

วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนากทักษะชีวิต

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 1 หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์
ประกาศลำดับที่ 400



 IMAC EDUCATION

วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต 20000-1301

หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง

กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ณัฐญา อัมรินทร์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ณัฐญา อัมรินทร์.

วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต (20000-1301).-- กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น, 2562.
260 หน้า.

1. วิทยาศาสตร์--การศึกษาและการสอน. I. ชื่อเรื่อง.

507

ISBN 978-616-345-004-3

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MAC EDUCATION

ผู้เขียน : ณัฐญา อัมรินทร์

ผู้ทรงคุณวุฒิ : ดร.ทิพวรรณ สายพิณ

การสั่งซื้อ : ส่งธนาคติส่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว ในนาม บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด

เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทระเกษม

เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ครั้งที่ : 1

จำนวนที่พิมพ์ : 5,000 เล่ม

ราคาจำหน่าย : 118 บาท

ปีที่พิมพ์ : 2562

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์เพิ่มทรัพย์การพิมพ์

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนั้นนอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 เพื่อมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรมจริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพอิสระ เป็นผู้ประกอบการที่มีคุณภาพ หรือประกอบอาชีพอื่น ๆ ได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการทั้งในประเทศและภูมิภาคอาเซียน

บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด ผู้ผลิตและจำหน่ายหนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ และวารสารทางการศึกษา ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอาชีวศึกษา ตระหนักถึงภารกิจสำคัญในการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนส่งเสริม การศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้บรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการและ ผู้สอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อจัดทำสื่อการเรียนรู้ อันประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่จัดทำให้ตรงกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะแกนกลาง และด้านสมรรถนะวิชาชีพ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปปรับให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนและจุดเน้นของสถานศึกษา

จุดเด่นของหนังสือเรียนชุดใหม่ มีดังนี้

1. นำเสนอในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ ที่เนื้อหาเหมาะสมต่อการเรียนรู้ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้มข้นและทันสมัย ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเรียนมุ่งเน้นให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) และการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

2. แทรกกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ กิจกรรมตามสมรรถนะรายวิชา กิจกรรมการฝึกกระบวนการคิด (Thinking Skills) และกิจกรรมบูรณาการให้แก่ผู้เรียน

3. พัฒนาสมรรถนะแกนกลางและสมรรถนะวิชาชีพผ่านกระบวนการปฏิบัติงานโดยใช้ใบช่วยสอนเป็นสื่อ สำหรับการฝึกกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้จากโครงการงาน (Project-based Learning)

4. มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนนั้นๆ ทั่วยหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย

5. สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศในการสืบค้นความรู้ ดังนั้นหนังสือเรียนอาชีวศึกษา แม็ค 4.0 จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วย โดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนสแกน QR Code หรือเปิดในเว็บไซต์ maceducation.com ซึ่งมีฐานข้อมูลที่สามารถ Download มาศึกษาได้

บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด ขอขอบคุณสถานศึกษา ครู คณาจารย์ ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในสื่อการเรียนรู้ของบริษัท บริษัทหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนรู้ชุดนี้จะมีส่วนช่วยให้การจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทัดเทียมระดับสากลต่อไป

รหัส 20000-1301

วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหน่วยและการวัด แรงและการเคลื่อนที่ นาโนเทคโนโลยี อะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง
2. สามารถสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับการวัด การเคลื่อนที่ อะตอมและธาตุ สาร และทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวัน
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีต่อการศึกษาและสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัด อะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง นาโนเทคโนโลยี และระบบนิเวศ
2. คิดคำนวณเกี่ยวกับหน่วยและการวัด แรงและการเคลื่อนที่ตามหลักการ
3. ปฏิบัติกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ปฏิบัติทดลองเกี่ยวกับสาร การเปลี่ยนแปลง และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัด แรง การเคลื่อนที่ นาโนเทคโนโลยี โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบนิเวศ

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แสดงความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2	โครงงานวิทยาศาสตร์	นำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3	หน่วยและการวัด	แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้หน่วยและเครื่องมือวัดได้เหมาะสมกับปริมาณต่าง ๆ
4	แรงและการเคลื่อนที่	แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่โดยคำนวณแรงลัพธ์ด้วยวิธีการสร้างรูปและวิธีการคำนวณ
5	นาโนเทคโนโลยี	แสดงความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีในประเทศและต่างประเทศ
6	โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ	แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ
7	สารและการเปลี่ยนแปลง	แสดงความรู้เกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลง
8	ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	แสดงความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
9	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ	แสดงความรู้เกี่ยวกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ
10	ระบบนิเวศ	แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศ

สารบัญ

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1
1. ความหมายของวิทยาศาสตร์	2
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2
3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์	3
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5
5. จิตวิทยาศาสตร์	16
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	20
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โครงงานวิทยาศาสตร์	27
1. ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์	28
2. หลักการสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์	28
3. จุดมุ่งหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์	29
4. ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์	30
5. ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	35
6. แนวทางการประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์	49
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	54
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 หน่วยและการวัด	59
1. หน่วยของการวัด	60
2. การวัดและเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์	63
3. การอ่านผลจากการวัด	65
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	72
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	75
1. ปริมาณทางวิทยาศาสตร์	76
2. แรง	76
3. การเคลื่อนที่ของวัตถุ	84
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	93

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 นานาเทคโนโลยี	97
1. ความรู้เบื้องต้นของนานาเทคโนโลยี	98
2. หลักการพื้นฐานของนานาเทคโนโลยี	101
3. นานาเทคโนโลยีทางการแพทย์และนานาเทคโนโลยีเชิงชีวภาพ	104
4. นาโนศาสตร์และนานาเทคโนโลยีในประเทศไทย	106
5. จริยธรรมและข้อควรระวังเกี่ยวกับนานาเทคโนโลยี	110
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	114
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ	118
1. อะตอมและโครงสร้างของอะตอม	119
2. การพัฒนาแบบจำลองอะตอม	120
3. สัญลักษณ์นิวเคลียร์	126
4. ตารางธาตุ	128
5. สมบัติของธาตุในตารางธาตุ	131
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	139
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 สารและการเปลี่ยนแปลง	144
1. สมบัติของสาร	145
2. สถานะของสาร	149
3. การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร	151
4. การจำแนกประเภทของสาร	154
5. สารเนื้อเดียว	156
6. สารเนื้อผสม	159
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	170
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	174
1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี	175
2. การเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	176
3. สารเคมีที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	182
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	193

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ	197
1. ความหมายและความเป็นมาของเทคโนโลยีชีวภาพ	198
2. พันธุวิศวกรรม	200
3. การโคลน	202
4. ประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ	205
5. ผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	209
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	215
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 ระบบนิเวศ	219
1. ความหมายของระบบนิเวศ	220
2. องค์ประกอบของระบบนิเวศ	222
3. การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	227
4. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	230
5. การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ	235
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	244
บรรณานุกรม	250
ดัชนี	251

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. จิตวิทยาศาสตร์

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้
2. บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเภทได้
3. ระบุขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
4. บอกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
5. ระบุพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีจิตวิทยาศาสตร์ได้

สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งอาชีพ การงาน สังคม วัฒนธรรม และความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าทุกคนจะไม่ได้เป็นผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเชี่ยวชาญในอนาคต แต่ก็ต้องมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับหนึ่ง เพื่อที่จะใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ และเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์สังคมของตนเองในโลกยุคปัจจุบัน

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์



วิทยาศาสตร์ (Science) ตรงกับรากศัพท์ภาษาละตินว่า Scientia แปลว่า ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากหลักฐานและความเป็นเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น การเกิดจันทรุปราคา ซึ่งเกิดจากการบังกันระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ ไม่ใช่เพราะยักษ์ที่ชื่อราหูได้อ้อมดวงจันทร์ไว้

วิทยาศาสตร์มีการแบ่งประเภทหลายระบบ แต่ละระบบมีเหตุผลและหลักเกณฑ์ต่าง ๆ กัน และหากจำแนกตามธรรมชาติของวิชา สามารถจำแนกได้ 3 สาขา คือ

1) วิทยาศาสตร์กายภาพ เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของทุกสิ่งทุกอย่างในโลกและจักรวาล ในส่วนของสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ เคมี ธรณีวิทยา และคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่างๆ ของทุกสิ่งทุกอย่างในโลกและจักรวาล ในส่วนของสิ่งมีชีวิต เช่น ชีววิทยา สัตววิทยา เป็นต้น

3) วิทยาศาสตร์สังคม เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ และพฤติกรรมของมนุษย์ ที่รวมกันอยู่เป็นชุมชนหรือสังคม เช่น สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ เป็นต้น

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific of Knowledge) คือ ผลที่ได้จากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

2.1 ข้อเท็จจริง (Fact) หมายถึง ความรู้ที่สังเกตได้โดยตรงโดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

2.2 ความคิดรวบยอด (Concept) หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

2.3 หลักการ (Principle) หมายถึง ความคิดรวบยอดที่ได้รับการทดสอบว่าเป็นจริง สามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิง และเป็นที่ยอมรับตรงกัน

2.4 กฎ (Law) หมายถึง หลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้

2.5 ทฤษฎี (Theory) หมายถึง ข้อความที่บรรยายถึงปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้

2.6 สมมติฐาน (Hypothesis) เป็นคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ หรือแนวคิดที่แสดงการคาดคะเนในสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการสังเกตโดยตรง

3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) คือ วิธีการทำงานอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไป มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นระบุปัญหา (Problem) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา เมื่อได้ข้อสังเกตบางอย่างที่เราสนใจจะทำให้ได้สิ่งที่ตามมา คือ ปัญหา ดังนั้นจึงต้องหมั่นฝึกการสังเกตว่าสิ่งที่สังเกตนั้นคืออะไร เกิดขึ้นเมื่อไร เกิดขึ้นที่ไหน เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

3.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) คือ การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์และการศึกษาเอกสารต่าง ๆ โดยคำตอบของปัญหาที่คาดคะเนไว้นี้อาจถูกต้อง แต่จะยังไม่เป็นที่ยอมรับจนกว่าจะมีการทดลองเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบเสียก่อน จึงจะสรุปได้ว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 ขั้นทดลอง (Experiment) เป็นกระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลอง เพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

3.4 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลอง หรือการรวบรวม หรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

3.5 ขั้นสรุปผลการทดลอง (Conclusion) เป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการทดลองมาสรุป พิจารณาว่าผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะกลายเป็นทฤษฎี (Theory) และทฤษฎีนั้นสามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.1

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ข้อความต่อไปนี้ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด
 - 1.1 อาหารให้พลังงานแก่ร่างกาย
 - 1.2 แม่เหล็กขั้วชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน
 - 1.3 น้ำแข็งลอยน้ำได้
 - 1.4 ถ้าอุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน
 - 1.5 สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์
 - 1.6 แมลงสาบมี 6 ขา
 - 1.7 โลหะทุกชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

2. จากข้อความที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ขั้นใดบ้าง
 - 2.1 การพิสูจน์ข้อเท็จจริงจากสมมติฐานที่ตั้งไว้
 - 2.2 การนำข้อมูลมาลงความเห็นและเขียนรายงานผลการศึกษาทดลอง
 - 2.3 มีความชัดเจน ไม่คลุมเครือ และได้มาโดยความอยากรู้อยากเห็นและการสังเกต
 - 2.4 การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาแปรผลให้ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
 - 2.5 การตอบคำถามล่วงหน้าโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์
3. อะเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Alexander Fleming) สังเกตพบว่าถ้ามีราเพนนิซิลเลียมอยู่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียจะไม่เจริญเติบโต ผลของการพบของอะเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง นำไปสู่ประโยชน์มหาศาลในวงการแพทย์ การค้นพบตรงนี้เป็นขั้นตอนใดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการใช้เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมอเมริกาเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เรียงตามลำดับ ดังนี้

4.1 ทักษะการสังเกต

การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลอง เพื่อค้นหาความจริงในสิ่งนั้น โดยไม่ใส่หรือเพิ่มความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1.1 การสังเกตเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตลักษณะของสิ่งต่างๆ เช่น สี รูปร่าง รส กลิ่น เสียง และสถานะ เป็นต้น

4.1.2 การสังเกตเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตขนาด ความยาว ความสูง น้ำหนัก ปริมาตร และอุณหภูมิของสิ่งนั้น



รูปที่ 1.2 ประสาทสัมผัสทั้ง 5

ถ้าสิ่งต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลง ควรสังเกตในขณะที่สิ่งนั้นกำลังเปลี่ยนแปลง และหลังการเปลี่ยนแปลง จึงจะได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น เพราะการสังเกตสิ่งต่างๆ ในช่วงเวลาต่างกัน ทำให้พบความแตกต่างของสิ่งนั้น การสังเกตที่ดีควรใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ให้มากที่สุด เพื่อสังเกตให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ซึ่งเป็นข้อเท็จจริงโดยไม่ต่อเติมด้วยความคิดเห็นส่วนตัว

4.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไปในข้อมูลนั้น การลงความเห็นจากข้อมูลอาจจะถูกหรือผิดขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่อไปนี้

- 4.2.1 ปริมาณและความกว้างของข้อมูล
- 4.2.2 ความถูกต้องของข้อมูล
- 4.2.3 ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความเห็น
- 4.2.4 ความสามารถในการสังเกต

การลงความเห็นจากข้อมูลจะทำให้เราได้เข้าใจปรากฏการณ์นั้น อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ พยากรณ์เหตุการณ์ล่วงหน้าได้ และที่สำคัญทำให้เราสามารถควบคุมเหตุการณ์บางอย่างได้

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.2

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 แต่ละอย่างในการสังเกตมีข้อควรระวังอย่างไรบ้าง
2. ข้อมูลที่สังเกตได้ต่อไปนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพหรือข้อมูลเชิงปริมาณ และใช้ประสาทสัมผัสใดในการสังเกต
 - 2.1 โต๊ะกินข้าวมีพื้นที่เป็นรูปวงกลม
 - 2.2 ไอศกรีมเจลลี่ถ้วยนี้มีกลิ่นหอม
 - 2.3 นาฬิกาเรือนนี้เดินเสียงดังตึกตอกๆ
 - 2.4 ห้องนอนห้องนี้มี 2 ประตู 6 หน้าต่าง
 - 2.5 เด็กคนนั้นร้องไห้เสียงดังมาก
 - 2.6 น้ำในขวดนี้มีรสหวาน
 - 2.7 อาตอยสูงประมาณ 170 เซนติเมตร
3. ข้อความต่อไปนี้บันทึกการสังเกตหรือทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - 3.1 ต่างหีบหีบละลายน้ำแล้วเป็นสีม่วง
 - 3.2 สุนัขชอบแทะกระดูกมาก
 - 3.3 ถ้ามลพิษมาแตะเกียมน้ำมันจะดับ
 - 3.4 ต่างหีบหีบทำให้ผักสะอาด ฆ่าเชื้อโรคได้
 - 3.5 ขนมปังแผ่นนี้ยาวประมาณ 3 นิ้ว
 - 3.6 น้ำมันลอยน้ำได้
 - 3.7 ผ้าซีฟองสีเหลืองผืนนี้มีเนื้อนุ่มมาก

