

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ม. 4

เล่ม 1

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นมาของวิชาฟิสิกส์ ปริมาณกายภาพและหน่วยวัด การทดลองทางฟิสิกส์ การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล การวัดและความไม่แน่นอนของการวัด เลขนัยสำคัญและการบันทึกผลการคำนวณ ปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ การวัดอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง ความเร่ง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรง สมการสำหรับคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว แรง การหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน น้ำหนัก กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปประยุกต์ใช้ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเคลื่อนที่แบบวงกลม

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

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
2. วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง
3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
7. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน
8. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
9. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

รวมทั้งหมด 9 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

ณัฐภัทร เหล่าเนตร

ผู้ตรวจ

รศ.มานัส มงคลสุข

ผศ.ปรีดา เพชรมีศรี

ดร.มรกต พุทธกาล

บรรณาธิการ

ศ. ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	ณัฐภัตสร เหล่าเนตร
ผู้ตรวจ	รศ.มานัส มงคลสุข ผศ.ปรีดา เพชรมีศรี ดร.มรกต พุทธกาล
บรรณาธิการ	ศ. ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ณัฐภัตสร เหล่าเนตร.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1.--กรุงเทพฯ : แม็คเอดูเคชั่น,
2562.

208 หน้า.

1. ฟิสิกส์--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

I. ชื่อเรื่อง.

530.07

ISBN 978-616-345-150-7

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 30,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

 IMACEDUCATION

ส่งขนาดนี้ดีส่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเอดูเคชั่น 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 พิมพ์ดี 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

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนข้างต้น บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียนให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ 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 สิ่งที่เพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้ คือ กิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ (STEM) ตามเป้าหมายสำคัญของการปฏิรูปหลักสูตรครั้งนี้ ซึ่งผู้เรียนและครูสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วย โดยใช้สัญลักษณ์



ผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนสแกน QR Code หรือเปิดในเว็บไซต์ MACiSMART.com ทำหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำ และทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยทำให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปฏิรูปหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียน การสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิดการวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้ แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องนำความรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มาบูรณาการเพื่อหาคำตอบ หรือพัฒนา ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบ ของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามนำเข้าสู่บทเรียน แนวคิดหลักของหน่วยการเรียนรู้ แนวคิดสำคัญของ แต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษา บทสรุปเนื้อหา และแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัยรับ คำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

ณัฐภัสสร เหล่าเนตร์

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์	1
1. ความเป็นมาของวิชาฟิสิกส์	2
2. ปริมาณกายภาพและหน่วยวัด	7
3. การทดลองทางฟิสิกส์ การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล	13
4. การวัดและความไม่แน่นอนของการวัด	20
5. เลขนัยสำคัญและการบันทึกผลการคำนวณ	32
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	39
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	41
1. ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่	42
2. การวัดอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	56
3. ความเร่ง	59
4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	69
4.1 กราฟการกระจัดกับเวลา	69
4.2 กราฟความเร็วกับเวลา	71
4.3 กราฟความเร่งกับเวลา	73
5. สมการสำหรับคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	78
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	86
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	90
1. แรง	91
2. การหาแรงลัพธ์	94
3. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	103
3.1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	104
3.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	109
3.3 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	116

4. น้ำหนัก	120
5. กฎความโน้มถ่วงสากล	122
5.1 สนามโน้มถ่วงของโลก	125
5.2 สภาพไร้น้ำหนัก	129
6. แรงเสียดทาน	131
7. การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปประยุกต์ใช้	139
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	148

