

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น



RCH

Q

181

๗๔๘๓

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 54556

วัน,เดือน,ปี..... 21 ก.ค. 2548

ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

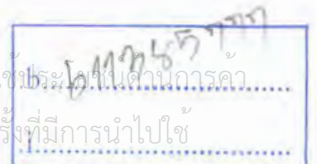
ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธันวาคม พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-607-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยส่วนที่ 2 คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดทักษะการกำหนด และ
ควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบ
การทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะละ 6 ข้อ โดยข้อสอบ
มีความยากง่ายระหว่าง .19 ถึง .84 และอำนาจจำแนกระหว่าง .12 ถึง .34 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
เท่ากับ .71

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาแบบฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แบบฝึก ในช่วงชั่วโมงชุมนุมวิทยาศาสตร์สัปดาห์ละ 1 แบบฝึก
โดยใช้เวลาศึกษาแบบฝึกละประมาณ 50 นาที ต่อจากนั้นทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับก่อนการทดลอง ทำการ
วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Single-factor experiments having repeated measures on the same
elements

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้นหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้แบบฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	6
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก.....	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	20
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	20
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	20
3.3 แบบแผนการทดลอง.....	24
3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	24
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	25
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	30
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	30
5.2 สมมติฐานของการวิจัย.....	30
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	30
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
5.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	30
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	32
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	32
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	34
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก.....	38
ภาคผนวก ก แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6 แบบฝึก.....	39
ภาคผนวก ข แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการหา ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ฉบับที่ 1.....	155
ภาคผนวก ค แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการหา ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ฉบับที่ 2.....	169
ภาคผนวก ง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย กับกลุ่มตัวอย่าง.....	183
ภาคผนวก จ เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	196

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน หน่วยงานต่าง ๆ ที่รับผิดชอบโดยตรง และมีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาในระดับนี้ ได้ติดตามและประเมินผลการใช้หลักสูตรเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง และได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาปรับปรุง และพัฒนาหลักสูตรในรายละเอียดตลอดมา มีข้อมูลจากหลายฝ่ายชี้ชัดว่า หลักสูตรยังไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาคนในสังคมให้มีความรู้ มีคุณธรรม สามารถพึ่งตนเอง และนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นกระบวนการทางด้านความคิดและการปฏิบัติ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยได้พัฒนาจากการเป็นประเทศกำลังพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาทางอุตสาหกรรมใหม่ที่จะสามารถพึ่งตนเองได้ในหลาย ๆ ด้าน การที่ประเทศไทยจะพึ่งตนเองได้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น จำเป็นที่จะต้องสร้างจิตสำนึกของคนในชาติ โดยเฉพาะเยาวชนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ รู้จักคิด ใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนสามารถทำงานเป็นกลุ่มและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ให้มีทั้งเนื้อหาและกระบวนการฝึกทักษะดังกล่าวที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของเยาวชนซึ่งเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง มีคุณภาพที่จะเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศอย่างสืบเนื่องต่อไป

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้มีการเปลี่ยนแปลง โดยเน้นไปที่การปรับเปลี่ยนวิธีสอน และการเปลี่ยนแปลงบทบาทของภาคปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่เดิมเคยทำปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบองค์ความรู้ตามทฤษฎีที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว มาเป็นการปฏิบัติเพื่อเสาะหาหรือสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง การเปลี่ยนแปลงอีกลักษณะหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงปรัชญาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่กำหนดให้นักเรียนรับความรู้โดยตรงจากครู มาเป็นการเรียนที่เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ (พงษ์เทพ บุญศรี โรจน์. 2543 : 3-5)

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการสร้างแบบฝึก จำนวน 5 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. ทักษะการออกแบบการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ข้างต้น โดยใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5)

1.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34-37) Barnett *et al.* (1969 : 11) Butt (1974 : 85) สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรมพรรษ์ (2522 : 52-62) มาใช้ในการสร้างแบบฝึก ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึก
2. นำเนื้อหาที่กำหนดไว้มาสร้างเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมกับผลที่ได้จากการแก้ปัญหา
3. จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหานี้ นำมาเป็นสื่อในการให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ
4. ให้นักเรียนฝึกให้เกิดทักษะ โดยใช้คำถามที่มีความหลากหลายในแต่ละแบบฝึก
5. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (เฉลย) เพื่อให้ นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเฉลยได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน (เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 จำนวนชั้นละ 20 คน)

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 จำนวนชั้นละ 10 คน) โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การเรียน โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาจากหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แบบฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 6 แบบฝึก แต่ละแบบฝึกมีชื่อดังนี้

1. ปุ๋ยใครคิดว่าไม่สำคัญ
2. เกล็ดอมหัจจรรย์
3. เป็นเพียงทางผ่าน
4. วิถีลี้กับถ่านวิเศษ
5. เมื่อฤทธิผสมขยายพันธุ์
6. น้ำมะพร้าวของดวงพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมทฤษฎี หลักการจากหนังสือ เอกสาร วารสาร บทความต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Nay and Associates (1971 : 201) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน

Klopfer (1971 : 566) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Peterson (1978 : 153) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทำการทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย การนำไปใช้ประโยชน์

ผดุงยศ ดวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ซึ่งผู้ทดลองจะฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติ และพัฒนาความคิดไปในขณะเดียวกัน เช่น ฝึกการสังเกต ทำการวัด บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน หาความสัมพันธ์ของตัวแปร และอื่น ๆ พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

เสริมชัย สังกะเพชร (2532 : 17) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรม วิธีการหรือแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการปฏิบัติการค้นคว้า และศึกษาทดลอง เพื่อหาคำตอบความจริงและพิสูจน์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเกิดจากการปฏิบัติหรือฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using space/time Relationship) เป็นการ ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับ สมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ เพราะมิติ หมายถึง ลักษณะที่เกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา ตำแหน่งที่อยู่และการเคลื่อนที่

1.5 จำนวน (Using number) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อันถือว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นของวิทยาศาสตร์มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการแปลความและลงข้อสรุป

1.6 การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การบันทึกหรือสื่อความหมาย จากการค้นพบหรือผลที่ได้พบเห็นให้คนอื่นเข้าใจ อาจโดยการพูด การเขียน การใช้แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ ไคอะแกรม หรือสมการ โดยคำนึงถึงความชัดเจน ความสมบูรณ์ ความถูกต้อง

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุป หรืออธิบายปรากฏการณ์นั้น

1.8 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้น มาช่วยในการทำนาย

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรต้น และอะไรเป็นตัวแปรตาม ในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา ความสามารถในการบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือคุณสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบ ความสามารถที่จะสร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรได้ รวมทั้ง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด ความสามารถเหล่านี้จะทำให้เราควบคุม ปรากฏการณ์หรือสร้างปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้

2.2 การแปลความหมายข้อมูล (Intepreting data) หมายถึง ความสามารถในการ บรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำไว้อย่างครบถ้วนและกระชับรัด ให้อยู่ในลักษณะที่ใช้ สื่อความหมายอย่างถูกต้องและเป็นที่น่าสนใจตรงกัน

2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม หรือหลักการ กฎ และ ทฤษฎีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจผิดทั้งหมด หรือถูกทั้งหมด หรือถูกบ้างผิดบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางส่วนก็ได้ สมมติฐานที่ได้รับการยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นทฤษฎีความจริง หลัก หรือกฎ ตามแต่กรณี

2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Making operational definition) เป็นการให้ความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งต้องสังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติได้ โดยจำเป็นต้องกำหนดความหมายและขอบเขตให้รัดกุม สามารถเข้าใจตรงกันได้ เพื่อไปสร้างการทดลอง

2.5 การออกแบบการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ในการทดลองจะมีการนำทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นสูงหลาย ๆ ทักษะมาผสมกัน

Abruscato (1996 : 40-49) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่ใช้ในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม การเรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นจุดเน้นที่สำคัญ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. กระบวนการพื้นฐาน (The basic processes)
 - 1.1 การสังเกต (Observing)
 - 1.2 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using space/time relationships)
 - 1.3 คำนวณ (Using numbers)
 - 1.4 การจำแนกประเภท (Classifying)
 - 1.5 การวัด (Measuring)
 - 1.6 การสื่อความหมาย (Communicating)
 - 1.7 การทำนาย (Predicting)
 - 1.8 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
2. กระบวนการบูรณาการ (The integrated processes)
 - 2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables)
 - 2.2 การแปลความหมายข้อมูล (Interpreting data)
 - 2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses)
 - 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
 - 2.5 การออกแบบการทดลอง (Experimenting)

Nay, and Associates (1971 : 148-162) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับของกิจกรรมหรือปฏิบัติการ ซึ่งมี 5 กระบวนการใหญ่และแยกเป็นกระบวนการย่อย 17 กระบวนการ ดังนี้

1. การเริ่มต้นปัญหา (Initiation)
 - 1.1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา
 - 1.1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
 - 1.1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ
 - 1.1.3 การกำหนดขอบเขตของปัญหา
 - 1.2 การหาข้อมูลพื้นฐาน
 - 1.2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2.2 การศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ
 - 1.2.3 การปรึกษาจากบุคคลอื่น
 - 1.3 การทำนาย
 - 1.4 การตั้งสมมติฐาน
 - 1.5 การออกแบบสำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง
 - 1.5.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 1.5.2 การกำหนดวิธีการเป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง
 - 1.5.3 การกำหนดอุปกรณ์ วัสดุต่าง ๆ และเทคนิค
 - 1.5.4 การกำหนดข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย
 - 1.5.5 การกำหนดวิธีบันทึกข้อมูล
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of data)
 - 2.1 วิธีการ
 - 2.1.1 การเก็บรวบรวม การสร้างและจัดอุปกรณ์
 - 2.1.2 การทำการทดลอง
 - 2.1.3 การกำหนดข้อจำกัด ขอบเขต และดัดแปลงวิธีการ
 - 2.1.4 การทำการทดลองซ้ำ
 - 2.1.5 การบันทึกข้อมูล
 - 2.2 การสังเกต
 - 2.2.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ
 - 2.2.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ
 - 2.2.3 การรวบรวมตัวอย่าง
 - 2.2.4 การหาข้อมูลที่แสดงโดยกราฟ
 - 2.2.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดหมาย
 - 2.2.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล
 - 2.2.7 การตัดสินความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจัดกระทำกับข้อมูล (Processing of data)
 - 3.1 การจัดข้อมูล
 - 3.2 การแสดงข้อมูลโดยกราฟ
 - 3.3 การจัดกระทำข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์
4. การสร้างกรอบแนวคิดจากข้อมูล (Conceptualization of data)
 - 4.1 การแปลความหมายจากข้อมูล
 - 4.1.1 การคาดคะเนและอธิบายข้อมูล
 - 4.1.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูล
 - 4.1.3 การประเมินความเที่ยงตรง การทำนายและสมมติฐาน
 - 4.2 การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 4.2.1 เป็นคำพูด
 - 4.2.2 เป็นตัวเลข
 - 4.3 การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่เดิม
5. การเปิดกว้าง (Opened)
 - 5.1 การค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อให้เกิดสิ่งเหล่านี้
 - 5.1.1 เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุป
 - 5.1.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช้หรือข้อสรุป
 - 5.2 การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบและหาความรู้ในสิ่งต่อไปนี้
 - 5.2.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่
 - 5.2.2 สิ่งที่สังเกตพบ โดยบังเอิญ
 - 5.2.3 ความไม่สมบูรณ์และความไม่แน่นอนของทฤษฎี
 - 5.3 การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้

2.1.3 ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5) ได้ให้ตัวอย่างเกี่ยวกับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะดังนี้คือ

2.1.3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. การสังเกต (Observing)

1.1 ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
- 1.4 แยกแยะข้อมูลการสังเกตจากการลงความเห็นจากข้อมูลได้
2. การวัด (Measuring)
 - 2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
 - 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
 - 2.3 บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว
 - 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อณุมุม ปริมาตร น้ำหนักและสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
 - 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดและเลือกหน่วยที่แสดงปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือปริมาณที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ นิยมใช้ค่าอุปสรรคแทนพหุคูณปริมาณนั้น ๆ
 - 2.6 คิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ในกรณีที่ไม้อาจใช้เครื่องวัดปริมาณนั้นได้โดยตรง
 - 2.7 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง
 - 2.8 บอกความหมายของปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคืออ่านค่าปริมาณที่ได้จากการวัดละเอียดถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุด
 - 2.9 บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้
3. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using numbers)
 - 3.1 การนับ ได้แก่
 - 3.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
 - 3.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
 - 3.1.3 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
 - 3.2 หาผลลัพธ์ของการบวกและการลบปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง
 - 3.3 หาผลลัพธ์ของการคูณและการหารปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง
 - 3.4 การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง
 - 3.5 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่
 - 3.5.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
 - 3.5.2 การหาค่าเฉลี่ย
 - 3.5.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย
 - 3.6 หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูล โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องการแปรผัน การสร้างสมการ มาสร้างเป็นสูตรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.7 คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีค่าอุปสรรคประกอบหน่วยได้อย่างถูกต้อง
4. การจำแนกประเภท (Classifying)
- 4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Using space/space relationships and space/time relationships)
- 5.1 ชี้รูปร่าง 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 5.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ
- 5.4.1 ระบุรูป 3 มิติที่เห็น เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
- 5.4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุต้นกำเนิดเงาได้
- 5.4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 5.4.4 บอกรูปรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้โดยใช้ตนเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์
- 5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 5.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกัน
- 5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้
6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication)
- 6.1 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 ถ้าเสนอข้อมูลในรูปของตาราง ปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตาราง และค่าของตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตาราง โดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้เรียงจากค่าน้อยไปหามาก หรือจากมากไปหาน้อย

6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด
จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนั้นสามารถวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

7.1 สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting)

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่จะเกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ ทำนายผลที่จะเกิดนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

2.1.3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (สูง)

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis)

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมได้

9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีจะทดสอบสมมติฐานได้

9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

10.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้

10.2 แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้

10.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables)

11.1 ชี้บ่งตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบได้

11.2 บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

11.3 สร้างวิธีการทดลอง หาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายตัวได้

11.4 บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลองถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุก ๆ กรณี

11.5 บอกได้ว่าสภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปรมีความคงที่ และสภาพการณ์อย่างไรทำให้ค่าตัวแปรไม่คงที่

12. การออกแบบการทดลอง (Experimenting)

12.1 กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

12.2 ระบุวัสดุอุปกรณ์และ หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.3 ปฏิบัติการทดลอง และใช้ข้อมูลที่ได้ถูกต้องครบถ้วนและปลอดภัย

12.4 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง

12.5 จัดกระทำกับข้อมูลที่สังเกตได้และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

12.6 สามารถเขียนรายงานผลการทดลอง รวมทั้งอภิปรายผลว่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusions)

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ได้

1.3.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ

1.3.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากเส้นกราฟเส้นโค้ง ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนใน 5 ทักษะที่เป็นทักษะขั้นผสม หรือขั้นบูรณาการ ดังนี้ คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก

2.2.1 หลักในการสร้างแบบฝึก

วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34-37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2529 : 149-151) ได้เสนอหลักการในการสร้างแบบฝึกเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

1. ให้มีคำชี้แจงง่าย และสั้นเพื่อให้เด็กเข้าใจได้ง่าย
2. เรียงลำดับขั้นตอนของแบบฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ
3. จัดทำแบบฝึกหัดให้น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ
4. ครูควรต้องพิจารณาแบบฝึกด้วยความละเอียดอย่าให้มีข้อผิดพลาดได้
5. เนื่องจากเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกที่กำหนดให้นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ควรยากกว่ากัน นั่นคือ ควรมีแบบฝึกหัดจำนวนมาก ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เลือกทำตามความสามารถ และเด็กที่มีความสามารถจะได้ทำมาก

Carin (อ้างใน วินัย คำสุวรรณ. 2534 : 9-10) ได้วิเคราะห์และสรุปรูปแบบและการจัดลำดับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละชุดของ AAAS ว่าประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1. รายละเอียดของจุดมุ่งหมาย (Statement of objective) ระบุเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่แสดงถึงทักษะทางกายและทักษะการรับรู้อันเป็นผลมาจากการใช้แบบฝึก
2. เหตุผลพื้นฐาน (Rationale) ส่วนนี้เป็นข้อมูลสื่อสารสำหรับครู เป็นเหตุผลและความรู้พื้นฐานว่า ควรมีความรู้อะไรอยู่ด้วยในขณะที่ใช้แบบฝึกนี้
3. คำศัพท์ (Vocabulary) ในส่วนนี้ระบุถึงคำศัพท์ที่ไม่ควรใช้ก่อนใช้แบบฝึก เพราะจะก่อให้เกิดความสับสนแก่นักเรียน
4. อุปกรณ์ (Materials) อาจจะใช้ตามความเหมาะสมของห้องเรียน หรือห้องปฏิบัติการ หรือใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปของ AAAS ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหาเริ่มต้น (Originating problem) ใช้เป็นสิ่งที่สร้างความสนใจของนักเรียน เป็นขั้นตอนของกิจกรรมที่จะนำไปสู่การอภิปราย

6. วิธีดำเนินการสอน (Instructional procedure) ขั้นนี้จะปฏิบัติตามลำดับในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ทักษะที่มาก่อนแล้วเรียงไปเรื่อย ๆ

7. การประเมินค่า (Appraisal) เป็นขั้นสุดท้ายว่าการฝึกทั้งหมดบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ถึงระดับใด

Barnett *et al.* (1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อเสนอแนะการใช้ ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัดและแบบตอบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกที่ไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

Butts (1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงสร้างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนด เวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผลจะประเมินผลก่อนเรียนหรือหลังเรียน

2.2.2 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึก สุจริต เทียรชอบ และสายใจ อินทร์มพรรษ์ (2522 : 52-62) กล่าวว่า ต้องยึดตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของชอน ไคค์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดีในทางตรงข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำไม่ได้ดี
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมคือ ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ
3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยขจัดให้ติดตามต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกหัดต้องอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาประกอบด้วย คือ

1. ความใกล้ชิด (Contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน
2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ
3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผลการทำงานของตนเป็นอย่างไร แล้วยังเป็นการสร้าง ความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย
4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียงแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

