



วิทยาศาสตร์

พื้นฐานอาชีพ

(Basic Science for Career)

อัญชลี เลาทเลิศชัย
ปภัสสร อุประสิทธิ์วงศ์

80.-

วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ (Basic Science for Career)

กลุ่มสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา

ISBN 978-616-495-261-4

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567

จำนวนที่พิมพ์ 5,000 เล่ม

เรียบเรียงโดย

อัญชลี เลาเหลิศจัย

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย..



วังอักษร



บริษัท วังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ

เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-4

Mobile : 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



แถมฟรี

e-book แต่ละบทเรียน
ในรูปแบบ QR Code

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

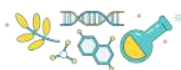
เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทวังอักษร จำกัด เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิ์โดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด





ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1 - 3	บทเรียนที่ 1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	กิจกรรมที่ 1.1 การฝึกทักษะการสังเกต กิจกรรมที่ 1.2 การฝึกทักษะการจำแนกประเภท กิจกรรมที่ 1.3 การฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร กิจกรรมที่ 1.4 การใช้หน่วยการวัดและคำอุปสรรค	3	6	9
4 - 5	บทเรียนที่ 2 แรงและการเคลื่อนที่	กิจกรรมที่ 2.1 แรงเสียดทาน กิจกรรมที่ 2.2 การหาอัตราเร็วโดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	2	4	6
6 - 8	บทเรียนที่ 3 โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ	กิจกรรมที่ 3.1 กล้องปริศนา กิจกรรมที่ 3.2 อนุภาคมูลฐานของอะตอมและสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ กิจกรรมที่ 3.3 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม กิจกรรมที่ 3.4 ศึกษาสมบัติของธาตุและการนำธาตุไปใช้ประโยชน์	3	6	9
9 - 10	บทเรียนที่ 4 สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	กิจกรรมที่ 4.1 การศึกษาขนาดของเนื้อสาร กิจกรรมที่ 4.2 การเปลี่ยนของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO ₃ : ผงฟู)	2	4	6
11 - 12	บทเรียนที่ 5 เทคโนโลยีชีวภาพ	กิจกรรมที่ 5.1 ศึกษาโครงสร้างของเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์ กิจกรรมที่ 5.2 การลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์	2	4	6
13	บทเรียนที่ 6 นาโนเทคโนโลยี	กิจกรรมที่ 6.1 เล็กแค่ไหนจึงจะเป็นระดับนาโนเมตร กิจกรรมที่ 6.2 น้ำกลิ้งบนใบบอน	1	2	3
14 - 17	บทเรียนที่ 7 โครงงานวิทยาศาสตร์	กิจกรรมที่ 7.1 โครงงานวิทยาศาสตร์	4	8	12
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	2	3
รวม			18	36	54



คำนำ



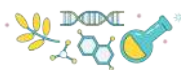
บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ (Basic Science for Career)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) และหลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ แบบฝึกหัด แบบทดสอบคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น **7 บทเรียน** คือ **บทเรียนที่ 1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์** **บทเรียนที่ 2 แรงและการเคลื่อนที่** **บทเรียนที่ 3 โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ** **บทเรียนที่ 4 สารและการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน** **บทเรียนที่ 5 เทคโนโลยีชีวภาพ** **บทเรียนที่ 6 นานาเทคโนโลยี** และ**บทเรียนที่ 7 โครงงานวิทยาศาสตร์**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัยตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามหลักสูตร

อัญชลี เลาหเลิศชัย

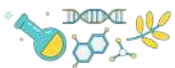
ภักสสร อุประสิทธิ์วงศ์



สารบัญ



บทเรียนที่ 1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	1
1.1 ความหมายและความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	2
1.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	4
1.3 หน่วยและการวัดทางวิทยาศาสตร์.....	12
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1.....	16
บทเรียนที่ 2 แรงและการเคลื่อนที่.....	18
2.1 แรง (Force).....	19
2.2 แรงตามธรรมชาติ.....	20
2.3 ขนาดและทิศทางของแรง.....	25
2.4 การรวมแรง.....	25
2.5 การเคลื่อนที่.....	31
2.6 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน.....	40
2.7 ผลของแรงสู่ศูนย์กลางกับชีวิตประจำวัน.....	43
2.8 การเคลื่อนที่แบบสั่นแกว่ง.....	45
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2.....	47
บทเรียนที่ 3 โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ.....	49
3.1 ความหมายของอะตอม.....	50
3.2 แบบจำลองอะตอม.....	50
3.3 อนุภาคมูลฐานของอะตอม.....	54
3.4 เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป.....	55
3.5 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม.....	59
3.6 ตารางธาตุ.....	61
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3.....	66
บทเรียนที่ 4 สารและการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน.....	68
4.1 สาร.....	69
4.2 การจำแนกสาร.....	70
4.3 คอลลอยด์.....	73



4.4 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน.....	76
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4.....	83
บทเรียนที่ 5 เทคโนโลยีชีวภาพ.....	86
5.1 เซลล์และองค์ประกอบสำคัญของเซลล์.....	88
5.2 การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์.....	91
5.3 กลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต.....	95
5.4 เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์.....	103
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5.....	105
บทเรียนที่ 6 นานาเทคโนโลยี.....	107
6.1 นิยามของนานาเทคโนโลยี.....	108
6.2 การพัฒนาเทคโนโลยี.....	110
6.3 สมบัตินานาเทคโนโลยี.....	111
6.4 ขอบเขตของนานาเทคโนโลยี.....	112
6.5 การเกิดนานาเทคโนโลยี.....	112
6.6 นานาเทคโนโลยีในธรรมชาติ.....	114
6.7 พัฒนาการของนานาเทคโนโลยี.....	118
6.8 การใช้ประโยชน์จากนานาเทคโนโลยี.....	119
6.9 ผลงานจากนานาเทคโนโลยี.....	130
6.10 ข้อดีและข้อเสียของนานาเทคโนโลยี.....	132
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6.....	135
บทเรียนที่ 7 โครงการงานวิทยาศาสตร์.....	137
7.1 ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์.....	138
7.2 จุดมุ่งหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์.....	138
7.3 ประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์.....	139
7.4 ขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์.....	140
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7.....	147
บรรณานุกรม.....	149



กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

 หัวเรื่องหลัก

- 1.1 ความหมายและความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 หน่วยและการวัดทางวิทยาศาสตร์



สแกนเพื่อดู
e-book 4 สี
บนมือถือ

 ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

ประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหน่วยวัดทางวิทยาศาสตร์ได้

 แนวคิดหลัก

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัว ต้องใช้กระบวนการคิดและการกระทำซึ่งเป็นที่ยอมรับ และสามารถพิสูจน์ได้อย่างเป็นระบบ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill) 3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

 สมรรถนะการเรียนรู้

1. เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เรียนรู้เกี่ยวกับหน่วยและการวัดทางวิทยาศาสตร์
3. นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
2. อธิบายประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
3. ยกตัวอย่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเภทข้อเท็จจริงกับทฤษฎี
4. มีเจตคติที่ดีในการศึกษาความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริง มโนคติ กับหลักการหรือกฎ
5. ประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ
6. วิเคราะห์และแจกแจงขั้นตอนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
7. ประยุกต์ใช้หน่วยการวัดในระบบเอสไอด้วยความรอบคอบ



เนื้อหาสาระ

ในหน่วยนี้จะศึกษาเกี่ยวกับความหมายและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการคิดและการกระทำ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและสามารถพิสูจน์ได้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ยังได้ศึกษาหน่วยและการวัดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้และทักษะพื้นฐานที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ

1.1 ความหมายและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือ จำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติหรือมโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน

1.1.1 ข้อเท็จจริง (Fact)

ข้อเท็จจริง ได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีทั้งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม กรณีที่สังเกตโดยทางอ้อมอาจจะต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการสังเกตและหลักฐานของความรู้ประเภทนี้อีกอย่างหนึ่ง คือ ความรู้ที่จะจัดเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอ ไม่ว่าจะถูกทดสอบกี่ครั้งก็ย่อมได้ผลเหมือนเดิม