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ 152

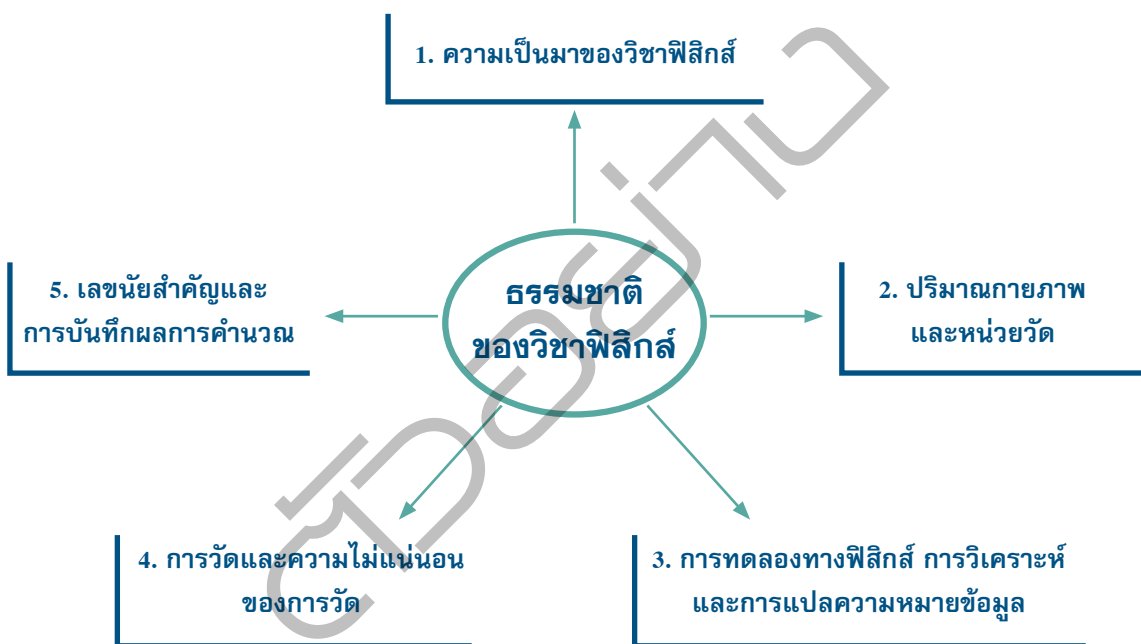
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	153
1.1 การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้ง	157
1.2 วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ	161
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลม	168
2.1 ความเร่งสู่ศูนย์กลาง	175
2.2 การเคลื่อนที่บนทางโค้ง	180
2.3 การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	185
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	191

บรรณานุกรม 194

ดัชนี 196

המחשבה

ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์



ผลการเรียนรู้

- สืบค้นและอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
- วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

ฟิสิกส์คืออะไร เกี่ยวข้องกับสิ่งใดในชีวิตประจำวันบ้าง



แนวคิดหลัก

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาหาหลักฐาน กฎ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวัด ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ จะประกอบด้วยค่าที่เป็นตัวเลขและหน่วย โดยหน่วยที่ใช้เป็นมาตรฐานสากล คือ หน่วยในระบบเอสไอ ส่วนตัวเลขจากผลการวัดจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น จึงต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมและบันทึกผลการวัดโดยใช้หลักการของเลขนัยสำคัญ เพื่อให้ผลการวัดมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด

1. ความเป็นมาของวิชาฟิสิกส์



แนวคิดสำคัญ

ความสงสัยและอยากรู้อยากเห็นที่จะเข้าไปปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ของมนุษย์ ถือเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาความรู้จากการสังเกต การบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล จนกระทั่งสรุปเป็นความรู้และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดกฎและทฤษฎีต่าง ๆ ขึ้นมากมาย

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติหรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวซึ่งใช้การวัดและการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกายภาพ แล้วสรุปเป็นหลักการ ทฤษฎี หรือกฎ นำไปสู่การสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การทดลองและการคิดค้นหาเหตุผลของมนุษย์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในอดีตส่วนใหญ่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว ความอยากรู้อยากเห็น ความฉลาด ความคิด และสติปัญญาของมนุษย์ ทำให้เกิดข้อสงสัยหรือครุ่นคิดที่จะตอบคำถามเมื่อมีปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ เกิดขึ้นเริ่มตั้งแต่คำถามง่าย ๆ คือ มีสิ่งใดเกิดขึ้น สิ่งนั้นเกิดขึ้นที่ไหน และเกิดขึ้นเมื่อไร ไปจนถึงคำถามยากขึ้น คือ เหตุใดปรากฏการณ์นั้นจึงเกิดขึ้นและเกิดขึ้นได้อย่างไร

จากการสังเกต การคิด ไตร่ตรอง และใช้วิธีการอย่างเป็นระบบในการหาคำอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้ต้องมีความรู้มากขึ้น และความพิเศษของมนุษย์คือ ความสามารถในการบันทึกหรือถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้นั้นไปยังคนรุ่นต่อไป มีผลให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ต่อยอดจากคนรุ่นก่อน ๆ

สะสมเพิ่มพูนมากขึ้นและต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน โดยวิชาฟิสิกส์จัดเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งมีบทบาทต่อการพัฒนาความเจริญของมนุษย์เป็นอย่างมาก ดังนั้นนักเรียนควรทราบลักษณะสำคัญของวิชาฟิสิกส์โดยภาพรวมก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ ของวิชาฟิสิกส์