2.2.3 ลักษณะแบบฝึกที่ดี

Haress (n. d. : 93-94) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแนใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยา ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิดเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
 2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่า แต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
 3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
 4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและเข้าใจลงในแบบฝึก
 5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด
- River (1968 : 97-105) กล่าวถึง ลักษณะแบบฝึกไว้ดังนี้
1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องนั้น ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป
 2. แต่ละแบบฝึกควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
 3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
 4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
 5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
 6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
 7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วใช้ในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของนักเรียน
3. ใช้เวลาเหมาะสม
4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยหลักการสร้างแบบฝึกและหลักจิตวิทยาในการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึก
2. นำเนื้อหาที่กำหนดไว้มาสร้างเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับผลที่ได้จากการแก้ปัญหา
3. จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหานี้ นำมาเป็นสื่อในการให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ
4. ให้นักเรียนฝึกให้เกิดทักษะ โดยใช้คำถามที่มีความหลากหลายในแต่ละแบบฝึก
5. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (เฉลย) เพื่อให้ นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเฉลยได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “ผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” ผู้วิจัยขอเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน (เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 จำนวนชั้นละ 20 คน)
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ชั้นละ 10 คน) โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาหลักการสร้างแบบฝึก หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึก
2. กำหนดเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสร้างแบบฝึก โดยใช้เนื้อหาที่วิเคราะห์จากหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน
3. กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะฝึกให้นักเรียนได้ความรู้และทักษะ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ทักษะ ให้แก่นักเรียน คือ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยาม
เชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
4. สร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แบบฝึก โดยตั้งชื่อ
แบบฝึกแต่ละแบบฝึก ดังนี้

1. ปุ๋ยใครคิดว่าจะไม่สำคัญ
2. เกล็ดอมห้ศจรรย์
3. เป็นเพียงทางผ่าน
4. วิลลี่กับถ่านวิเศษ
5. เมื่อฤกษ์ผสมขยายพันธุ์
6. น้ำมะพร้าวของดวงพร

แบบฝึกชุดแรก (ปุ๋ยใครคิดว่าจะไม่สำคัญ) ผู้วิจัยสร้างในลักษณะชุดแนะนำ โดยเป็นการ
ให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ โดยเริ่มจากทักษะการกำหนด
และควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะ
การออกแบบการทดลอง และทักษะตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่วนแบบฝึกชุดอื่น ๆ อีก
5 แบบฝึก ผู้วิจัยสร้างในลักษณะให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ

แนวในการสร้างแบบฝึกแต่ละชุด ผู้วิจัยดำเนินการสร้างโดยเริ่มจากการกำหนดสถานการณ์
ที่เป็นปัญหา ที่สามารถฝึกให้เกิดทักษะทั้ง 5 ทักษะได้ แล้วกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับผล
ที่ได้จากการแก้ปัญหา ต่อจากนั้นจะเป็นขั้นให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แต่ละทักษะ มีคำถามให้นักเรียนตอบซึ่งเป็นขั้นการฝึก แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับ (เฉลย) ในทุกทักษะ
จะมีลักษณะเช่นนี้ ผู้วิจัยได้ใช้หลักจิตวิทยาในการสร้างแบบฝึก โดยดำเนินเรื่องอย่างค่อยเป็น
ค่อยไป จากง่ายไปหายาก ลักษณะของคำถามในแต่ละแบบฝึกจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป เพื่อ
ให้เกิดความหลากหลาย และทำให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย นอกจากนี้การนำเสนอเนื้อหา
ความรู้ในแบบฝึก ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยสอดแทรกภาพประกอบ เพื่อให้รูปเล่มสวยงามและนักเรียน
ได้รับความเพลิดเพลินขณะศึกษาดูด้วยแบบฝึก

5. เมื่อสร้างแบบฝึกเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการโดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิที่ร่วม
สร้างแบบฝึกพิจารณา และวิพากษ์วิจารณ์ แก้ไขปรับปรุงแบบฝึก เพื่อให้แบบฝึกนี้สามารถฝึกให้
นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะได้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. อาจารย์ ราตรี วัฒนอาภรณ์ชัย อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนดัดดรุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. อาจารย์นิรุจน์ ศรีเกษม หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนดัดดรุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อาจารย์นงนุช มิตรพระพันธุ์ อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง
อุตสาหกรรมนุเคราะห์ จังหวัดชลบุรี

จากการประชุมเชิงปฏิบัติการระหว่างผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ มีสิ่งที่ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. เพิ่มเติมการให้ความรู้ในแบบฝึกที่เป็นชุดแนะนำ คือ ความรู้เกี่ยวกับการตั้งชื่อ
ตัวแปร ค่าตัวแปรของตัวแปรต้น การให้ความรู้เกี่ยวกับการตั้งชื่อตารางนำเสนอข้อมูล หัวตาราง
รายละเอียดในตัวตาราง เพิ่มเติมวิธีการตั้งสมมติฐานให้ครอบคลุม
2. ในส่วนที่เป็นแบบฝึกอีก 5 แบบฝึก ได้มีการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขภาษาที่ใช้
ในแบบฝึกให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
3. คำถามในแบบฝึกมีการปรับปรุงแก้ไข เพิ่มเติมให้เหมาะสมและทำให้นักเรียน
ใช้ความคิดมากขึ้น
4. ปรับแก้รูปแบบของคำถามให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น
6. หลังจากปรับปรุงแก้ไขแบบฝึกเรียบร้อยแล้ว นำไปจัดพิมพ์วาดภาพประกอบ ทำเป็น
รูปเล่มเพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัด
ฉะเชิงเทรา จำนวน 6 คน เพื่อให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ในด้านภาษาที่ใช้ ลำดับขั้นตอนการนำเสนอ
การให้ความรู้ในแบบฝึก
7. นำแบบฝึกที่นำไปทดลองใช้กับนักเรียนมาแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
แล้วนำไปจัดพิมพ์ทำเป็นรูปเล่ม เพื่อนำไปให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างศึกษาต่อไป

3.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาแนวการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย
2. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบ
เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ โดยในแต่ละฉบับวัดทักษะการกำหนดและ
ควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบ
การทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะละ 6 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้
คะแนนคือ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบที่แสดงว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบที่แสดงว่าไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้
เทคนิค IOC (Index of Item-Objective Congruence) และพิจารณาความเหมาะสมของตัวคำถาม
ตัวเลือกและตัวลวง รวมทั้งภาษาที่ใช้ในตัวคำถาม ตัวเลือกและตัวลวง โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีรายชื่อ
ดังนี้

1. อาจารย์ ราตรี วัฒนอาภรณ์ชัย อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนคัคครุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา
 2. อาจารย์ นิรุจน์ ศรีเกษม หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนคัคครุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา
 3. อาจารย์ พนิดา บินต่วน คีษานินเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอควนกาหลง
จังหวัดสตูล
 4. อาจารย์ อิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม
จังหวัดกรุงเทพมหานคร
 5. อาจารย์ สาลีณี ศรีสารากร อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดโคกจี่หนอน
จังหวัดชลบุรี
 6. อาจารย์ สุดา คำรงโกภักดิ์ อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต
จังหวัดกรุงเทพมหานคร
4. จากการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า
ข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ มีค่า IOC = 1.00 ทุกข้อ และผู้ทรงคุณวุฒิ
ได้ให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข ดังนี้
1. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในตัวคำถาม ตัวเลือกและตัวลวงบางข้อที่ใช้ภาษาฟุ่มเฟือย
ให้กระชับ และทำให้สั้นลง
 2. ปรับคำพูดบางคำพูดให้ตัวคำถาม ตัวเลือกและตัวลวงบางข้อให้มีความชัดเจนและ
ถูกต้องมากขึ้น
 3. เปลี่ยนตัวลวงในบางข้อให้มีความเป็นไปได้มากขึ้น
 4. เสนอแนะให้พิมพ์ตัวเน้นในส่วนของคำหรือข้อความที่ต้องการเน้นเป็นพิเศษ
 5. ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำแบบทดสอบ
ทั้ง 2 ฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์
โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โดยแต่ละ
ฉบับทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 64 คน วันที่ 14 ธันวาคม 2543
 6. จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้
โปรแกรม SPSS FOR WINDOWS เพื่อหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบ
ไว้จำนวน 30 ข้อ ได้ข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .19 ถึง .84 และอำนาจจำแนกระหว่าง .12 ถึง
.34 โดยเป็น ข้อสอบที่วัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ข้อที่ 1-6 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
ข้อที่ 7-12 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ข้อที่ 13-18 ทักษะการออกแบบการทดลอง ข้อที่
19-24 และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ข้อที่ 25-30 ทักษะละ 6 ข้อ

7. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ด้วยการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่ไม่ใช่ให้นักเรียนที่นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 จำนวน 64 คน ในวันที่ 19 ธันวาคม 2543 โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .71

3.3 แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มเดียว แต่มีการวัดก่อนและหลัง (One-group Pretest-Posttest Design) (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2534 : 64-65) ดังนี้

$O_1 \quad X \quad O_2$

O_1 หมายถึง วัดก่อนการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

X หมายถึง ให้นักเรียนศึกษาโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

O_2 หมายถึง วัดหลังใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในวันที่ 9 มกราคม 2544
2. ประชุมนิเทศนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจกับการเรียน โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาแบบฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แบบฝึก โดยใช้เวลาศึกษาแบบฝึกละประมาณ 50 นาที ในช่วงโมฆะชุมนุม วิทยาศาสตร์ สัปดาห์ละ 1 แบบฝึก ระหว่างวันที่ 16 มกราคม ถึง 20 กุมภาพันธ์ 2544
4. ทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับการทดสอบก่อนการทดลอง ในวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2544
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบ สมมติฐาน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS FOR WINDOWS ดังนี้

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1. ความเที่ยงตรง หาคความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญ โยธอนันตพงษ์. 2526 : 89-91)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) หาคความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ โดยใช้สูตร (ภัทรา นิคมานนท์. 2538 : 140)

$$p = \frac{H + L}{N}$$

$$r = \frac{H - L}{N}$$

.....
2

เมื่อ p แทน ความยากง่าย

r แทน อำนาจจำแนก

H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

3. ความเชื่อมั่น หาคความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168-170)

$$r_{kk} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_p^2} \right]$$

- เมื่อ r_{kk} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ = $1-p$
 S_p^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.2.1 สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 56)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

- เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 63)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

- เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2.2 สถิติทดสอบสมมติฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้ Single-factor experiments having repeated measures on the same elements (Winer. 1971 . 261-270)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง “ผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	n	\bar{X}	S
ก่อนการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30	15.47	5.48
หลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		20.67	5.07

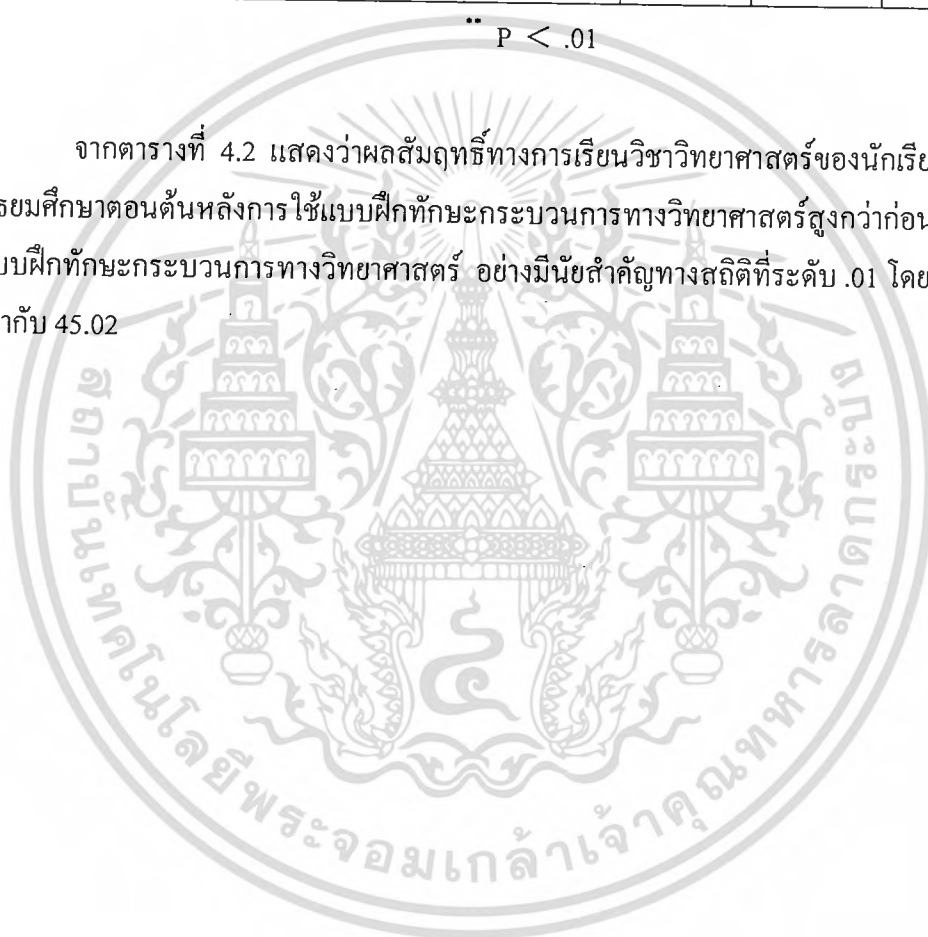
จากตารางที่ 4.1 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 15.47 และ 20.67 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้นก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Source	SS	df	MS	F	Sig
Between Subjects	1354.73	29			
Within Subjects	667.00	30			
TIME	405.60	1	405.60	45.02**	.00
Error (TIME)	261.40	29	9.01		
TOTAL	2021.73	59			

** P < .01

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่า F เท่ากับ 45.02



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง ผลการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2 สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน (เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 จำนวนชั้นละ 20 คน)
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ชั้นละ 10 คน) โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.1 แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 6 แบบฝึก แต่ละแบบฝึกมีชื่อดังนี้

1. ปุ๋ยใครคิดว่าจะไม่สำคัญ
2. เกล็ดอมห้ศจรรย
3. เป็นเพียงทางผ่าน
4. วิถีลึกลับถ่านพิเศษ
5. เมื่อฤกษ์ผสมขยายพันธุ์
6. น้ามะพร้าวของดวงพร

แบบฝึกชุดแรก (ปุ๋ยใครคิดว่าจะไม่สำคัญ) ผู้วิจัยสร้างในลักษณะเป็นชุดแนะนำ โดยเป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ โดยเริ่มจากทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่วนแบบฝึกชุดอื่น ๆ อีก 5 แบบฝึก ผู้วิจัยสร้างในลักษณะให้นักเรียนได้ฝึกฝนความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ

5.4.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะละ 6 ข้อ โดยข้อสอบมีความยากง่ายระหว่าง .19 ถึง .84 และอำนาจจำแนกระหว่าง .12 ถึง .34 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .71

5.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์
2. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาแบบฝึกทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แบบฝึก ในช่วงโมงชุมนุมวิทยาศาสตร์ สัปดาห์ละ 1 แบบฝึก โดยใช้เวลาศึกษาแบบฝึกละประมาณ 50 นาที
3. ทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับก่อนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS FOR WINDOWS ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบสมมติฐานคือ Single-factor experiments having repeated measures on the same elements

5.7 สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.47 และ 20.67 คะแนน ตามลำดับ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ผลจากวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า

1. ในการพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาไว้จำนวน 6 แบบฝึก โดยแบบฝึกชุดแรกเป็นแบบฝึกที่ให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และอีก 5 แบบฝึก เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียน ได้ทบทวนความรู้ ซึ่งการที่มีแบบฝึกที่เป็นชุดให้ความรู้ทำให้นักเรียน ได้ทำความเข้าใจกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 ทักษะ แล้วจึงศึกษาอีก 5 แบบฝึก ที่เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียน ได้ทบทวนความรู้ ทำให้มีความแม่นยำมากขึ้น ตามหลักจิตวิทยา การที่นักเรียน ได้ฝึกฝนสิ่งใดสิ่งหนึ่งบ่อย ๆ ซ้ำแล้วซ้ำอีก ทำให้เกิดความเชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นไปตามกฎแห่งการฝึก (ปรียาพร วงศ์อนุตร โรจน์. 2539 : 38)
2. การพัฒนาแบบฝึกแต่ละแบบฝึก เริ่มตั้งแต่การกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา กล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้จากการแก้ปัญหา ในส่วนที่เป็นการให้ความรู้ในแบบฝึก ได้ให้ความรู้ อย่างค่อยเป็นค่อยไป จากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนสามารถติดตามเนื้อหาความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้แบบฝึกสูงกว่าก่อนใช้แบบฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในการทดลอง นักเรียนแต่ละคนศึกษาแบบฝึกด้วยตัวเอง ซึ่งทำให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันใช้เวลาในการศึกษาแตกต่างกัน ผู้ที่มีความสามารถสูงที่ใช้เวลาน้อย ไม่เกิดความรำคาญ เพื่อนร่วมชั้นเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า ส่วนผู้ที่มีความสามารถต่ำ สามารถศึกษาเนื้อหาความรู้ในแต่ละแบบฝึกได้หลายครั้ง จนกว่าตนเองจะเข้าใจ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะเป็นตัวถ่วงเพื่อนที่สามารถทำความเข้าใจในบทเรียนแล้ว ไม่ต้องกังวลว่าจะเสียหน้าเมื่อไม่สามารถตอบคำถามของครู

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยหลายเรื่อง que พัฒนาแบบฝึกและกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วินัย คำสุวรรณ (2534 : 36-37) ทำการวิจัยเรื่อง “การใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นสื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Friedle มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกที่ระดับนัยสำคัญ .01

นิยา วิชัยดิษฐ์ (2538 : 369) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ” ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดป่าเลี้ยวไค จังหวัดสุพรรณบุรี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธิดา สนองนารถ (2542 : 212) ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพของแบบฝึกสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 คะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกทุกชุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภารดี รวยอารี (2544 : I-II) ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมประเทืองปัญญาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมีนบุรี กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมประเทืองปัญญาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ฝึกนักเรียนในชุมนุมวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
2. ในแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น นักเรียนศึกษาจากแบบฝึกที่เป็นเอกสารเพียงอย่างเดียว ในการนำแบบฝึกนี้ไปใช้ ครูผู้สอนอาจจะให้นักเรียนนำสถานการณ์การทดลองในแบบฝึกไปทดลองปฏิบัติจริง เก็บรวบรวมข้อมูลในสภาพจริง ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้เข้าใจมากขึ้น และนับได้ว่าเป็นการเรียนรู้แท้
3. ครูผู้สอนอาจแนะนำให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการพัฒนาตัวนักเรียนได้อีกระดับหนึ่ง