กรณีเมื่ออยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เช่น น้ำบริสุทธิ์จะเดือดที่อุณหภูมิ 100°C ที่ระดับน้ำทะเล ซึ่งข้อเท็จจริงนี้ไม่ว่าจะนำไปตรวจสอบกี่ครั้งก็ตามจะเป็นจริงเสมอ แต่ถ้าจัดสถานการณ์ไปต้มที่ระดับน้ำบนยอดเขา ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเล น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิอื่นไม่ใช่ที่ 100°C เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1.1 ความรู้ประเภทข้อเท็จจริง

1. ส่วนประกอบของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล
2. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่า
3. สเปกตรัมของแสงอาทิตย์มี 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

1.1.2 มโนคติหรือมโนทัศน์ (Concept)

มโนคติหรือมโนทัศน์ หมายถึง ความคิดหลัก (Main Idea) ของคนที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มโนคติของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือภูมิภาวะของบุคคลนั้น ๆ

ตัวอย่างที่ 1.2 มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. สัตว์มีทั้งประโยชน์และโทษ
2. ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญ
3. เนื้อ นม ไข่ ผัก ผลไม้ เป็นอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย



1.1.3 หลักการ (Principle)

หลักการ เป็นกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ หลักการที่ได้มาจากกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน คือ เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ทองแดงเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว หรืออะลูมิเนียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

ตัวอย่างที่ 1.3 หลักการทางวิทยาศาสตร์

1. โลหะเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

1.1.4 กฎ (Law)

กฎ คือ หลักการ แต่เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล กฎส่วนใหญ่มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง (Inductive Inference) โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกันมารวมกันเป็นมโนคติ เป็นหลักการ จนถึงการยอมรับเป็นกฎ



ตัวอย่างที่ 1.4 กฎทางวิทยาศาสตร์

1. กฎของบอยล์ กล่าวว่า ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดันถ้าอุณหภูมิคงที่
2. กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ

กฎ คือ หลักการที่จะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความที่อยู่ในกฎ และหลักการนั้นมีจริงอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้นเองแต่เป็นเพียงผู้ไปค้นพบเท่านั้น

1.1.5 ทฤษฎี (Theory)

ทฤษฎี เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในการใช้อธิบายกฎหรือหลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ เพราะสำหรับตัวของกฎหรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้

การสร้างทฤษฎี นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องอาศัยข้อมูลที่รวบรวมไว้โดยการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ แล้วจึงใช้วิธีการอุปมาน (การเปรียบในสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน) รวมกับการสร้างจินตนาการ เพื่อกำหนดข้อความที่จะนำไปอธิบายถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้อง

เกณฑ์การยอมรับทฤษฎี ทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นไม่ว่าจะสร้างโดยวิธีใดก็ตาม การยอมรับว่าเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายหลักการและข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ได้
2. ทฤษฎีจะต้องอนุมาน (คาดหมายคาดคะเน : Deductive Inference) ไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้
3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้



ตัวอย่างที่ 1.5 ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก กล่าวว่า “สารแม่เหล็กทุกชนิดจะมีโมเลกุลซึ่งมีอำนาจแม่เหล็กอยู่ แต่ละโมเลกุลจะประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ หากโมเลกุลของแม่เหล็กเหล่านี้เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ อำนาจแม่เหล็กจะถูกทำลายกันเองหมด เพราะขั้วเหนือและขั้วใต้มีอำนาจคนละชนิด แต่ถ้าหากโมเลกุลแม่เหล็กเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ขั้วเหนือจะชี้ไปทางปลายด้านหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก ส่วนขั้วใต้ก็จะชี้ไปอีกปลายด้านหนึ่ง จึงเกิดมีขั้วอิสระที่ปลายทั้งสองข้าง”

1.1.6 สมมติฐาน (Hypothesis)

สมมติฐาน เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น เพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้า ก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ขึ้นอยู่กับหลักฐานเหตุผลที่จะสนับสนุน หรือคัดค้านทั้งทางตรงและทางอ้อม

