

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ม.5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



ผู้เรียบเรียง

พงศกร จิവാภรณ์คุปต์

ภาณุ ตริยเวช

90.-

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศและชั้นบรรยากาศ หลักการของพลังงาน พลังงานจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากโลก สมดุลพลังงานของโลก การเกิดลม ปัจจัยของการเกิดลม แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศบนโลก การแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร ประโยชน์ของมหาสมุทรและการหมุนเวียนน้ำ เมฆและการเกิดเมฆ เสถียรภาพของอากาศ แนวปะทะอากาศ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ปรากฏการณ์เรือนกระจก คลื่นความร้อน การตรวจอากาศ การพยากรณ์อากาศ แผนที่อากาศ

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและคายพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันและผลที่มีต่ออุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณของโลก
2. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก
3. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีผลต่อการหมุนเวียนของอากาศ
4. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ
5. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร
6. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร
7. อธิบายผลของการหมุนเวียนน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ ลมมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพและการเกิดเมฆ
9. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่างๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง
10. อธิบายปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลสนับสนุน
11. วิเคราะห์ และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
12. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศบนแผนที่อากาศ
13. วิเคราะห์และคาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพและการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

รวมทั้งหมด 13 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

พงศกร จิราภรณ์คุปต์

ดร.ภาณุ ตรีเวช

ผู้ตรวจ

รศ. ดร.ไกรสร คำมา

ผศ. วสุมดี เนียมนาค

ผศ. ดร.กฤษณ์ วันอินทร์

บรรณาธิการ

ผศ. ดร.มนตรี ชูวงศ์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	พงศกร จิวาภรณ์คุปต์ ดร.ภาณุ ตรัยเวช
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.ไกรสร คำมา ผศ.วสุมดี เนียมนาค ผศ. ดร.กฤษณ์ วันอินทร์
บรรณาธิการ	ผศ. ดร.มนตรี ชูวงศ์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

พงศกร จิวาภรณ์คุปต์.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.--กรุงเทพฯ :
แม็คเอดดูเคชั่น, 2562.

188 หน้า.

1. โลก. 2. ดาราศาสตร์. 3. อวกาศ. I. ภาณุ ตรัยเวช,
ผู้แต่งร่วม. II. ชื่อเรื่อง.

550

ISBN 978-616-345-155-2

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 10,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งชื่อนัดตีส่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น 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 สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบสามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามารถทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่างถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

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

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้หนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิดสำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นความรู้ ความคิดที่เป็นแก่นสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดีผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่งที่เพิ่มเติมในหนังสือเรียนแม็ค 4.0 นี้ คือ กิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ (STEM) ตามเป้าหมาย สำคัญของการปรับหลักสูตรครั้งนี้ ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับ บริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนแม็ค 4.0 จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วย โดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนสแกน AR Code โดยใช้แอปพลิเคชัน SnapLearn ท้ายหน่วย การเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบ องค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและ ทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียน แบบฝึกหัด คู่มือครู และ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงใหม่ชุดนี้ จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา รอบนี้ เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

วิธีการใช้ SnapLearn

1. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน SnapLearn 

2. เปิดใช้งานแอปพลิเคชัน SnapLearn

2.1 กดปุ่มตรงกลาง  เพื่อสแกนบาร์โค้ด ISBN ที่ปกหลังมุมล่างด้านขวามือ

2.2 กรอกรหัสหนังสือเรียนลงในช่องค้นหา "Earth Science, Astronomy and Space M.5"

3. กดดาวน์โหลดหนังสือเรียน

4. สแกนหน้าหนังสือเรียนที่มีสัญลักษณ์ 

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามนำเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด คณะผู้เรียบเรียงขออภัยและคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