5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. การวัดตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแปรตาม อาจใช้เครื่องมือวัดที่แตกต่างจากงานวิจัยครั้งนี้ โดยอาจวัดในลักษณะที่เป็นการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงและหาคำตอบจากผลการทดลองที่ได้
2. ควรมีการนำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับอื่น เช่น ประถมศึกษา หรือมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. อาจทำการวิจัยโดยศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- จันทร์ชัย หลิงประยูร. 2541. “สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สนุก.” *วิทยาศาสตร์*. 52 (3) : 186-191.
- ธิดา สอนงนารถ. 2542. “การสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. “สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวัดผล การศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นียา วิชัยดิษฐ์. 2538. “การศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ.” *ปริญญาานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*
- นิตยา กิจโร. 2530. “การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” *ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.*
- นิตยา ปานทิพย์. 2527. “การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยี อาชีวศึกษา วิทยาเขตบพิตรพิมุขมหาเมฆ กรุงเทพมหานคร. *ปริญญาานิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.*
- นิตยา ฤทธิ์โยธี. 2520. “การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ.” กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษา นิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. เอกสารอัดสำเนา.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2526. *การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ.* กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2539. “กระบวนการเรียนรู้.” *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- เปรมวดี รักขวลี. 2539. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู.” *ปริญญาานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผดุงยศ ดวงมาลา. 2531. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” *ศึกษาศาสตร์*. 4 (12) : 33-39.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. 2543. “ปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ : บทบาทของ สสวท..”
วารสาร สสวท. 28 (109) : 3-7.
- ภัทรานิคมานนท์. 2538. การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒนา.
- วินัย คำสุวรรณ. 2534. “รายงานการวิจัยเรื่อง การใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานเป็นสื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4.” กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา (หน่วยงาน โรงเรียนสาธิต) คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผล
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วรรณถ พ่วงสุวรรณ. 2518. “การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2534. “การออกแบบวิจัย.” หน้า 64-65 ใน ไพฑูริย์ สีนลรัตน์.
การวิจัยทางการศึกษา : หลักและวิธีการสำหรับนักวิจัย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสริมชัย สังกะเพศ. 2532. “การศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น.” วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม. 2522. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุรางค์ สากร. 2537. พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต : วิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2543. เหตุใดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ของไทยจึงตกอันดับ?. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งชาติ.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2529. ชุดการสอนการปลูกฝังและ
สร้างเสริมค่านิยมพื้นฐาน เรื่องการสอนรักชาติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- American Association for the Advancement of Science. 1970. **Science : A Process
Approach Commentary for Teacher.** Washington D.C. : AAAS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Abruscato, J. 1996. **Teaching Children Science A Discovery Approach**. 4th ed. Boston : Allyn and Bacon.
- Barnett, J. A. et.al. 1969. **Teacher's Hand Book 2. Success with English the Pequin Course**. Middlesex : Pequin Book.
- Butts, D. 1974. **The Teaching of Science : A Self Directed Planning Guide**. New York : Harper & Row.
- Carin, A.A. 1993. **Teaching Science Through Discovery**. 7th ed. New York : Macmillan.
- Hares, J.H. n.d. "The Two Meaning of Mathematics." **A Hand of Programmed Learning**. n.p.
- Klopfer, E.L. 1971. "Evaluation of Learning Science." **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York : McGraw-Hill.
- Nay, M. A. and Associates. 1971. "A Process Approach to Teaching Science." **Science Education**. 55 (2) : 148-162.
- Peterson, K.D. 1978. "Scientific Inquiry Training for High School Students." **Journal of Research in Science Teaching**. 15 (3) : 153.
- River, W.M. 1968. **Teaching Foreign Language Skills**. Chicago : The University of Chicago Press.
- Winer, B.J. 1971. **STATISTICAL PRINCIPLES IN EXPERIMENTAL DESIGN**. 2nd ed. Tokyo : McGRAW-HILL.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วย ครอบครัวที่ไม่ปลอดภัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง

ชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. ทักษะการออกแบบการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การศึกษาชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม (สูง) ให้นักเรียนอ่านอย่างช้า ๆ และจับประเด็นของแต่ละทักษะให้ได้ จะเริ่มตั้งแต่ การกำหนดสถานการณ์ในการทดลองให้ และจากสถานการณ์นี้จะให้ความรู้แก่นักเรียนในแต่ละทักษะพร้อมทั้งเสนอให้เห็นถึงการหาคำตอบในแต่ละทักษะจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

การให้ความรู้และการแสดงให้เห็นถึงการหาคำตอบในแต่ละทักษะ จะดำเนินติดต่อกันเป็นเรื่องเดียวกัน ดังนั้น นักเรียนที่ศึกษาชุดแนะนำอย่างต่อเนื่อง จะได้รับความรู้ครบทั้ง 5 ทักษะ



วิชชุดาปลูกต้นไม้เพื่อดูการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยใช้เมล็ดพันธุ์ที่เหมือนกัน ขนาดเท่ากัน ดินชนิดเดียวกัน ปลูกในกระถางขนาดเท่ากันและเหมือนกัน 5 กระถาง กระถางละ 10 เมล็ด แล้ววางไว้ในบริเวณเดียวกัน แต่ใส่ปุ๋ยต่างชนิดกัน ดังนี้

กระถางที่ 1	ใส่ปุ๋ย ก	จำนวน 1 ช้อนชา
กระถางที่ 2	ใส่ปุ๋ย ข	จำนวน 1 ช้อนชา
กระถางที่ 3	ใส่ปุ๋ย ค	จำนวน 1 ช้อนชา
กระถางที่ 4	ใส่ปุ๋ย ง	จำนวน 1 ช้อนชา
กระถางที่ 5	ใส่ปุ๋ย จ	จำนวน 1 ช้อนชา

กระถางแต่ละใบ รดน้ำปริมาณเท่ากัน ในเวลาเดียวกัน ทุก ๆ วัน 2 สัปดาห์ต่อมา วัดความสูงของต้นไม้ทุกต้นในแต่ละกระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

ต้นไม้กระถางที่ 1	สูงเฉลี่ย 4.2 เซนติเมตร
ต้นไม้กระถางที่ 2	สูงเฉลี่ย 4.3 เซนติเมตร
ต้นไม้กระถางที่ 3	สูงเฉลี่ย 6.1 เซนติเมตร
ต้นไม้กระถางที่ 4	สูงเฉลี่ย 5.4 เซนติเมตร
ต้นไม้กระถางที่ 5	สูงเฉลี่ย 3.8 เซนติเมตร



จากสถานการณ์ข้างต้นจะเห็นว่า วิชชุดามีการจัดบางสิ่งที่ใช้ในการทดลองให้เหมือน ๆ กัน เช่น

- ชนิดและจำนวนของเมล็ดพันธุ์
- ชนิดและขนาดของกระถาง
- ปริมาณน้ำและช่วงเวลาในการรดน้ำ

ในขณะที่เดียวกัน วิชชุดาก็จัดบางสิ่งที่ใช้ในการทดลองให้เกิดความแตกต่างกัน คือ ชนิดของปุ๋ย โดยใช้ปุ๋ย 5 ชนิด คือ ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ ซึ่งเป็นผลให้ต้นไม้ที่ได้รับปุ๋ยต่างชนิดกัน มีการเจริญเติบโตต่างกัน ซึ่งเราจัดว่าการเจริญเติบโตของต้นไม้นี้เป็นผลมาจากการจัดให้เกิดความแตกต่าง คือ เกิดจากการได้รับปุ๋ยต่างชนิดกันนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งต่าง ๆ ที่เรากล่าวมาข้างต้น เราเรียกว่า “ตัวแปร” ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้
 ชนิดที่ 1 สิ่งที่จัดให้เหมือนกัน เรียกว่า ตัวแปรควบคุม ซึ่งจะมีมากกว่า 1 อย่าง
 ชนิดที่ 2 สิ่งที่จัดให้แตกต่างกันหรือสิ่งที่เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า
ตัวแปรต้น

ชนิดที่ 3 สิ่งที่เป็นผลอันเกิดจากการจัดบางสิ่งให้แตกต่างกัน เรียกว่า ตัวแปรตาม

ดังนั้น จากสถานการณ์นี้ เราสามารถบอกได้ว่าสิ่งใดเป็นตัวแปรชนิดใด ดังต่อไปนี้
 ชนิดที่ 1 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย



ชนิดที่ 2 ตัวแปรต้น คือ ชนิดของปุ๋ย

ซึ่งใช้ต่างกัน คือ ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ

(เราเรียก ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ ว่าเป็น ค่าของตัวแปรต้น)

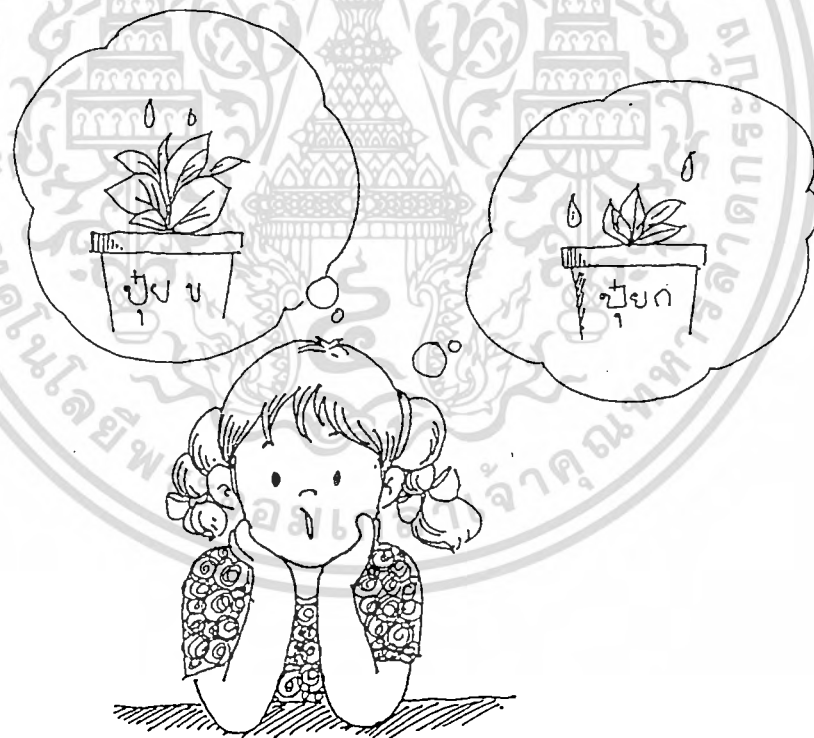
ชนิดที่ 3 ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของต้นไม้

อันเป็นผลมาจากการใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน

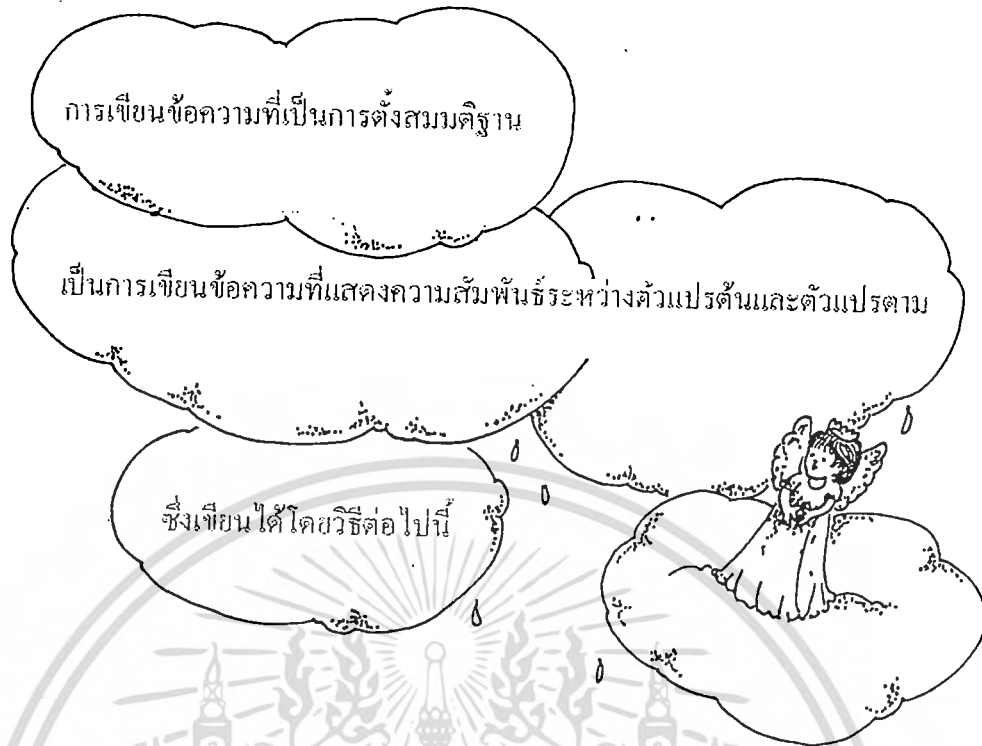
การจัดให้มีตัวแปรควบคุม เพื่อให้สามารถสรุปผลได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของ
ตัวแปรตาม เนื่องมาจาก ตัวแปรต้นเพียงตัวเดียว ไม่ใช่เป็นผลมาจากสิ่งอื่น

วิธีการเหล่านี้เราเรียกว่า การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ก่อนที่จะทำการทดลอง เราจะมีการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าว่าผลการทดลอง
ควรจะเป็นอย่างไร ซึ่งเรียกว่า การตั้งสมมติฐาน ซึ่งการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า
จะเป็นลักษณะใดขึ้นอยู่กับสิ่งที่ได้จากการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐาน
คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นที่ถกเถียง กฏ หรือทฤษฎีมาก่อน
สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิด จะทราบได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการทดลองแล้ว ว่าผลที่ได้จาก
การทดลองเป็นการสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีที่ 1 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ตัวแปรต้นมีผลต่อตัวแปรตาม เป็นสมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง

ตัวอย่าง “ชนิดของปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้”

จากตัวอย่าง

- ชนิดของปุ๋ยเป็นตัวแปรต้น
- การเจริญเติบโตของต้นไม้เป็นตัวแปรตาม

วิธีที่ 2 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ตัวแปรตามขึ้นอยู่กับตัวแปรต้น เป็นสมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง

ตัวอย่าง “การเจริญเติบโตของต้นไม้ขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ย”

จากตัวอย่าง

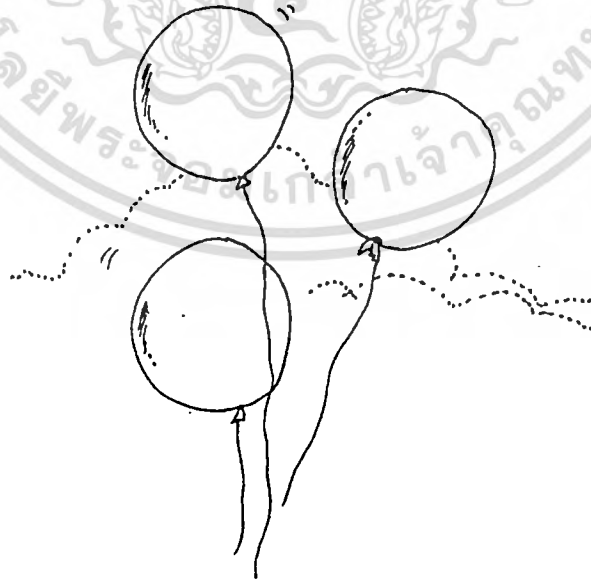
- การเจริญเติบโตของต้นไม้เป็นตัวแปรตาม
- ชนิดของปุ๋ยเป็นตัวแปรต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 3 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามในรูปของประโยคเงื่อนไข โดยกล่าวว่า ถ้าตัวแปรต้นต่างกัน...แล้ว...ตัวแปรตามต่างกัน หรือ ถ้าตัวแปรต้นต่างกัน...ดังนั้น...ตัวแปรตามต่างกัน เป็นสมมติฐานแบบ ไม่มีทิศทาง

ตัวอย่าง	“ <u>ถ้าชนิดของปุ๋ยต่างกันแล้ว การเจริญเติบโตของต้นไม้อื่นต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าชนิดของปุ๋ยต่างกันแล้ว ต้นไม้อื่นจะเจริญเติบโตต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าใช้ปุ๋ยต่างชนิดกันแล้ว การเจริญเติบโตของต้นไม้อื่นต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าใช้ปุ๋ยต่างชนิดกันแล้ว ต้นไม้อื่นจะเจริญเติบโตต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าชนิดของปุ๋ยต่างกัน ดังนั้นการเจริญเติบโตของต้นไม้อื่นต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าชนิดของปุ๋ยต่างกัน ดังนั้นต้นไม้อื่นจะเจริญเติบโตต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน ดังนั้นการเจริญเติบโตของต้นไม้อื่นต่างกัน</u> ”
หรือ	“ <u>ถ้าใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน ดังนั้นต้นไม้อื่นจะเจริญเติบโตต่างกัน</u> ”

- จากตัวอย่าง
- ชนิดของปุ๋ย เป็นตัวแปรต้น
 - การเจริญเติบโตของต้นไม้อื่น เป็นตัวแปรตาม



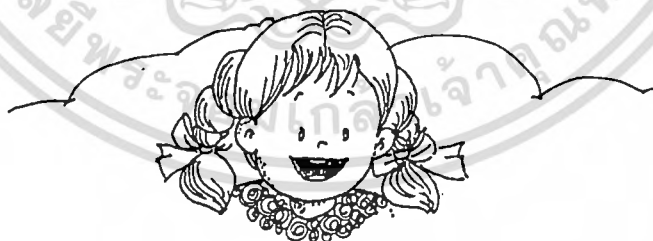
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 4 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ค่าของตัวแปรต้น 1 ค่า หรือมากกว่า ทำให้ ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะ (ดีกว่า น้อยกว่า สูงกว่า ต่ำกว่า ฯลฯ) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรต้นค่าอื่น ๆ เป็นสมมติฐานแบบมีทิศทาง

ตัวอย่าง “ปุ๋ย ก ทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตดีกว่าปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ”
หรือ “ปุ๋ย ง และ จ ทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้น้อยกว่าปุ๋ย ค , ปุ๋ย ข และปุ๋ย ก”

จากตัวอย่าง

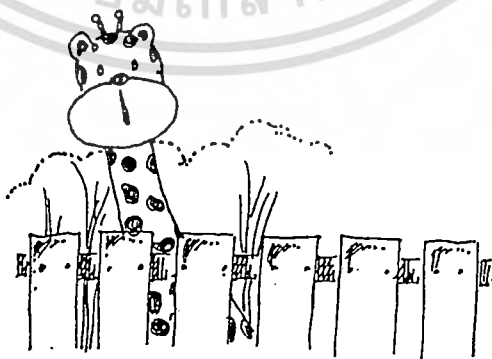
- ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และปุ๋ย จ เป็นค่าของตัวแปรต้น
- ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดีกว่า ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และปุ๋ย จ หรือ ต้นไม้เจริญเติบโตได้น้อยกว่า ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ข และปุ๋ย ก เป็นการกล่าวถึงตัวแปรตามที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะ ดีกว่า/น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรต้นค่าอื่น ๆ