ตัวอย่างที่ 1.6 สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์

1. ถ้าเพิ่มตัวละลาย จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น
2. ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้กับพืชมากเกินไป พืชจะเฉาและตาย

1.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัว ต้องใช้กระบวนการคิดและการกระทำซึ่งเป็นที่ยอมรับ และสามารถพิสูจน์ได้อย่างเป็นระบบ เรียกว่า **กระบวนการทางวิทยาศาสตร์** ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

1.2.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่มีกระบวนการคิดและการกระทำอย่างเป็นระบบ แบบแผน เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีเหตุผล สามารถพิสูจน์ได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นระบุปัญหา (Identify the Problem)** เริ่มจากการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือจะใช้ร่วมกันหลายอย่าง หรืออาจใช้เครื่องมือทดสอบง่าย ๆ ก็ได้ แต่จะไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกต เช่น ดอกไม้เมื่อตัดออกจากต้นแล้วจะเหี่ยวเร็วกว่าที่ยังอยู่กับต้น หรือผักหลังเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วจะเหี่ยวเมื่อซังดูจะมีน้ำหนักลดลง เป็นต้น ซึ่งขั้นนี้เป็นที่มาของปัญหาต่าง ๆ

2. **ขั้นตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)** เป็นการคาดคะเนตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสังเกตว่าจะเป็นอย่างใด โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่เคยมีมาอธิบาย ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานของคำตอบได้มากกว่า 1 ข้อ แล้วสามารถพิสูจน์ว่าการตั้งสมมติฐานถูกต้องหรือไม่ ด้วยการทดลอง



3. ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง (Experimental) ในการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ควรทำการทดลองไม่ต่ำกว่า 2 ครั้ง เพื่อยืนยันว่าผลการทดลองที่ได้มีคำตอบเป็นอย่างเดียวกันหรือสอดคล้องกัน โดยมีวิธีการทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการปฏิบัติงาน การทดลองให้รัดกุม เพื่อกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งตัวแปรจะมี 3 ชนิด คือ

1) ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ ที่ต้องการวัดหรือศึกษาขณะทำการทดลอง

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลอันเนื่องมาจากตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ

3) ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระที่จะมีผลต่อตัวแปรตาม จึงต้องมีการควบคุมเพื่อไม่ให้มีผลหรือข้อโต้แย้งในการสรุปผลการทดลองได้

3.2 การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการพิสูจน์หรือทดลอง

3.3 การกำหนดขั้นตอนของการทดลอง กำหนดระยะเวลา วิธีบันทึกผลการทดลอง และการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.4 ทำการทดลองตามที่ได้วางแผนไว้

4. ขั้นรวบรวมข้อมูล (Gathering the Data) การรวบรวมสิ่งที่ได้จากการสังเกตในการทดลองหรือข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้ หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นตัวแปร และจากการสืบค้นหาความรู้ข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งค้นคว้าอื่น ๆ

5. ขั้นสรุปผลการทดลอง (Conclusion) เป็นขั้นตอนหลังจากทำการพิสูจน์หรือทดลองเสร็จ โดยเริ่มจากการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เรียบเรียง แปลความหมายและลงความเห็นเป็นข้อสรุป จากนั้นนำมาเขียนรายงานผลการทดลองที่ได้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ เรียกว่า **เจตคติทางวิทยาศาสตร์**

1.2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์ภาษาละตินว่า “Aptus” แปลว่า ไหมเอียง เหมาะสม คำนี้ได้มีผู้ใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีก คือ ทักษะคติ และเจตคติ เป็นต้น

เจตคติ หมายถึง สภาพทางจิตใจของบุคคลแต่ละบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้ และมีความพร้อม เพื่อที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในทางใดทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนับสนุนหรือต่อต้าน เป็นต้น

เจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากเจตคติทั่วไป กล่าวคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะสำคัญ ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้



1. มีความละเอียด ถี่ถ้วน
2. มีความอดทน อุตสาหะ
3. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใต้ง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว
5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

1.2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่สำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนังเข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและสมบัติของสิ่งที่สังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง แสดงดังตารางที่ 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

