

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพหนังสือเรียนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ครั้งที่ 1 ประกาศลำดับที่ 708



รหัสวิชา 20000-1306

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

โครงการ วิทยาศาสตร์

Science Projects

SCIENCE



รณิดา ช่างประโคน

59.-



โครงการวิทยาศาสตร์ (Science Projects)

รหัสวิชา 20000-1306

หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย

รณิดา ชาญประโคน



โครงการวิทยาศาสตร์ (Science Projects)

ISBN 978-616-495-108-2



จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่
กรุงเทพฯ 10600 โทรศัพท์ 0-2472-3293-5, 088-5851521
โทรสาร 0-2891-0742

E-mail Address : wangaksorn9@gmail.com

facebook : สำนักพิมพ์วังอักษร



www.wangaksorn.com



ID Line : @wangaksorn

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563

จำนวน 5,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ

ดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ

นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

โครงการวิทยาศาสตร์ (Science Projects)

รหัสวิชา 20000-1306



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. มีทักษะในการคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์จัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ เขียนรายงาน และนำเสนอผลงานอย่างเป็นระบบ
2. สามารถนำทักษะกระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้พัฒนาตนเองและงานอาชีพ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีต่อการศึกษาและสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะรายวิชา

1. วิเคราะห์สภาพปัญหาและเหตุผลความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน
2. เขียนโครงการวิทยาศาสตร์ตามหลักการและรูปแบบที่กำหนด
3. แก้ปัญหาหรือพัฒนางานในโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบเสาะหาความรู้ ทดลอง ทดสอบและสรุปรายงาน
4. เขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์
5. เสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบที่กำหนด

คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำงานวิทยาศาสตร์ การเขียนรายงาน การจัดนิทรรศการและการนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์





ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

โครงงานวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา 20000-1306

ท-ป-น 0-2-1 จำนวน 2 คาบ/สัปดาห์ รวม 36 คาบ

บทที่	สมรรถนะรายวิชา	วิเคราะห์สภาพปัญหาและเหตุผลความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	เขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ตามหลักการและรูปแบบที่กำหนด	แก้ปัญหาหรือพัฒนางานในโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสืบเสาะหาความรู้ ทดลองทดสอบและสรุปรายงาน	เขียนรายงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	เสนอผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบที่กำหนด
1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัดทางวิทยาศาสตร์	✓	✓				
2. ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓		
3. สารสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์	✓	✓				
4. การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์		✓			✓	
5. การจัดนิทรรศการและการนำเสนอผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์	✓	✓				✓



คำนำ

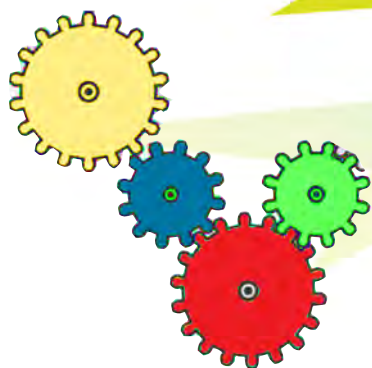
วิชาโครงการงานวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา 20000-1306 หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวง ศึกษาธิการ เป็นวิชาเรียนร่วม ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้ แบ่งเป็น 5 บทเรียน โดยจัดเนื้อหา ใบความรู้ การทดลองที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ และส่วนที่เป็นทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใดเป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจ และวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ สามารถพัฒนาตนเองเข้าสู่อาชีพในระดับอาเซียนได้

ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสพวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

รอมิตา ขาญประโคน





สารบัญ

บทที่ 1

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวัดทางวิทยาศาสตร์ 1

- | | |
|--|---------|
| ① ความหมายของวิทยาศาสตร์ | 2 |
| ② ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 2 |
| ③ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | 4 |
| ④ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill)
แบบฝึกหัดและกิจกรรมฝึกทักษะ | 6
26 |

บทที่ 2

ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ 34

- | | |
|--|----|
| ① ความหมายและคุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์ | 35 |
| ② ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ | 38 |
| ③ ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ | 45 |
| แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ | 51 |

บทที่ 3

สาระสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ 58

- | | |
|---|----------|
| ① การกำหนดปัญหา | 59 |
| ② การตั้งสมมติฐานที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ | 61 |
| ③ การกำหนดและควบคุมตัวแปร | 63 |
| ④ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ | 64 |
| ⑤ การกำหนดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดและกิจกรรมฝึกทักษะ | 65
70 |

บทที่ 4

การเขียนโครงการวิทยาศาสตร์

72

- ① การเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ 73
- ② เอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ 76
- ③ การลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ 78
- ④ การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน 79
- ⑤ รายละเอียดรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ 80
- ⑥ การแสดงผลงานและการประเมินโครงการ
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 100 105