วิธีที่ 5 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ค่าของตัวแปรต้นค่าใดค่าหนึ่ง ทำให้ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เป็นสมมติฐานแบบมีทิศทาง

- ตัวอย่าง “ปุ๋ย ก ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ข ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ค ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ง ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย จ ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ก ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ข ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ค ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย ง ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด”
 หรือ “ปุ๋ย จ ทำให้ต้นไม้อเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด”

- จากตัวอย่าง > ปุ๋ย ก, ปุ๋ย ข, ปุ๋ย ค, ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ เป็น ค่าของตัวแปรต้น
 > ต้นไม้อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด หรือต้นไม้อเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด
 เป็นการกล่าวถึงตัวแปรตามที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางใด
 ทิศทางหนึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกล่าวถึงตัวแปรหรือค่าบางค่าที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ บางครั้งเมื่อกล่าวแล้ว อาจเข้าใจไม่ตรงกัน หรือเป็นคำที่กำกวม เพราะมีลักษณะเป็นนามธรรม เช่น คำว่า **“การเจริญเติบโตของต้นไม้”** สามารถให้ความหมายได้หลายอย่าง จึงต้องมี **การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** เพื่อให้เข้าใจได้ตรงกัน เช่น

ในที่นี้ เราอาจนิยาม คำว่า **“การเจริญเติบโตของต้นไม้”** หมายถึง

ความสูงของต้นไม้

หรือ จำนวนใบที่เพิ่มขึ้น

หรือ น้ำหนักของต้นไม้

ฯลฯ

จะเลือกนิยามอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการ สื่อความหมาย ให้คนอ่านการทดลองของเราทราบว่า เราทำอะไร หรือต้องการดูอะไร เช่น ในการทดลองของวิชชดา ดูการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยวัดจากความสูงที่เพิ่มขึ้น ฉะนั้น เธอจึงนิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า **“การเจริญเติบโตของต้นไม้”** หมายถึง ความสูงของต้นไม้ เพียงอย่างเดียว



จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น เราสามารถนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์ว่าผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ ในการออกแบบการทดลองนั้นจำเป็นต้องกำหนดสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดตัวแปร คือ การกำหนดตัวแปรต้น-ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
2. วัสดุอุปกรณ์/สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
3. วิธีปฏิบัติกาทดลอง
4. บันทึกผลการทดลอง

ในการทดลองของวิชาฯ ได้ออกแบบการทดลองโดยมีการกำหนดสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดตัวแปร

- (1) ตัวแปรต้น คือ ชนิดของปุ๋ย
(ซึ่งมีค่าของตัวแปรต้น คือ ปุ๋ย ก, ปุ๋ย ข, ปุ๋ย ค, ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ)
- (2) ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของต้นไม้ (ความสูงของต้นไม้)
- (3) ตัวแปรควบคุม คือ
 - ชนิดของเมล็ดพันธุ์พืช
 - ขนาดของเมล็ดพันธุ์พืช
 - ชนิดของกระถาง
 - ขนาดของกระถาง
 - ชนิดของดิน
 - ปริมาณดิน
 - ปริมาณน้ำ
 - ระยะเวลาในการปลูก
 - บริเวณที่ตั้งกระถาง

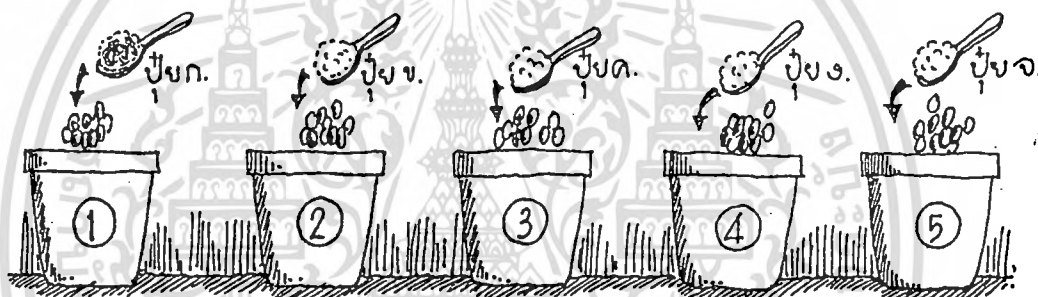


2. วัสดุอุปกรณ์/สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- (1) น้ำที่ใช้รดต้นไม้ ชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากัน
- (2) กระถางต้นไม้ ชนิดเดียวกันและขนาดเท่ากัน 5 กระถาง
- (3) ปุ๋ย 5 ชนิด คือ ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ ปริมาณเท่ากัน
- (4) ดินชนิดเดียวกัน และปริมาณเท่ากัน
- (5) เมล็ดพันธุ์พืช ชนิดเดียวกัน จำนวนและขนาดเท่ากัน

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง ดำเนินการดังนี้

- (1) จัดตัวแปรควบคุมให้เหมือนกันทุกกระถาง



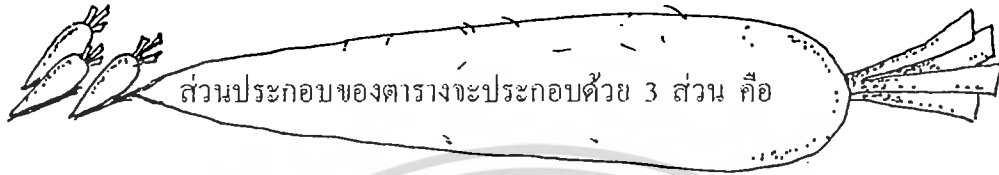
- กระถางชนิดเดียวกันและขนาดเท่ากันทุกใบ
- ใส่ดินชนิดเดียวกันในปริมาณเท่ากัน
- ตั้งกระถางไว้ในบริเวณเดียวกัน
- ใส่เมล็ดพันธุ์พืช ขนาด ชนิดเดียวกัน และจำนวนเท่ากันในแต่ละกระถาง
- รดน้ำปริมาณเท่ากัน

- (2) ใส่ปุ๋ยต่างชนิดกัน (ตัวแปรต้น) ลงในกระถางแต่ละใบ ได้แก่ ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และ ปุ๋ย จ อย่างละ 1 ช้อนชา

- (3) ทิ้งระยะเวลาปลูกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้ววัดตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของต้นไม้ (ความสูงของต้นไม้)

4. บันทึกผลการทดลอง

เมื่อปฏิบัติการทดลองแล้ว ต้องมีการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง มีกนิยมนบันทึกผลในรูปของตารางบันทึกผลการทดลอง เพื่อความเป็นระเบียบและเข้าใจง่าย โดยมีหลักเกณฑ์ในการสร้างตารางดังนี้



(1) **ชื่อตาราง** จะอยู่เหนือตาราง ต้องกำหนดลำดับที่ของตารางด้วยว่าเป็นตารางที่เท่าใด แล้วเขียนอธิบายรายละเอียดของตารางว่า เป็นตารางที่แสดงข้อมูลอะไร ตามปกติจะเขียนเป็นข้อความที่กล่าวถึง **ตัวแปรตาม** และ **ตัวแปรต้น** ด้วยการนำ **ตัวแปรตาม** มากล่าวก่อนแล้วตามด้วย **ตัวแปรต้น** โดยมีคำเชื่อมที่เหมาะสมระหว่างตัวแปรทั้งสอง เช่นเขียนว่า

“ตาราง 1 ความสูงของต้นไม้ที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ”

หรือเขียนว่า

“ตาราง 1 ความสูงของต้นไม้อันแปรตามชนิดของปุ๋ย”

(2) **ส่วนที่เป็นหัวตาราง** จะเป็นส่วนที่บันทึก ค่าหรือข้อความที่แสดงถึงตัวแปรต้น และตัวแปรตาม โดยตัวแปรต้นบันทึกไว้ทางด้านซ้าย ตัวแปรตามบันทึกไว้ทางด้านขวา และในกรณีที่ตัวแปรต้น และ/หรือตัวแปรตาม สามารถระบุหน่วยได้ ก็ระบุไว้ในวงเล็บหลังตัวแปรนั้น ๆ

(3) **ส่วนที่เป็นตัวตาราง** เป็นส่วนที่บันทึกรายละเอียดของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยรายละเอียดของตัวแปรต้นบันทึกไว้ทางด้านซ้าย รายละเอียดของตัวแปรตามบันทึกไว้ทางด้านขวา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสถานการณ์ของวิชาฯ เธอได้ออกแบบตารางไว้ดังนี้

ตาราง 1 ความสูงของต้นไม้ที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ

ชนิดของปุ๋ย	ความสูงของต้นไม้ต้นที่ (เซนติเมตร)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1. ปุ๋ย ก	4.2	4.1	4.1	4.2	4.4	4.0	4.5	4.0	4.2	4.3	4.2
2. ปุ๋ย ข	4.1	4.0	4.1	4.3	4.5	4.2	4.7	3.9	4.5	4.7	4.3
3. ปุ๋ย ค	5.8	5.6	6.2	6.1	6.3	5.5	6.1	6.5	6.5	6.4	6.1
4. ปุ๋ย ง	5.5	5.4	5.3	5.0	5.1	5.5	4.9	5.8	5.9	5.6	5.4
5. ปุ๋ย จ	3.8	3.9	4.1	4.0	3.7	4.1	3.8	3.7	3.6	3.3	3.8

คำว่า

“ตาราง 1” เป็นลำดับที่ของตาราง

“ความสูงของต้นไม้ที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ” เป็นข้อความที่อธิบายชื่อตาราง

“ชนิดของปุ๋ย” เป็นตัวแปรต้น เขียนไว้ทางด้านซ้ายของหัวตาราง
(ปุ๋ย ก , ปุ๋ย ข , ปุ๋ย ค , ปุ๋ย ง และปุ๋ย จ) เป็นค่าของตัวแปรต้น

“ความสูงของต้นไม้” เป็นตัวแปรตามที่ได้รับการนิยามเชิงปฏิบัติการแล้ว เขียนไว้ทางด้านขวาของหัวตาราง

“(เซนติเมตร)” เป็นหน่วยบอกความสูงของต้นไม้



“ตัวเลขที่แสดงความสูงของต้นไม้” เป็นรายละเอียดของตัวแปรตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากการทดลองในตารางข้างต้น เราสามารถแปลความหมายข้อมูลที่บันทึกผลได้
เรียกว่า **การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป**

การตีความหมายข้อมูล เป็นการบรรยายลักษณะของข้อมูล ณ จุดใดจุดหนึ่ง
(บอกข้อมูลที่เกิดจากค่าของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในภาพรวม) ซึ่งสามารถสรุปได้ 2 ลักษณะ

การลงข้อสรุป เป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด
(บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในภาพรวม) ซึ่งสามารถสรุปได้ 2 ลักษณะ
คือ สรุปแบบมีทิศทาง และสรุปแบบไม่มีทิศทาง

เช่น จากผลการทดลองในตาราง 1

ถ้ากล่าวว่ “ปลุกต้นไม้โดยใช้ปุ๋ย ก ทำให้ต้นไม้สูง 6.1 เซนติเมตร”
เป็นการตีความหมายข้อมูล

ถ้ากล่าวว่ “ใช้ปุ๋ย ก ปลุกต้นไม้ ทำให้ต้นไม้สูง 4.2 เซนติเมตร”
เป็นการตีความหมายข้อมูล

ถ้ากล่าวว่ “การใช้ปุ๋ยต่างชนิดกันปลุกต้นไม้ ทำให้ต้นไม้สูงต่างกัน”
เป็นการลงข้อสรุปแบบไม่มีทิศทาง

หรือ “การที่ต้นไม้สูงต่างกัน เป็นผลมาจากการใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน”
เป็นการลงข้อสรุปแบบไม่มีทิศทาง

ถ้ากล่าวว่ “ปลุกต้นไม้โดยใช้ปุ๋ย ก ทำให้ต้นไม้สูงที่สุด”
เป็นการลงข้อสรุปแบบมีทิศทาง

หรือ “ปลุกต้นไม้โดยใช้ปุ๋ย จ ทำให้ต้นไม้สูงน้อยที่สุด”
เป็นการลงข้อสรุปแบบมีทิศทาง

ในการลงข้อสรุป จะต้องคำนึงถึงสมมติฐานที่ตั้งไว้ด้วย ควรลงข้อสรุปให้สอดคล้องกับสมมติฐาน กล่าวคือ ถ้าตั้งสมมติฐานแบบมีทิศทาง ก็ควรลงข้อสรุปแบบมีทิศทาง แต่ถ้าตั้งสมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง ก็ควรลงข้อสรุปแบบไม่มีทิศทาง

ข้อสังเกต ข้อความที่แสดงการลงข้อสรุป มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อความที่แสดงถึงการตั้งสมมติฐาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ ที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า แต่ละทักษะจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันตั้งแต่ ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร เป็นทักษะที่กล่าวถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ซึ่งตัวแปรต้นและ ตัวแปรตาม จะเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และเชื่อมโยง ไปถึงการออกแบบการทดลอง เนื่องจากการออกแบบการทดลองนั้นต้องทราบลักษณะของตัวแปร ชนิดต่าง ๆ อย่างชัดเจน แล้วจึงสามารถกำหนดวัตถุประสงค์/สารเคมี วิธีปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนการออกแบบการบันทึกผลการทดลอง และทักษะสุดท้ายในที่นี้ คือ การตีความหมาย ข้อมูลและการลงข้อสรุป ก็มีความเกี่ยวข้องกับตัวแปร และสอดคล้องกับข้อความที่เขียนแสดง การตั้งสมมติฐาน



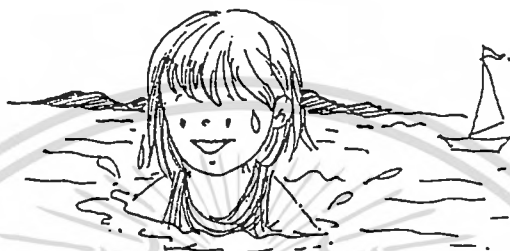
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง

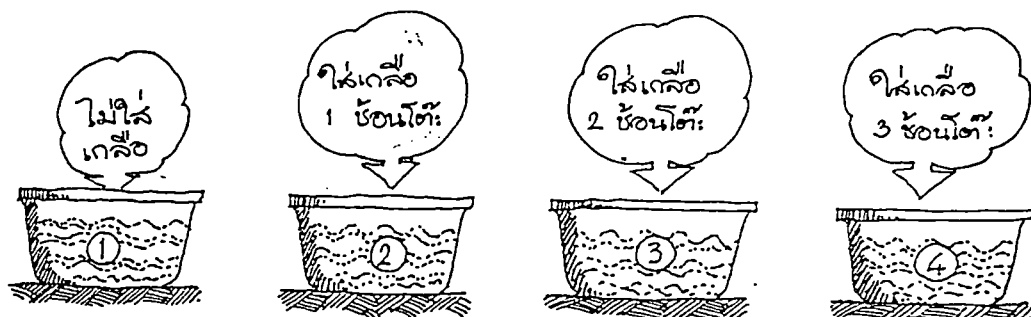
1. นักเรียนจะต้องศึกษาชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เล่มนี้
2. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ในการทดลองและคำถามในแต่ละทักษะ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนพยายามอ่านทำความเข้าใจและหาคำตอบด้วยตนเอง แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อนที่จะหาคำตอบได้
4. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ไม่กำหนดระยะเวลาในการอ่าน ขอให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่
5. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จบแล้ว นักเรียนจะได้ความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ทักษะ



คารารัตน์มีบ้านอยู่ติดแม่น้ำและชอบลงไปว่ายน้ำ วันหนึ่งแม่พาคารารัตน์ไปเที่ยวบางแสน และเล่นน้ำทะเล เธอสังเกตเห็นว่า ขณะเล่นน้ำทะเล เธอสามารถพุงตัวให้อยู่เหนือน้ำได้ดีกว่า ขณะอยู่ในแม่น้ำ คารารัตน์จึงสงสัยว่า ถ้าเธอไปเล่นน้ำทะเลที่อื่นซึ่งมีความเค็มแตกต่างกัน เธอจะพุงตัวให้อยู่เหนือน้ำได้แตกต่างกันจากแม่น้ำที่บ้านและที่บางแสนหรือไม่

คารารัตน์จึงสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมา โดยนำขามแก้วมา 4 ใบ ใส่ น้ำปริมาตรเท่ากัน วางไว้ในบริเวณเดียวกัน

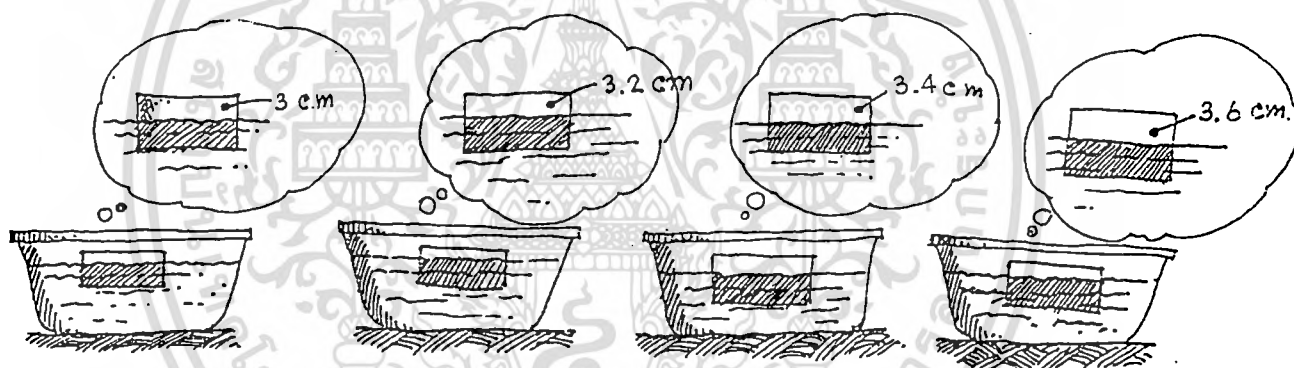
ขามแก้วใบที่ 1	ไม่ใส่เกลือ
ขามแก้วใบที่ 2	ใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ
ขามแก้วใบที่ 3	ใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ
ขามแก้วใบที่ 4	ใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ช้อนคนจนเกลือละลายหมดทุกใบ แล้วหย่อนวัตถุ ก ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยม น้ำหนักเบา ขนาดเท่าๆ กัน 4 ชิ้น ลงในชามแก้วทั้ง 4 ใบ ใบละ 1 ชิ้น หลังจากนั้นวัดความสูงของวัตถุ ก ที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำ ปรากฏผล ดังนี้

ชามแก้วใบที่ 1	วัตถุ ก ลอยอยู่เหนือน้ำ	3	เซนติเมตร
ชามแก้วใบที่ 2	วัตถุ ก ลอยอยู่เหนือน้ำ	3.2	เซนติเมตร
ชามแก้วใบที่ 3	วัตถุ ก ลอยอยู่เหนือน้ำ	3.4	เซนติเมตร
ชามแก้วใบที่ 4	วัตถุ ก ลอยอยู่เหนือน้ำ	3.6	เซนติเมตร



จากสถานการณ์ ดารารัตน์มีการจัดการทดลอง โดยแบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ลักษณะ

ลักษณะที่ 1	กลุ่มที่จัดให้เหมือนกัน	เรียกว่า	ตัวแปรควบคุม
ลักษณะที่ 2	จัดให้แตกต่างกัน	เรียกว่า	ตัวแปรต้น
ลักษณะที่ 3	สิ่งที่คอยติดตามดูผล	เรียกว่า	ตัวแปรตาม

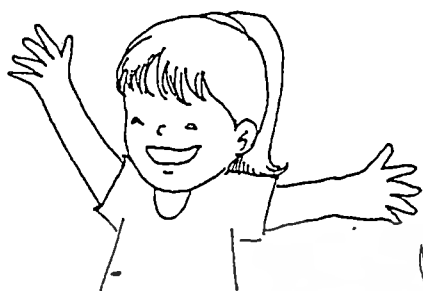
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลองตอบคำถามต่อไปนี้ดูสิคะ

เขียนวงกลมล้อมรอบตัวอักษรหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

- [1] ข้อใดเป็นตัวแปรต้น
- ปริมาตรน้ำ
 - ปริมาณเกลือ
 - ขนาดของวัตถุ ก
 - ขนาดของชามแก้ว
- [2] ข้อใดเป็นค่าของตัวแปรต้น
- ปริมาตรน้ำ ปริมาณเกลือ
 - ขนาดของวัตถุ ก 4 ขนาด
 - ความสามารถในการละลายน้ำของเกลือที่ต่างกัน
 - ไม่ใส่เกลือ , ใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ
- [3] ข้อใดเป็นตัวแปรตาม
- ปริมาณเกลือ
 - ขนาดของวัตถุ ก
 - การลอยตัวของวัตถุ ก
 - ความสามารถในการละลายน้ำของเกลือ
- [4] ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุม
- ปริมาตรน้ำ , ปริมาณเกลือ , ขนาดของวัตถุ ก
 - ปริมาณเกลือ , ขนาดของชามแก้ว , ปริมาตรน้ำ
 - ปริมาตรน้ำ , ขนาดของชามแก้ว , ขนาดของวัตถุ ก
 - ขนาดของชามแก้ว , ขนาดของวัตถุ ก , ปริมาณเกลือ



ทำเสร็จแล้วลองตรวจคำตอบดูหน่อยนะ

- [1] ต้องตอบว่า ปริมาณเกลือ (ข)
 [2] ต้องตอบว่า ไม่ใส่เกลือ , ใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ (ง)
 [3] ต้องตอบว่า การลอยตัวของวัตถุ ก (ค)
 [4] ต้องตอบว่า ปริมาตรน้ำ , ขนาดของชามแก้ว , ขนาดของวัตถุ ก (ค)

เป็นไงคะ ถูกหมดทั้ง 4 ข้อ หรือเปล่า
 ถ้าถูกหมดแสดงว่าเก่งจริงๆ



เราต้องจัดให้

- ⇒ ชามแก้วแต่ละใบมีขนาดเท่ากัน
- ⇒ วัตถุ ก ที่ใส่ในชามแก้วแต่ละใบมีขนาดเท่ากัน
- ⇒ ปริมาตรน้ำมีจำนวนเท่ากัน

เพราะจะได้สรุปได้อย่างมั่นใจว่า การลอยตัวของวัตถุ ก (ตัวแปรตาม) เป็นผลมาจากปริมาณเกลือ (ตัวแปรต้น) ซึ่งมีค่าตัวแปรต้น 4 ค่า คือ ไม่ใส่เกลือ , ใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ เพียงอย่างเดียว

เมื่อเรารู้จักตัวแปรต้น ตัวแปรตามแล้ว เราก็สามารถตั้งสมมติฐานได้ง่ายขึ้น ซึ่ง
การตั้งสมมติฐานเขียนได้ 5 วิธี

นักเรียนลองตั้งสมมติฐานการทดลองของคาราร์ตันตามวิธีข้างล่างนี้ละคะ โดยเขียนข้อความ
ลงในช่องว่างที่กำหนดให้

วิธีที่ 1มีผลต่อ.....
(ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)

วิธีที่ 2ขึ้นอยู่กับ.....
(ตัวแปรตาม) (ตัวแปรต้น)

วิธีที่ 3 ถ้า.....ต่างกัน แล้ว.....ต่างกัน
(ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)
ถ้า.....ต่างกัน ดังนั้น.....ต่างกัน
(ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)

วิธีที่ 4ทำให้.....
(ค่าของตัวแปรต้น 1 ค่า หรือมากกว่า) (ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงใน
ลักษณะ [ดีกว่า , น้อยกว่า , สูงกว่า ,
ต่ำกว่า ฯลฯ] เมื่อเปรียบเทียบกับค่า
ของตัวแปรต้นค่าอื่น ๆ)

วิธีที่ 5ทำให้.....
(ค่าของตัวแปรต้นค่าใดค่าหนึ่ง) (ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงใน
ทิศทางใดทิศทางหนึ่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



นักเรียนตอบอย่างนี้หรือเปล่าคะ

วิธีที่ 1ปริมาณเกลือ.....มีผลต่อ.....การลอยตัวของวัตถุ ก.....
(ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)

วิธีที่ 2การลอยตัวของวัตถุ ก.....ขึ้นอยู่กับ.....ปริมาณเกลือ.....
(ตัวแปรตาม) (ตัวแปรต้น)

วิธีที่ 3 ถ้า.....ปริมาณเกลือต่างกัน.....แล้ว.....การลอยตัวของวัตถุ ก ต่างกัน.....
(ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)

ถ้า.....ปริมาณเกลือต่างกันดังนั้น.....การลอยตัวของวัตถุ ก ต่างกัน.....
(ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)

วิธีที่ 4ใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยตัวได้สูงกว่า ใส่เกลือ
2 ช้อนโต๊ะ.....

หรือใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยตัวได้สูงกว่า ใส่เกลือ

หรือ 3 ช้อนโต๊ะ 1 ช้อนโต๊ะ หรือไม่ใส่เกลือ.....

หรือไม่ใส่เกลือ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยตัวได้ต่ำกว่า ใส่เกลือ

1 ช้อนโต๊ะ , 2 ช้อนโต๊ะ หรือ

3 ช้อนโต๊ะ.....

(ค่าของตัวแปรต้น 1 ค่า หรือมากกว่า)

(ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงใน

ลักษณะ [ดีกว่า , น้อยกว่า , สูงกว่า ,

ต่ำกว่า ฯลฯ] เมื่อเปรียบเทียบกับค่า

ของตัวแปรต้นค่าอื่น ๆ)

วิธีที่ 5ไม่ใส่เกลือ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้สูงที่สุด.....

หรือใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้สูงที่สุด.....

หรือใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้สูงที่สุด.....

หรือใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้สูงที่สุด.....

หรือไม่ใส่เกลือ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้ต่ำที่สุด.....

หรือใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้ต่ำที่สุด.....

หรือใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้ต่ำที่สุด.....

หรือใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ.....ทำให้.....วัตถุ ก ลอยได้ต่ำที่สุด.....

(ค่าของตัวแปรต้นค่าใดค่าหนึ่ง)

(ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงใน
ทิศทางใดทิศทางหนึ่ง)

ที่ต้องตอบอย่างนี้ เพราะว่า ปริมาณเกลือ เป็น ตัวแปรต้น

(ไม่ใส่เกลือ , ใส่เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ , ใส่เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ ,

ใส่เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ เป็นค่าของตัวแปรต้น)

การลอยตัวของวัตถุ ก เป็น ตัวแปรตาม



ข้อความที่กล่าวว่า การลอยตัวของวัตถุ ก เราอาจนำมากำหนดเป็นคำพูดที่ทำให้เข้าใจได้และ
ง่ายต่อการวัด เรียกว่านำข้อความนี้มา กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ดังนั้น เราสามารถนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า การลอยตัวของวัตถุ ก หมายถึง ความสูง
ของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนเข้าใจคำว่า ตัวแปรและการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ แล้ว คราวนี้ลองมาออกแบบการทดลองดูบ้าง

ในการออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่า “ปริมาณเกลือมีผลต่อการลอยตัวของวัตถุ ก” ต้องคำนึงถึง

1. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม
2. วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี
3. วิธีปฏิบัติการทดลอง
4. บันทึกผลการทดลอง



จากการทดลองนี้ เรามาลึกการกำหนดตัวแปรกันอีกครั้งนะคะ

ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่เห็นว่าถูก และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

1. ข้อใดเป็นการจัดตัวแปรควบคุม
 - ใช้วัตถุ ก ขนาดเท่ากัน
 - ใช้ชามแก้วที่มีขนาดเท่ากัน
 - ใส่น้ำปริมาตรเท่ากันในชามแก้วทุกใบ
 - ใส่เกลือปริมาณเท่ากันในชามแก้วทุกใบ
2. ข้อใดเป็นการจัดตัวแปรต้น
 - ใส่น้ำปริมาตรแตกต่างกัน
 - ใส่เกลือปริมาณแตกต่างกัน
3. ข้อใดเป็นจำนวนที่ถูกต้องของค่าตัวแปรต้น
 - 3 ค่า
 - 4 ค่า
4. ข้อใดจัดเป็นตัวแปรตาม
 - ระดับน้ำในภาชนะ
 - ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



นักเรียนตอบแบบนี้ใช่ไหมคะ
ลองย้อนไปตรวจคำตอบซิคะ

1. ข้อใดเป็นการจัดตัวแปรควบคุม

-✓ ใช้วัตถุ ก ขนาดเท่ากัน
-✓ ใช้ชามแก้วที่มีขนาดเท่ากัน
-✓ ใส่ น้ำ ปริมาตรเท่ากัน ในชามแก้วทุกใบ
-✗ ใส่เกลือปริมาณเท่ากัน ในชามแก้วทุกใบ

2. ข้อใดเป็นการจัดตัวแปรต้น

-✗ ใส่ น้ำ ปริมาตรแตกต่างกัน
-✓ ใส่เกลือปริมาณแตกต่างกัน

3. ข้อใดเป็นจำนวนที่ถูกต้องของค่าตัวแปรต้น

-✗ 3 ค่า
-✓ 4 ค่า

4. ข้อใดจัดเป็นตัวแปรตาม

-✗ ระดับน้ำในภาชนะ
-✓ ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ

เมื่อกำหนดตัวแปรได้ถูกต้องแล้ว นักเรียนก็สามารถปฏิบัติการทดลองได้ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การออกแบบตารางบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองของคาราร์ตันให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ที่ได้รับการนิยามเชิงปฏิบัติการแล้วพร้อมทั้งหน่วยการวัดของตัวแปรทั้งสองชนิดและใส่ค่าของตัวแปรต้น และข้อมูลของตัวแปรตามลงในตาราง

ตาราง 1 ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำเมื่อใช้เกลือปริมาณต่างกัน

.....(.....) (ตัวแปรต้น)(.....) (ตัวแปรตามที่ได้รับการนิยามเชิงปฏิบัติการแล้ว)
.....
.....
.....
.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตอบแบบนี้หรือเปล่าคะ

ตาราง 1 ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำเมื่อใช้เกลือบริมาณต่างกัน

ปริมาณเกลือบ (ช้อนโต๊ะ)	ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ (เซนติเมตร)
ไม่ใส่เกลือบ	3
1	3.2
2	3.4
3	3.6

เก่งมาก ที่ตอบได้ถูกต้อง การออกแบบการทดลองต้องจัดตัวแปรควบคุมให้เหมือนกัน
ต่างกันเฉพาะตัวแปรต้นเท่านั้น ในที่นี้ ปริมาณเกลือบเป็นตัวแปรต้น และความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่
เหนือผิวน้ำเป็นตัวแปรตาม

การบันทึกผลในตาราง

ด้านซ้ายของตาราง ใส่คำว่า “ปริมาณเกลือบ (ช้อนโต๊ะ)” ถูกต้องแล้ว

เพราะ ปริมาณเกลือบ เป็น ตัวแปรต้น

(ช้อนโต๊ะ) เป็น หน่วยบอกปริมาณเกลือบ

ด้านขวาของตาราง ใส่คำว่า “ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ” จะดีกว่าคำว่า “การลอย
ตัวของวัตถุ ก” เพราะเราได้นิยามเชิงปฏิบัติการไว้แล้ว

เพราะ “ความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ เป็น ตัวแปรตาม

(เซนติเมตร) เป็น หน่วยบอกความสูงของวัตถุ ก ที่อยู่เหนือผิวน้ำ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ข้อมูลในตารางแล้ว เราก็จะต้องตีความหมายและลงข้อสรุป

มาดูความหมายกันนะคะ



การตีความหมายข้อมูล เป็นการบรรยายลักษณะของข้อมูลระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ณ จุดใดจุดหนึ่ง

การลงข้อสรุป เป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามทั้งหมด

ลองดูตัวอย่างนะครับ



การตีความหมายข้อมูล

➔ เกลือ 1 ซ้อนโต๊ะ ทำให้วัตถุ ก ลอยอยู่ในน้ำ
3.2 เซนติเมตร

การลงข้อสรุป

➔ ปริมาณเกลือยิ่งมาก ทำให้วัตถุ ก ลอยอยู่ในน้ำได้สูงขึ้น

นักเรียนลองเขียนข้อความเติมลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ซิคะ



การตีความหมายข้อมูล

➔ เกลือ 2 ซ้อนโต๊ะ ทำให้.....
.....

การลงข้อสรุป

➔ ความสูงของวัตถุ ก ที่ลอยอยู่ในน้ำได้มากขึ้นอยู่กับ.....
.....

ลองตรวจคำตอบดูสิคะตอบถูกหมดหรือเปล่า



การตีความหมายข้อมูล

➔ เกลือ 2 ชั้นโต๊ะ ทำให้วัตถุ ก ลอยอยู่เหนือผิวน้ำ
3.4 เซนติเมตร

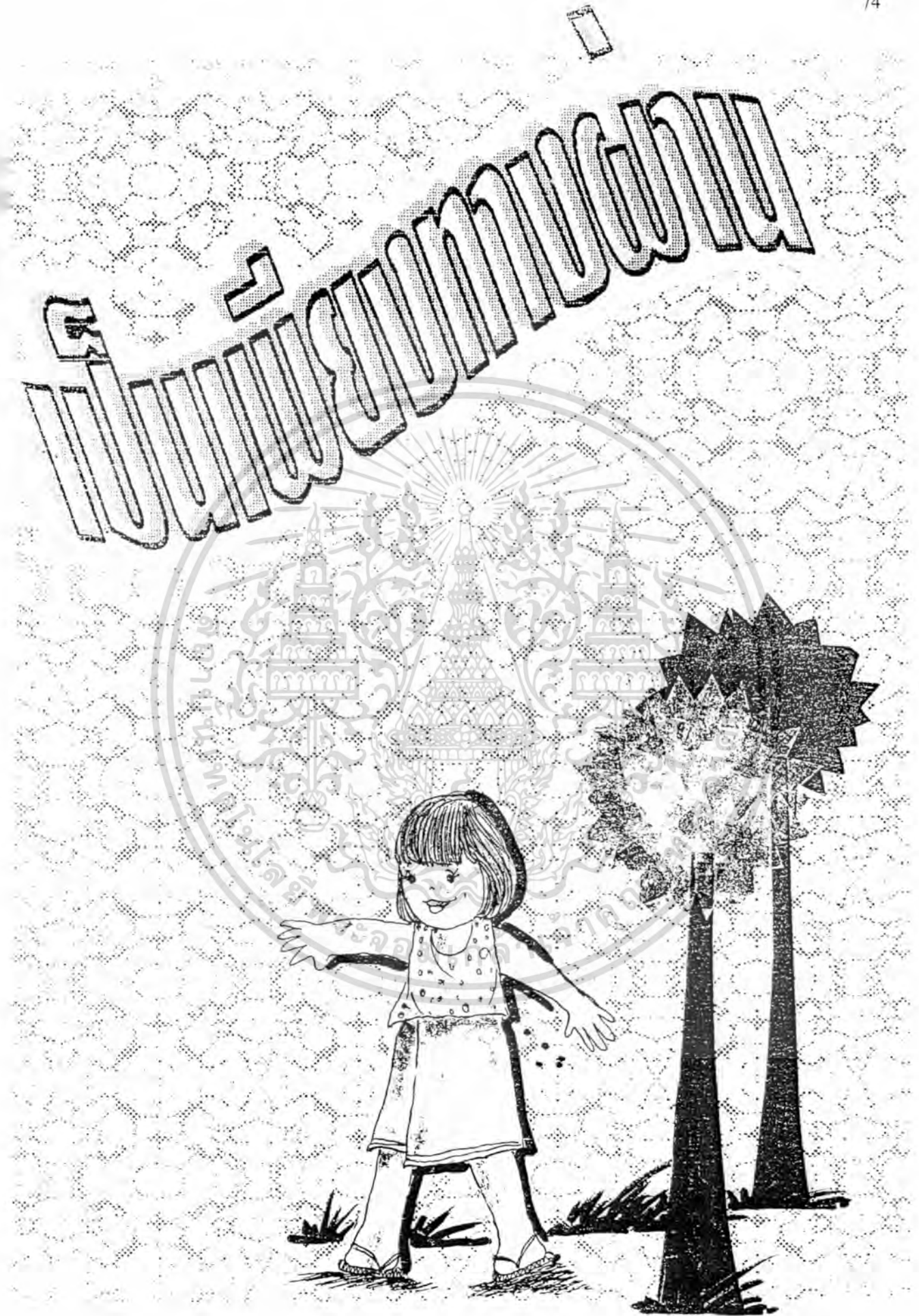
การลงข้อสรุป

➔ ความสูงของวัตถุ ก ที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำได้มากขึ้นอยู่กับ
ปริมาณเกลือ



ถึงตอนนี้ชัยชนะก็เป็นของผมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

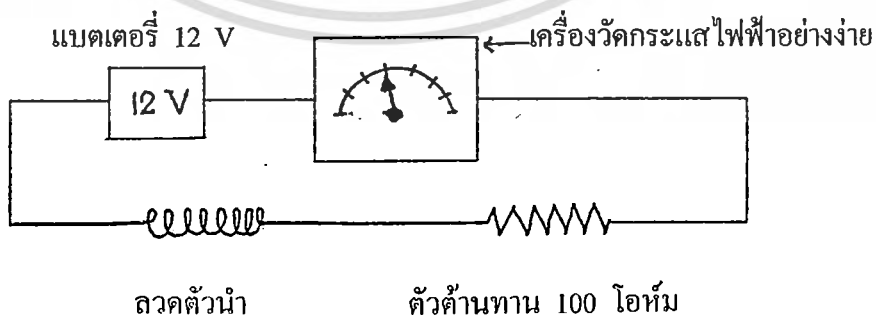
คำชี้แจง

1. นักเรียนจะต้องศึกษาชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เล่มนี้
2. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ในการทดลองและคำถามในแต่ละทักษะ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนพยายามอ่านทำความเข้าใจและหาคำตอบด้วยตนเอง แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อนที่จะหาคำตอบได้
4. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ไม่กำหนดระยะเวลาในการอ่าน ขอให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่
5. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จบแล้ว นักเรียนจะได้ความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ทักษะ