1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่ได้จากการกะประมาณขนาดของวัตถุต่าง ๆ และมีหน่วยกำกับ ดังตารางที่ 1.2



ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างข้อมูลการสังเกตเชิงปริมาณ

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

1.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุเมื่อมีการกระทำต่อวัตถุด้วยวิธีต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไปในแต่ละช่วง เริ่มจากก่อน ระหว่าง และหลังการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น

การสังเกตการสุกของกล้วยหอม

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

การเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ เช่น การเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตั้งแต่เช้าถึงเย็น การเปลี่ยนแปลงของท้องทะเลในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เป็นต้น

ประสาทสัมผัสของแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของแต่ละบุคคล ความบกพร่องของประสาทสัมผัส ขอบเขตความสามารถของประสาทสัมผัส และระยะทางระหว่างวัตถุกับผู้สังเกตจะมีผลต่อการใช้ประสาทสัมผัส ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลจากการสังเกตถูกต้องและน่าเชื่อถือ อาจใช้เครื่องมือช่วยขยายขอบเขตประสาทสัมผัส ใช้ผู้สังเกตหลาย ๆ คน เพื่อให้ได้ข้อมูลแม่นยำและสังเกตซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง

กิจกรรมที่ 1.1 การฝึกทักษะการสังเกต

ผลลัพธ์การเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ทักษะการสังเกตกับสิ่งแวดล้อมที่พบเห็นได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- ระบุได้ว่าข้อมูลใดใช้ทักษะการสังเกต
- บอกได้ว่าข้อมูลใดใช้ประสาทสัมผัสส่วนใด
- บอกได้ว่าข้อมูลจากการสังเกตข้อใดเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง



ลำดับขั้นกิจกรรม

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความหรือเหตุการณ์ต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับช่องทักษะการสังเกตเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ การเปลี่ยนแปลง และไม่เป็นทักษะการสังเกต

ข้อความ/เหตุการณ์	เป็นทักษะการสังเกต			ไม่เป็น ทักษะการ สังเกต
	เชิง คุณภาพ	เชิง ปริมาณ	การ เปลี่ยนแปลง	
1. ผ้าขี้ริ้วสีแดงเหมือนเลือดนก				
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. สบู่มีกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นดอกซากุระ				
10. ต้นไม้ไม่มีผิวขรุขระ				

สรุปผลกิจกรรม

.....

.....

.....

2. ทักษะการวัด (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือเพื่อวัดหา ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ การวัดจะทำให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำและเชื่อถือได้ จะต้องมืองค์ประกอบของการวัด 5 ประการ ดังนี้

- 2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการใช้เครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
- 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด โดยปกติจะใช้หน่วยในระบบเอสไอ (SI) เช่น กิโลกรัม วินาที เมตร ตารางเมตร เป็นต้น และระบบเมตริก เช่น กรัม วินาที เซนติเมตร องศาเซลเซียส เป็นต้น



3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

กิจกรรมที่ 1.2 การฝึกทักษะการจำแนกประเภท

ผลลัพธ์การเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ทักษะการจำแนกประเภทได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. กำหนดเกณฑ์ในการจำแนกประเภทสิ่งของตามเกณฑ์ที่กำหนดได้
2. จำแนกประเภทของสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ได้

ลำดับขั้นกิจกรรม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจกลุ่มละ 4 - 5 คน แล้วสำรวจสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศของสถานศึกษาตามที่ครูกำหนด แล้วนำมาจำแนกประเภทเป็นหมวดหมู่ เป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มเล็ก โดยกำหนดเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภท แล้วเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์มาให้สมบูรณ์ที่สุด

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้กี่กลุ่ม และใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก
2. จากกลุ่มใหญ่สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้กี่กลุ่ม และใช้อะไรเป็นเกณฑ์
3. นำผลการจำแนกประเภทเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นว่าใช้เกณฑ์แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

สรุปผลกิจกรรม

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับพื้นที่ และพื้นที่กับเวลา (Space-space Relationship and Space-time Relationship) พื้นที่ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไป พื้นที่ของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับพื้นที่ของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number) การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขของจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณ