

ผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร

นายสมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2553

**The Effects of Science Process Skills Packages on Integrated Science Process Skill
of Mathayom Suksa IV Students at Mathayom Wat Sing School in
Bangkok Metropolis**

Mr. Somchai Lertpornsuksawat

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2010

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร
ชื่อและนามสกุล นายสมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์
แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2554

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)



(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร

ผู้ศึกษา นายสมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์ รหัสนักศึกษ 2472101710

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดาอนุรักษ์ ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ(1) พัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นผสม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์80/80 (2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
ผสมระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ(3) ศึกษาความ
คิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ภาคเรียนที่ 1 ปี
การศึกษา 2554 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม 1
ห้องเรียน ซึ่งลดความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้
ประกอบด้วย(1) ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม(2) แบบทดสอบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมและ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการ
เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล
คือ การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า(1) ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่สร้างขึ้น
มีประสิทธิภาพ 82.60/84.67 (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของผู้เรียนหลังเรียน
ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .05 และ (3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นผสมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ“เห็นด้วยมาก”

คำสำคัญ ชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม มัธยมศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับระบบการศึกษา.....	6
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	7
ความสำคัญของทักษะกระบวนการในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	9
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	12
การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	14
การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	16
การสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	17
การหาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	17
แนวการสร้างชุดฝึกเพื่อพัฒนาการสอน.....	20
ความหมายชุดฝึกกิจกรรม.....	20
ความหมายของชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์.....	20
ทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึก.....	21
ลักษณะของชุดฝึกที่ดี.....	21
องค์ประกอบของชุดกิจกรรมฝึกทักษะ.....	22
หลักการสร้างชุดฝึก.....	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ขั้นตอนการสร้างชุดฝึก.....	23
การตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึก.....	24
ข้อเสนอแนะในการสร้างชุดฝึก.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	31
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	31
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	47
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม.....	50
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสมของนักเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม52	
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียน ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม.....	53
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	56
สรุปผลการวิจัย.....	56
อภิปรายผล.....	58
ข้อเสนอแนะ.....	59
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	66
ก. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	67
ข. ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้.....	69
ค. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	75
ง. ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	116
จ. คู่มือครูและนักเรียนชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม.....	132
ประวัติผู้ศึกษา.....	231

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 3.1	สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้.....	38
ตารางที่ 4.1	ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ในการทดลองแบบเดี่ยว (1:1).....	50
ตารางที่ 4.2	ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ในการทดลองแบบกลุ่ม (1:10).....	51
ตารางที่ 4.3	ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ในการทดลองแบบภาคสนาม (1:30).....	51
ตารางที่ 4.4	ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ในการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง (1:30).....	52
ตารางที่ 4.5	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ก่อน-หลังใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา.....	52
ตารางที่ 4.6	ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาแจกแจงเป็นค่า \bar{X} ค่า S.D. และแปลความหมายระดับความคิด.....	53



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	36
ภาพที่ 3.2 วิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	37
ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน.....	45



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10. (พ.ศ. 2550 – 2554) มีจุดเน้นที่การพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้มีคุณธรรม และมีความรอบรู้อย่างเท่าทัน มีความพร้อมด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และศีลธรรม สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง จะเห็นได้ว่า การพัฒนาผู้เรียน ให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ การจัดการศึกษาที่เน้น ให้ผู้เรียนรู้จักคิด ซึ่งจะสอดคล้องกับนโยบาย ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมุ่งพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ: 2551)

จากข้อมูล การรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (o-net) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ปีการศึกษา 2553 ระดับจังหวัด (กรุงเทพมหานคร) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ย 36.26 โดยโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ที่ผู้วิจัยสอนอยู่พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 32.41 ซึ่งต่ำกว่าระดับจังหวัด จากผลการทดสอบดังกล่าวเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในระดับประเทศ และในโรงเรียนของผู้วิจัยเองยังไม่ถึงร้อยละห้าสิบซึ่งนับว่ายังต่ำ แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประเทศ และในส่วนของโรงเรียนผู้วิจัยเองยังไม่ประสบผลสำเร็จ

ผู้วิจัยซึ่งทำหน้าที่สอนวิชา ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เห็นควรที่ต้องเร่งปรับปรุงและแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยควรปรับปรุงพัฒนาหารูปแบบวิธีการสอนวิทยาศาสตร์หรือสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และควรเริ่มทำตั้งแต่มัธยมศึกษาปีที่ เป็นต้นไป เพราะถ้าเริ่มทำในระดับชั้นที่สูงขึ้นไปกว่านี้อาจทำให้แก้ปัญหาได้ยากและมีเวลาน้อยลงในการแก้ปัญหาดังกล่าว

จากประสบการณ์การสอน และการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเห็นว่าวิธีการหนึ่งที่จะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้นั้น วิธีการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่ง เนื่องจากการพัฒนาทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาการวิธีการแก้ปัญหา พัฒนาแนวความคิด พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นองค์รวมได้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาความรู้ ที่ได้จากการค้นคว้าแล้วเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบเท่านั้น แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึง กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ผู้เรียนได้รับ ทั้งผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือตัวเนื้อหาความรู้ และควรปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไปด้วยในเวลาเดียวกัน(วรรณทิพา รอดแรงคำ 2544: บทนำ)

นอกจากนี้แล้ว เมื่อพิจารณาการจัดการศึกษาในประเทศที่ประสบความสำเร็จในการ จัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เน้นความสำคัญของการสอนและการได้มาซึ่ง “วิธีการทาง วิทยาศาสตร์” วิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นชุดของทักษะ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา จากการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นกิจกรรมและการสืบเสาะหาความรู้ เช่น หลักสูตร BSCS, SCIS, ISCS และ SAPA ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในราวช่วงปี ค.ศ.1960 ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้กลายมาเป็นส่วนสำคัญของการเรียนการสอนในการพัฒนา การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ชุดของทักษะเหล่านี้ได้มีการตั้งชื่อว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การ แก้ปัญหา การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และชุดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดเชิงตรรกะ การใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางท่านยังคิดว่ากระบวนการทักษะกระบวนการเข้าไปในการเรียนการสอน จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีหลายมิติ มากกว่ามิติของการรวบรวม ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์หลายหลักสูตรจึงได้รวมเอาการสอนทักษะ เหล่านี้ไว้ในหนังสือเรียนและอุปกรณ์การสอน และการได้มาซึ่งทักษะเหล่านี้จะเกิดขึ้นพร้อมกับการ ได้มาซึ่งตัวเนื้อหาวิชา แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้เกิดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้มีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศให้การศึกษาศึกษา เช่น โทรว์บริดจ์ (1967:1-4 อ้างถึงในสุราษ 2544:78) เสนอแนวคิดที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ว่าควรมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีทักษะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จาก ประสบการณ์จริง ค้นคว้าหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยการจัดกิจกรรมที่เป็นอิสระและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมี อิสระในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองในลักษณะของ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ นับเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการพัฒนา

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง สำหรับนักการศึกษาในประเทศไทย ได้กล่าวถึงความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ(2544: บทนำ) เขียนไว้ใน การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการความว่า ... นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้เห็นพ้องต้องกันว่า การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นการสอนผู้เรียนให้รู้จักและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่างๆ การได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือไปจากการได้ข้อเท็จจริงทางเนื้อหาวิชานั้น ถือว่าเป็นคุณค่าสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะใช้ทักษะเหล่านี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจ ทางเนื้อหาวิชาที่เรียนเท่านั้น ผู้เรียนยังใช้ทักษะดังกล่าวเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกห้องเรียนอีกด้วย.. ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14) เขียนว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยการค้นคว้าทดลองและพัฒนาความคิด เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา กรมวิชาการ. (2546: 1-3) ได้เขียนถึงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในด้านการหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลก ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม รู้จักใช้ประโยชน์ ดูแลและรักษา ตลอดจนพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลยั่งยืน ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกตสำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นกำลังสำคัญไฉนพัฒนาประเทศ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมมาใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียน โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ที่ผู้วิจัยสอนอยู่

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
- 2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนหลังใช้ชุดฝึกสูงกว่าก่อนเรียน
- 3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ จำนวน 3 ห้องเรียน

4.2 ตัวแปรของการวิจัย ได้แก่

4.2.1 **ตัวแปรอิสระ** คือ การใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

4.2.2 **ตัวแปรตาม** ได้แก่

- 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
- 2) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ชั้นผสม

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 **ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม** หมายถึง ชุดฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม** หมายถึง ความสามารถที่นักเรียนใช้ในการคิด ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ประกอบด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นองจำนวน 30 ข้อ

5.3 **ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความรู้สึกต่อการออกแบบกิจกรรม เวลาที่ใช้ในการจัด ความน่าสนใจของกิจกรรม ประโยชน์ที่ได้รับจากชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเมินด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอง

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้สนใจ

6.2 ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม เพื่อใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลของการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับระบบการศึกษา
2. แนวการสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาการสอน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับระบบการศึกษา

ตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เน้นความสำคัญของการสอนและการได้มาซึ่ง “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” วิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นชุดของทักษะ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา จากการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นกิจกรรมและการสืบเสาะหาความรู้ เช่น หลักสูตร BSCS, SCIS, ISCS และ SAPA ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในราวช่วงปี ค.ศ.1960 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้กลายมาเป็นส่วนสำคัญของการเรียนการสอนในการพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ชุดของทักษะเหล่านี้ได้มีการตั้งชื่อว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และชุดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดเชิงตรรกะ การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางท่านยังคิดว่ากระบวนการทักษะกระบวนการเข้าไปในการเรียนการสอน จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีหลายมิติ มากกว่ามิติของการรวบรวมข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์หลายหลักสูตรจึงได้รวมเอาการสอนทักษะเหล่านี้ไว้ในหนังสือเรียนและอุปกรณ์การสอน และการได้มาซึ่งทักษะเหล่านี้จะเกิดขึ้นพร้อมกับการได้มาซึ่งตัวเนื้อหาวิชา

1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เป็นการยากที่จะให้คำนิยามว่า “ทักษะกระบวนการ” คำนี้มาจากแหล่งความคิด 2 แหล่ง คือ จากหนังสือชื่อ The Process of Education ซึ่งแต่งโดย Jerome Bruner (1961) ซึ่ง

เขาเน้นว่าควรจะบรรจุทักษะลงในหลักสูตรที่ต้องให้ผู้เรียนได้มีการแก้ปัญหา และควรจะบรรจุในช่วง 2 ปีแรกของการศึกษาที่โรงเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการลงมือปฏิบัติการทดลอง จำแนกและจัดลำดับสิ่งของ ซึ่ง Bruner เห็นว่าทักษะกระบวนการเหล่านี้เป็นจุดหมายปลายทางของการศึกษา แหล่งที่สองมาจากหลักสูตรใหม่ในระดับประถมศึกษา ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีชื่อว่า Science-A Process Approach (SAPA) หลักสูตรนี้เน้นทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา SAPA ได้ให้นิยามของ “ทักษะกระบวนการ” ว่าเป็นกลุ่มของความสามารถที่สามารถถ่ายทอดได้ ซึ่งเหมาะกับวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถนี้สะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมที่แท้จริงของนักวิทยาศาสตร์ SAPA ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการหรือขั้นสูง ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การสื่อความหมายข้อมูล การวัด การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การลงความคิดเห็น และการพยากรณ์ ทักษะเหล่านี้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ทักษะกระบวนการขั้นผสม ซึ่งทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการหรือขั้นสูง ได้แก่ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

หลักสูตรที่สร้างขึ้นใหม่หลักสูตรอื่นๆ เช่น Biological Science Curriculum Study (BSCS) และ Science Curriculum Improvement Study (SCIS) ก็ได้ใช้นิยามของคำว่า “ทักษะกระบวนการ” เช่นเดียวกับหลักสูตร SAPA ซึ่งนิยามของทักษะกระบวนการนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ในการพัฒนาและประเมินผลความมีประสิทธิภาพของหลักสูตรในการสอนทักษะเหล่านี้

สำหรับ Secondary Science Curriculum Review (SSCR) ในสหราชอาณาจักร (1984 อ้างถึงใน Fairbrother, 1989) ได้ให้นิยามของคำว่า “ทักษะ” แยกออกจากคำว่า “กระบวนการ” SSCR มองเห็นว่า “ทักษะ” เป็นกิจกรรมเฉพาะ (specific activity) ซึ่งผู้เรียนสามารถถูกฝึกฝนให้ทำได้ เช่น การฟัง การค้นหา การวัด การใช้ตัวเลข เป็นต้น ส่วน “กระบวนการ” เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เหตุผล (rational activity) และเกี่ยวข้องกับการนำเอาทักษะต่างๆ ไปใช้ เช่น การทำนาย การลงความคิดเห็น การสร้างโมเดล การลงข้อสรุป เป็นต้น

Champagne และ Klopfer (1981) ใช้คำว่า “ทักษะกระบวนการ” เมื่ออ้างถึงกระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอนซึ่งผู้ใช้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา Avey และ Harlen (1986) ให้นิยาม “ทักษะกระบวนการ” ว่าเป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ใช้เมื่อเกี่ยวข้องหรือมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา ส่วน Millar และ Driver (1987) ได้ให้ความหมายเฉพาะคำว่า “กระบวนการ” ซึ่ง

หมายถึงกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในหารสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับโลก หรือกระบวนการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในห้องเรียน

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในสหราชอาณาจักร ได้เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Millar, 1989) ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่เริ่มต้นด้วยการสังเกต ประกอบกับการจำแนกประเภทเพื่อนำไปสู่การลงความคิดเห็น การตั้งสมมติฐาน และลงมือทดลอง แนวความคิดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแต่ละกระบวนการที่แยกจากกันนี้ได้นำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรใหม่ในสหราชอาณาจักร เช่น หลักสูตร Warwick Process Science ได้เน้นกระบวนการต่อไปนี้เป็นคือการสังเกตการลงความคิดเห็น การจำแนกประเภท การทำนาย การบ่งชี้และควบคุมตัวแปร และการตั้งสมมติฐาน หลักสูตร Science in Process ได้เน้น “กระบวนการทักษะ” ต่อไปนี้คือ การนำไปใช้ การตีความหมายข้อมูล การจำแนกประเภท การสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล การสังเกต การทดลอง การทำนาย การตั้งสมมติฐาน การตั้งคำถาม การลงความคิดเห็น หลักสูตร Nuffield 11-13 ได้แยก “กระบวนการ” และ “ทักษะ” ออกจากกัน โดยเน้น “ทักษะที่ต้องพัฒนา” ได้แก่ การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ วิทยาศาสตร์ การสังเกต การสร้างแบบแผน การสื่อความหมาย การออกแบบการทดลองและการทดลอง การสร้างโมเดล ซึ่งการสร้างแบบแผนนี้จะรวมทั้งการจำแนกประเภทและการพหุคูณ การออกแบบการทดลองจะรวมเอาการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐานและการควบคุมตัวแปรเข้าไว้ด้วยกัน Millar (1989) ได้กล่าวสรุปว่าถึงแม้ว่าจะมีความหลากหลายในการให้นิยามของคำว่า “ทักษะกระบวนการ” “ทักษะ” และ “กระบวนการ” ในแต่ละหลักสูตร นิยามเหล่านี้ต่างก็มีความหมายร่วมกัน กระบวนการจะปรากฏอยู่ในทุกหลักสูตร เพียงแต่อยู่ภายใต้ชื่อที่แตกต่างกันเท่านั้น จะเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้บูรณาการเข้าไปในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากตัวเนื้อหาวิชา ซึ่งทักษะเหล่านี้เน้นการพัฒนาทางความคิดและทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

สำหรับในประเทศไทย คำว่า “ทักษะกระบวนการ” เกิดขึ้นในแวดวงของหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 “ทักษะ” หมายถึงความสามารถในการกระทำ (คิดหรือปฏิบัติ) ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ ส่วนคำว่า “กระบวนการ” หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ ดังนั้นคำว่า “ทักษะกระบวนการ” จึงหมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ ประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่ง คือ คุณลักษณะหรือความสามารถระดับสูงขึ้นไปที่เกิดจากการฝึกใช้กระบวนการต่างๆ ความหมายแรกเป็นความหมายเชิงกระบวนการหรือวิถีทาง ส่วนความหมายที่สองเป็นความหมาย

ในลักษณะที่เป็นผลปลายทาง (ชอบ, 2533) นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525:48) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นทักษะที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการทำงานตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละขั้นตอนนี้จะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน” วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532:4) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้รู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ” จำนง พรายแย้มแข (2534:35) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้หรือความจริงของธรรมชาติ” พัชรา ทวีวงศ์ ณ อรุณยา (2537:17) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ภพ เลหาไพบุลย์ (2542:14) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว” พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ ลัดดา ภูเกียรติ และสุวัฒนา สุวรรณเขตนิกม(2543:63) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าหรือสืบเสาะหาความรู้

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลที่เกิดจากการฝึกปฏิบัติและการฝึกความคิดอย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญ ความคล่องแคล่ว จนกลายเป็นกระบวนการทางปัญญา ที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าแล้วเรียบเรียงไว้ อย่างมีระเบียบเท่านั้น แต่ยังมี ความหมายครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ผู้เรียนได้รับทั้งผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวเนื้อหาความรู้ และควรปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไปด้วยในเวลาเดียวกัน

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้เห็นพ้องต้องกันว่า การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นการสอนผู้เรียนให้รู้จักและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่างๆ การได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือไปจากการได้ข้อเท็จจริงทาง

เนื้อหาวิชานั้น ถือว่าเป็นคุณค่าสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะใช้ทักษะเหล่านี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจ ทางเนื้อหาวิชาที่เรียนเท่านั้น ผู้เรียนยังใช้ทักษะดังกล่าวเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกห้องเรียนอีกด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ

วิทยาศาสตร์จะสอนได้ดีที่สุดถ้าใช้ทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเปรียบเสมือนการใช้ทักษะการอ่านเป็นบรรทัดฐานในการตรวจดูว่าหนังสือที่อ่านนั้นได้บรรจุเนื้อหาสาระอะไรไว้บ้าง เช่นเดียวกับที่เราใช้ทักษะการสังเกตและการทดลองเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เป็นแค่เพียงข้อเท็จจริง หลักการ หรือเครื่องมือที่ใช้วัดเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์ยังประกอบด้วยคำถามและการตอบอย่างมีแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ควรสอนแต่ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น การสอนวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จถ้าสอนให้มีความสัมพันธ์กับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ใช้หาคำตอบ และสามารถประยุกต์ใช้กับทุกสถานการณ์ โดยปราศจากข้อจำกัด ซึ่งไม่เหมือนกับการเรียนรู้กฎหรือทฤษฎี ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบนี้ จะมีความตื่นตัวต่อข้อสงสัยที่เกิดขึ้น ซึ่งจุดนี้เองที่การสอนวิทยาศาสตร์ต้องการที่จะสอนให้ผู้เรียนที่ไม่ต้องการเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยความอยากรู้ อยากเห็นมากกว่าการท่องจำ และไม่คิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งมหัศจรรย์

ทั้งนี้ นักการศึกษาและครูวิทยาศาสตร์ก็ยอมรับแล้วว่า วิทยาศาสตร์คือการรวมเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งก็แสดงให้เห็นจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน หลักสูตรฉบับนี้พยายามที่จะเน้นให้เห็นว่า ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับเด็กๆ ก็เหมือนกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์ งานที่ยากที่สุดในการสอนหรืองานที่ต้องอาศัยวิธีทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดก็คือ การกล่าวประโยคคำถามออกมา และคำถามที่จะถามออกมานั้น มีความหมายเพียงพอที่จะถามออกมาหรือไม่ ควรจะใช้วิธีอะไรในการถามคำถาม ผู้เรียนจะทำนายเหตุการณ์หรือตั้งสมมติฐานอย่างไร เพราะขณะที่ผู้เรียนถามคำถาม ผู้เรียนก็เริ่มที่จะเรียนรู้ว่า การใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถนำไปสู่คำถามที่สามารถทดสอบได้ และบางทีก็นำไปสู่การแก้ปัญหาด้วย ในขณะเดียวกันคำถามก็จะนำผู้เรียนไปสู่ความพึงพอใจในการฝึกฝนที่จะคิดว่าคำตอบคืออะไร

มีหลายวิธีด้วยกันที่จะตอบคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพราะผู้เรียนตระหนักดีว่าเขาอาจใช้วิธีที่มีอยู่ในการตอบคำถาม ในขณะที่ผู้เรียนเจอปัญหาต่างๆ กันนี้ ผู้เรียนก็ได้เรียนรู้การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแหล่งวิทยาการต่างๆ ในการตอบปัญหา เช่น รู้จักใช้การสังเกต การทดลอง ใช้หนังสือ ใช้ห้องสมุด หรือถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ไม่ว่าจะเป็นปัญหาอะไรก็ตาม ความสามารถของผู้เรียนในการสังเกตควรจะได้รับการส่งเสริม เพื่อเขาจะได้เข้าใจขอบเขตของการสังเกต และทักษะนี้กับปรากฏการณ์ต่างๆ พร้อมกันนี้เขาจะได้เรียนรู้การใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตด้วย ในกิจกรรมที่ยากขึ้นผู้เรียนก็จะเรียนรู้การใช้ประสาทสัมผัสในการบอกความแตกต่างและความคล้ายคลึงของเหตุการณ์ต่างๆ ได้ เมื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการสังเกตเขาก็จะใช้ทักษะนี้ในการเปรียบเทียบเพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งของต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่

ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และขณะที่ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือนี้ ผู้สอนควรจะให้โอกาสผู้เรียนทำการวัดโดยใช้เครื่องมือจริงๆ เพื่อเขาจะได้เรียนรู้ว่าเมื่อไรเขาควรจะใช้เครื่องมือวัด และเมื่อไรเขาควรจะใช้การคาดคะเน เขาจะได้เรียนรู้ถึงข้อตกลงซึ่งมาจากผู้สังเกตการณ์คนอื่นๆ และความสัมพันธ์ระหว่างระบบต่างๆ ในการวัด

การใช้เทคนิคในการปฏิบัติการทดลองควรจะได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ การทดลองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดของวิทยาศาสตร์ และในการออกแบบการทดลองผู้เรียนต้องใช้ความสามารถของเขาในการตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการทดลองแล้วทำการวัดอย่างละเอียด ไม่ให้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น บทเรียนที่ใช้ในการทดลองควรจะสอนให้กับผู้เรียนผู้ซึ่งพร้อมและกระตือรือร้นกับการใช้เครื่องมือ ผู้สอนไม่ควรจะกังวลเกี่ยวกับผลการทดลองที่ผู้เรียนทำได้ว่าถูกต้องแม่นยำหรือไม่ เพราะอาจจะไปลดความตื่นตัวและความพอใจในการทดลองของผู้เรียน

หลังจากที่ผู้เรียนตั้งปัญหาขึ้นและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้ว ผู้เรียนจะต้องประเมินผลที่ได้จากการทดลองและสรุปผลการทดลองที่ได้ บางครั้งการดำเนินการทดลองของผู้เรียนจะได้ผลทันที แต่บางครั้งผู้เรียนต้องทำการทดลองซ้ำอีกหลายครั้ง จุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และผลจากข้อมูลนี้ก็จะนำไปสู่การตรวจสอบพบข้อผิดพลาดหรือใช้ในการออกแบบการทดลองเรื่องอื่นอีกต่อไป หรือนำไปสร้างแบบจำลองหรือทฤษฎีเพื่อให้เข้าใจข้อมูลยิ่งขึ้น

ที่กล่าวมานี้คือการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าตลอดเวลาที่ผ่านมา เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความต้องการในด้านความแม่นยำของเนื้อหาวิชาก็แตกต่างกัน การสรุปหรือการตีความหมายก็อาจเป็นไปได้หลาย

วิธี แต่สิ่งหนึ่งที่ไม่เปลี่ยนแปลงคือ วิธีการที่จะได้มาซึ่งเนื้อหา หรือความรู้อันใหม่จำเป็นต้องอาศัย การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเดิมนั่นเอง

1.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science : AAAS อ้างใน พัชรา ทวีวงศ์ ณ อายุรยา 2537:17) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1.3.1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (basic process skills) ประกอบด้วย

- 1) การสังเกต (observing)
- 2) การวัด (measuring)
- 3) การจำแนก (classifying)
- 4) การคำนวณ (using number)
- 5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

(space/space/time relationships)

- 6) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)
- 7) การทำนาย (predicting)
- 8) การสื่อความหมายข้อมูล (communicating)

1.3.2 ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ (integrated process skills)

- 1) การตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
- 2) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling variables)
- 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally)
- 4) การทดลอง (experimenting)
- 5) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data)

ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือบูรณาการมีรายละเอียดแต่ละทักษะ

(อนันต์ จันทร์ทวี และพิศาล ศรีอยุธยา 2527:174-252) ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎและทฤษฎีอื่นๆ เป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ามักจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ จะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน

หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้ามีข้อมูลที่ได้จากการทดลองยืนยันว่าเป็นความจริงแล้ว สมมติฐานก็จะพัฒนาไปเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีแล้วแต่กรณี

สมมติฐานที่ดีควรมีขอบเขตกว้างขวางครอบคลุมประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุดเท่าที่จะมากได้ วิธีหนึ่งที่ใช้พิจารณาว่า ข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ โดยนำข้อความนั้นมาเขียนในรูปของประโยค ถ้า แล้วก็เมื่อ แล้วถ้า ดังนั้น ถ้าเขียนได้ ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling variables)

การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าสามารถระบุปัญหาได้ว่า คืออะไร ก็จะช่วยให้ผู้นั้นสามารถตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาได้ โดยคิดถึงความเป็นเหตุเป็นผลของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง มีผลทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เรียกว่า ตัวแปร ผู้ศึกษาจะต้องมีทักษะในการแยกประเภทของตัวแปรต่างๆว่า เป็นตัวแปรประเภทใด ตัวแปรเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรที่เป็นเหตุทำให้เกิดผลต่างๆ ที่เราต้องการทดลองดูว่าส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ที่เราต้องการศึกษาจริงหรือไม่

2.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเป็นสิ่งที่จำเป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2.3 ตัวแปรควบคุม คือ ตัวแปรอื่นๆ ที่เราไม่ได้สนใจศึกษาแต่มีผลต่อการทดลองด้วย จึงต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อนเพื่อไม่ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ดังนั้นการกำหนดและการควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ โดยที่ผู้ศึกษาจะต้องบอกตัวแปรที่ต้องการศึกษา (ทดลอง) ผลที่เกิดจากการทดลองและตัวแปรที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันไว้เพื่อไม่ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายของคำ และขอบเขตต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และความหมายที่กำหนดขึ้นมาต้องสามารถสังเกตและทดลองได้

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของคำต่างๆ ต้องใช้ภาษาที่กะทัดรัด มีความหมายรัดกุมชัดเจน ไม่กำกวม เหมาะสมกับระดับการศึกษาและต้องระบุสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

3.1 ระบุสิ่งที่สามารถสังเกตและวัดได้

3.2 ระบุวิธีปฏิบัติเพื่อทดสอบความหมาย ซึ่งอาจได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง สิ่งที่ควรคำนึงในการนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

(1) ใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่กำกวม

(2) ต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำด้วย

(3) อาจมีคำนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่าหนึ่งได้ และคำนิยามหนึ่ง อาจจะเหมาะกว่าคำนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียนนั้น

4. ทักษะการทดลอง (experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือเพื่อทดสอบสมมติฐานของปัญหาที่ตั้งไว้ เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 2 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง ในการออกแบบกำหนดวิธีสำหรับการทดลองจะต้องสอดคล้องกับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมโดย

4.1.1 เลือกกระบวนการวัสดุอุปกรณ์ได้

4.1.2 กำหนดขั้นตอนในการทดลองได้

4.1.3 ออกแบบตารางสำหรับบันทึกข้อมูลได้

4.2 ทำการทดลองตามขั้นตอนแล้วบันทึกผลลงในตารางที่ออกแบบได้

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายบรรยายลักษณะหรือสมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรืออื่นๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

1.4 การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และคณะ (2526:338-342) ได้กล่าวถึงหลักการในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันจัดทำนั้น จะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนด้วย ในการจัดกิจกรรมในโรงเรียน ครูควรเลือกประเภทกิจกรรมที่ส่งเสริมวิชาการตามหลักสูตร การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนั้นควรมีหลักการวัตถุประสงค์ ประโยชน์ และลักษณะของกิจกรรมดังนี้

หลักการจัดหรือดำเนินการ ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ควรมีหลักการจัดหรือดำเนินการเป็นขั้นตอน คือ

1. กิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมายแน่ชัด โดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของสถานศึกษาและหลักสูตรรวมไปด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและขอบเขตของการทำงานด้วย

2. กิจกรรมต่างๆ ที่จัดขึ้น ควรอยู่ภายใต้การแนะนำและควบคุมดูแลของครูและอาจารย์ที่ปรึกษา ส่วนการดำเนินงานเป็นหน้าที่ของนักเรียน

3. การจัดกิจกรรมควรมุ่งพัฒนานักเรียนตามความสนใจ ความต้องการ ความสามารถของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกิจกรรมโดยทั่วถึง และด้วยความสมัครใจพร้อมทั้งให้ความเพลิดเพลินไปด้วย

4. การจัดกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน และให้เหมาะสมกับสภาพของโรงเรียนและสังคม

5. งบประมาณที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ควรพิจารณาให้เหมาะสม เป็นไปอย่างประหยัด ทางโรงเรียนควรจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัด และในบางโอกาสให้นักเรียนช่วยกันจัดหาเองโดยการขอความร่วมมือจากที่อื่น

6. กิจกรรมที่จัดควรให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนและควรมีการประเมินผลการจัดกิจกรรมทุกครั้ง

วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์หลายประการดังนี้ คือ

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ เจตคติ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีนิสัยในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนแล้วมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนนำไปแก้ไขปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

4. เพื่อส่งเสริมความสามารถพิเศษและความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล
5. เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิต ตลอดจนการเรียนรู้ถึงสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติรอบตัว

6. เพื่อให้นักเรียนรู้จักเหตุผล มีความเข้าใจและเคารพในความเห็นของบุคคลอื่น
7. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกัน รู้จักปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นได้ รู้จักการเสียสละ ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเอง ตลอดจนรู้จักการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

8. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และให้นักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และเกิดความชื่นชมยินดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

9. เพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในการทำกิจกรรมด้วยกัน
ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการ
ร่วมทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีหลายประการดังนี้

1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจวิธีการ
ทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

2. นักเรียนได้เรียนรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนำมาใช้
ในชีวิตประจำวัน ได้เรียนรู้ประโยชน์และโทษทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ใน
สังคมได้อย่างสะดวกปลอดภัย

3. เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมซึ่งเป็นการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
อันเป็นปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้ได้เรียนรู้ของจริงนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน

4. เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในทาง
วิทยาศาสตร์และเป็นการช่วยส่งเสริมให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

5. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ได้ฝึกให้เป็นผู้มีความ
รับผิดชอบต่อตนเองและหมู่คณะ ฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

1.5 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องประเมิน
ความสามารถของนักเรียนในการแสดงพฤติกรรมออกมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี (สสวท. 2542:14) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงว่าเกิดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดคำตอบ
ล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยการสังเกต การใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตและวัดได้

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ
ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

4. การทดลอง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 ออกแบบการทดลองโดย

4.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึง
ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

4.1.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้

4.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสม

4.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติข้อมูลที่มีอยู่ได้

5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของบุคคลที่ ๖ ทักษะจะเกิดขึ้นนั้นจะต้องมีการฝึกตั้งสมมติฐานบ่อยๆ ฝึกการกำหนดและควบคุมตัวแปร ฝึกการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ฝึกการทดลอง และฝึกตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปอยู่เป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ

1.6 การสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ข้อสอบแบบคู่ขนานเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (multiple choice) ซึ่งครอบคลุมแต่ละทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำการวัด และจำแนกตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของชุดฝึก ซึ่งต้องดำเนินการสร้างแบบทดสอบให้ตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.6.1 สร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้

1.6.2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย ที่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวจำนวน 2 ชุด ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละทักษะ ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบ 4 9ตัวเลือก มีคำตอบถูกเพียงข้อเดียว โดยให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดฝึกจำนวน 30 ข้อ

1.7 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.7.1 ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบนำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและการวัดผลประเมินผล ตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ นำคะแนนจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ถ้าได้มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบทดสอบข้อนี้ใช้ได้ การพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร ดังนี้ (ชาคริต ชมชื่นและตำราญ บุญหมั่น 2544: 69)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC = คำนวณความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 $\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
 N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5
 นำไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

1.7.2 ทดลองและประเมินผลแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมไปทดสอบกับนักเรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์แล้วจำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบรายชื่อ

1.7.3 ปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนำผลการทดลองมา
 ตรวจสอบให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน นำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ
 ของแบบทดสอบรายชื่อทั้ง ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

1) วิเคราะห์ เพื่อหาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
 แบบทดสอบ ซึ่งมีสูตรดังนี้

การหาค่าความยาก (p) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 210)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p = ระดับความยาก
 R = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
 N = จำนวนนักเรียนที่สอบ

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ(D) ใช้สูตร (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

R_U = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N_U = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเก่ง

เลือกแบบทดสอบที่มีความยากระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ข้อใดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวนำมาปรับปรุงคำถามและตัวเลือกใหม่เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามจำนวนที่ต้องการ โดยแยกตามจุดประสงค์การเรียนรู้ นำไปเป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมก่อนและหลังเรียน

2) หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยให้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและคยผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้วมาทำการทดสอบ

การหาค่าอำนาจค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ ใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} = ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ หรือ $(1 - p)$

s_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทดสอบก่อน และหลังการประกอบกิจกรรมโดยใช้ชุดฝึกทักษะ

2. แนวการสร้างชุดฝึกเพื่อพัฒนาการสอน

2.1 ความหมายของชุดฝึกกิจกรรม

ชัยขงค์ พรหมวงศ์ (2523:113-114) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ชุดกิจกรรม หรือ ชุดการเรียน” ว่าเป็นสื่อผสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน แม้ชุดกิจกรรมจะเป็นเรื่องทีค่อนข้างใหม่สำหรับบางคน แต่นักศึกษาไทยได้มีแนวคิดการทำชุดกิจกรรมมาเป็นเวลานานแล้ว แม้จะยังไม่มีคำว่า “ชุดกิจกรรม” ขึ้นมาก็ตาม ชุดกิจกรรมเป็นสื่อผสมที่ได้จากระบบการผลิตการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537:225) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง การรวบรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่วางไว้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุดกิจกรรมเป็นระบบสื่อประสมสำเร็จรูปเพื่อให้ครูใช้ในการสอน มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหารายการสื่อการสอน และเอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด (อ้างใน ศิริรักษา อธิสุวรรณศิลป์ : 2546) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมคือสื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกัน จัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด(packages) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

บุญเกื้อ คอรวาเวช (อ้างใน สุนิ เชมประพันธ์: 2546) ให้ความหมายว่า เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาโดยใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมกัน เพื่อให้ได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่ใช้ร่วมกันจะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอน

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม หรือชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีจุดมุ่งหมายในการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะ/คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ประกอบด้วยคู่มือครู เอกสารการสอน อุปกรณ์ คำสั่ง แบบทดสอบ

2.2 ความหมายของชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

พลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546:21) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมการศึกษาช่วยผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้และเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้

ธานีรินทร์ ปัญญาวัฒนากุล (2546:6) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อหรืออุปกรณ์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปนำมาจัดเป็นชุดๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสร้าง

องค์ความรู้ได้อย่างเป็นระบบส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมการศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้และเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น

2.3 ทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชุดฝึก

การเลือกสร้างชุดฝึกขึ้นอยู่กับลักษณะวิชา สาระสำคัญ และจุดประสงค์ของบทเรียนนั้น เช่น ลักษณะวิชา/สาระ จะต้องมีส่วนอย่าง และฝึกกระทำซ้ำ ๆ

การสร้างชุดฝึกต้องอาศัยทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ ทฤษฎีจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องมี

2.3.1 ทฤษฎีการลองผิดลองถูกของธอร์นไดค์ สรุปเกณฑ์การเรียนรู้ คือ

- 1) กฎความพร้อม หมายถึง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลพร้อมที่จะทำ
- 2) กฎผลที่ได้รับ หมายถึง การเรียนรู้จะเกิดขึ้น เพราะบุคคลกระทำซ้ำ ๆ

และยิ่งทำมากความชำนาญจะเกิดขึ้นได้ง่าย

2.3.2 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมของสกินเนอร์ พอสรุปได้ว่า บุคคลเรียนรู้ได้ด้วยการกระทำ โดยมีการเสริมแรงเป็นตัวการ เมื่อบุคคลตอบสนองการเร้าของสิ่งเร้า ควบคุมกันในช่วงเวลาที่เหมาะสม สิ่งเร้า นั้นจะรักษาระดับ หรือเพิ่มการตอบสนองได้เพิ่มขึ้น

2.3.3 วิธีการสอนของกานเย ซึ่งมีความเห็นว่า การเรียนรู้มีลำดับขั้น และผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เนื้อหาที่ง่ายไปหายาก

2.3.4 แนวคิดของบลูม ซึ่งกล่าวถึงธรรมชาติผู้เรียนแต่ละคนว่า มีความแตกต่างกัน ผู้เรียนจะสามารถเรียนเนื้อหาในหน่วยย่อย ต่าง ๆ ได้ โดยใช้เวลาเรียนที่แตกต่างกัน

2.4 ลักษณะของชุดฝึกที่ดี

2.4.1 ควรมีความชัดเจนทั้งคำสั่ง และวิธีทำ คำสั่ง หรือตัวอย่างแสดงวิธีทำที่ใช้ไม่ควรยาวเกินไป เพราะจะทำให้เข้าใจยาก

2.4.2 ตรงตามจุดมุ่งหมายของการฝึก

2.4.3 ภาษา และภาพควรเหมาะสมกับวัย และพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน

2.4.4 ควรฝึกเป็นเรื่องราว แต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไป มีกิจกรรมหลายรูปแบบ เพื่อสร้างความสนใจ

2.4.5 ชุดฝึกต้องมีความถูกต้อง อย่าให้มีข้อผิดพลาด

2.4.6 การฝึกแต่ละครั้งต้องให้เหมาะสมกับเวลา และสร้างความสนใจของผู้เรียน

2.4.7 การสร้างชุดฝึกควรมีหลายๆ แบบ เพื่อเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจได้ กว้างขวาง และส่งเสริมให้เกิดความคิด

2.4.8 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาได้ด้วยตนเอง ให้รู้จักค้นคว้า รวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อยๆ หรือสิ่งที่ตัวเองเคยใช้ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องนี้มากขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้

2.4.9 ควรจะเป็นชุดฝึกสำหรับเด็กเก่ง และในขณะเดียวกัน ก็เป็นแบบซ่อมเสริมสำหรับเด็กอ่อนด้วย

2.5 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมฝึกทักษะ

มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนแตกต่างกันออกไป ดังนี้
ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) กล่าวว่า ชุดการสอนประกอบด้วย

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน
2. ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์
3. การมอบหมายงาน เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างขวางยิ่งขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545:52) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษา และปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การจัดการชั้นเรียน บทบาทของผู้เรียนเป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้
2. บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุอยู่ในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 1) คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา 2) คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม 3) การสรุปบทเรียน การจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงานส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็งขนาด 6 X 8 นิ้ว
3. เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่างๆ จัดไว้เป็นรูปของสื่อการสอนที่หลากหลาย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1. ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ (Face sheet) ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น 2. ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ วีดิทัศน์ ซีดีรอม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

4. แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความสามารถด้วยตนเอง ทั้งก่อนและหลังเรียน ซึ่งต้องออกแบบให้สามารถวัดความสามารถที่ต้องการได้ โดยต้องมีความสอดคล้องกับลักษณะที่ต้องการฝึก

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบด้วย คู่มือการใช้บัตรคำสั่งหรือ บัตรงาน เนื้อหาสาระ สื่อการเรียนประเภทต่างๆ และแบบทดสอบ

2.6 หลักการสร้างชุดฝึก มีหลักดังต่อไปนี้

2.6.1 ใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็กแต่ละวัย เช่น ชุดฝึกสำหรับเด็กเล็ก หรือ ระดับอนุบาลและชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 เน้นภาพมากกว่าคำ เด็กวัย 9-11 ขวบ จะสนใจ เรื่องราวเนื้อหาสาระประเภทสารคดี เรื่องราวจากตำรา ตำนาน คำบอกเล่ามากกว่านิทาน วัย 11-16 ปี ชอบอ่านเรื่องยาว ๆ ต้องเนื้อหาสาระมากกว่ารูปภาพ เป็นต้น

2.6.2 ใช้สำนวนภาษาง่าย ๆ โดยเฉพาะคำสั่งต้องกระชับ และชัดเจน ไม่ใช่ศัพท์ ยากเกินไป

2.6.3 ให้ความหมายต่อชีวิต หมายถึง ชุดฝึกนั้น มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการ ให้ผู้เรียนฝึกเพื่ออะไร ให้ข้อคิดคติธรรมอะไรแฝงอยู่

2.6.4 ฝึกให้คิดได้เร็ว และสนุก ปกติหนังสือเรียนมักจะสร้างความจำเจ ทำให้ ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้ง่าย ดังนั้น ชุดฝึกจะต้องแตกต่างไปจากหนังสือเรียน หรือชุดฝึกหัดในหนังสือ เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้คิดให้เร็ว และสนุก โดยมีเกม หรือมีกิจกรรมหลากหลาย

2.6.5 ปลุกความสนใจด้วยรูปภาพและรูปแบบที่แปลก และแตกต่างจากที่ผู้เรียน เคยเห็น

2.6.6 เหมาะสมกับวัย และความสามารถของนักเรียน แบบฝึกที่ดีไม่ควรมากเกินไป ทำให้ผู้เรียนเบื่อ และไม่สนใจ และไม่ควรมีกิจกรรมซ้ำ ๆ

2.6.7 อาจศึกษาด้วยตนเอง ตามลำพังได้

2.7 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึก

2.7.1 วิเคราะห์ปัญหา และสาเหตุการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัย ข้อมูลจาก

- 1) ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการสอน
- 2) ปัญหาการผ่านจุดประสงค์/ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้เรียน
- 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4) ผลจากการสังเกตพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์

2.7.2 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ และ กิจกรรม

2.7.3 พิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อ 1 โดยการสร้างชุดฝึก และ เลือกเนื้อหาในส่วนที่จะสร้างชุดฝึกนั้นว่าจะทำเรื่องใดบ้าง กำหนดเป็นโครงเรื่องไว้

2.7.4 ศึกษารูปแบบของการสร้างชุดฝึกจากเอกสารตัวอย่าง

2.7.5 ออกแบบชุดฝึกแต่ละชุดให้มีรูปแบบหลากหลาย น่าสนใจ

2.7.6 ลงมือสร้างชุดฝึกในแต่ละชุด พร้อมทั้งข้อทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7.7 ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

2.7.8 นำไปทดลองใช้ แล้วบันทึกผลเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

2.7.9 ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.7.10 นำไปใช้จริง และเผยแพร่ต่อไป

2.8 การตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึก

เพื่อเป็นการประกันว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้อง กำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้กาเปลี่ยน พฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงกระบวนการ และผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย E_1/E_2

E_1 คือค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียน ได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรม

E_2 คือค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับ จากการทดสอบหลังเรียน

การคิดค่า E_1 และ E_2 ของชุดการสอนที่สร้างขึ้น คำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตร ต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักเรียนจากแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย

N = จำนวนนักเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดประจำศูนย์

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

- E_1 = ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน
 $\sum F$ = คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
 N = จำนวนนักเรียน
 B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดช้อยงค์ พรหมวงศ์(2523:51) นิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความจำ และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษา เพราะการเปลี่ยนพฤติกรรมต้องการระยะเวลาไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จแล้ว การทดลองประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น ต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. แบบเดี่ยว นำชุดการสอนไปทดลองใช้กับเด็ก 1-3 คน โดยทดลองกับเด็กเก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน การทดลองแต่ละครั้งต้องปรับปรุงสื่อการสอนให้ดีขึ้น
2. แบบกลุ่ม นำชุดการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับเด็ก 6-10 คนที่มีความสามารถคละกัน แล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น
3. ภาคสนาม นำชุดการสอนไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 30-100 คน หากการทดลองภาคสนามให้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงชุดการสอน และทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำ อีก

ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นอาจกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2.9 ข้อเสนอแนะในการสร้างชุดฝึก

2.9.1 ในแต่ละชุดฝึกอาจมีเนื้อหาสรุปย่อ หรือเป็นหลักเกณฑ์ไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาทบทวนก่อน

- 2.9.2 ต้องให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาก่อนใช้ชุดฝึก
- 2.9.3 ควรสร้างชุดฝึกให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ต้องการ และไม่ยากหรือง่ายเกินไป
- 2.9.4 คำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็กให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะและความแตกต่างของผู้เรียน
- 2.9.5 ควรศึกษาแนวการสร้างชุดฝึกให้เข้าใจก่อนปฏิบัติการสร้าง อาจนำหลักการของผู้อื่น หรือทฤษฎีการเรียนรู้ของนักการศึกษา หรือนักจิตวิทยา มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสภาพการณ์ได้
- 2.9.6 ควรมีคู่มือการใช้ชุดฝึก เพื่อให้ผู้สอนคนอื่นนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง หากไม่มีคู่มือต้องมีคำชี้แจงขั้นตอนการใช้ที่ชัดเจน แนบไปในชุดฝึกด้วย
- 2.9.7 การสร้างชุดฝึกควรพิจารณารูปแบบให้เหมาะสมกับธรรมชาติของแต่ละเนื้อหาวิชา
- 2.9.8 การออกแบบชุดฝึกควรมีความหลากหลาย ไม่ซ้ำซาก ไม่ใช้รูปแบบเดียว เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ควรมีชุดฝึกหลายๆแบบ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะอย่างกว้างขวางและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย
- 2.9.9 การใช้ภาพประกอบเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ฝึกนั้น น่าสนใจ
- 2.9.10 ชุดฝึกต้องมีความถูกต้อง อย่างให้มีข้อผิดพลาดโดยเด็ดขาด เพราะผู้เรียนจะจำในสิ่งที่ผิดๆ ตลอดไป

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยภายในประเทศ

พนัดดา สุหุ้ยานาง (2547 : 74) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ของนักเรียนโรงเรียนบ้านชำมุลนาก จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 23 คน พบว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ 86.80/86.07 นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ศักดิ์ศรี ทองศรี (2547 : 56) ได้ศึกษาผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ และชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ของโรงเรียนบ้านตะเคียน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 35 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้และชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.15/75.72 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5572 หมายถึง นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 55.72 นักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01

บุปผา นรภาร (2548 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่นำไปทดลองใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.18/88.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2549 : 152) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 76 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกจากชุดฝึกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมใจ ปรมาริกุล (2550 : 91) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ชุด ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 95.61/84.11 ซึ่งสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ 80/80 ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิผล 0.72 ซึ่งได้ผลตามเกณฑ์ประสิทธิผลที่ตั้งไว้ที่มีค่าดัชนีประสิทธิผลมากกว่า 0.50 ขึ้นไป คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่ามากกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อุไรวรรณ วิจรรณกุลและคณะ (2544 : 1-2) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถาบันราชภัฏ: ชุดการเรียนชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาสถาบันราชภัฏมีทัศนคติที่ดีต่อชุดการเรียนในทุกๆ ด้าน เช่น วัตถุประสงค์ของชุดการเรียน เนื้อหา ชัดเจน และทำให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผล และเปิดโอกาสให้ใช้เครื่องมือทดลองอย่างเต็มที่ การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนที่เน้นการ

ปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือสูงขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ $P < .01$

ขวัญชัย ภูเฉลิม (2545 : บทคัดย่อ) ได้สร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโนนโพธิ์ศรีวิทยาคม กิ่งอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ $E1/E2 = 84.75/84.66$ และค่าดัชนีประสิทธิผล $E.I. = 73$

แก้วอุตร เชื้อหาญ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 78.18/75.06 สูงใกล้เคียงเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับร้อยละ 55.00 นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเห็นว่าแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

วิหาญ พละพร (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณการหาร ผลปรากฏว่าแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 82.47/76.77 และการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริชัย จีระจรัสชัย (2545 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 เรื่อง อาหาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนพังครุราษฎร์รังสรรค์ สังกัดกรมสามัญ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.42/82.68 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอาหารของนักเรียน ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกวียนทอง ต้นเชื้อ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.18/82.50 และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์การผ่านร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

ภาณุวิชญ์ จันท้าว (2551 : บทคัดย่อ) ได้ใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6 โรงเรียนบ้านสงเปลือย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2 พบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ 85.56/86.85 ผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

สุพศวีร์ ศรีสมบัติ (2553 : บทคัดย่อ) บทคัดย่อได้พัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ พบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.75/84.80 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01

3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เดวิส (Davis. 1976 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้ในการชี้แนวทางกับการสอนแบบครอบงำความรู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ชี้แนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบครอบงำความรู้ตามตำรา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชอร์ (Shaw. 1977 – A) ได้ศึกษาถึงวิธีฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา โดยให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ให้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา ผลการทดลองปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างในความสามารถพื้นฐาน คือ ด้านความรู้ แต่กลุ่มที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ได้คะแนนจำแนกประเภทในวิชาสังคมศึกษาสูงกว่า และมีคะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

Jacknicke (1975) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเขต2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Roth and Roychoudhury (1993) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 57 คน แบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการสอนโดยวิธีชี้แนะแนวทางในวิชาฟิสิกส์ กลุ่มที่สองได้รับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับสูง กลุ่มที่สามได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยนักเรียนทั้งกลุ่มจะเป็นศูนย์กลางในการเรียน โดยได้รับการฝึกให้ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองโดยอิสระเหมือนกัน จากผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่น ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้คำนิยาม และทักษะการทดลอง

Strawitz and Malone (1987) ได้ศึกษาความรู้และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นผสมของนักศึกษาฝึกหัดครู โดยเปรียบเทียบการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากครูโดยตรงกับเรียนด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงจำนวน 32 คน จาก 2 ห้องเรียน ที่เรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยจอร์เจีย เชนีย์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยการสุ่ม ได้รับการสอนจากครูผู้สอนกลุ่มละ 1 คน กลุ่มหนึ่งผู้สอนจะสอนนักศึกษาโดยตรง โดยการบรรยายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นผสม แต่ไม่มีการแนะนำการปฏิบัติแก่นักศึกษา ส่วนอีกกลุ่มผู้สอนให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง โดยมีแบบฝึกปฏิบัติให้และมีการทดสอบการปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นผสม 2 ฉบับ ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นผสมสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรง และวิธีการสอนทั้งสองวิธีให้ผลความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่ได้ออกแบบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบมาโดยลำดับตามหลังวิชาการ สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ที่เรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์จำนวน 90 คน จัดเป็น 3 ห้องเรียนแบบความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ประกอบด้วย) ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น 2) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีกระบวนการดังนี้

2.1 ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีกระบวนการดังนี้

2.1.1 กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำการพัฒนา คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป

2.1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการสร้างชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ

ศึกษาหลักสูตร เนื้อหารายวิชา และวิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา ศึกษาจาก หลักสูตรสถานศึกษา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดหน่วยการเรียนรู้และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น ๒ สมัย 5 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การตั้งสมมติฐาน

กิจกรรมชุดที่ 2 คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

กิจกรรมชุดที่ 3 การบ่งชี้และการควบคุมตัวแปร

กิจกรรมชุดที่ 4 การทดลอง

กิจกรรมชุดที่ 5 การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป

สำหรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนมีดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานตลอดจนมีทักษะในการตั้งสมมติฐาน

วัตถุประสงค์ที่ 2 เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง การตั้งสมมติฐาน

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ตลอดจนมีทักษะในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

วัตถุประสงค์ที่ 4 เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

วัตถุประสงค์ที่ 5 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรตลอดจนมีทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร

วัตถุประสงค์ที่ 6 เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร

วัตถุประสงค์ที่ 7 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองตลอดจนมีทักษะในการทดลอง

วัตถุประสงค์ที่ 8 เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง การทดลอง

วัตถุประสงค์ที่ 9 เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตีความ ข้อมูลและลงข้อสรุป ตลอดจนมีทักษะในการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป

วัตถุประสงค์ที่ 10 เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนา ความสามารถเรื่อง การตีความข้อมูลและลงข้อสรุปออกแบบขั้นตอนการสอน

ได้พิจารณาจากแนวความคิดทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญหาและหลักการ สอนของโรเบิร์ต กาย (Robert Gagne) โดยดำเนินการดังนี้

- 1) ได้รับความสนใจ โดยเลือกเรื่องที่ใช้ในการฝึกทักษะต่างๆ ที่เป็นเรื่องที่น่าสนใจ และออกแบบให้มีทั้งกิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่ม
- 2) บอกวัตถุประสงค์ โดยบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน
- 3) นำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยการนำเสนอทั้งส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนที่เป็นวิธีการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด
- 4) ชี้แนวทางการเรียนรู้ โดยการออกแบบให้มีคำชี้แจงในคู่มือนักเรียน โดย ออกแบบให้มีการแนะแนวทางทั้งในวิธีการปฏิบัติและ แนะนำแนวทางเพื่อทำให้เกิดความคิดรวบยอดต่าง ๆ
- 5) กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียน โดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ทั้งกิจกรรมเดี่ยวและกลุ่มให้มากที่สุด
- 6) ทดสอบความรู้ใหม่ โดยออกแบบชุดฝึกแต่ละชุดให้มีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกฝน ในรูปแบบอัตโนมัติ และมีแบบทดสอบหลังเรียนหลังการดำเนินงานตามชุดฝึกทั้ง 5 ชุด แล้วเสร็จเพื่อทดสอบความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมของนักเรียน
- 7) สรุปและนำไปใช้ ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย เพื่อสร้างข้อสรุป และสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นไปใช้แสวงหาความรู้ในสิ่งที่นักเรียนต้องการทราบได้

2.1.3 ขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา นำชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมการค้นคว้าอิสระ ตรวจสอบ เพื่อนำมาแก้ไข ปรับปรุง

2.1.4 ขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ที่สร้างเสร็จเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (รายชื่อใน ภาคผนวก ก) ตรวจสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นผลสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

กิจกรรม ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่า IOC	ผลการ พิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตั้งสมมติฐาน	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องการตั้งสมมติฐาน	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
4	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการทดลอง	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องการทดลอง	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
5	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องคำการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.1.5 ทดลองใช้ชุดฝึกเพื่อปรับปรุงแก้ไขและหาคุณภาพ ชุดฝึกทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์รับการตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียน ดังต่อไปนี้

การทดลองครั้งที่ 1 เป็นการทดลองรายบุคคล โดยเลือกผู้เรียนที่เรียน เก่งปานกลาง และ อ่อน อย่างละ 1 คนรวมทั้งสิ้น 3 คน จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดสิงห์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง หาประสิทธิภาพของชุดฝึก ได้ $E1/E2 = 82.833/84.444$ จากนั้นสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและปัญหาที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมพบว่า

ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นคือ คำชี้แจงบางประโยคเขียนแล้วอ่านไม่เข้าใจ ขาดความเข้าใจในการลงข้อสรุป และยังไม่เขียนออกมาได้ไม่ดี

การแก้ไขข้อบกพร่อง เขียนคำชี้แจงใหม่ให้ง่ายต่อความเข้าใจมากขึ้น ออกแบบกิจกรรมการลงข้อสรุปใหม่ เพื่อให้สามารถนำทางให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ดีขึ้น

การทดลองครั้งที่ 2 ทดลองกับนักเรียน 10 คน โดยเลือกผู้เรียนที่เรียน เก่งอ่อน อย่างละ 3 คน และนักเรียนระดับปานกลาง จำนวน 4 คน รวมทั้งสิ้น 10 คน จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดสิงห์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง หาประสิทธิภาพของชุดฝึก ได้ $E1/E2 = 82.550/84.333$ แล้วสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและปัญหาที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมพบว่า

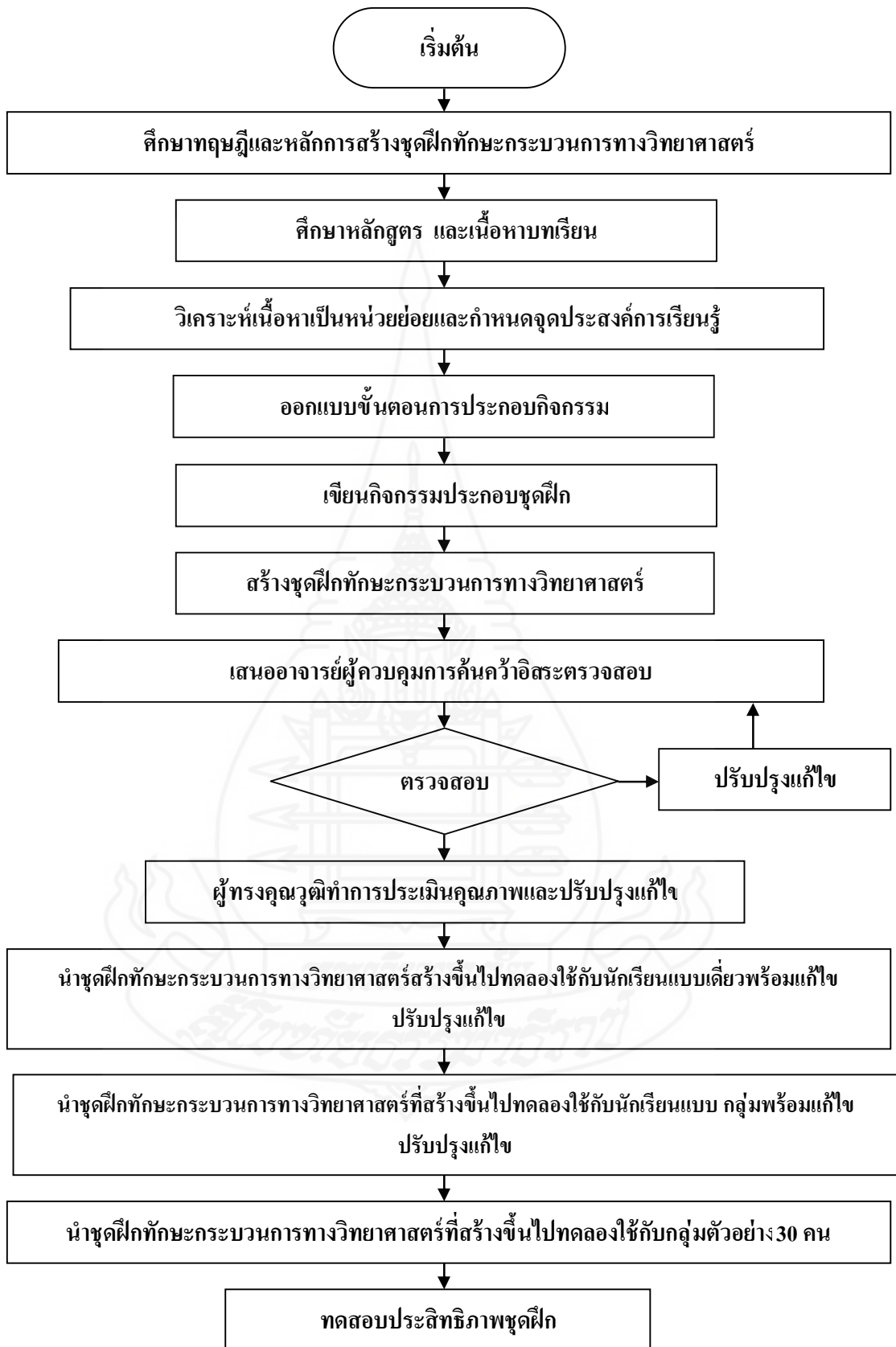
ข้อบกพร่องมีดังนี้ บางคนยังขาดความเข้าใจในตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควรควบคุม

การแก้ไขข้อบกพร่อง ผู้วิจัยปรับเพิ่มคำอธิบาย ตัวอย่าง และแบบฝึกหัดให้สามารถนำทางให้นักเรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างของตัวแปรได้

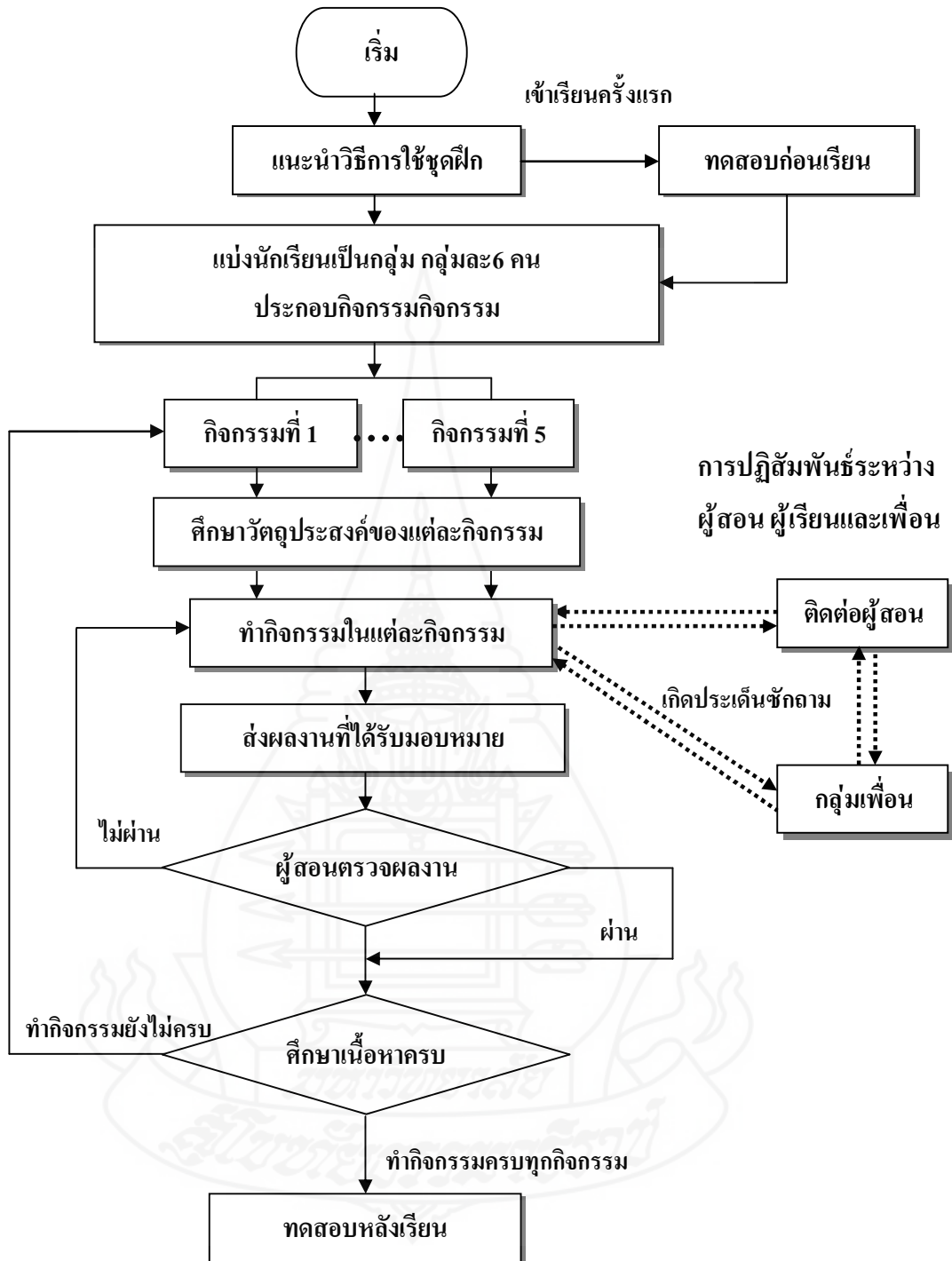
การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองภาคที่เทียบเท่ากับกลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกได้ $E1/E2 = 82.367/84.889$ แล้วสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและปัญหาที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมพบว่า นักเรียนทั้งหมดตอบว่า ไม่มีปัญหา

รายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม โดยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ สรุปผลวิจัย และรายงานผล

ขั้นตอนพัฒนาและตรวจสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 3.2 วิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
 การศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมใช้
 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน
 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (multiple choice) แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุม
 แต่ละทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำการวัดและจำแนกตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของชุดฝึก ซึ่งได้
 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบให้ตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมี
 ขั้นตอนการสร้างดังนี้

ตารางที่ 3.1 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. ความหมายและลักษณะของ สมมติฐานที่ดี	1. มีความรู้ความเข้าใจ และมี ทักษะการตั้ง สมมติฐาน	1. สามารถจำแนกตัว แปรที่เกี่ยวข้องจาก	2
2. การวิเคราะห์ตัวแปรต้นที่มีผล ต่อตัวแปรตามอย่างเป็นเหตุ เป็นผลที่มีความเหมาะสม	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการ เพื่อพัฒนาทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	สถานการณ์ที่กำหนด 2. ตั้งสมมติฐานเพื่อตอบ ปัญหาต่างๆ ได้	
3. หลักการเขียนสมมติฐาน เบื้องต้น โดยใช้รูปประโยค “ถ้า...ดังนั้น...”			
4. ความหมายและ ความสำคัญ ของคำนิยามเชิงปฏิบัติการ ของตัวแปร	3. มีความรู้ความเข้าใจและมี ทักษะการให้คำนิยามเชิง ปฏิบัติการของตัวแปร	สามารถกำหนดคำนิยาม เชิงปฏิบัติการของตัว แปรได้	2
5. หลักการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการของตัวแปรที่ ถูกต้องเหมาะสม	4. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการ กำหนดคำนิยามเชิง ปฏิบัติการของตัวแปร		
6. ความหมายและการจำแนก ชนิดของตัวแปร	5. มีความรู้ความเข้าใจและมี ทักษะการกำหนดและ	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร	2
7. ระบุวิธีการควบคุมตัวแปร อื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปร ต้น	ควบคุมตัวแปร 6. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการ กำหนดและควบคุมตัวแปร	ที่ควบคุมจากการทดลอง ได้	

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
8. ความหมายของการทดลอง	7. มีความรู้ความเข้าใจและมี	สามารถออกแบบทดลอง	2
9. องค์ประกอบของการทดลอง ประกอบด้วย 3 ทักษะ คือ การจำแนกทักษะเป็น	ทักษะการทดลอง 8. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการ	ทำการทดลอง และ บันทึกผลการทดลองได้	
9.1 การออกแบบการทดลอง	ทดลอง		
9.2 การปฏิบัติกรทดลอง			
9.3 การบันทึกผลการ ทดลอง			
10. ความหมายของทักษะ องค์ประกอบของการ ทดลอง			
11. ความหมายของทักษะการ ตีความหมายของข้อมูลและ การลงข้อสรุป	9. มีความรู้ความเข้าใจ และมี ทักษะการตีความข้อมูล และ ลงข้อสรุป	สามารถสรุปผลการ ทดลองจากข้อมูลที่ บันทึกการทดลองได้	
12. เปรียบเทียบความแตกต่าง ของทักษะการตีความหมาย ข้อมูล และการลงข้อสรุป โดยการใส่ข้อมูลในรูปแบบของ กราฟ และตาราง จาก กรณีศึกษาผลการทดลอง	10. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการ ตีความข้อมูลและลง ข้อสรุป		2
รวม			10

กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และสร้างแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละทักษะ ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก มีคำตอบถูกเพียงข้อเดียว โดยให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดฝึกจำนวน 30 ข้อ

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบนำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและการวัดผลประเมินผล 3 ท่าน (รายชื่ออยู่ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องของ

แบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ นำคะแนนจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ถ้าได้มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นใช้ได้

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนกับ
ผลการเรียนรู้ (IOC)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนกับ
จุดประสงค์ (IOC)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์

การพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร ดังนี้ (ชาคริต ชมชื่นและสำราญ บุญหมั่น 2544: 69)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 จำนวน 30 ข้อนำไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบต่อไป จากการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบก่อนเรียนทุกข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 สำหรับแบบทดสอบหลังเรียนทุกข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

ทดลองและประเมินผลแบบทดสอบ นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วจำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ

ปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นำผลการทดลองมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน นำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อทั้ง ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

วิเคราะห์ เพื่อหาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ซึ่งมีสูตรดังนี้

การหาค่าความยาก (p) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 210)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p = ระดับความยาก
R = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
N = จำนวนนักเรียนที่สอบ

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ(D) ใช้สูตร (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

R_U = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N_U = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเก่ง

1) เลือกแบบทดสอบที่มีความยากระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ข้อใดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวนำมาปรับปรุงคำถามเสดตัวเลือกใหม่เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมจำนวน 30 ข้อ โดยแยกตามจุดประสงค์การเรียนรู้ นำไปเป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมก่อนและหลังเรียน โดยแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยากระหว่าง 0.37-0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.80 แบบทดสอบหลังเรียน มีค่าความยากระหว่าง 0.47 - 0.73 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27- 0.80

2) หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบที่งฉบับ จำนวน 30 ข้อ โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียน 0.96 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน 0.96

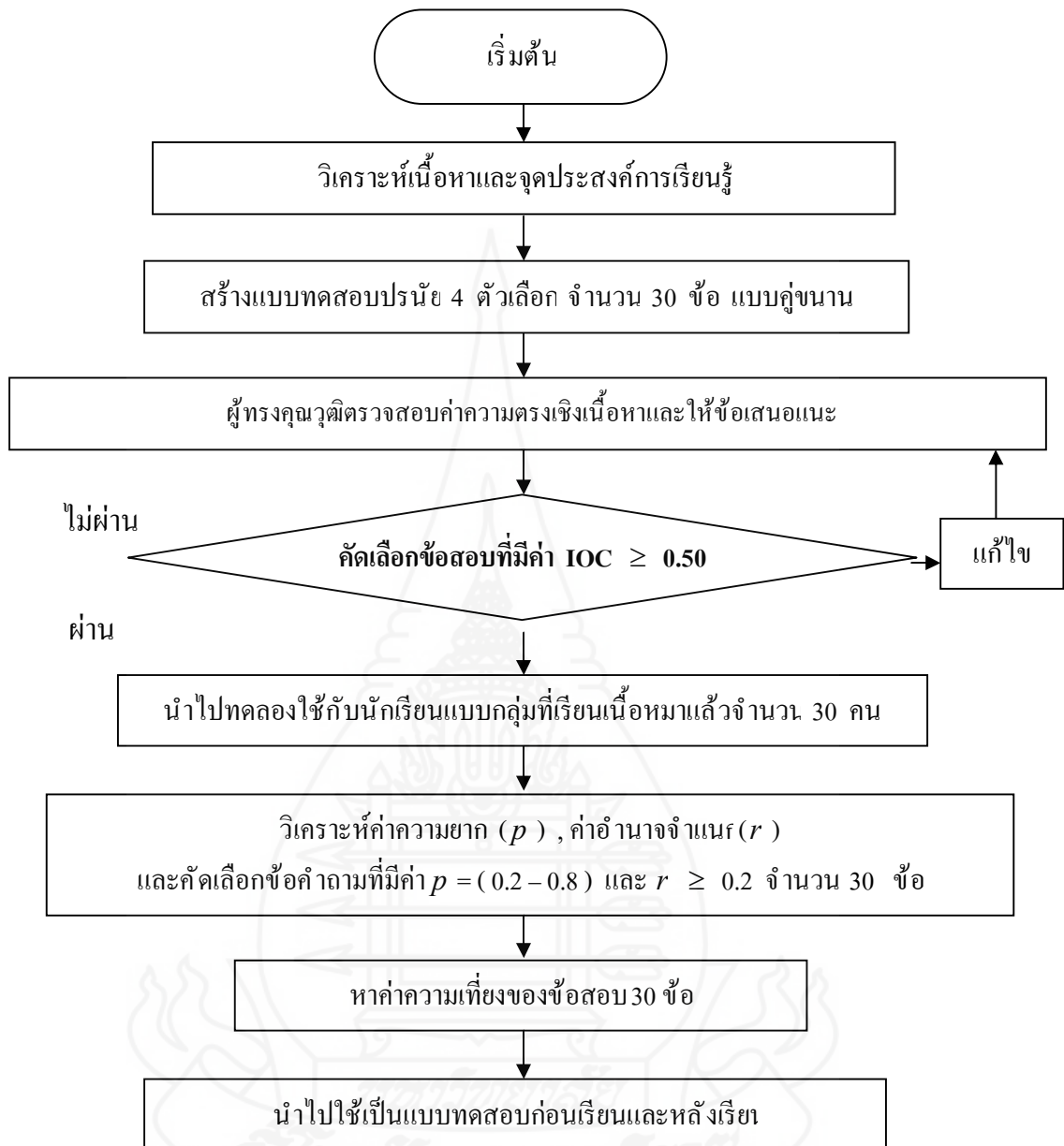
การหาค่าอำนาจค่าความเที่ยงของแบบทดสอบที่งฉบับ ใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	=	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	N	=	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	P	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ หรือ (1 - P)
	s_t^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมทั้งหมดที่เลือกไว้จำนวน 0 ข้อไปใช้ในการสอบก่อน และหลังการประกอบกิจกรรมโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมไว้ในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

แบบประเมินความสอดคล้อง (I.O.C) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ถ้าผู้ประเมินคิดว่ามี ความสอดคล้องมาก ให้ประเมิน 1 ถ้าคิดว่าไม่มีความสอดคล้องให้ประเมิน -1 ถ้าคิดว่าไม่แน่ใจ

หรือไม่ชัดเจนให้ประเมิน 0 วิธีการประเมินจะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนประเมินแต่ละจุดประสงค์ แล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ถ้ามีค่าตั้งแต่ 5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้อง ถ้าต่ำกว่าต้องปรับปรุงใหม่ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้ผลว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น มศมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เท่ากับ 1 ทุกจุดประสงค์

วิธีการสร้างแบบประเมินความสอดคล้อง (I.O.C) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น มศมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นำแบบประเมินความสอดคล้อง (I.O.C) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น มศมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มาขอความคิดเห็นและปรับปรุง ตามความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น มศมมีขั้นตอนดังนี้

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและกำหนดแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น มศมโดยใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีความคิดเห็นให้เลือก 5 ระดับ

ความเห็นอยู่ในระดับ	เห็นด้วยมากที่สุด	5	คะแนน
ความเห็นอยู่ในระดับ	เห็นด้วยมาก	4	คะแนน
ความเห็นอยู่ในระดับ	เห็นด้วยปานกลาง (เฉย ๆ)	3	คะแนน
ความเห็นอยู่ในระดับ	เห็นด้วยน้อย	2	คะแนน
ความเห็นอยู่ในระดับ	ไม่เห็นด้วย	1	คะแนน

นำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระเพื่อพิจารณาความเหมาะสม และแก้ไขปรับปรุง

แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นให้สมบูรณ์แล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการ ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมดำเนินตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 สถานที่ดำเนินการทดลอง โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

3.2 การปฐมนิเทศ ได้จัดให้มีการปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่ออธิบายวิธีการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

3.3 การดำเนินการทดลอง

3.3.1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3.3.2 ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคู่มือนักเรียนและชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมโดยกำหนดเวลาที่ใช้ในการศึกษาชุดฝึกละ 2 คาบเรียนรวม 10 ชั่วโมง ระยะเวลาในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมงและหลังเรียน 1 ชั่วโมง (สอบก่อนและหลังเรียนรวม 2 ชั่วโมงรวมเวลาประกอบกิจกรรม 12 ชั่วโมง)

3.3.3 หลังจากศึกษาครบทุกเรื่องแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยประกอบด้วย

ตอนที่ 1 หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมด้วยค่า E1 / E2

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมด้วยค่าสถิติ t-test (Dependent Sample)

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมด้วยค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

ตอนที่ 1 หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

การหาประสิทธิภาพ E1 / E2 ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมในแต่ละเรื่องและคะแนนทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละ แล้วนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ

กระบวนการ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพท์ (E2) ของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ใช้สูตร ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐและสุดา สตินสกุล 2521: 136-137)

$$E1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right]}{A} \times 100$$

เมื่อ E1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน
 A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน
 N = จำนวนผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพของผลลัพท์ ใช้สูตรดังนี้

$$E2 = \frac{\left[\frac{\sum F}{N} \right]}{B} \times 100$$

เมื่อ E2 = ประสิทธิภาพของผลลัพท์
 $\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพท์หลังเรียน
 B = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
 N = จำนวนผู้เรียน

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน การวิเคราะห์เพื่อหาความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ t-test (Dependent Sample) ด้วย โปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นผสม

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นผสมด้วยการนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมาคำนวณ
ค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) แล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยใช้
โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แล้วเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ค่าสัมบูรณ์ (บุญชม ศรีสะอาด 2535:
100) ดังนี้

ถ้าเป็นข้อความทางบวก แปลความหมายคะแนนดังนี้

1.00 - 1.49 หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ในที่นี้คือไม่เห็นด้วย
1.50 - 2.49 หมายถึง	ไม่เห็นด้วย	ในที่นี้คือเห็นด้วยน้อย
2.50 - 3.49 หมายถึง	ไม่แน่ใจ	ในที่นี้คือเห็นด้วยปานกลาง(เฉย ๆ)
3.50 - 4.49 หมายถึง	เห็นด้วย	ในที่นี้คือเห็นด้วยมาก
4.50 - 5.00 หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ในที่นี้คือเห็นด้วยมากที่สุด



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น
ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ระหว่างก่อน
เรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นผสม

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งได้ทดลองกับนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียน
มัธยมวัดสิงห์โดยนำมาทดลอง ดังนี้ (1) การทดลองแบบเดี่ยว (2) การทดลองแบบกลุ่ม (3)
การทดลองภาคสนาม และ (4) การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

1.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองแบบเดี่ยว (1:1)

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมตามเกณฑ์ 80/80 ในการทดลองแบบเดี่ยว (1:1) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมในการทดลอง
แบบเดี่ยว (1:1)

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน	3	200	165.67	82.83	80(E ₁)
คะแนนหลังเรียน	3	30	25.33	84.44	80(E ₂)

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
 ผสม จากการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1) มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 82.83/84.44$ เป็นไปตามเกณฑ์
 ประสิทธิภาพ 80/80

1.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองแบบกลุ่ม (1:10)

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นผสมตามเกณฑ์ 80/80 ในการทดลองแบบกลุ่ม (1:10) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมในการทดลอง
 แบบกลุ่ม (1:10)

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน	10	200	165.1	82.55	80(E_1)
คะแนนหลังเรียน	10	30	25.30	84.33	80(E_2)

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
 ผสมจากการทดลองแบบกลุ่ม (1:10) มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 82.55/84.33$ เป็นไปตามเกณฑ์
 ประสิทธิภาพ 80/80

1.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองกลุ่มเทียบเท่ากลุ่มตัวอย่าง (1:30)

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
 ผสม ตามเกณฑ์ 80/80 ในการทดลองกับกลุ่มเทียบเท่ากลุ่มตัวอย่าง (1:30) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมในการทดลอง
 แบบภาคสนาม (1:30)

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน	30	200	164.73	82.37	80(E_1)
คะแนนหลังเรียน	30	30	25.47	84.89	80(E_2)

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
ผสม จากกลุ่มเทียบเท่ากลุ่มตัวอย่าง 30 คนมีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 82.37/84.89$ เป็นไปตามเกณฑ์
ประสิทธิภาพ 80/80

1.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง (1:30)

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
ผสม ตามเกณฑ์ 80/80 ในการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง (1:30) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ในการทดลอง
ของกลุ่มตัวอย่าง(1:30)

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน	30	200	165.20	82.60	80(E_1)
คะแนนหลังเรียน	30	30	25.40	84.67	80(E_2)

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
ผสม จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คนมีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 82.60/84.67$ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสมของนักเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมก่อน
และหลังการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

การทดสอบ	จำนวน(n)	\bar{X}	S.D.	t
คะแนนก่อนเรียน	30	9.87	3.13	25.09*
คะแนนหลังเรียน	30	25.40	2.22	

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม หลังและก่อนเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมนี้ทำให้ ผลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พบว่าคะแนน สอบก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 32.9 คะแนนสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 84.67

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม แจกแจงเป็นค่า \bar{x} ค่า S.D. และแปลความหมายระดับความคิดเห็น

รายการประเมิน	กลุ่มตัวอย่าง (n = 30)		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยกิจกรรมจากชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม	4.30	0.75	มาก
2. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม แต่ละชุดมีความเหมาะสมตามที่กำหนดในคู่มือ	4.27	0.74	มาก
3. กิจกรรมตามคู่มือชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ	4.43	0.63	มาก
4. กิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือทำกระทำก่อให้เกิดประสบการณ์ต่างๆ	4.27	0.74	มาก
5. การปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมทำให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.63	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการประเมิน	กลุ่มตัวอย่าง (n = 30)		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
6. กิจกรรมในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสมเน้นการสังเกตในเบื้องต้น	4.50	0.51	มากที่สุด
7. ข้อมูลจากการสังเกตการปฏิบัติตามคู่มือชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม เป็นประโยชน์ ต่อการอภิปราย	4.27	0.64	มาก
8. ข้อมูลจากการอภิปราย เมื่อใช้การสังเกตจากการปฏิบัติ ตามคู่มือชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น ผสม ช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์	4.53	0.51	มากที่สุด
9. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นผสม ช่วยให้เข้าใจความหมายและ สามารถจำแนกแจกแจงทักษะกระบวนการชั้นผสมได้	4.37	0.72	มาก
10. กิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น ผสม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างเป็น ระบบ	4.23	0.73	มาก
11. การสร้างองค์ความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมใช้หลักการ ของเหตุและผล	4.17	0.65	มาก
12. การเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตาม ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมช่วย ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างยั่งยืน	4.47	0.51	มาก
13. การพัฒนาความรู้ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นผสมช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ	4.40	0.50	มาก

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการประเมิน	กลุ่มตัวอย่าง (n = 30)		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
14. ชุดฝึกทักษะชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมเป็นสื่อที่ช่วยสร้างเสริมลักษณะนิสัยพื้นฐาน ให้นักเรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้	4.37	0.72	มาก
15. กิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสม ช่วยให้เกิดมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันในกลุ่ม ผู้ร่วมงาน	4.23	0.73	มาก
16. การรวมพลังความคิดตามกิจกรรมในชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ฝึกความเป็น ผู้นำและผู้ตามที่ดี	4.17	0.65	มาก
17. กิจกรรมในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสม ส่งเสริมให้มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น	4.13	0.57	มาก
18. ความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม นักเรียน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.27	0.64	มาก
19. ข้าพเจ้าปรารถนาให้ครูใช้กิจกรรมชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ประกอบการ เรียนรู้ในชั่วโมงเรียนวิทยาศาสตร์เป็นประจำ	4.37	0.61	มาก
เฉลี่ยรวม	4.34	0.63	มาก

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีระดับความคิดเห็น โดยภาพรวม อยู่ในระดับเห็นด้วยมากเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม

1.1.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ จำนวน 3 ห้องเรียน

2) กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้มาจากการสุ่มห้องเรียนจำนวน 30 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น
- 2) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม
- 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยนักชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ในโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง 3 ครั้งคือ การทดลองแบบเดี่ยว (1:1) จำนวน 3 คน

การทดลองแบบกลุ่ม (1:10) จำนวน 10 คนแล้วนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาแก้ไขปรับปรุงชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมจากนั้นทดลองภาคสนาม(1:30) จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลไปหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมจากนั้นผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ E_1 / E_2

2) เปรียบเทียบความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณหาความแตกต่างแต่ละคู่แล้วนำไปวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อหาค่า t -test (Dependent Sample)

3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน มาคำนวณหาค่า \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วแปรผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 จากผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.60/84.67

1.3.2 ความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 32.9 และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 84.67

1.3.3 นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 แปลความหมายได้ว่าอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

2. อภิปรายผล

การศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมนำมาอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมมีประสิทธิภาพ 82.60/84.67 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 และสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมเป็นไปอย่างเป็นระบบ การออกแบบคำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ มีการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และการทดลอง 3 ครั้ง แบบ 1:1, 1:10 และการทดลองภาคสนาม เพื่อนำผลการทดลองไปใช้ปรับปรุงชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมรวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างทำให้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่ได้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ พิจารณาได้จากการทดลองครั้งที่ 3 ที่เป็นการทดลองภาคสนามในการทดลองครั้งนี้ใช้นักเรียนจำนวน 0 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมมีค่าประสิทธิภาพ 82.37/84.89 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนคือ 82.60/84.67 พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าค่าประสิทธิภาพที่ได้เชื่อถือได้

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับ งานวิจัยของสุพศวีร์ ศรีสมบัติ (2553) ภาณุวิชญ์ จันทาว (2551) ที่ได้สร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่มีประสิทธิภาพตรงตามเกณฑ์ 80/80

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

จากการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ของนักเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เรียกได้ว่ามีความก้าวหน้า ทั้งนี้เนื่องจากชุดฝึกและกิจกรรมต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมนี้ ได้ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบ การออกแบบคำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนนี้ เน้นการออกแบบที่คำนึงถึงการเรียนรู้แบบ

ร่วมมือ การเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ และการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของงานวิจัยของ ภาณุวิชญ์ จันท้าว (2551) และบุญแถม ทองคำ(2549) ที่พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมโดยภาพรวม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะในการพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมนั้นนอกจากจะทำการพัฒนาอย่างเป็นระบบ มีการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีการนำทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์มาเป็นปัจจัยในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน อันเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของนักเรียน ทำให้ความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของภาณุวิชญ์ จันท้าว (2551) ที่ภาพรวมนักเรียนมีเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1) ถ้าครูสนใจนำชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมชุดนี้ไปใช้ ควรคำนึงถึงบริบท และควรปรับปรุงกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมนี้ให้สอดคล้องกับสภาพบริบทของตน เนื่องจากการสร้างชุดฝึกชุดนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์จากบริบทของผู้วิจัยเป็นฐาน

2) ก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนหรือประกอบกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ควรมีชี้แจงวิธีการใช้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามถึงปัญหาต่าง ๆ ในขณะใช้

3.1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

ผู้บริหารควรส่งเสริมและอำนวยความสะดวกให้ครูในการหาวิธีการต่างๆ ในการช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการสอน การทำสื่อประเภทต่างๆ อย่างเป็นรูปธรรม

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา ระดับชั้นและวิชาอื่น

3.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ในการช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างเป็นรูปธรรม



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ (2544) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544* กรุงเทพมหานคร
กระทรวงศึกษาธิการ องค์การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.)
- _____. (2544) *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*
กรุงเทพมหานคร องค์การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.)
- _____. (2546) *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษา*
ขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ศุภสกลาดพร้าว
- _____. (2546) *กรอบความคิด และแนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่ ตามหลักสูตร*
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
กรุงเทพมหานคร องค์การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.)
- จิริยา ขุนเศรษฐ์ (2551) “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนมโน
ทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยทักษิณ
- จำนง พรายเข้มแข (2534) *เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเพื่อให้เกิดทักษะ*
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- ชอบ ลีซอ (2533) *แนวทางการวิเคราะห์และการประเมินผลทักษะกระบวนการ (อัดสำเนา)*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) *การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนชุดวิชา 1/2523*
กรุงเทพมหานคร
- ดวงจันทร์ แก้วทองพาน (2552) “การใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนช่วงชั้นที่ 3” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ทิสนา แคมมณี (2545) *ศาสตร์การสอน พิมพ์ครั้งที่ 2* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ธานินทร์ ปัญญาวัฒนกุล (2546) *แนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จากแหล่งเรียนรู้ใน*
โครงการสัมมนาปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ
กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2525) “ธรรมชาติวิทยาศาสตร์” ใน *เอกสารการสอนชุด*
วิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1 หน้า 11 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

- บุญชม ศรีสะอาด (2535) *การวิจัยเบื้องต้น* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น
- ประทีป เมฆาคูณวุฒิ (2544) *การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ* กรุงเทพมหานคร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถศิษฏ์ (2526) “สมรรถการอักษรทมิ” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการ
สอนวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 13 การจัดการกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรุงเทพมหานคร ยูไนเต็ดโปรดักชั่น
- “พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545” สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี (2547) กรุงเทพมหานคร
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อุทยา (2537) “การพัฒนาและการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ใน
ประมวลสาระชุดวิชาสาระและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5 หน้า 1 - 86
นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ ถัดดา ภูเกียรติ และสุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2543) *ประมวลบทความ
นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21* กรุงเทพมหานคร
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พูลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546) “การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องพืชและสัตว์ในสาระที่ 1
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 1” วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร
- ภพ เลหาไพบุลย์ (2540) *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- ภาณุวิชญ์ จันท้าว (2554) “รายงานผลการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ค้นคืนวันที่ 1 พฤษภาคม 2554 จาก
<http://www.kruesanbannok.com>
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* พิมพ์ครั้งที่ 5
กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น
- วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532) *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู* กรุงเทพมหานคร
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532) *ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ

เวท สุราษ (2544) “ การสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผสมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนางหล่อวิทยาการ จังหวัดหนองบัวลำภู” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542) *การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ในเอกสารการอบรมครูวิชาวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภา*

_____ (2546) *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์กรุงเทพมหานคร คุรุสภา*

_____ (2547) *พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ กรุงเทพมหานคร รากขวัญ*

_____ (2551) *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 กรุงเทพมหานคร คุรุสภา*

_____ (2551) *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 กรุงเทพมหานคร คุรุสภา*

สุนีย์ คล้ายนิล (2544) *การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนในประเทศไทย และผลกระทบที่เกิดขึ้น รายงานการวิจัย กรุงเทพมหานคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*

สุพศรี ศรีสมบัติ (2553) “การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่” ค้นคืนวันที่ 1 พฤษภาคม 2554 จาก www.vcharkarn.com.

สุรงค์ ไคว่ตระกูล (2533) *จิตวิทยาการศึกษา กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*
 สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545) *20 วิธีจัดการเรียนรู้ พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร ภาพพิมพ์*

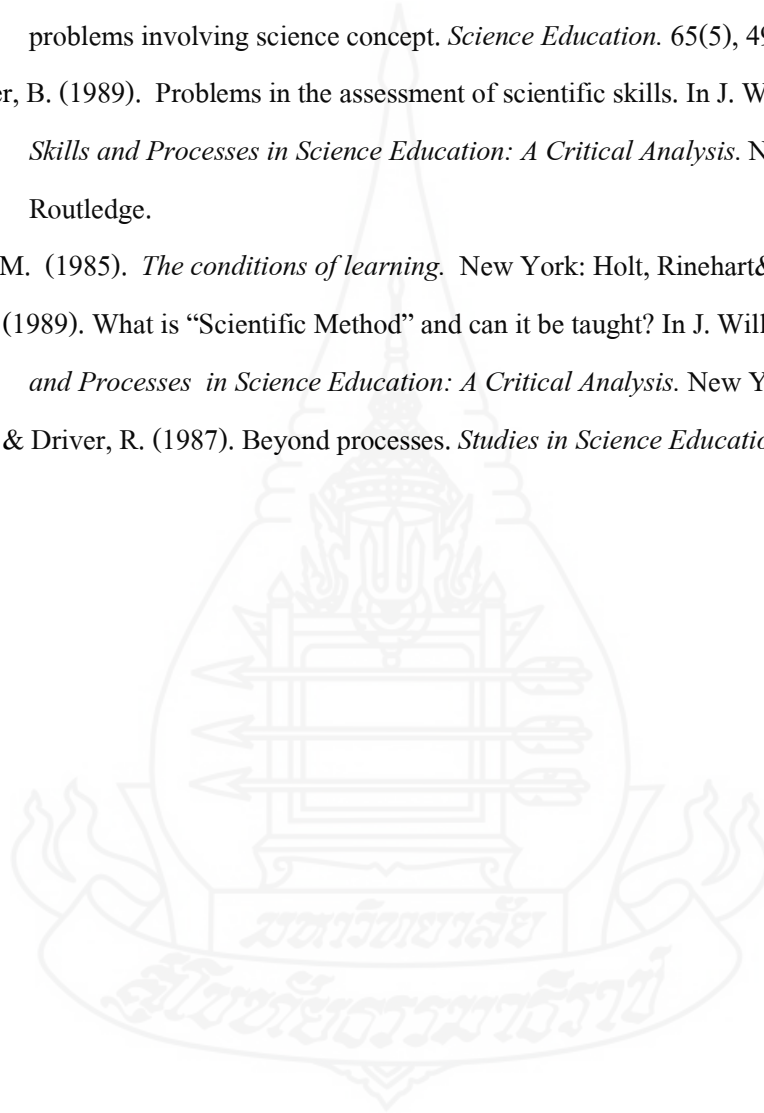
สำนักงานพัฒนาการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เขตการศึกษา 8 (2544) *เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การวิจัยในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มูลนิธิตาเฮอร์สยามเวลาเพื่อการศึกษา*

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2549) *การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ ปทุมธานี อุทยานวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย*

อนันต์ จันทร์แก้ว และพิศาล สร้อยรุห์ร่า (2527) “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4-5 หนา 174-253 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์*

Andersen, Hans O., and Paul G. Koutnik. (1972) *Toward More Effective Science Instruction in Secondary Education*. New York: Macmollan Publishing Co.

- Bruner, J. (1961). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Campbell, B. (1999). Multiple intelligences and student achievement: Success stories from six schools. Alexandria, VA : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Champagne, A.B. & Klopfer, L.E. (1981). Structuring process skills and the solution of verbal problems involving science concept. *Science Education*. 65(5), 493-511.
- Fairbrother, B. (1989). Problems in the assessment of scientific skills. In J. Willington (Ed.), *Skills and Processes in Science Education: A Critical Analysis*. New York: Routledge.
- Gagne, R.M. (1985). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart&Winston.
- Millar, R. (1989). What is “Scientific Method” and can it be taught? In J. Willington (Ed.) *Skills and Processes in Science Education: A Critical Analysis*. New York: Routledge.
- Millar, R. & Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*. 14, 33-62.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. นางนวรรตน์ เขาวพักต์ ครูเชี่ยวชาญ (ครู คศ.4) โรงเรียนวัดอินทาราม
2. นายวิชัย สีนวัฒนาพานิช ครูชำนาญการ (ครู คศ.2) โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์
3. นางสาวสุดากุล จินตนา ครูชำนาญการพิเศษ (ครู คศ.3) โรงเรียนชนบุรีวรเทพีพลารักษ์



ภาคผนวก ข

ตารางการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้



ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจำนวนคาบวิชา
ชีววิทยา เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. ความหมายและลักษณะ ของสมมติฐานที่ดี	1. มีความรู้ความเข้าใจ และมี ทักษะการตั้ง สมมติฐาน	สามารถตั้งสมมติฐานเพื่อ ตอบปัญหาต่างๆ ได้	2
2. การวิเคราะห์ตัวแปรต้นที่มี ผลต่อตัวแปรตามอย่าง เป็นเหตุ เป็นผลที่มีความ เหมาะสม	2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเพื่อพัฒนา ทักษะการตั้งสมมติฐาน		
3. หลักการเขียนสมมติฐาน เบื้องต้น โดยใช้รูป ประโยค “ถ้า..... ดังนั้น.....”			
1. ความหมายและ ความสำคัญของ คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ของตัวแปร	1. มีความรู้ความเข้าใจและมี ทักษะการให้คำนิยามเชิง ปฏิบัติการของตัวแปร	สามารถกำหนดคำนิยาม เชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้	2
2. หลักการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการของตัวแปรที่ ถูกต้องเหมาะสม	2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อ พัฒนาทักษะการกำหนด คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ของตัวแปร		
1. ความหมายและการ จำแนกชนิด ของตัวแปร	1. มีความรู้ความเข้าใจและมี ทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร ที่ควบคุมจากการทดลอง ได้	2
2. ระเบียบวิธีการควบคุม ตัวแปรอื่นๆ ที่ นอกเหนือจากตัวแปรต้น	2. เรียนรู้ขั้นตอนการระบ การเรียนรู้เพื่อพัฒนา ทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร		

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. ความหมายของการทดลอง	1. มีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะการทดลอง	สามารถออกแบบทดลอง ทำการทดลอง และ	
2. องค์ประกอบของการทดลองประกอบด้วย 3 ทักษะ คือ การจำแนกทักษะเป็น	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลอง	บันทึกผลการทดลองได้	
2.1 การออกแบบการทดลอง			2
2.2 การปฏิบัติกรทดลอง			
2.3 การบันทึกผลการทดลอง			
3. ความหมายของทักษะองค์ประกอบของการทดลอง			
1. ความหมายของทักษะการตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป	1. มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	สามารถสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่บันทึกการทดลองได้	
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปโดยการใส่ข้อมูลในรูปแบบของกราฟ และตาราง จากกรณีศึกษาผลการทดลอง	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป		2
รวม			10

ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
สำหรับสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลและประเมินผลแยกตามระดับพฤติกรรม

ผลการเรียนรู้	ประเภททักษะ	น้ำหนัก(ร้อยละ)	คะแนน (30)	จำนวน (ข้อ)	จำนวนข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม			
					นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า
1. ตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาได้	การตั้งสมมติฐาน	20	6	6	3	3	-	-
2. ให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่กำหนดให้ได้ถูกต้องเหมาะสม	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	20	6	6	3	3	-	-
3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	20	6	6	-	6	-	-
4. ออกแบบและบันทึกผลการทดลองได้	การทดลอง	20	6	6	2	4	-	-
5. สรุปผลการทดลองจากข้อมูลการทดลองได้	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	20	6	6	2	4	-	-
	รวม	100	30	30	10	20	0	0
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	33.33	66.67	0	0

ตารางผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมก่อนเรียน

แบบทดสอบข้อที่	ผลการเรียนรู้
1,3,4,7,23,24	ตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหา
6,16,17,27,28,30	ให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่กำหนดให้ถูกต้อง
2,5,8,18,26,29	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
9,10,11,19,20,25	ออกแบบและบันทึกผลการทดลอง
12,13,14,15,21,22	สรุปผลการทดลองจากข้อมูลได้

ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมหลังเรียน

แบบทดสอบข้อที่	ผลการเรียนรู้
1,3,4,6,7,8	ตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหา
2,17,23,26,28,30	ให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่กำหนดให้ถูกต้อง
5,18,21,22,27,29	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
9,10,11,12,19,20	ออกแบบและบันทึกผลการทดลอง
13,14,15,16,24,25	สรุปผลการทดลองจากข้อมูลได้

ตารางผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์กิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ชุดฝึก กิจกรรมที่	เรื่อง	กิจกรรมที่ใช้ฝึก	ใช้ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ตัวบ่งชี้ (ผลการเรียนรู้)
1	การตั้งสมมติฐาน	- กระบวนการสืบสอบ - กระบวนการกลุ่ม	การตั้งสมมติฐาน	- การมีส่วนร่วมในการอภิปราย - การจำแนกตัวแปร - ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องเหมาะสม
2	คำนิยามเชิงปฏิบัติการของ ตัวแปร	- กระบวนการสืบสอบ - กระบวนการกลุ่ม	คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	- จำแนกชนิดของตัวแปร - ระบุนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร - การมีส่วนร่วมในการอภิปราย
3	การกำหนดและควบคุมตัว แปร	- การทดลอง - กระบวนการสืบสอบ	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	- การมีส่วนร่วมในการอภิปราย - จำแนก/ระบุชนิดของตัวแปรจากการทดลอง - ปฏิบัติการควบคุมตัวแปรจากการทดลอง - บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องสมบูรณ์
4	การทดลอง	- กระบวนการกลุ่ม - กระบวนการสืบสอบ	การทดลอง	- การมีส่วนร่วมในการอภิปราย - ระบุตัวแปรจากกรณีศึกษา - ระบุรูปแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน - เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบการทดลอง
5	การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป	- กระบวนการกลุ่ม - กระบวนการสืบสอบ	การตีความหมายข้อมูล และการลง ข้อสรุป	- การมีส่วนร่วมในการอภิปราย - สร้างกราฟจากผลการทดลอง - สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลจากตารางหรือกราฟได้

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล



ตารางผนวกที่ 6 แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนและหลัง
เรียนวิชา ชีววิทยา 1 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม สำหรับ
นักเรียนในช่วงชั้นที่ 4

ก่อนเรียน

แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการเรียนรู้	ระดับ ความสอดคล้อง			แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการเรียนรู้	ระดับ ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1			+1	0	-1
1	ตั้งสมมติฐาน				9	ออกแบบและ บันทึกผล การทดลอง			
3					10				
4					11				
7					19				
23					20				
24	ตอบปัญหา				25				
6	ให้คำนิยามเชิง ปฏิบัติการของ ตัวแปรที่ กำหนดให้ ถูกต้อง				12	สรุปผลการ ทดลอง จากข้อมูลได้			
16					13				
17					14				
27					15				
28					21				
30					22				
2	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร ควบคุม								
5									
8									
18									
26									
29									

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

หลังเรียน

แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการเรียนรู้	ระดับ ความสอดคล้อง			แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการเรียนรู้	ระดับ ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1			+1	0	-1
1	ตั้งสมมติฐานเพื่อ ตอบปัญหา				9	ออกแบบและ บันทึกผล การทดลอง			
3					10				
4					11				
6					12				
7					19				
8					20				
2	ให้คำนิยามเชิง ปฏิบัติการของตัว แปรที่กำหนดให้ ถูกต้อง				13	สรุปผลการ ทดลอง จากข้อมูลได้			
17					14				
23					15				
26					16				
28					24				
30					25				
5	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม								
18									
21									
22									
27									
29									

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

ตารางผนวกที่ 7 รายการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง (IOC) ของจุดประสงค์การเรียนรู้ กับชุดฝึกทักษะ		
		+1	0	-1
ชุดฝึกทักษะที่ 1 เรื่องการตั้งสมมติฐาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตั้งสมมติฐาน 2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องการตั้งสมมติฐาน 			
ชุดฝึกทักษะที่ 2 เรื่องคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 			
ชุดฝึกทักษะที่ 3 เรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปร	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปร 			

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง (IOC) ของจุดประสงค์การเรียนรู้ กับชุดฝึกทักษะ		
		+1	0	-1
ชุดฝึกทักษะที่ 4 เรื่องการทดลอง	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการทดลอง 2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อ พัฒนาความสามารถเรื่องการทดลอง			
ชุดฝึกทักษะที่ 5 เรื่องการตีความข้อมูล และการลงข้อสรุป	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตีความ ข้อมูลและการลงข้อสรุป 2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อ พัฒนาความสามารถเรื่องคำการตีความ ข้อมูลและการลงข้อสรุป			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

ตารางผนวกที่ 8 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นผสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

กิจกรรม ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่า IOC	ผลการ พิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตั้งสมมติฐาน	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง การตั้งสมมติฐาน	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร	1	1	1	3	1.0	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

กิจกรรม ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่า IOC	ผลการ พิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการทดลอง	1	1	1	3	1.0	สอดคล้อง กับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง การทดลอง	1	1	1	3	1.0	สอดคล้อง กับจุดประสงค์
5	1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.0	สอดคล้อง กับจุดประสงค์
	2. เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง คำการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.0	สอดคล้อง กับจุดประสงค์

แบบทดสอบก่อนเรียน วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที
3. คำสั่ง จงเลือกข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อความเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่ถูกลงบนกระดาษคำตอบ เรียงลำดับให้ตรงตามโจทย์

ตัวอย่าง

โจทย์ข้อ 1) ในการวัดพื้นที่ของนักเรียนได้ข้อมูลดังนี้ ห้องเรียนกว้าง ๑๕ เมตร ยาว 10 เมตร อยากทราบว่าห้องเรียนนี้มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 60 ตารางเมตร
- ข. 70 ตารางเมตร
- ค. 80 ตารางเมตร
- ง. 90 ตารางเมตร

2) จากข้อที่ 1 ถ้าความสูงของห้องเรียนมีค่าเท่ากับ 4 เมตร จงหาปริมาตรของห้องเรียน

- ก. 240 ลูกบาศก์เมตร
- ข. 280 ลูกบาศก์เมตร
- ค. 320 ลูกบาศก์เมตร
- ง. 360 ลูกบาศก์เมตร

คำตอบที่ถูกต้องคือ (กระดาษคำตอบ)

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้เขียนเครื่องหมาย X ทับเครื่องหมาย X ให้ชัดเจนในกระดาษคำตอบก่อนแล้วค่อยเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่เลือกใหม่ลงในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X		X	
2		X	X	

5. อย่าขีดเขียนสิ่งใดๆ ลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทบทวนหรือบันทึกข้อความใดๆ ให้เขียนหรือทกลงที่หลังกระดาษคำตอบ

โจทย์แบบทดสอบ

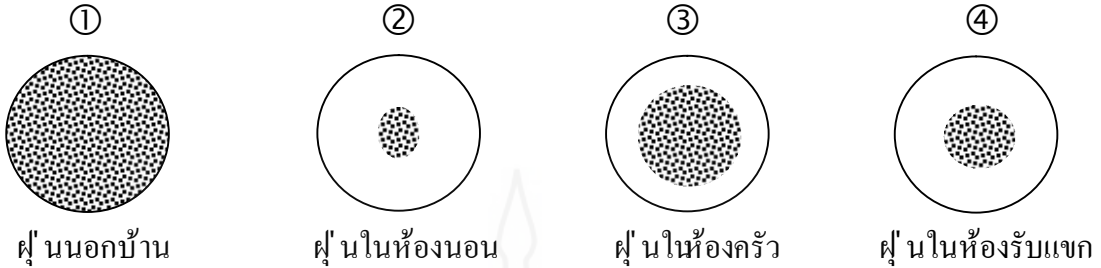
จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ พิจารณาตอบคำถามข้อ 1-2

ข้อมูลผลสำรวจการระบาดของโรคไข้เลือดออกและไข้มาลาเรียคิดเป็นร้อยละของจำนวนประชากร

บริเวณที่ศึกษา เขตตำบล	ชนิดของยุง ที่พบบ่อย	ผู้ป่วย ไข้เลือดออก (%ที่พบ)	ผู้ป่วย มาลาเรีย (%ที่พบ)	โรคเท้าช้าง
บ้านหมาก	ยุงลาย, ยุงรำคาญ	10	-	-
บ้านทุ่ง	ยุงก้นปล่อง, ยุงลาย	-	10	-
บ้านเกรียน	ยุงลาย, ยุงค้ำ, ยุงก้นปล่อง	5	20	-

- สมมติฐานของปัญหาการเกิดโรคมาลาเรีย ควรเป็นข้อใด
 - ถ้ายุงกัดคน คนนั้นจะป่วยเป็นไข้มาลาเรีย
 - ถ้ายุงก้นปล่องกัดคน คนนั้นจะป่วยเป็นไข้มาลาเรีย
 - ถ้ายุงก้นปล่องมีเชื้อมาลาเรียกัดคนจะทำให้คนเป็นไข้มาลาเรีย
 - ถ้านอนนอกมุ้งจะทำให้เป็นไข้มาลาเรีย (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
- จากข้อมูลเมื่อนักเรียนพิจารณาจากสมมติฐานแล้ว ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ในข้อมูลนี้ที่ถูกต้องควรเป็นข้อใดตามลำดับ
 - ยุงก้นปล่อง คนป่วยเป็นไข้มาลาเรีย
 - ไข้มาลาเรีย, ยุงก้นปล่องมีเชื้อไข้มาลาเรีย
 - เชื้อไข้มาลาเรีย คนป่วยเป็นไข้มาลาเรีย
 - ยุงก้นปล่องมีเชื้อไข้มาลาเรีย คนป่วยเป็นไข้มาลาเรีย (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

3. ค.ช.วิชาญ ทำการทดลองโดยการนำฝุ่นละอองจากแหล่งต่างๆ มาเคาะลงบนจานเลี้ยงเชื้อแล้วปิดฝา เวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผลการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เป็นดังภาพ



การทดลองดังกล่าว ผู้ทดลองควรมีสम्मติฐานตามข้อใด

- ก. จุลินทรีย์มีอยู่ทุกหนทุกแห่ง
ข. ในครัวมีจุลินทรีย์มากที่สุด
ค. จุลินทรีย์ในแต่ละแห่งมีจำนวนแตกต่างกัน
ง. ควันทำความสะดวกเพื่อสุขภาพที่ดี

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

จงใช้ข้อมูลการทดลองต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-6

แผ่นกรองแสงขนาด (%)	ความสูงของต้นพุดต่างขณะทำการทดลอง (cm.)				
	เริ่มทดลอง	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
40	30	33	35	38	41
60	30	35	40	44	48
80	30	31	32	34	36

4. จากข้อมูลสมมติฐานของการทดลอง ข้อใดถูกต้อง

- ก. ถ้าแสงมีความสำคัญต่อต้นพุดต่าง ดังนั้นต้นพุดต่างที่ได้รับแสงจะเจริญเติบโต
ข. ถ้าความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นพุดต่าง ดังนั้นต้นพุดต่างที่ได้รับแสงตามเข้มต่างกันจะเจริญเติบโตไม่เท่ากัน
ค. ถ้าการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง ดังนั้นเมื่อต้นพุดต่างเจริญเติบโตไม่เท่ากันย่อมได้รับแสงไม่เท่ากัน
ง. ถ้าแสงกับการเจริญเติบโตของต้นพุดต่างมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นต้นพุดต่างย่อมเจริญเติบโตเมื่อได้รับแสง

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

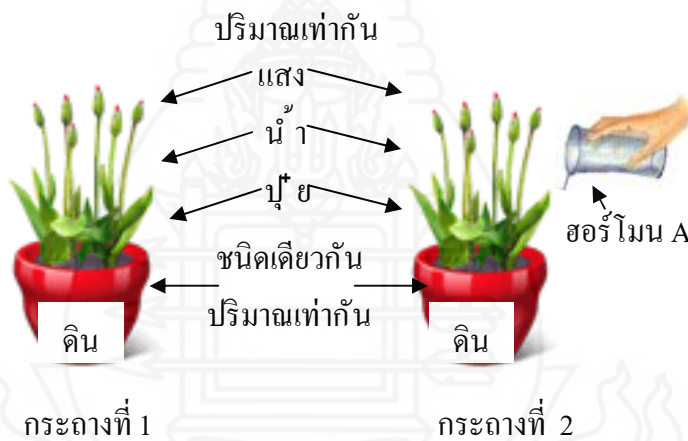
5. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง ตามลำดับ
- แสง, การเจริญเติบโต, วัสดุปลูก
 - ช่วงเวลาให้แสง, การเจริญเติบโต, ปริมาณน้ำที่รด
 - ความเข้มของแสง, การเจริญเติบโต, จำนวนครั้งที่รดน้ำ
 - ขนาดแผ่นกรองแสง, ความเข้มแสง, การเจริญเติบโต (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

6. นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตามข้อใดถูกต้อง

- การเจริญเติบโตของต้นพลูด่างวัดได้จากความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง
- การเจริญเติบโตของต้นพลูด่างวัดได้จากขนาดของต้นพลูด่างที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง
- การเจริญเติบโตของต้นพลูด่างวัดได้จากขนาดของแผ่นใบที่ใหญ่ขึ้น
- การเจริญเติบโตของต้นพลูด่างวัดได้จากจำนวนรากของต้นพลูด่างที่เพิ่มขึ้น

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

จงพิจารณาแผนภาพข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7-8



7. สมมติฐานของการทดลองควรเป็นข้อใดที่เหมาะสมที่สุด

- ถ้าฮอร์โมน A มีผลต่อการออกดอกของพืชทดลอง ดังนั้นพืชทดลองที่ได้รับฮอร์โมน A จะออกดอกมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับฮอร์โมน A
- ถ้าฮอร์โมน A มีผลต่อการเจริญของพืชทดลอง ดังนั้นพืชทดลองที่ได้รับฮอร์โมน A จะเจริญงอกงามกว่าต้นที่ไม่ได้รับฮอร์โมน A
- ถ้าฮอร์โมน A มีผลต่อการอยู่รอดของพืชทดลอง ดังนั้นพืชทดลองที่ได้รับฮอร์โมน A จะมีอายุยาวนานกว่าต้นที่ไม่ได้รับฮอร์โมน A
- ถ้าความเข้มข้นของฮอร์โมน A มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชทดลองที่ได้รับฮอร์โมนจะเจริญเติบโตดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับฮอร์โมน A

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

8. ข้อใดจำแนกชนิดของตัวแปรได้ถูกต้องเหมาะสม

	ตัวแปรต้น/ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม	ตัวแปรที่ควบคุม
ก.	แสงสว่าง	ฮอร์โมน A	การเจริญเติบโตของพริก
ข.	การเจริญเติบโตของพริก	ฮอร์โมน A	แสงสว่าง
ค.	ฮอร์โมน A	การออกดอก	ดิน
ง.	ฮอร์โมน A	นี้	การเจริญเติบโตของพริก

(ทักษะการจำแนกและควบคุมตัวแปร)

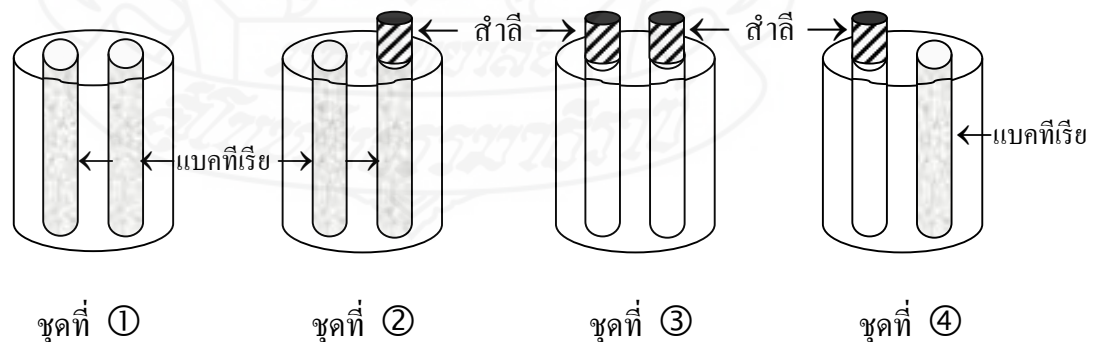
9. ถ้าต้องการเปรียบเทียบคุณภาพของดิน A และ B ที่มีคุณสมบัติต่อการปลูกแคโรท โดยกำหนดการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำดินจากบริเวณ A และ B ปริมาณเท่ากันใส่ในกระป๋องที่เหมือนกันอย่างละใบ
- 2) เพาะเมล็ดแคโรทกระป๋องละ 5 เมล็ด
- 3) พ่นยากันเชื้อราชนิดเดียวกันปริมาณเท่ากันเมื่อเมล็ดเริ่มงอก
- 4) ปิดหน้าดินด้วยขุยมะพร้าวกระป๋องละเท่าๆกัน เพื่อกั้นน้ำระเหย
- 5) วางกระป๋องทั้ง 2 ใบ ในบริเวณเดียวกัน
- 6) รดน้ำปริมาณเท่ากันในเวลาเดียวกันทุกวัน

ขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการออกแบบการทดลอง

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| ก. ขั้นตอนที่ 3 และ 4 | ข. ขั้นตอนที่ 3 และ 6 |
| ค. ขั้นตอนที่ 4 และ 5 | ง. ขั้นตอนที่ 4 และ 6 (ทักษะการทดลอง) |

จากแผนภาพ แสดงอาหารเลี้ยงแบคทีเรียที่ฆ่าเชื้อแล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผลปรากฏดังภาพ



10. การทดลองชุดใดออกแบบและควบคุมการทดลองได้เหมาะสมที่สุด ที่จะใช้ตรวจสอบความคิดที่ว่าน่าจะมีแบคทีเรียในอากาศ

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| ก. การทดลองชุดที่ 1 | ข. การทดลองชุดที่ 2 |
| ค. การทดลองชุดที่ 3 | ง. การทดลองชุดที่ 4 (ทักษะการทดลอง) |

11. ถ้าต้องการศึกษาความสำคัญของคลอโรพลาสต์ที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้ใบของต้นพลูด่างมาทำการทดลอง พร้อมกับมีอุปกรณ์และสารเคมีให้ ดังต่อไปนี้

ชุดที่ 1 ชุดสกัดคลอโรพลาสต์

ชุดที่ 2 ชุดตรวจสอบแป้ง

ชุดที่ 3 กระดาษ/ดินสอ (ใช้จัดทำแผนที่โครงสร้างใบ)

ชุดที่ 4 กล้องทึบแสง และนาฬิกาจับเวลา

อุปกรณ์ชุดใดในรายการที่กำหนดให้ข้างต้น ไม่ จำเป็นต้องใช้

ก. ชุดที่ 1

ข. ชุดที่ 2

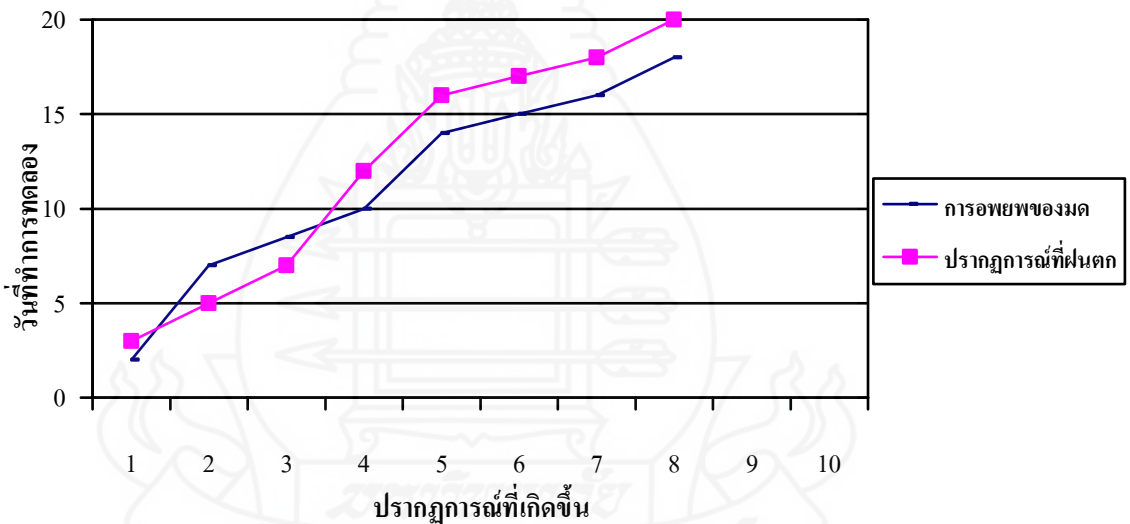
ค. ชุดที่ 3

ง. ชุดที่ 4

(ทักษะการทดลอง)

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 12-13

กราฟแสดงความสัมพันธ์พฤติกรรมของมดกับปรากฏการณ์ฝนตก



12. เดชาสังเกตและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับความถี่ของการขนย้ายไข่ของมดดำ กับความถี่ของการเกิดฝนฟ้าคะนอง พร้อมกับนำข้อมูลที่ได้มาที่ ๒ ประเด็นมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แล้วได้ข้อมูลดังกราฟ ข้อความใดควรเป็นข้อสรุปจากการรวบรวมข้อมูลของเดชา

ก. ปรากฏการณ์มดขนไข่กับฝนตกไม่มีความสัมพันธ์กัน

ข. ปรากฏการณ์มดขนไข่เป็นพฤติกรรมของสัตว์ ส่วนฝนตกเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ค. จากกราฟปรากฏการณ์มดขนไข่ไม่มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ฝนตก

ง. ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสรุปถึงความสัมพันธ์ได้

(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

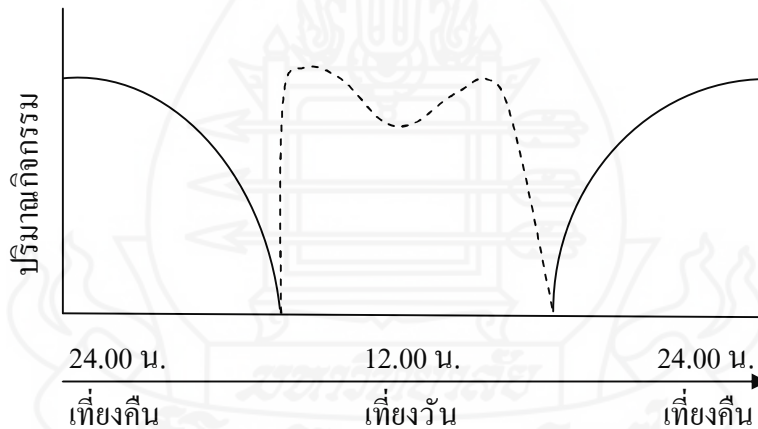
13. กราฟที่ปรากฏสอดคล้องกับบันทึกผลการทดลองในข้อใด
- ฝนตกทุกครั้งตรงกับที่มดต้องไปทุกที
 - มดขนไข่แล้วทุกครั้งฝนจึงจะตกลงมาตามกันทุกที
 - เกือบทุกครั้งหลังจากที่มดขนไข่แล้วฝนจะตกลงมาเสมอ
 - บ่อยครั้งที่มดขนไข่แล้วฝนไม่ตก (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

14. จากตารางแสดงปริมาณสารอาหาร (ต่ออาหาร 100 กรัม) อาหารชนิดใดให้พลังงานสูงสุด (โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี)

	อาหาร	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน
ก.	ถั่วงอก	0.7	4.2	4.8
ข.	ถั่วฝักยาว	0.2	8.2	2.8
ค.	ใบกระเพรา	0.3	8.2	2.7
ง.	ใบสาระแหน่	0.7	5.4	3.0

(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

- 15.



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาในแต่ละวันกับการทำกิจกรรมของสัตว์ ชนิดคือ A (เส้นทึบ) และ B (เส้นประ) A และ B น่าจะเป็นสัตว์ในคู่ใดตามลำดับ

- หนูและนกฮูก
- นกนางแอ่นและหนู
- ค้างคาวและนกเขา
- ช้างและนางอาย

(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

16. ประทีปและประสานสนใจศึกษาอิทธิพลของแสงแดดที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่าง โดยประทีปและประสานให้นิยามเชิงปฏิบัติการของการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างต่างกันคือ การเจริญเติบโตคือการเพิ่มความสูงของต้นพลูด่าง การเจริญเติบโตคือการเพิ่มน้ำหนักของต้นพลูด่าง ตามลำดับ ประสงค์รับฟังข้อมูลจากประทีปและประสานตามลำดับ แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าคำนิยามเชิงปฏิบัติการของใครถูก ขอให้นักเรียนช่วยประสงค์พิจารณาด้วยว่าข้อมูลใดถูกต้อง
- นิยามเชิงปฏิบัติการของประทีปถูกต้องประสานผิด
 - นิยามเชิงปฏิบัติการของประทีปและประสานผิด
 - นิยามเชิงปฏิบัติการของประสานถูกต้องประสานใช้ตาซึ่งเป็นเครื่องมือทดลอง
 - นิยามเชิงปฏิบัติการของประทีปและประสานถูกต้อง (ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวเอง)
17. ลักษณะของผีเสื้อส้ม มีปีกสีเขียว ลักษณะขาปีกเป็นดั่ง ตัวอ่อนกินใบส้มเป็นอาหาร ถ้าชูศรีทำการทดลองเพาะเลี้ยงตัวอ่อนของผีเสื้อส้ม โดยแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม จำนวนเท่าๆกัน และเลี้ยงด้วยใบพืชต่างชนิดกันจำนวนเท่าๆกัน คือ ใบมะม่วง ใบส้ม ใบมะขาม ได้ผลดังตาราง

ใช้ใบพืชต่างชนิดกัน เลี้ยง 45 วัน		
ใบมะม่วง	ใบส้ม	ใบมะขาม
ตายตั้งแต่วันที่ ๒ ทุกตัว	เข้าดักแด้และโตเป็นผีเสื้อปีกสีเขียวครบ 5 ตัว	ตายตั้งแต่วันที่ 4 ทุกตัว

จากผลการทดลอง ชูศรีควรกำหนดนิยามของผีเสื้อส้มให้คนทั่วไปเข้าใจตรงกันตามข้อความใดจึงจะเหมาะสมถูกต้องตามการทดลอง

- เป็นผีเสื้อกลางวันทางดั่ง
- เป็นผีเสื้อกลางวันปีกสีเขียวทางดั่ง
- ตัวอ่อนใช้ใบส้มเป็นอาหาร
- ตัวอ่อนใช้ใบมะม่วง ใบส้ม ใบมะขาม เป็นอาหาร

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวเอง)

18. จากการทดลอง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงกับการเปลี่ยนแปลงของเม็ดเลือดแดง พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น เซลล์เม็ดเลือดแดงจะเหี่ยว ให้นักเรียนพิจารณาตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมจากการทดลองตามลำดับ

- ก. ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกง ลักษณะของเม็ดเลือดแดง
ระยะเวลาในการทดลอง
- ข. ระยะเวลาในการทดลอง, ลักษณะของเม็ดเลือดแดง,
ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกง
- ค. ลักษณะของเม็ดเลือดแดง ระยะเวลาในการทดลอง,
ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกง
- ง. ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกง ระยะเวลาในการทดลอง,
ลักษณะของเม็ดเลือดแดง (ทักษะการจำแนกและควบคุมตัวแปร)

19. ถ้าต้องการศึกษาอิทธิพลสีของแสงที่แตกต่างกัน 3 สี ต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายหางกระรอก การทดลองควรมีขั้นตอนการทดลองตามข้อใด

- (1) วัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด
- (2) เลือกยอดสาหร่ายหางกระรอกขนาดและอายุเท่าๆ กัน จำนวน 3 หลอด
- (3) ใช้แสงสีแดง, เขียว, เหลือง ส่องให้แก่สาหร่ายแต่ละหลอดเป็นเวลา 20 นาที
- (4) ใช้หลอดทดลองขนาดเท่ากัน 3 หลอด ใส่น้ำหลอดละ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- (5) นำสาหร่ายหางกระรอกแต่ละยอดใส่ลงในหลอดทดลอง
- (6) เก็บก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด

ขั้นตอนในการทดลองควรเป็นไปตามข้อใดจึงจะเหมาะสม

- ก. (5) → (4) → (3) → (2) → (1) → (6)
- ข. (3) → (2) → (1) → (4) → (5) → (6)
- ค. (4) → (2) → (5) → (3) → (6) → (1)
- ง. (2) → (3) → (4) → (5) → (1) → (6)

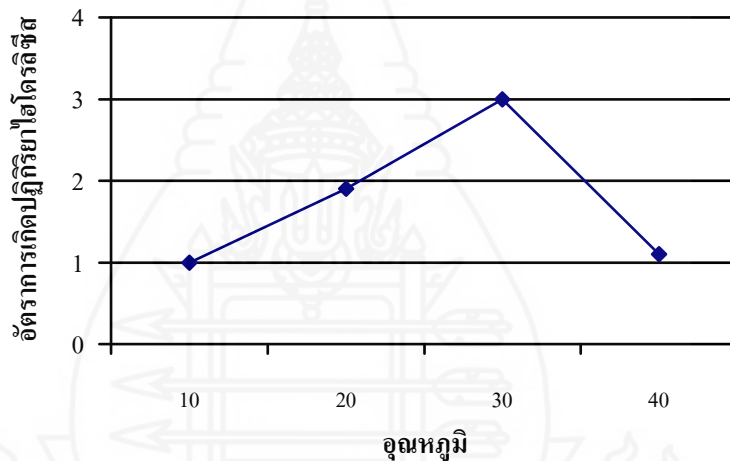
(ทักษะการทดลอง)

20. นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งทำการหยดสารละลายไอโอดีนลงบนชิ้นขนมปัง พบว่าขนมปังเปลี่ยนเป็นสีเทาแกมดำ และเมื่อนำขนมปังอีกชิ้นหนึ่งใส่ปากเคี้ยวแล้วนำกลับมาทดสอบกับสารละลายเบนดิคต์ ปรากฏว่าขนมปังเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง เขาจึงสรุปว่าเมื่อเคี้ยวขนมปังแป้งถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล วิธีการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ผู้นี้ น่าจะทำพลาดไป ขั้นตอนที่ควรเพิ่มเติมคือข้อใด

- ก. ทดสอบแป้งในน้ำลาย
ข. ทดสอบน้ำตาลในขนมปังก่อนเคี้ยว
ค. ทดสอบแป้งในขนมปังที่เคี้ยวแล้ว
ง. ไม่จริง เพราะการทดลองสมบูรณ์แล้ว

(ทักษะการทดลอง)

21. ถ้าทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของแป้ง โดยการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ผลการทดลองดังกราฟ



ข้อใดอธิบายความหมายของกราฟถูกต้อง ถ้ากำหนดให้

- 1 = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ
2 = เอนไซม์ถูกยับยั้งการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป
3 = อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะต่ำที่อุณหภูมิต่ำ
4 = อัตราการทำงานของเอนไซม์ไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

- ก. เฉพาะ 1 และ 2
ข. เฉพาะ 2 และ 3
ค. เฉพาะ 2, 3 และ 4
ง. ทั้ง 1, 2 และ 3 ถูก

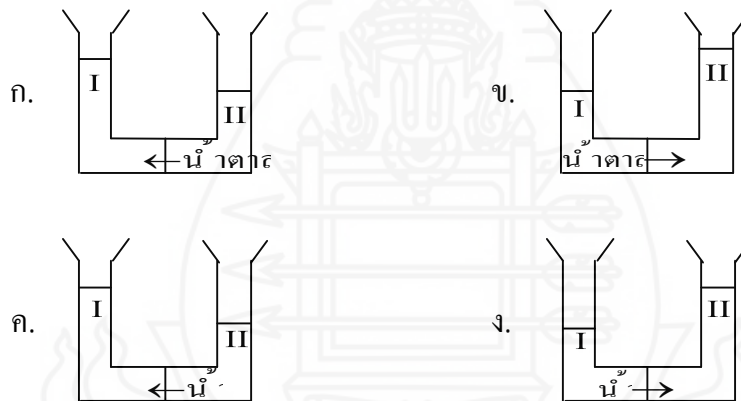
(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

22. เมื่อนำหนูตะเภามาทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้อาหารประเภทไขมัน คาร์โบไฮเดรต อีกกลุ่มหนึ่งให้อาหารเหมือนกลุ่มแรก แต่ให้น้ำนมเพิ่มทุกวัน ปรากฏว่าหลังจากเวลาผ่านไป 30 วัน หนูกลุ่มแรกน้ำหนักลด เชื่องซึม อ่อนแอ ส่วนหนูกลุ่มที่สอง น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ว่องไว แข็งแรง ข้อใดสรุปถูกต้องสมเหตุผล

- ก. หนูตะเภาต้องการวิตามิน
- ข. น้ำนมมีสารอาหารที่หนูตะเภาขาดไม่ได้
- ค. สารอาหารในน้ำนมจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของหนูตะเภา
- ง. ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ไม่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของหนูตะเภา

(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

23. ถ้าหลอดแก้ว I และ II คั่นด้วย Semipermeable membrane น้ำตาลในหลอดแก้ว ด้าน I มีความเข้มข้นสูงกว่าด้าน II ถ้าเริ่มต้นทดลองโดยให้ระดับสารในหลอด I และ II เท่ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ ต่อมาปรากฏการณ์ควรเกิดขึ้นตรงกับภาพในข้อใด



(ทักษะการทดลอง)

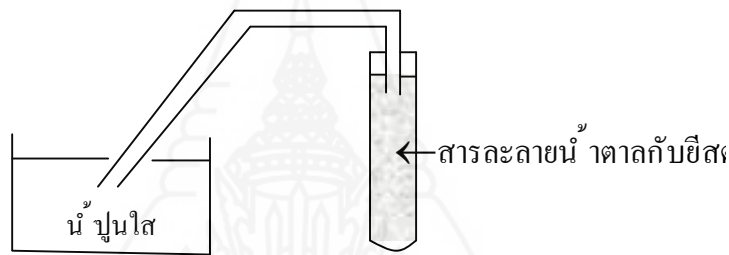
24. จากแนวคิดดังกล่าวถ้านำมาเรียบเรียงในรูปแบบประโยค ถ้า...ดังนั้น.. ข้อใดเรียบเรียงได้ถูกต้อง
- ถ้าหลอดแก้ว I มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำกว่าหลอดแก้วที่ II ดังนั้นน้ำตาลจากหลอดแก้วที่ II จะแพร่ไปยังหลอดแก้วที่ I
 - ถ้าหลอดแก้วที่ I มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำกว่าหลอดแก้วที่ II ดังนั้นน้ำตาลจะแพร่ไปและกลับสมดุลกันเสมอ
 - ถ้าหลอดแก้วที่ II มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงกว่าหลอดแก้วที่ I ดังนั้นน้ำตาลจะแพร่ผ่านไปและกลับสมดุลกันเสมอ
 - ถ้าหลอดแก้วที่ II มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงกว่าหลอดแก้วที่ I ดังนั้นน้ำตาลจะแพร่จากหลอดแก้วที่ I ไปยังหลอดแก้วที่ II
- (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
25. ถ้าสมมติฐานการทดลองเกี่ยวกับเรื่อง Osmosis ในก๊อนมันเทศที่แช่ในสารละลาย แอลกอฮอล์เป็นดังนี้คือ ถ้าก๊อนมันฝรั่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบร้อยละ 80 ดังนั้น เมื่อนำก๊อนมันฝรั่งแช่ในสารละลาย แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 90 ก๊อนมันฝรั่งจะมีน้ำหนักลดลง ถ้าให้นักเรียนทำการทดลอง นักเรียนควรเลือกการทดลองตามข้อใดจึงจะได้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือมากที่สุด
- 1) แช่ก๊อนมันฝรั่งในแอลกอฮอล์ 10%
 - 2) แช่ก๊อนมันฝรั่งในแอลกอฮอล์ 20%
 - 3) แช่ก๊อนมันฝรั่งในแอลกอฮอล์ 30%
- ก. ทำตามข้อ 1
 - ข. ทำตามข้อ 2
 - ค. ทำตามข้อ 1 และ 2
 - ง. ทำตามข้อ 1, 2 และ 3
- (ทักษะการทดลอง)
26. จากการทดลองในข้อ 25 ข้อใดกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ได้ถูกต้องตามลำดับ
- ก. ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ น้ำหนักมันฝรั่ง, ขนาดก๊อนมันฝรั่ง
 - ข. เปอร์เซ็นต์น้ำในมันฝรั่ง ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ จำนวนก๊อนมันฝรั่ง
 - ค. ขนาดก๊อนมันฝรั่ง ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ น้ำหนักมันฝรั่ง
 - ง. น้ำหนักมันฝรั่ง, เปอร์เซ็นต์น้ำในมันฝรั่ง, ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์
- (ทักษะการจำแนกและควบคุมตัวแปร)

27. จากข้อ 25 นักเรียนจะให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่กล่าวว่า น้ำหนักก้อนมันฝรั่งในการทดลองว่าอย่างไร

- ก. หมายถึงน้ำหนักของก้อนมันฝรั่งที่ชั่งก่อนการทดลอง
- ข. หมายถึงน้ำหนักของก้อนมันฝรั่งที่ชั่งหลังการทดลอง
- ค. หมายถึงน้ำหนักของก้อนมันฝรั่งที่ชั่งก่อนและหลังการทดลอง
- ง. หมายถึงน้ำหนักของก้อนมันฝรั่งเฉลี่ยก่อนการทดลอง

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

28. ในการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยีสต์ 2 สายพันธุ์ในการเพิ่มผลผลิตของ CO_2 โดยใช้อุปกรณ์ดังรูป นิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ประสิทธิภาพของยีสต์” ในข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ความสามารถของยีสต์ในการผลิต CO_2 ซึ่งสังเกตได้จากสีตะกอนของน้ำ ปูนใส
- ข. ความสามารถของยีสต์ในการผลิต CO_2 ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณตะกอนของน้ำ ปูนใส
- ค. ความสามารถของยีสต์ในการผลิต CO_2 ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณน้ำ ปูนใสที่เพิ่มขึ้น
- ง. ความสามารถของยีสต์ในการผลิต CO_2 ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณน้ำ ีตาลที่ลดลง

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

29. ในการทดลองตามข้อ 28 การจัดจำแนกตัวแปรในข้อใดถูกต้อง

	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ตัวแปรควบคุม
ก.	สายพันธุ์ยีสต์	ปริมาณน้ำ ปูนใส	ปริมาณน้ำ ีตาล
ข.	สายพันธุ์ยีสต์	ตะกอนน้ำ ปูนใส	ปริมาณยีสต์
ค.	ปริมาณยีสต์	ชนิดสายพันธุ์ยีสต์	ปริมาณน้ำ ีตาล
ง.	ตะกอนน้ำ ปูนใส	สายพันธุ์ยีสต์	ปริมาณน้ำ ีตาล

(ทักษะการจำแนกและควบคุมตัวแปร)

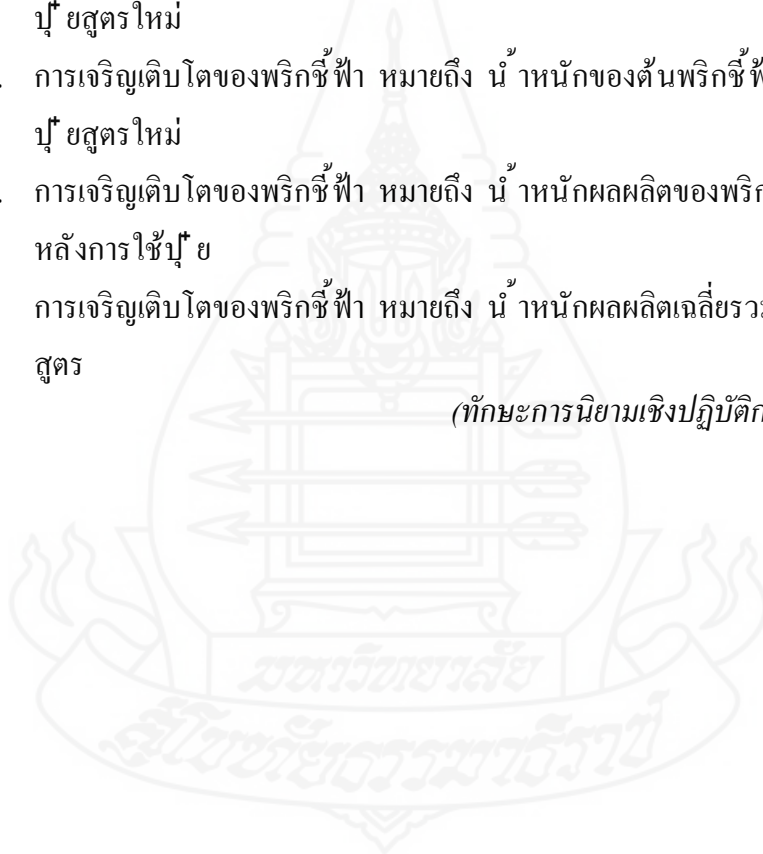
30. คุงฉายทดลองใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตรใหม่ที่ได้สูตรการผลิตมาจากนักวิชาการเกษตรอำเภอ โดยเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยคอกแบบเดิม โดยทดลองกับการปลูกพริกชี้ฟ้าได้ผลตามการศึกษา การเจริญเติบโตของพริกชี้ฟ้าดังตาราง

สูตรปุ๋ย	ผลผลิตที่ได้รับ (กิโลกรัม/ไร่)	
	3 เดือน	4 เดือน
สูตรดั้งเดิม (ปุ๋ยคอก)	30	40
สูตรใหม่ (ปุ๋ยหมัก)	50	80

นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตามข้อใดเหมาะสมกับผลการทดลอง

- การเจริญเติบโตของพริกชี้ฟ้า หมายถึง ขนาดของต้นพริกชี้ฟ้าที่ใหญ่ขึ้นหลังการใช้ปุ๋ยสูตรใหม่
- การเจริญเติบโตของพริกชี้ฟ้า หมายถึง น้ำหนักของต้นพริกชี้ฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยสูตรใหม่
- การเจริญเติบโตของพริกชี้ฟ้า หมายถึง น้ำหนักผลผลิตของพริกชี้ฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นหลังการใช้ปุ๋ย
- การเจริญเติบโตของพริกชี้ฟ้า หมายถึง น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยรวมหลังการใช้ปุ๋ยทั้ง ๒ สูตร

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)



ตารางผนวกที่ 9 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

ข้อที่	ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม	เฉลยข้อที่ถูก
1.	การตั้งสมมติฐาน	ค
2.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ง
3.	การตั้งสมมติฐาน	ค
4.	การตั้งสมมติฐาน	ข
5.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ค
6.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ก
7.	การตั้งสมมติฐาน	ก
8.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ค
9.	การทดลอง	ก
10.	การทดลอง	ง
11.	การทดลอง	ก
12.	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	ค
13.	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	ค
14.	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	ก
15.	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	ค
16.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ค
17.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ค
18.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก
19.	การทดลอง	ค
20.	การทดลอง	ข
21.	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	ข
22.	การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป	ค
23.	การตั้งสมมติฐาน	ง
24.	การตั้งสมมติฐาน	ง
25.	การทดลอง	ง

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม	เฉลยข้อที่ถูก
26.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก
27.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ค
28.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ข
29.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ข
30.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ค



แบบทดสอบหลังเรียน วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที
3. คำสั่ง จงเลือกข้อความที่ถูกที่สุดเพียงข้อความเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่ถูกลงบนกระดาษคำตอบ เรียงตามลำดับให้ตรงตามโจทย์

ตัวอย่าง

โจทย์ข้อ 1) ในการวัดพื้นที่ของนักเรียนได้ข้อมูลดังนี้ ห้องเรียนกว้าง 10 เมตร อยากทราบว่าห้องเรียนนี้มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 60 ตารางเมตร
 - ข. 70 ตารางเมตร
 - ค. 80 ตารางเมตร
 - ง. 90 ตารางเมตร
- 2) จากข้อที่ 1 ถ้าความสูงของห้องเรียนมีค่าเท่ากับ 4 เมตร จงหาปริมาตรของห้องเรียน
- ก. 240 ลูกบาศก์เมตร
 - ข. 280 ลูกบาศก์เมตร
 - ค. 320 ลูกบาศก์เมตร
 - ง. 360 ลูกบาศก์เมตร

คำตอบที่ถูกคือ(กระดาษคำตอบ)

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้เขียนเครื่องหมาย X ทับเครื่องหมาย X ให้ชัดเจนในกระดาษคำตอบก่อนแล้วค่อยเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่เลือกใหม่ลงในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X	X	X	X
2	X	X	X	X

5. อย่าขีดเขียนสิ่งใดๆ ลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทบทวนหรือบันทึกข้อความใดๆ ให้เขียนหรือทกลงที่หลังกระดาษคำตอบ

โจทย์แบบทดสอบ

1. สุชาติทำการศึกษาความเร็วของวัตถุที่ตกลงสู่พื้น เขาออกแบบการทดลองโดยปล่อยลูกที่บรรจุทราย ซึ่งมีน้ำหนักต่างกันจากระดับความสูงเดียวกัน ข้อความใดคือ สมมติฐานของการทดลองที่สุชาติทำการศึกษา

 - ก. ถ้าวัตถุหนักมากขึ้น จะตกลงสู่พื้นเร็วขึ้น
 - ข. วัตถุจะตกเร็วขึ้น ถ้าถูกปล่อยจากระดับที่สูงขึ้น
 - ค. ลูกที่มีเม็ดทรายขนาดใหญ่ จะตกเร็วกว่าลูกที่มีเม็ดทรายขนาดเล็ก
 - ง. วัตถุเบาอยู่ระดับสูงตกเร็วกว่าวัตถุหนักที่อยู่ระดับต่ำ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
2. มานะทำการทดลองดังนี้

 - 1) นำภาชนะชนิดและขนาดเดียวกันมา 3 ใบ
 - 2) รินของเหลว ก. ลงในภาชนะใบที่ 1 รินของเหลว ข. ลงในภาชนะใบที่ 2 และ รินของเหลว ค. ลงในภาชนะใบที่ 3 โดยให้มีปริมาตรเท่ากัน
 - 3) วางภาชนะทั้ง 3 ใบ ในบริเวณเดียวกันเป็นเวลา 60 นาที
 - 4) เทปริมาตรของเหลว ก, ข, และ ค. ที่เหลือในภาชนะพร้อมกัน

จากการทดลองควรนิยามเชิงปฏิบัติการในข้อใดจึงเหมาะสมต่อการทดลอง

 - ก. ชนิดของภาชนะ
 - ข. ขนาดของภาชนะ
 - ค. ของเหลวที่เหลือ
 - ง. บริเวณที่วางภาชนะ

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

3. วิทยา อยากทราบว่า อายุของคนกับอัตราการเต้นของหัวใจเกี่ยวข้องกับหรือไม่ สมมติฐานข้อใดเหมาะสมกับข้อสงสัย (ปัญหา) ของวิยามากที่สุด
- เพศหญิงมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าเพศชาย
 - เพศชายอายุมากมีอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับเพศหญิง
 - คนที่มีความวิตกกังวลมากอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าคนจิตใจแจ่มใส
 - วัยเด็กอัตราเต้นของหัวใจมีค่าสูงกว่าคนวัยชรา (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
4. บอลล์ ทดลองขี่จักรยานยนต์บนถนนสายหนึ่งที่มีระยะทางยาว 20 กิโลเมตร ด้วยความเร็วที่ต่างกันในแต่ละครั้ง ปรากฏว่าสิ้นเปลืองพลังงานน้ำมันไม่เท่ากัน จากการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่า เขาต้องการทดลองสมมติฐานใด
- ความเร็วของรถขึ้นอยู่กับระยะทาง
 - ความเร็วของรถมีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
 - ความเร็วของรถขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
 - ความเร็วของรถและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับสภาพของรถ
5. ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจากการทดลองในข้อ 6 คือข้อใด ตามลำดับ
- ระยะทาง, เวลาที่ขับขี่รถ
 - ความเร็วรถ, สภาพถนน
 - ความเร็วรถ, ปริมาณเชื้อเพลิงที่สิ้นเปลือง
 - ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
6. เดชาตั้งข้อสังเกตว่า น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะช่วยให้สีกระจายตัวได้ดี ข้อใดคือสมมติฐาน จากข้อสังเกตของเดชาเมื่อใช้รูปแบบ “ถ้า.....ดังนั้น.....”
- ถ้าสีกระจายตัวเร็ว ดังนั้น น้ำต้องมีอุณหภูมิสูง
 - ถ้า น้ำ มีอุณหภูมิสูง ดังนั้น สีกระจายตัว
 - ถ้า น้ำ อุณหภูมิสูงสีกระจายตัว ดังนั้น น้ำ จะผสมกับสี
 - ถ้า การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ มีผลต่อการกระจายตัวของสี ดังนั้น น้ำ อุณหภูมิสูงจะกระจายตัวได้ดีกว่าในน้ำ เย็น (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

7. ในการสูบน้ำขึ้นมาใช้ P . แสงชัยสงสัยว่า เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำขึ้นขึ้นอยู่กับขนาดของท่อหรือไม่ สมมติฐานข้อใดมีความสัมพันธ์กับข้อสงสัยของ P . แสงชัย มากที่สุด

- ก. ถ้าใช้เวลาสูบน้ำขึ้นมาก ดังนั้นต้องใช้ท่อใหญ่
- ข. ถ้าเวลาสูบน้ำขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ดังนั้นเมื่อสูบน้ำนานเพราะใช้ท่อเล็ก
- ค. ถ้าเวลาสูบน้ำขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ดังนั้นถ้าสูบน้ำนานจะได้น้ำมาก
- ง. ถ้าเวลาสูบน้ำขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ดังนั้นเมื่อสูบน้ำนานต้องใช้ท่อใหญ่

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

8. สุดาสงสัยอุณหภูมิมีผลต่อความเร็วของการเน่าเสียของอาหารอย่างไร แนวทางการตั้งสมมติฐานของสุดา เมื่อใช้รูปแบบของประโยคว่า “ถ้า.....ดังนั้น.....”

ข้อใดคือสมมติฐานที่เหมาะสมกับข้อสงสัยของสุดา

- ก. ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อความเร็วของการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นนมสดในแก้วที่แช่เย็นจะเสียช้ากว่านมสดในแก้วที่ไว้นอกตู้เย็น
- ข. ถ้าอุณหภูมิสูงมีผลต่อความเร็วของการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นนมสดที่ผ่านการต้มร้อนจะเก็บไม่ได้นาน
- ค. ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นอาหารร้อนเสียง่ายกว่าอาหารเย็น
- ง. ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นอาหารจะเสียถ้ามีอุณหภูมิสูง

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

9. ถ้าต้องการเปรียบเทียบคุณภาพของดินบริเวณ A และ B ที่มีคุณสมบัติต่อการปลูกแครอท โดยทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำดินจากบริเวณ A และ B ปริมาณเท่ากันใส่ในกระป๋องที่เหมือนกัน
- 2) เพาะเมล็ดแครอทกระป๋องละ 5 เมล็ด
- 3) พ่นยากันเชื้อราชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากันเมื่อเมล็ดเริ่มงอก
- 4) ปิดหน้าดินด้วยขุยมะพร้าวกระป๋องละเท่าๆ กันเพื่อกันน้ำระเหย
- 5) วางกระป๋องทั้ง 2 ใบบริเวณเดียวกัน
- 6) รดน้ำ ปริมาณเท่ากันในเวลาเดียวกันทุกวัน

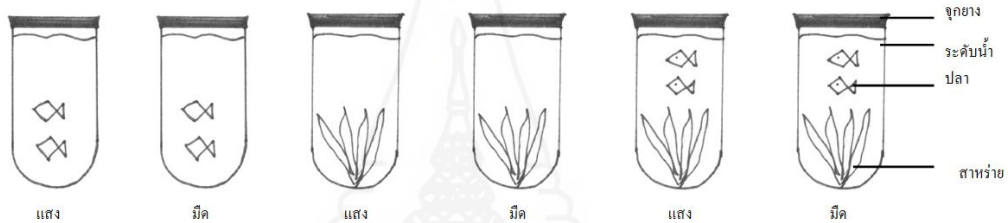
ขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการออกแบบการทดลอง

- ก. ขั้นตอนที่ 3 และ 6
- ข. ขั้นตอนที่ 3 และ 4
- ค. ขั้นตอนที่ 4 และ 6
- ง. ขั้นตอนที่ 4 และ 5

(ทักษะการทดลอง)

10. ถ้าต้องการทราบเกี่ยวกับคุณสมบัติในการดูดความร้อนของดินและน้ำ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน นักเรียนจะใช้วิธีการทดสอบตามข้อใด
- นำน้ำและดินไปวางใต้แสงแดด 5 นาที แล้ววัดอุณหภูมิ
 - นำน้ำและดินใส่ในภาชนะเดียวกัน นำไปไว้กลางแดด นาที แล้ววัดอุณหภูมิ
 - นำน้ำและดินใส่ในภาชนะลักษณะเดียวกัน ปริมาตรเท่ากัน นำน้ำไว้กลางแดด นำดินไว้ในห้องเป็นเวลา 5 นาทีเท่ากัน แล้ววัดอุณหภูมิ
 - นำน้ำและดินใส่ในภาชนะเดียวกัน ปริมาตรเท่ากัน วัดอุณหภูมิแล้วนำไปไว้กลางแดด นาที แล้ววัดอุณหภูมิ (ทักษะการทดลอง)

11. จงศึกษาแผนภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



การทดลองชุดนี้ควรให้ชื่ออย่างไร

- อิทธิพลของแสงต่อการดำรงชีวิต
 - ความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายกับปลา
 - ศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดสมดุลของระบบ
 - ปัจจัยทางกายภาพกับการดำรงชีวิต (ทักษะการทดลอง)
12. จงศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม
- นักเรียนกลุ่มหนึ่งทำการทดลองต่อไปนี้
- ใส่ น้ำลงในแก้ว 3 ใบ ที่มีขนาดและปริมาตรเท่ากัน
 - ใส่ ผงซักฟอก 3 ชนิด ลงในแก้วแต่ละใบๆ ละ 1 ช้อนชา
 - ใช้ แท่งแก้วคนสารในแก้วที่ 3 ใบ
 - สังเกตเปรียบเทียบปริมาณฟองจากผงซักฟอกแต่ละชนิด
 - นำ สาลีมา 3 ชนิดขนาดเท่าๆ กัน
 - หยด สารละลายไอโอดีนลงบนสาลีแต่ละชิ้นๆ ละ 3 หยดเท่าๆ กัน แล้วใส่ลงในแก้วแต่ละใบๆ ละ 1 ชิ้น
 - ทิ้งไว้ 30 นาที สังเกตตะกอนในแก้วแต่ละใบที่ 3 ใบ
 - สังเกตประสิทธิภาพของผงซักฟอกแต่ละชนิด

จากการทดลองข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอก ขั้นตอนใดจำเป็นต้องมีในการทดลอง

ก. 1, 2 และ 3

ข. 4, 5 และ 6

ค. 7

ง. 8

(ทักษะการทดลอง)

13. จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

“เมื่อนำสาร A และสาร B มาทำปฏิกิริยากันจะได้สาร C ซึ่งมีสีแดง”

ตารางต่อไปนี้แสดงผลการทดลอง เมื่อเห็นสารสีแดงเกิดขึ้นจากการผสมสาร A และสาร B เข้าด้วยกันที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	30	40	50	60	70	80
เวลา (นาฬิกา)	20	15	11	6	3	1

จากข้อมูลดังตารางข้อมูลนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

ก. สาร A และสาร B ทำปฏิกิริยาได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ข. สาร A และสาร B ทำปฏิกิริยาได้ดีเมื่ออุณหภูมิต่ำลง

ค. เมื่ออุณหภูมิลดลงอย่างสม่ำเสมอ อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

ง. สาร A และสาร B ไม่สามารถทำปฏิกิริยากันได้เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 80 °C

หรือสูงกว่า 80 °C

(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

14. ตารางข้างล่างแสดงอัตราการหายใจของชายและหญิงที่โตเต็มวัยในสภาพต่างๆ

กิจกรรมที่ทำ	อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	
	เพศชาย	เพศหญิง
นอนหลับ	12	14
นั่ง	18	20
วิ่ง	40	45
สูบบุหรี่	22	25

ข้อสรุป 1) การวิ่ง มีผลให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเฉพาะผู้หญิง

2) การสูบบุหรี่กระตุ้นการหายใจทั้ง 2 เพศ

3) อัตราการหายใจไม่ขึ้นต่อเพศ

4) อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงตามสภาพร่างกาย

ข้อใดไม่ใช่ข้อสรุปจากผลการทดลองในตารางนี้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

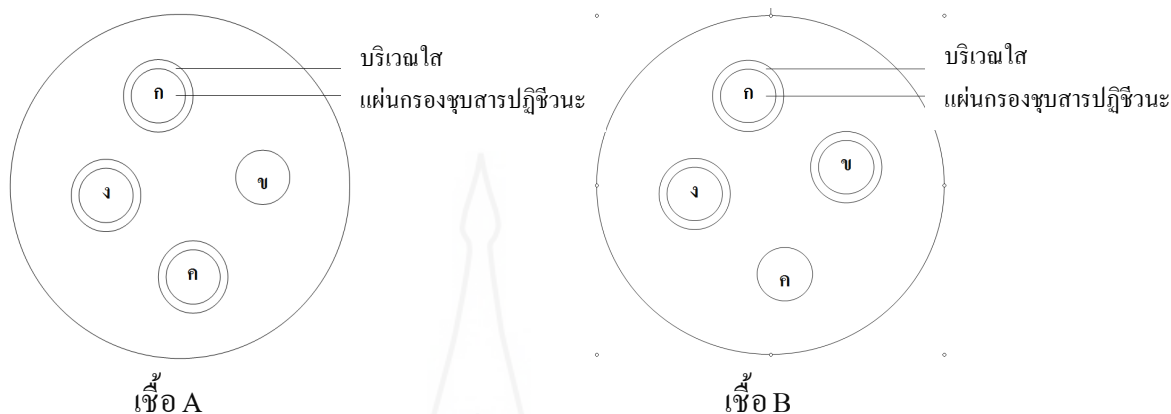
ก. 1 และ 3

ข. 1 และ 4

ค. 2 และ 4

ง. 2 และ 4

15. จากการทดลองวางแผ่นกระดาษชุบสารปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ลงบนจานเพาะเชื้อ A และ B ที่ทิ้งไว้ 2 วัน ได้ผลดังภาพ



ข้อใดต่อไปนี้เป็นการสรุปที่ไม่ถูกต้อง

- สาร ก และ ง ยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง
- สาร ค และ ข ยับยั้งการเจริญของเชื้อ A และ B ตามลำดับ
- สาร ข และสาร ง มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ A มากกว่า B
- สาร ก และ ค มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ A มากกว่า เชื้อ B

(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

16. การตรวจสอบตัวอย่างนม 3 ชนิด เพื่อหาชนิดและจำนวนของแบคทีเรียชนิด A, B, C, D, E, F โดยใช้ตัวอย่างนม 1 ml. เกลี่ยจนทั่ว จานเพาะเชื้อที่มีอาหารวุ้น ได้ผลดังนี้

ตัวอย่างนม	จำนวนแบคทีเรีย	ชนิดของแบคทีเรีย
U.H.T	0	0
นมสดแบบพาสเตอร์	85	3 (A, B และ C)
นมดิบ	192	6 (A, B, C, D, E และ F)

ข้อสรุปข้อใดไม่ถูกต้อง

- การใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C ทำลายเชื้อแบคทีเรียได้บางชนิด
- นมแบบพาสเตอร์ เป็นนมสดไร้ซึ่งเชื้อจึงเก็บในอุณหภูมิห้องได้
- แบคทีเรีย D, E, และ F ทนความร้อนได้ใกล้เคียงกับเชื้อโรคที่ไม่มีสปอร์
- นม U.H.T เก็บได้ในอุณหภูมิห้องได้นานที่สุด (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

17. ถ้าต้องการศึกษา เมล็ดถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วเหลือง ใช้เวลาในการงอกเท่ากันหรือไม่
 นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตามในการทดลองนี้ควรเป็นข้อใด
- ช่วงเวลาที่เริ่มเพาะถั่วแต่ละชนิดจนเมล็ดถั่วเริ่มงอก
 - ช่วงเวลาที่แตกต่างกันที่เมล็ดถั่วแต่ละชนิดใช้ในการงอก
 - เมล็ดถั่ว งอกหมายถึงเมล็ดถั่วที่เปลือกเริ่มแตกและมีราก โผล่ออกมานอกเมล็ด
 - เมล็ดถั่ว งอกหมายถึงต้นถั่วที่มีราก ใบ และลำต้นอยู่ครบส่วน
- (ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)
18. ส้ม, แดง, คำ ไปงานเลี้ยงรุ่นด้วยกัน โดยส้มทานส้มคำกับน้ำแอปเปิ้ล ส่วนแดงทานส้มยี่เก็ง
 ส้มคำ และน้ำแอปเปิ้ล สำหรับคำทานส้มยี่เก็งไอศกรีม และน้ำส้ม ปรากฏว่าคำเกิดอาการ
 ท้องเสียทันทีเมื่อกลับถึงบ้าน นักเรียนคิดว่าข้อสรุปในข้อใดมีความเป็นไปได้มาก
- ส้มคำเป็นสาเหตุให้ท้องเสีย
 - ส้มยี่เก็งเป็นสาเหตุให้ท้องเสีย
 - ไอศกรีม และน้ำส้มเป็นสาเหตุให้เกิดท้องเสีย
 - สรุปไม่ได้เพราะไม่ได้ควบคุมตัวแปรต้น
- (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
19. ถ้าต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการหมักกับความเข้มข้น
 ของสารละลายน้ำตาลในน้ำส้มรูปแบบการทดลองในข้อใดถูกต้อง
- ทุกหลอดทดลองใส่สารละลายเท่ากัน
 - ทุกหลอดทดลองใส่สารละลายเท่ากัน แต่มีความเข้มข้นต่างกัน
 - ทุกหลอดทดลองมีความเข้มข้นเท่ากัน ใช้เวลาหมักต่างกัน
 - แบ่งชุดทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลต่างกัน
- (ทักษะการทดลอง)

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบข้อ 20-21

นาย ก. นิดัวคชินที่มีแบคทีเรีย A เข้าไปในวุ้นที่แข็งแรงกลุ่มที่ 1 แล้วสังเกตดูว่าแสดง
 อาการโรคอะไรหรือไม่ ครั้นเห็นว่าวุ้นเกิดโรคจึงได้สกัดเชื้อออกจากวุ้นที่เป็นโรคเหล่านั้นมา
 ตรวจสอบ พบว่าเป็นเชื้อแบคทีเรีย A เช่นกัน หลังจากนั้นจึงฉีดแบคทีเรียที่สกัดออกมานั้น
 เข้าไปในวุ้นที่แข็งแรงกลุ่มที่ 2 เพื่อสังเกตดูว่าจะทำให้วุ้นเป็นโรคอย่างเดียวกับวุ้นกลุ่มที่ 1
 หรือไม่

20. การออกแบบการทดลองตามข้อมูลข้างต้น เหมาะสมหรือไม่กับข้อสงสัยว่า“แบคทีเรีย A ก่อให้เกิดโรคนิวัวไข่หรือไม่”

ก. ไม่เหมาะสม เพราะขาดการควบคุมตัวแปรที่เหมาะสม

ข. ไม่เหมาะสม เพราะไม่ควบคุมตัวแปรต้น

ค. เหมาะสม เพราะใช้กลุ่มทดลองหลายกลุ่ม

ง. เหมาะสม เพราะทดลองซ้ำหลายครั้ง

(ทักษะการทดลอง)

21. จากรูปแบบการทดลอง ให้นักเรียนพิจารณาตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมที่เหมาะสมตามลำดับว่าตรงกับข้อใด

ก. อาการโรคของวัว, เชื้อแบคทีเรีย, วัวกลุ่มที่ 1

ข. แบคทีเรีย A, อาการโรคของวัว, อายุวัว

ค. อาการโรคของวัว, พันธุ์วัวแบคทีเรีย A

ง. แบคทีเรีย A, วัวกลุ่มที่ 1, อาการโรคของวัว (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

22. สกตสังเกตเห็นลูกอ๊อดในบ่อน้ำเล็กๆ แห่งหนึ่งข้างทางเดิน และไม่ห่างกันมากนักเขาก็สังเกตเห็นลูกอ๊อดลักษณะเดียวกันที่บ่อใหญ่ หลังเลิกเรียนสกตจะแวะเวียนไปดูเกือบทุกวัน หลังจากเวลาผ่านไป 10 วัน สกตพบว่าลูกอ๊อดในบ่อเล็กมีขาหลังเกิดขึ้นและน้ำที่เหลือน้อยลงมาก ส่วนลูกอ๊อดในบ่อใหญ่ยังไม่พบว่าตัวใดมีขาหลังเกิดขึ้นเลย สกตจึงใช้น้ำมือสัมผัสสีน้ำในบ่อทั้ง 2 ก็พบว่ามีความหนาแน่นต่างกันมาก บ่อเล็กมีความหนาแน่นสูงกว่าบ่อใหญ่ จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น สกตจึงกลับมาทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจน โดยใช้ลูกอ๊อดในบ่อใหญ่มาทำการทดลอง สกตควรกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมอย่างไรจึงจะเหมาะสม

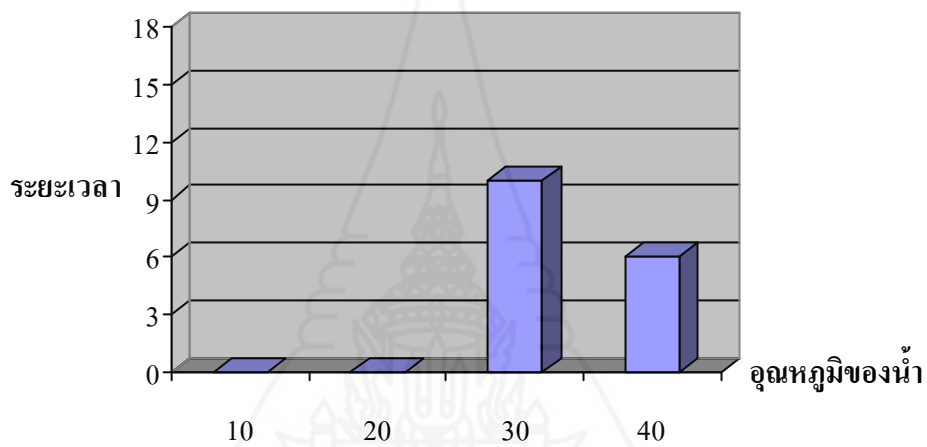
	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ตัวแปรควบคุม
ก.	อุณหภูมิของน้ำ	ปริมาณน้ำ	จำนวนลูกอ๊อด
ข.	การเจริญเติบโตของลูกอ๊อด	ปริมาณน้ำ	ขนาดลูกอ๊อด
ค.	อุณหภูมิของน้ำ	การเจริญเติบโตของลูกอ๊อด	ปริมาณน้ำ
ง.	การเจริญเติบโตของลูกอ๊อด	อุณหภูมิ	ชนิดลูกอ๊อด

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

23. จากข้อ 22 คำว่าการเจริญเติบโตของลูกอ๊อดในการสังเกตและทดลองของสกลควรตรงกับข้อใด

- ก. ลูกอ๊อดที่พบ/ทดลองมีการเปลี่ยนแปลงโดยเกิดขาหลังขึ้น
- ข. ลูกอ๊อดมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นหลังการทดลอง
- ค. ลูกอ๊อดมีการเคลื่อนไหวคล่องแคล่วรวดเร็วขึ้น
- ง. ลูกอ๊อดเริ่มใช้ปอดในการหายใจ (ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ)

24. ผลการทดลองจากข้อ 22 เป็นดังกราฟ สกลควรจะสรุปได้ว่า



- ก. อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของลูกอ๊อด
- ข. อุณหภูมิของน้ำแปรผันตรงกับการเจริญเติบโตของลูกอ๊อด
- ค. อุณหภูมิของน้ำสูงลูกอ๊อดเปลี่ยนแปลงเร็ว
- ง. อุณหภูมิของน้ำสูงลูกอ๊อดโตเร็ว (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 25-28

ลักษณะ	พ่อ	แม่	ปู	ย่า	ตา	ยาย	อา	น้ำ
ตาสั้น ตาล	✓	-	✓	-	-	-	✓	✓
ถนัดมือซ้าย	-	✓	-	✓	-	✓	-	-
ผิวดำ	✓	-	-	✓	✓	-	-	-
ผมหยิก	-	✓	-	-	✓	-	-	-

25. ถ้าลักษณะทั้งหมดเป็นลักษณะด้อย ลักษณะใดจะไม่มีโอกาสปรากฏในลูก

- ก. ผิวดำ
 - ข. ถนัดมือซ้าย
 - ค. ผมหยิก
 - ง. ตาสั้น ตาล
- (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

26. นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรของคำว่า “ลักษณะค้อย” ในข้อ 25 มีความหมายตรงกับข้อใด พิจารณาจากผลการทดลอง

- ก. ลักษณะของหน่วยพันธุกรรมที่อ่อนแอ
- ข. ลักษณะที่ปรากฏซึ่งถูกควบคุมด้วยคู่ของยีนที่เหมือนกัน
- ค. ลักษณะที่ปรากฏซึ่งถูกควบคุมด้วยคู่ของยีนที่เหมือนกันเท่านั้น
- ง. ลักษณะที่ปรากฏซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของคนทั่วไป

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

27. นิกรสังเกตเห็นนมเปรี้ยวที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้ามีมากมายหลายหลาก จึงเกิดข้อสงสัยว่านมเปรี้ยวต่างชนิดกันจะมีความเป็นกรดต่างกันหรือไม่ นิกรควรทำการทดลองโดยกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมตามข้อใดจึงจะเหมาะสม ตามลำดับ

- ก. ชนิดของนมเปรี้ยว ค่า pH ของนมเปรี้ยว วันผลิตนมเปรี้ยว
- ข. ปริมาณนมเปรี้ยว ค่า pH ของนมเปรี้ยว วันผลิตนมเปรี้ยว
- ค. จำนวนวันที่เก็บนมเปรี้ยว ค่า pH ของนมเปรี้ยว อุณหภูมิตู้แช่นมเปรี้ยว
- ง. แหล่งที่เก็บนมเปรี้ยว ค่า pH ของนมเปรี้ยว ปริมาณนมเปรี้ยว

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

28. จากข้อมูลจากการสังเกตในข้อ 27 นิกรจะนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต้นตามข้อใดจึงจะเหมาะสม

- ก. ชนิดของนมเปรี้ยว หมายถึงนมเปรี้ยวที่มีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า
- ข. ชนิดของนมเปรี้ยวต่างกัน หมายถึงนมเปรี้ยวยี่ห้อต่างๆ ที่มีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าที่นิกรเข้าไปใช้บริการ
- ค. ค่า pH ของนมเปรี้ยว คือค่าความเป็นกรดต่างของนมเปรี้ยว
- ง. ค่า pH ของนมเปรี้ยว คือค่าความเป็นกรดของนมเปรี้ยวยี่ห้อต่างๆ ที่นิกรพบเห็น

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

29. ในการทดสอบผ้าอ้อมเด็ก โดยใส่ผ้าอ้อมชั้นน้ำ ยี่ห้อยี่ห้อหนึ่งลงในถาดแล้วเทน้ำ ปริมาณที่ตกลงไปในถาดแช่ไว้ 2 นาที หลังจากนั้นเทน้ำ ที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้ไม่หมดใส่ลงในขวดใบที่วัดความสูงของน้ำ ในขวดด้วยไม้บรรทัด หลังจากนั้นทำซ้ำ กิจกรรมเดิมกับผ้าอ้อมชั้นน้ำ ยี่ห้อยี่ห้ออื่นอีก 2 ชนิด และวัดความสูงของน้ำ ในขวดใบที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ต่อจากนั้นนำผ้าอ้อมทั้งหมดมาฉีกที่บริเวณกึ่งกลางผืนผ้าอ้อมด้วยวิธีเดียวกัน สังเกตการณ์ซึมซับน้ำ ของผ้าอ้อมทั้ง 3 ชนิด จากการทดลองให้นักเรียนพิจารณากำหนดชนิดของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมที่เหมาะสมควรเป็นข้อใด

	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ตัวแปรควบคุม
ก.	ชนิดของผ้าอ้อม	ปริมาณที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้	ขนาดของผ้าอ้อม
ข.	ขนาดของผ้าอ้อม	ปริมาณที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้	ปริมาณน้ำที่ใส่
ค.	ผ้าอ้อมที่ผลิตจากแหล่งต่างกัน	น้ำที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้ไม่หมด	ขนาดผ้าอ้อม
ง.	ขบวนการผลิตผ้าอ้อม	น้ำที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้ไม่หมด	ชนิดของผ้าอ้อม

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

30. ข้อมูลจากข้อ 29 ให้นักเรียนพิจารณากำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

- ก. น้ำที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้ไม่หมด คือน้ำ ส่วนเกินจากการทดลอง
 ข. น้ำที่ผ้าอ้อมซึมซับไว้ไม่หมด คือน้ำ ส่วนเกินที่ใช้เปรียบเทียบการซึมซับของผ้าอ้อมแต่ละผืน
 ค. ชนิดของผ้าอ้อม หมายถึงผ้าอ้อมต่างยี่ห้อกันที่ใช้ในการทดลอง
 ง. ขนาดของผ้าอ้อม หมายถึงขนาดมาตรฐานของผ้าอ้อมเด็กเล็กที่มีจำหน่ายทั่วไป

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

ตารางผนวกที่ 10 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

ข้อที่	ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม	เฉลยข้อที่ถูก
1.	การตั้งสมมติฐาน	ก
2.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ค
3.	การตั้งสมมติฐาน	ง
4.	การตั้งสมมติฐาน	ก
5.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ค
6.	การตั้งสมมติฐาน	ง
7.	การตั้งสมมติฐาน	ข
8.	การตั้งสมมติฐาน	ก
9.	การทดลอง	ข
10.	การทดลอง	ง
11.	การทดลอง	ค
12.	การทดลอง	ง
13.	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ก
14.	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ก
15.	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ค
16.	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ค
17.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ค
18.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ง
19.	การทดลอง	ง
20.	การทดลอง	ก
21.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ข
22.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ค
23.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ก
24.	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ข
25.	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ค

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม	เฉลยข้อที่ถูก
26.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ก
27.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก
28.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ข
29.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก
30.	การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ข

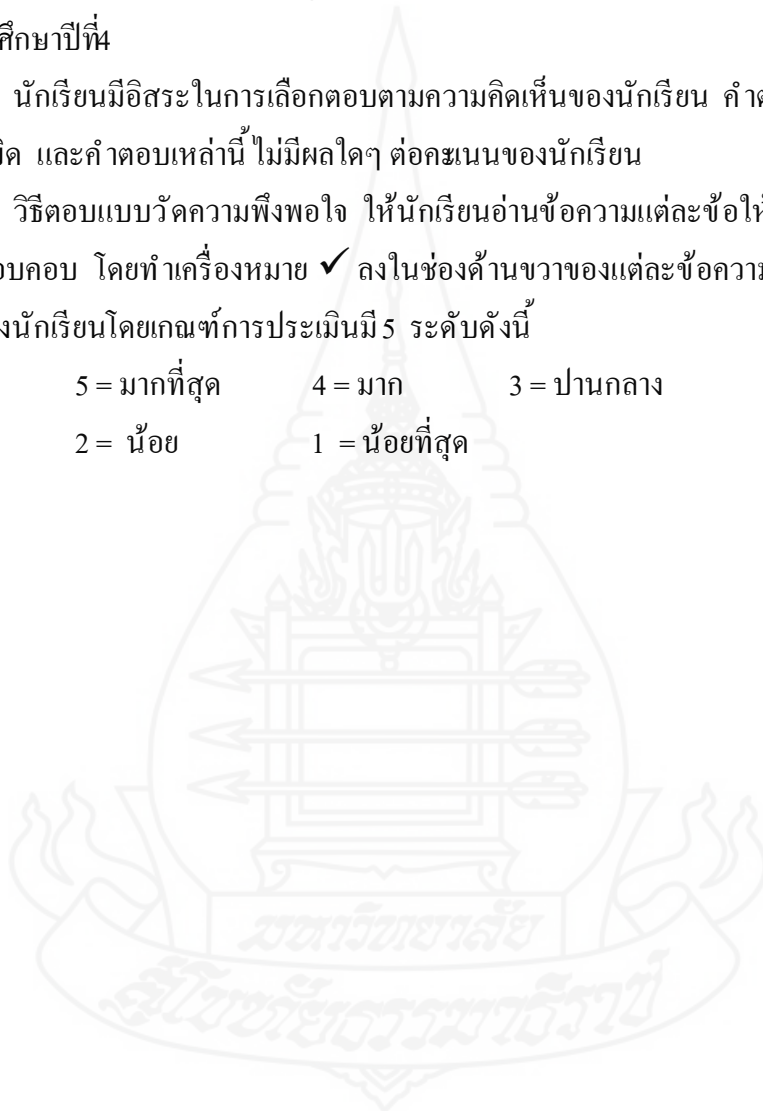


แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. นักเรียนมีอิสระในการเลือกตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน คำตอบของนักเรียนไม่
มีถูกหรือผิด และคำตอบเหล่านี้ไม่มีผลใดๆ ต่อคะแนนของนักเรียน
3. วิธีตอบแบบวัดความพึงพอใจ ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อให้เข้าใจ และพิจารณา
เลือกให้รอบคอบ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวาของแต่ละข้อความที่ตรงกับความ
คิดเห็นของนักเรียนโดยเกณฑ์การประเมินมี 5 ระดับดังนี้

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง
2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด



ตารางผนวกที่ 11 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยกิจกรรมจากชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม					
2.	เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมแต่ละชุดมีความเหมาะสมตามที่กำหนดในคู่มือ					
3.	กิจกรรมตามคู่มือชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ					
4.	กิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือกระทำ ก่อให้เกิดประสบการณ์ต่างๆ					
5.	การปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมทำให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง					
6.	กิจกรรมในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมเน้นการสังเกตในเบื้องต้น					
7.	ข้อมูลจากการสังเกตการปฏิบัติตามคู่มือชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม เป็นประโยชน์ต่อการอภิปราย					
8.	ข้อมูลจากการอภิปราย เมื่อใช้การสังเกตจากการปฏิบัติตามคู่มือชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์					

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
9.	เมื่อปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ช่วยให้เข้าใจความหมายและสามารถจำแนกแจกแจงทักษะกระบวนการชั้นผสมได้					
10.	กิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ					
11.	การสร้างองค์ความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ใช้หลักการของเหตุและผล					
12.	การเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างยั่งยืน					
13.	การพัฒนาความรู้ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
14.	ชุดฝึกทักษะชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมเป็นสื่อที่ช่วยสร้างเสริมลักษณะนิสัยพื้นฐานให้นักเรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้					
15.	กิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ช่วยให้เกิดมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันในกลุ่มผู้ร่วมงาน					
16.	การรวมพลังความคิดตามกิจกรรมในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ฝึกความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี					

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
17.	กิจกรรมในชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ส่งเสริมให้มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น					
18.	ความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					
19.	ข้าพเจ้าปรารถนาให้ครูใช้กิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ประกอบการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนวิทยาศาสตร์เป็นประจำ					

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

1. สิ่งที่ต้องแก้ไข

.....

.....

.....

2. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง



ตารางผนวกที่ 12 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนกับ
ผลการเรียนรู้ (IOC)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์



ตารางผนวกที่ 13 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนกับ
จุดประสงค์ (IOC)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้องกับจุดประสงค์



ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ก่อนเรียน

ข้อที่	R	N	ค่า (p)	R_U	R_L	$R_U - R_L$	ค่า (r)
1	11	30	0.37	9	2	7	0.47
2	12	30	0.40	9	3	6	0.40
3	12	30	0.40	11	1	10	0.67
4	12	30	0.40	9	3	6	0.40
5	12	30	0.40	9	3	6	0.40
6	13	30	0.43	10	3	7	0.47
7	13	30	0.43	9	4	5	0.33
8	11	30	0.37	10	1	9	0.60
9	12	30	0.37	10	1	9	0.60
10	12	30	0.40	11	1	10	0.67
11	12	30	0.40	12	0	12	0.80
12	12	30	0.40	10	2	8	0.53
13	12	30	0.40	11	1	10	0.67
14	13	30	0.43	11	2	9	0.60
15	13	30	0.43	11	2	9	0.60
16	13	30	0.43	11	2	9	0.60
17	13	30	0.43	11	2	9	0.60
18	12	30	0.40	9	3	6	0.40
19	12	30	0.40	11	1	10	0.67
20	12	30	0.40	9	3	6	0.40
21	12	30	0.40	11	1	10	0.67
22	12	30	0.40	12	0	12	0.80
23	12	30	0.40	10	2	8	0.53

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	R	N	ค่า (p)	R_U	R_L	$R_U - R_L$	ค่า (r)
24	20	30	0.67	13	7	6	0.40
25	12	30	0.40	11	1	10	0.67
26	13	30	0.43	11	2	9	0.60
27	13	30	0.43	11	2	9	0.60
28	13	30	0.43	11	2	9	0.60
29	20	30	0.67	14	6	8	0.53
30	12	30	0.40	9	3	6	0.40

ค่าความเชื่อมั่นที่ $\alpha = 0.96$



ตารางผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
หลังเรียน

ข้อที่	R	N	ค่า (p)	R_U	R_L	$R_U - R_L$	ค่า (r)
1	16	30	0.53	14	2	12	0.80
2	18	30	0.60	14	4	10	0.67
3	16	30	0.53	14	2	12	0.80
4	20	30	0.67	14	6	8	0.53
5	22	30	0.73	14	8	6	0.40
6	20	30	0.67	14	6	8	0.53
7	19	30	0.63	15	4	11	0.73
8	16	30	0.53	14	2	12	0.80
9	14	30	0.47	12	2	10	0.67
10	21	30	0.70	14	7	8	0.47
11	15	30	0.50	12	3	9	0.60
12	15	30	0.50	12	3	9	0.60
13	15	30	0.50	12	3	9	0.60
14	14	30	0.47	12	2	10	0.67
15	21	30	0.70	13	8	5	0.33
16	21	30	0.70	15	6	9	0.60
17	19	30	0.63	12	7	5	0.33
18	16	30	0.53	12	4	8	0.53
19	20	30	0.67	12	8	4	0.27
20	17	30	0.57	11	6	5	0.33
21	16	30	0.53	11	5	6	0.40
22	16	30	0.53	11	5	6	0.40
23	16	30	0.53	14	2	12	0.80

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	R	N	ค่า (p)	R_U	R_L	$R_U - R_L$	ค่า (r)
24	19	30	0.63	15	4	11	0.73
25	16	30	0.53	14	2	12	0.80
26	20	30	0.67	14	6	8	0.53
27	20	30	0.67	14	6	8	0.53
28	19	30	0.63	15	4	11	0.73
29	16	30	0.53	14	2	12	0.80
30	14	30	0.47	12	2	10	0.67

ค่าความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.96



ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
ผสมแยกตามครั้งที่ทดลอง

กลุ่มการทดลอง	N	คะแนน ระหว่างเรียน		คะแนน สอบหลังเรียน		ค่าประสิทธิภาพ ชุดฝึก	
		Σx	A	ΣF	B	E_1	E_2
1:1	3	497	600	76	90	82.83	84.44
1:10	10	1651	2000	253	300	82.55	84.33
1:30 (ภาคสนาม)	30	4942	6000	764	900	83.37	84.89
1:30 (กลุ่มตัวอย่าง)	30	4956	6000	762	900	82.60	84.67



ตารางผนวกที่ 17 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบ
หลังเรียนสำหรับการทดลองแบบเดี่ยว

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (200)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)
1	10	178	29
2	5	164	25
3	13	155	22
รวม	28	497	76
เฉลี่ย	9.33	165.67	25.33



ตารางผนวกที่ 18 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบ
หลังเรียนสำหรับการทดลองแบบกลุ่ม (1:10)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (200)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)
1	12	178	28
2	5	165	25
3	6	159	23
4	5	156	22
5	6	167	27
6	10	172	29
7	9	163	24
8	12	160	25
9	10	153	23
10	13	178	27
รวม	88	1651	253
เฉลี่ย	8.80	165.10	25.30

ตารางผนวกที่ 19 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบ
หลังเรียนสำหรับการทดลองภาคสนาม (1:30)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (200)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)
1	10	178	24
2	11	165	23
3	9	159	22
4	8	156	27
5	13	167	29
6	8	172	24
7	12	163	24
8	16	178	23
9	7	165	22
10	12	159	27
11	13	156	29
12	6	167	24
13	17	172	25
14	10	163	27
15	16	160	27
16	11	153	27
17	6	178	27
18	13	156	24
19	7	167	25
20	6	172	28
21	10	163	27
22	11	160	23

ตารางผนวกที่ 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (200)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)
23	9	153	22
24	8	178	27
25	13	160	27
26	8	153	29
27	10	178	26
28	11	160	25
29	10	153	23
30	11	178	27
รวม	312	4942	764
เฉลี่ย	10.40	164.73	25.47



ตารางผนวกที่ 20 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบ
หลังเรียนสำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (200)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)
1	7	158	29
2	6	169	25
3	10	175	28
4	11	167	27
5	9	165	24
6	8	166	26
7	13	164	27
8	8	186	24
9	12	177	25
10	16	173	28
11	7	171	27
12	12	165	23
13	13	158	22
14	6	182	27
15	17	177	29
16	10	171	29
17	16	189	26
18	11	196	25
19	6	191	23
20	13	183	27
21	5	187	25
22	7	182	26

ตารางผนวกที่ 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (200)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)
23	9	196	20
24	8	202	25
25	9	180	25
26	7	192	22
27	10	184	23
28	9	206	26
29	10	201	25
30	11	208	24
รวม	296	4956	762
เฉลี่ย	9.87	165.20	25.40





ภาคผนวก จ

คู่มือครูและนักเรียนชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

คู่มือครู

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม



คู่มือครู

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐาน
วิชา ว31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ซึ่งสำคัญต่อการค้นคว้าหาความรู้ สมมติฐานที่ดีจะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง เพื่อหาคำตอบขงปัญหาหรือแก้ปัญหาอันจะได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ดังนั้นจึงต้องฝึกให้มีทักษะการตั้งสมมติฐานเพื่อการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานตลอดจนมีทักษะในการตั้งสมมติฐาน
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ การตั้งสมมติฐาน

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบกิจกรรมชุดที่ 3 เรื่อง การตั้งสมมติฐานแล้วนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาต่างๆ ได้

เนื้อหา

1. ความหมายและลักษณะของสมมติฐานที่ดี
2. การวิเคราะห์ ตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างเป็นเหตุเป็นผลที่มีความเหมาะสม
3. หลักการเขียนสมมติฐานเบื้องต้น โดยใช้รูปแบบประโยค “ถ้า.....ดังนั้น.....”

เวลาที่ใช้

- 2 ชั่วโมง (120 นาที)

การเตรียมการล่วงหน้า

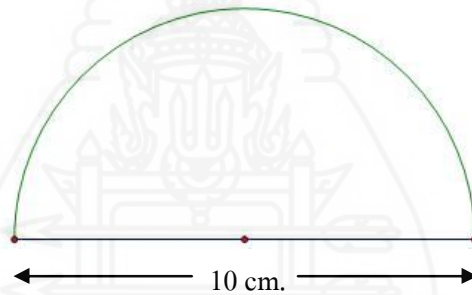
1. ครูศึกษา ทำความเข้าใจ กิณกรรมชุดฝึกที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐาน
2. จัดเตรียมสื่อ, ใบงาน, วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กิจกรรมชุดที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐาน

สื่อ

1. แถบกระดาษแข็งขนาด 5 cm. x 29 cm. พับเป็นรูปครึ่งวงกลม 1 ชิ้น (ควรเตรียมล่วงหน้า)
2. ใบงานชุดที่ 1 เรื่อง ทักษะการตั้งสมมติฐาน 1 ชุด/กลุ่ม
3. แบบทดสอบทักษะการตั้งสมมติฐาน 1 ชุด/นักเรียน 1 คน

วิธีการเตรียม

1. ตัดกระดาษแข็งขนาด 5 cm. x 29 cm.
2. นำกระดาษข้อ 1 มาพับเป็นรูปครึ่งวงกลมตามอัตราส่วนในภาพ



กิจกรรม

1. ชี้นำ (10 นาที)

1.1 ให้นักเรียนสังเกตแผ่นกระดาษแข็งที่ทำเป็นรูปครึ่งวงกลม แล้วถามว่าได้ข้อเท็จจริงอะไรบ้าง (เป็นกระดาษแข็งทำเป็นรูปครึ่งวงกลม รูปสะพาน มีช่องว่างตรงกลางแผ่นกระดาษ)

1.2 ให้นักเรียนตอบคำถามว่า ถ้าใช้ด้ายลอดผ่านรูปครึ่งวงกลมโดยดึงเชือกด้ายไว้ที่ปลายทั้ง 2 ข้าง แล้วเป่ากระดาษโดยให้เชือกอยู่ในแนวระดับปาก กระดาษจะอยู่ในสภาพใด (กระดาษเคลื่อนที่ออกไป กระดาษปลิว กระดาษลอยตัวสูงขึ้น กระดาษอยู่กับที่หรือไม่เคลื่อนที่ ฯลฯ)

1.3 ให้นักเรียนตอบคำถามว่า คำตอบดังกล่าวนี้ นักเรียนได้มาอย่างไร (จากการเดา จากการคาดคะเน หลักการที่ว่า เมื่ออากาศด้านล่างกระดาษเคลื่อนที่ด้วยความเร็วกว่าอากาศด้านบน จะทำให้ความกดดันอากาศบนกระดาษมีความกดดันสูงกว่าความกดดันอากาศด้านล่าง ดังนั้น กระดาษน่าจะอยู่กับที่ เพราะความกดดันด้านบนดันไว้)

1.4 ครูอธิบายให้นักเรียนฟังว่า คำตอบของปัญหาที่ผู้เรียนได้มามีหลายคำตอบ มีทั้งจากการเดา จากการคาดคะเนด้วยความสมเหตุสมผล คำตอบของปัญหาดังกล่าวนี้นี้เราเรียกว่า สมมติฐาน เมื่อกำหนดปัญหาให้

2. ชั้นจัดกิจกรรม(50 นาที)

2.1 ครูยกตัวอย่างประสบการณ์เกี่ยวกับการวิ่งของนายวสันต์และนายพนัสโดยที่ ๒ คน มีน้ำหนักพอๆ กัน แต่พบว่าในการวิ่ง 100 เมตร นายวสันต์ใช้เวลาเพียง 25 วินาที ส่วนนายพนัส ใช้เวลา 36 วินาที นักเรียนตอบคำถามว่า มีสาเหตุหรือตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลทำให้นายวสันต์ใช้น้อยกว่า โดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสาเหตุใหญ่ๆ ก่อน (เนื่องจากตัวคนวิ่ง/สภาพแวดล้อมของคนวิ่ง)

2.2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคนวิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการวิ่งได้แล้ว ครูให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง(ความสมบูรณ์ของปอด ความยาวของช่วงขา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แรงจูงใจ)

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของคนวิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการวิ่ง(ทิศทางของลม ความเร็วของลม ผิวพื้นที่วิ่ง ชนิดของรองเท้าที่สวม)

2.3 เมื่อนักเรียนสามารถระบุตัวแปรที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการวิ่งได้แล้ว จากนั้นครูจึงให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง

- นายวสันต์มีช่วงขายาวกว่านายพนัส จึงทำให้เสียเวลาในการวิ่งน้อยกว่า
- นายวสันต์สวมรองเท้าชนิดที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับพื้นได้น้อยกว่าชนิดที่นายพนัสสวม จึงทำให้ใช้เวลาในการวิ่งน้อยกว่า

2.4 ครูกล่าวต่อไปว่า สมมติฐานที่นักเรียนบอกมานั้นถูกต้องแล้ว และอธิบายต่อไปว่า สมมติฐานที่สามารถบอกแนวทางการออกแบบการทดลองมักนิยมตั้งในรูป“ถ้า...ดังนั้น...” ครูควรยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย เช่น

- ถ้าแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับแสงจะเจริญเติบโต ส่วนพืชที่ไม่ได้รับแสงจะไม่เจริญเติบโต ทั้งนี้ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน
- ถ้าช่วงขามีผลต่อเวลาที่ใช้ในการวิ่ง ดังนั้นนายวสันต์ซึ่งมีช่วงขายาวกว่านายพนัสจะใช้เวลาในการวิ่ง 100 เมตร น้อยกว่า ทั้งนี้ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน

2.5 เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการตั้งสมมติฐานมีประโยชน์อย่างไรบ้าง(ผู้ทดลองได้ทราบทิศทางแนวทางการออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ซึ่งเป็นคำตอบที่คาดคะเนไว้)

2.6 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ สมมติฐานใดที่ผิดก็ตกไป ส่วนสมมติฐานที่พิสูจน์ว่าถูกต้องก็จะพัฒนาเป็นความรู้ หลักการ กฎ และทฤษฎีต่อไป และการตั้งสมมติฐานที่ดี จะนำไปสู่การออกแบบการทดลองที่ดี เช่น สมมติฐานที่กล่าวว่า“แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช” ผู้ทดลองก็ออกแบบการทดลองโดยนำพืชพันธุ์เดียวกันจำนวน 2 ต้น ขนาดเท่าๆ กัน ใช้ดินชนิดเดียวกันให้น้ำ เท่าๆ กัน ปลูกในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน แต่ต่างกันที่จัดให้พืชต้นหนึ่งได้รับแสง ส่วนพืชอีกต้นหนึ่งไม่ได้รับแสง เป็นต้น

2.7 ครูให้ข้อสังเกตว่า ในการตั้งสมมติฐานเพื่อการคาดคะเนคำตอบปัญหาใดๆ นั้น มีข้อควรคำนึงดังนี้

- ระบุตัวแปรเหตุ หรือตัวแปรต้น ที่มีผลต่อตัวแปรตาม อาจเป็นทั้งจากตัวแปรจากปัญหา หรือสภาพแวดล้อมของตัวแปรให้มากที่สุด

- ตั้งสมมติฐานจากตัวแปรเหตุ โดยอาจตั้งในรูปแบบ“ถ้า...ดังนั้น..”

2.8 เมื่อนักเรียนเข้าใจความหมาย ประโยชน์ ตลอดจนข้อควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานกลุ่มละกิจกรรม โดยใช้เวลา 15 นาที (ครูอาจให้กลุ่มหมายเลขที่ 1 ส่วนกลุ่มหมายเลขคู่ทำกิจกรรมที่ 2) พร้อมทั้งให้ตัวแทนเตรียมเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนด้วย เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ครูแจกแบบฝึกกิจกรรมทักษะการตั้งสมมติฐานให้แต่ละกลุ่ม

3. ชั้นอภิปราย (30 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่รับผิดชอบรายงานผลการทำกิจกรรมที่ 1 จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตามคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งทำการประเมินเพื่อให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

- ความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง เมื่อคำนึงถึงลักษณะของวัตถุ (รูปทรง ความหนาแน่นของวัตถุ เป็นต้น)

- ความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง เมื่อคำนึงถึงลักษณะสิ่งแวดล้อม (ชนิด อุณหภูมิและปริมาณของเหลว เป็นต้น)

- สมมติฐานของปัญหาดังกล่าวมีอะไรบ้าง ให้นักเรียนตั้งรูปแบบ“ถ้า...ดังนั้น..”

3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่รับผิดชอบรายงานผลการทำกิจกรรมที่ 2 จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตามคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งทำการประเมิน เพื่อให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

- ระยะเวลาที่หนูลิขจักรใช้ในการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง เมื่อคำนึงถึงลักษณะต่างๆของหนูลิขจักร (ขนาด อายุ เพศ ตลอดจนชนิดของหนูลิขจักร เป็นต้น)

-ระยะเวลาที่หนูถือบัตรใช้ในการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับอะไรนี้เมื่อคำนึงถึงชนิดและลักษณะของสิ่งแวดล้อม(อุณหภูมิแวดล้อม, ขนาดของกรงจักร, ลักษณะผิวของกรงจักร เป็นต้น)

4. ชั้นสรุปผล (20 นาที)

4.1 ให้นักเรียนและครูช่วยกันสรุปตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของสมมติฐาน
- ประโยชน์ของการตั้งสมมติฐาน
- ข้อควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐาน

ผลงานของนักเรียน

1. การร่วมอภิปรายในชั้นเรียน
2. การตอบคำถามในแบบฝึกหัดใบงานที่ 1
3. สมมติฐานที่ตั้งขึ้นภายใต้บริบทเงื่อนไขกรณีศึกษาตามใบงานที่ 1

รูปแบบการประเมิน ทักษะการตั้งสมมติฐานพิจารณาจาก

1. ผลการอภิปรายข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
2. การจำแนกตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. รูปแบบประโยคสมมติฐานที่ผู้เรียนสร้างขึ้น
4. ผลการประเมินการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรมชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม(กิจกรรมชุดที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐาน)

เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

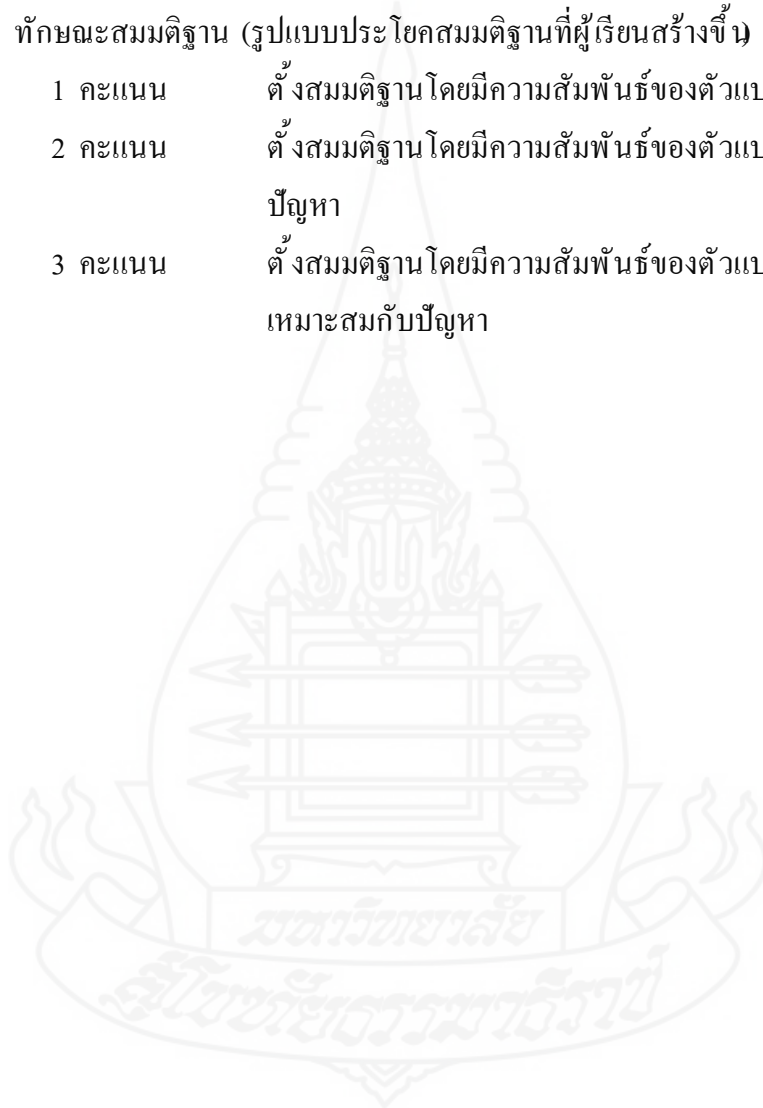
1. ผลการอภิปรายข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
 - 1 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียน
 - 2 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนและข้อมูลตัวแปรมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 3 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนและข้อมูลตัวแปรมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา เหมาะสมกับปัญหา

2. การจำแนกตัวแปร

- 1 คะแนน สามารถจำแนกตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนด
- 2 คะแนน สามารถจำแนกตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบ
- 3 คะแนน สามารถจำแนกตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบและถูกต้อง

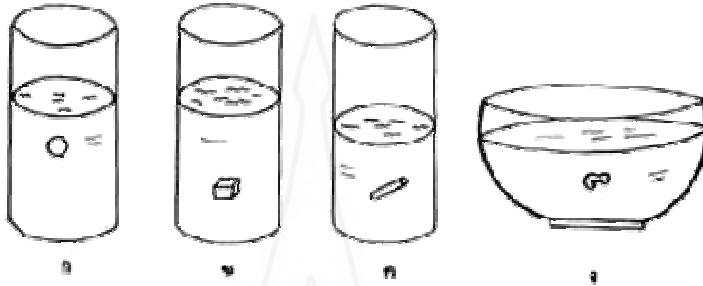
3. ทักษะสมมติฐาน (รูปแบบประโยคสมมติฐานที่ผู้เรียนสร้างขึ้น)

- 1 คะแนน ตั้งสมมติฐาน โดยมีความสัมพันธ์ของตัวแปร
- 2 คะแนน ตั้งสมมติฐาน โดยมีความสัมพันธ์ของตัวแปรสอดคล้องกับปัญหา
- 3 คะแนน ตั้งสมมติฐาน โดยมีความสัมพันธ์ของตัวแปรสอดคล้องเหมาะสมกับปัญหา



ใบงานชุดที่ 1
แบบฝึกกิจกรรมทักษะการตั้งสมมติฐาน

กิจกรรม 1



ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างชนิดในภาชนะต่างกัน

จากภาพ ก ข ค และ ง เป็นภาชนะที่ภายในบรรจุของเหลว เมื่อหย่อนวัตถุต่างๆ ตามภาพลงในภาชนะทั้ง 4 พร้อมกัน ปรากฏว่าก่อนวัตถุที่อยู่ภายในเคลื่อนที่ลงที่ก้นภาชนะด้วยความเร็วแตกต่างกันดังภาพ

ปัญหา : ความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

บอกลักษณะของวัตถุซึ่งอาจจะมีผลต่อความเร็วของวัตถุนั้นเมื่อตกลงไปในของเหลว

- ก).....
- ข).....
- ค).....
- ง).....

บอกชนิดและลักษณะสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมีผลต่อความเร็วของวัตถุนั้นเมื่อตกลงไปในของเหลว

- ก).....
- ข).....
- ค).....
- ง).....

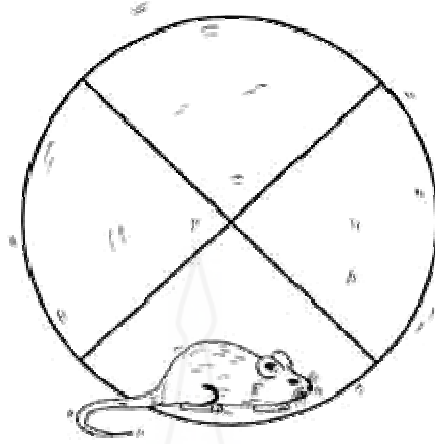
ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานหลังจากสามารถบอกชนิดของตัวแปรจากปัญหาข้างต้น

2 สมมติฐาน

.....

.....

กิจกรรมที่ 2



ภาพแสดงการถึบจักรของหนู

ปัญหา : อะไรที่เป็นตัวชี้ระยะเวลาที่หนูถึบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

บอกลักษณะต่างๆ ของหนูถึบจักร ซึ่งอาจมีผลต่อเวลาที่หนูถึบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

ก).....

ข).....

ค).....

ง).....

บอกชนิดหรือลักษณะของสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมีผลต่อเวลาที่หนูถึบจักรใช้ในการ

ออกกำลังกาย

ก).....

ข).....

ค).....

ง).....

ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานหลังจากสามารถบอกชนิดของตัวแปรข้างต้น

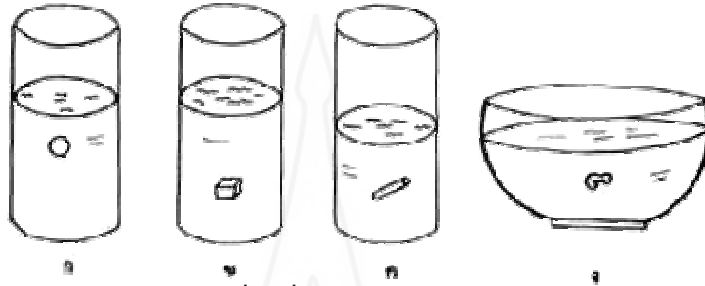
1).....

2).....

เฉลยใบงานชุดที่ 1

กิจกรรมทักษะการตั้งสมมติฐาน

กิจกรรม 1



ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างชนิดในภาชนะต่างกัน

จากภาพ ก ข ค และ ง เป็นภาชนะที่อยู่ในบรรจุของเหลว เมื่อหย่อนวัตถุต่างๆ ตามภาพลงในภาชนะทั้ง 4 พร้อมกัน ปรากฏว่าก่อนวัตถุที่อยู่ภายในเคลื่อนที่ลงที่ก้นภาชนะด้วยความเร็วแตกต่างกันดังภาพ

ปัญหา : ความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

บอกลักษณะของวัตถุซึ่งอาจจะมีผลต่อความเร็วของวัตถุนั้นเมื่อตกลงไปในของเหลว

- ก) รูปร่างของวัตถุ
- ข) ความหนาแน่นของวัตถุ
- ค) พื้นที่ผิวของวัตถุ
- ง) ขนาดของวัตถุ

ฯลฯ

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าความหนาแน่นของวัตถุมีผลต่อความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ตกลงไปในของเหลว ดังนั้นวัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยลงจะตกลงในของเหลวด้วยความเร็วต่ำกว่าวัตถุที่มีความหนาแน่นมากทั้งนี้ ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ เหมือนกัน

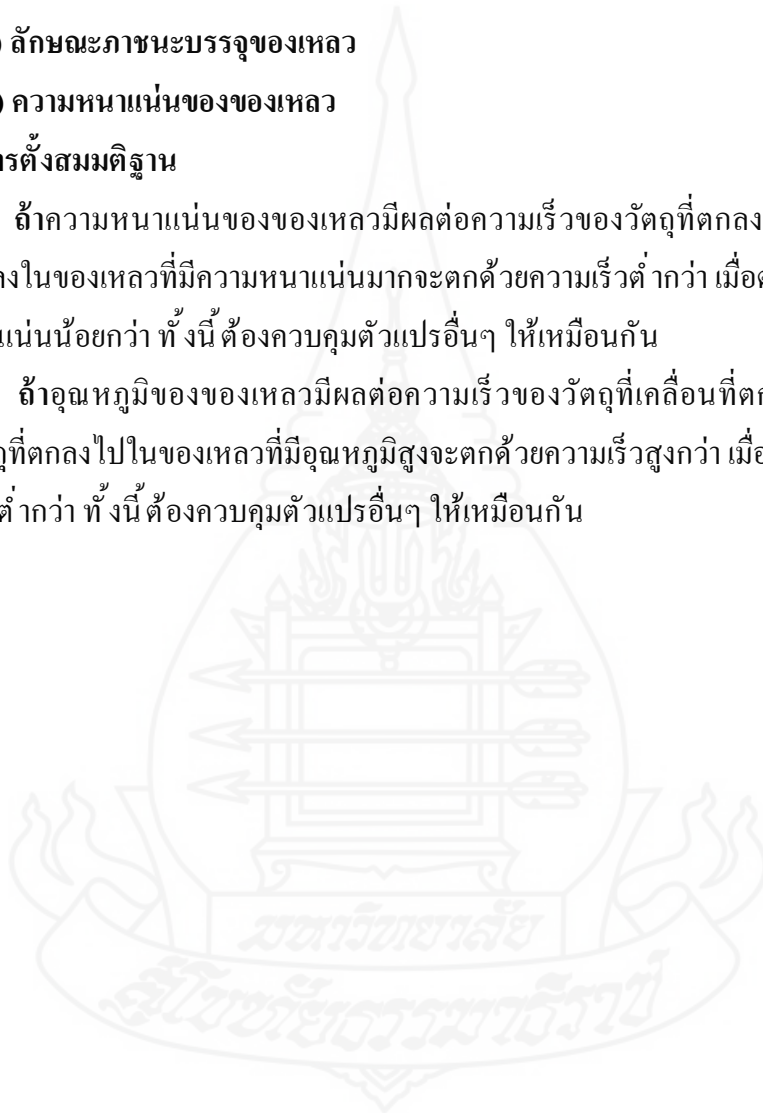
2. ถ้าขนาดของวัตถุมีผลต่อความเร็วของวัตถุที่ตกลงในของเหลว ดังนั้น วัตถุที่มีขนาดใหญ่จะตกลงในของเหลวด้วยความเร็วสูงกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็ก ทั้งนี้ ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ เหมือนกัน

บอกชนิดและลักษณะสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมีผลต่อความเร็วของวัตถุนั้นเมื่อตกลงไปในของเหลว

- ก) ชนิดของของเหลว
- ข) อุณหภูมิของของเหลว
- ค) ปริมาณของของเหลว
- ง) ลักษณะภาชนะบรรจุของเหลว
- จ) ความหนาแน่นของของเหลว

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าความหนาแน่นของของเหลวมีผลต่อความเร็วของวัตถุที่ตกลงในของเหลว ดังนั้นวัตถุที่ตกลงในของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะตกด้วยความเร็วต่ำกว่า เมื่อตกลงในของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ทั้งนี้ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน
2. ถ้าอุณหภูมิของของเหลวมีผลต่อความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ตกลงไปในของเหลว ดังนั้นวัตถุที่ตกลงไปในของเหลวที่มีอุณหภูมิสูงจะตกด้วยความเร็วสูงกว่า เมื่อตกลงในของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งนี้ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน



กิจกรรมที่ 2



ภาพแสดงการถีบจักรของหนู

ปัญหา : อะไรที่เป็นตัวชี้ระยะเวลาที่หนูถีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

บอกลักษณะต่างๆ ของหนูถีบจักร ซึ่งอาจมีผลต่อเวลาที่หนูถีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

ก) ขนาดของหนูถีบจักร

ข) อายุของหนูถีบจักร

ค) เพศของหนูถีบจักร

ง) ชนิดของหนูถีบจักร

จ) แสง สี เสียง ที่สิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าเพศของหนูถีบจักรมีผลต่อเวลาที่หนูถีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย **ดังนั้น** หนูถีบจักรตัวผู้จะถีบจักรได้นานกว่าตัวเมีย ทั้งนี้ ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน เช่น ควบคุมน้ำหนัก ขนาด อายุ เป็นต้น

2. ถ้าขนาดของกรงจักรมีผลต่อเวลาที่หนูถีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย **ดังนั้น** หนูถีบจักรที่ถีบกรงจักรขนาดเล็กจะถีบได้นานกว่าหนูถีบจักรที่ถีบกรงจักรขนาดใหญ่ๆ ทั้งนี้ ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน

บอกชนิดหรือลักษณะของสิ่งแวดลอม ซึ่งอาจมีผลต่อเวลาที่หนูถีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

- ก) อุณหภูมิภาวะแวดลอม
- ข) ขนาดของทรงจักร
- ค) ลักษณะของผิวงลอส
- ง) แสง สี เสียง ที่สิ่งแวดลอม



คู่มือครู

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่สำคัญอีกทักษะหนึ่ง กิจกรรมนี้มีเป้าหมายให้ผู้เรียนเข้าใจความหมาย ความสำคัญของการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร แล้วยังมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการและมีทักษะในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบกิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรแล้ว นักเรียนสามารถกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม

เนื้อหา

1. ความหมายและความสำคัญของคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. หลักการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ถูกต้องเหมาะสม

เวลาที่ใช้

2 ชั่วโมง(120 นาที)

การเตรียมการล่วงหน้า

1. ศึกษาความเข้าใจกิจกรรมชุดฝึกที่2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. เตรียมสื่อใบงาน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมชุดฝึกที่2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

สื่อ

1. ใบงานชุดที่ 2/1 กิจกรรมทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
1 ชุด/ผู้เรียน1 คน
2. ใบงานชุดที่ 2/2 (แบบทดสอบทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)
1 ชุด/ผู้เรียน1 คน

กิจกรรม

1. ชำนาญ (10 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนตอบคำถามว่า การเคาะหรือคาดคะเนคำตอบของปัญหาเรียกว่าอะไร (การตั้งสมมติฐาน)
- 1.2 ให้นักเรียนตอบคำถามว่าการตั้งสมมติฐานมีความสำคัญอย่างไรเป็นแนวทางการออกแบบการทดลอง และการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน)
- 1.3 ให้นักเรียนตอบคำถามว่า ถ้ามีสมมติฐานประการหนึ่ง คือ“ปุ๋ย A มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช” จากสมมติฐานดังกล่าวมีค่าหรือข้อความสำคัญอะไรบ้าง (ปุ๋ย A, การเจริญเติบโต)
- 1.4 ครูเน้นให้เห็นความสำคัญ เช่น การเจริญเติบโตมีความหมายได้หลายประการแล้วให้นักเรียนช่วยกันให้ความหมายของการเจริญเติบโตของพืช(การเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์, การที่ต้นไม้โตขึ้น การที่พืชมีความสูงเพิ่มขึ้น)
- 1.5 ครูกล่าวต่อไปว่าวันนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้การให้คำนิยามของค่า และตัวแปรต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

2. ชั้นสอน (50 นาที)

2.1 ครูนำความหมายที่นักเรียนให้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชมาวิเคราะห์ โดยเริ่มจากคำนิยาม “การที่ต้นไม้โตขึ้น” ครูถามว่าคำนิยามสังเกตได้ไม่แน่นอน บางคนคิดว่าโต คือสูงขึ้น บางคนคิดว่าโต คือน้ำหนักมากขึ้น บางคนคิดว่าโต คือ ต้นใหญ่ มีจำนวนใบมากขึ้น

2.2 ครูกล่าวว่าคำนิยามดังกล่าวข้างต้นนั้นเป็นคำนิยามทั่วไป

2.3 ให้นักเรียนพิจารณาคำนิยามที่กล่าวว่า การเจริญเติบโตของพืช คือ “การที่พืชมีความสูงเพิ่มขึ้น” และครูถามนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจตรงกันหรือไม่ (เข้าใจตรงกัน สังเกตและวัด หรือตรวจสอบได้ง่าย โดยวัดความสูงของพืช)

2.4 ครูกล่าวต่อไปว่าคำนิยามใดก็ตามที่ให้แล้วมีความเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกต วัด และตรวจสอบได้ง่าย เราเรียกนิยามประเภทนี้ว่า “คำนิยามเชิงปฏิบัติการ” และการเรียกการกำหนดนิยามตัวแปรทั้งหลาย ที่ทำให้เกิดความเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกต วัด และตรวจสอบได้ง่ายว่าการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

2.5 ให้นักเรียนตอบคำถามว่าเพราะเหตุใดจึงต้องให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรแทนการใช้คำนิยามทั่วไป (ในการทดลองใดๆ เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ผู้ทดลองมีเป้าหมายเพื่อตอบปัญหาเรื่องใด ก็จำเป็นต้องให้คำนิยามของตัวแปรให้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการศึกษาให้เป็นที่เข้าใจตรงกันสำหรับการศึกษาเรื่องนั้นๆ และต้องสามารถสังเกต วัด และตรวจสอบได้ง่าย ดังนั้นการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรจึงทำให้ทุก ๆ คนเข้าใจตรงกัน เช่น การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การที่พืชมีความสูงเพิ่มขึ้น หมายความว่า จะวัดเฉพาะความสูงเท่านั้น)

2.6 ครูให้นักเรียนให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการอื่น ๆ ของการเจริญเติบโตของพืช (การที่พืชมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น การที่พืชมีเส้นรอบวงรอบลำต้นมากขึ้น การที่พืชมีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้น)

2.7 เพื่อเป็นการประเมินว่านักเรียนเข้าใจความหมายของการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ครูถามนักเรียนว่า ถ้ามีสมมติฐานว่า “ยาปฏิชีวนะสามารถทำลายเชื้อโรคได้” จากสมมติฐานนี้มีตัวแปรสำคัญอะไรบ้าง (ยาปฏิชีวนะ ทำลายเชื้อโรค)

2.8 ครูถามต่อไปว่า จะให้คำนิยามคำว่า “ยาปฏิชีวนะ” และ “ทำลายเชื้อโรค” อย่างไรจึงจะเป็นที่เข้าใจตรงกัน โดยสังเกตและวัดได้ ตลอดจนตรวจสอบได้ง่าย

(ยาปฏิชีวนะ หมายถึง สารที่สกัดจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น เช่น รา แบคทีเรีย ใช้ทำลายสิ่งมีชีวิตด้วยกัน ไม่รวมสารปฏิชีวนะที่ได้จากการสังเคราะห์

(ทำลายเชื้อโรค หมายถึง ทำให้เชื้อโรค ได้แก่ แบคทีเรีย ตาย)

2.9 ครูกล่าวว่า เมื่อนักเรียนเข้าใจความหมายและความสำคัญของการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรแล้ว ต่อไปนี้จะให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ฝึกให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่างๆ โดยแต่ละกลุ่มฝึกทั้ง 3 กิจกรรมตามใบงานชุดที่ 2/1 โดยบอกให้ได้ว่า ตัวแปรต่างๆ นั้นจะวัดหรือสังเกต หรือตรวจสอบง่ายๆ ได้อย่างไร ที่จะทำให้เกิดความเข้าใจตรงกัน และครูตั้งต่อไปว่า เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนด้วย (20 นาที)

2.10 ครูแจกแบบฝึกกิจกรรมทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

3. ชั้นอภิปราย (35 นาที)

3.1 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มที่รับผิดชอบมารายงานผลการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรในกิจกรรมที่ 1 จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตามคำถามต่อไปนี้

- ตัวแปรสำคัญในการศึกษา คืออะไร ตัวแปรชนิดใดเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม (การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัย เป็นตัวแปรอิสระและอุบัติเหตุจากการใช้รถยนต์เป็นตัวแปรตาม)

- ตัวแปรดังกล่าวที่ ๒ ถูกวัดอย่างไรบ้าง

- การวัดตัวแปรดังกล่าวของแต่ละกลุ่มเป็นที่เข้าใจตรงกันหรือไม่ สังเกต วัด หรือตรวจสอบด้วยวิธีต่างๆ หรือไม่เพียงใด

- ถ้าต้องการให้ตัวแปรนั้นเข้าใจตรงกันจะต้องปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง

3.2 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มที่รับผิดชอบมารายงานผลการทำกิจกรรม 2 และ 3 ตามลำดับ โดยแต่ละกิจกรรมนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายทำนองเดียวกับ กิจกรรม 1

3.3 นักเรียนทำการวิเคราะห์ความสำคัญของการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการและความแตกต่างระหว่างคำนิยามทั่วไปกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

(ความสำคัญหรือประโยชน์ คือ ช่วยให้ทราบแนวทาง วิธีการเก็บข้อมูลในการทดลองได้ชัดเจนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ทำการทดลอง)

คำนิยามเชิงปฏิบัติการ มีความแตกต่างจากคำนิยามทั่วไป คือ ต้องสังเกตได้ วัดได้ ตรวจสอบได้ง่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ดังตัวอย่าง เช่น “การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัย” หมายถึง การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยจากอุบัติเหตุการใช้รถยนต์โดยใช้แผ่นป้ายจำนวนแตกต่างกันในแต่ละเดือนในระยะเวลา 4 เดือน ที่บริเวณสี่แยกราชเทวี ข้อความดังกล่าวจัดเป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะเข้าใจตรงกันว่านับจำนวนป้ายประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยจากอุบัติเหตุจากการใช้รถยนต์ในแต่ละช่วงเวลา 4 เดือน และติดที่บริเวณสี่แยกราชเทวีเท่านั้น)

4. ขั้นสรุป (25 นาที)

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
- ความสำคัญของการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

4.2 นักเรียนและครูสรุปทบทวนตามสาระต่อไปนี้

การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรนั้น คือ การให้ความหมายกับตัวแปรแล้ว

- 1) สามารถเข้าใจได้ตรงกัน
- 2) สามารถวัด สังเกต และตรวจสอบได้ด้วยวิธีง่ายๆ

4.3 นักเรียนทำใบงานชุดที่ 2/2 (แบบทดสอบทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร) โดยใช้เวลา 10 นาที

ผลงานของนักเรียน

1. การร่วมอภิปรายในชั้นเรียน
2. การตอบคำถามในใบงานที่ 2/1 และ 2/2

รูปแบบการประเมิน ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรพิจารณาจาก

1. ผลการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. การจับเนกความแตกต่างของคำนิยามทั่วไปกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรจากข้อมูลสถานการณ์ที่กำหนด
4. ผลการประเมินการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมและ

การทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม(กิจกรรมที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ

1. ผลการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
 - 1 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียน
 - 2 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนและได้สาระสำคัญเกี่ยวข้องกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ
 - 3 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนและได้สาระสำคัญถูกต้องเกี่ยวข้องกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ
2. การจำแนกความแตกต่างของค่านิยมทั่วไปกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ
 - 1 คะแนน ระบุความแตกต่างของนิยามทั่วไปกับนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
 - 2 คะแนน ระบุความแตกต่างของนิยามทั่วไปกับนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และพิจารณาระบุเครื่องมือที่ใช้วัดได้
 - 3 คะแนน ระบุความแตกต่างของนิยามทั่วไปกับนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และพิจารณาระบุเครื่องมือที่ใช้วัดได้ถูกต้องเหมาะสม
3. ให้ค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปรจากข้อมูลสถานการณ์ที่กำหนด
 - 1 คะแนน ให้ค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบองค์ประกอบ
 - 2 คะแนน ให้ค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบองค์ประกอบถูกต้อง
 - 3 คะแนน ให้ค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบองค์ประกอบถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์

ใบงานชุดที่ 2/1
(แบบฝึกกิจกรรมทักษะการให้คำนิยมเชิงปฏิบัติการของแปร)

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง นักเรียนจะต้องบอกว่าตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในแต่ละการทดลองถูกวัดอย่างไร

1. ได้มีการศึกษาเพื่อชี้ให้เห็นว่าการประชาสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย จะมีผลต่ออุบัติเหตุที่เกิดจากรถยนต์ โดยตำรวจจราจรได้ปิดแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยให้มีจำนวนต่างๆ กัน ในบริเวณสี่แยกราชเทวี เป็นเวลา 4 เดือน เพื่อดูว่าจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับประชาชนเนื่องมาจากการใช้รถยนต์ใช่หรือไม่ ในเดือนมีนาคมมีแผ่นป้ายติดอยู่ 5 แผ่น เดือนเมษายน 10 แผ่น เดือน พฤษภาคม 15 แผ่นและเดือนมิถุนายน 20 แผ่น ในช่วงเวลา 4 เดือนนี้ ได้มีการรวบรวมรายงานของประชาชนที่ได้รับอุบัติเหตุ การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัย

ถูกวัดโดย.....
.....

อุบัติเหตุจากรถยนต์ ถูกวัดได้โดย.....
.....

2. ได้มีการทดลองเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการเต้นของชีพจร โดยให้นักเรียนกระโดดอยู่กับที่ในจำนวนที่ต่างกัน แล้วก็วัดอัตราการเต้นของชีพจร นักเรียนกลุ่มที่หนึ่งกระโดด 10 ครั้ง กลุ่มที่สอง 20 ครั้ง กลุ่มที่สาม 30 ครั้ง และกลุ่มที่สี่ 40 ครั้ง หลังการกระโดดเสร็จให้วัดอัตราการเต้นของชีพจร โดยนับจำนวนการเต้นของชีพจรในเวลา 1 นาที

ตัวแปรแต่ละตัวจากการทดลองนี้ ถูกวัดได้อย่างไร.....
.....

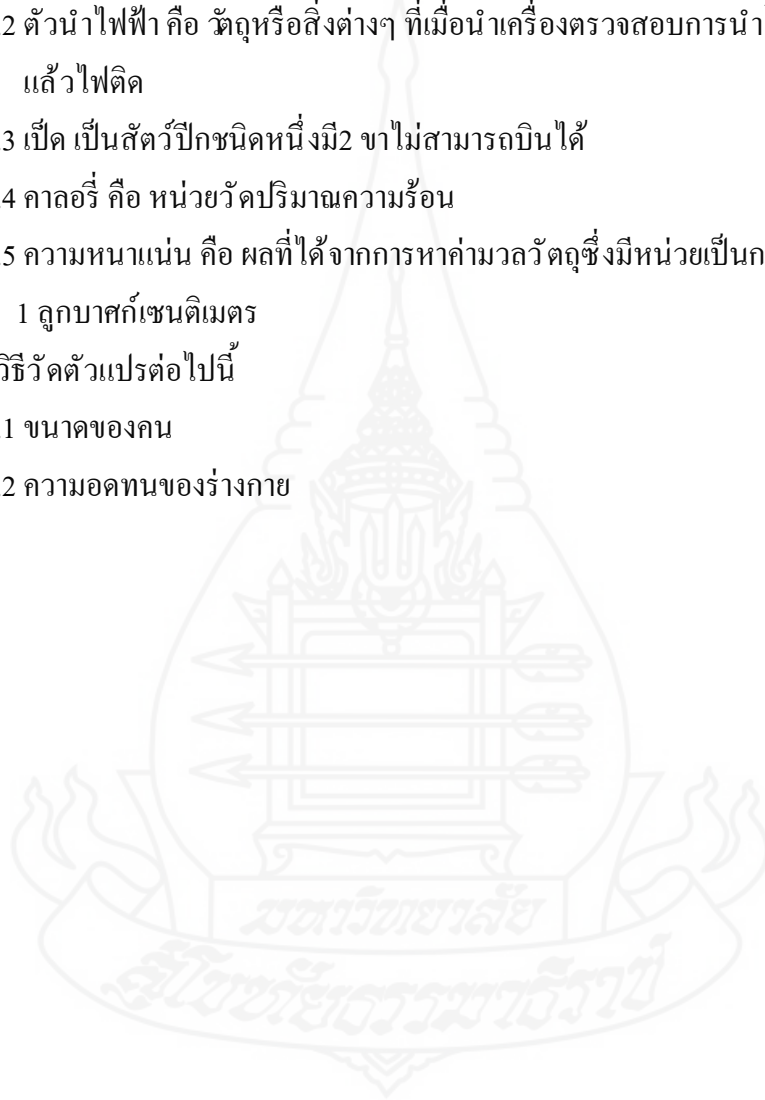
3. ได้มีผู้ศึกษาว่าความลาดเทของพื้นที่มีผลต่อปริมาณการพังทลายของพื้นที่นั้น ความลาดเทของพื้นที่ที่ถูกจำลองขึ้น โดยความลาดเทจำลองมีความสูงต่างๆ กัน คือ 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร และที่ความสูงเหล่านี้ผู้ทำการทดลองได้เทน้ำปริมาณ 1 ลิตร ลงมาตามความลาดเทนั้น จะไหลตามลงมา แล้ววัดความลึกของพื้นที่ที่เกิดจากการพัดพาของน้ำ

ตัวแปรแต่ละตัวจากการศึกษานี้ ถูกวัดได้อย่างไร.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



ใบงานชุดที่ 2/2
(แบบทดสอบทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

1. จงพิจารณานิยามของสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้ ว่านิยามข้อใดเหมาะสมที่จะเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 1.1 ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซไม่มีกลิ่น แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 2 อะตอม
 - 1.2 ตัวนำไฟฟ้า คือ วัตถุหรือสิ่งต่างๆ ที่เมื่อนำเครื่องตรวจสอบการนำไฟฟ้ามาแตะแล้วไฟติด
 - 1.3 เบ็ด เป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่งมี 2 ขาไม่สามารถบินได้
 - 1.4 คาลอรี คือ หน่วยวัดปริมาณความร้อน
 - 1.5 ความหนาแน่น คือ ผลที่ได้จากการหาค่ามวลวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อปริมาตร
 - 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. จงบอกวิธีวัดตัวแปรต่อไปนี้
 - 2.1 ขนาดของคน
 - 2.2 ความอดทนของร่างกาย



เฉลยใบงานชุดที่ 2/1
(แบบฝึกกิจกรรมทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของแปร)

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง นักเรียนจะต้องบอกว่าตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในแต่ละการทดลองถูกวัดอย่างไร

1. ได้มีการศึกษาเพื่อชี้ให้เห็นว่าการประชาสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย จะมีผลต่ออุบัติเหตุที่เกิดจากรถยนต์ โดยตำรวจจราจรได้ปิดแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยให้มีจำนวนต่างๆ กัน ในบริเวณสี่แยกราชเทวี เป็นเวลา 4 เดือน เพื่อดูว่าจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับประชาชนเนื่องมาจากการใช้รถยนต์ใช่หรือไม่ ในเดือนมีนาคมมีแผ่นป้ายติดอยู่ 5 แผ่น เดือนเมษายน 10 แผ่น เดือน พฤษภาคม 15 แผ่นและเดือนมิถุนายน 20 แผ่น ในช่วงเวลา 4 เดือนนี้ ได้มีการรวบรวมรายงานของประชาชนที่ประสบอุบัติเหตุ

การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยถูกวัดโดย

ตัวแปรอิสระ : การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัย

ถูกวัดโดย : จำนวนแผ่นป้ายที่ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยจากอุบัติเหตุจากการใช้รถยนต์ในแต่ละเดือน ช่วงเวลา 4 เดือนที่บริเวณสี่แยกราชเทวี

ตัวแปรตาม : อุบัติเหตุจากการใช้รถยนต์

- ถูกวัดโดย** :
1. รายงานของตำรวจแสดงจำนวนประชาชนที่ได้รับอุบัติเหตุจากการใช้รถยนต์
 2. จำนวนประชาชนที่เสียชีวิตรวมทั้งที่ได้รับบาดเจ็บซึ่งเก็บรวบรวมโดยตำรวจ
 3. จำนวนรถยนต์ที่ชนกันตามรายงานของตำรวจ

2. ได้มีการทดลองเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการเต้นของชีพจร โดยให้นักเรียนกระโดดอยู่กับที่ในจำนวนที่ต่างกัน แล้วก็วัดอัตราการเต้นของชีพจร นักเรียนกลุ่มที่หนึ่งกระโดด 10 ครั้ง กลุ่มที่สอง 20 ครั้ง กลุ่มที่สาม 30 ครั้ง และกลุ่มที่สี่ 40 ครั้ง หลังการกระโดดเสร็จให้วัดอัตราการเต้นของชีพจร โดยนับจำนวนการเต้นของชีพจรในเวลา 1 นาที ตัวแปรแต่ละตัวจากการทดลองนี้ถูกวัดได้

ตัวแปรอิสระ : การออกกำลังกาย

ถูกวัดได้โดย : จำนวนครั้งของการกระโดดอยู่กับที่

ตัวแปรตาม : การเต้นของชีพจร

การถูกวัดโดย : ใช้มือจับชีพจรที่ข้อมือแล้วนับจำนวนการเต้นของหัวใจของชีพจรในเวลา 1 นาทีหลังจากการกระโดดอยู่กับที่

3. ได้มีผู้ศึกษาว่าความลาดของพื้นที่มีผลต่อปริมาณการพังทลายของพื้นที่นั้น ความลาดของพื้นที่ได้ถูกจำลองขึ้น โดยความลาดเทจำลองมีความสูงต่างๆ กัน คือ 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร และที่ความสูงเหล่านี้ผู้ทำการทดลองได้เทน้ำปริมาณ 1 ลิตร ลงมาตามความลาดเทนั้น จะไหลตามลงมา แล้ววัดความลึกของพื้นที่ที่เกิดจากการพังทลายของน้ำ ตัวแปรแต่ละตัวจากการศึกษานี้ถูกวัดได้อย่างไร

ตัวแปรอิสระ : ความลาดเอียงของพื้นที่

ถูกวัดโดย : ความสูงของความลาดเท คือ ระยะตั้งฉากจากจุดสูงสุดของพื้นที่ลาดเทมายังพื้นดิน

เฉลยใบงานชุดที่ 2/2
(แบบทดสอบทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

1. จงพิจารณานิยามของสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้ ว่านิยามข้อใดเหมาะสมที่จะเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 1.1 ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซไม่มีกลิ่น แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 2 อะตอม
 - เป็นคำนิยามทั่วไป เพราะการหาจำนวนอะตอมของออกซิเจนในแต่ละโมเลกุลทำได้ยาก
 - 1.2 ตัวนำไฟฟ้า คือ วัตถุหรือสิ่งต่างๆ ที่เมื่อนำเครื่องตรวจสอบการนำไฟฟ้ามาแตะแล้วไฟติด
 - เป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะสามารถสังเกตและตรวจสอบได้ง่ายโดยใช้เครื่องตรวจสอบการนำไฟฟ้ามาแตะ
 - 1.3 เป็ด เป็นสัตว์เลี้ยงปศุชนิดหนึ่งมี 2 ขาไม่สามารถบินได้
 - เป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะสามารถสังเกตและตรวจสอบได้ง่าย
 - 1.4 คาลอรี คือ หน่วยวัดปริมาณความร้อน
 - เป็นคำนิยามทั่วไป
 - 1.5 ความหนาแน่น คือ ผลที่ได้จากการหาค่ามวลวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อปริมาตร
 - 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - เป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการ สามารถวัดและตรวจสอบได้ง่าย
2. จงบอกวิธีวัดตัวแปรต่อไปนี้
 - 2.1 ขนาดของคน

ขนาดของคน วัดตัวแปรนี้ได้จาก

 - ความสูง
 - น้ำหนัก
 - เส้นรอบเอว
 - 2.2 ความอดทนของร่างกาย

ความอดทนของร่างกาย วัดได้จาก

 - จำนวนครั้งของการกระโดดเชือกในเวลาที่กำหนด
 - ระยะทางที่วิ่งได้ในเวลาที่กำหนด เป็นต้น

คู่มือครู

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่เรียกว่า การบ่งชี้และการควบคุมตัวแปร ในการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นจะต้องมีตัวแปร (Variables) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ การบ่งชี้ตัวแปรและการควบคุมตัวแปรได้นั้น เป็นทักษะหนึ่ง ที่จำเป็นต้องทราบเมื่อมีการทดลองทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ผลการเรียนรู้

หลังจากจบกิจกรรมชุดที่ 3 เรื่องการกำหนดและควบคุมตัวแปรแล้วนักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมจากการทดลองได้

เนื้อหา

1. ความหมายและการจำแนกชนิดของตัวแปร
2. ระเบียบวิธีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น

เวลาที่ใช้

2 ชั่วโมง(120 นาที)

การเตรียมการล่วงหน้า

1. ศึกษาทำความเข้าใจกิจกรรมชุดที่3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. จัดเตรียมสื่อ ใบงานวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมชุดฝึกที่3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร

สื่อ

1. อุปกรณ์ชุดที่ 1 จำนวนชุดเท่ากับจำนวนกลุ่ม อุปกรณ์ ชุด ประกอบด้วย
 - 1.1 บีกเกอร์ขนาด 100 cm³ หรือกระป๋องพลาสติกเบอร์ 1 ขนาดเท่ากัน 4 ใบ
 - 1.2 เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
 - 1.3 ช้อนพลาสติกเบอร์ 1 จำนวน 2 คัน
 - 1.4 บีกเกอร์ขนาด 250 cm³ หรือกระป๋องพลาสติกเบอร์ 3 จำนวน 1 ใบ บรรจุน้ำให้เต็ม
 - 1.5 แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl₂)
 - 1.6 แท่งแก้วคน 1 อัน
 - 1.7 ใบงานชุดที่ 1/1
 - 1.8 หลอดนิตยา
2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร ในใบงานชุดที่3/2 จำนวน1 ชุด/นักเรียน 1 คน

กิจกรรม

1. ชำนาญ (10 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนทบทวนตัวเองได้รับการฝึกทักษะอะไรมาบ้างแล้ว พร้อมกับบอกนักเรียนว่ากิจกรรมต่อไปนี้อาศัยทักษะที่ได้ฝึกมาบ้างแล้วพร้อมให้นักเรียนลองคิดว่าหลังจากจบกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนต้องอาศัยทักษะพื้นฐานอะไรบ้างในการทำกิจกรรมนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

- 1.2 ก่อนทำกิจกรรมต่อไปครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 5 คน
- 1.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งประจำโต๊ะตามที่ครูกำหนดให้

2. ชำนาญ (40 นาที)

2.1 ครูให้คำสั่งว่า แต่ละกลุ่มจะได้อุปกรณ์ชุดที่1 กลุ่มละ 1 ชุด ให้นักเรียนเอาอุปกรณ์ออกมาจากตะกร้า และให้ทำกิจกรรมตามใบงานที่ 1 พร้อมทั้งบันทึกผลของกิจกรรมลงในใบงานที่ 1 ให้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมนี้ ประมาณ 40 นาที

2.2 เมื่อนักเรียนพร้อมแล้วครูแจกอุปกรณ์ชุดที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพร้อมทั้งให้สัญญาณนักเรียนลงมือทำกิจกรรม

2.3 ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มเพื่อนำมาใช้ประกอบการอภิปราย และประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ชั้นอภิปราย(45 นาที)

3.1 เมื่อหมดเวลาแล้ว ครูให้นักเรียนทุกคนหยุดทำกิจกรรม

3.2 ครูให้ทุกกลุ่มนำผลการทำกิจกรรมเสนอหน้าชั้นเรียน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

- อุณหภูมิของน้ำ ในบีกเกอร์ใบเล็กก่อนและหลังใส่ CaCl_2 1 ซ้อนเบอร์ 1 ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- อุณหภูมิของน้ำ ในบีกเกอร์ใบเล็กก่อนใส่ CaCl_2 2 ซ้อนเบอร์ 1, 3 ซ้อนเบอร์ 1 และซ้อนเบอร์ 4 ซ้อนเบอร์ 1 ต่างกันหรือไม่อย่างไร

- อุณหภูมิของน้ำ ในบีกเกอร์ใบเล็กก่อนใส่ CaCl_2 1 ซ้อนเบอร์ 1, 2 ซ้อนเบอร์ 1, 3 ซ้อนเบอร์ 1 และซ้อนเบอร์ 4 ซ้อนเบอร์ 1 ต่างกันหรือไม่อย่างไร

- อุณหภูมิของน้ำ ในบีกเกอร์ใบเล็กหลังใส่ CaCl_2 1 ซ้อนเบอร์ 1, 2 ซ้อนเบอร์ 1, 3 ซ้อนเบอร์ 1 และ 4 ซ้อนเบอร์ 1 ต่างกันหรือไม่อย่างไร

ในการอภิปรายผลตามใบงานที่ 1 ของแต่ละกลุ่ม ครูให้บันทึกผลการอภิปรายของแต่ละกลุ่มไว้ด้วย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายแก้ไขและประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เมื่อครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของกิจกรรมของกลุ่มที่ 1 แล้วจึงให้กลุ่มที่ 2 และกลุ่มต่อไปมาเสนอผลของกิจกรรมหน้าชั้นเรียนตามลำดับ

หลังจากการอภิปรายผลตามใบงานชุดที่ 1/1 เรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

- การทดลองนี้เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง (อุณหภูมิของน้ำ และปริมาณของสาร CaCl_2)
- สิ่งที่เกี่ยวข้องนี้ ในเรื่องของการทดลองเรียกว่าอะไร(ตัวแปร)
- การทดลองนี้เราได้จัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง(ขนาดของบีกเกอร์ ปริมาณของน้ำ

ขนาดของช้อนตักสาร เทอร์โมมิเตอร์ ชนิดของสาร)

- สิ่งที่จัดให้เหมือนกัน เรียกว่าอะไร (ตัวแปรที่ต้องควบคุม)

- การทดลองนี้ทำไมจึงใช้บีกเกอร์ขนาดเล็กเท่ากัน 4 ใบ (ขนาดของบีกเกอร์เป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม)

- การทดลองนี้เราได้จัดอะไรให้แตกต่างกันบ้างจำนวนชิ้นของสารแคลเซียมคลอไรด์)
 - สิ่งที่ทำให้แตกต่างกันเรียกว่าอะไร (ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ)
 - การทดลองนี้เราต้องคอยติดตามดูอะไรบ้าง(อุณหภูมิของน้ำ ก่อนและหลังใส่สารแคลเซียมคลอไรด์)
 - สิ่งที่ต้องติดตามดูอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต้น เรียกว่าอะไร (ตัวแปรตาม)
 - ท่านมีวิธีการวัดอุณหภูมิของน้ำ หลังจากใส่สารแคลเซียมคลอไรด์อย่างไรวัดอุณหภูมิของน้ำ หลังจากสารละลายหมดแล้ว)
 - อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของน้ำ เป็นผลเนื่องมาจากอะไร (สารแคลเซียมคลอไรด์)
 - อุณหภูมิของน้ำ หลังจากเติมสารแคลเซียมคลอไรด์แตกต่างกัน เป็นผลเนื่องมาจากอะไร (ปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์ที่ใส่ลงไปนั้น)
 - ครูอธิบายให้นักเรียนฟังว่าในการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้น มักจะมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องกับการทดลองอยู่เสมอ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้นจะแบ่งออกได้เป็นสองพวก คือ ตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ซึ่งเรียกว่าตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมา นั้น ได้แก่ ปริมาณของสารแคลเซียมคลอไรด์ ส่วนตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นนั้นเปลี่ยนไป เรียกว่าตัวแปรตาม ซึ่งจากการทดลองนี้ ก็ได้แก่อุณหภูมิของน้ำ หลังจากใส่ปริมาณของสารแคลเซียมคลอไรด์แตกต่างกัน ตัวแปรชนิดที่สามได้แก่ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือสิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน ซึ่งจากการทดลองได้แก่ขนาดของบีกเกอร์ ปริมาณของน้ำ ขนาดของชิ้นตักสาร เป็นต้น
 - ให้นักเรียนตอบคำถามครูว่า ใช้ทักษะพื้นฐานอะไรบ้างเพื่อให้ได้ผลการทดลองตามใบงานชุดที่ 1/1 (การสังเกต คือ สังเกตการละลายของสาร อุณหภูมิของน้ำ ก่อนและหลังใส่สาร การวัดคือการใช้ช้อนตักสาร การตวงปริมาตรของน้ำ โดยใช้หลอดจล็ดยว การวัดอุณหภูมิของน้ำ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์, การสื่อความหมายข้อมูลคือ การนำผลการทดลองที่ได้ใส่ลงในตารางได้ถูกต้อง, การคำนวณ คือ การหาผลต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำ ก่อนและหลังใส่สารแคลเซียมคลอไรด์, การพยากรณ์คือ การทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่สารลงไปนั้น 6 ช้อนเบอร์ 1)

- ครูเน้นให้นักเรียนเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมนี้ ต้องอาศัยทักษะขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ได้ผลการทดลองตามต้องการ

4. ขั้นสรุป(15 นาที)

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปตามสาระต่อไปนี้

- การกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลองหนึ่งๆ
- ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนี้จริงหรือไม่
- ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย
- ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

4.2 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะในใบงานชุดที่ 3/2 ใช้เวลาประมาณ 10 นาที แล้วร่วมกันอภิปรายเฉลย

ผลงานของนักเรียน

1. การร่วมอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อสรุปสาระสำคัญของการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. การตอบคำถามในใบงานที่ 3/1 และ 3/2

รูปแบบการประเมิน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรพิจารณาจาก

1. การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. จำแนกและระบุตัวแปรจากการทดลองได้
3. ปฏิบัติการทดลองได้
4. บันทึกผลการทดลองได้
5. ผลการประเมินการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม(กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กำหนดและการควบคุมตัวแปร)

เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

1. การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 1 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดและการควบคุมตัวแปร
 - 2 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดและการควบคุมตัวแปร ได้ชัดเจน
 - 3 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดและการควบคุมตัวแปร ได้ชัดเจน และถูกต้องเหมาะสม
2. จำแนกและระบุตัวแปรจากการทดลอง
 - 1 คะแนน สามารถจำแนกตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนด
 - 2 คะแนน สามารถจำแนกตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบ
 - 3 คะแนน สามารถจำแนกตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบและถูกต้อง
3. ปฏิบัติการทดลอง
 - 1 คะแนน ทดลองตามวิธีและขั้นตอนที่กำหนดไว้ หรือ ดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้มีการปรับปรุงแก้ไข
 - 2 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยครูเป็นผู้แนะนำ ในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง
 - 3 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ
4. บันทึกผลการทดลอง
 - 1 คะแนน บันทึกผลการทดลองได้ครบทุกประเด็น
 - 2 คะแนน บันทึกผลการทดลองได้ครบทุกประเด็นและถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่
 - 3 คะแนน บันทึกผลการทดลองได้ครบทุกประเด็นและถูกต้อง สมบูรณ์

ใบงานชุดที่ 3/1
แบบฝึกทักษะการบ่งชี้และการควบคุมตัวแปร

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มละ 5-6 คน
2. ใช้บีกเกอร์ใบเล็ก 4 ใบ ใส่น้ำลงในบีกเกอร์ใบละ 75 cm^3 ทำเครื่องหมายเบอร์ 1, 2, 3 และ 4 บนบีกเกอร์แต่ละใบตามลำดับ
3. วัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์เบอร์ 1 จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงไปในบีกเกอร์เบอร์ 1 และคนให้ทั่ว จนกระทั่งแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด วัดอุณหภูมิของน้ำ ภายหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด

คำถามตอนที่ 1

- ก. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ก่อนใส่แคลเซียมคลอไรด์ได้.....
 - ข. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์หลังใส่แคลเซียมคลอไรด์ได้.....
 - ค. หลังจากใส่แคลเซียมคลอไรด์ 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงไปในบีกเกอร์แล้ว อุณหภูมิของน้ำ เปลี่ยนแปลงหรือไม่.....ถ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร.....
3. วัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์เบอร์ 2, 3 และ 4 จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 2 ช้อน เบอร์ 1, 3 ช้อน เบอร์ 1 และ 4 ช้อน เบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์เบอร์ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และคนให้ทั่ว จนกระทั่งแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด วัดอุณหภูมิของน้ำ ภายหลังจากที่ แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางข้างล่างนี้

เบอร์ บีกเกอร์	อุณหภูมิของน้ำ ในบีกเกอร์ก่อนเติม แคลเซียมคลอไรด์ ($^{\circ}\text{C}$)	จำนวนของ แคลเซียมคลอไรด์ที่ใส่ลง ไปในบีกเกอร์แต่ละใบ (1 ช้อน เบอร์ 1)	อุณหภูมิของน้ำใน บีกเกอร์แต่ละใบ หลังเติมแคลเซียมคลอไรด์ ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิ ที่เปลี่ยนแปลง ไป
1				
2				
3				
4				

คำถามตอนที่ 2

ก. นักเรียนใส่ น้ำ ที่มีปริมาณเท่ากันในบีกเกอร์แต่ละใบหรือไม่.....

ข. นักเรียนใส่แคลเซียมคลอไรด์ที่มีปริมาณเท่ากันลงในบีกเกอร์
แต่ละใบหรือไม่.....

ค. อุณหภูมิของน้ำ ภายในบีกเกอร์แต่ละใบเปลี่ยนแปลงไปเท่ากันหรือไม่
.....

ง. ลองทายซิว่าเกิดอะไรขึ้น ถ้านักเรียนใส่แคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 6 ช้อนเบอร์ 1 ลงใน
บีกเกอร์ที่มีปริมาณน้ำที่เท่ากัน
.....
.....



ใบงานชุดที่ 3/2
(แบบทดสอบทักษะการบ่งชี้และควบคุมตัวแปร)

1. จากข้อความในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้เขียนตัวแปรที่เกี่ยวข้องในช่องว่างที่เว้นไว้

1) ความสูงของต้นถั่วขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ต้นถั่วได้รับ

.....
.....

2) ปริมาณของแสงที่แตกต่างกันในแต่ละวัน มีผลต่อจำนวนของไข่ที่ถูกฟักออกมา

.....
.....

3) เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ไข่ที่ต้มจะสุกเร็วขึ้น

.....
.....

4) หญ้าจะสูงขึ้นถ้าได้รับปริมาณน้ำ และปุ๋ย มากขึ้น

.....
.....

5) เวลาที่ใช้ในการวิ่ง 1 กิโลเมตรขึ้นอยู่กับปริมาณการออกกำลังกาย

.....
.....

2. จากข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้ ตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

1) ชนงได้ทำการทดลองโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 1 ช้อนเบอร์ 1 เท่ากันลงในบีกเกอร์ใบเล็กขนาดเดียวกัน 4 ใบ ซึ่งแต่ละใบบรรจุน้ำที่มีปริมาณแตกต่างกันและคนให้ทั่วหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด เขาก็วัดอุณหภูมิของน้ำภายในบีกเกอร์แต่ละใบ

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

2) เพื่อศึกษาว่าปริมาณของวิตามินเอที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเลี้ยงหนู โดยแบ่งหนูออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่เหมือนกัน แต่ได้รับปริมาณของวิตามินที่ต่างกัน หลังจากเลี้ยงหนูไว้ สัปดาห์ เขาชั่งน้ำหนักของหนูแต่ละตัว

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

3) แม่เหล็กไฟฟ้าจะดูดจํานวนตะปูได้มากขึ้นใช้หรือไม่ ถ้าแม่เหล็กไฟฟ้านั้น มีจํานวนแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

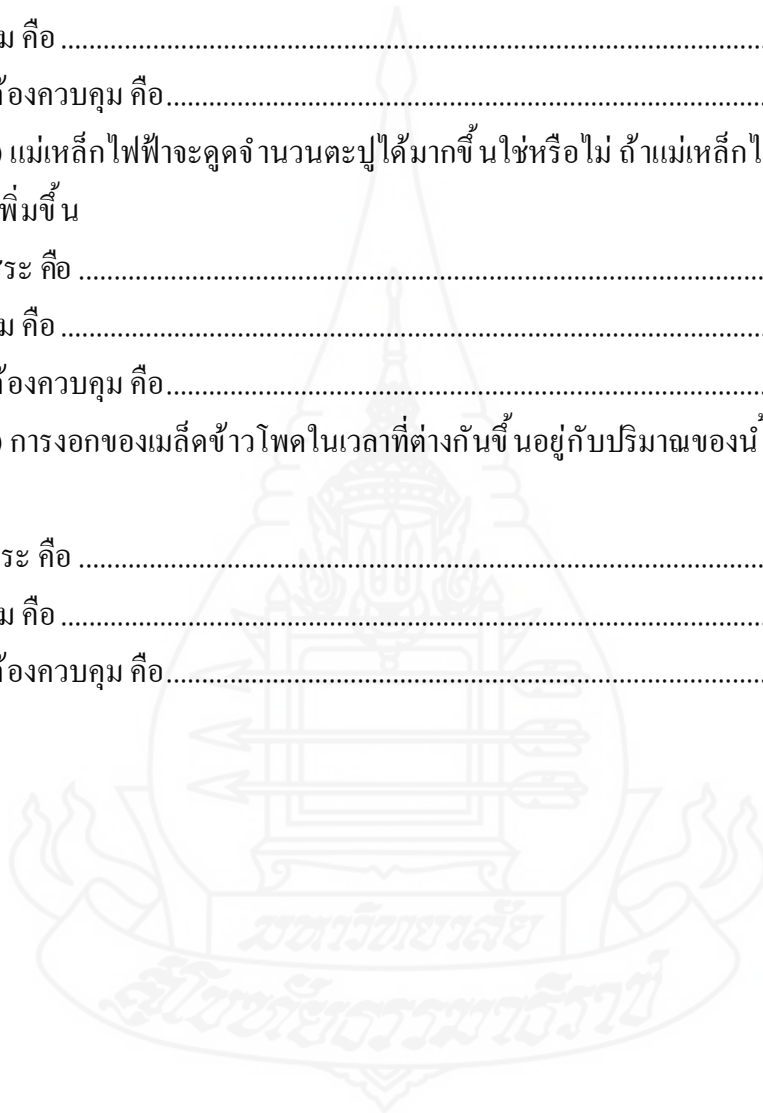
ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

4) การงอกของเมล็ดข้าวโพดในเวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำ มันที่ได้รับใช้หรือไม่

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ



เฉลยคำตอบใบงานชุดที่ 3/1
แบบฝึกทักษะการบ่งชี้และการควบคุมตัวแปร

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มละ 5-6 คน
2. ใช้บีกเกอร์ใบเล็ก 4 ใบ ใส่น้ำลงในบีกเกอร์ใบละ 75 cm^3 ทำเครื่องหมายเบอร์ 1, 2, 3 และ 4 บนบีกเกอร์แต่ละใบตามลำดับ
3. วัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์เบอร์ 1 จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงไปในบีกเกอร์เบอร์ 1 และคนให้ทั่ว จนกระทั่งแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด วัดอุณหภูมิของน้ำ ภายหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด

คำถามตอนที่ 1

- ก. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ก่อนใส่แคลเซียมคลอไรด์ได้ 28.5°C
- ข. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์หลังใส่แคลเซียมคลอไรด์ได้ 28.5°C
- ค. หลังจากใส่แคลเซียมคลอไรด์ 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงไปในบีกเกอร์แล้ว อุณหภูมิของน้ำ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ ไม่เปลี่ยนแปลง
3. วัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์เบอร์ 2, 3 และ 4 จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 2 ช้อน เบอร์ 1, 3 ช้อน เบอร์ 1 และ 4 ช้อน เบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์เบอร์ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และคนให้ทั่ว จนกระทั่งแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด วัดอุณหภูมิของน้ำ ภายหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางข้างล่างนี้

เบอร์บีกเกอร์	อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ก่อนเติมแคลเซียมคลอไรด์ ($^\circ\text{C}$)	จำนวนของแคลเซียมคลอไรด์ที่ใส่ลงไปในบีกเกอร์แต่ละใบ (1 ช้อน เบอร์ 1)	อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์แต่ละใบ หลังเติมแคลเซียมคลอไรด์ ($^\circ\text{C}$)	อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป
1	28.5	1	28.5	0
2	28.5	2	29	0.5
3	28.5	3	29.5	1.0
4	28.5	4	30.5	1.5

คำถามตอนที่ 2

ก. นักเรียนใส่น้ำ ที่มีปริมาณเท่ากันในบีกเกอร์แต่ละใบหรือไม่เท่ากัน

ข. นักเรียนใส่แคลเซียมคลอไรด์ ที่มีปริมาณเท่ากันลงในบีกเกอร์

แต่ละใบหรือไม่เท่ากัน

ค. อุณหภูมิของน้ำ ภายในบีกเกอร์แต่ละใบเปลี่ยนแปลงไปเท่ากันหรือไม่ไม่เท่ากัน

ง. ลองทายชีวาเกิดอะไรขึ้น ถ้าน้ำนักเรียนใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 6 ซ้อนเบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์ที่มีปริมาณน้ำ ที่เท่ากัน

อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น (คำตอบอาจแตกต่างจากที่เฉลย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความรอบคอบในการวัดอุณหภูมิและความถูกต้องในการตักสาร)



เฉลยใบงานชุดที่ 3/2
(แบบทดสอบทักษะการบ่งชี้และควบคุมตัวแปร)

1. จากข้อความในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้เขียนตัวแปรที่เกี่ยวข้องในช่องว่างที่เว้นไว้
 - 1) ความสูงของต้นถั่วขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ต้นถั่วได้รับ
 - ความสูงของต้นถั่ว
 - ปริมาณของน้ำ
 - 2) ปริมาณของแสงที่แตกต่างกันในแต่ละวัน มีผลต่อจำนวนของไข่ที่ถูกฟักออกมา
 - ปริมาณของแสง
 - จำนวนไข่ที่ถูกฟัก
 - 3) เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ไข่ที่ต้มจะสุกเร็วขึ้น
 - อุณหภูมิของน้ำ
 - เวลาที่ใช้ต้มไข่
 - 4) หญ้าจะสูงขึ้นถ้าได้รับปริมาณน้ำและปุ๋ยมากขึ้น
 - ความสูงของต้นหญ้า
 - ปริมาณน้ำและปุ๋ย
 - 5) เวลาที่ใช้ในการวิ่ง 1 กิโลเมตรขึ้นอยู่กับปริมาณการออกกำลังกาย
 - เวลาที่ใช้ในการวิ่ง
 - ปริมาณการออกกำลังกาย
2. จากข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้ ตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม
 - 1) ชนงาได้ทำการทดลองโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 1 ซ้อนเบอร์ 1 เท่ากันลงในบีกเกอร์ใบเล็กขนาดเดียวกัน 4 ใบ ซึ่งแต่ละใบบรรจุน้ำที่มีปริมาณแตกต่างกันและคนให้ทั่วหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด เขาก็วัดอุณหภูมิของน้ำภายในบีกเกอร์แต่ละใบ

ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณน้ำ

ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิของน้ำ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปริมาณปริมาณแคลเซียมคลอไรด์, ขนาดของซ้อนตักสาร

2) เพื่อศึกษาว่าปริมาณของวิตามินเอที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเลี้ยงหนู โดยแบ่งหนูออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่เหมือนกัน แต่ได้รับปริมาณของวิตามินที่ต่างกัน หลังจากเลี้ยงหนูได้ สัปดาห์ เขาชั่งน้ำหนักของหนูแต่ละตัว

ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณของวิตามิน เอ

ตัวแปรตาม คือ น้ำหนักของหนู

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คืออาหารที่ใช้เลี้ยงหนู ชนิดและขนาดของหนู

3) แม่เหล็กไฟฟ้าจะดูดจำนวนตะปูได้มากขึ้น ใ้หรือไม่ ถ้าแม่เหล็กไฟฟ้านั้น มีจำนวนแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรอิสระ คือ จำนวนแบตเตอรี่

ตัวแปรตาม คือ จำนวนตะปูที่ถูกดูด

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า, ชนิดของแบตเตอรี่

4) การงอกของเมล็ดข้าวโพดในเวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำ ามันที่ได้รับ ใ้หรือไม่

ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณของน้ำ

ตัวแปรตาม คือ เวลาในการงอกของเมล็ดข้าวโพด

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ชนิดและความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวโพด, ชนิดและปริมาณของดิน ที่ใช้ปลูกข้าวโพด

คู่มือครู

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม กิจกรรมชุดที่ 4 เรื่อง การทดลอง วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

การทดลองเป็นกิจกรรมที่รวมเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมดมาใช้ในการทดลองอาจเริ่มต้นมาจากปัญหา จากนั้นก็มีการเลือกตัวแปรที่จะศึกษา มีการตั้งสมมติฐาน การให้คำนิยามปฏิบัติการของตัวแปร การออกแบบการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลองสำหรับกิจกรรมนี้ จะเน้นเฉพาะการออกแบบการทดลองและการบันทึกผลการทดลองเท่านั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะในการทดลอง
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลอง

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบกิจกรรมชุดที่ 4 เรื่อง การทดลอง แล้วนักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

เนื้อหา

1. ความหมายของการทดลอง
2. องค์ประกอบของการทดลอง ประกอบด้วย 3 ทักษะ คือ การจำแนกทักษะที่เป็น
 - 2.1 การออกแบบการทดลอง
 - 2.2 การปฏิบัติการทดลอง
 - 2.3 การบันทึกผลการทดลอง
3. ความหมายของทักษะองค์ประกอบของการทดลอง

เวลาที่ใช้

2 ชั่วโมง(120 นาที)

สื่อ

1. ใบงานชุดที่ 4/1 (ทักษะการทดลอง 1) 1ชุด/ นักเรียน 1 คน
2. ใบงานชุดที่ 4/2 (ทักษะการทดลอง 2) 1 ชุด/นักเรียน 1 กลุ่ม
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

กิจกรรม**1. ขั้นนำ(25 นาที)**

1.1 ครูแจกใบงานชุดที่ 4/1 เรื่อง ทักษะการทดลอง(1) ให้นักเรียนทุกคนแล้วบอกนักเรียนว่า กิจกรรมต่อไปนี้นักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เรียนมาช่วยในการทำกิจกรรมก่อนอื่นให้นักเรียนศึกษาใบงานชุดที่ 4/1 ที่แจกให้ว่าทำอะไรบ้าง ถ้าข้อคำถามใดนักเรียนไม่เข้าใจให้ถามก่อนที่จะทำกิจกรรม

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย คำตอบใบงานชุดที่4/1 ครูเป็นผู้ถามคำถามตามใบงาน นักเรียนทุกคนจะช่วยกันตอบถ้าคำถามใดนักเรียนตอบไม่ได้หรือตอบไม่ชัดเจนครูควรช่วยนักเรียนให้เข้าใจคำถาม โสที่ไม่พยายามตอบคำถามเหล่านั้นเสียเอง เพราะคำถามเหล่านี้ นักเรียนต้องใช้สติปัญญาของตนเองในการตอบ ครูสังเกตการณ์และประเมินผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

1.3 หลังจากตอบคำถามทุกครั้งเรียกชื่อแล้ว ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน

1.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั้นประจำโต๊ะตามที่ครูกำหนด

2. ขั้นกิจกรรม(50 นาที)

2.1 ครูแจกใบงานชุดที่ 4/2 เรื่อง ทักษะการทดลอง (2)

2.2 ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตามใบงานชุดที่4/2 โดยใช้เวลาในการทำประมาณ 50 นาที โดยให้สมาชิกกลุ่มร่วมปรึกษากัน

2.3 เมื่อนักเรียนพร้อมแล้วครูให้สัญญาณนักเรียนลงมือทำกิจกรรม และในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมครูเดินสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มเพื่อนำมาใช้ประกอบการอภิปราย

3. ขั้นอภิปรายผล(30 นาที)

3.1 เมื่อหมดเวลาแล้ว ครูให้ทุกกลุ่มหยุดทำกิจกรรม

3.2 ครูให้ทุกกลุ่มรายงานผลตามใบงานที่ 4/2 หน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

- สมมติฐาน คือ อะไร*
- ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมจากสมมติฐานคืออะไร
- การออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานเป็นอย่างไร*
- อุปกรณ์ที่ใช้มีอะไรบ้าง*
- ตารางบันทึกผลการทดลองควรมีลักษณะอย่างไร

3.3 ในแต่ละขั้นตอนของการรายงานผล ครูซักถามนักเรียนว่า ขั้นตอนเหล่านี้คือทักษะใด
 (* คำตอบแต่ละคำถามให้ดูตามแบบเฉลยคำตอบของใบงานชุดที่4/2 ในคู่มือครู)

4. ขั้นสรุป (15 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายและขั้นตอนของการทดลอง

4.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนตามสาระต่อไปนี้

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน
 การทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง
 และเหมาะสม
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ผลงานของนักเรียน

1. การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของทักษะการทดลอง
2. ตอบคำถามใบงานที่ 4/1 และ 4/2
3. ออกแบบการทดลอง

รูปแบบการประเมิน ทักษะการทดลองพิจารณาจาก

1. การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของทักษะการทดลอง
2. ออกแบบการทดลองเพื่อตอบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. เลือกอุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
4. ผลการประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
 ก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม(กิจกรรมที่ 4
 เรื่องการทดลอง)

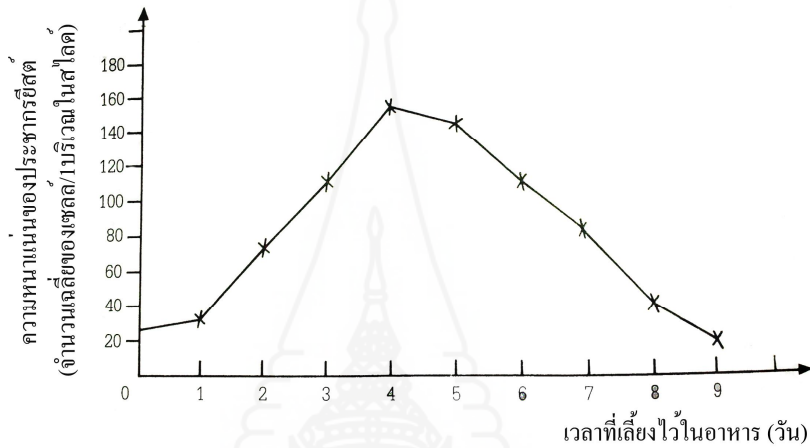
เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ทักษะการทดลอง

1. การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของทักษะการทดลอง
 - 1 คะแนน การมีส่วนร่วมในการอภิปราย เพื่อสรุปสาระสำคัญของทักษะการทดลอง
 - 2 คะแนน การมีส่วนร่วมในการอภิปราย เพื่อสรุปสาระสำคัญของทักษะการทดลองชัดเจน
 - 3 คะแนน การมีส่วนร่วมในการอภิปราย เพื่อสรุปสาระสำคัญของทักษะการทดลองชัดเจนถูกต้องเหมาะสม
2. ออกแบบการทดลองเพื่อตอบปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานจากสถานการณ์ที่กำหนด
 - 1 คะแนน ออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐาน
 - 2 คะแนน ออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐาน เรียงลำดับกิจกรรมการทดลองเหมาะสม
 - 3 คะแนน ออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐาน เรียงลำดับกิจกรรมการทดลองถูกต้องเหมาะสม
3. เลือกอุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
 - 1 คะแนน ใช้อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีครบตามที่กำหนด
 - 2 คะแนน ใช้อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีครบตามที่กำหนด ตามขั้น ตอน
 - 3 คะแนน ใช้อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีครบตามที่กำหนด ตามขั้น ตอนอย่างถูกต้องเหมาะสม

ใบงานชุดที่ 4/1
เรื่อง ทักษะการทดลอง 1

ศึกษาจากกราฟและข้อมูลที่ให้ดังตารางต่อไปนี้

กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรยีสต์ที่เลี้ยงไว้ในอาหาร



1. จากกราฟนักเรียนจะตั้งปัญหาอะไรได้บ้าง

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5

2. จากปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นจงเลือกปัญหา ปัญหา ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสำคัญและอยากนำไปทดลอง แล้วตั้งสมมติฐานจากปัญหานั้น

ปัญหาที่เลือก คือ

สมมติฐาน คือ

3. จากปัญหาและสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน คือ

.....

3.2 ตัวแปรต้น คือ.....

3.3 ตัวแปรตาม คือ

3.4 ตัวแปรควบคุมคือ

3.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

3.6 นักเรียนวางแผนที่จะลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น โดยบังเอิญและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นน้อยเป็นระบบน้อยที่สุดได้อย่างไร

.....

.....

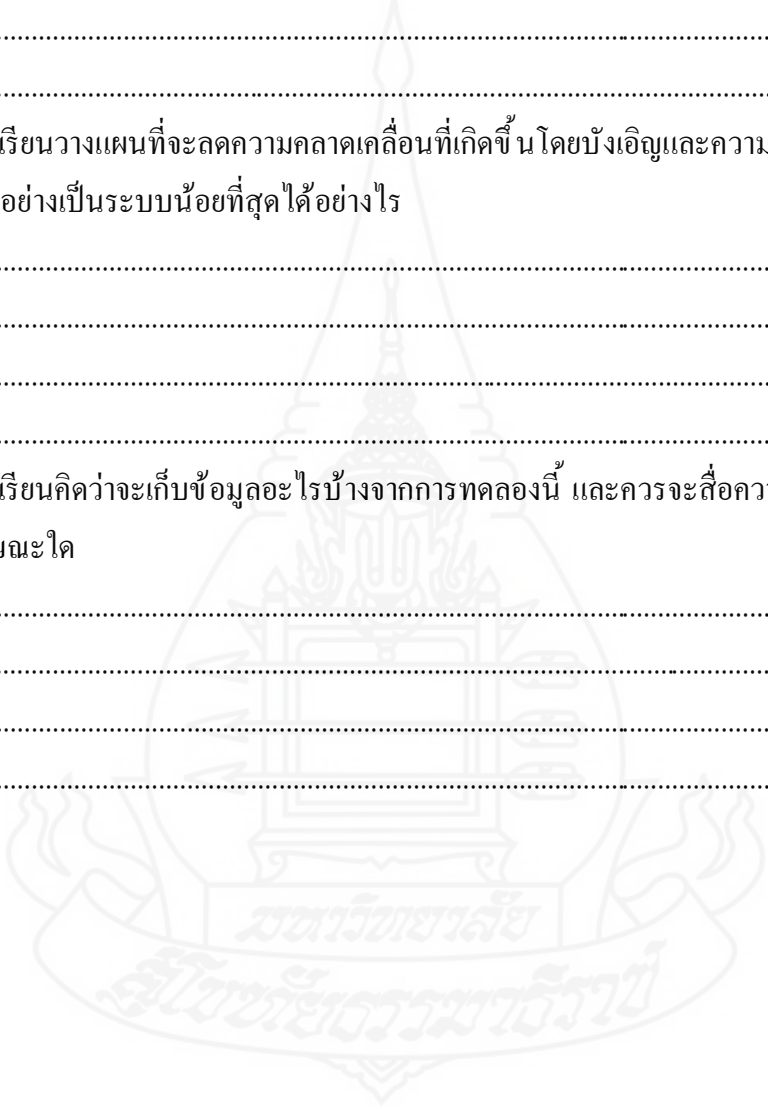
.....

3.7 นักเรียนคิดว่าจะเก็บข้อมูลอะไรบ้างจากการทดลองนี้ และควรจะสื่อความหมายข้อมูลในลักษณะใด

.....

.....

.....



ใบงานชุดที่ 4/2
เรื่อง ทักษะการทดลอง 2

จงออกแบบการทดลองจากปัญหาต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 : น้ำ จะระเหยได้เร็วขึ้นหรือไม่ ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำ ถูกอากาศมากขึ้น
- กลุ่มที่ 2 : ลูกบอลจะกระเด็นสูงขึ้นหรือไม่ ถ้าปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้นลงสู่พื้น
- กลุ่มที่ 3 : อัตราการหายใจของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศมากขึ้น
- กลุ่มที่ 4 : อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าอาหารสัตว์มีปริมาณของ โปรตีนมากขึ้น
- กลุ่มที่ 5 : ดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำไว้ในปริมาณที่ต่างอย่างไร

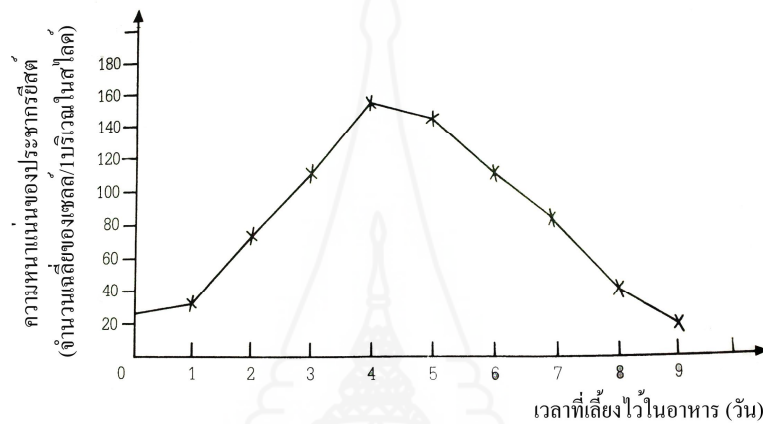


เฉลยคำตอบ ใบงานชุดที่ 4/1

เรื่อง ทักษะการทดลอง 1

ศึกษาจากกราฟและข้อมูลที่ให้ดังตารางต่อไปนี้

กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรยีสต์ที่เลี้ยงไว้ในอาหาร



1. จากกราฟนักเรียนจะตั้งปัญหาอะไรได้บ้าง

1) ปัญหา

1.1 เหตุใดประชากรยีสต์จึงไม่เพิ่มจำนวนหลังจากวันที่ 4 ไปแล้ว

1.2 อะไรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ประชากรยีสต์ลดลง

1.3 ของเสียที่เพิ่มจำนวนขึ้นเป็นสาเหตุที่ทำให้ประชากรยีสต์ลดลงใช่หรือไม่

1.4 การขาดแคลนอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้ประชากรยีสต์ลดลงใช่หรือไม่

1.5 สภาวะใดที่ยีสต์เจริญเติบโตได้

1.6 ประชากรสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มีแบบแผนของการเจริญเติบโตตามนี้ด้วยหรือไม่

1.7 อาหารต่างชนิดกันเป็นสาเหตุให้ยีสต์เจริญเติบโตแตกต่างกันหรือไม่

2. จากปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นจงเลือกปัญหา ปัญหา ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสำคัญและชวนนำไปทดลอง แล้วตั้งสมมติฐานจากปัญหานั้น

ปัญหาที่เลือก คือ การขาดแคลนอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้ประชากรยีสต์ลดลงใช่หรือไม่

สมมติฐาน คือ ถ้าการขาดแคลนอาหารทำให้จำนวนเซลล์ยีสต์ลดลงหลังจาก 4 วันไปแล้ว ดังนั้นเมื่อเติมกากน้ำตาล 5 cm^3 ลงไปในสารละลายอาหารที่เลี้ยงยีสต์ไว้ 4 วันแล้ว น่าจะมีผลให้จำนวนเซลล์ยีสต์เพิ่มขึ้นในขณะที่เมื่อเติมน้ำ 5 cm^3 ลงไปในสารละลายอาหารที่เลี้ยงยีสต์ไว้ 4 วันแล้วเช่นกัน ไม่มีผลทำให้เพิ่มจำนวนเซลล์ยีสต์

3. จากปัญหาและสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน คือ

จำนวนเซลล์ยีสต์

ปริมาณของอาหารที่ยีสต์ได้รับ

ชนิดของอาหารที่เลี้ยงยีสต์

จำนวนวันที่เลี้ยงยีสต์

ภาชนะที่เลี้ยงยีสต์

3.2 ตัวแปรต้น คือ ชนิดของอาหารที่ยีสต์ได้รับ

3.3 ตัวแปรตาม คือ จำนวนเซลล์ยีสต์

3.4 ตัวแปรควบคุมคือ ภาชนะที่ใช้เลี้ยงยีสต์

ช่วงเวลาที่ใช้เลี้ยงยีสต์ก่อนให้อาหารครั้งใหม่

ปริมาณของอาหารที่เลี้ยงยีสต์

ฯลฯ

3.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

- การเติมกากน้ำตาล 5 cm^3 ลงไปในยีสต์ที่เลี้ยงไว้ในสารละลายอาหารที่เลี้ยงยีสต์ไว้ 4 วันแล้ว เติรมีได้โดยการเติมน้ำตาล 5 cm^3 ลงในน้ำ 45 cm^3 แล้วหยดสารละลายอาหารที่มียีสต์อยู่เลี้ยงอยู่แล้ว 4 วันลงไป 10 หยด การเติมน้ำ 5 cm^3 ลงไปในสารละลายอาหารที่เลี้ยงยีสต์ไว้ 4 วันแล้วทำได้โดยหยดสารละลายอาหารที่มียีสต์เลี้ยงอยู่แล้ว 4 วัน ลงในน้ำ 50 cm^3 10 หยด หลังจากนั้น 1 วันนับจำนวนเซลล์ยีสต์จากทั้งสองแห่งว่ามีจำนวนเซลล์ยีสต์เพิ่มขึ้นเท่าไร

3.6 นักเรียนวางแผนที่จะลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบน้อยที่สุดได้อย่างไร

- การลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบทำได้โดยเก็บตัวอย่างยีสต์ลงมาจากหลายบริเวณของอาหารเลี้ยง (ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง) นับจำนวนเซลล์ยีสต์แต่ละครั้งจากหลายๆ แห่งบนสไลด์ และเก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ครั้ง การลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญทำได้โดย ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนับจำนวน เซลล์ 2 หรือ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของกลุ่ม แล้วบันทึกผลลงในตารางด้วยความรอบคอบ

3.7 นักเรียนคิดว่าจะเก็บข้อมูลอะไรบ้างจากกรทดลองนี้ และควรจะสื่อความหมายข้อมูลในลักษณะใด

- เก็บข้อมูลโดยการนับจำนวนเซลล์จากตัวอย่างยีสต์ที่มาจากอาหารที่เลี้ยงในแต่ละวัน และสื่อความหมายของข้อมูลโดยใช้กราฟ

* คำตอบที่เฉลยนี้เป็นเพียงแต่แนวคำตอบหนึ่งจากหลายๆ คำตอบ นักเรียนอาจตอบแตกต่างจากที่เฉลยไว้ก็ได้ ครูเพียงแต่พิจารณาว่าคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร



เฉลย ใบงานชุดที่ 4/2
เรื่อง ทักษะการทดลอง 2

จงออกแบบการทดลองจากปัญหาต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 : น้ำจะระเหยได้เร็วขึ้นหรือไม่ ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำ ถูกอากาศมากขึ้น
- กลุ่มที่ 2 : ลูกบอลจะกระเด็นสูงขึ้นหรือไม่ ถ้าปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้นลงสู่พื้น
- กลุ่มที่ 3 : อัตราการหายใจของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศมากขึ้น
- กลุ่มที่ 4 : อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าอาหารสัตว์มีปริมาณของ โปรตีนมากขึ้น
- กลุ่มที่ 5 : ดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำไว้ในปริมาณที่ต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 1 : น้ำจะระเหยได้เร็วขึ้นหรือไม่ ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำถูกอากาศมากขึ้น

ปัญหา : น้ำจะระเหยได้เร็วขึ้นหรือไม่ ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำ ถูกอากาศมากขึ้น

สมมติฐาน : ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำ ที่สัมผัสกับอากาศมีผลต่ออัตราการระเหยของน้ำ ดังนั้น น้ำ ที่มีพื้นผิวหน้าสัมผัสกับอากาศมากจะมีอัตราการระเหยเร็วกว่าน้ำ ที่มีพื้นผิวหน้าสัมผัสกับอากาศน้อย

ตัวแปรต้น : พื้นผิวหน้าของน้ำ ที่สัมผัสกับอากาศวัดโดยคำนวณพื้นที่ผิวของน้ำ ในภาชนะ

ตัวแปรตาม : อัตราการระเหยของน้ำ (คำนวณหาปริมาตรของน้ำ ที่หายไปในช่วง หนึ่งเวลา)

ตัวแปรที่ต้องควบคุม : ปริมาตรของน้ำ ที่ใส่ในภาชนะ

วัสดุที่ใช้ทำภาชนะที่ใส่น้ำ

อุณหภูมิของน้ำ

สภาพแวดล้อมที่ตั้งภาชนะ

ฯลฯ

อุปกรณ์ : 1. จานแก้ว, ชามแก้ว, ถ้วยแก้ว ที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันอย่างละ

1 ใบ

2. น้ำ 200 cm³

3. กระบองตวงขนาด 50 cm³

4. นาฬิกาจับเวลา

- วิธีการทดลอง :
1. นำจานแก้ว ชามแก้ว, และถ้วยแก้วอย่างละ 1 ใบ ใส่ น้ำ ลงไปในภาชนะ เหล่านั้น ใบละ 50 cm^3
 2. วัดพื้นที่ผิวหน้าของภาชนะของน้ำ ที่สัมผัสกับอากาศในภาชนะแต่ละใบ
 3. นำภาชนะทั้งหมดไปวางกลางแดดเป็นเวลา ชั่วโมง
 4. วัดปริมาตรของน้ำ ที่เหลือในภาชนะแต่ละใบ แล้วบันทึกผลลงใน ตารางบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของภาชนะ	พื้นที่ผิวหน้า ของน้ำที่ สัมผัสอากาศ (cm^2)	ปริมาตร ของน้ำ ที่ใช้ (cm^3)	ปริมาตร ของน้ำ ที่เหลือ (cm^3)	ปริมาตร ของน้ำที่ ระเหยไป (cm^3)	อัตราการ ระเหย ของน้ำ (cm^3/hr)
จานแก้ว ชามแก้ว ถ้วยแก้ว					

กลุ่มที่ 2 : ลูกบอลจะกระเด็นสูงขึ้นหรือไม่ ถ้าปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้นลงสู่พื้น

ปัญหา : ลูกบอลจะกระเด็นสูงขึ้นหรือไม่ ถ้าปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้นลงสู่พื้น

สมมติฐาน : ถ้าการปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้นลงสู่พื้น มีผลต่อความสูงที่ลูกบอล

กระเด็นขึ้น ดังนั้น ลูกบอลที่ปล่อยจากระดับที่สูงจะกระเด็นสูงกว่าที่ลูกบอล
ที่ปล่อยจากระดับที่ต่ำกว่า

ตัวแปรต้น : ระดับความสูงที่ปล่อยลูกบอล (วัดระดับความสูงจากพื้นถึงจุดที่ปล่อยลูกบอล)

ตัวแปรตาม : ความสูงที่ลูกบอลกระเด็นขึ้นจากพื้น

ตัวแปรที่ต้องควบคุม : ขนาดของลูกบอล

น้ำหนักของลูกบอล

ความยืดหยุ่นของลูกบอล

ลักษณะของพื้น

แรงที่ปล่อยลูกบอลในแต่ละครั้ง

- อุปกรณ์:** 1. ลูกบอล 1 ลูก
 2. ตลับเมตร 1 อัน
 3. กระดาษหน้าขาวหลังเทา 1 แผ่น
 4. คัตเตอร์ 1 อัน
 5. เมจิกสีแดง 1 แท่ง สีน้ำเงิน 1 แท่ง

- วิธีการทดลอง:** 1. ตัดกระดาษหน้าขาวหลังเทาที่มามีตราส่วนไว้ข้างเสาที่จะทำการทดลอง
2. ปักลูกบอลจากระดับความสูง 40 เมตร เช่นตึกเมตร ลงบนพื้นแล้วอ่านค่าความสูงที่ลูกบอลกระเด็นขึ้น โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
 3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนระดับความสูงเป็น 80, 120, 160, และ 200 เซนติเมตร ตามลำดับ
 4. บันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความสูงจากพื้นที่พักลูกบอล (เซนติเมตร)	ความสูงที่ลูกบอลกระเด็นขึ้น (เซนติเมตร)
40	
80	
120	
160	
200	

กลุ่มที่ 3 : อัตราการหายใจของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมากขึ้น

ปัญหา: อัตราการหายใจของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมากขึ้น

สมมติฐาน: ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่ผลต่ออัตราการหายใจของสัตว์แล้ว ดังนั้นที่ที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมาก อัตราการหายใจของสัตว์จะเร็วขึ้น และที่ที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศน้อย อัตราการหายใจของสัตว์จะช้าลง

ตัวแปรต้น: ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

ตัวแปรตาม: อัตราการหายใจของสัตว์

ตัวแปรที่ต้องควบคุม: อายุของหนูขาว

เพศของหนูขาว

เวลาที่ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปให้หนูขาวในชุดทดลอง

น้ำหนักของหนูขาว

ขนาดของตัวหนูขาว

ฯลฯ

อุปกรณ์: 1. ชุดหนูขาวที่มีอายุ, ขนาด, น้ำหนักใกล้เคียงกัน จำนวน ๓ ตัว

2. ชุดทดลองวัดอัตราการหายใจของสัตว์จำนวน ๓ ชุด

3. ชุดเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 4 ชุด

4. CaCO_3

5. HCL 6 mol/l จำนวน 1 ขวด

6. บีกเกอร์ขนาดปริมาตร 100 cm^3 จำนวน 1 ใบ

7. กระบอกตวงขนาดปริมาตร 50 cm^3 จำนวน 1 ใบ

8. ไม้หนีบจำนวน 5 อัน

9. หลอดหยด 1 อัน

วิธีทดลอง: 1. ใส่หนูขาวที่เตรียมไว้ลงในชุดทดลองวัดอัตราการหายใจชุดที่ 1 จำนวน 1 ตัว

2. ใส่ CaCO_3 ลงในชุดเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เตรียมไว้จนเต็ม จำนวน 4 ชุด

3. ต่อปลายหลอดนำก๊าซของชุดเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ชุดที่ 1 เข้ากับชุดทดลองวัดอัตราการหายใจชุดที่ 1 แล้วต่อหลอดนำก๊าซของชุดวัดอัตราการหายใจของสัตว์เข้ากับหลอดคาปิลลารี ที่มีน้ำสีอยู่ที่ปลายข้างหนึ่ง โดยหลอดคาปิลลารีวางทาบบนไม้บรรทัด

4. เติม HCL จำนวน 10 cm^3 ลงในชุดเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ชุดที่ 1 ทิ้งไว้เวลานาน 2 นาที สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของหยดน้ำสี และวัดระยะเวลาทางการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสีทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 10 นาที บันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตาราง

5. ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับข้อ ๓ และ 4 แต่เปลี่ยนปริมาตรของ HCL เป็น 15, 20 และ 25 cm^3 ลงในชุดเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ชุดที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ สังเกตและบันทึกผล

6. นำผลที่ได้จากการทดลองที่ 4 ชุด มาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของชุดที่ 5 ซึ่งไม่ได้เพิ่มปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในชุดวัดอัตราการหายใจของสัตว์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปริมาณของ HCL (cm ³)	ระยะทางที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ใน เวลา 10 นาที (cm)	ปริมาตรของก๊าซที่ใช้ในการหายใจ (cm ³) (ระยะทางที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ x พื้นที่หน้าตัดของหลอดคาปิลลารี)
0		
10		
15		
20		
25		

กลุ่มที่ 4 : อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าอาหารสัตว์มีปริมาณของโปรตีนมากขึ้น

ปัญหา: อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าอาหารสัตว์ปริมาณของโปรตีนมากขึ้น

สมมติฐาน: ถ้าปริมาณโปรตีนในอาหารสัตว์มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์แล้ว ดังนั้น

สัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณโปรตีนมาก จะมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนน้อยกว่า

ตัวแปรต้น: ปริมาณของโปรตีนในอาหารสัตว์

ตัวแปรตาม: อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์

ตัวแปรควบคุม: 1. ปริมาณอาหารและน้ำ หนักที่ให้สัตว์ในแต่ละครั้ง

2. ชนิดของสัตว์

3. ขนาดของสัตว์

4. อายุ เพศของสัตว์

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

6. บริเวณที่เลี้ยงสัตว์

อุปกรณ์: 1. หนูตะเภา เพศเมีย อายุ 10 วัน 15 ตัว

2. กรงสัตว์พร้อมภาชนะใส่อาหารและน้ำ ที่มีลักษณะเหมือนกัน 15 กรง
3. อาหารสัตว์ที่มีปริมาณโปรตีนผสมอยู่ 5%, 20% และ 40% จำนวนชนิดละ 400 กรัม
4. หลอดฉีดยา
5. บีกเกอร์
6. น้ำ
7. เครื่องชั่ง
8. สายวัด

วิธีทดลอง: 1. นำ หนูตะเภาที่เตรียมไว้มาชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และขนาดของลำตัวหัว ตัว และบันทึกผล

2. นำ หนูตะเภา ทั้ง 15 ตัว ใส่ในกรงที่เตรียมไว้กรงละ 1 ตัว และนำไปไว้ในบริเวณเดียวกัน โดยเขียนหมายเลขกำกับแต่ละกรง

3. ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน 5% กับหนูกรงที่ 1-5 อาหารที่มีปริมาณโปรตีน 20% กับหนูกรงที่ 6-10 และอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 40% กับหนูกรงที่ 11-15 โดยให้อาหารหนูตัวละ 5 กรัม และน้ำ 10 cm³ ในเวลา 7.00 น. 12.00 น. และ 18.00 น. ของทุกๆ วันเป็นเวลา 20 วัน

4. ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และขนาดของลำตัวหนูตะเภาแต่ละตัวในเวลารวม 30 น. ของแต่ละวัน ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนครบ 20 วัน และบันทึกผลที่ได้ทุกๆ ครั้งลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปริมาณโปรตีนในอาหาร	อัตราการเจริญเติบโตของหนู		
	น้ำหนักเฉลี่ย (g)	ความยาวเฉลี่ย (cm)	ขนาดของลำตัวเฉลี่ย (cm)
5%			
20%			
40%			

กลุ่มที่ 5 : ดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำไว้ในปริมาณที่ต่างกันอย่างไร

ปัญหา: ดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำไว้ในปริมาณที่ต่างกันอย่างไร

สมมติฐาน : ถ้าชนิดของดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่อุ้มน้ำไว้ ดังนั้นดินเหนียวจะอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าดินร่วน และดินร่วนจะอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าดินทราย

ตัวแปรต้น: ชนิดของดิน

ตัวแปรตาม: ปริมาณน้ำที่ดินอุ้มน้ำไว้

ตัวแปรควบคุม: 1. ปริมาณของดิน
2. ปริมาณของน้ำ
3. ขนาดของกระป๋องนม
4. ขนาดและจำนวนรูของกระป๋องนม
5. ระยะเวลาในการทดลอง

อุปกรณ์: 1. กระป๋องนมรูปร่างและขนาดเดียวกัน 6 ใบ โดยที่ 3 ใบเจาะรูที่ก้นกระป๋องประมาณ 30 รู
2. ดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย อย่างละ 1 กิโลกรัม
3. น้ำ
4. บีกเกอร์ขนาด 250 cm³ จำนวน 3 ใบ
5. กระบอกตวงขนาด 100 cm³
6. ผ้าขาวบางขนาด 15 x 15 cm. จำนวน 3 ผืน
7. นาฬิกาจับเวลา

วิธีทดลอง: 1. นำดินแต่ละชนิด คือ ดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย มาใส่ในกระป๋องนมที่เจาะรูแต่ละใบ ในปริมาณ 2/3 ของกระป๋อง
2. นำกระป๋องที่ใส่ดินเหล่านี้วางซ้อนบนกระป๋องที่ไม่ได้เจาะรูแต่ละใบ โดยมีผ้าขาวบางกั้นไว้ระหว่างกระป๋องทั้งสอง
3. ตวงน้ำ ปริมาตร 10 cm³ ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 cm³ แต่ละใบแล้วเทลงในกระป๋องนมที่ใส่ดินแต่ละชนิดพร้อมๆ กัน
4. ให้นักเรียนสังเกตความเร็วของน้ำที่ไหลจากกระป๋องใบบนลงสู่ใบล่าง
5. ปลอ่ยให้น้ำไหลจากกระป๋องใบบนสู่ใบล่างประมาณ นาที แล้วนำน้ำในกระป๋องใบล่างแต่ละใบไปตวงหาปริมาตร บันทึกผล
6. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 4-5 อีก 2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของดิน ในกระป๋อง	ปริมาตร น้ำก่อนเท (cm ³)	ปริมาตรน้ำที่ไหลผ่านดิน (cm ³)				ปริมาตรน้ำที่เหลือใน กระป๋องดิน (cm ³)			
		ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	เฉลี่ย	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	เฉลี่ย
		1	2	3		1	2	3	
ดินเหนียว	100								
ดินร่วน	100								
ดินทราย	100								



คู่มือครู

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 5 เรื่อง การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 1 ชั่วโมง

คำชี้แจง

การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
ทักษะหนึ่งซึ่งใช้ในการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มี
อยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ ตาราง แล้วสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนา การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบกิจกรรมชุดที่ 5 เรื่อง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแล้ว
นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

เนื้อหา

1. ความหมายของทักษะการตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
โดยการใส่ข้อมูลในรูปของกราฟและตาราง จากกรณีศึกษาผลการทดลอง

เวลาที่ใช้

- 1 ชั่วโมง(60 นาที)

สื่อ

1. ใบงานชุดที่ 5 เรื่องทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

กิจกรรม

1. ขั้นนำ

1.1 ครูกล่าวกับนักเรียนว่าหลังจากที่ได้มีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปของแผนผัง แผนภูมิ กราฟ หรือตารางเพื่อสื่อความหมายให้ตรงกันแล้ว ก็ต้องมีการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป เพื่อให้เป็นที่เข้าใจตรงกันว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นบอกอะไรกับผู้ทดลองบ้าง หลังจากนั้น ครูบอกกับนักเรียนอีกว่ากิจกรรมต่อไปนี้จะ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักตีความข้อมูลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป

1.2 ก่อนทำกิจกรรมต่อไปครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน

1.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งประจำโต๊ะตามที่ครูกำหนดให้

2. ขั้นกิจกรรม (20 นาที)

2.1 ครูให้คำสั่งว่านักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มจะได้ไปงานชุดที่ 5 คนละ 1 ชุด หลังจากรับแล้วให้นักเรียนอ่านใบงานกิจกรรมทั้งหมด และลงมือทำกิจกรรมตามที่บอก ถ้านักเรียน คนใดมีปัญหาหรือข้อสงสัยให้ถามครู การทำกิจกรรมนี้ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มปรึกษาหารือ กันได้ พร้อมทั้งบันทึกผลของกิจกรรมลงในกระดาษ A4 ให้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมนี้ประมาณ 20 นาที

2.2 เมื่อนักเรียนพร้อมแล้วครูแจกใบงานชุดที่ 5 ให้นักเรียนแต่ละคนพร้อมทั้งให้ สัญญาณนักเรียนลงมือทำกิจกรรม

2.3 ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มเพื่อนำมาใช้ ประกอบการอภิปราย และประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ขั้นอภิปราย (20 นาที)

3.1 เมื่อหมดเวลาแล้ว ครูให้นักเรียนหยุดทำกิจกรรม

3.2 ครูให้ทุกกลุ่มนำผลการทำกิจกรรมเสนอหน้าชั้นเรียน โดยติดกระดาษ A4 บน กระดาน หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

- คำถามข้อที่ 1.1, 1.2, และ 1.3 แตกต่างจากคำถามข้อที่ 1.4 และ 1.5 อย่างไร (คำถามข้อที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 เป็นคำถามที่ใช้ในการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล ส่วน คำถามข้อ 1.4 และ 1.5 เป็นคำถามที่ให้บอกความสัมพันธ์ของข้อมูล

- คำถามข้อย่อยข้อใดในข้อ 2 ใหญ่ที่ให้บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล และ ข้อใดที่นำไปสู่การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล(คำถามข้อ 2.1 และ 2.2 เป็นคำถามที่ใช้บรรยาย

ลักษณะและสมบัติของข้อมูล ส่วนคำถามข้อ 3 และ 2.4 เป็นคำถามที่ให้ออกความสัมพันธ์ของข้อมูล)

- ครูถามนักเรียนว่าการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ เรียนว่า การตีความหมายของข้อมูล ส่วนการบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นการลงข้อสรุป

- ครูถามนักเรียนข้อมูลที่ใช้ตอบคำถามข้อ 1- 3 ต่างจากคำถามข้อ 4-5 อย่างไร (ข้อมูลที่ใช้ตอบคำถามข้อ 4 และ 5 แสดงให้เห็นในรูปของกราฟ ส่วนข้อมูลที่ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3 แสดงให้อยู่ในรูปของตาราง)

- ครูถามนักเรียนว่า ลักษณะของเส้นกราฟในข้อ 4 และ ข้อ 5 ต่างกันอย่างไร (กราฟในข้อ 4 เป็นกราฟเส้นตรง ส่วนกราฟในข้อ 5 เป็นกราฟเส้นโค้ง)

- ครูถามนักเรียนว่าจะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเมื่อเป็นกราฟเส้นตรง และเมื่อเป็นกราฟเส้นโค้งอย่างไร (ถ้าเป็นกราฟเส้นตรงก็อธิบายว่า เกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลง แต่ถ้ากราฟเส้นโค้งก็ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทางและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว)

4. ชั้นสรุป (10 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
- การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟเส้นตรงและเส้นโค้ง

4.2 ครูสรุปบทเรียนตามสาระต่อไปนี้

การตีความหมายของข้อมูล เป็นการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนการลงข้อสรุป เป็นการบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้าเป็นเส้นตรงก็อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าเป็นกราฟเส้นโค้งก็ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

4.3 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม เป็นเวลา 30 นาที

ผลงานของนักเรียน

1. การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป
2. ตอบคำถามใบงานที่ 5
3. ตีความข้อมูลและลงข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนด

รูปแบบการประเมิน ทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุปพิจารณาจาก

1. การมีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อสรุปสาระสำคัญของการตีความข้อมูล
2. ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางและกราฟได้
3. สรุปผลการทดลองจากข้อมูลของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
4. ผลการประเมินการทำกิจกรรมแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม
(กิจกรรมที่ 5 เรื่องการตีความหมายและลงข้อสรุป)

เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป

1. การมีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียน
 - 1 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนในประเด็นทักษะการตีความข้อมูล
 - 2 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนในประเด็นทักษะการตีความข้อมูล และลงข้อสรุป
 - 3 คะแนน มีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนในประเด็นทักษะการตีความข้อมูล และลงข้อสรุปได้ชัดเจนถูกต้อง
2. ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางและกราฟได้
 - 1 คะแนน สามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ในรูปตาราง
 - 2 คะแนน สามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ในรูปตารางและกราฟ
 - 3 คะแนน สามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ในรูปตารางและกราฟได้ถูกต้องเหมาะสม

3. สรุปผลการทดลองจากข้อมูลของสถานการณ์ที่กำหนด

- 1 คะแนน สรุปผลการทดลองโดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในตาราง
บันทึกผล
- 2 คะแนน สรุปผลการทดลองโดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในตาราง
บันทึกผลและกราฟ
- 3 คะแนน สรุปผลการทดลองโดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในตาราง
บันทึกผลและกราฟได้ถูกต้องเหมาะสม



ใบงานชุดที่ 5

เรื่อง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1. จากการทดลองละลายสาร A ในของเหลว B จำนวน 50 cm^3 ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้ผลการทดลองดังนี้

อุณหภูมิของของเหลว B ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของสาร A ที่ละลายในของเหลว B (g)
20	5
30	10
40	20
50	40

- 1.1 ที่อุณหภูมิ 20°C สาร A ละลายในสาร B ได้กี่กรัม

.....

- 1.2 ขณะที่สาร A ละลายในของเหลว B 20 กรัม อุณหภูมิของของเหลว B เป็นเท่าไร

.....

- 1.3 ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส สาร A เป็นอย่างไร

.....

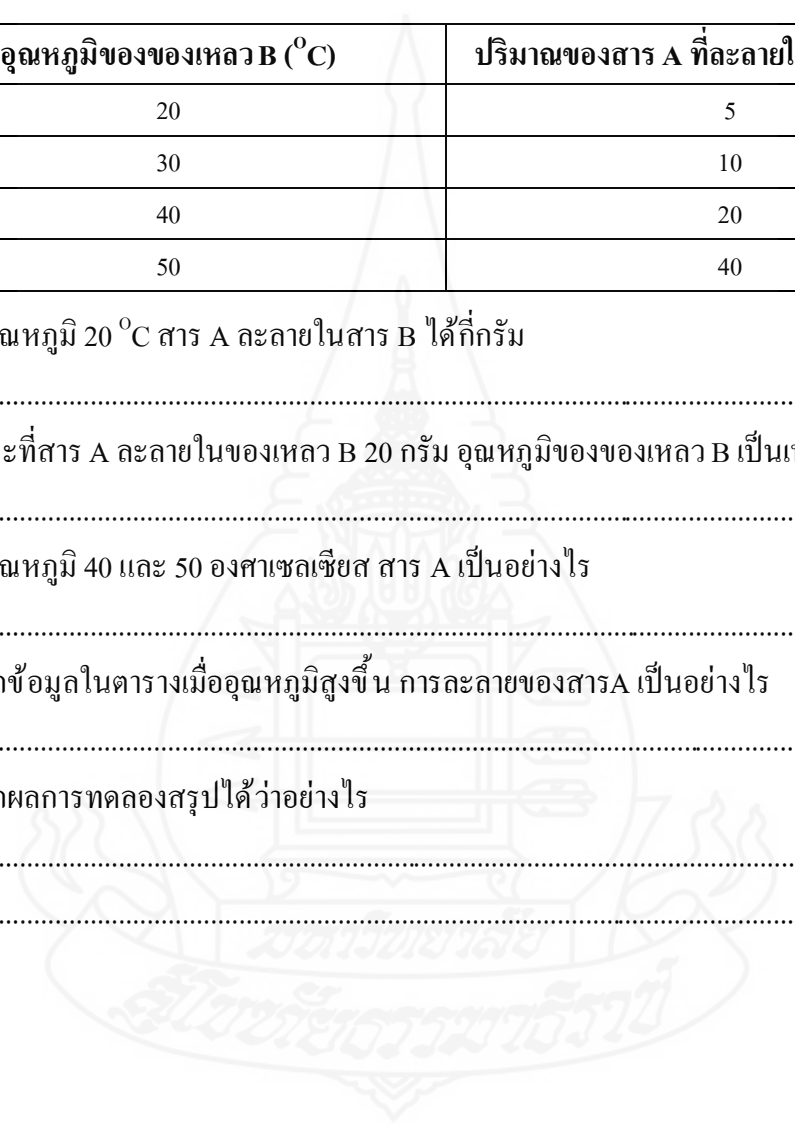
- 1.4 จากข้อมูลในตารางเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายของสาร A เป็นอย่างไร

.....

- 1.5 จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....



2. จากการวัดความดันบรรยากาศและความหนาแน่นของอากาศ ที่ระดับความสูงต่างๆ ได้
ผลการทดลองดังนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	ความดันบรรยากาศ (mm)ของปรอท	ความหนาแน่นของอากาศ (g/cm ³)
0	760	0.00130
2	600	0.00100
4	470	0.00082
6	360	0.00066
8	280	0.00052
10	210	0.00041
12	160	0.00031

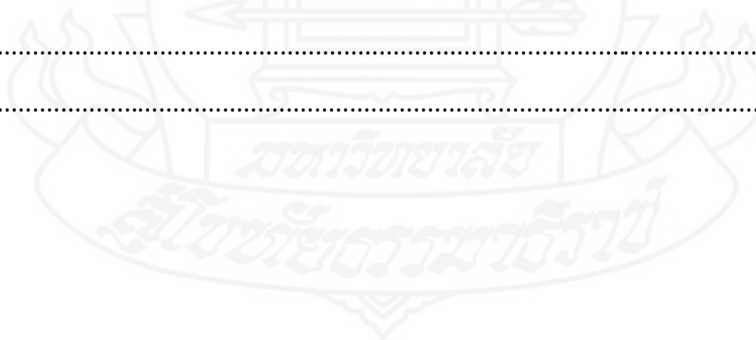
2.1 ความดันบรรยากาศที่ระดับสูง 6 กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล มีค่าเท่าไร

.....
2.2 ถ้าความดันขณะนั้น มีค่าเท่ากับ 280 mm. ของปรอท ความหนาแน่นของอากาศเป็นเท่าไร

.....
2.3 ที่ระดับความสูงขึ้นไป ความดันบรรยากาศและความหนาแน่นของอากาศ เป็นอย่างไร

.....
2.4 จากตารางข้อมูลข้างต้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ความดันและความหนาแน่นของ
อากาศได้อย่างไร

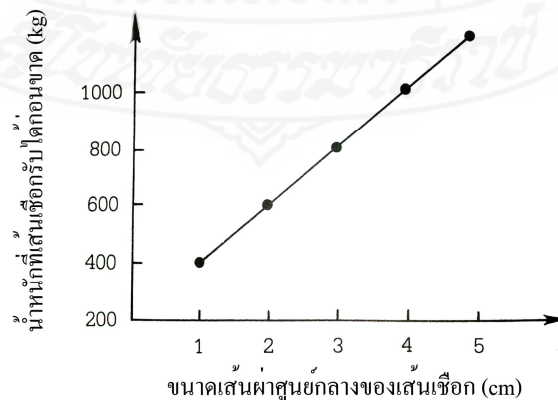
.....
.....



3. ตารางข้างล่างแสดงถึงลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำทิ้ง จากโรงงานต่างๆ
จงใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถาม ข้อ 3.1 และ 3.2

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (°C)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	ไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)
สุรา	7.0	58	61,250	7,6876	25.76	-
แป้งมัน	4.5	ปกติ	4,160	4,723	10.08	160
ปลาป่น	7.0	40.5	147,050	244,626	10,312.92	3.45
กระดาษ	11.1	ปกติ	667	1,817	18.70	7.50
น้ำตา	7.0	46	74	177	4.25	0.65
น้ำมันรี	9.8	ปกติ	319	-	-	-

- 3.1 น้ำทิ้งจากโรงงานสุรามีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีอย่างไร
.....
- 3.2 น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันรีมีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีอย่างไร
.....
4. มีการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเชือกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆ กัน โดยแขวนลูกตุ้ม
น้ำหนักไว้ที่ปลายเส้นเชือกก่อนที่เส้นเชือกจะขาด ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นดังกราฟ
ข้างล่าง



4.1 ตัวแปรต้นได้แก่.....

ตัวแปรตาม ได้แก่.....

4.2 จากกราฟที่แสดง สรุปผลการทดลองได้อย่างไร

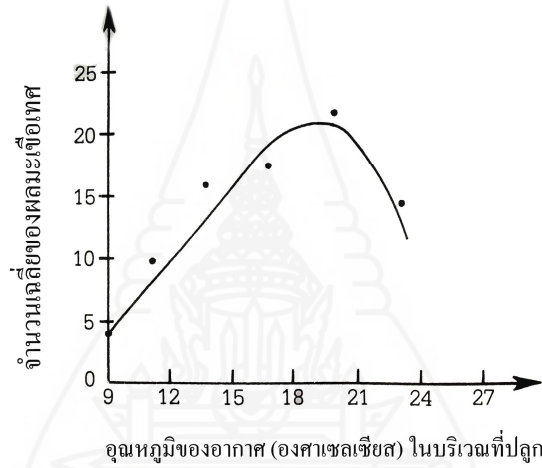
.....

.....

.....

5. ได้มีการนับจำนวนเฉลี่ยของผลมะเขือเทศจากต้นมะเขือเทศที่ปลูกในที่ซึ่งมีอุณหภูมิ

แตกต่างกัน ผลจากการนับแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่าง



5.1 ตัวแปรต้นได้แก่.....

ตัวแปรตามได้แก่.....

5.2 จากกราฟที่แสดงสรุปผลได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

เฉลยใบงานชุดที่ 5

เรื่อง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1. จากการทดลองละลายสาร A ในของเหลว B จำนวน 50 cm^3 ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้ผลการทดลองดังนี้

อุณหภูมิของของเหลว B ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของสาร A ที่ละลายในของเหลว B (g)
20	5
30	10
40	20
50	40

- 1.1 ที่อุณหภูมิ 20°C สาร A ละลายในสาร B ได้กี่กรัม
- ได้ 5 กรัม
- 1.2 ขณะที่สาร A ละลายในของเหลว B 20 กรัม อุณหภูมิของของเหลว B เป็นเท่าไร
- อุณหภูมิของของเหลว B เท่ากับ 40°C
- 1.3 ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส สาร A เป็นอย่างไร
- ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส สาร A ละลายในของเหลว B ได้ต่างกัน 20 กรัม
- 1.4 จากข้อมูลในตารางเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายของสาร A เป็นอย่างไร
- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสาร A ละลายในของเหลว B ได้มากขึ้น
- 1.5 จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร
- ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นสาร A ยิ่งละลายในของเหลวสาร B ได้มากขึ้น

2. จากการวัดความดันบรรยากาศและความหนาแน่นของอากาศ ที่ระดับความสูงต่างๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	ความดันบรรยากาศ (mm)ของปรอท	ความหนาแน่นของอากาศ (g/cm ³)
0	760	0.00130
2	600	0.00100
4	470	0.00082
6	360	0.00066
8	280	0.00052
10	210	0.00041
12	160	0.00031

2.1 ความดันบรรยากาศที่ระดับสูง 6 กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล มีค่าเท่าไร

- มีค่าเท่ากับ 360 มิลลิเมตรของปรอท

2.2 ถ้าความดันขณะนั้น มีค่าเท่ากับ 280 mm. ของปรอท ความหนาแน่นของอากาศเป็นเท่าไร

- ความหนาแน่นของอากาศมีค่า 0.00052 g/cm³

2.3 ที่ระดับความสูงขึ้นไป ความดันบรรยากาศและความหนาแน่นของอากาศ เป็นอย่างไร

- ลดลง

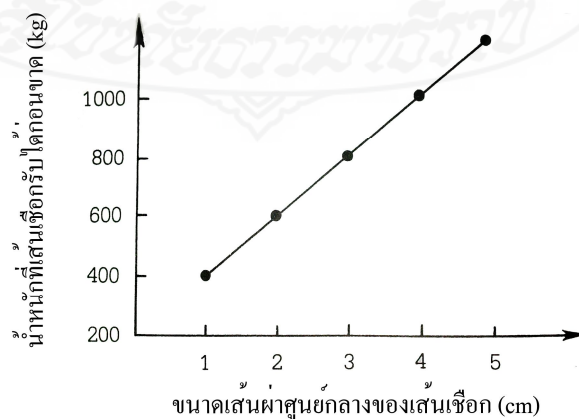
2.4 จากตารางข้อมูลข้างต้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ความดันและความหนาแน่นของอากาศได้อย่างไร

- ยิ่งความสูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น ความดันบรรยากาศ และความหนาแน่นของอากาศ มีค่าลดลง

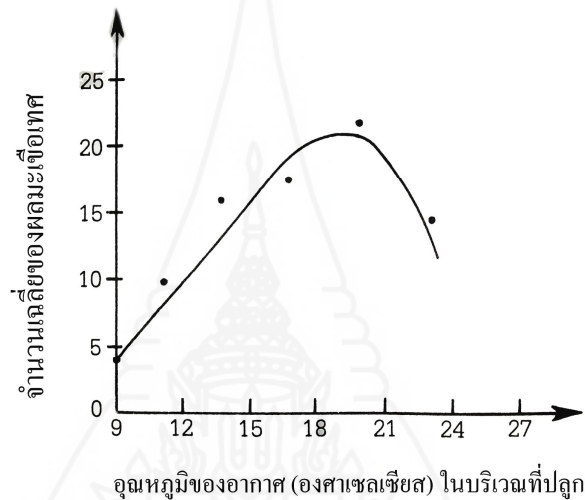
3. ตารางข้างล่างแสดงถึงลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำทิ้ง จากโรงงานต่างๆ
จงใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถาม ข้อ.1 และ 3.2

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (°C)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	ไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)
สุรา	7.0	58	61,250	7,6876	25.76	-
แป้งมัน	4.5	ปกติ	4,160	4,723	10.08	160
ปลาป่น	7.0	40.5	147,050	244,626	10,312.92	3.45
กระดาษ	11.1	ปกติ	667	1,817	18.70	7.50
น้ำตา	7.0	46	74	177	4.25	0.65
น้ำมันรี	9.8	ปกติ	319	-	-	-

- 3.1 น้ำทิ้งจากโรงงานสุรามีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีอย่างไร
- น้ำทิ้งจากโรงงานสุรามีค่า pH 7.0 มีอุณหภูมิ 58 °C มีค่า BOD 61, 250 mg/l มีค่า COD 76,876 mg/l และมีไนโตรเจน 25.76 mg/l
- 3.2 น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันรีมีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีอย่างไร
- น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันรีมีค่า pH 9.8 มีอุณหภูมิปกติ และมีค่า BOD 319 mg/l
4. มีการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเชือกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆ กัน โดยแขวนลูกตุ้ม น้ำหนักไว้ที่ปลายเส้นเชือกก่อนที่เส้นเชือกจะขาด ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่าง



- 4.1 ตัวแปรต้นได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นเชือก
 ตัวแปรตาม ได้แก่ น้ำหนักที่เส้นเชือกได้รับก่อนที่เส้นเชือกจะขาด
- 4.2 จากกราฟที่แสดง สรุปผลการทดลองได้อย่างไร
 - เส้นเชือกจะได้รับน้ำหนักมากขึ้นเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นเชือกเพิ่มมากขึ้น
5. ได้มีการนับจำนวนเฉลี่ยของผลมะเขือเทศจากต้นมะเขือเทศที่ได้ปลูกในที่ซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ผลจากการนับแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่าง



- 5.1 ตัวแปรต้นได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ
 ตัวแปรตามได้แก่ จำนวนเฉลี่ยของผลมะเขือเทศ
- 5.2 จากกราฟที่แสดงสรุปผลได้ว่าอย่างไร
 - จำนวนเฉลี่ยของผลมะเขือเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิ 19°C เมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงขึ้นกว่า 19°C จำนวนผลเฉลี่ยของผลมะเขือเทศก็เริ่มลดลง

คู่มือนักเรียน
ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม



คู่มือนักเรียน

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐาน
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนในกลุ่มนักเรียนและร่วมกันอภิปรายตามที่หัวข้อและสาระที่ครูกำหนดไว้ในชุดกิจกรรม ชุดที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐาน
2. กลุ่มนักเรียนประกอบด้วย เนื้อหา ใบงานชุดที่ 1
3. ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมถ้าสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานตลอดจนมีทักษะในการตั้งสมมติฐาน
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน

ผลการเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมชุดที่ 1 เรื่อง การตั้งสมมติฐานแล้วนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาต่างๆ ได้

เนื้อหา

1. ความหมายและลักษณะของสมมติฐานที่ดี
2. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างเป็นเหตุเป็นผล
3. หลักการเขียนสมมติฐานเบื้องต้น โดยใช้รูปแบบของประโยค“ถ้า.....ดังนั้น.....”