หมู่บ้านของนิคมเพิ่งมีไฟฟ้าใช้เมื่อต้นปีนี้ จึงเป็นที่ตื่นเต้นของชาวบ้านมากรวมทั้งนิคมด้วย และความสนใจเป็นพิเศษนี้ ทำให้นิคมสังเกตเห็นว่าสายไฟที่ใช้เป็นลวดตัวนำกระแสไฟฟ้านั้น ทำด้วยโลหะหลายชนิด คือ สายไฟที่เป็นสายเปลือยที่ต่อกับเสาอกบ้านทำด้วยอะลูมิเนียม แต่สายไฟที่ใช้ในบ้านเป็นลวดทองแดง ส่วนสายไฟที่ขดอยู่ในเตาไฟฟ้าเป็นลวดนิโครม นิคมจึงเกิดความสงสัยว่าลวดโลหะทั้ง 3 ชนิดนี้มีความสามารถในการนำไฟฟ้าต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ดังนั้นนิคมจึงนำลวดตัวนำมา 3 ชนิด คือ ลวดอะลูมิเนียม ลวดทองแดง และลวดนิโครม เบอร์เดียวกัน และความยาวเท่ากัน มาวัดความสามารถในการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย ดังแผนภาพ



เมื่อนิคมตรวจความสามารถในการนำไฟฟ้าของลวดตัวนำแต่ละชนิดเสร็จเรียบร้อยแล้ว
ได้ผลการทดลองดังนี้ คือ

ลวดอะลูมิเนียม	เชื่อมเบนไป	7 ช่อง
ลวดทองแดง	เชื่อมเบนไป	10 ช่อง
ลวดนิโครม	เชื่อมเบนไป	4 ช่อง

นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ของนิคมจบไปแล้ว เพื่อให้เกิดความมั่นใจในตัวเองว่าเข้าใจ
ในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ลองตอบคำถามต่อไปนี้ดูสิคะ ขอให้ปฏิบัติตาม
คำแนะนำอย่างเคร่งครัดนะคะ



อย่าหลอกตัวเอง แล้วนักเรียน
จะได้ประโยชน์มากที่สุด
ขอให้โชคดีนะคะ

- จากสถานการณ์ของนิคมข้อใดเป็นตัวแปรต้น
 - ชนิดของลวดตัวนำ
 - ขนาดของลวดตัวนำ
 - จำนวนช่องที่เชื่อมเบนไป
 - ความยาวของลวดตัวนำ

- ถ้า
- เลือกข้อ ก. ให้เปิดไปหน้าที่ 3
 - เลือกข้อ ข. ให้เปิดไปหน้าที่ 4
 - เลือกข้อ ค. ให้เปิดไปหน้าที่ 5
 - เลือกข้อ ง. ให้เปิดไปหน้าที่ 6



นักเรียนเลือกตอบข้อ ก.
“ดีใจด้วย ถูกต้องค่ะ”
 แสดงว่านักเรียนเข้าใจเรื่องตัวแปรต้นแล้ว



ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่จัดให้แตกต่างกัน
 ซึ่งในที่นี้ คือ ชนิดของลาวดตัวนำ
 ซึ่งมีค่าตัวแปรต้น 3 ค่า ได้แก่
 ลาวดอะลูมิเนียม ลาวดทองแดง และลาวดนิโครม

★ รางวัลสำหรับคนเก่ง ★

ให้นักเรียนเปิดไปทำหน้า 7 ต่อไปเลยค่ะ

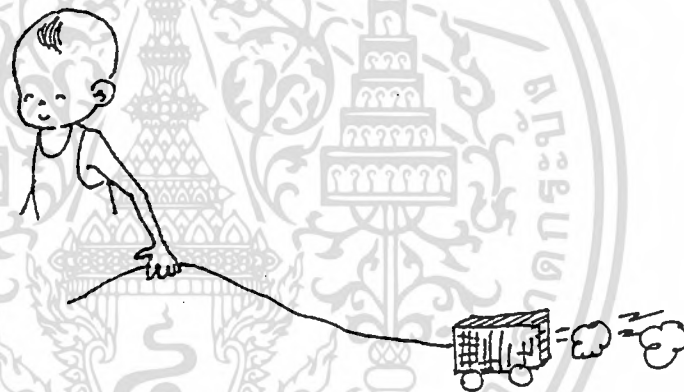




นักเรียนเลือกตอบข้อ ข.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”

ในการทดลองครั้งนี้ เรากำหนดให้หลอดอะลูมิเนียม หลอดทองแดง และหลอดนิโครม มีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราจัดให้แตกต่างกัน

ขอให้นักเรียนกลับไปศึกษาการทดลองของนิคมใหม่อีกครั้งในหน้า 1 แล้วไปหา ตัวแปรต้นอีกครั้งในหน้า 2



เมื่อท่านหยุดความพยายาม ก็เท่ากับยอมแพ้โดยสิ้นเชิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนเลือกตอบข้อ ค.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”



จำนวนช่องที่เข้มเบนไปเป็นผลที่เกิดจากการใช้ลวดตัวนำต่างชนิดกัน ซึ่งเราจัดว่าเป็นตัวแปรตาม แต่ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราจัดให้แตกต่างกัน

ให้นักเรียนย้อนกลับไปอ่านการทดลองของนิคมในหน้า 1 แล้วลองตอบคำถามใหม่ในหน้า 2 อีกครั้งนะคะ ว่าสิ่งใดที่นิคมจัดให้แตกต่างกันถึงนั้นแหละคือ ตัวแปรต้น





นักเรียนเลือกตอบข้อ ง.

“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”

แสดงว่านักเรียนยังไม่เข้าใจเรื่องตัวแปรต้น

ไม่เป็นไรค่ะ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราจัดให้แตกต่างกันนะคะ แต่ข้อ ง. เป็นความยาวของลวดตัวนำ
ในสถานการณ์นี้เราจัดให้มีความยาวเท่ากันค่ะ

ดังนั้นขอให้นักเรียนกลับไปศึกษาการทดลองของนิคมใหม่อีกครั้งหนึ่งที่หน้า 1 และ
ตอบคำถามในหน้า 2



เมื่อท่านหยุดความพยายาม ก็เท่ากับยอมแพ้โดยสิ้นเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรการทดลองของนิคมต่อนะกะ



2. ข้อใดเป็นตัวแปรตาม

- ก. ชนิดของลวดตัวนำ
- ข. ขนาดของลวดตัวนำ
- ค. ความสามารถในการนำไฟฟ้า
- ง. ความยาวของลวดตัวนำ



- ถ้า
- เลือกข้อ ก. ให้เปิดไปหน้าที่ 8
 - เลือกข้อ ข. ให้เปิดไปหน้าที่ 9
 - เลือกข้อ ค. ให้เปิดไปหน้าที่ 10
 - เลือกข้อ ง. ให้เปิดไปหน้าที่ 11

นักเรียนเลือกตอบข้อ ก.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”



ชนิดของลวดตัวนำเป็นสิ่งที่นิคมจัดให้แตกต่างกัน ในที่นี้มีอยู่ 3 ชนิด คือ ลวดทองแดง ลวดอะลูมิเนียม และลวดนิโครม

แต่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลที่เกิดจากการจัดให้เกิดความแตกต่างกัน

ให้นักเรียนย้อนกลับไปอ่านสถานการณ์ของนิคมในหน้า 1 อีกครั้งนะคะ ว่าอะไรเป็นผลที่เกิดจากการจัดให้เกิดความแตกต่างแล้วตอบคำถามในหน้า 7 ใหม่อีกรอบนะคะ



อย่าเพิ่งท้อขอให้สู้ต่อไป เอาใจช่วยอยู่ค่ะ



ขนาดของลวดตัวนำ คือ สิ่งที่จัดให้เหมือนกัน แต่ ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการจัดให้เกิดความแตกต่าง

ลองพยายามค้นหาใหม่ นะคะ ในหน้า 7



ไม่มีอะไรยากเกินความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนเลือกตอบข้อ ค.
“เก่งมากค่ะ”



ขอแสดงความยินดีด้วยที่นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องตัวแปรตามอย่างถูกต้อง

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลที่เกิดจากการจัดให้เกิดความแตกต่าง
หรือเป็นผลจากการทดลองนั่นเอง

ในที่นี้ก็คือความสามารถในการนำไฟฟ้านั่นเอง



☞ เมื่อเข้าใจถูกต้องแล้วเปิดไปหน้า 12 ได้เลย



นักเรียนเลือกตอบข้อ ง.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”

นักเรียนยังเข้าใจผิดเกี่ยวกับเรื่องตัวแปรตามอยู่นะคะ ลองทำความเข้าใจใหม่อีกครั้งนะคะ

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลที่เกิดจากการจัดให้เกิดความแตกต่าง
หรือเป็นผลการทดลองของนิคมนั่นเอง

นักเรียนย้อนกลับไปอ่านสถานการณ์ของนิคมในหน้า 1 อีกครั้งนะคะ แล้วตอบคำถามใน
หน้า 7 ใหม่อีกครั้งนะคะ



อย่าเพิ่งท้อขอให้สู้ต่อไป เอาใจช่วยอยู่ค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากสถานการณ์ของนิคมข้อใดเป็นตัวแปรควบคุม

- ก. ชนิดของลวดตัวนำ
- ข. จำนวนช่องที่เชื่อมเบนไป
- ค. ความยาวและขนาดของลวดตัวนำ
- ง. ความสามารถในการนำไฟฟ้าของลวดตัวนำ

ถ้า

เลือกข้อ ก. ให้เปิดไปหน้าที่ 13

เลือกข้อ ข. ให้เปิดไปหน้าที่ 14

เลือกข้อ ค. ให้เปิดไปหน้าที่ 15

เลือกข้อ ง. ให้เปิดไปหน้าที่ 16



ความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เคยทำร้ายใคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนเลือกตอบข้อ ก.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”



ชนิดของลาวดตัวนำ เป็นสิ่งที่นิคมจัดให้แตกต่างกัน จัดว่าเป็น ตัวแปรต้น
แต่ ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราจัดให้เหมือนกัน ลองค้นดูใหม่ในหน้า 12 นะคะ ว่า
ตัวแปรควบคุม คือสิ่งใด





นักเรียนเลือกตอบข้อ ข.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”

จำนวนช่องที่เข้มเบนไป คือ ผลที่เกิดจากการทดลอง แต่ ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราจัดให้เหมือนกัน ลองย้อนกลับไปอ่านสถานการณ์ในหน้า 1 ใหม่ แล้วหา ตัวแปรควบคุม อีกครั้งนะคะ ในหน้า 12



พยายามอีกนิดนะคะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนเลือกตอบข้อ ค.
“เก่งมากค่ะ” คุณคือ คนเก่ง



ลองแอบถามตัวเองสิคะว่าที่เลือกตอบข้อนี้
เพราะ รู้หรือเดา แหม! ถ้าเดา ก็ต้องเดา
อย่างมีหลักเกณฑ์ ใช่หรือเปล่า ?

ทบทวนนะ ตัวแปรควบคุม ก็คือ สิ่งที่จัดให้เหมือน ๆ กัน ในที่นี้ คือ

- ➔ ความยาวของลวดตัวนำ
- ➔ ขนาดของลวดตัวนำ (ใช้เบอร์เดียวกัน)
- ➔ ความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้า
- ➔ เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายอันเดียวกัน



➔ นักเรียนเปิดไปหน้า 17 อ่านต่อได้เลยนะ

นักเรียนเลือกตอบข้อ ง.
“คำตอบไม่ถูกต้องค่ะ”



ความสามารถในการนำไฟฟ้าของลวดตัวนำ เราสามารถดูได้จากจำนวนช่องที่เข็มเบนไป ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการจัดให้ชนิดของลวดตัวนำแตกต่างกัน

แต่ ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราจัดให้เหมือนกัน ลองย้อนกลับไปอ่านสถานการณ์ใน หน้า 1 แล้วตอบคำถามในหน้า 12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในการทดลองของนิคม ข้อใดเป็นสมมติฐานในการทดลองได้บ้างคะ
ถ้าใช่ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าไม่ใช่ทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความนั้น

(.....) 1. ชนิดของลวดตัวนำมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้า

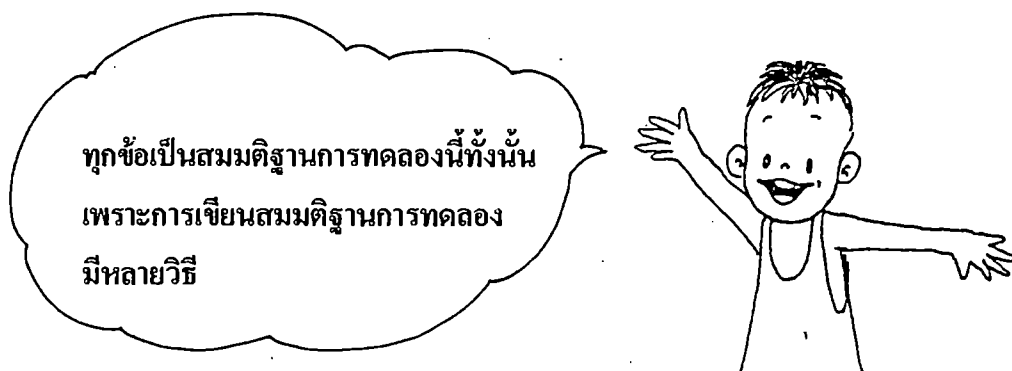
(.....) 2. ความสามารถในการนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของลวดตัวนำ

(.....) 3. ถ้าชนิดของลวดตัวนำต่างกันแล้ว ความสามารถในการนำไฟฟ้า
ต่างกัน

(.....) 4. ลวดนิโครม มีความสามารถในการนำไฟฟ้ามากกว่าลวดทองแดงและ
ลวดอะลูมิเนียม

(.....) 5. ลวดอะลูมิเนียมมีความสามารถในการนำไฟฟ้าดีที่สุด





วิธีที่ 1 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ตัวแปรต้นมีผลต่อตัวแปรตาม

ตัวอย่าง ชนิดของหลอดตัวนำมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้า

วิธีที่ 2 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ตัวแปรตามขึ้นอยู่กับตัวแปรต้น

ตัวอย่าง ความสามารถในการนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดตัวนำ

วิธีที่ 3 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ในรูปของประโยคเงื่อนไข โดยกล่าวว่า ถ้าตัวแปรต้นต่างกัน...แล้ว...ตัวแปรตามต่างกัน หรือ ถ้าตัวแปรต้นต่างกัน...ดังนั้น...ตัวแปรตามต่างกัน

ตัวอย่าง ถ้าชนิดของหลอดตัวนำต่างกันแล้วความสามารถในการนำไฟฟ้าต่างกัน

หรือ ถ้าชนิดของหลอดตัวนำต่างกันดังนั้นความสามารถในการนำไฟฟ้าต่างกัน

วิธีที่ 4 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ค่าของตัวแปรต้น 1 ค่า หรือมากกว่า ทำให้ ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะ (ดีกว่า น้อยกว่า สูงกว่า ต่ำกว่า ฯลฯ) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรต้นค่าอื่น ๆ

ตัวอย่าง ลวดนิโครม มีความสามารถในการนำไฟฟ้าดีกว่าลวดทองแดงและ
ลวดอะลูมิเนียม

หรือ ลวดนิโครมและลวดอะลูมิเนียมมีความสามารถในการนำไฟฟ้าดีกว่า
ลวดทองแดง

วิธีที่ 5 เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยกล่าวว่า ค่าของตัวแปรต้นค่าใดค่าหนึ่ง ทำให้ ตัวแปรตามเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

ตัวอย่าง ลวดอะลูมิเนียมมีความสามารถในการนำไฟฟ้าดีที่สุด



5. ในการทดลองครั้งนี้ของนิคม ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดเชิงปฏิบัติการ
- พื้นที่หน้าตัด
 - ชนิดของหลอดแก้วที่ต่างกัน
 - ความสามารถในการนำไฟฟ้า
 - ความยาวและขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดแก้ว

ถ้า

เลือกข้อ ก. ให้เปิดไปหน้าที่ 21

เลือกข้อ ข. ให้เปิดไปหน้าที่ 22

เลือกข้อ ค. ให้เปิดไปหน้าที่ 23

เลือกข้อ ง. ให้เปิดไปหน้าที่ 24



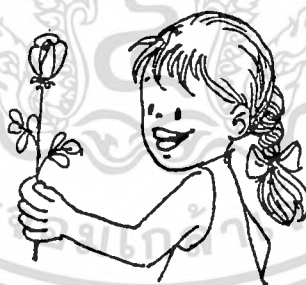
นักเรียนเลือกตอบ ข้อ ก.
“คำตอบผิดค่ะ”



มาทำความเข้าใจใหม่นะคะ นิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นข้อตกลงว่าเราจะทำอะไร อย่างไร และสร้างข้อตกลงกันว่าสิ่งที่เรานั้น ใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการดูเพื่อจะได้เป็นเกณฑ์อันเดียวกัน เข้าใจตรงกัน เกณฑ์อันเดียวกันนี้แหละเราเรียกว่า “นิยามเชิงปฏิบัติการ”

ในการทดลองนี้เราต้องการดูความสามารถในการนำไฟฟ้าของโลหะต่างชนิดกัน ไข่หรือเปล้าคะ แล้วเราใช้เกณฑ์อะไรในการดูหรือวัดว่า โลหะต่างชนิดกันมีความสามารถในการนำไฟฟ้าไม่เท่ากัน

ลองย้อนกลับไปอ่านการทดลองในหน้า 1 อีกครั้งนะคะ แล้วลองเลือกคำตอบดูใหม่ใน
หน้า 19



เอาใจช่วยค่ะ



นักเรียนเลือกตอบ ข้อ ข.
“คำตอบผิดค่ะ”

“ชนิดของत्वคัตว์นำ” เป็นคำที่เข้าใจง่ายและเข้าใจตรงกันอยู่แล้ว แต่
นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ ข้อตกลงที่ผู้ทำการทดลองต้องการให้เข้าใจหรือมองในจุดเดียวกัน เช่น
ในการทดลองเรื่อง “ความเข้มข้นของฮอร์โมน NAA มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้น
กุหลาบ”

ในที่นี้จะเห็นได้ว่า “อัตราการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบ” เราสามารถวัดได้หลายอย่าง
เช่น วัดความสูง นับจำนวนใบ นับจำนวนกิ่งใหม่ นับจำนวนดอก ฉะนั้นเพื่อให้ทุกคนเข้าใจ
ตรงกัน จึงต้อง นิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า อัตราการเจริญเติบโต คือ “ความสูงของต้น
กุหลาบ” เป็นต้น

ลองย้อนกลับไปอ่านการทดลองอีกครั้งในหน้า 1 นะคะ แล้วลองตอบคำถามในหน้า 19



เอาใจช่วยค่ะ

นักเรียนเลือกตอบข้อ ค.
“เก่งมากค่ะ”



นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกล่าวถึงตัวแปรหรือคำบางคำที่บางครั้งเมื่อกล่าวแล้วอาจ
เข้าใจไม่ตรงกันหรือเป็นคำที่เข้าใจยาก เพราะมีลักษณะเป็นนามธรรม



เปิดไปหน้า 24 ได้เลยนะคะ



นักเรียนเลือกตอบข้อ ง.
“คำตอบผิดค่ะ”

“ความยาวและขนาดของพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ” เป็นสิ่งที่ให้ความหมายชัดเจนตรงกันอยู่แล้ว แต่ นิยามเชิงปฏิบัติการ นั้นเป็นการกล่าวถึงตัวแปร หรือคำบางคำที่บางครั้งอาจเข้าใจไม่ตรงกัน เพราะมีลักษณะเป็นนามธรรม เช่น คำว่า ความเหนียว ความแข็งแรง ถือว่าเป็นนามธรรม อาจแปลความหมายหรือใช้เกณฑ์ในการวัดได้หลายอย่าง ฉะนั้นคำเหล่านี้จึงต้องมี นิยามเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้เข้าใจตรงกันว่า ใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการวัดครั้งนี้

ลองย้อนกลับไปหา นิยามเชิงปฏิบัติการ ของนิคม ในหน้า 19 ใหม่ นะคะ

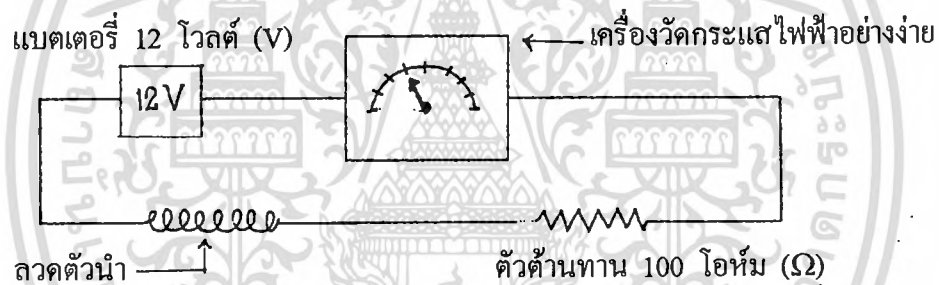


เมื่อกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ตั้งสมมติฐาน และนิยามเชิงปฏิบัติการ แล้วก็ต้องปฏิบัติ
การทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ

1. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ลวดตัวนำ 3 ชนิด คือ ลวดอะลูมิเนียม ลวดทองแดง และลวดนิโครม
3. แบตเตอรี่ 12 โวลต์
4. ตัวต้านทาน 100 โอห์ม
5. สายไฟ

เมื่อเตรียมอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วนำไปต่อวงจรดังภาพ

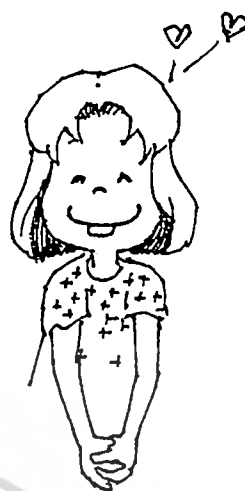


โดยนำลวดตัวนำที่ละชนิดต่อเข้ากับวงจรแล้วนับจำนวนช่องที่เข็มเบนไป แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปบันทึกผลในรูปของตาราง

ในการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองนั้น ช่องด้านซ้ายของตารางควรบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรตาม เขียนตอบลงในช่องว่างด้านล่างเลยคะ

ตอบ

ถ้านักเรียนตอบว่าตัวแปรต้นก็ถูกต้อง
เหตุต้องมาก่อนผลอยู่แล้ว
เก่งมากจริงๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการทดลอง ได้ผลการทดลองแล้ว สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ตารางบันทึกผล
การทดลอง



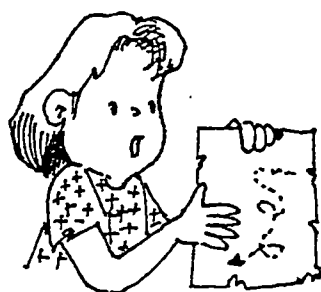
นักเรียนมาช่วยกันเขียนตารางบันทึกผล
การทดลอง ให้นึกกันนะคะ
โดยเติมข้อความในตาราง
ให้สมบูรณ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตาราง 1 จำนวนช่องที่เติมเบนไปจำแนกตามชนิดของลวดตัวนำ

.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใช้แบบนี้หรือเปล่าคะ

ตาราง 1 จำนวนช่องที่เติมเบนไปจำแนกตามชนิดของลวดตัวนำ

ชนิดของลวดตัวนำ	จำนวนช่องที่เติมเบนไป (ช่อง)
ลวดอะลูมิเนียม
ลวดทองแดง
ลวดนิโครม

ทำได้แบบนี้หรือเปล่าคะ ตัวแปรต้น และ ค่าของตัวแปรต้น อยู่ช่องด้านซ้าย ส่วน ตัวแปรตาม อยู่ช่องด้านขวา ซึ่งจะได้ข้อมูลจากการทดลอง

บอกแล้วไงเหตุต้องมาก่อนผล
เชื่อหรือยังละ!

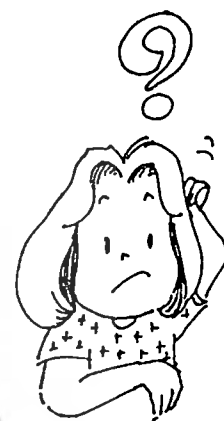




เมื่อนิคมทำการทดลองได้ผลมาแล้ว
ตั้งตารางข้างล่างนี้

ตาราง 1 จำนวนช่องที่เข็มเบนไปจำแนกตามชนิดของลวดตัวนำ

ชนิดของลวดตัวนำ	จำนวนช่องที่เข็มเบนไป (ช่อง)
ลวดอะลูมิเนียม	7
ลวดทองแดง	10
ลวดนิโครม	4



ตอนนี้ให้นักเรียนมาช่วยตีความหมายข้อมูลกันนะคะ

ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดเป็นการตีความหมายข้อมูล ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย *
ลงหน้าข้อนั้น

- 1. ถ้าใช้ลวดอะลูมิเนียมเป็นตัวนำ เข็มเบนไป 7 ช่อง
- 2. ลวดทองแดงมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด
- 3. ถ้าใช้ลวดทองแดงเป็นตัวนำ เข็มเบนไป 10 ช่อง
- 4. ลวดนิโครมมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้น้อยกว่าลวดอะลูมิเนียม
- 5. ถ้าใช้ลวดตัวนำต่างชนิดกัน ความสามารถในการนำไฟฟ้าไม่เท่ากัน
- 6. ถ้าใช้ลวดทองแดงเป็นตัวนำ เข็มจะเบนไปมากกว่าลวดอะลูมิเนียม 3 ช่อง

หลังจากที่ได้ทำแล้วพลิกดูคำตอบหน้าต่อไปนะคะ
ตรวจดูสิว่าใจเราตรงกันหรือเปล่า?





การตีความหมายข้อมูลเป็นการบรรยายลักษณะของข้อมูล
ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ณ จุดใดจุดหนึ่ง
ดังนั้น การตีความหมายข้อมูล ได้แก่ ข้อ 1 , 3 , 4 , 6

เมื่อนักเรียน ตีความหมายข้อมูล ได้แล้ว ก็ถึงขั้นตอน การลงข้อสรุป ซึ่งเป็นการบอก
ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของตัวแปรต้น และตัวแปรตามทั้งหมด



นักเรียนมาลงสรุปข้อมูล
ในการทดลองของนิคมกันนะคะ

ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดเป็นการลงข้อสรุป ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงไว้หน้า
ข้อความนั้น

- 1. ถ้าใช้ลวดนิโครมเป็นตัวนำ เข็มจะเบนไปน้อยกว่าลวดอะลูมิเนียม 3 ช่อง
- 2. ความสามารถในการนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของลวดตัวนำ
- 3. ถ้าใช้ลวดนิโครมเป็นตัวนำ เข็มเบนไป 4 ช่อง
- 4. ถ้าใช้ลวดทองแดงเป็นตัวนำ หลอดไฟจะสว่างที่สุด
- 5. ลวดทองแดงมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด
- 6. ลวดนิโครมมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้น้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่เป็น การลงข้อสรุป ได้แก่ ข้อ 2 , 5 , 6

นักเรียนคง ลงข้อสรุป ตามนี้นะคะ เก่งมากจริงๆ



ในที่สุด ชัยชนะก็เป็นของเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง วีรลักษ์ดำดำนวิเศษ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

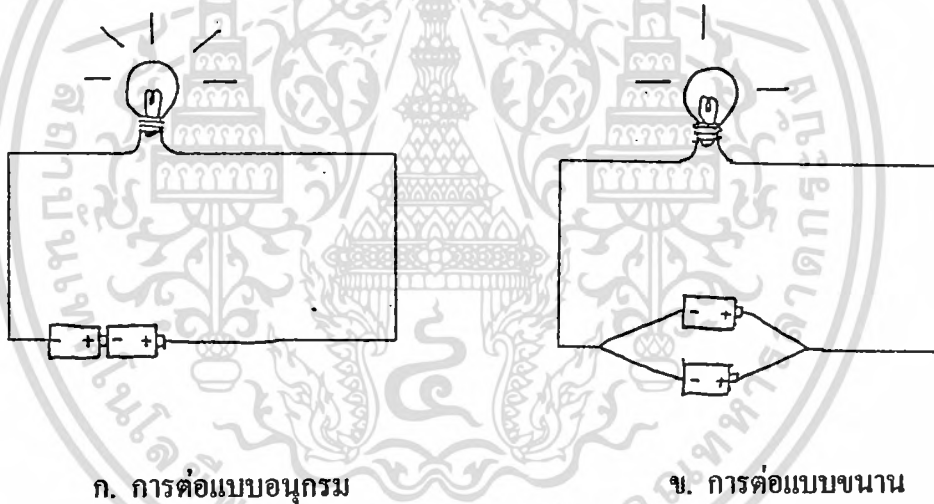
คำชี้แจง

1. นักเรียนจะต้องศึกษาชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เล่มนี้
2. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ในการทดลองและคำถามในแต่ละทักษะ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนพยายามอ่านทำความเข้าใจและหาคำตอบด้วยตนเอง แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อนที่จะหาคำตอบได้
4. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ไม่กำหนดระยะเวลาในการอ่าน ขอให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่
5. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จบแล้ว นักเรียนจะได้รับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ทักษะ

วิถีสั่งเกตเห็นว่ากระบอกไฟฉายมีหลายแบบ มีทั้งแบบที่เป็นกระบอกยาวใส่ถ่านไฟฉายเรียงต่อเป็นแถวเดียว เอาขั้วบวกต่อกับขั้วลบ กระบอกไฟฉายบางประเภทก็เป็นกล่องสี่เหลี่ยมใส่ถ่านเรียงซ้อนกันเป็นชั้น โดยวางขั้วเหมือนกันรวมกัน

วิถีสั่งจึงเกิดความสงสัยว่า การต่อถ่านไฟฉายทั้ง 2 วิธีมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่

เพื่อไขข้อข้องใจของตัวเอง วิถีสั่งจึงนำถ่านไฟฉาย 2 ก้อน หลอดไฟขนาด 3 โวลต์ จำนวน 1 หลอด พร้อมกับสายไฟมาทำการต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อดูว่าการต่อถ่านไฟฉายแบบเอาขั้วต่างกันต่อกัน (ต่อแบบอนุกรม) และต่อถ่านไฟฉายแบบเอาขั้วเหมือนกันรวมกัน (ต่อแบบขนาน) การต่อแบบใดจะทำให้หลอดไฟสว่างมากกว่ากัน โดยดูจากวงจรข้างล่างนี้



จากผลการทดลอง วิถีสั่งพบว่า
การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม
การต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน

หลอดไฟสว่างมาก
หลอดไฟสว่างน้อย

จากการทดลองของวิไล พบว่ามีสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการทดลองของเขาคือ

- ➡ จำนวนถ่านไฟฉาย
- ➡ ชนิดของถ่านไฟฉาย
- ➡ ขนาดของหลอดไฟ
- ➡ ชนิดของหลอดไฟ
- ➡ กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ
- ➡ ขนาดของสายไฟ
- ➡ ชนิดของสายไฟ
- ➡ ความยาวของสายไฟ
- ➡ วิธีการต่อถ่านไฟฉาย
- ➡ ความสว่างของหลอดไฟ

จากข้อมูลข้างบนนี้
นักเรียนลองตอบคำถามต่อไปนี้
หน่อยนะครับ



1. สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน ได้แก่สิ่งใดบ้าง (ลองตอบมา 4 อย่าง)

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน ได้แก่สิ่งใดบ้าง

.....

.....

3. ผลที่เกิดจากการจัดสภาพให้แตกต่างกัน ได้แก่สิ่งใดบ้าง

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบเหมือนกันหรือเปล่าเอ๋ย?

ตรวจคำตอบดูนะ



1. สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน ได้แก่
จำนวนถ่านไฟฉาย ชนิดของถ่านไฟฉาย ขนาดของหลอดไฟ ชนิดของหลอดไฟ
ขนาดของสายไฟ กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ ชนิดของสายไฟ และความยาวของสายไฟ
2. สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน ได้แก่
วิธีการต่อถ่านไฟฉาย
3. ผลที่เกิดจากการจัดสภาพให้แตกต่างกัน ได้แก่
ความสว่างของหลอดไฟ



มาดูการทดลองของวิลลีอีกครั้งนะคะ
มีใครจะตอบคำถามเหล่านี้ได้บ้าง



เขียนวงกลมล้อมรอบอักษรหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมทั้งหมด
 - ก. จำนวนถ่านไฟฉาย ชนิดของถ่านไฟฉาย ขนาดของสายไฟ ชนิดของสายไฟ ความยาวของสายไฟ กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ
 - ข. ความสว่างของหลอดไฟ ชนิดของถ่านไฟฉาย ชนิดของสายไฟ
 - ค. ความสว่างของหลอดไฟ จำนวนหลอดไฟ ชนิดของสายไฟ
 - ง. วิธีการต่อถ่านไฟฉาย จำนวนถ่านไฟฉาย ชนิดของถ่านไฟฉาย
2. ข้อใดเป็นตัวแปรตาม
 - ก. ความต้านทานไฟฟ้า
 - ข. วิธีการต่อถ่านไฟฉาย
 - ค. ความสว่างของหลอดไฟ
 - ง. กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ
3. ข้อใดเป็นตัวแปรต้น
 - ก. วิธีต่อหลอดไฟ
 - ข. จำนวนหลอดไฟ
 - ค. จำนวนถ่านไฟฉาย
 - ง. วิธีการต่อถ่านไฟฉาย
4. ข้อใดเป็นค่าของตัวแปรต้น
 - ก. วิธีการต่อถ่านไฟฉาย
 - ข. วิธีการต่อถ่านไฟฉาย จำนวนถ่านไฟฉาย
 - ค. จำนวนหลอดไฟ จำนวนถ่านไฟฉาย วิธีต่อหลอดไฟ
 - ง. การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม การต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน

ตอบแบบนี้หรือเปล่าครับ



1. ตัวแปรควบคุม คือ

ก. จำนวนถ่านไฟฉาย ชนิดของถ่านไฟฉาย ขนาดของสายไฟ ชนิดของสายไฟ
ความยาวของสายไฟ กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ

2. ตัวแปรตาม คือ

ค. ความสว่างของหลอดไฟ

3. ตัวแปรต้น คือ

ง. วิธีการต่อถ่านไฟฉาย

4. ค่าของตัวแปรต้น คือ

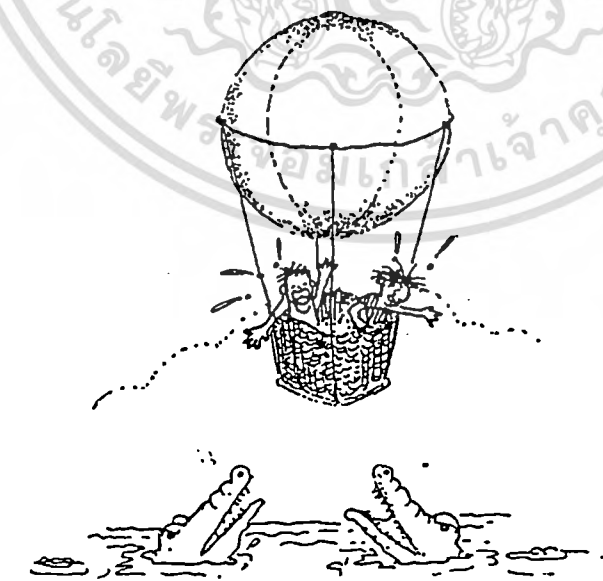
ง. การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม การต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน

ถ้านักเรียนตอบถูกทุกข้อก็แสดงว่า นักเรียนเข้าใจคำว่า ตัวแปรต้น
ค่าของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรควบคุมแล้ว ซึ่งเราจะใช้ความรู้เรื่องนี้ศึกษากันต่อ
ไปนะครับ

ก่อนการทดลองทุกครั้ง ผู้ทดลองจะคาดคะเนผลหรือคำตอบเอาไว้ล่วงหน้า ซึ่งการคาดคะเนผลการทดลองล่วงหน้านี้ เราเรียกว่า การตั้งสมมติฐาน

ลองพิจารณาว่าข้อความข้างล่างนี้ข้อความใดแสดงให้เห็นถึงการตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ ถ้า ใช่ เขียนเครื่องหมาย ✓ ถ้า ไม่ใช่ เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อนั้นๆ นะครับ

- (.....) 1. วิธีการต่อถ่านไฟฉายมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ
- (.....) 2. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับวิธีการต่อถ่านไฟฉาย
- (.....) 3. จำนวนถ่านไฟฉายขึ้นอยู่กับความสว่างของหลอดไฟ
- (.....) 4. ถ้าวิธีการต่อถ่านไฟฉายต่างกันทำให้มีการใช้หลอดไฟต่างกัน
- (.....) 5. การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม ทำให้หลอดไฟสว่างกว่าการต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมมติฐานที่วลีตั้งไว้
นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า
มีข้อถูกเพียง 3 ข้อ คือ
ข้อ 1 ข้อ 2 และ ข้อ 5