จุดเริ่มต้นของการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการที่มนุษย์สังเกตเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ เช่น กลางวัน กลางคืน ภูเขาไฟระเบิด ดาวตก พายุ พายุหิมะ พายุฝน รุ้งกินน้ำ มนุษย์ในสมัยโบราณเชื่อว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติเป็นฝีมือของเทพเจ้าหรือภูติผีปีศาจ แต่การพยายามหาคำตอบในสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นเป็นธรรมชาติของมนุษย์ที่ต้องการทราบถึงสิ่งต่างๆ ที่ยังอธิบายไม่ได้



ก. พายุฝน



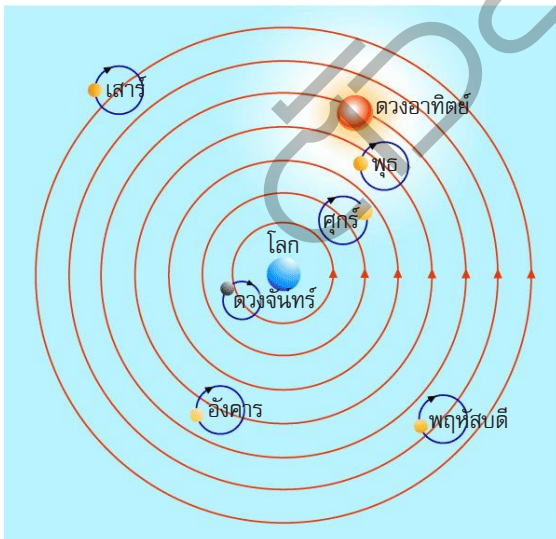
ข. รุ้งกินน้ำ



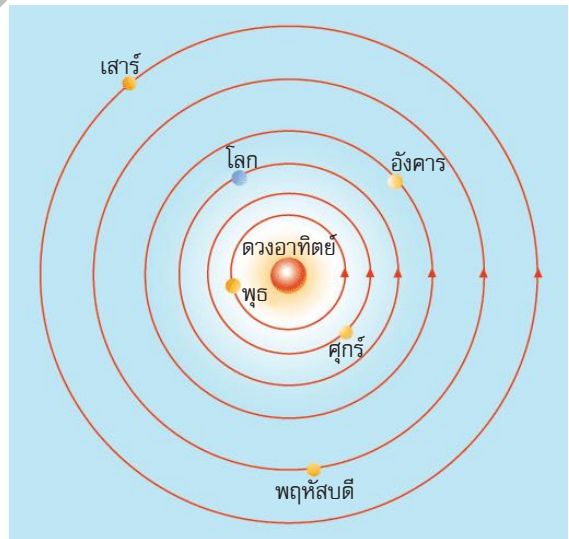
ค. สุริยุปราคา

รูปที่ 1.1 ปรากฏการณ์ธรรมชาติ

การสังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างมีหลักเกณฑ์ได้ถูกนำมาใช้ในเวลาต่อมานี้ ชาวอียิปต์โบราณศึกษาเกี่ยวกับฤดูกาลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก โคเปอร์นิคัสบรรยายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ต่าง ๆ โดยเสนอว่า ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ เคปเลอร์สังเกตและบันทึกข้อมูลพร้อมศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์ จนสามารถสรุปเป็นกฎเกณฑ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้ในที่สุด



รูปที่ 1.2 ลักษณะของจักรวาลซึ่งมีโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลตามความคิดของทอเลมี



รูปที่ 1.3 ลักษณะของจักรวาลซึ่งมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางตามความคิดของโคเปอร์นิคัส

จากการสังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในยุคสมัยที่ผ่านมา ได้ทำทลายให้เกิดการพัฒนาความรู้ต่อเนื่องมาเรื่อย ๆ โดยเริ่มตั้งแต่ศตวรรษที่ 16 ได้มีการพัฒนาด้านการเขียนตำราอย่างกว้างขวางและรวดเร็วเมื่อสามารถประดิษฐ์เครื่องมือได้ รวมถึงการประสานร่วมมือกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์

ที่อยู่ในซีกโลกตะวันออกกับซีกโลกตะวันตก ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างของบุคคลในยุคนี้ เช่น เลโอนาร์โด ดา วินชี (Leonardo da Vinci) นิโคลัส โคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus) และวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันเริ่มต้นเมื่อช่วงต้นศตวรรษที่ 17 โดยมีนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เช่น กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) โยฮันเนส เคปเลอร์ (Johannes Kepler) เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) คาโรลัส ลินเนียส (Carolus Linnaeus) และในช่วงศตวรรษที่ 17-19 มีการค้นพบที่เป็นรากฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญให้กับยุคปัจจุบัน เนื่องจากความก้าวหน้าและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทุกวิชา การค้นคว้าทดลอง การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะในศตวรรษที่ 20 ซึ่งถือเป็นยุคปฏิวัติทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกือบทุกสาขา และมีการค้นพบรังสีเอกซ์ (X-ray) การค้นพบกัมมันตภาพรังสี การค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพ สิ่งเหล่านี้เป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้มนุษย์เดินทางออกสู่อวกาศได้และแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ในเอกภพ จนกระทั่งปัจจุบันนี้โลกได้เข้าสู่ศตวรรษที่ 21 นักเรียนจะเห็นการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และการค้นพบใหม่ ๆ มากมาย ทั้งการนำระบบไอซีที (ICT) มาใช้ในการศึกษาเรียนรู้ ทำให้เกิดการพัฒนาด้านการสื่อสารที่ไร้พรมแดน ทำให้การพัฒนาความรู้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การค้นพบเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและการแพทย์ มีการคิดค้นสร้างเม็ดแคปซูลขนาดเล็กที่ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์และกล้องโทรทัศน์ที่สามารถสำรวจภายในร่างกายมนุษย์ได้คล้ายกับเรือดำนํ้าที่สำรวจมหาสมุทร ภาพของอวัยวะในร่างกายจะถูกส่งออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจน ในเม็ดแคปซูลอาจติดตั้งอุปกรณ์รักษาโรคด้วย เช่น การรักษาโรคมะเร็งในอวัยวะที่สำคัญหรือเป็นบริเวณที่ฉายรังสีได้ยาก โดยการบรรจุรังสีใส่เม็ดแคปซูลไปแล้วแคปซูลจะปล่อยรังสีบริเวณเซลล์ที่ผิดปกติ ช่วยให้รักษาได้ตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

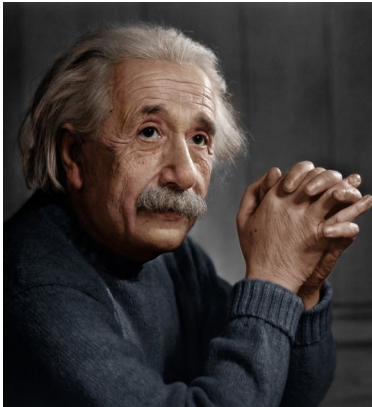
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาขึ้นจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างมีหลักเกณฑ์ การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐานและข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้ศาสตร์ต่าง ๆ อย่างบูรณาการ เพื่อสรุปเป็นความรู้และนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดการพัฒนาและสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ ขึ้นได้อย่างมากมาย

จากการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น **ฟิสิกส์ (Physics)** เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสสารกับพลังงาน ความรู้ทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานสำคัญที่นำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีในทุก ๆ ด้าน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ เช่น การนำความรู้ด้านแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ การนำความรู้ทางอุณหพลศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาเครื่องจักรกลและยานพาหนะ การนำความรู้เรื่องกลศาสตร์ควอนตัมไปใช้ในการพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

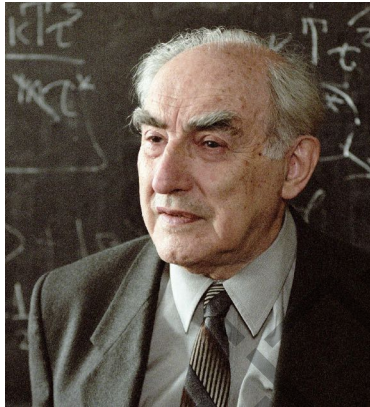


รูปที่ 1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกิดจากความรู้ทางฟิสิกส์