บทที่ 5

การจัดนิทรรศการและการนำเสนอผลงาน โครงการวิทยาศาสตร์

106

- ① การจัดนิทรรศการ 107
- ② การวางแผนการจัดนิทรรศการ 107
- ③ ข้อควรคำนึงในการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ 108
- ④ การออกแบบนิทรรศการ 110
- ⑤ ความหมายและรูปแบบของการนำเสนอ 114
- ⑥ ขั้นตอนการเตรียมการเพื่อนำเสนอ 115
- ⑦ การใช้สื่อทัศนูปกรณ์ในการนำเสนอ 116
- ⑧ ประเภทของสื่อทัศนูปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอ
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 117 121

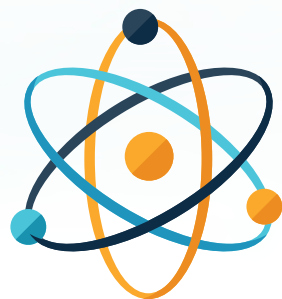
บรรณานุกรม

122



บทที่ 1

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดทางวิทยาศาสตร์



สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม



1. บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ได้
2. บอกประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
3. ยกตัวอย่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
4. ทำกิจกรรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
5. ระบุขั้นตอน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
6. สรุปลักษณะสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. ใช้หน่วยการวัดในระบบเอสได้ถูกต้อง

Unit 1

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดทางวิทยาศาสตร์

1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ (Science) มาจากภาษาละติน คำว่า “**Scientia**” หมายถึง ความรู้ซึ่งตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า “ความรู้ที่ได้จากการสังเกตและค้นคว้า จากการประจักษ์ทางธรรมชาติและจัดเข้าเป็นระเบียบ หรือวิชาที่ค้นคว้าไว้เป็นหลักฐาน และได้เหตุผล และจัดเข้าเป็นระเบียบ”

2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือ จำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

2.1 ข้อเท็จจริง (Fact) ได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีทั้งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม กรณีที่สังเกตโดยทางอ้อมอาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการสังเกต และหลักสำคัญของความรู้ประเภทนี้อีกอย่างหนึ่งก็คือ ความรู้ที่จะจัดเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอ ไม่ว่าจะถูกทดสอบกี่ครั้งก็ตาม ย่อมได้ผลเหมือนเดิม

ทั้งนี้เมื่ออยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เช่น น้ำบริสุทธิ์จะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำทะเลซึ่งข้อเท็จจริงนี้ไม่ว่าจะนำไปตรวจสอบกี่ครั้งก็ตามจะเป็นจริงเสมอแต่ถ้าจัดสถานการณ์ไปต้มน้ำบนยอดเขาซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเล น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิอื่นไม่ใช่ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นต้น

ตัวอย่างของความรู้ประเภทข้อเท็จจริง

- ส่วนประกอบของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล
- น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่า
- สเปกตรัมของแสงอาทิตย์มี 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

2.2 มโนคติหรือมโนทัศน์ (Concept) หมายถึง ความคิดหลัก (Main Idea) ของคนเราที่มีต่อ วัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มโนคติของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์หรือวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ๆ

ตัวอย่างมโนคติทางวิทยาศาสตร์

- สัตว์มีทั้งประโยชน์และโทษ
- ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญ
- เนื้อ นม ไข่ ผัก ผลไม้ เป็นอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย

2.3 หลักการ (Principle) เป็นกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

ตัวอย่างหลักการทางวิทยาศาสตร์

- โลหะเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

หลักการที่ได้มาจากกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน คือ

- 1) เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- 2) ทองแดงเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- 3) อะลูมิเนียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

2.4 กฎ (Law) คือ หลักการ แต่เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล กฎส่วนใหญ่ มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง (Induction) โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกัน มารวมกันเป็น มโนคติ เป็นหลักการ จนถึงการยอมรับเป็นกฎ



ตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์

- กฎของบอยล์ กล่าวว่า ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดันถ้าอุณหภูมิคงที่
- กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ

กฎก็คือ หลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความที่อยู่ในกฎ และหลักการนั้นมีจริงอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้นเองแต่เป็นเพียงผู้ไปค้นพบเท่านั้น

2.5 ทฤษฎี (Theory) เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในการใช้อธิบายกฎหรือหลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ เพราะสำหรับตัวของกฎหรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้



บทที่ 1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวัดทางวิทยาศาสตร์

การสร้างทฤษฎี นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องอาศัยข้อมูลที่รวบรวมไว้ โดยการสังเกตการวัด การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ แล้วจึงใช้วิธีการอุปมาน (การเปรียบเทียบในสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน) รวมกับการสร้างจินตนาการเพื่อกำหนดข้อความที่จะนำไปอธิบายถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้อง

เกณฑ์ขั้นการยอมรับทฤษฎี ทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นนั้น ไม่ว่าจะสร้างโดยวิธีใดก็ตาม การยอมรับว่าเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นั้นจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

- 1) ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายหลักการ และข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ได้
- 2) ทฤษฎีจะต้องอนุมาน (คาดหมาย, คาดคะเน : Deduction) ไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้
- 3) ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

ตัวอย่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก กล่าวว่า “สารแม่เหล็กทุกชนิดจะมีโมเลกุลซึ่งมีอำนาจแม่เหล็กอยู่ แต่ละโมเลกุลจะประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ หากโมเลกุลของแม่เหล็กเหล่านี้เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบอำนาจแม่เหล็กจะถูกทำลายกันเองหมด เพราะขั้วเหนือและขั้วใต้มีอำนาจคนละชนิด แต่ถ้าหากโมเลกุลแม่เหล็กนั้นเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ขั้วเหนือจะชี้ไปทางปลายหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก ส่วนขั้วใต้ก็จะชี้ไปอีกปลายหนึ่ง จึงเกิดมีขั้วอิสระที่ปลายทั้งสองข้าง”

2.6 สมมติฐาน (Hypothesis) เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ขึ้นอยู่กับหลักฐานเหตุผลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านทั้งทางตรงและทางอ้อม

ตัวอย่างสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์

- ถ้าเพิ่มตัวละลาย จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น
- ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้กับพืชมากเกินไป พืชจะเฉาและตาย



3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัว ต้องใช้กระบวนการคิดและการกระทำซึ่งเป็นที่ยอมรับ และสามารถพิสูจน์ได้อย่างเป็นระบบ เรียกว่า **กระบวนการทางวิทยาศาสตร์** ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่มีกระบวนการคิดและการกระทำอย่างเป็นระบบแบบแผน เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีเหตุผล สามารถพิสูจน์ได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นระบุปัญหา (Science the Problem) เริ่มจากการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือจะใช้ร่วมกันหลายอย่าง หรืออาจใช้เครื่องมือทดสอบง่าย ๆ ก็ได้ ทั้งนี้จะไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกต เช่น ดอกไม้เมื่อตัดออกจากต้นแล้วจะเหี่ยวเร็วกว่าที่ยังอยู่กับต้น หรือผักหลังเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วจะเหี่ยว เมื่อชั่งดูจะมีน้ำหนักลดลง เป็นต้น ซึ่งขั้นนี้เป็นที่มาของปัญหาต่าง ๆ

3.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน (Making the Hypothesis) เป็นการคาดคะเนตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสังเกตว่าจะเป็นอย่างไร โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่เคยมีมาอธิบาย ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานของคำตอบได้มากกว่า 1 ข้อ แล้วสามารถพิสูจน์ว่าการตั้งสมมติฐานถูกต้องหรือไม่ ด้วยการทดลอง

3.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง (Experimenetal) ในการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ควรทำการทดลองไม่ต่ำกว่า 2 ครั้ง เพื่อยืนยันว่าผลการทดลองที่ได้มีคำตอบเป็นอย่างเดียวกันหรือสอดคล้องกัน โดยมีวิธีการทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการปฏิบัติงาน การทดลองให้รัดกุมเพื่อกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษา ซึ่งตัวแปรจะมี 3 ชนิด คือ

- ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ ที่ต้องการวัดหรือศึกษาขณะทำการทดลอง

- ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลอันเนื่องมาจากตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ

- ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระที่จะมีผลต่อตัวแปรตาม จึงต้องมีการควบคุมเพื่อมิให้มีผลหรือข้อโต้แย้งในการสรุปผลการทดลองได้

3.3.2 การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการพิสูจน์หรือทดลอง

3.3.3 การกำหนดขั้นตอนของการทดลอง กำหนดระยะเวลา วิธีบันทึกผลการทดลอง และการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.3.4 ทำการทดลองตามที่ได้วางแผนไว้

3.4 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Gathering the Data) การรวบรวมสิ่งที่ได้จากการสังเกตจากการทดลอง หรือข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้ หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นตัวแปร และจากการสืบค้นหาความรู้ ข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งค้นคว้าอื่น ๆ

3.5 ขั้นสรุปผลการทดลอง (Conclusion) เป็นขั้นตอนหลังจากทำการพิสูจน์หรือทดลองเสร็จแล้ว โดยเริ่มจากการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เรียบเรียง แปลความหมาย และลงความเห็นเป็นข้อสรุป จากนั้นนำมาเขียนรายงานผลการทดลองที่ได้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ เรียกว่า **เจตคติทางวิทยาศาสตร์**

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาาสตร์ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์ภาษาละตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม คำนี้ได้มีผู้ใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีก คือ ทศนคติ และเจตนคติ เป็นต้น

เจตคติ หมายถึง สภาพทางจิตใจของบุคคลแต่ละบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้ และมีความพร้อมเพื่อที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในทางใดทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนับสนุน หรือต่อต้าน เป็นต้น

เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นแตกต่างจากเจตคติทั่วไป กล่าวคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นจะมีลักษณะสำคัญซึ่งอาจสรุปได้ ดังนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน อดสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว
5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ



4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุมีผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนและผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น

ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะแสวงหาความรู้ และแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหา เป็นแนวทางที่พัฒนาขึ้นตามหลักสูตร Science a process approach (SAPA) ของสมาคมอเมริกันเพื่อ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American association for the advancement of science) ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เป็นทักษะเพื่อการ แสวงหาความรู้ทั่วไป ประกอบด้วย การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิด เห็นจากข้อมูล การพยากรณ์

ระดับที่ 2 ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เป็นทักษะ กระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์ ตีความหมายข้อมูล และแปลผลข้อมูล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนที่สำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ให้รายละเอียดของทักษะ ทั้ง 13 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเป กกับสเปส และสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การ พยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์ ตีความหมายข้อมูล และแปลผลข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุด ประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

4.1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและสมบัติของสิ่งที่สังเกต โดยใช้ ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง ตัวอย่างดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างข้อมูลการสังเกตเชิงคุณภาพ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ	ประสาทสัมผัสที่ใช้
เสียงทุ้ม/เสียงแหลม/เสียงดัง/เสียงดังปोक ๆ	หู
สีแดง/สีเหลือง/สูง/เตี้ย/กลม	ตา
กลิ่นหอม/กลิ่นเหม็น/กลิ่นอับ/กลิ่นฉุน	จมูก
รสหวาน/รสเปรี้ยว/รสเค็ม/รสขม	ลิ้น
นิ่ม/แข็ง/ขรุขระ/เรียบ/ร้อน/เย็น	ผิวหนัง

4.1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่ได้จากการกะประมาณขนาดของวัตถุต่าง ๆ และมีหน่วยกำกับ ตัวอย่างดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างข้อมูลการสังเกตเชิงปริมาณ

วัตถุที่สังเกต	ข้อมูลจากการสังเกตเชิงปริมาณ
	กว้าง 50 ซม. ยาว 100 ซม. สูง 90 ซม.
	มีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม ส่วนสูง 160 ซม.

4.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุเมื่อมีการกระทำต่อวัตถุด้วยวิธีต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไปในแต่ละช่วง เริ่มจากก่อน ระหว่าง และหลังการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น

การสังเกตการสุกของกล้วยหอม

ก่อนสุก	เปลือกสีเขียว	เนื้อแข็ง	ไม่มีกลิ่นรสจัด
กำลังสุก	เปลือกสีเหลือง	เนื้อนิ่ม	กลิ่นหอมอ่อน ๆ รสหวาน
หลังจากสุก	เปลือกที่ดำคล้ำ	เนื้อนิ่มมาก	กลิ่นหอมแรง ๆ รสหวานมาก

การเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ เช่น การเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตั้งแต่เช้าถึงเย็น การเปลี่ยนแปลงของท้องทะเลในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เป็นต้น

ประสาทสัมผัสของแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของแต่ละบุคคล ความบกพร่องของประสาทสัมผัส ขอบเขตความสามารถของประสาทสัมผัสและระยะทางระหว่างวัตถุกับผู้สังเกตจะมีผลต่อการใช้ประสาทสัมผัส ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลจากการสังเกตถูกต้องและน่าเชื่อถือ อาจใช้

เครื่องมือช่วยขยายขอบเขตประสาทสัมผัส ใช้ผู้สังเกตหลาย ๆ คน เพื่อให้ได้ข้อมูลแม่นยำและสังเกตซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

1. สามารถแสดงหรือบรรยายคุณลักษณะของวัตถุได้ จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. สามารถบรรยายคุณสมบัติเชิงปริมาณ และคุณภาพของวัตถุได้
3. สามารถบรรยายพฤติการณ์การเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้

กิจกรรมที่ 1.1 การฝึกทักษะการสังเกต

สมรรถนะการเรียนรู้

1. ระบุได้ว่าข้อมูลใดใช้ทักษะการสังเกต
2. บอกได้ว่าข้อมูลใดใช้ประสาทสัมผัสส่วนใด
3. บอกได้ว่าข้อมูลจากการสังเกตข้อใดเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง

วิธีทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนพิจารณาข้อความหรือเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับช่องทักษะการสังเกต เชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ การเปลี่ยนแปลง และไม่เป็นทักษะการสังเกต

ข้อความ/เหตุการณ์	เป็นทักษะการสังเกต			ไม่เป็น ทักษะการสังเกต
	เชิง คุณภาพ	เชิง ปริมาณ	การ เปลี่ยนแปลง	
1. ผ้าชิ้นนี้สีแดงเหมือนเลือดนก				
2. ผู้หญิงคนนี้มีน้ำหนัก 45 กิโลกรัม				
3. ผู้ชายคนนั้นต้มน้ำเดือดจนกลายเป็นไอน้ำ				
4. มะม่วงพันธุ์นี้มีรสหวานและหอม				
5. ฤดูร้อนกลางวันจะยาวกว่ากลางคืน				
6. เมื่อหยดสาร ก ลงในสาร ข เกิดฟองแก๊ส				
7. พัดลมตัวนี้สูง 1.5 เมตร				
8. นาฬิกาปลุกเสียงดังกริ่ง ๆ				
9. สบู่มีกลิ่นหอมเหมือนกลีบดอกซากุระ				
10. ต้นไม้ไม่มีผิวขรุขระ				

สรุปผลการสังเกต

4.2 ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกการใช้เครื่องมือทำการวัดหา ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ หน่วยกำกับเสมอ รวมถึงเข้าใจวิธีการวัด และแสดงขั้นตอนการวัดได้อย่างถูกต้อง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

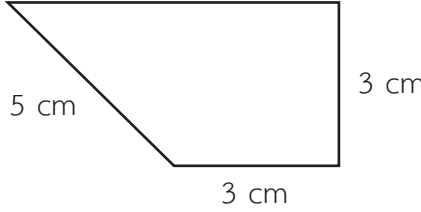
1. สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัดได้
2. สามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. สามารถบอกวิธีการ ขั้นตอน และวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถทำการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ
5. ระบุนิยามของตัวเลขได้จากการวัดอย่างถูกต้อง มีทั้งการใช้หน่วยในระบบเอสไอ (SI) ได้แก่ ชั่วโมง ลิปดา องศา วัดกระแสไฟเป็นแอมแปร์ วัดตวัด โวลท์ โอห์ม หรือระบบเมตริก ได้แก่ เซนติเมตร เมตร กรัม กิโลกรัม องศาเซลเซียส เป็นต้น

กิจกรรมที่ 1.2 การฝึกทักษะการวัด**สมรรถนะการเรียนรู้**

1. ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
2. บอกหน่วยการวัดเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง
3. บอกขั้นตอนการใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

วิธีทำกิจกรรม ให้นักเรียนเลือกเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการในช่องแรก แล้วใส่คำตอบในช่องเครื่องมือที่ใช้ปริมาตรของพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู

สิ่งที่ต้องการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	หน่วยการวัด
อุณหภูมิในกระติกต้มน้ำร้อน		
ปริมาตรของน้ำในแก้ว		
น้ำหนักของหนังสือ 10 เล่ม		
ความสูงของเสาธงชาติ		
ความกว้างของโต๊ะกินข้าว		
ปริมาตรของน้ำตาลในขวด		
มวลของน้ำมันในแกลลอน		
เส้นรอบวงขอบขาม		

สิ่งที่ต้องการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	หน่วยการวัด
ปริมาตรของพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู 		
 ความยาวของเส้นคด		

คำถาม

1. เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องมือวัดชนิดนี้กับสิ่งที่วัด
2. วิธีการใช้เครื่องมือวัดแต่ละชนิดอย่างไร

การวัดจะทำให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้ จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบของการวัด 5 ประการ คือ

- 1) เลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด
- 2) บอกเหตุผลในการใช้เครื่องมือได้
- 3) บอกวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง
- 4) ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
- 5) ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัด โดยปกติจะใช้หน่วยในระบบเอสไอ (SI) เช่น กิโลกรัม วินาที เมตร ตารางเมตร เป็นต้น และระบบเมตริก เช่น กรัม วินาที เซนติเมตร องศาเซลเซียส เป็นต้น

4.3 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเรียงลำดับและแบ่งวัตถุโดยใช้เกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง
- สามารถอธิบายเกณฑ์ในการเรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มได้