. โลกถูกจัดว่าเป็นดาวเคราะห์หินเพราะอะไร
3. ดาวเคราะห์แก๊สได้แก่ดาวเคราะห์ดวงใด
4. พายุสุริยะหมายถึงอะไร และมีผลกระทบต่อโลกอย่างไร

**เทคโนโลยีอวกาศ**

เทคโนโลยีอวกาศ หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกโลก และภายในโลกของเรา ปัจจุบันเทคโนโลยีอวกาศมีความเจริญก้าวหน้าอย่างมาก เป็นเพราะมนุษย์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ เพื่อสำรวจอวกาศ เช่น กล้องโทรทรรศน์ ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และดาวเทียม เทคโนโลยีอวกาศเหล่านี้ล้วนสร้างความรู้และประโยชน์มากมายให้กับมนุษย์ เทคโนโลยีอวกาศมีอะไรบ้างและมีประโยชน์อย่างไร นักเรียนจะได้เรียนรู้ในหัวข้อต่อไป

**เทคโนโลยีอวกาศในการสำรวจอวกาศ**

การสำรวจอวกาศจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีอวกาศหลายอย่างในการสำรวจ เช่น กล้องโทรทรรศน์ สถานีอวกาศ และดาวเทียม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีอวกาศที่ทำให้มนุษย์สามารถมองเห็นท้องฟ้าได้ชัดเจนกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่า คือ กล้องโทรทรรศน์ (telescope)

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้า

การสังเกตวัตถุท้องฟ้าสามารถสังเกตได้จากกล้องโทรทรรศน์ที่สังเกตบนพื้นโลกและกล้องโทรทรรศน์ที่ถูกส่งไปโคจรเหนือชั้นบรรยากาศโลก การเลือกใช้กล้องโทรทรรศน์ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับช่วงคลื่นของวัตถุท้องฟ้าที่จะศึกษา

1. กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นแสงที่มองเห็น เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ตรวจจับและรวบรวมปริมาณของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแสงที่มองเห็น (visible light) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 400–700 นาโนเมตร ใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้า เช่น ดวงจันทร์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ และเนบิวลา กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นแสงที่มองเห็นแบ่งเป็น 2 ประเภทตามหลักการรวมแสง คือ กล้องโทรทรรศน์ประเภทหักเหแสง (refracting telescope) และกล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสง (reflecting telescope)

1) กล้องโทรทรรศน์ประเภทหักเหแสง เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์นูนเป็นส่วนรับแสง ถ้าเป็นกล้องดาราศาสตร์จะมีส่วนประกอบเป็นเลนส์นูน 2 อัน คือ เลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัสยาว อยู่ปลายสุดของกล้องด้านใกล้วัตถุที่จะมอง ส่วนเลนส์ใกล้ตา

บันทึกผลการสังเกต

รายการบันทึกผลการสังเกต

ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด



ค้นหาคำตอบ

1. ถ้าต้องการมองวัตถุที่อยู่นอกหน้าต่างให้ชัดเจนและมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่ามองด้วยตาเปล่า เลนส์ที่อยู่ใกล้ตาควรจะมีควมยาวโฟกัสสั้นหรือยาวกว่าควมยาวโฟกัสของเลนส์ที่อยู่ใกล้วัตถุ
2. ภาพที่เกิดจากเลนส์ที่อยู่ใกล้วัตถุเป็นภาพลักษณะใด
3. ภาพจากกล้องโทรทรรศน์มีลักษณะใด เพราะเหตุใด

2. กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นวิทยุ เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้บันทึกและวัดสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นวิทยุและไมโครเวฟที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ถึง 20 เมตร กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นวิทยุสามารถตรวจจับวัตถุท้องฟ้า เช่น ชูเปอร์โนวา กาแล็กซี และหลุมดำ เช่น กล้องโทรทรรศน์เอฟเฟลส์เบิร์ก (Effelsberg space telescope) ดังรูปที่ 1.24



รูปที่ 1.24 กล้องโทรทรรศน์เอฟเฟลส์เบิร์ก
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

3. กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นอินฟราเรด เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่สามารถรับสัญญาณที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1 ไมโครเมตร ถึง 1 มิลลิเมตร การตรวจจับคลื่นอินฟราเรดจากวัตถุท้องฟ้าสามารถทำได้โดยการส่งกล้องโทรทรรศน์อวกาศขึ้นไปโคจรอยู่เหนือชั้นบรรยากาศโลก กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นอินฟราเรดมีคุณสมบัติการจับวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงเหมาะต่อการศึกษากาแล็กซีทางช้างเผือก ดาวฤกษ์เกิดใหม่ และกาแล็กซีอื่น ๆ เช่น กล้องโทรทรรศน์อวกาศสปิตเซอร์ (Spitzer space telescope) ดังรูปที่ 1.25



รูปที่ 1.25 กล้องโทรทรรศน์อวกาศสปิตเซอร์

ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

4. กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้รับสัญญาณความยาวคลื่นตั้งแต่ 10–320 นาโนเมตร คลื่นอัลตราไวโอเล็ตจะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศ จึงต้องส่งกล้องโทรทรรศน์ไปในอวกาศ กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ตสามารถตรวจจับวัตถุท้องฟ้าที่มีอุณหภูมิสูง เช่น กาแล็กซีและองค์ประกอบของเนบิวลาดาวเคราะห์ เช่น กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล (Hubble space telescope) ดังรูปที่ 1.26



รูปที่ 1.26 กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล

ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

5. กล้องโทรทรรศน์ช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่สามารถจับวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ไกลมากในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 10–0.1 นาโนเมตร นักดาราศาสตร์ใช้สำหรับศึกษาดาวนิวตรอน ซูเปอร์โนวา และหลุมดำ เช่น กล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทรา (Chandra X-ray telescope)



กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล เป็นกล้องแบบสะท้อนแสง ใช้กระจกปฏักมูมิขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร สามารถบันทึกภาพได้ ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น และคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near infrared) และยังสามารถตั้งอุปกรณ์สเปกโตรมิเตอร์ เพื่อวิเคราะห์สเปกตรัมของวัตถุในอวกาศ กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลถูกส่งขึ้นไปโคจรอยู่เหนือชั้นบรรยากาศโลกสูง 570 กิโลเมตร เพื่อให้บันทึกภาพได้คมชัดกว่ากล้องโทรทรรศน์ที่อยู่บนโลก โดยใช้เวลาโคจรรอบโลก 97 นาที

ถ้าต้องการศึกษาวัตถุท้องฟ้าช่วงความยาวคลื่นต่างกัน สามารถใช้
กล้องโทรทรรศน์ชนิดเดียวกันได้หรือไม่

กิจกรรมที่ 11



สืบค้นข้อมูล

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำรวจวัตถุท้องฟ้าในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา กล้องโทรทรรศน์สามารถใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้าในช่วงความยาวคลื่นใดบ้าง
ขั้นตอน

1. แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้า เช่น
 - กล้องโทรทรรศน์อวกาศ FUSE
 - กล้องโทรทรรศน์วิทยุอาเรซีโบ
 - กล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทรา
 - กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล
 - กล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์เวบบ์

2. ร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลที่ได้จากข้อ 1
3. นำเสนอผลการอภิปราย และข้อสรุปของกลุ่มหน้าห้องเรียน และ/หรือจัดทำเป็นรายงาน

บันทึกผลการสืบค้นข้อมูล

รายการบันทึกผลการสืบค้นข้อมูล
ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด



ค้นหาคำตอบ

1. กล้องโทรทรรศน์ในช่วงคลื่นใดสามารถศึกษาได้จากโลก
2. กล้องโทรทรรศน์ในช่วงคลื่นใดเป็นกล้องโทรทรรศน์อวกาศ
3. ถ้าต้องการศึกษาวัตถุท้องฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ สามารถใช้กล้องโทรทรรศน์ที่อยู่บนโลกได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และดาวเทียม

การสำรวจอวกาศนอกจากการใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ แล้ว ยังมี การนำเทคโนโลยีอื่น ๆ มาใช้เพื่อส่งมนุษย์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ไปศึกษาอวกาศ นักเรียนจะได้เรียนรู้ ในหัวข้อต่อไปนี้