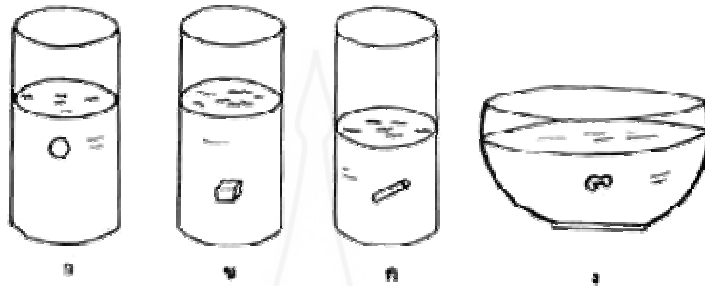
การวัดและการประเมินผล

1. ผลการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานชุดที่ 1 เรื่อง ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
3. ผลการประเมินการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรม ตามชุดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม(กิจกรรมชุดที่ 1 เรื่องการตั้งสมมติฐาน)



ใบงานชุดที่ 1
แบบฝึกกิจกรรมทักษะการตั้งสมมติฐาน

กิจกรรม 1



ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างชนิดในภาชนะต่างกัน

จากภาพ ก ข ค และ ง เป็นภาชนะที่ภายในบรรจุของเหลว เมื่อหย่อนวัตถุต่างๆ ตามภาพลงในภาชนะทั้ง 4 พร้อมกัน ปรากฏว่าก้อนวัตถุที่อยู่ภายในเคลื่อนที่ลงที่ก้นภาชนะด้วยความเร็วแตกต่างกันดังภาพ

ปัญหา : ความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

บอกลักษณะของวัตถุซึ่งอาจจะมีผลต่อความเร็วของวัตถุนั้นเมื่อตกลงไปในของเหลว

ก).....

ข).....

ค).....

ง).....

บอกชนิดและลักษณะสิ่งแวดลอม ซึ่งอาจมีผลต่อความเร็วของวัตถุนั้นเมื่อตกลงไปในของเหลว

ก).....

ข).....

ค).....

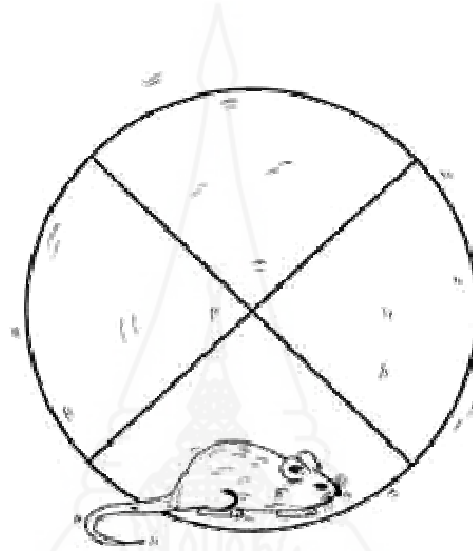
ง).....

ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานหลังจากสามารถบอกชนิดของตัวแปรจากปัญหาข้างต้น

2 สมมติฐาน

.....
.....

กิจกรรมที่ 2



ภาพแสดงการตีบจักรของหนู

ปัญหา : อะไรที่เป็นตัวชี้ระยะเวลาที่หนูตีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

บอกลักษณะต่างๆ ของหนูตีบจักร ซึ่งอาจมีผลต่อเวลาที่หนูตีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

ก).....

ข).....

ค).....

ง).....

บอกชนิดหรือลักษณะของสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมีผลต่อเวลาที่หนูตีบจักรใช้ในการออกกำลังกาย

ก).....

ข).....

ค).....

ง).....

ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานหลังจากสามารถบอกชนิดของตัวแปรข้างต้น

1).....

2).....



คู่มือนักเรียน

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรและอภิปราย ตามที่ครูนำเสนอในหัวข้อและสาระในชุดกิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. คู่มือนักเรียนประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหา ใบงานชุดที่ 2/1 และใบงานชุดที่ 2/2
3. ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมถ้ามีข้อสงสัยให้สอบถามหรือขอคำปรึกษาจากครูผู้สอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนทักษะการกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

ผลการเรียนรู้

หลังจากจบกิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรแล้วนักเรียนสามารถกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เนื้อหา

1. ความหมายและความสำคัญของคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. หลักการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ถูกต้องเหมาะสม

เวลาที่ใช้

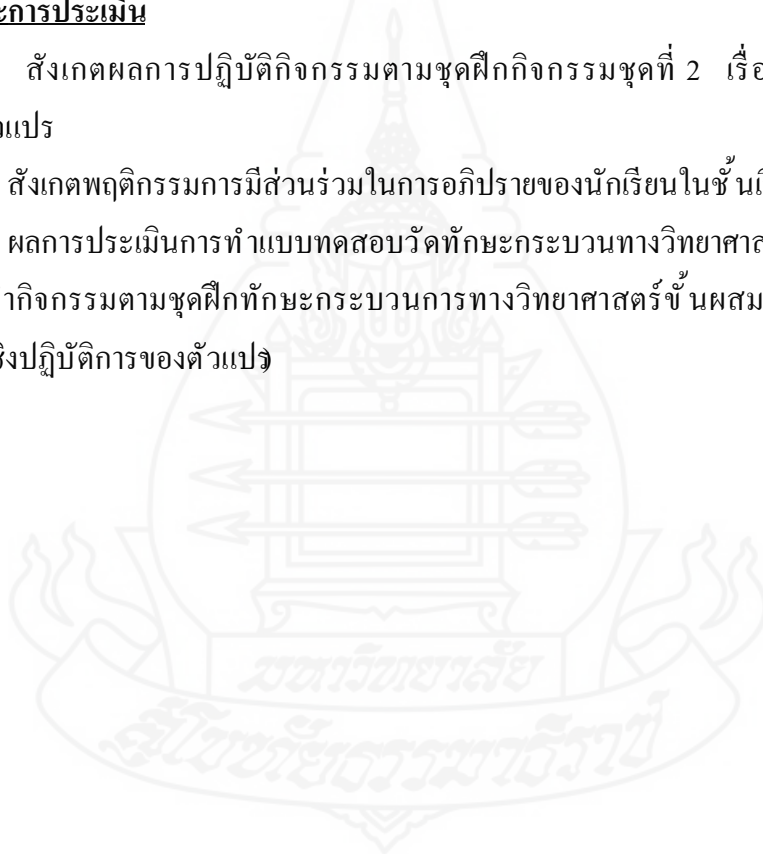
2 ชั่วโมง (120 นาที)

กิจกรรม

1. ให้นักเรียนศึกษาคู่มีนักเรียนและร่วมกันอภิปรายตามที่ครูนำเสนอหัวข้อและสารต่างๆ ในชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ค่านิยมเชิงปฏิบัติของตัวแปร
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมในใบงานชุดที่ 2/1 (แบบฝึกทักษะการให้ค่านิยมเชิงปฏิบัติการตัวแปร) ซึ่งประกอบด้วย 3 นิยามหรือ 3 สถานการณ์ที่ถูกระบุขึ้น
3. ร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปกิจกรรมและสร้างองค์ความรู้ที่ได้จากการดำเนินกิจกรรม
4. ทำแบบทดสอบทักษะค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตามใบงานชุดที่ 2/2 พร้อมกับร่วมกันอภิปรายเฉลย

การวัดและการประเมิน

1. สังเกตผลการปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกกิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. สังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายของนักเรียนในชั้นเรียน
3. ผลการประเมินการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม(กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ค่านิยมเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)



ใบงานชุดที่ 2/1

(แบบฝึกกิจกรรมทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของแปร)

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง นักเรียนจะต้องบอกว่าตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในแต่ละการทดลองถูกวัดอย่างไร

1. ได้มีการศึกษาเพื่อชี้ให้เห็นว่าการประชาสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย จะมีผลต่ออุบัติเหตุที่เกิดจากรถยนต์ โดยตำรวจจราจรได้ปิดแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัยให้มีจำนวนต่างๆ กัน ในบริเวณสี่แยกราชเทวี เป็นช่วงเวลา 4 เดือน เพื่อดูว่าจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับประชาชนเนื่องมาจากการใช้รถยนต์ใช่หรือไม่ ในเดือนมีนาคมมีแผ่นป้าย ติดอยู่ 5 แผ่น เดือนเมษายน 10 แผ่น เดือน พฤษภาคม 15 แผ่นและเดือนมิถุนายน 20 แผ่น ในช่วงเวลา 4 เดือนนี้ ได้มีการรวบรวมรายงานของประชาชนที่ได้รับอุบัติเหตุการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความปลอดภัย

ถูกวัดโดย.....

.....

อุบัติเหตุจากรถยนต์ ถูกวัดได้โดย.....

.....

2. ได้มีการทดลองเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการเต้นของชีพจร โดยให้นักเรียนกระโดดอยู่กับที่ในจำนวนที่ต่างกัน แล้ววัดอัตราการเต้นของชีพจร นักเรียนกลุ่มที่หนึ่งกระโดด 10 ครั้ง กลุ่มที่สอง 20 ครั้ง กลุ่มที่สาม 30 ครั้ง และกลุ่มที่สี่ 40 ครั้ง หลังการกระโดดเสร็จให้วัดอัตราการเต้นของชีพจร โดยนับจำนวนการเต้นของชีพจรในเวลา 1 นาที

ตัวแปรแต่ละตัวจากการทดลองนี้ถูกวัดได้อย่างไร.....

.....

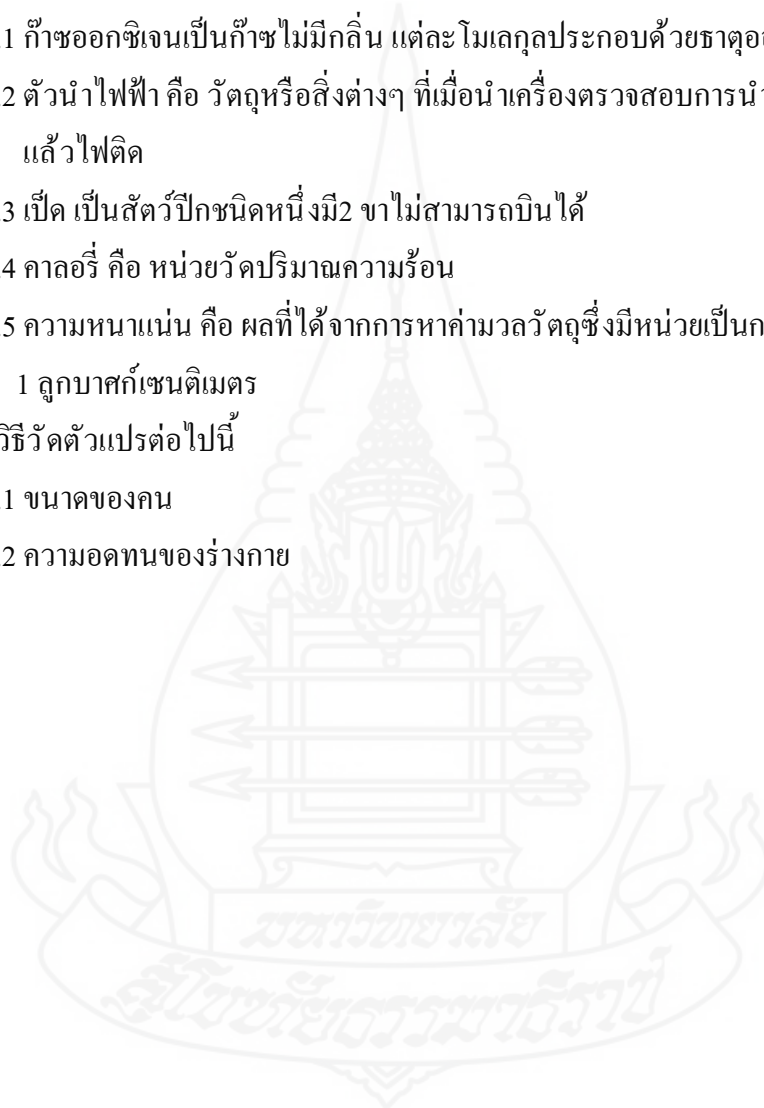
3. ได้มีผู้ศึกษาว่าความลาดเทของพื้นที่มีผลต่อปริมาณการพังทลายของพื้นที่นั้น ความลาดเทของพื้นที่ได้ถูกจำลองขึ้น โดยความลาดเทจำลองมีความสูงต่างๆ กัน คือ 0 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร และที่ความสูงเหล่านี้ผู้ทำการทดลองได้เทน้ำ ปริมาณ 1 ลิตร ลงมาตามความลาดเทนั้น จะไหลตามลงมา แล้ววัดความลึกของพื้นที่ที่เกิดจากการพังทลายของน้ำ

ตัวแปรแต่ละตัวจากการศึกษานี้ ถูกวัดได้อย่างไร.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



ใบงานชุดที่ 2/2
(แบบทดสอบทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)

1. จงพิจารณาคำนิยามเชิงของสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้ ว่าคำนิยามข้อใดเหมาะสมที่จะเป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 1.1 ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซไม่มีกลิ่น แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุดอกซิเจน 2 อะตอม
 - 1.2 ตัวนำไฟฟ้า คือ วัตถุหรือสิ่งต่างๆ ที่เมื่อนำเครื่องตรวจสอบการนำไฟฟ้ามาแตะแล้วไฟติด
 - 1.3 เป็ด เป็นสัตว์เลี้ยงชนิดหนึ่งมี 2 ขาไม่สามารถบินได้
 - 1.4 คาลอรี คือ หน่วยวัดปริมาณความร้อน
 - 1.5 ความหนาแน่น คือ ผลที่ได้จากการหาค่ามวลวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. จงบอกวิธีวัดตัวแปรต่อไปนี้
 - 2.1 ขนาดของคน
 - 2.2 ความอดทนของร่างกาย



คู่มือนักเรียน

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมชุดที่ 3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร ในคู่มือนักเรียนและร่วมกันอภิปรายตามที่ครูนำเสนอหัวข้อและสาระในชุดกิจกรรมชุดที่ 3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. คู่มือนักเรียนประกอบด้วย จุดมุ่งหมายเนื้อหา ใบงานชุดที่ 3/1 และใบงานชุดที่ 3/2
3. ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม หากเกิดข้อสงสัยให้ขอคำปรึกษาที่ครูผู้สอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ผลการเรียนรู้

หลังจากจบกิจกรรมชุดที่ 3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปรแล้วนักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมจากการทดลองได้

เนื้อหา

1. ความหมายและการจำแนกชนิดของตัวแปร
2. ระบุวิธีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น

เวลาที่ใช้

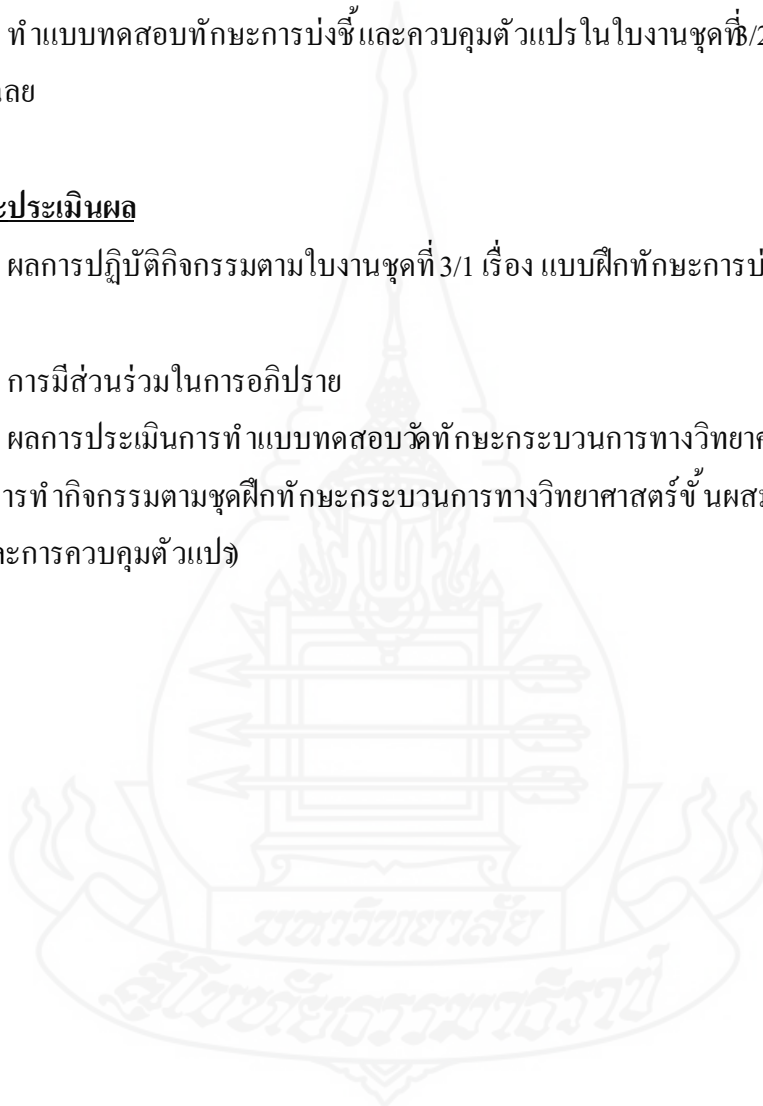
2 ชั่วโมง(120 นาที)

กิจกรรม

1. ให้นักเรียนศึกษาคู่มือนักเรียนและร่วมกันอภิปรายตามที่ครูนำเสนอหัวข้อและสาระในชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมในใบงานชุดที่ 3/1
3. ร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปกิจกรรมและสร้างองค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม
4. ทำแบบทดสอบทักษะการบ่งชี้และควบคุมตัวแปรในใบงานชุดที่ 3/2 พร้อมร่วมกันอภิปรายเฉลย

การวัดและประเมินผล

1. ผลการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานชุดที่ 3/1 เรื่อง แบบฝึกทักษะการบ่งชี้และการควบคุมตัวแปร
2. การมีส่วนร่วมในการอภิปราย
3. ผลการประเมินการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กำหนดและการควบคุมตัวแปร



ใบงานชุดที่ 3/1
แบบฝึกทักษะการบ่งชี้และการควบคุมตัวแปร

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มละ 5-6 คน
2. ใช้บีกเกอร์ใบเล็ก 4 ใบ ใส่น้ำลงในบีกเกอร์ใบละ 75 cm³ ทำเครื่องหมายเบอร์ 1, 2, 3 และ 4 บนบีกเกอร์แต่ละใบตามลำดับ
3. วัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์เบอร์ 1 จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงไปในบีกเกอร์เบอร์ 1 และคนให้ทั่ว จนกระทั่งแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด วัดอุณหภูมิของน้ำ ภายหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด

คำถามตอนที่ 1

- ก. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ก่อนใส่แคลเซียมคลอไรด์ได้.....
 - ข. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์หลังใส่แคลเซียมคลอไรด์ได้.....
 - ค. หลังจากใส่แคลเซียมคลอไรด์ 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงไปในบีกเกอร์แล้ว อุณหภูมิของน้ำ เปลี่ยนแปลงหรือไม่.....ถ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร.....
3. วัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 2 ช้อนเบอร์ 1, 3 ช้อนเบอร์ 1 และ 4 ช้อนเบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์เบอร์ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และคนให้ทั่ว จนกระทั่งแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมดวัดอุณหภูมิของน้ำ ภายหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางข้างล่างนี้

เบอร์ บีกเกอร์	อุณหภูมิของน้ำใน บีกเกอร์ก่อนเติม แคลเซียมคลอไรด์ (°C)	จำนวนของแคลเซียมคลอไรด์ที่ใส่ลงไปใน บีกเกอร์แต่ละใบ (1 ช้อนเบอร์ 1)	อุณหภูมิของน้ำใน บีกเกอร์แต่ละใบ หลัง เติมแคลเซียมคลอไรด์ (°C)	อุณหภูมิที่ เปลี่ยนแปลงไป
1				
2				
3				
4				

คำถามตอนที่ 2

ก. นักเรียนใส่ น้ำ ที่มีปริมาณเท่ากันในบีกเกอร์แต่ละใบหรือไม่.....

ข. นักเรียนใส่แคลเซียมคลอไรด์ที่มีปริมาณเท่ากันลงในบีกเกอร์
แต่ละใบหรือไม่.....

ค. อุณหภูมิของน้ำ ภายในบีกเกอร์แต่ละใบเปลี่ยนแปลงไปเท่ากันหรือไม่
.....

ง. ลองทายซิว่าเกิดอะไรขึ้น ถ้านักเรียนใส่แคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 6 ช้อนเบอร์ 1 ลงใน
บีกเกอร์ที่มีปริมาณน้ำที่เท่ากัน
.....
.....



ใบงานชุดที่ 3/2
(แบบทดสอบทักษะการบ่งชี้และควบคุมตัวแปร)

1. จากข้อความในแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้เขียนตัวแปรที่เกี่ยวข้องในช่องว่างที่เว้นไว้

1) ความสูงของต้นถั่วขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ต้นถั่วได้รับ

.....
.....

2) ปริมาณของแสงที่แตกต่างกันในแต่ละวัน มีผลต่อจำนวนของไข่ที่ถูกฟักออกมา

.....
.....

3) เมื่อน้ำ มีอุณหภูมิสูงขึ้น ไข่ที่ต้มจะสุกเร็วขึ้น

.....
.....

4) หญ้าจะสูงขึ้นถ้าได้รับปริมาณน้ำ และปุ๋ย มากขึ้น

.....
.....

5) เวลาที่ใช้ในการวิ่ง 1 กิโลเมตรขึ้นอยู่กับปริมาณการออกกำลังกาย

.....
.....

2. จากข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้ ตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

1) ชนงาได้ทำการทดลองโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 1 ซ่อนเบอร์ 1 เท่ากันลงในบีกเกอร์ใบเล็กขนาดเดียวกัน 4 ใบ ซึ่งแต่ละใบบรรจุน้ำที่มีปริมาณแตกต่างกันและคนให้ทั่วหลังจากที่แคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด เขาก็วัดอุณหภูมิของน้ำ ภายในบีกเกอร์แต่ละใบ

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

2) เพื่อศึกษาว่าปริมาณของวิตามินเอที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเลี้ยงหนู โดยแบ่งหนูออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่เหมือนกัน แต่ได้รับปริมาณของวิตามินที่ต่างกัน หลังจากเลี้ยงหนูไว้ สัปดาห์ เขาชั่งน้ำหนักของหนูแต่ละตัว

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

3) แม่เหล็กไฟฟ้าจะดูดจำนวนตะปูได้มากขึ้นใช้หรือไม่ ถ้าแม่เหล็กไฟฟ้านั้น มีจำนวนแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

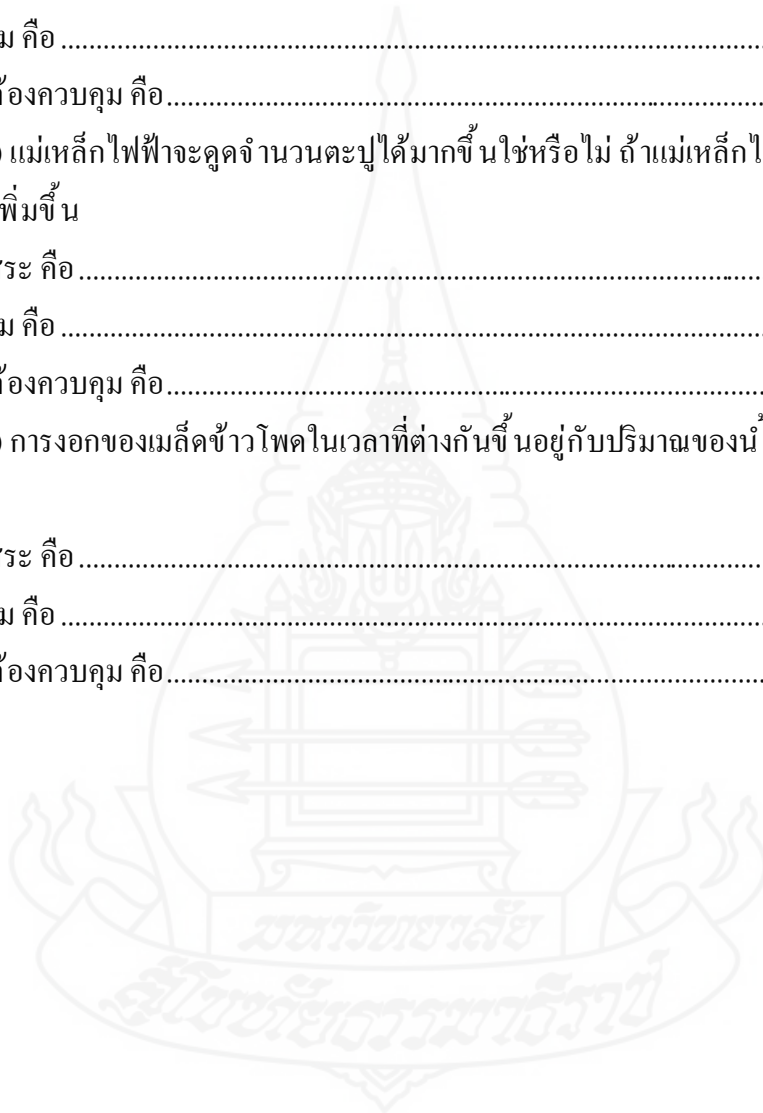
ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

4) การงอกของเมล็ดข้าวโพดในเวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำ มันที่ได้รับใช้หรือไม่

ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ



คู่มือนักเรียน

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

กิจกรรมชุดที่ 4 เรื่อง การทดลอง

วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาขั้น ตอนในคู่มือนักเรียนและร่วมกันอภิปรายตัวประเด็นและสาระที่ครูกำหนดไว้ในชุดกิจกรรมชุดที่ 4 เรื่อง การทดลอง
2. คู่มือนักเรียนประกอบด้วย เนื้อหาใบงานชุดที่ 4/1 (ทักษะการทดลอง 1) และใบงานชุดที่ 4/2 (ทักษะการทดลอง 2)
3. ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมในชุดฝึก ถ้าสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะในการทดลอง
2. เรียนรู้ขั้น ตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลอง
3. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พัฒนาการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบกิจกรรมชุดที่ 4 เรื่อง การทดลอง แล้วนักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

เนื้อหา

1. ความหมายของการทดลอง
2. องค์ประกอบของการทดลอง ประกอบด้วย 3 ทักษะ คือ การจำแนกทักษะที่เป็น
 - 2.1 การออกแบบการทดลอง
 - 2.2 การปฏิบัติการทดลอง
 - 2.3 การบันทึกผลการทดลอง
3. ความหมายของทักษะองค์ประกอบของการทดลอง

เวลาที่ใช้

2 ชั่วโมง(120 นาที)

การวัดและการประเมินผล

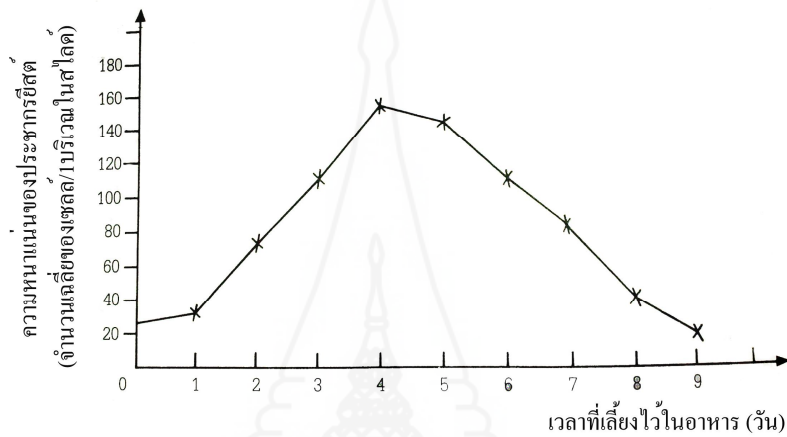
1. ผลการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานชุดที่ 4/1 (ทักษะการทดลอง 1)และใบงานชุดที่ 4/2 (ทักษะการทดลอง 2)
2. การมีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
3. ผลการประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้นผสมก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้นผสม(กิจกรรมที่ 4 เรื่อง การทดลอง)



ใบงานชุดที่ 4/1
เรื่อง ทักษะการทดลอง 1

ศึกษาจากกราฟและข้อมูลที่ให้ดังตารางต่อไปนี้

กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรยีสต์ที่เลี้ยงไว้ในอาหาร



1. จากกราฟนักเรียนจะตั้งปัญหาอะไรได้บ้าง

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5
- 1.6

2. จากปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นจงเลือกปัญหา ปัญหา ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสำคัญและอยากรนำไปทดลอง แล้วตั้งสมมติฐานจากปัญหานั้น

ปัญหาที่เลือก คือ

สมมติฐาน คือ

3. จากปัญหาและสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน คือ

.....

3.2 ตัวแปรต้น คือ.....

3.3 ตัวแปรตาม คือ

3.4 ตัวแปรควบคุมคือ

3.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

3.6 นักเรียนวางแผนที่จะลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น โดยบังเอิญและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบน้อยที่สุดได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3.7 นักเรียนคิดว่าจะเก็บข้อมูลอะไรบ้างจากการทดลองนี้ และควรจะสื่อความหมายข้อมูลในลักษณะใด

.....

.....

.....

.....

ใบงานชุดที่ 4/2
เรื่อง ทักษะการทดลอง 2

จงออกแบบการทดลองจากปัญหาต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 : น้ำ จะระเหยได้เร็วขึ้นหรือไม่ ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำ ถูกอากาศมากขึ้น
- กลุ่มที่ 2 : ลูกบอลจะกระเด็นสูงขึ้นหรือไม่ ถ้าปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้นลงสู่พื้น
- กลุ่มที่ 3 : อัตราการหายใจของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศมากขึ้น
- กลุ่มที่ 4 : อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์จะเป็นอย่างไร ถ้าอาหารสัตว์มีปริมาณของ โปรตีนมากขึ้น
- กลุ่มที่ 5 : ดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำไว้ในปริมาณที่ต่างกันอย่างไร



คู่มือนักเรียน

ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม
กิจกรรมชุดที่ 5 เรื่อง การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป
วิชา ว 31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 1 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมชุดที่ 5 เรื่อง การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุปในคู่มือนักเรียนและร่วมกันอภิปรายตามที่ครูนำเสนอหัวข้อและสาระในชุดกิจกรรมชุดที่ 5 เรื่อง การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. คู่มือนักเรียนประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย, ผลการเรียนรู้, เนื้อหา, สื่อ และการวัดประเมินผล
3. ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม หากเกิดข้อสงสัยให้ขอคำปรึกษาที่ครูผู้สอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป
2. เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบกิจกรรมชุดที่ 5 เรื่อง การตีความและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแล้ว นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

เนื้อหา

1. ความหมายของทักษะการตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปโดยการใส่ข้อมูลในรูปของกราฟและตาราง จากกรณีศึกษาผลการทดลอง

เวลาที่ใช้

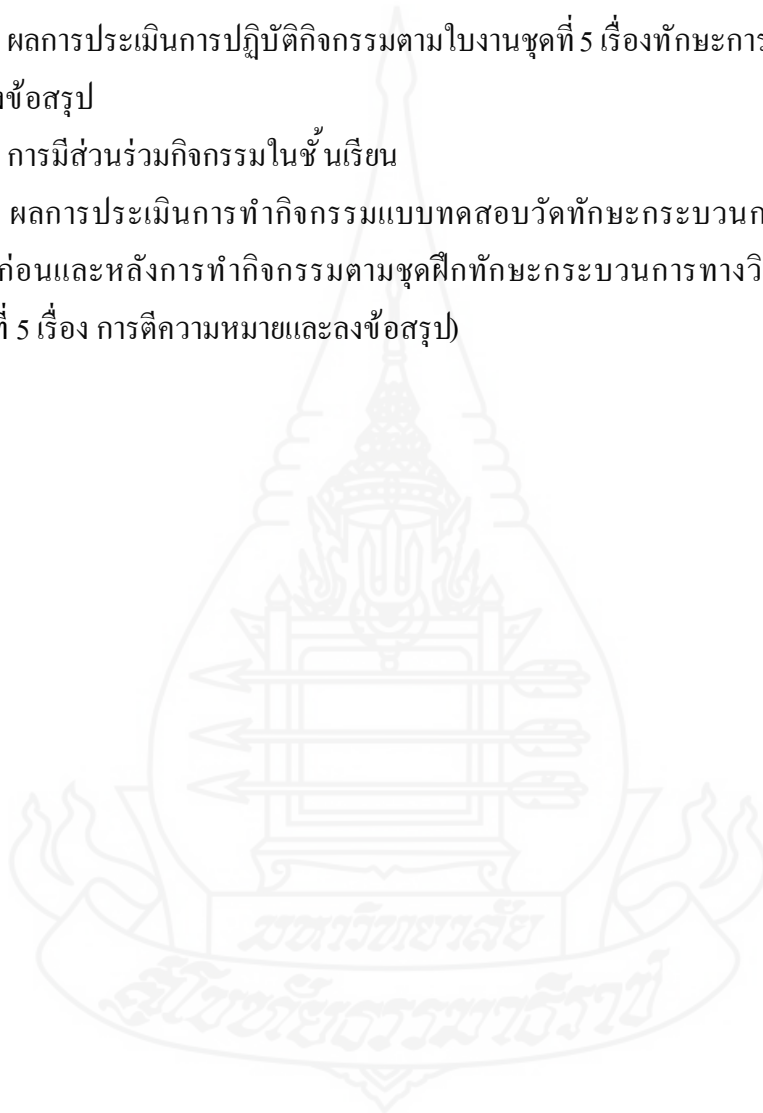
1 ชั่วโมง(60 นาที)

ข้อ

1. ใบงานชุดที่ 5 เรื่องทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

การวัดและประเมินผล

1. ผลการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานชุดที่ 5 เรื่องทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. การมีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
3. ผลการประเมินการทำกิจกรรมแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ก่อนและหลังการทำกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม (กิจกรรมที่ 5 เรื่อง การตีความหมายและลงข้อสรุป)



ใบงานชุดที่ 5

เรื่อง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1. จากการทดลองละลายสาร A ในของเหลว B จำนวน 50 cm^3 ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้ผลการทดลองดังนี้

อุณหภูมิของของเหลว B ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของสาร A ที่ละลายในของเหลว B (g)
20	5
30	10
40	20
50	40

- 1.1 ที่อุณหภูมิ 20°C สาร A ละลายในสาร B ได้กี่กรัม

.....

- 1.2 ขณะที่สาร A ละลายในของเหลว B 20 กรัม อุณหภูมิของของเหลว B เป็นเท่าไร

.....

- 1.3 ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส สาร A เป็นอย่างไร

.....

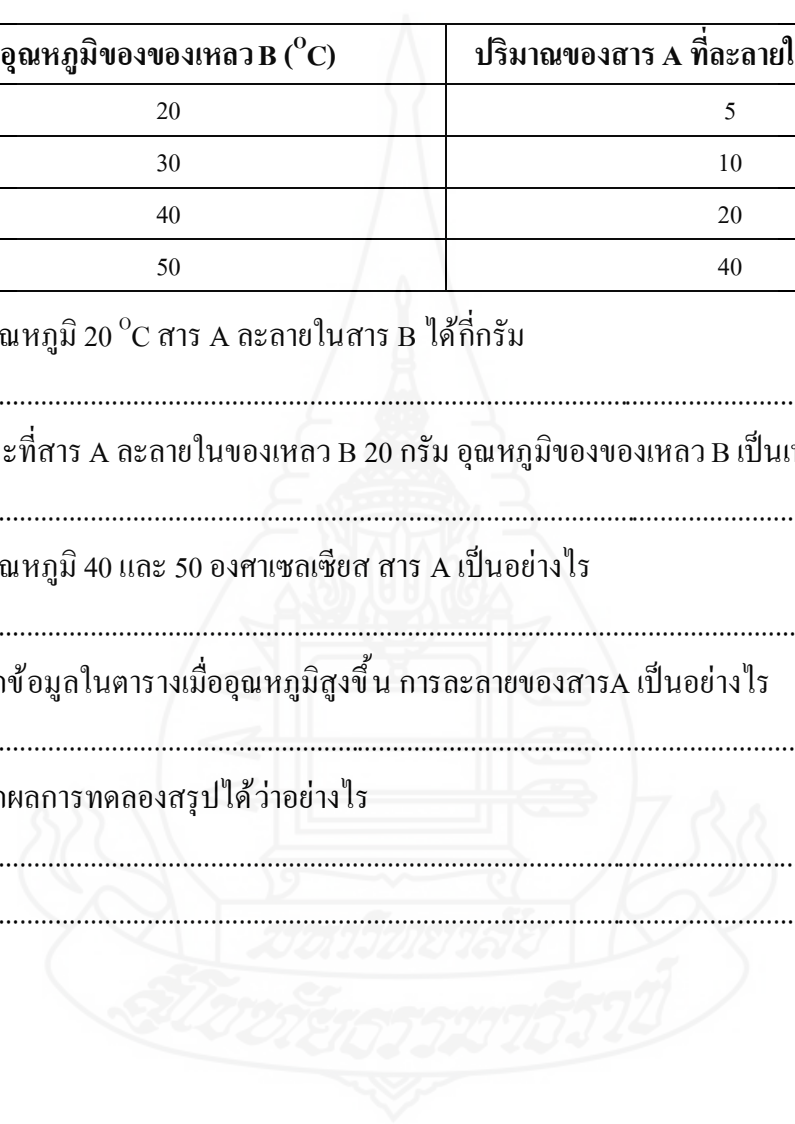
- 1.4 จากข้อมูลในตารางเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายของสาร A เป็นอย่างไร

.....

- 1.5 จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....



2. จากการวัดความดันบรรยากาศและความหนาแน่นของอากาศ ที่ระดับความสูงต่างๆ ได้
ผลการทดลองดังนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	ความดันบรรยากาศ (mm)ของปรอท	ความหนาแน่นของอากาศ (g/cm ³)
0	760	0.00130
2	600	0.00100
4	470	0.00082
6	360	0.00066
8	280	0.00052
10	210	0.00041
12	160	0.00031

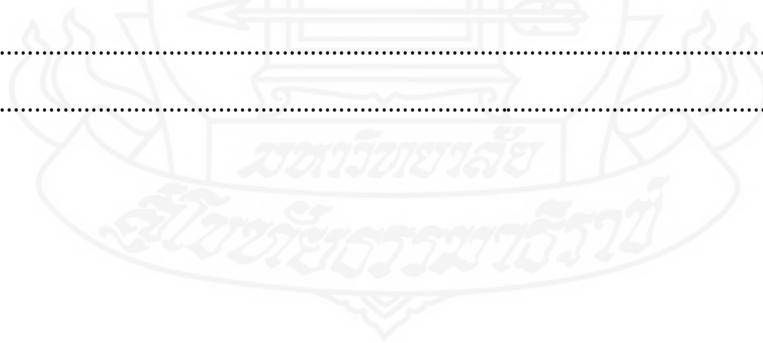
2.1 ความดันบรรยากาศที่ระดับสูง 6 กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล มีค่าเท่าไร

.....
2.2 ถ้าความดันขณะนั้น มีค่าเท่ากับ 280 mm. ของปรอท ความหนาแน่นของอากาศเป็นเท่าไร

.....
2.3 ที่ระดับความสูงขึ้นไป ความดันบรรยากาศและความหนาแน่นของอากาศ เป็นอย่างไร

.....
2.4 จากตารางข้อมูลข้างต้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ความดันและความหนาแน่นของ
อากาศได้อย่างไร

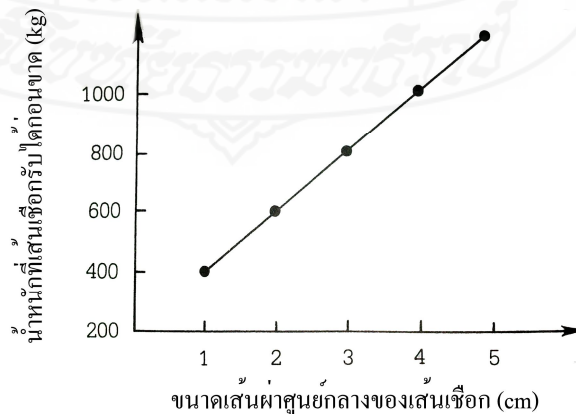
.....
.....



3. ตารางข้างล่างแสดงถึงลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำทิ้ง จากโรงงานต่างๆ
จงใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถาม ข้อ.1 และ 3.2

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (°C)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	ไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)
สุรา	7.0	58	61,250	7,6876	25.76	-
แป้งมัน	4.5	ปกติ	4,160	4,723	10.08	160
ปลาป่น	7.0	40.5	147,050	244,626	10,312.92	3.45
กระดาษ	11.1	ปกติ	667	1,817	18.70	7.50
น้ำตา	7.0	46	74	177	4.25	0.65
น้ำมันรี	9.8	ปกติ	319	-	-	-

- 3.1 น้ำทิ้งจากโรงงานสุรามีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีอย่างไร
.....
- 3.2 น้ำทิ้งจากโรงงนน้ำมันรีมีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีอย่างไร
.....
4. มีการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเชือกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆ กัน โดยแขวนลูกตุ้ม
น้ำหนักไว้ที่ปลายเส้นเชือกก่อนที่เส้นเชือกจะขาด ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นดังกราฟ
ข้างล่าง



4.1 ตัวแปรต้นได้แก่.....

ตัวแปรตาม ได้แก่.....

4.2 จากกราฟที่แสดง สรุปผลการทดลองได้อย่างไร

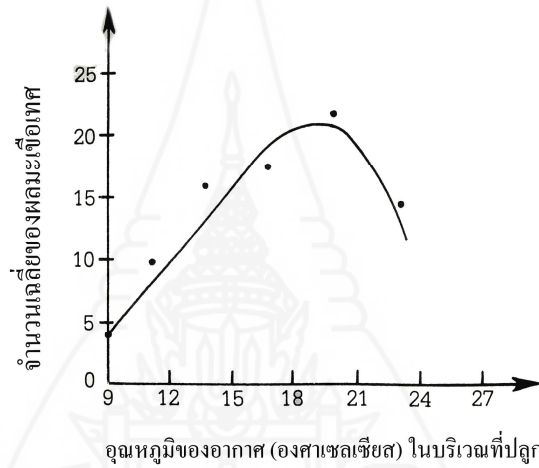
.....

.....

.....

5. ได้มีการนับจำนวนเฉลี่ยของผลมะเขือเทศจากต้นมะเขือเทศที่ได้ปลูกในที่ซึ่งมีอุณหภูมิ

แตกต่างกัน ผลจากการนับแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่าง



5.1 ตัวแปรต้นได้แก่.....

ตัวแปรตามได้แก่.....

5.2 จากกราฟที่แสดงสรุปผลได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์
วัน เดือนปี เกิด	29 กรกฎาคม 2499
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
รางวัล เกียรติประวัติที่ได้รับ	
	พ.ศ. 2547-2554 ดำรงตำแหน่งหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์
	พ.ศ. 2548 ได้รับการเลื่อนวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ (ครู คศ.3)
	พ.ศ. 2549-2554 หัวหน้าโครงการส่งเสริมความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์
	พ.ศ. 2541-2551 หัวหน้าศูนย์พัฒนาวิชาชีพวิทย์ฯ สพท. 3 กรุงเทพมหานคร
	พ.ศ. 2552 เป็นกรรมการจัดงาน “สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ พ.ศ. 2552”
	พ.ศ. 2553 เป็นบุคลากรดี ศรี ม.ว.ส. ประจำปีการศึกษา 2553 ประเภท ครูดีเด่นด้านการเป็นหัวหน้าที่ดี
	พ.ศ. 2553 เป็นบุคลากรดี ศรี ม.ว.ส. ประจำปีการศึกษา 2553 ประเภท ครูดีเด่นด้านการส่งเสริมกิจกรรมของโรงเรียน
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	ครูชำนาญการพิเศษ (ครู คศ.3)