4.3 ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการแบ่งพวกหรือจัดจำแนก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาให้เป็นหมวดหมู่ มีระบบในการจัดเก็บ ทำให้สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการศึกษาค้นคว้า โดยการหาลักษณะหรือสมบัติร่วมบางประการ หรือหาเกณฑ์ความเหมือนหรือความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เกณฑ์นี้อาจกำหนดขึ้นเองหรือใช้เกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดไว้แล้ว เช่น การจำแนกร้านขายของออกเป็นร้านขายของชำ ร้านขายยา ร้านขายเสื้อผ้า ฯลฯ ห้องสมุดจัดแบ่งหนังสือออกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ เพื่อความสะดวกในการค้นหาและหยิบใช้นักวิทยาศาสตร์ใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการแบ่งสารออกเป็นสารเนื้อเดียวกับสารเนื้อผสมหรือใช้กระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ในการแบ่งสัตว์ออกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เป็นต้น

4.4 ทักษะการวัด

การวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือได้ถูกต้องกับปริมาณของสิ่งต่าง ๆ และสามารถวัดได้ถูกต้องแม่นยำตามความเป็นจริง การเกิดทักษะการวัดนอกจากจะสามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดแล้ว ยังสามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ สามารถบอกวิธีการ ขั้นตอน และวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง สามารถทำการวัดรวมถึงระบุหน่วยของตัวเลขได้อย่างถูกต้อง เช่น การวัดความกว้างหรือความยาวของห้องควรเลือกใช้ไม้เมตรหรือตลับเมตร มีหน่วยเป็นเมตร ความกว้างหรือความยาวของหนังสือควรเลือกใช้ไม้บรรทัด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร การวัดตัวเพื่อตัดเสื้อผ้าควรใช้สายวัด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และการชั่งน้ำหนักควรใช้ตราชั่ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม เป็นต้น



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างเครื่องมือวัดความยาว

(ที่มา : <http://www.myfirstbrain.com/thaidata/image.asp?ID=333571X>)

4.5 ทักษะการใช้ตัวเลข

การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using Number) เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำค่าของตัวเลขที่ได้จากการวัดและการนับมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนำตัวเลขนั้นมาบวก ลบ คูณ หรือหาร เช่น การหาพื้นที่ การหาปริมาตร และการหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น เพื่อนำค่าใหม่ที่คำนวณได้มาสื่อความหมายให้เข้าใจชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งใช้กันอยู่เป็นประจำในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.3

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- จากสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงใช้สมบัติของสารในการจำแนกประเภทของสารออกเป็นกลุ่มอากาศ เบียร์ น้ำยาล้างแผล เจลลี่ น้ำสบู่ น้ำอัดลม นํ้านม ควันบุหรี น้ำโคลน น้ำส้มสายชู ทองเหลือง นาก ยาธาตุน้ำขาว แก๊สหุงต้ม น้ำส้มคั้น น้ำสลัด
- จงบอกชื่อเครื่องมือวัดและหน่วยของปริมาณต่อไปนี้
 - ความยาวของห้องเรียน
 - น้ำหนักของกระเป๋าสีเสื้อ

- 2.3 อุณหภูมิของร่างกาย
- 2.4 ปริมาตรของน้ำในแก้ว
- 2.5 น้ำหนักของส้ม 10 ผล
- 2.6 ความสูงของต้นถั่วเขียว
3. นักเรียนจะเลือกเครื่องมือใดบ้างมาใช้ในการวัดความยาวของขอบใบตำลึง และวัดอย่างไร
4. จงแสดงวิธีคำนวณหาดัชนีมวลกายของนักเรียน และบอกด้วยว่านักเรียนอยู่ในภาวะใด

ภาวะ	ค่าดัชนีมวลกายที่คำนวณได้
ผอมระดับ 4	< 16.0
ผอมระดับ 3	16.0-16.9
ผอมระดับ 2	17.0-18.4
ผอมระดับ 1	18.5-19.9
ปกติ	20.0-24.9
อ้วนระดับ 1	25.0-29.9
อ้วนระดับ 2	30.0-39.9
อ้วนระดับ 3	> 40.0

4.6 ทักษะการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Prediction) คือ การทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ หรือนำหลักการ ทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยสรุปหาคำตอบของเรื่องนั้น ๆ การพยากรณ์จะแม่นยำมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผลที่ได้จากการสังเกตอย่างรอบคอบ การวัดที่ถูกต้องแม่นยำ การบันทึกที่เป็นจริง และการจัดกระทำข้อมูลที่เหมาะสม การพยากรณ์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนเรา เช่น การพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาผ่านทางโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ ซึ่งทำให้เราได้ว่าวันนี้อากาศเป็นอย่างไร ฝนจะตกหรือไม่ ควรใส่เสื้อผ้าอะไร หรือควรมีการเตรียมตัวอย่างไรบ้าง เป็นต้น การพยากรณ์มี 2 ลักษณะ คือ

4.6.1 การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูล หมายถึง การบอกคำตอบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองที่ได้ผลแล้ว

4.6.2 การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูล เป็นการคาดเดาคำตอบโดยอาศัยคำตอบจากการทดลองเช่นเดียวกัน เพียงแต่ยังไม่ได้ทดลองจริง

4.7 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปส (Space) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างเหมือนวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง (หนา ลึก)

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติกับ 3 มิติ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง นั่นคือการบ่งชี้รูป 2 มิติ รูป 3 มิติได้ หรือสามารถวาดภาพ 2 มิติจากวัตถุหรือภาพ 3 มิติได้

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา หรือการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา นั่นคือการบอกทิศทางหรือตำแหน่งของวัตถุเมื่อเทียบกับตัวเองหรือสิ่งอื่น สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนขนาด ตำแหน่ง หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้ เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างรูป 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ ระบुरुบทรงชนิดต่างๆ ขนาด ตำแหน่ง และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุในเวลาต่างๆ กัน ความสมมาตรของสิ่งต่างๆ ดังนั้นทักษะนี้จึงเป็นพื้นฐานของการศึกษาในวิชาต่างๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา เป็นต้น ในวัตถุ 2 มิติอาจมีเส้นสมมาตรมากกว่า 1 เส้นหรือไม่มีเลย ส่วนลักษณะสมมาตรในวัตถุ 3 มิติ พิจารณาจากระนาบสมมาตรซึ่งเป็นระนาบที่แบ่งรูป 3 มิติออกเป็น 2 ส่วน และถ้านำส่วนใดส่วนหนึ่งไปวางบนกระจกเงาจะได้ภาพบนกระจกเงาเหมือนกับส่วนที่เหลือ ระนาบสมมาตรในวัตถุ 3 มิติอาจมีมากกว่า 1 ระนาบหรือไม่มีเลยก็ได้



กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.4

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- จากการวัดอุณหภูมิในการต้มน้ำ โดยวัดอุณหภูมิทุกๆ นาที เป็นเวลา 7 นาที ได้ผลดังนี้

เวลา (นาที)	1	2	3	4	5	6	7
อุณหภูมิ (°C)	40	48	56	64	72	80	88

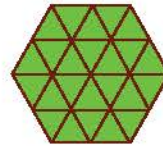
จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิ และจงทำนายว่าเมื่อต้มน้ำไปได้ 8, 10 และ 12 นาที อุณหภูมิของน้ำเป็นเท่าไร

2. วัตถุที่กำหนดให้ต่อไปนี้มีกี่มิติ และมีมิติอะไรบ้าง

2.1



2.2



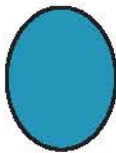
2.3



2.4



2.5

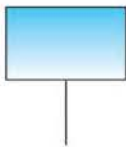


2.6



3. จากรูป จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1



ถ้าหมุนแกนไม้อย่างรวดเร็ว จะเกิดเป็นรูปอะไร

3.2



ถ้าใช้ไฟฉายไปยังวัตถุที่กำหนดให้ เงาที่ปรากฏบนฉากรับภาพ
ด้านบนจะเป็นรูปอะไร
ด้านหน้าจะเป็นรูปอะไร

3.3



ถ้าใช้ไฟฉายไปยังวัตถุที่กำหนดให้ เงาที่ปรากฏบนฉากรับภาพ
ด้านบนจะเป็นรูปอะไร
ด้านหน้าจะเป็นรูปอะไร

4.8 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำ คือ การนำข้อมูลดิบมาจัดลำดับ จัดกลุ่ม หาความถี่ หาความสัมพันธ์ หรือคำนวณใหม่ ส่วน **การสื่อความหมาย** เป็นการใช้ภาษาพูดหรือท่าทางในการสื่อสารติดต่อกับผู้อื่น เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว การสื่อความหมายมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่าง คือ ผู้ส่งสาร สาร ช่องทางการรับสาร และผู้รับสาร การสื่อความหมายมี 2 ลักษณะ คือ

4.8.1 การสื่อความหมายทางเดียว เป็นการติดต่อสื่อสารโดยที่ผู้รับสารไม่มีโอกาสได้ซักถามข้อสงสัยแต่อย่างใด และผู้ส่งสารไม่ได้ให้ความสนใจในปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รับสาร เช่น การเขียนรายงานผลการทดลองหรือผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4.8.2 การสื่อความหมายหลายทาง เป็นการติดต่อสื่อสารที่ผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามข้อสงสัย และสามารถเสนอความคิดเห็นได้ เช่น การนำเสนอผลการทดลองต่อผู้สนใจและรับฟังข้อเสนอแนะต่างๆ เป็นต้น การสื่อความหมายที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้ส่งสารและผู้รับสารต้องมีความเข้าใจตรงกัน ต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ถูกต้องและกระชับรวดเร็ว ซึ่งทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบรรยาย การเขียนสมการ การทำแผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และตาราง เป็นต้น

4.9 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ตัวแปร (Variable) หมายถึง สิ่งที่แตกต่างกันหรือเปลี่ยนไปจากเดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์ต่างๆ กัน หรือสิ่งที่ยึดสภาพทั่วๆ ไปแล้วสามารถแปรค่าได้ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์มี 3 ลักษณะ คือ

4.9.1 ตัวแปรต้น เป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการศึกษาหรือทดสอบดูว่าสิ่งนั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

4.9.2 ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่แปรเปลี่ยนไปตามตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามก็จะแปรเปลี่ยนตามไปด้วย

4.9.3 ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปร นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลอง และทำให้การทดลองนั้นได้ผลไม่แน่นอน จึงต้องควบคุมตัวแปรนั้นไว้ไม่ให้ส่งผลต่อตัวแปรตาม

ดังนั้น **การกำหนดตัวแปร** จึงหมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในการทดลองใด ๆ ส่วน **การควบคุมตัวแปร** หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตามให้เหมือนกันเสียก่อนจึงทำการทดลอง เช่น เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วงอกที่ปลูกกลางแจ้งและปลูกในที่ร่ม ตัวแปรมีดังนี้

ตัวแปรต้น คือ การปลูกถั่วงอกกลางแจ้งและปลูกในที่ร่ม

ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของถั่วงอก

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำ ขนาดและจำนวนของเมล็ดถั่ว

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.5

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงนำข้อมูลที่กำหนดให้มาจัดทำใหม่ด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

1.1 แมลง ก เมื่อเจริญเติบโตแล้วจะออกไข่ภายในเวลา 3 วัน ไข่จะเจริญเติบโตกลายเป็นตัวหนอนใช้เวลา 7 วัน และเติบโตเป็นดักแด้ซึ่งใช้เวลาอีก 4 วัน ดักแด้จะเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยภายในเวลา 4 วัน

- 1.2 คุณแม่ของสมพรบันทึกอายุและส่วนสูงของสมพรไว้ดังนี้ อายุ 4 ปี สูง 102 เซนติเมตร อายุ 5 ปี สูง 105 เซนติเมตร อายุ 6 ปี สูง 111 เซนติเมตร อายุ 7 ปี สูง 117 เซนติเมตร อายุ 8 ปี สูง 119 เซนติเมตร อายุ 9 ปี สูง 123 เซนติเมตร อายุ 10 ปี สูง 130 เซนติเมตร
2. จากข้อความที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงบอกตัวแปรต้นและตัวแปร
 - 2.1 พืชได้รับแสงมากขึ้นจะเจริญเติบโตสูงขึ้น
 - 2.2 หนูที่กินอาหารไม่มีโปรตีนจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่างจากหนูที่กินอาหารที่มีโปรตีน
 - 2.3 การใช้ดอกเข็มผสมอาหารเพื่อเร่งสีไข่แดงของไข่ไก่
 - 2.4 การศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรืองฝรั่งเศสโดยใช้ปุ๋ยคอกต่างชนิดกัน
 - 2.5 การกำจัดมลพิษจากการเลี้ยงหมูด้วยซีเลื่อย

4.10 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน (Hypothesis) คือ การคาดคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผลไว้ล่วงหน้า หรือ การกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัว ก่อนที่จะทำการทดลองจริง โดยอาศัยทักษะการสังเกต ประสพการณ์หรือความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน สมมติฐานอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ เพราะเป็นคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า เป็นข้อความที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม และใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ การทดลอง เพื่อทำการพิสูจน์สมมติฐานนั้นว่าถูกหรือผิด ยอมรับหรือไม่ยอมรับ ซึ่งจะทราบภายหลังจาก ที่ได้ทำการทดลองเสร็จแล้ว

ในการตั้งสมมติฐานแต่ละครั้งของการทดลองต้องหาสาเหตุของปัญหานั้นเสียก่อน หรือวิเคราะห์ ว่ามีตัวแปรต้นอะไรบ้างที่มีผลต่อตัวแปรตาม แล้วเลือกตัวแปรต้น (ตัวแปรเหตุ) ที่เป็นไปได้มากที่สุดมา ครั้งละตัวเพื่อใช้ตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่งอาจมีมากกว่า 1 สมมติฐานก็ได้ สมมติฐานที่ดีช่วยให้การออกแบบและดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตั้งสมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะที่เข้าใจง่าย มักนิยมใช้วลี “ถ้า...ดังนั้น” เป็นสมมติฐาน ที่แนะสู่ทางที่จะตรวจสอบได้โดยการทดลอง และเป็นสมมติฐานที่สอดคล้องและอยู่ในขอบเขตข้อเท็จจริง ที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้ เช่น

ถ้าแสงแดดมีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วอก ดังนั้นถั่วอกที่ปลูกกลางแจ้งจะเจริญเติบโตได้ดี

ถ้าฮอร์โมนมีผลต่อสีของปลาสวยงาม ดังนั้น ปลาที่เลี้ยงโดยให้ฮอร์โมนจะมีสีเร็วกว่าปลา ที่เลี้ยงโดยไม่ให้ฮอร์โมนในช่วงอายุเท่ากัน

4.11 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร หมายถึง ความหมายของคำหรือข้อความต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง ที่สามารถสังเกต ตรวจสอบ หรือทำการวัดได้ ซึ่งต้องกำหนดให้เข้าใจตรงกัน ดังนั้น ก่อนการทดลองเรื่องใด ต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ดังตัวอย่างนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “การเจริญเติบโตของพืช” ดังนี้

การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การที่พืชสูงขึ้น ลำต้นมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีจำนวนใบมากขึ้น ซึ่งความสูง ขนาดของลำต้น และจำนวนใบ เป็นสิ่งที่เราสามารถวัดได้ชัดเจน เราสามารถวัดความสูง วัดขนาดรอบลำต้น และนับจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นได้

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.6

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขที่เราเลี้ยงไว้ในบ้าน เช่น ชนิดของอาหาร จงตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับตัวแปรเหตุอื่นๆ เช่น ถ้าเลี้ยงสุนัขด้วยข้าวคลุกกับเนื้อต้ม สุนัขจะโตเร็วกว่าเลี้ยงด้วยอาหารเม็ด
2. ถ้าใช้ขนาดของหลอดไม้ไผ่ต่างกัน ความเร็วในการดูดน้ำหวานของคนจะแตกต่างกันหรือไม่ จากข้อความดังกล่าว จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และสมมติฐาน
3. ถ้าใส่ใบพืชที่มีกลิ่นฉุนชนิดต่าง ๆ ในถังข้าวสารจะทำให้มอดในถังข้าวสารลดลงหรือไม่ จากข้อความดังกล่าว จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และสมมติฐาน
4. จากปัญหาต่อไปนี้ นักเรียนคิดว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องตัวใดที่ควรให้คำนึงถึงในการปฏิบัติการ
 - 4.1 เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นต่างห่าบิมจะละลายได้ดีขึ้นหรือไม่
 - 4.2 ความชื้นที่พอเหมาะจะทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีหรือไม่
 - 4.3 ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำถูกอากาศมากขึ้นน้ำจะระเหยเร็วขึ้นหรือไม่
5. จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่มีการให้นิยามเชิงปฏิบัติการที่เหมาะสมและเขียนเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ยังมีข้อบกพร่องอยู่
 - 5.1 วัชพืช คือ พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่ไม่ต้องการให้ขึ้น
 - 5.2 นก คือ สัตว์ชนิดหนึ่งมีขาสองขาและบินได้
 - 5.3 ฝน คือ หยดน้ำที่ตกลงมาจากก้อนเมฆบนท้องฟ้า
 - 5.4 ไล่เดือนดิน คือ สัตว์ชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ใต้ดิน ลำตัวสีชมพู เมื่อจับดูจะรู้สึกนุ่มและเปียกชื้น ถ้าจับตัวยัดให้ตรงจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก

4.12 ทักษะการทดลอง

การทดลอง (Experiment) เป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.12.1 การออกแบบการทดลอง คือ การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง เช่น กำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง ตั้งสมมติฐาน วิธีการทดลอง และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เป็นต้น

4.12.2 การปฏิบัติการทดลอง คือ ขั้นตอนในการทดลองและการลงมือปฏิบัติจริงตามที่ออกแบบไว้

4.12.3 การบันทึกผลการทดลอง คือ การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งต้องอาศัยทักษะขั้นพื้นฐานต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ การพยากรณ์ การจัดจำแนกประเภท และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสหรือสเปกกับเวลา เป็นต้น การบันทึกผลการทดลองมีหลายรูปแบบ เช่น การบันทึกลงในตาราง การเขียนแผนผัง การนำเสนอด้วยแผนภูมิแบบต่างๆ เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปลวงกลม และกราฟเส้น เป็นต้น

ในการทดลองแต่ละครั้งจะต้องวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดก่อน ต้องบอกได้ว่าในการทดลองนั้นมีอะไรเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม การทดลองใดๆ ก็ตาม ผู้ทดลองต้องวิเคราะห์ตัวแปรต้นทีละ 1 ตัว ซึ่งส่งผลต่อตัวแปรตามในการทดลอง เพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้จากการทดลองนั้นมีสาเหตุมาจากตัวแปรต้นตัวนั้นจริง และต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการทดลอง

4.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งต้องใช้ทักษะอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การสังเกต การวัด และการคำนวณ เป็นต้น การแปลความหมายข้อมูลเป็นการบรรยายผลที่ได้จากการทดลองเพื่อให้ผู้อื่นทราบว่าการทดลองเรื่องนั้นได้ผลเป็นอย่างไร เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

การลงข้อสรุป เป็นการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เช่น การสรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยกราฟเส้นตรง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรตามเป็นอย่างไรเมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

ตัวอย่างการลงข้อสรุป เช่น การทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สรุปได้ว่าพืชสามารถสร้างอาหารได้ด้วยการสังเคราะห์แสง โดยมีแสงและคลอโรฟิลล์เป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดแป้ง ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.7

จากตารางแสดงน้ำหนักตัวของโชคเมื่อมีอายุต่าง ๆ ข้อใดเป็นคำถามที่เกี่ยวกับทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปให้เขียนเครื่องหมาย ✓ แต่ถ้าเป็นการพยากรณ์ให้เขียนเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความนั้น ๆ

อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
6	18.5
8	21.5
10	24.5
12	27.5

1. เมื่อโซคมีอายุ 6 ปี เขามีน้ำหนักเท่าไร
2. เมื่อโซคมีอายุ 5 ปี เขามีน้ำหนักเท่าไร
3. เมื่อโซคมีอายุ 11 ปี เขามีน้ำหนักเท่าไร
4. ขณะที่เขาน้ำหนัก 21.5 กิโลกรัม เขามีอายุเท่าไร
5. ถ้าเขามีอายุ 13 ปี เขาจะหนักเท่าไร
6. เมื่อโซคมีอายุมากขึ้นน้ำหนักของเขาจะเป็นอย่างไร
7. ขณะที่เขาน้ำหนัก 31.5 กิโลกรัม เขาจะมีอายุเท่าไร
8. โซคจะมน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้นใช่หรือไม่
9. ทุกๆ 2 ปี โซคจะมน้ำหนักเพิ่มขึ้น 3 กิโลกรัมใช่หรือไม่
10. ถ้าโซคชั่งน้ำหนักได้ 37.5 กิโลกรัม โซคจะมีอายุเท่าไร

5. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) หมายถึง ลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและความรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง ความประหยัด และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจที่ 1.8

นักเรียนลองประเมินตนเองดูว่ามีพฤติกรรมแสดงออกที่ชี้บ่งลักษณะการมีจิตวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ท้ายข้อความพฤติกรรมที่ “ใช่” และเขียนเครื่องหมาย ✗ ท้ายข้อความพฤติกรรมที่ “ไม่ใช่”

ลักษณะ	พฤติกรรม
1. ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น	1.1 ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีการแก้ปัญหาได้ 1.2 ชอบสืบเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ 1.3 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ 1.4 ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

ลักษณะ	พฤติกรรม
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม	2.1 ทำงานที่ได้รับมอบหมายตามกำหนดและตรงต่อเวลา 2.2 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม 2.3 ทำงานเต็มความสามารถ 2.4 ไม่ท้อถอยในการทำงานเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
3. ความมีเหตุผล	3.1 พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ด้วยเหตุและผล 3.2 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล 3.3 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น 3.4 รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ
4. ความมีระเบียบและ รอบคอบ	4.1 มีการไคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ 4.2 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน 4.3 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน 4.4 ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย
5. ความซื่อสัตย์	5.1 เสนอความจริงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น 5.2 บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง 5.3 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง
6. ใจกว้าง ร่วมแสดง ความคิดเห็นและ รับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น	6.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น 6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง 6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
7. ความประหยัด	7.1 รักษาซ่อมแซมสิ่งที่ชำรุดให้ใช้ได้ 7.2 เห็นคุณค่าและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัด 7.3 เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้และรู้จักเลือกใช้
8. ความสามารถในการ ทำงานร่วมกับ ผู้อื่น	8.1 เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น 8.2 ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม 8.3 เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน 8.4 รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม 8.5 รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น

กิจกรรมตามสมรรถนะรายวิชา

เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรม

ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มาคนละ 1 เรื่อง แล้วเขียนสรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทั้งหมดในการทดลองนั้นมาให้อยู่ในรูปแบบที่ความคิด และตกแต่งให้สวยงาม

สรุป

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการทำงานอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน เริ่มจากการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การจำแนกประเภท การวัด การใช้ตัวเลข การพยากรณ์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

แบบประเมินตนเองหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้เรียนตามความเป็นจริงมากที่สุด
เกณฑ์การประเมิน 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความรู้					
1.1 อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้					
1.2 บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเภทได้					
1.3 ระบุขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้					
1.4 บอกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้					
1.5 ระบุพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีจิตวิทยาศาสตร์ได้					
2. ด้านทักษะ					
2.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์					
2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน					
2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม					
3. ด้านเจตคติ					
3.1 มีความรับผิดชอบ					
3.2 มีความคิดสร้างสรรค์					
3.3 มีความละเอียด รอบคอบ					
3.4 มีความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					
3.5 ซื่อสัตย์ รวบรวม บันทึก โดยไม่บิดเบือนข้อมูล					

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้

- ข้อใดเป็นความหมายของวิทยาศาสตร์
 - ผลที่ได้จากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้
 - ความคิดรวบยอดที่ใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและเป็นที่เข้าใจตรงกัน
 - วิธีการทำงานอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้
 - ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากหลักฐานและความเป็นเหตุและผล
 - วิทยาการในการสร้าง ผลิตภัณฑ์หรือใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อมนุษย์โดยตรง

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเภทได้

- ความรู้ที่สังเกตได้โดยตรงซึ่งสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เรียกว่าอะไร
 - ข้อเท็จจริง
 - หลักการ
 - ทฤษฎี
 - ความคิดรวบยอด
 - สมมติฐาน
- ข้อใด**ไม่จัด**เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - Principle
 - Theory
 - Fact
 - Concept
 - Process

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 ระบุขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

- ข้อใดเรียงลำดับวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
 - Experiment → Conclusion → Problem → Hypothesis → Analysis of Data
 - Conclusion → Analysis of Data → Problem → Hypothesis → Experiment
 - Problem → Hypothesis → Experiment → Analysis of Data → Conclusion
 - Hypothesis → Problem → Experiment → Analysis of Data → Conclusion
 - Analysis of Data → Problem → Hypothesis → Conclusion → Experiment