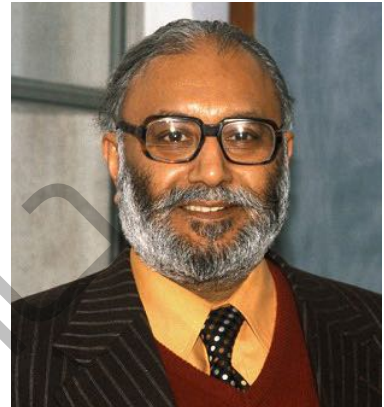
ในปัจจุบัน วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีขอบเขตกว้างขวาง โดยอาจแบ่งเป็นสาขาย่อยหลายสาขา เช่น กลศาสตร์ ฟิสิกส์อนุภาค ฟิสิกส์อะตอม ทัศนศาสตร์ ฟิสิกส์ดาราศาสตร์ พลศาสตร์ ฟิสิกส์ของไหล นอกจากนี้ยังแบ่งการทำงานของนักฟิสิกส์ได้อีก 2 แนวทาง คือ นักฟิสิกส์ทฤษฎีและนักฟิสิกส์การทดลอง โดยงานของนักฟิสิกส์ทฤษฎีจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทฤษฎีใหม่ การแก้ไขทฤษฎีเดิม หรือการอธิบายการทดลองใหม่ ๆ ในขณะที่นักฟิสิกส์การทดลองจะเกี่ยวข้องกับการทดสอบทฤษฎีที่นักฟิสิกส์ทฤษฎีสร้างขึ้น การตรวจทดสอบการทดลองที่เคยมีผู้ทดลองไว้ หรือแม้แต่การพัฒนาการทดลองเพื่อหาสภาพทางกายภาพใหม่ ๆ



แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein)

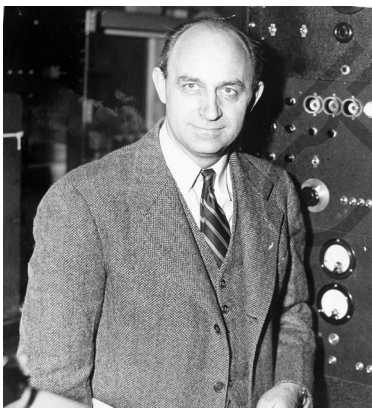


วิตาลี กิ้นซ์เบิร์ก (Vitaly Ginzburg)

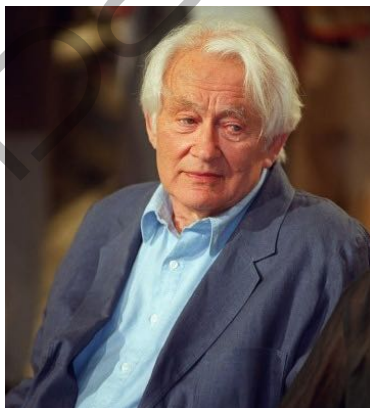


อับดัล ซาลาม (Abdus Salam)

รูปที่ 1.5 นักฟิสิกส์ทฤษฎี



เอนรีโก แฟร์มี (Enrico Fermi)



จอร์ฌ ชาร์ปาก (Georges Charpak)



กุกลิเอลโม มาร์โกนี (Guglielmo Marconi)

รูปที่ 1.6 นักฟิสิกส์การทดลอง

ขอบเขตของวิชาฟิสิกส์ภาคปฏิบัติจะขึ้นอยู่กับขีดจำกัดของการสังเกตและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด ถ้าเทคโนโลยีของเครื่องมือวัดพัฒนามากขึ้น ข้อมูลที่ได้จะมีความละเอียดและถูกต้องมากขึ้น ทำให้ขอบเขตของวิชาฟิสิกส์ยิ่งขยายออกไปมากขึ้น ข้อมูลที่ได้ใหม่อาจไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ทฤษฎีและกฎเดิมที่ทำนายไว้ ทำให้เกิดการพัฒนาคำรู้โดยการสร้างทฤษฎีใหม่ภายใต้หลักฐานหรือประจักษ์พยานใหม่ ซึ่งเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานหรือข้อมูลการค้นพบใหม่ แต่ความรู้เดิมที่มีอยู่ยังคงมีความสำคัญเพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นมาของการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น



ข้อมูลต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์
รุ่นก่อนบันทึกไว้และถ่ายทอด
ต่อกันมา ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้
ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างไร

การบันทึกข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ
อย่างมากต่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น
นักวิทยาศาสตร์จะต้องมีความซื่อสัตย์และตรงไปตรงมาใน
การบันทึกข้อมูล เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อไปสามารถ
นำข้อมูลเหล่านั้นมาศึกษาและต่อยอดได้ การบันทึกข้อมูล
ทางวิทยาศาสตร์ควรยึดหลักดังนี้

1. บันทึกข้อมูลด้วยความรอบคอบและซื่อสัตย์
2. บันทึกวิธีการที่ใช้สังเกตเหตุการณ์
3. บันทึกเครื่องมือที่ใช้ขณะที่ทำการสังเกตเหตุการณ์
4. บันทึกตัวแปรต่าง ๆ ในขณะที่ทำการสังเกตเหตุการณ์

กล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้จาก 2 แนวทาง คือ แนวทางที่หนึ่งได้จากการสังเกต
การบันทึก การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุป และแนวทางที่สองได้จากการสร้างแบบจำลองจากความคิด
อย่างมีเหตุผล ซึ่งอาจแหวกแนวจากความรู้เก่าและเป็นที่ยอมรับในขณะนั้น ซึ่งไม่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมาจาก
แนวทางใดก็ตาม ล้วนมีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาการต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน โดยเฉพาะ
อย่างยิ่งความรู้ในด้านฟิสิกส์ ซึ่งเป็นศาสตร์ทางกายภาพและเป็นวิชาที่มุ่งเสาะหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่ออธิบาย
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ ประกอบด้วยทฤษฎีหลายทฤษฎีที่ต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญ และความรู้
ทางฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ร่วมกับความรู้ในสาขาอื่นได้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นในวิชาเคมี ความรู้ทางฟิสิกส์นำไป
อธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาในระดับโมเลกุลและอะตอมรวมถึงพันธะเคมีได้เป็นอย่างดี ในวิชาชีววิทยา ความรู้ด้านฟิสิกส์
และเคมีช่วยให้เข้าใจระบบและกระบวนการทำงานในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ในวิชาคอมพิวเตอร์ ความรู้ด้านฟิสิกส์
ช่วยให้สามารถสร้างไมโครโพรเซสเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์
ดังนั้น นักเรียนจะเห็นได้ว่าความรู้ด้านฟิสิกส์นั้นมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับศาสตร์แขนงต่าง ๆ ซึ่งสามารถ
นำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้รับความสะดวกสบาย ตั้งแต่สิ่งที่เล็กมาก
ในระดับนาโนไปจนถึงสิ่งที่ใหญ่โต เช่น ยานอวกาศ ดาวเทียมต่าง ๆ ทั้งนี้การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จะต้อง
คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะตามมาด้วย ไม่ว่าจะเป็นการเกิดภาวะโลกร้อน การทำลายสมดุลของธรรมชาติ
รวมถึงการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง

ดังนั้น ความอยากรู้อยากเห็นและความช่างสังเกต
เป็นพฤติกรรมของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดการศึกษาธรรมชาติ
ที่อยู่รอบตัวด้วยวิธีการต่าง ๆ จึงเป็นที่มาของวิชาฟิสิกส์
ความก้าวหน้าด้านฟิสิกส์เป็นผลมาจากการบันทึกข้อมูล
ของนักฟิสิกส์จากรุ่นสู่รุ่น นักเรียนคิดว่าการบันทึกข้อมูล
ที่ได้จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร

หากข้อมูลเหล่านั้นเป็นข้อมูลที่
ขาดความถูกต้อง นักเรียนคิดว่า
ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร





กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เหตุใดจึงมีความเชื่อที่ว่า การสังเกตและการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติตั้งแต่สมัยโบราณสืบทอดกันมา ทำให้เกิดการพัฒนาคำรู้ต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์
2. คนไทยโบราณมีคำอธิบายเกี่ยวกับการเกิดจันทรุปราคาและสุริยุปราคาอย่างไร แตกต่างจากปัจจุบันหรือไม่ อย่างไร
3. การศึกษาเกี่ยวกับจักรวาลของนักวิทยาศาสตร์ในยุคก่อน เช่น จักรวาลตามความคิดของทอเลมี ได้เสนอและบันทึกไว้ว่าโลกที่มีน้ำ อากาศ และไฟเป็นศูนย์กลางของจักรวาล ในเวลาต่อมาโคเปอร์นิคัส ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลจากนักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน แล้วเสนอว่าจักรวาลมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง นักเรียนคิดว่า เหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงไม่ลบเอาแนวคิดที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับจักรวาลที่ทอเลมีเสนอไว้ทิ้งไป แต่ยังคงกล่าวถึงในตำราต่าง ๆ อยู่เสมอ
4. นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับคำกล่าวที่ว่า “ความรู้ทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี”

2. ปริมาณกายภาพและหน่วยวัด



แนวคิดสำคัญ

ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทั้งทางตรงและทางอ้อม มีความหมายเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น มวล ปริมาตร น้ำหนัก ความเร็ว แรง กระแสไฟฟ้า จะประกอบด้วยค่าที่วัดได้และหน่วยในการวัด เช่น มวลอาจมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม กรัม กิโลกรัม หรือปอนด์ เพื่อให้การใช้หน่วยเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลกจึงได้กำหนดระบบหน่วยมาตรฐาน เรียกว่า ระบบเอสไอ ประกอบด้วยหน่วยฐานจำนวน 7 หน่วย ได้แก่ เมตร กิโลกรัม วินาที แอมแปร์ เคลวิน โมล และแคนเดลา หน่วยอนุพัทธ์เป็นหน่วยที่สร้างขึ้นจากหน่วยฐาน เช่น นิวตัน เกิดจากหน่วยฐานกิโลกรัม-เมตร/วินาที² และหน่วยเสริมที่ใช้วัดมุม คือ เรเดียนและสตีเรเดียน นอกจากนี้ในระบบเอสไอยังมีการกำหนดตัวนำหน่วย เพื่อให้หน่วยเล็กลงหรือใหญ่ขึ้น เช่น นาโน ไมโคร กิโล เมกะ

”

นักเรียนทราบแล้วว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาได้อย่างไรและการศึกษาทางฟิสิกส์นั้นจะเน้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการใช้เครื่องมือวัด มีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อนำมาวิเคราะห์และแปลความหมาย แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ จากนั้นจึงนำออกมาเผยแพร่ ถ้าเป็นที่ยอมรับก็จะนำไปสู่การสรุปเป็นทฤษฎีและกฎต่อไป ดังนั้นในการทดลองจำเป็นอย่างยิ่งที่เครื่องมือวัดจะต้องให้ข้อมูลอย่างละเอียดและแม่นยำ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษานั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ

“

ใบประกันคุณภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เล่มนี้ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด เป็นผู้จัดพิมพ์เผยแพร่และจำหน่าย โดยได้จัดทำคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ที่มีทั้งผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและองค์ประกอบสำคัญอื่นที่บริษัทฯ จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้เทียบเคียงกับหลักสูตรของสถานศึกษา และพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ ประกอบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ตามความเหมาะสม

ผู้เรียบเรียง นางณัฐภัสสร เหล่าเนตร

ผู้ตรวจ
1. ดร.มรกต พุทธกาล
2. รศ.มานัส มงคลสุข
3. ผศ.ปรีดา เพชรมีศรี

บรรณาธิการ ศ. ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ขอรับรองว่า ผู้เรียบเรียง ผู้ตรวจ และบรรณาธิการ ดังกล่าว เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ในการจัดทำหนังสือนี้ให้มีความถูกต้องและมีคุณภาพในการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาเพิ่มเติมที่กำหนด

หากผู้ใช้หนังสือหรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า หนังสือเล่มนี้มีข้อบกพร่อง เนื้อหาไม่ถูกต้อง เกิดผลเสียต่อการเรียนรู้ ส่งผลกระทบต่อด้านคุณธรรม จริยธรรม และความมั่นคงของชาติ เมื่อบริษัทฯ ได้ทราบแล้ว บริษัทฯ ยินดีงดการจำหน่ายทันที และเรียกเก็บหนังสือที่จำหน่ายทั้งหมดเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง ตลอดจนชดเชยค่าเสียหาย ที่เกิดขึ้นจริงให้กับผู้ที่ได้รับความเสียหายนั้น ทั้งนี้ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 พระราชบัญญัติ คุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2541 และพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2556 รวมทั้งยินยอม ให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานถอดถอนรายชื่อหนังสือนี้ออกจากบัญชีกำหนดสื่อการเรียนรู้สำหรับ เลือกใช้ในสถานศึกษาไปก่อนจนกว่าจะได้รับแจ้งว่ามีการแก้ไขแล้ว พร้อมทั้งการแจ้งประชาสัมพันธ์ให้สถานศึกษาทราบ

(ลงชื่อ).....ผู้รับรอง

(นายคมพิชญ์ พนาสุกน)

กรรมการผู้จัดการ

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1



2522401110

MAC | MACEDUCATION

www.MACeducation.com



9 786163 451507

ราคา 90 บาท