1. **ยานอวกาศ** เป็นยานพาหนะที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานในอวกาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจอวกาศและวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ ตามความต้องการของมนุษย์

โครงการใช้ยานอวกาศที่ไม่มีนักบินอวกาศควบคุมเพื่อสำรวจดาวเคราะห์

โครงการของรัสเซีย ประกอบด้วย ยานเวเนรา (Venera) และยานมาร์ส (Mars) พ.ศ. 2513 รัสเซียส่งยานเวเนราไปสำรวจดาวศุกร์ และกว่าจะประสบผลสำเร็จต้องใช้ถึงยานเวเนรา 9 ซึ่งเป็นยานอวกาศ ลำแรกที่สามารถลงไปยังพื้นผิวของดาวศุกร์และถ่ายภาพส่งมายังโลกสำเร็จ ส่วนยานมาร์สนั้น รัสเซียใช้สำรวจดาวอังคาร แต่ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

โครงการของสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย ยานมารีเนอร์ (Mariner) ยานไพโอเนียร์ (Pioneer) ยานไวกิง (Viking) ยานวอยเอจเจอร์ (Voyager) ยานไพโอเนียร์วินัส (Pioneer Venus) และยานกาลิเลโอ (Galileo)

– ยานมารีเนอร์และยานไวกิง ยานมารีเนอร์ถูกส่งขึ้นไปเพื่อสำรวจดาวพุธ ดาวศุกร์ และดาวอังคาร ยานมารีเนอร์ 10 เป็นยานลำแรกที่เข้าถึงดาวพุธอย่างใกล้ชิดใน พ.ศ. 2518 ต่อมา พ.ศ. 2519 ได้ส่งยานไวกิงไปถ่ายภาพพื้นผิวของดาวอังคารเป็นครั้งแรก ซึ่งแสดงถึงพื้นผิวที่มีความคล้ายคลึงกับดวงจันทร์ของเรามาก ดังรูปที่ 1.27



รูปที่ 1.27 ยานมารีเนอร์
ที่มา: คลังภาพ วพ.

– ยานไพโอเนียร์ วินัส เป็นยานอวกาศที่ถูกส่งขึ้นไปเพื่อสรุปข้อมูลเกี่ยวกับบรรยากาศของดาวศุกร์ และทำแผนที่พื้นดินของดาวศุกร์โดยใช้เครื่องเรดาร์

- ยานไพโอเนียร์ 10 ใช้สำรวจดาวเคราะห์ชั้นนอก ถูกส่งขึ้นไปเมื่อพ.ศ. 2515 โดยนำเอาแผ่นภาพมนุษย์ เครื่องเล่นจานเสียง และเสียงของมนุษย์ไปด้วย ปีต่อมา ยานไพโอเนียร์ 10 ได้ผ่านดาวพฤหัสบดี และถ่ายภาพส่งกลับมามากมาย ดังรูปที่ 1.28
- ยานไพโอเนียร์ 11 ได้ติดตามไปโคจรผ่านดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ และได้พบดวงจันทร์ของดาวเสาร์เพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 1.28 ยานไพโอเนียร์ 10
ที่มา: คลังภาพ วพ.

- ยานวอยเอจเจอร์ 1 และวอยเอจเจอร์ 2 ถูกส่งขึ้นไปใน พ.ศ. 2520 ได้ส่งข้อมูลใหม่ ๆ ของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ เช่น พบวงแหวนของดาวพฤหัสบดี พบดวงจันทร์ที่เป็นบริวารของดาวพฤหัสบดีเพิ่มขึ้น ความแตกต่างของพื้นดินของดวงจันทร์ ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ ต่อจากนั้นวอยเอจเจอร์ 2 ยังได้ส่งภาพของดาวยูเรนัสและดาวเนปจูนกลับมา ปัจจุบัน ยานไพโอเนียร์และยานวอยเอจเจอร์ได้เคลื่อนที่ออกจากระบบสุริยะ

- ยานกาลิเลโอ ถูกส่งให้เดินทางไปในอวกาศตั้งแต่ พ.ศ. 2533 ได้สำรวจดวงจันทร์บริวารของดาวพฤหัสบดี 4 ดวง จากทั้งหมด 16 ดวง เช่น ได้ถ่ายภาพของดวงจันทร์ไอเวียโน มูน ยูโรปา (Jovian Moon Europa) ที่พื้นผิวมีลักษณะของภูเขาไฟและแม่น้ำน้ำแข็ง และข้อมูลบางอย่างที่เชื่อว่าน่าจะมีองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตได้

การส่งยานอวกาศที่มีนักบินอวกาศควบคุม

ประเทศสหรัฐอเมริกาและรัสเซียได้สร้างยานอวกาศชนิดที่มีนักบินอวกาศควบคุมขึ้นไปโคจรรอบโลกเพื่อฝึกการอยู่ในอวกาศ การทำงานในอวกาศ และการทดลองค้นคว้าในอวกาศ ประเทศสหรัฐอเมริกาคือประเทศที่ประสบผลสำเร็จมากที่สุดในการส่งยานอวกาศที่มีนักบินอวกาศควบคุม โดยได้ส่งยานอวกาศหรือที่เรียกว่า กระสวยอวกาศ ขึ้นไปโคจรรอบโลกเป็นผลสำเร็จหลายลำ เช่น กระสวยอวกาศโคลัมเบีย (Columbia) ชาเลนเจอร์ (Challenger) ดิสคัฟเวอรี (Discovery) แอตแลนติส (Atlantis) และเอนเดเวอร์ (Endeavour) ภารกิจหลักของกระสวยอวกาศจะเป็นการทดลองอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักของมนุษย์ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรรอบวงโคจรของโลก



รูปที่ 1.29 มนุษย์อวกาศบนดวงจันทร์
ที่มา: <http://www.shutterstock.com/th/>

อย่างไรก็ตาม สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกานั้น

นอกจากจะสามารถส่งนักบินอวกาศไปโคจรรอบโลกแล้ว ยังสามารถส่งนักบินอวกาศไปลงบนดวงจันทร์ตามโครงการอะพอลโลได้สำเร็จอีกด้วย ดังรูปที่ 1.29

2. สถานีอวกาศ เมื่อมนุษย์สามารถเดินทางไปในอวกาศได้แล้ว ปัญหาต่อมาคือ มนุษย์สามารถใช้ชีวิตและทำงานในอวกาศเป็นระยะเวลานาน ๆ ได้หรือไม่ เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่า ในสภาพไร้น้ำหนักเช่นในอวกาศ มนุษย์สามารถที่จะทดลองหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างที่ไม่อาจทำได้บนพื้นผิวโลกซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยมนุษย์มีความต้องการอาศัยแหล่งพลังงานจากอวกาศ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานบนพื้นโลกในอนาคต ดังนั้นโครงการสถานีอวกาศในยุคแรก ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่า มนุษย์จะขึ้นไปปฏิบัติงานในอวกาศเป็นระยะเวลานานได้หรือไม่ รวมทั้งใช้เป็นสถานที่ฝึกบุคคลที่จะไปทำงานในอวกาศ และทดลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประเทศที่บุกเบิกการใช้สถานีอวกาศในการปฏิบัติงาน ได้แก่ สหรัฐอเมริกาและรัสเซีย

สถานีอวกาศเมียร์ วัตถุประสงค์ของสถานีอวกาศเมียร์ (Mir space station) คือ ใช้เป็นสถานที่ศึกษาการใช้ชีวิตในห้วงอวกาศในระยะยาว รวมทั้งใช้สังเกตปรากฏการณ์ในห้วงอวกาศ และใช้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ผสมกันไปทั้งกิจการทหารและพลเรือน ด้วยเหตุที่รัสเซียให้ความสำคัญกับอวกาศทางด้านสถานีอวกาศ ซึ่งจะเป็นฐานความรู้สำหรับการสร้างอาณานิคมในอวกาศ ดังรูปที่ 1.30



รูปที่ 1.30 สถานีอวกาศเมียร์
ที่มา: <http://www.shutterstock.com/th/>

สถานีอวกาศนานาชาติ (International Space Station-ISS) เป็นโครงการที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างชาติของ 16 ประเทศ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา รัสเซีย บราซิล แคนาดา เบลเยียม เดนมาร์ก ฝรั่งเศส เยอรมนี อิตาลี เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ สเปน สวีเดน สวิตเซอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร และญี่ปุ่น โดยใช้เที่ยวบินทั้งสิ้น 44 เที่ยวบิน เพื่อนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นของสถานีอวกาศไปประกอบกันเป็นสถานีอวกาศ สถานีอวกาศนานาชาติจัดห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุดที่ใช้สำหรับศึกษาค้นคว้า และทำการทดลองเรื่องต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชีวิตบนอวกาศ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของโลก ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่ไม่สามารถทดลองได้บนโลก ดังรูปที่ 1.31



รูปที่ 1.31 สถานีอวกาศนานาชาติ
ที่มา: <http://www.shutterstock.com/th/>



วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2544 เป็นวันสุดท้ายในอวกาศของสถานีอวกาศเมียร์และตกลงสู่มหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากสถานีมีอายุการใช้งานที่มากทำให้สถานีทรุดโทรมและเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงหลายครั้ง รัสเซียจึงแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงไม่ไหว อีกทั้งยังต้องเข้าร่วมโครงการสถานีอวกาศนานาชาติอีกด้วย

3. ดาวเทียม คือ อุปกรณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นและส่งไปโคจรรอบโลก เพื่อวัตถุประสงค์ในการสื่อสารและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอวกาศ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การรายงานสภาพอากาศ หรือเพื่อการลาดตระเวนทางทหาร รวมทั้งการถ่ายภาพพื้นผิวโลกและสิ่งต่าง ๆ รวมถึงวัตถุประหลาดต่าง ๆ ในกาแล็กซีหรือระบบสุริยะแล้วถ่ายทอดข้อมูลเหล่านั้นกลับมายังโลก

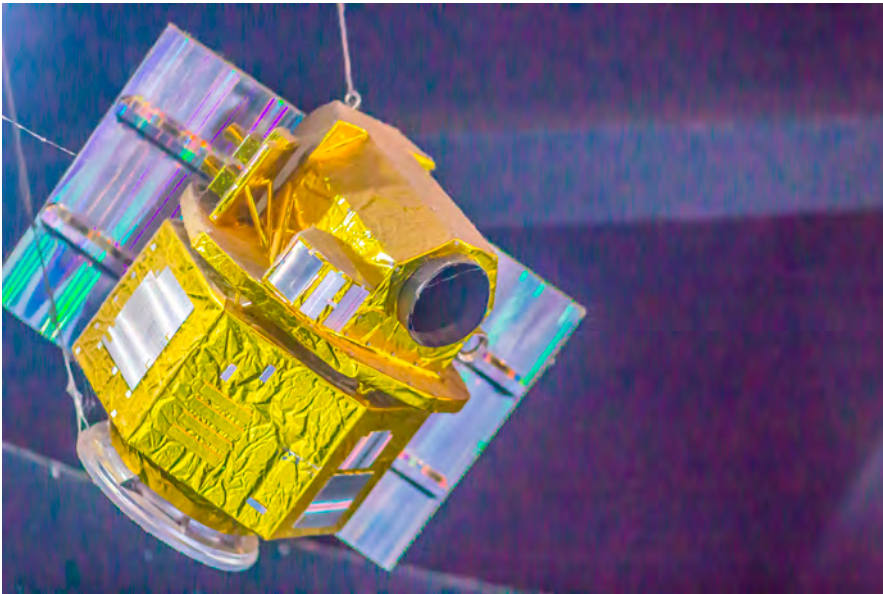
ปัจจุบันการส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรรอบโลกมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก มีดาวเทียมโคจรรอบโลกนับพันดวง ประเทศต่าง ๆ ได้นำดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย สามารถแบ่งดาวเทียมตามระดับการโคจรได้ดังนี้

1. ดาวเทียมที่อยู่วงโคจรใกล้โลก (Low Earth Orbit–LEO) ดาวเทียมในวงโคจรนี้อยู่สูงจากพื้นโลกไม่เกิน 2,000 กิโลเมตร ใช้สำหรับการสำรวจสภาพแวดล้อมของโลก

– ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 600–900 กิโลเมตร การทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีการถ่ายภาพและโทรคมนาคม การทำงานของดาวเทียมประเภทนี้จะใช้หลักการสำรวจจากระยะไกลด้วยหลักการของ remote sensing โดยใช้คลื่นแสงที่เป็นแหล่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าทำหน้าที่เสมือนสื่อกลางส่งผ่านระหว่างวัตถุเป้าหมายและอุปกรณ์บันทึกข้อมูล อุปกรณ์ถ่ายภาพที่ติดตั้งบนดาวเทียมจะได้รับการออกแบบให้มีความสามารถถ่ายภาพและมีความหลากหลายในรายละเอียดของภาพได้อย่างเหมาะสม ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติจะโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์เป็นวงโคจรในแนวเหนือ-ใต้ และผ่านแนวละติจูดหนึ่ง ๆ ที่เวลาท้องถิ่นเดียวกัน ประโยชน์ที่ได้รับจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ศึกษาลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ สำรวจพื้นที่ป่าไม้ การเกษตร การใช้ที่ดิน ด้านธรณีวิทยาเพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ สำรวจหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในดิน และด้านอุทกวิทยา เพื่อศึกษาสภาพและแหล่งน้ำทั้งบนดินและใต้ดิน

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของประเทศไทยมีชื่อว่า **ดาวเทียมธีออส (THEOS)** ย่อมาจาก Thailand Earth Observation System หมายถึง ระบบสำรวจพื้นผิวโลก

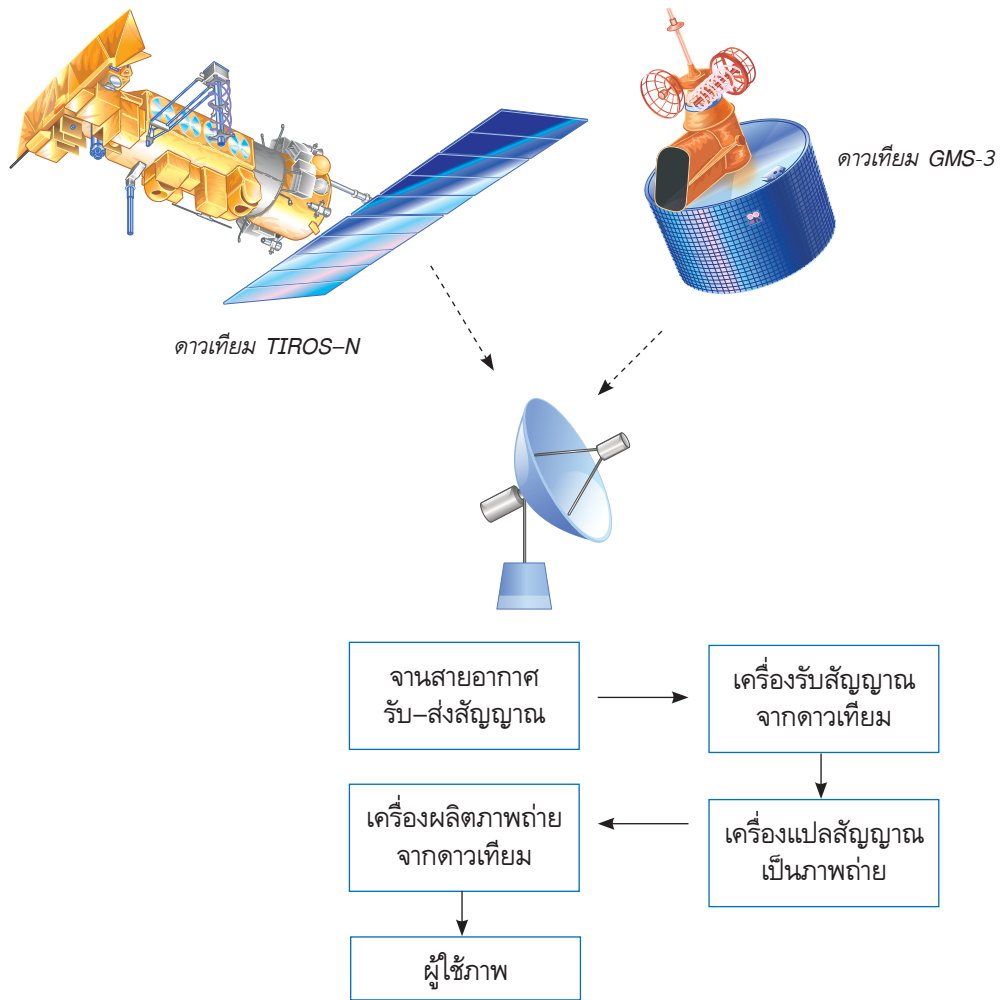
โดยใช้เทคโนโลยีถ่ายภาพจากดาวเทียมของประเทศไทย ซึ่งเกิดขึ้นจากความร่วมมือของรัฐบาลไทยกับรัฐบาลฝรั่งเศส ดาวเทียมธีออสเป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำ โคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 820 กิโลเมตร ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2551 จากฐานส่งจรวดเมืองยาสนี (Yasny) ประเทศรัสเซีย ดาวเทียมธีออสใช้ประโยชน์ในการสำรวจหาข้อมูล เช่น การสำรวจหาชนิดของพืชผลการเกษตร การสำรวจพื้นที่ป่าไม้ การสำรวจพื้นที่ทำนาทุ่ง การประมงชายฝั่ง การสำรวจหาแหล่งน้ำ การสร้างถนน การวางแผนการจราจรและการสำรวจหาพื้นที่ประสบภัยจากคลื่นสึนามิ เพื่อทำแผนที่สำหรับบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภายในประเทศ ทำให้ประเทศไทยสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อภาพจากดาวเทียมต่างประเทศ และยังสามารถขายข้อมูลการสำรวจทรัพยากรระหว่างประเทศอีกด้วย ดังรูปที่ 1.32



รูปที่ 1.32 ดาวเทียมธีออส

ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

– ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา อยู่สูงจากพื้นโลก 700 กิโลเมตร เป็นดาวเทียมสำรวจประเภทหนึ่ง จึงมีอุปกรณ์บนดาวเทียมคล้ายกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องของหน้าที่การใช้งาน ดังนั้นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจึงมีหลักการเช่นเดียวกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ โดยอุปกรณ์สำรวจอุตุนิยมวิทยานบนดาวเทียมจะส่งสัญญาณมายังเครื่องรับที่สถานีภาคพื้นดิน สถานีภาคพื้นดินจะมีระบบรับสัญญาณแตกต่างกันไปตามลักษณะของดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งวงโคจรจะแตกต่างกันตามพื้นที่ที่ครอบคลุมการใช้งาน ดังรูปที่ 1.33 ตัวอย่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เช่น ดาวเทียม GMS-3 (Geostationary Meteorological Satellite 3) ของประเทศญี่ปุ่น และดาวเทียม TIROS-N หรือ ATN (Advanced Television Infrared Observation Satellite) ของประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 1.33 ขั้นตอนการทำงานของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ประโยชน์ที่ได้รับจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ การเตือนให้ทราบถึงพายุต่าง ๆ เพื่อช่วยบรรเทาภัยพิบัติที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศ ติดตามลักษณะอากาศโดยเฉพาะลักษณะอากาศที่แปรปรวน คำนวณหาความเร็วของลมชั้นบน ปริมาณน้ำฝนโดยประมาณ หาอุณหภูมิของอากาศแต่ละระดับความสูง

2. ดาวเทียมวงโคจรระดับกลาง (Medium Earth Orbit-MEO) ดาวเทียมในวงโคจรนี้ อยู่สูงจากพื้นโลก 2,000–35,500 กิโลเมตร ใช้สำหรับการบอกตำแหน่งของโลก เช่น ดาวเทียมกำหนดตำแหน่งพื้นโลก

– ดาวเทียมกำหนดตำแหน่งพื้นโลก โดยใช้ระบบจีพีเอส (Global Positional System-GPS) หรือที่เรียกว่า ระบบกำหนดตำแหน่งของโลก ระบบนี้ทำงานร่วมกับดาวเทียมจำนวน 24 ดวง อยู่ในวงโคจร 6 วงโคจร แต่ละวงโคจรมีดาวเทียม 4 ดวง ในการบอกตำแหน่งต้องมีดาวเทียม

อย่างน้อย 4 ดวงคอยจับภาพในแต่ละทิศทางของบริเวณต่าง ๆ บนโลก และส่งสัญญาณมายังเครื่องรับสัญญาณ เครื่องรับสัญญาณจะใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแต่ละดวงเพื่อคำนวณหาตำแหน่งบนโลก ซึ่งมีความแม่นยำสูง ดังรูปที่ 1.34



รูปที่ 1.34 วงโคจรของดาวเทียมกำหนดตำแหน่งพื้นโลก

ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

นอกจากนี้ยังมีสถานีควบคุมดาวเทียมที่กระจายตามจุดต่าง ๆ ทั่วโลกเพื่อติดต่อสื่อสารกับดาวเทียมและควบคุมให้ดาวเทียมอยู่ในตำแหน่งวงโคจรที่ต้องการ ปัจจุบันได้มีการนำ GPS มาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น บอกตำแหน่งของเรือที่บุกรุกน่านน้ำ บอกตำแหน่งของสัตว์ป่าหายาก บอกตำแหน่งของรถยนต์บนถนน และบอกตำแหน่งของคู่สนทนาทางโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

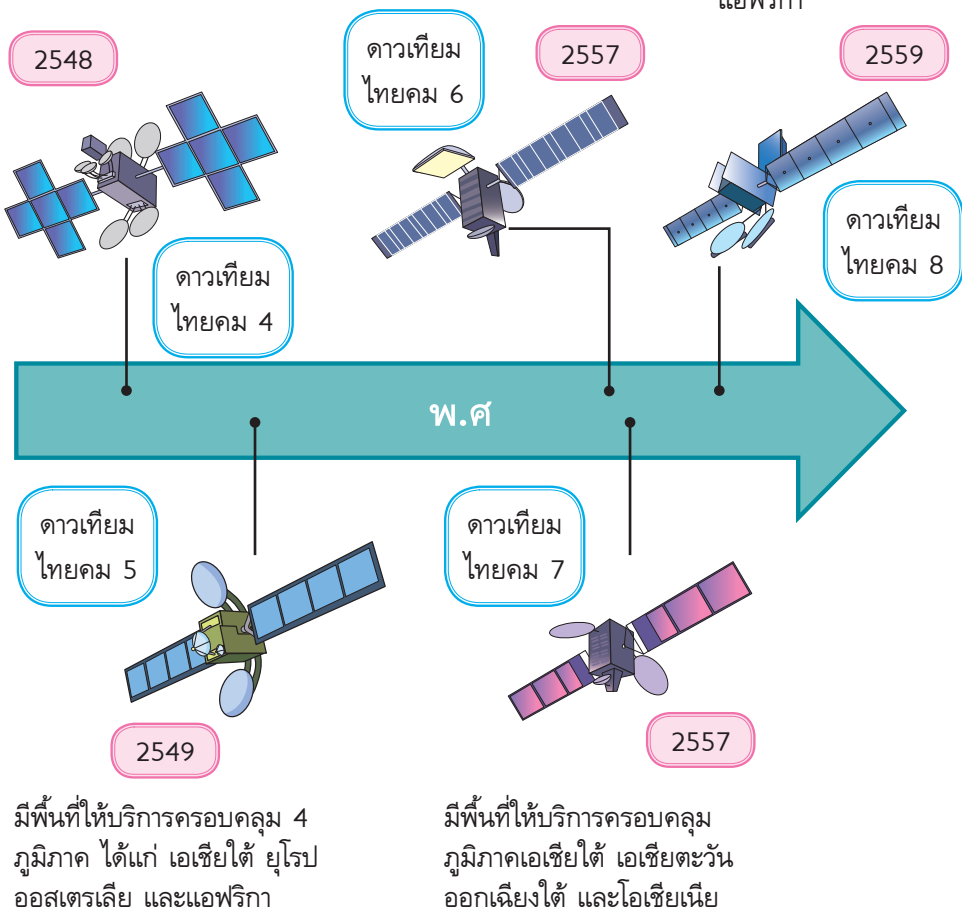
3. ดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Earth Orbit–GEO) ดาวเทียมในวงโคจรนี้ อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,780 กิโลเมตร ใช้ความเร็วในการโคจรรอบโลกเท่ากับการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้ดาวเทียมเสมือนลอยอยู่นิ่งกับที่เมื่อเทียบกับพื้นโลก ดาวเทียมประเภทนี้จะโคจรเป็นวงกลมกับแนวระนาบเส้นศูนย์สูตรหรือที่เรียกว่า วงโคจรค้างฟ้า เราใช้ประโยชน์จาก

ดาวเทียมประเภทนี้มากมาย เช่น ส่งสัญญาณโทรทัศน์ สัญญาณโทรศัพท์ และข้อมูลคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างดาวเทียมประเภทนี้ เช่น ดาวเทียมอินเทลแซท และดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทย ได้แก่ ดาวเทียมไทยคม ซึ่งมีลำดับการให้บริการในปัจจุบัน ดังรูปที่ 1.35

หรือไอพีสตาร์ มีพื้นที่ให้บริการ
ครอบคลุมภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก
ทั้งหมด

มีพื้นที่ให้บริการครอบคลุม
ภูมิภาคแอฟริกาและเอเชีย
ตะวันออกเฉียงใต้

มีพื้นที่ให้บริการครอบคลุม
ภูมิภาคเอเชียใต้ เอเชีย
ตะวันออกเฉียงใต้ และ
แอฟริกา



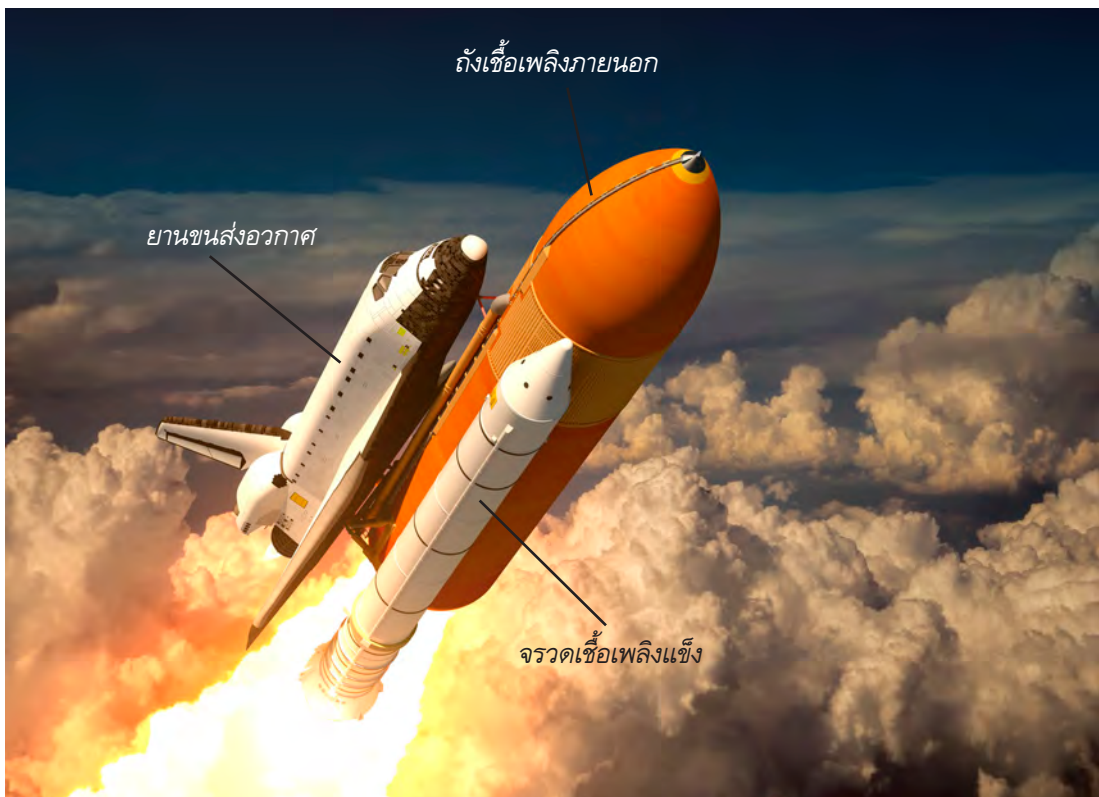
รูปที่ 1.35 ลำดับการให้บริการของดาวเทียมไทยคมที่ใช้ในปัจจุบัน

การส่งยานอวกาศหรือดาวเทียมขึ้นไปโคจรเหนือชั้นบรรยากาศของโลกจะใช้ระบบขนส่งอวกาศ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยระบบขนส่งอวกาศมีส่วนประกอบ 3 ส่วน ดังรูปที่ 1.36 คือ

1. ยานขนส่งอวกาศ (space shuttles) มีลักษณะคล้ายเครื่องบิน ประกอบด้วย ห้องบังคับการบิน ห้องพักประจำสำหรับนักบินอวกาศและลูกเรือ ที่พักผ่อน ห้องควบคุมการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์

2. ถังเชื้อเพลิงภายนอก (external liquid fuel tank) เป็นถังเชื้อเพลิงที่ติดอยู่ใต้ห้อง ยานขนส่งอวกาศ ใช้บรรจุเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์จรวด ได้แก่ ไฮโดรเจนเหลวและออกซิเจนเหลว ถังนี้จะถูกปล่อยขณะที่ยานอวกาศกำลังเข้าสู่วงโคจรของโลก ถังนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก เพราะเสียดสีและเผาไหม้กับบรรยากาศของโลกขณะตกลงสู่โลก

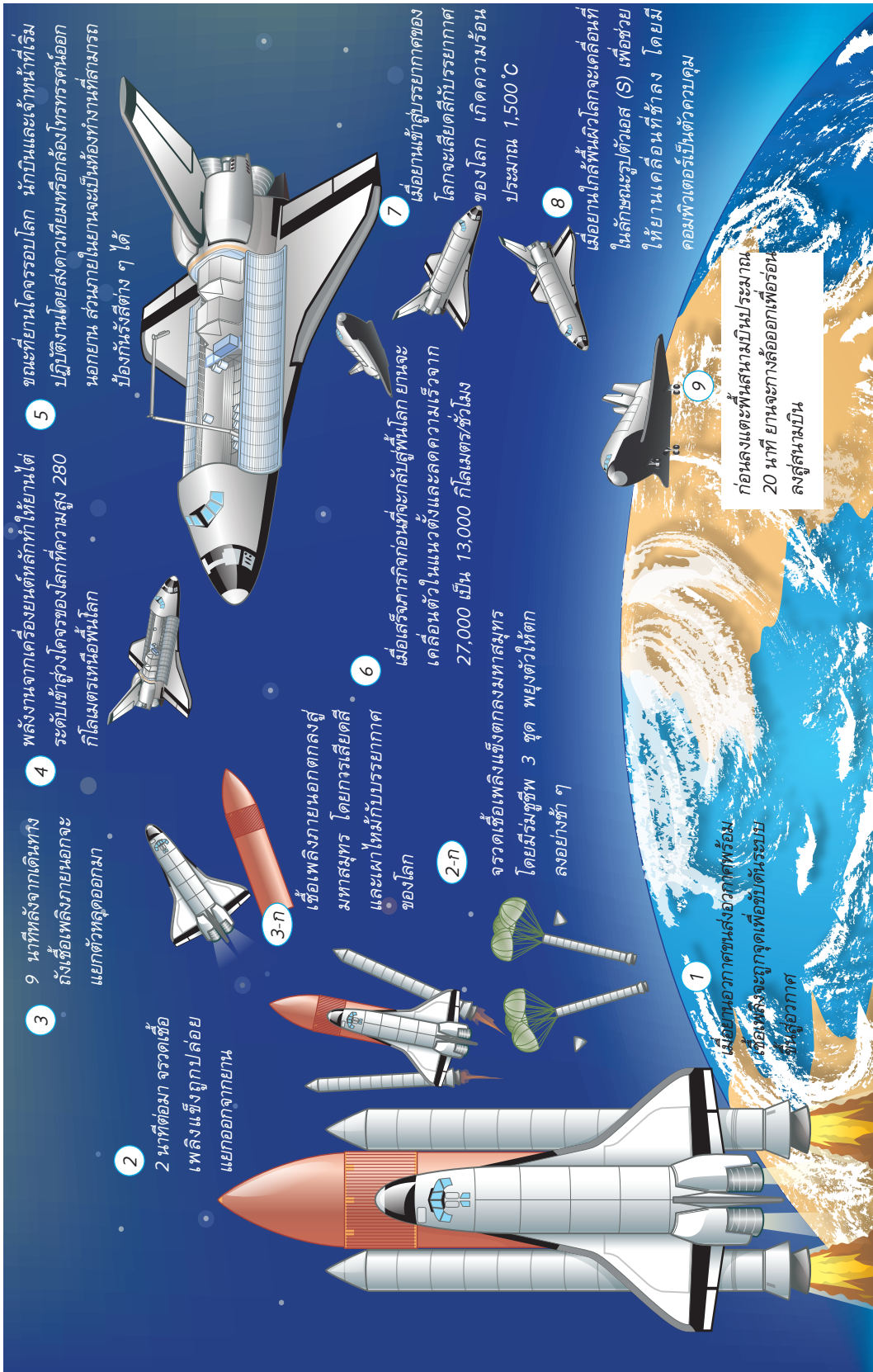
3. จรวดเชื้อเพลิงแข็ง (solid fuel booster rocket) ทำหน้าที่พายานขนส่งอวกาศขึ้นไปเหนือพื้นผิวโลกระดับ 45 กิโลเมตร หรือประมาณ 2 นาที หลังจากยานขนส่งอวกาศทะยานออกจากที่ตั้ง จรวดเชื้อเพลิงแข็งจะถูกปลดออก และมีร่มชูชีพพยุ่งให้ลอยตกลงในมหาสมุทรแอตแลนติก สามารถนำกลับมาปรับปรุงใช้ใหม่ได้



รูปที่ 1.36 ส่วนประกอบของระบบขนส่งอวกาศ

ที่มา: <http://www.shutterstock.com/th/>

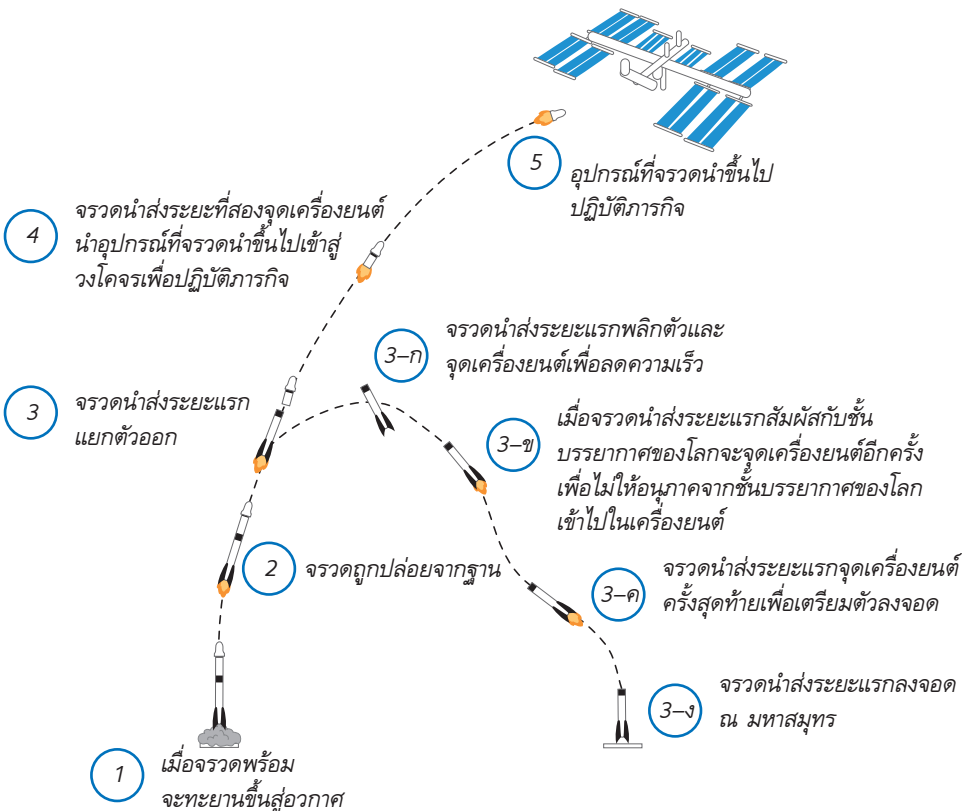
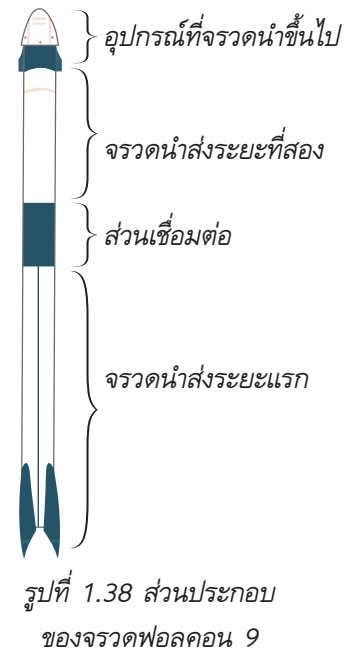
การส่งยานอวกาศขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกนั้นเป็นไปตามรูปที่ 1.37



รูปที่ 1.37 การทำงานของระบบขนส่งอวกาศ

จรวดเป็นยานพาหนะอีกชนิดหนึ่งในการส่งยานอวกาศหรือดาวเทียมขึ้นไปโคจรเหนือชั้นบรรยากาศของโลก โดยอาศัยการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้เกิดแก๊สร้อน และแก๊สร้อนนี้จะพุ่งออกมาทางด้านท้ายและผลักดันให้จรวดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า การที่จรวดสามารถหลุดพ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกออกสู่อวกาศได้นั้นจะต้องมีความเร็วมากพอที่จะเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลก โดยจรวดต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอย่างน้อยเท่ากับความเร็วหลุดพ้น (escape velocity) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.2 กิโลเมตร/วินาที

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาจรวด เพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายถูกกว่าระบบขนส่งอวกาศ เช่น จรวดฟอลคอน 9 (falcon 9) เป็นจรวดลำแรกของโลกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งมีส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ จรวดนำส่งระยะแรก (first stage) ส่วนเชื่อมต่อ (interstage) จรวดนำส่งระยะที่สอง (second stage) และอุปกรณ์ที่จรวดนำขึ้นไป (payload) ดังรูปที่ 1.38 และมีขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 1.39



รูปที่ 1.39 ขั้นตอนการทำงานของจรวดฟอลคอน 9

แหล่งสืบค้นความรู้<http://www.lesa.biz/space-technology/spacecraft/space-flight>

○ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

เทคโนโลยีอวกาศช่วยให้มนุษย์สามารถสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกและภายในโลกได้กว้างขึ้น โดยการนำความรู้ทางเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์บนโลก และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ด้านวัสดุศาสตร์ ด้านอาหาร และด้านการแพทย์

1. ด้านวัสดุศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์มีการนำความรู้ด้านวัสดุศาสตร์มาพัฒนาเพื่อออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการเดินทางสู่อวกาศ เช่น ชุดอวกาศและยานอวกาศ ปัจจุบันได้มีการนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันบนพื้นโลก เช่น การผลิตแอโรเจล (aerogel) ดังรูปที่ 1.40 ซึ่งเป็นของแข็งที่เบาที่สุดในโลก มีความยืดหยุ่นสูง โปร่งแสง ความหนาแน่นต่ำ และสามารถกักเก็บความร้อนได้ดีจึงมีการนำแอโรเจลมาผลิตเป็นเสื้อคลุมและฉนวนความร้อนในอาคาร เครื่องบิน หรือรถยนต์สำหรับการใช้งานในสภาพอากาศที่หนาวเย็น

การผลิตโฟมนิ่มชนิดพิเศษ (memory foam) ถูกนำมาใช้ในวงการแพทย์สำหรับผู้ป่วยอัมพาตและผู้ป่วยหลังการผ่าตัด เพื่อช่วยลดการเกิดแผลกดทับ มีคุณสมบัติในการปรับเปลี่ยนรูปทรงตามแรงกดทับจึงนำมาผลิตเป็นหมอนและที่นอน



รูปที่ 1.40 แอโรเจล

ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

2. ด้านอาหาร

การออกแบบอาหารและบรรจุภัณฑ์สำหรับนักบินอวกาศเป็นความท้าทายอย่างมากสำหรับนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องคำนึงถึงน้ำหนักของอาหาร ความสะดวกในการรับประทาน และระยะเวลาในการเก็บอาหาร มีการนำความรู้ด้านอาหารของนักบินอวกาศมาประยุกต์ใช้บนพื้นโลก เช่น เทคโนโลยีการทำให้แห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ (freeze drying technology) เป็นการทำให้แห้งด้วยการแช่เยือกแข็งทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นผลึกน้ำแข็งก่อน จากนั้นลดความดันเพื่อให้

ผลึกน้ำแข็งระเหิดเป็นไอด้วยการลดความดันให้ต่ำกว่าบรรยากาศปกติ ขณะควบคุมให้อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส ผัก ผลไม้ หรืออาหารที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศจะยังคงกลิ่น รส และคุณค่าทางโภชนาการได้ใกล้เคียงกับผัก ผลไม้ หรืออาหารสดจริงมากที่สุด และสามารถเก็บได้นานหลายปี ดังรูปที่ 1.41



รูปที่ 1.41 ผลไม้ที่ผ่านเทคโนโลยีการทำให้แห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศ
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

3. ด้านการแพทย์

สภาพแวดล้อมบนโลกและอวกาศมีความแตกต่างกันมาก เช่น อุณหภูมิ ความดันและปริมาณรังสี ทำให้นักบินอวกาศใช้ชีวิตบนอวกาศด้วยความยากลำบาก ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักบินอวกาศสามารถใช้ชีวิตบนอวกาศได้อย่างปลอดภัย ปัจจุบันมีการนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้บนพื้นโลก เช่น การออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิทางหู (infrared ear thermometer) ดังรูปที่ 1.42 เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิร่างกาย มีตัวเซนเซอร์เป็นอินฟราเรดส่องไปที่หูแล้วอ่านอุณหภูมิ ใช้งานง่ายและสะดวก เครื่องกระตุ้นหัวใจแบบฝังใต้ผิวหนัง (implantable cardioverter defibrillator) สำหรับผู้ป่วยที่มีการเต้นของหัวใจผิดปกติ มีขนาดเล็กสามารถผ่าตัดฝังไว้ใต้ผิวหนังเพื่อเฝ้าระวังจังหวะการเต้นของหัวใจตลอดเวลา หากหัวใจเต้นผิดปกติเครื่องกระตุ้นหัวใจจะปล่อยสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้หัวใจทำงานเป็นปกติ



รูปที่ 1.42 เครื่องวัดอุณหภูมิทางหู
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/>

นอกจากนี้ความรู้ด้านเทคโนโลยียังสามารถประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ เช่น กล้องดิจิทัล (digital image sensor) และเครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV tracker) จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีอวกาศมีความสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์ ทำให้มนุษย์นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้และพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์บนพื้นโลกได้

ฝึกพัฒนาทักษะ

กิจกรรมสะเต็มศึกษา



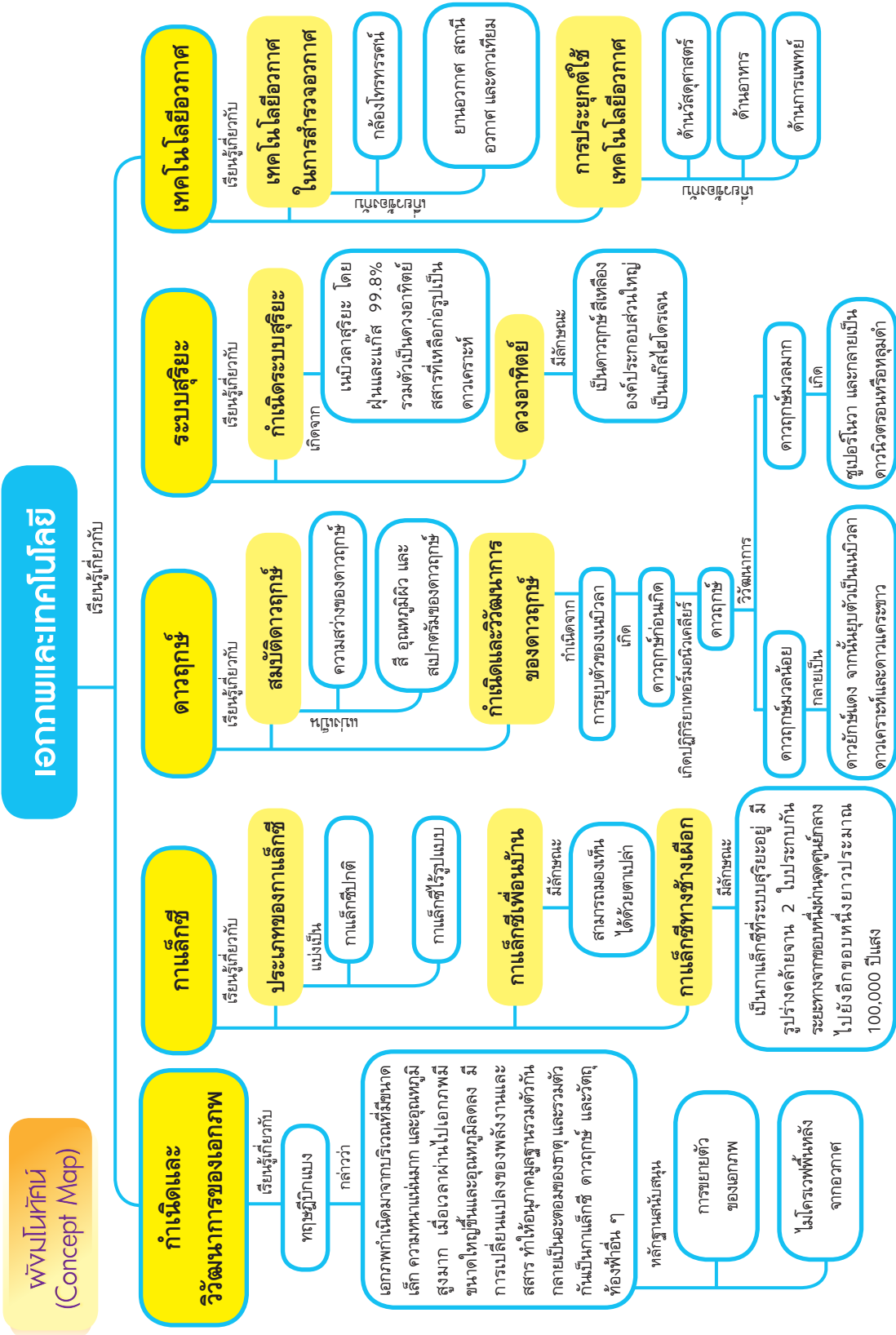
การแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา นักเรียนสามารถศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ได้จากภาคผนวก จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3–4 คน แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอน

1. สำรวจความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน แล้วพิจารณาเลือกปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างอิสระเพื่อกำหนดเป็นปัญหาเพียง 1 เรื่อง ที่สอดคล้องกับความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบสุริยะ
2. อภิปรายโต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้อย่างมีเหตุผล แล้วลงมือออกแบบชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม บันทึกผล
3. นำเสนอแนวคิด ขั้นตอนการแก้ปัญหาชิ้นงาน รวมทั้งข้อเสนอแนะ โดยให้นักเรียนตอบคำถามตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แล้วเขียนในรูปของแบบบันทึกกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากนั้นนำเสนอผลงาน และจัดป้ายนิเทศ/จัดนิทรรศการเผยแพร่ให้ผู้อื่นเข้าใจ

ทบทวนความเข้าใจ

1. ดาวเทียมคืออะไร มีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านใด
2. ยานอวกาศคืออะไร แตกต่างจากดาวเทียมในลักษณะใด
3. การสร้างสถานีอวกาศเพื่อให้มนุษย์ได้ไปอยู่อาศัยแทนการอาศัยบนพื้นโลกมีความเป็นไปได้หรือไม่อย่างไร