พงศกร จิวภรณ์คุปต์

ดร.ภาณุ ตรัยเวช

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บรรยากาศและสมดุลพลังงานของโลก	1
1. องค์ประกอบของอากาศและชั้นบรรยากาศ	3
2. หลักการของพลังงาน	9
3. พลังงานจากดวงอาทิตย์และโลก	13
4. สมดุลพลังงานของโลก	20
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	25
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหมุนเวียนของอากาศ	26
1. การเกิดลม	28
2. ปัจจัยของการเกิดลม	34
3. แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศบนโลก	47
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	60
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	61
1. การแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร	64
2. การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	67
3. ประโยชน์ของมหาสมุทรและการหมุนเวียนของน้ำ	74
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	78
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เมฆและการเกิดเมฆ	79
1. เมฆและการเกิดเมฆ	81
2. เสถียรภาพของอากาศ	94
3. แนวปะทะอากาศ	97
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	104

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความแปรปรวนของอากาศ **105**

1. ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา 107
 2. ปรากฏการณ์เรือนกระจก 113
 3. คลื่นความร้อน 118
 4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก 119
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ 125

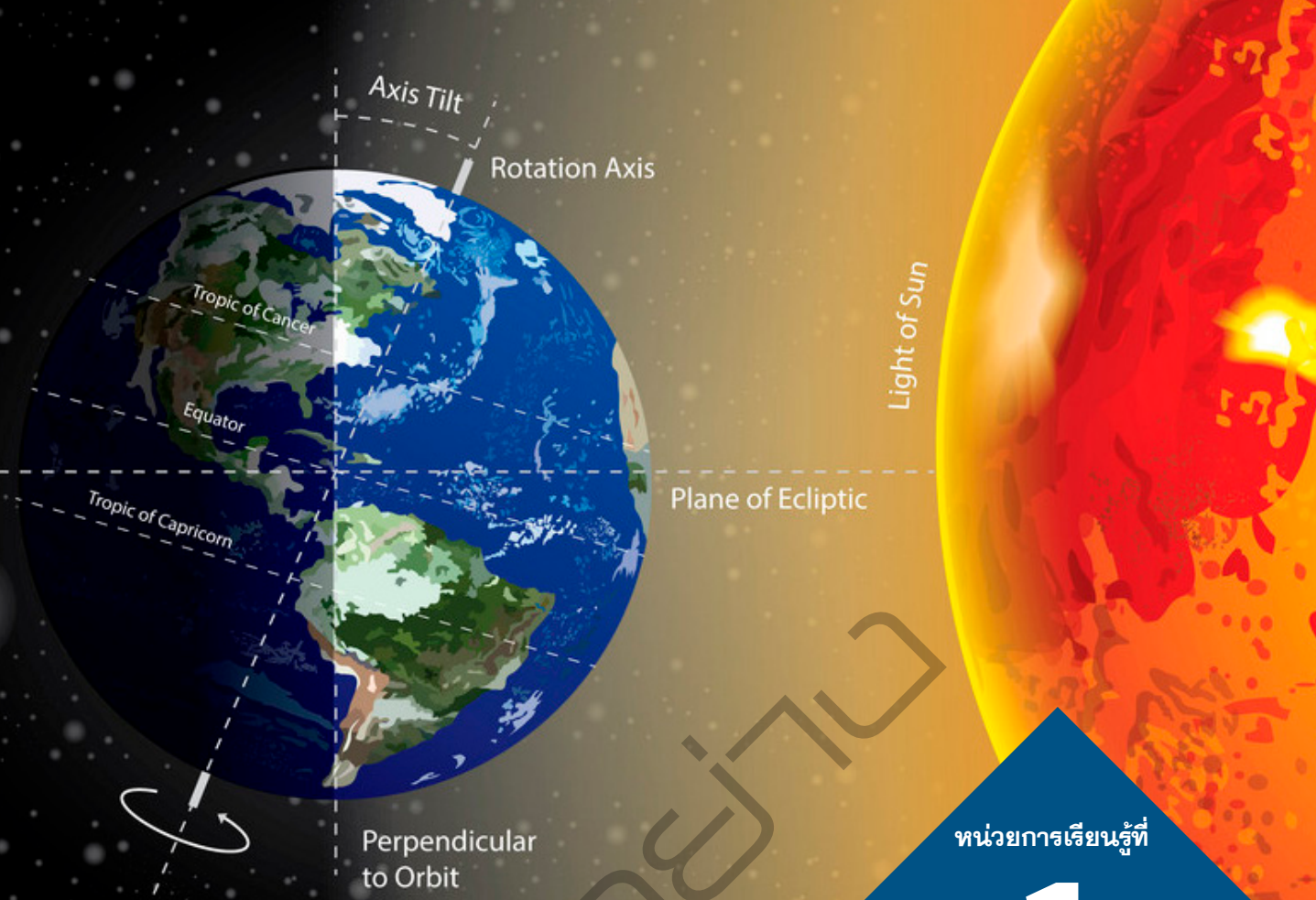
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การพยากรณ์อากาศ **126**

1. การตรวจอากาศ 128
 2. การพยากรณ์อากาศ 141
 3. แผนที่อากาศ 152
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ 171

บรรณานุกรม **174**

อภิธานศัพท์ **177**





หน่วยการเรียนรู้ที่

1



บรรยากาศและสมดุล พลังงานของโลก

สาระการเรียนรู้

- 1 องค์ประกอบของอากาศและชั้นบรรยากาศ
- 2 หลักการของพลังงาน
- 3 พลังงานจากดวงอาทิตย์และโลก
- 4 สมดุลพลังงานของโลก

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและคายพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันและผลที่มีต่ออุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณของโลก
2. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก



การที่แกนหมุนของโลกเอียง ส่งผลต่อพลังงาน
ที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์อย่างไร

1. องค์ประกอบของอากาศและชั้นบรรยากาศ



แนวคิดสำคัญ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลก ซึ่งประกอบด้วยแก๊สชนิดต่างๆ เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม รวมถึงอนุภาคต่างๆ เช่น ฝุ่นละออง เกสรดอกไม้ ไอน้ำ บรรยากาศของโลกจะแบ่งออกเป็นชั้นๆ ซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะทางกายภาพของบรรยากาศที่แตกต่างกัน

”

บรรยากาศ (atmosphere) คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลก ซึ่งประกอบด้วยแก๊สชนิดต่างๆ รวมถึงอนุภาค เช่น ฝุ่นละออง เกสรดอกไม้ อนุภาคเกลือ ไอน้ำ แก๊วภูเขาไฟ กลุ่มควันไฟฟ้า หรืออื่นๆ ที่มีขนาดเล็กมากจนสามารถแขวนลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้ บรรยากาศโลกจะมีความหนาแน่นมากที่บริเวณใกล้พื้นดินและค่อยๆ ลดลงเมื่ออยู่ในระดับสูงขึ้นไปจากพื้นโลก

“

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกจัดเป็นสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ชิดกับมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง อากาศที่มนุษย์หายใจเป็นส่วนหนึ่งของบรรยากาศ มีความเกี่ยวข้องกับความกดอากาศ อุณหภูมิ และองค์ประกอบของอากาศ และยังมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้โดยไม่เป็นอันตรายจากรังสีที่มาจากนอกโลก หากโลกปราศจากบรรยากาศแล้ว จะไม่มีสิ่งใดช่วยปกป้องรังสีจากดวงอาทิตย์ จะไม่มีลม เมฆ และฝนเกิดขึ้นบนโลก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวัน การทราบองค์ประกอบและโครงสร้างชั้นบรรยากาศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา รวมถึงเหตุการณ์ต่างๆ ที่กำลังเกิดขึ้นในโลก เช่น ภาวะโลกร้อน ปัญหาช่องโหว่โอโซน รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ในบรรยากาศ

1.1 องค์ประกอบของอากาศ

องค์ประกอบของแก๊สที่เป็นอากาศแห้งและบริสุทธิ์ที่พบในอากาศทั่วไปประกอบด้วยแก๊สหลักที่มีค่าคงที่โดยปริมาตร ได้แก่ ไนโตรเจนร้อยละ 78.084 ออกซิเจนร้อยละ 20.946 และอาร์กอนร้อยละ 0.934 ส่วนแก๊สอื่นๆ จะเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่เล็กน้อยและมีปริมาณเปลี่ยนแปลงได้บ้าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน นีออน ฮีเลียม คริปทอน ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ ซีนอน โอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์

องค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้นั้นแม้ว่าจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย แต่ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศและภูมิอากาศเป็นอย่างมาก เช่น ไอน้ำ อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ ไอน้ำที่อยู่ในอากาศทำให้เกิดความชื้น และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในบรรยากาศ เนื่องจากไอน้ำในบรรยากาศจะควบแน่นเป็นเมฆ ทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้า (precipitation) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรน้ำบนโลก ส่วนอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศที่มีขนาดเหมาะสมจะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการควบแน่น (condensation nuclei) ส่งผลให้ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำและเกิดเมฆได้ง่ายขึ้น

1.2 ชั้นบรรยากาศ

การจำแนกบรรยากาศเป็นชั้นๆ ตามความสูง สามารถพิจารณาได้จากสมบัติขององค์ประกอบหรือลักษณะทางกายภาพของบรรยากาศ เช่น สมบัติทางเคมี อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความหนาแน่นของแก๊ส สภาพทางไฟฟ้าจากสมบัติที่กล่าวมาทำให้สามารถจำแนกบรรยากาศได้หลากหลายแบบ แต่เกณฑ์ที่นิยมในการจำแนกชั้นบรรยากาศในทางอุตุนิยมวิทยา คือ การจำแนกชั้นบรรยากาศตามปริมาณสารประกอบทางเคมีของแก๊สในบรรยากาศ ซึ่งแตกต่างกันตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น และการจำแนกชั้นบรรยากาศตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตามความสูง

การจำแนกชั้นบรรยากาศตามปริมาณสารประกอบทางเคมีของแก๊สในบรรยากาศ

การพิจารณาโครงสร้างบรรยากาศด้วยปริมาณสารประกอบทางเคมีของแก๊สในบรรยากาศ ทำให้สามารถจำแนกบรรยากาศเป็น 2 ชั้นหลัก ดังนี้

1. โฮโมสเฟียร์ (homosphere)

เป็นชั้นบรรยากาศที่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ อาศัยอยู่ มีการกระจายของแก๊สองค์ประกอบค่อนข้างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ระดับพื้นดินถึงระดับความสูงประมาณ 90 กิโลเมตร ในชั้นนี้มีการผสมคลุกเคล้าของแก๊สต่างๆ เป็นเนื้อเดียวกัน แม้ว่าจะมีปริมาณและความหนาแน่นของแก๊สแตกต่างกันบ้างในแต่ละระดับความสูง แต่สัดส่วนปริมาณแก๊สองค์ประกอบของอากาศในบรรยากาศชั้นนี้จะไม่เปลี่ยนแปลง (สัดส่วนใกล้เคียงกัน)

2. เฮเทอโรสเฟียร์ (heterosphere)

บรรยากาศชั้นนี้เริ่มจากระดับความสูงตั้งแต่ 90 กิโลเมตรขึ้นไป จนถึงระดับความสูงเป็น 10,000 กิโลเมตร แก๊สองค์ประกอบในบรรยากาศชั้นนี้ไม่มีการแพร่กระจายรวมอยู่ด้วยกันเหมือนชั้นโฮโมสเฟียร์ แต่จะมีการแยกกันเป็นชั้นๆ โดยขึ้นกับมวลโมเลกุลของแก๊สและอุณหภูมิที่ความสูงนั้นๆ กล่าวคือ แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมากจะแยกชั้นอยู่ที่ระดับความสูงไม่มาก แต่แก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยๆ จะแยกชั้นอยู่ที่ความสูงค่อนข้างมาก

ระดับความสูง (km)	อุณหภูมิ (km)		องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบรอง
3,500	เอกโซสเฟียร์	เฮเทอโรสเฟียร์	เฮเทอโรสเฟียร์	
	700-2,000		H ₂	H ₂
			He ₂	He ₂
1,100			O ₂	O ₂ ⁺ , NO ⁺ , O ₂ ⁺
200	เทอร์โมสเฟียร์			N ₂ ⁺ , e ⁻
90	800		N ₂ , O ₂	
โฮโมสเฟียร์				
ระดับน้ำทะเล				

รูปที่ 1.1 การจำแนกชั้นบรรยากาศเฮเทอโรสเฟียร์ตามองค์ประกอบทางเคมี ณ ความสูงประมาณ 90 กิโลเมตรขึ้นไป จะแยกชั้นของแก๊สแต่ละชนิดตามระดับความสูง

จากรูปที่ 1.1 ชั้นบรรยากาศแบบเฮเทอโรสเฟียร์จะมีแก๊สองค์ประกอบหลักในบรรยากาศแตกต่างกันในแต่ละระดับความสูง ดังนี้

- ที่ระดับความสูงประมาณ 90–200 กิโลเมตร เป็นชั้นบรรยากาศที่มีโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก และอาจมีโมเลกุลออกซิเจนอยู่บ้างเล็กน้อย
- ที่ระดับความสูงประมาณ 200–1,100 กิโลเมตร เป็นชั้นบรรยากาศที่มีโมเลกุลของแก๊สออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก และอาจมีประจุของไนโตรเจน ออกซิเจนปะปนอยู่ เช่น O^+ , NO^+ , O_2^+ , N_2^+ และอิเล็กตรอนอิสระเป็นองค์ประกอบรอง
- ที่ระดับความสูงประมาณ 1,100–3,500 กิโลเมตร เป็นชั้นบรรยากาศที่มีโมเลกุลของแก๊สฮีเลียม
- ที่ระดับความสูงประมาณ 3,500 กิโลเมตรขึ้นไป จะมีโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนเป็นหลัก

อย่างไรก็ตาม ขอบเขตของบรรยากาศแต่ละชั้นยังไม่สามารถระบุให้ชัดเจนได้ เนื่องจากอนุภาคที่อยู่ห่างจากพื้นดินมากจะมีน้ำหนักเบา ประกอบกับถ้ามีความเร็วของอนุภาคมากเพียงพอ อาจทำให้อนุภาคดังกล่าวเคลื่อนตัวหลุดพ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกออกสู่อวกาศได้

การจำแนกชั้นบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง

การจำแนกบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยแบ่งชั้นบรรยากาศเป็น 4 ชั้น ได้แก่ โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์ ส่วนรอยต่อระหว่างชั้นบรรยากาศจะเป็นช่วงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง เรียกว่า **ช่วงหยุดการเปลี่ยนแปลง (pause)** ได้แก่ ชั้นโทรโปพอส ชั้นสตราโตพอส และชั้นมีโซพอส มีรายละเอียดดังนี้

1. โทรโพสเฟียร์ (troposphere) เป็นชั้นที่อยู่ล่างสุดติดกับพื้นดิน มีความหนาแน่นมากที่สุด แต่มีความหนาของชั้นบรรยากาศน้อยกว่าบรรยากาศชั้นอื่นๆ ในสภาวะอากาศปกติ อุณหภูมิเฉลี่ยที่พื้นผิวโลกมีค่าประมาณ 15 องศาเซลเซียส และจะมีอุณหภูมิลดลงตามความสูง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.5 องศาเซลเซียสต่อความสูง 1 กิโลเมตร องค์ประกอบของบรรยากาศในชั้นนี้ประกอบด้วยอนุภาคของฝุ่นละออง ผงเกลือ ละอองเกสรดอกไม้ รวมถึงในบางสถานที่อาจมีสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ในชั้นบรรยากาศ เช่น เขม่าควันจากการเผาไหม้ ไอน้ำมัน ถ้าอนุภาคเหล่านี้มีขนาดที่เหมาะสมจะทำหน้าที่เป็นแกนการควบแน่นให้ไอน้ำในบรรยากาศได้จับตัวได้ง่ายขึ้น เกิดเป็นเมฆ หมอก หรือหยาดน้ำฟ้าต่อไป ปรากฏการณ์ที่สามารถพบเห็นได้ในชั้นนี้ ได้แก่ หมอก เมฆ หิมะ ลูกเห็บ ฝน รวมถึงพายุหมุนเขตร้อน เนื่องจากมีไอน้ำในอากาศมาก นอกจากนี้ยังมีปรากฏการณ์ฟ้าผ่า ท้องฟ้าสีส้ม-สีแดง รุ้ง ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า รวมถึงการหมุนเวียนของอากาศ และเมื่อถึงเขตสูงสุดของโทรโพสเฟียร์แล้ว จะมีชั้นบรรยากาศบางๆ ที่เป็นรอยต่อระหว่างชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์และสตราโทสเฟียร์ เรียกว่า **โทรโปพอส (tropopause)**

2. สตราโทสเฟียร์ (stratosphere) เป็นบรรยากาศชั้นที่ 2 อยู่ระหว่างโทรโพสเฟียร์และมีโซสเฟียร์ มีความสูงประมาณ 20 ถึง 50 กิโลเมตร มีสัดส่วนของแก๊สองค์ประกอบเช่นเดียวกับโทรโพสเฟียร์ แต่แก๊สบางชนิดมีปริมาณมากขึ้น เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน โอโซน โดยช่วงล่างของชั้นบรรยากาศอาจมีไอน้ำและฝุ่นละอองปะปนอยู่ เนื่องจากการปะทุของภูเขาไฟ อากาศของชั้นบรรยากาศนี้เป็นอากาศแห้ง (ความชื้นต่ำ) มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตามความสูง เรียกว่า **อุณหภูมิผกผัน (temperature inversion)** บริเวณตอนล่างของชั้นบรรยากาศมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ -60 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิในชั้นโทรโพสเฟียร์ตอนบนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ -3 องศาเซลเซียส เขตสูงสุดของสตราโทสเฟียร์ จะมีรอยต่อของชั้นสตราโทสเฟียร์และมีโซสเฟียร์ เรียกว่า **สตราโทพอส (stratopause)** มีอุณหภูมิคงที่ อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร

ใบประกันคุณภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เล่มนี้ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด เป็นผู้จัดพิมพ์เผยแพร่และจำหน่าย โดยได้จัดทำคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ที่มีทั้งผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและองค์ประกอบสำคัญอื่นที่บริษัทฯ จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้เทียบเคียงกับหลักสูตรของสถานศึกษา และพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ตามความเหมาะสม

ผู้เรียบเรียง 1. นายพงศกร จิวากรณ์คุปต์

2. ดร.ภาณุ ตริยเวช

ผู้ตรวจ 1. ผศ. ดร.ไกรสร คำมา

2. ผศ. วสุมดี เนียมนาค

3. ผศ. ดร.กฤษณ์ วันอินทร์

บรรณาธิการ ศ. ดร.มนตรี ชูวงษ์

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ขอรับรองว่า ผู้เรียบเรียง ผู้ตรวจ และบรรณาธิการ ดังกล่าว เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ในการจัดทำหนังสือนี้ให้มีความถูกต้องและมีคุณภาพในการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาเพิ่มเติมที่กำหนด หากผู้ใช้หนังสือหรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า หนังสือเล่มนี้มีข้อบกพร่อง เนื้อหาไม่ถูกต้อง เกิดผลเสียหายต่อการเรียนรู้ ส่งผลกระทบต่อด้านคุณธรรม จริยธรรม และความมั่นคงของชาติ เมื่อบริษัทฯ ได้ทราบแล้ว บริษัทฯ ยินดีงดการจำหน่ายทันที และเรียกเก็บหนังสือที่จำหน่ายทั้งหมดเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง ตลอดจนชดเชยค่าเสียหายที่เกิดขึ้นจริงให้กับผู้ที่ได้รับความเสียหายนั้น ทั้งนี้ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 พระราชบัญญัติ คุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2541 และพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2556 รวมทั้งยินยอม ให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานถอดถอนรายชื่อหนังสือนี้ออกจากบัญชีกำหนดสื่อการเรียนรู้สำหรับ เลือกใช้ในสถานศึกษาไปก่อนจนกว่าจะได้รับแจ้งว่ามีแก้ไขแล้ว พร้อมทั้งการแจ้งประชาสัมพันธ์ให้สถานศึกษาทราบ

19/11/2561
(ลงชื่อ).....ผู้รับรอง
(นายคมพิชญ์ พนาสุภาน)

กรรมการผู้จัดการ
บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



2502205110

MAC | MACEDUCATION

www.MACeducation.com



9 786163 451552

ราคา 90 บาท