**สาระสำคัญประจำหน่วย**

1. เอกภพกำเนิดมาจากบริเวณที่มีขนาดเล็ก ความหนาแน่นมาก และอุณหภูมิสูงมาก เมื่อเวลาผ่านไปเอกภพมีการขยายตัวทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและอุณหภูมิลดลง มีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานและสสาร ทำให้อนุภาคมูลฐานรวมตัวกันกลายเป็นอะตอมของธาตุ และรวมตัวกันเป็นกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเอกภพในปัจจุบัน
2. ระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือก เป็นกาแล็กซีกังหันมีคาน มีโครงสร้าง 3 ส่วน คือ นิวเคลียส จาน และฮาโล โดยระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ 30,00 ปีแสง
3. ดาวฤกษ์เป็นกลุ่มแก๊สที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิสูง เกิดจากการยุบตัวของสสารในเนบิวลา ภายใต้แรงโน้มถ่วง จึงทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาดเล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เกิดเป็นดาวฤกษ์ก่อนเกิด จากนั้นอุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์
4. ระบบสุริยะเกิดจากเนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณ 99.8% ของมวลรวมตัวเป็นดวงอาทิตย์ สสารที่เหลือก่อรูปเป็นดาวเคราะห์และบริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและสัดส่วนของธาตุที่เป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน แถบดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และเขตดาวหาง
5. ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่น เขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน มีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตการพาความร้อน 3 ชั้น ได้แก่ โฟโตสเฟียร์ โครโมสเฟียร์ และโคโรนา โดยในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น ลมสุริยะและพายุสุริยะที่ส่งผลต่อโลก
6. นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ และสถานีอวกาศ เพื่อศึกษาและสำรวจอวกาศ
7. มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์บนโลกและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ด้านวัสดุศาสตร์ ด้านอาหาร และด้านการแพทย์



กิจกรรมประจำหน่วย



ทบทวนคำศัพท์และหลักการทางวิทยาศาสตร์



1. ทฤษฎีกำเนิดเอกภพใดที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน
2. ระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีใดและมีลักษณะอย่างไร
3. ความส่องสว่างของดาวฤกษ์คืออะไร
4. ดาวฤกษ์กำเนิดอย่างไร
5. วิวัฒนาการและอายุขัยของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับสิ่งใด
6. ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวของสิ่งใด
7. เทคโนโลยีที่ใช้สำรวจอวกาศได้แก่อะไรบ้าง



ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน



1. ในอนาคตอีก 5,000 ล้านปี ดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และส่งผลกระทบต่อโลกอย่างไร
2. ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงสี โซติมาตรปรากฏ และโซติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ดาวฤกษ์	สี	โซติมาตรปรากฏ	โซติมาตรสัมบูรณ์
ดาวคาเพลลา	เหลือง	0.08	0.29
ดาวเบเทลจัส	แดง	0.5	-7.2
ดาวดวงแก้ว	ส้ม	-0.04	-0.3
ดาวซีริอัส	ขาว	-1.46	1.4
ดาวมินตากะ	น้ำเงิน	2.2	-4.9

- 2.1 เมื่อมองจากโลก จะเห็นดาวฤกษ์ดวงใดมีความส่องสว่างที่สุด
- 2.2 ดาวฤกษ์ดวงใดมีอุณหภูมิผิวต่ำที่สุด
- 2.3 เมื่อพิจารณาสีของดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ดวงใดมีอุณหภูมิผิวใกล้เคียงกับดวงอาทิตย์มากที่สุด



การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน



1. นาย ก กล่าวว่า ดาวฤกษ์ที่เห็นด้วยตาเปล่าบนท้องฟ้าเป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือก นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร
2. การสำรวจอวกาศมีผลดีและผลเสียต่อมนุษย์และโลกอย่างไร
3. ยกตัวอย่างเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน



บทความชวนคิด



คำชี้แจง อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

◀ วาระสุดท้ายของดวงอาทิตย์ ▶

สุรียณมีความสนใจเกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ เขามักจะศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ในสื่อต่าง ๆ เช่น นิตยสาร หรืออินเทอร์เน็ตอยู่เสมอ เมื่อสุรียณมีคำถามหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับดาราศาสตร์ เขาจะส่งอีเมลไปคุยกับนักดาราศาสตร์ในเว็บไซต์ต่าง ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

อีเมลจากสุรียณ

ดวงอาทิตย์จะส่องสว่างตลอดไปหรือไม่ครับ

คำอธิบายของดาราศาสตร์

ดวงอาทิตย์จะไม่เย็นลงอย่างนิรันดร์ เพราะในที่สุดดวงอาทิตย์ก็ต้องพบกับจุดจบ สิ่งที่จะบอกได้ต่อไปเกี่ยวกับวาระสุดท้ายของดวงอาทิตย์ คือ ก่อนที่ดวงอาทิตย์จะดับไปจริง ๆ ดวงอาทิตย์จะวิวัฒนาการจากดาวฤกษ์สีเหลืองในปัจจุบันไปเป็นดาวยักษ์แดงในอนาคต จากนั้นก็จะเปลี่ยนไปเป็นดาวแคระขาว

อีกสิ่งหนึ่งเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ที่มีคำถามหรือตั้งคำถามกันบ่อย ๆ คือ ดวงอาทิตย์กับวาระสุดท้ายของโลกเรา ความรู้ปัจจุบันที่ตรงกันในวงการดาราศาสตร์ คือ โลกเราจะพบกับวาระสุดท้ายจากดวงอาทิตย์ค่อนข้างแน่นอน โดยดวงอาทิตย์จะมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นดาวยักษ์แดง จากนั้นดวงอาทิตย์จะมีขนาดเล็กลงจนกลายเป็นดาวแคระขาว แต่สิ่งที่ยังไม่ทราบแน่ชัด คือ ถ้าดวงอาทิตย์กลายเป็นดาวยักษ์แดง ซึ่งน่าจะอีกประมาณ 5,000 ล้านปีในอนาคต ผลของการขยายขนาดของดวงอาทิตย์จะเริ่มมีผลต่อโลกเมื่อไร

คำถามที่ 1: วาระสุดท้ายของดวงอาทิตย์

จากคำอธิบายของนักดาราศาสตร์กล่าวถึงวาระสุดท้ายหรือจุดจบของดวงอาทิตย์ ข้อใดกล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้ดวงอาทิตย์ถึงวาระสุดท้ายได้ถูกต้อง

1. ธาตุฮีเลียมที่เป็นเชื้อเพลิงของดวงอาทิตย์หมดลง
2. ธาตุไฮโดรเจนที่เป็นเชื้อเพลิงของดวงอาทิตย์หมดลง
3. ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ทุกดวงมีวิวัฒนาการ คือ มีเกิดและมีดับตามธรรมชาติ
4. แรงโน้มถ่วงเนื่องจากมวลของดวงอาทิตย์น้อยกว่าแรงดันของแก๊ส ทำให้ดวงอาทิตย์ยุบตัวลง

คำถามที่ 2: วาระสุดท้ายของดวงอาทิตย์

ข้อความต่อไปนี้กล่าวถูกต้องเกี่ยวกับวาระสุดท้ายของดวงอาทิตย์หรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

ข้อความต่อไปนี้กล่าวถูกต้องเกี่ยวกับวาระสุดท้ายของดวงอาทิตย์ใช่หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังวิวัฒนาการไปเป็นดาวยักษ์แดง จะปล่อยพลังงานออกมาอย่างมหาศาลจนอาจทำลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก	ใช่/ไม่ใช่
เมื่อดวงอาทิตย์เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดง หรือวิวัฒนาการไปเป็นดาวยักษ์แดงแล้ว อุณหภูมิผิวจะสูงขึ้น	ใช่/ไม่ใช่
ดวงอาทิตย์ในสภาพดาวแคระขาวจะส่องสว่างไปอีกนานหลายพันล้านปี โดยปฏิกิริยาที่ให้ความร้อนเป็นวิธีอื่นซึ่งไม่ใช่ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์	ใช่/ไม่ใช่