- ข้อ 1 ถูก เพราะว่า วิธีการต่อถ่านไฟฉาย เป็นตัวแปรต้น
ความสว่างของหลอดไฟ เป็นตัวแปรตาม
- ข้อ 2 ถูก เพราะว่า เหตุผลทำนองเดียวกับข้อ 1 แต่เป็นการเขียนโดยนำตัวแปรตามขึ้นต้น
แล้วตามด้วยตัวแปรต้น
- ข้อ 3 ผิด เพราะว่า จำนวนถ่านไฟฉายนั้นเป็นตัวแปรควบคุม ซึ่งในการตั้งสมมติฐานนั้น
เราไม่นำตัวแปรควบคุมมาใช้ในการตั้งสมมติฐาน
- ข้อ 4 ผิด เพราะว่า การใช้หลอดไฟที่ต่างกัน ไม่ใช่ตัวแปรตาม จึงผิดหลักการตั้งสมมติฐาน
- ข้อ 5 ถูก เพราะว่า การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม และการต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน
เป็นค่าของตัวแปรต้น ซึ่งนำมาใช้ในการตั้งสมมติฐานได้

ถ้าสังเกตจากการทดลองข้างต้น นักเรียนจะเห็นคำว่า “ความสว่างของหลอดไฟ” ซึ่งเป็น “ตัวแปรตาม” ในการทดลองครั้งนี้ คิดว่าทุกคนเข้าใจได้ตรงกันอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้อง “กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ” ของคำๆ นี้

อย่างไรก็ตามในการทดลองที่มีคำที่เข้าใจไม่ตรงกัน นักเรียนต้องระมัดระวังเสมอว่า ต้องนำคำๆ นั้น มานิยามเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน สามารถสังเกต ตรวจสอบและวัดได้



ในการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ วัตถุประสงค์กำหนดและปฏิบัติ ดังนี้

1. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
2. กำหนดวัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมี
3. วิธีการปฏิบัติการทดลอง
4. บันทึกผลการทดลอง



เราเรียกสิ่งเหล่านี้ว่า “การออกแบบการทดลอง”

ซึ่งนักเรียน ได้ทำผ่านมาแล้ว

เมื่อกำหนดสิ่งต่าง ๆ พร้อมแล้วก็ต้องลงมือทำการทดลอง ทดลองเสร็จแล้วก็ต้องมีผลการทดลอง ทำอย่างไรถ้าจะเสนอผลการทดลองให้ผู้อื่นทราบโดยเสนออย่างกระชับและชัดเจนที่สุด โดยปกติเราจะเสนอในรูปแบบของ “ตารางบันทึกผลการทดลอง” นะครับ

วิธีการสร้างตารางบันทึกผลการทดลองนั้น ไม่ยากอะไรเลย เขานิยมนำค่าของตัวแปรต้น ไว้ที่ช่องด้านซ้ายมือ ส่วนข้อมูลของตัวแปรตามอยู่ที่ช่องด้านขวามือ ดังตัวอย่างตารางต่อไปนี้

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ค่าของตัวแปรต้น	ข้อมูลของตัวแปรตาม

ให้นักเรียนสร้างตารางบันทึกผลการทดลองของวัดได้จากสมมติฐานที่ว่า
“วิธีการต่อต้านไฟฉายมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ”

โดยการเติมชื่อตัวแปรต้น , ค่าของตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ลงในตาราง
ข้างล่างนี้แล้ววาดคำตอบหน้าถัดไป

ตาราง 1 ความสว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อต้านไฟฉายแบบอนุกรมและขนาน

.....
.....
.....



ไปดูคำตอบกันครับ

ตาราง 1 ความสว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อผ่านไฟฉายแบบอนุกรมและขนาน

วิธีการต่อผ่านไฟฉาย	ความสว่างของหลอดไฟ
อนุกรม	
ขนาน	



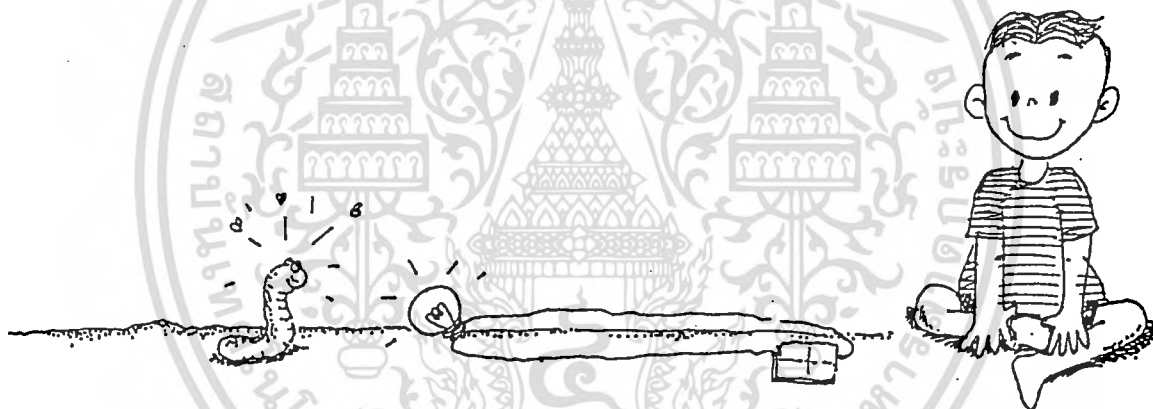
ตาราง 1 ความสว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อผ่านไฟฉายแบบอนุกรมและขนาน

วิธีการต่อผ่านไฟฉาย	ความสว่างของหลอดไฟ
อนุกรม
ขนาน

วิถีบันทึกผลการทดลองไว้แล้ว นักเรียนทำเหมือนของวิถีหรือเปล่า
ถ้าเหมือนแสดงว่าทำได้ถูกต้องแล้ว

ตาราง 1 ความสว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรมและขนาน

วิธีการต่อถ่านไฟฉาย	ความสว่างของหลอดไฟ
อนุกรม	สว่างมาก
ขนาน	สว่างน้อย



เมื่อได้ข้อมูลหลังการทดลองเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องมีการตีความหมายและ
ลงข้อสรุป ต่อไป
ก่อนอื่นเราต้องมาทำความเข้าใจก่อนว่า
การตีความหมายข้อมูลนั้น เป็นการบรรยายลักษณะของข้อมูลระหว่างตัวแปรต้นและ
ตัวแปรตาม ณ จุดใดจุดหนึ่ง

ฉะนั้น จากผลการทดลองของวิตตี ถ้าครูตีความหมายว่า

การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรมจะทำให้หลอดไฟสว่างมาก

นักเรียนลองตีความหมายความสัมพันธ์ระหว่างการต่อถ่านไฟฉายแบบขนานกับ
ความสว่างของหลอดไฟสิครับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนตีความหมายไว้ว่า
การต่อถ่านไฟฉายแบบขนานจะทำให้หลอดไฟสว่างน้อย
หรือเปล่าครับ ถ้าใช่ แสดงว่านักเรียนตีความหมายข้อมูลเป็นแล้ว
ผมดีใจด้วยครับ



เมื่อตีความหมายได้แล้ว เราก็ต้องมีการลงข้อสรุป
การลงข้อสรุป เป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรต้นและข้อมูล
ตัวแปรตามทั้งหมด

จากตารางบันทึกผลการทดลองของวิไล นักเรียนคิดว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็น
การลงข้อสรุปที่ถูกต้อง ถ้าถูกทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความนั้น ๆ

- (.....) 1. การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม ทำให้หลอดไฟสว่างมาก
- (.....) 2. การต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน ทำให้หลอดไฟสว่างน้อย
- (.....) 3. การต่อถ่านไฟฉายแบบขนาน ทำให้หลอดไฟสว่างน้อยที่สุด
- (.....) 4. การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม ทำให้หลอดไฟสว่างมากที่สุด
- (.....) 5. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับวิธีการต่อถ่านไฟฉาย

เชิญตรวจคำตอบได้เลยครับ



ข้อ 1 และ ข้อ 2 ไม่ใช่การลงข้อสรุป แต่เป็นการตีความหมายข้อมูล เพราะเป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามเฉพาะจุดใดจุดหนึ่ง

ข้อ 3 ข้อ 4 และ ข้อ 5 เป็นการลงข้อสรุป เพราะเป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามทั้งหมด

ถ้านักเรียนทำถูกหมดทุกขั้นตอนที่ผ่านมา แสดงว่า นักเรียนมีความเข้าใจและเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะที่เราศึกษาในครั้งนี้มีดังนี้ครับ

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. ทักษะการออกแบบการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณ

เมื่อภาษี ขยายพันธุ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง

1. นักเรียนจะต้องศึกษาชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เล่มนี้
2. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ในการทดลองและคำถามในแต่ละทักษะ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนพยายามอ่านทำความเข้าใจและหาคำตอบด้วยตนเอง แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อนที่จะหาคำตอบได้
4. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ไม่กำหนดระยะเวลาในการอ่าน ขอให้ นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่
5. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จบแล้ว นักเรียนจะได้รับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ทักษะ

วิชัยเป็นคนรักต้นไม้ ที่บ้านเขาปลูกต้นไม้ไว้เป็นจำนวนมาก วันหนึ่งเขาต้องการจะขยายพันธุ์ต้นถั่วฝักยาวโดยวิธีการปักชำ แต่วิชัยไม่ทราบว่าวัสดุใดจะใช้ในการปักชำให้ได้ผลดีที่สุด เขาจึงทำการทดลองปักชำกิ่งถั่วฝักยาว ในวัสดุปักชำชนิดต่าง ๆ 3 ชนิด โดยใช้กิ่งถั่วฝักยาวพันธุ์เดียวกัน ขนาดเท่ากัน ปักชำในกระถาง ๆ ละ 10 กิ่ง โดยแต่ละกระถางใช้วัสดุปักชำ ดังนี้คือ

- กระถางที่ 1 ใช้ดิน
- กระถางที่ 2 ใช้ทราย
- กระถางที่ 3 ใช้ขี้เถ้าแกลบ



เมื่อผ่านไป 7 วัน วิชัยนับจำนวนกิ่งถั่วฝักยาวที่อยู่รอด ได้ผลดังนี้

- กระถางที่ 1 จำนวน 8 กิ่ง
- กระถางที่ 2 จำนวน 6 กิ่ง
- กระถางที่ 3 จำนวน 10 กิ่ง



ในการทดลองของวิชามีสิ่งเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- ก. จำนวนกิ่งถั่วฝักสด
- ข. ขนาดของกิ่งถั่วฝักสด
- ค. ขนาดของกระถาง
- ง. บริเวณที่ตั้งของกระถาง
- จ. ชนิดวัสดุในการปักชำ
- ฉ. ปริมาณวัสดุในการปักชำ
- ช. ปริมาณน้ำที่ใช้รด
- ซ. ระยะเวลาในการปักชำ
- ณ. จำนวนกิ่งถั่วฝักสดที่อยู่รอด
- ญ. ดิน ทราย ขี้เถ้าแกลบ



ลองตอบคำถามกันหน่อยนะ

จากข้อมูลข้างต้น ลองตอบคำถามต่อไปนี้ โดยเติมตัวอักษรหน้าตัวเลขลงในช่องว่างได้เลย

1. ตัวแปรต้น คือ.....
2. ค่าของตัวแปรต้น คือ.....
3. ตัวแปรควบคุม คือ.....
4. ตัวแปรตาม คือ.....

ลองตรวจคำตอบนะคะ



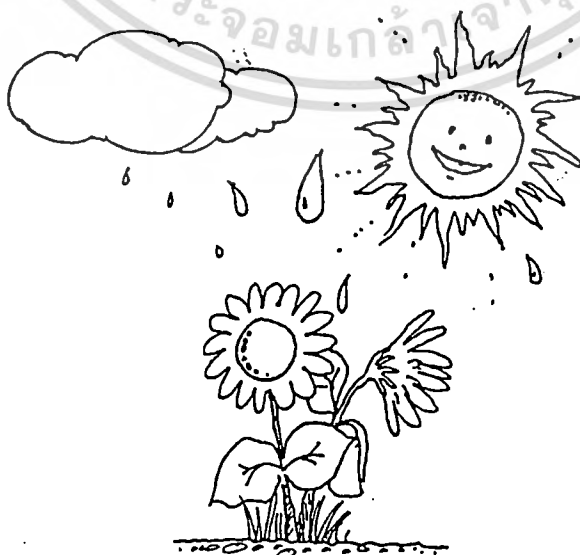
1. ตัวแปรต้น คือ ข้อ จ
2. ค่าของตัวแปรต้น คือ ข้อ ฉ
3. ตัวแปรควบคุม คือ ข้อ ก , ข , ค , ง , ฉ , ช , ซ
4. ตัวแปรตาม คือ ข้อ ฉ

ถูกหมดทั้ง 4 ข้อ ใช่ไหมคะ

เก่งมากค่ะ



ในการทดลอง เราต้องจัดให้ชนิดวัสดุในการปักชำ (ตัวแปรต้น) แตกต่างเพียงอย่างเดียว เพื่อจะได้ข้อสรุปว่า จำนวนกิ่งงาที่มีผลมที่ออกรอด (ตัวแปรตาม) เป็นผลมาจากชนิดวัสดุในการปักชำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มาดูการตั้งสมมติฐานกันนะคะ

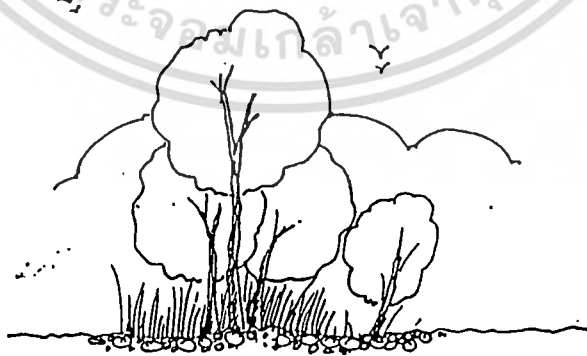
จากการทดลองของวิชัย ข้อใดเป็นการตั้งสมมติฐาน
ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่คิดว่าเป็นสมมติฐาน

-1. ชนิดวัสดุในการปักชำ มีผลต่อจำนวนกิ่งก้านที่ออกรอด
-2. ถ้าใช้วัสดุในการปักชำต่างชนิดกันแล้วทำให้ความยาวของรากต่างกัน
-3. วัสดุในการปักชำที่เป็นดินทำให้กิ่งก้านที่ออกรอดแข็งแรงมากที่สุด
-4. จำนวนกิ่งก้านที่ออกรอดที่ปลูกในขี้เถ้าแกลบจะมีมากที่สุด
-5. กิ่งก้านที่ออกรอดจากการปลูกในดินจะมีจำนวนมากที่สุด
-6. ปริมาณน้ำที่ใช้รดมีผลต่อการออกรอดของกิ่งก้านที่ออกรอด
-7. ทรายเป็นวัสดุปักชำที่ทำให้กิ่งก้านที่ออกรอดมีจำนวนน้อยที่สุด
-8. การใช้วัสดุปักชำที่เป็นดินหรือขี้เถ้าแกลบทำให้กิ่งก้านที่ออกรอดมีจำนวนมากกว่าการใช้ทรายเป็นวัสดุปักชำ

ข้อ 1 , 4 , 5 , 7 , 8 เป็นการตั้งสมมติฐาน



เพราะว่า การตั้งสมมติฐาน คือ การคาดคะเนผลการทดลองล่วงหน้าในสิ่งที่เราศึกษา โดยระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ซึ่งมีได้หลายแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พวกเราเริ่มเรื่องการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
แล้วหรือยังคะ ? มาดูกันใหม่ นะคะ

ในการทดลองของวิชัช ข้อใดเป็นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
ให้นักเรียนเขียนรูป * ไว้หน้าข้อนั้น นะคะ

- ก. จี้เส้นแกลบเป็นวัสดุปักชำที่มีคุณภาพดี ทำให้กิ่งชำมีผลมอยู่รอด ได้มาก
- ข. จำนวนกิ่งชำมีผลมที่อยู่รอด คือ จำนวนกิ่งชำมีผลมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้
- ค. ระยะเวลาในการปักชำ คือ เวลาที่เริ่มปักชำจนถึงสิ้นสุดการปักชำ
- ง. วัสดุปักชำ คือ วัสดุที่ใช้ในการปักชำพืช



ข้อ ข คือ ข้อถูกนะคะ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การให้ความหมายของตัวแปรหรือค่าในการทดลองที่มีความหมายได้หลายอย่าง เพื่อให้เข้าใจได้ตรงกัน และส่วนใหญ่จะให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตาม

เรามาดูเหตุผลแต่ละข้อนะคะ ว่าทำไม
ข้อ ก , ค และ ง เป็นข้อที่ไม่ถูกต้อง
ส่วนข้อ ข เป็นข้อที่ถูกที่สุด



ข้อ ก เป็นการอธิบายผลการทดลอง

ข้อ ข จำนวนกิ้งก่าสีผสมที่อยู่รอด เราสามารถให้ความหมายได้หลายอย่าง เช่น จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมีรากเพิ่มขึ้น ฯลฯ แต่ในที่นี้เราจะให้นิยามว่า จำนวนกิ้งก่าสีผสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้

ข้อ ค เป็นระยะเวลาในการทดลองซึ่งกำหนดไว้แล้วในการทดลอง

ข้อ ง เป็นการบอกความหมายของค่าซึ่งทุกคนเข้าใจตรงกันอยู่แล้ว

คราวนี้มาดูเรื่องการออกแบบการทดลอง
มาดูกันว่าวิจัยมีขั้นตอนในการทดลองอย่างไร



ถ้ากำหนดวิธีการทดลอง ดังนี้

1. รดน้ำปริมาณเท่ากันทุกกระถาง
2. ใช้กระถางที่มีขนาดเท่ากัน
3. ใช้กระถางที่มีขนาดต่างกัน
4. ใช้วัสดุในการปักชำเหมือนกัน
5. ใช้วัสดุในการปักชำต่างกัน
6. ชำกิ่งฤาษีผสมในวัสดุปักชำเป็นเวลาเท่ากัน
7. ชำกิ่งฤาษีผสมในวัสดุปักชำเป็นเวลาต่างกัน
8. ในแต่ละกระถางใช้กิ่งฤาษีผสมจำนวนเท่ากัน
9. ในแต่ละกระถางใช้กิ่งฤาษีผสมจำนวนต่างกัน
10. นับจำนวนกิ่งฤาษีผสมที่อยู่รอด



วิจัยได้เลือกและเรียงลำดับขั้นตอนการทดลองตามข้อใด

ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบตัวอักษรข้อที่ถูกต้อง

ก. 2 , 4 , 8 , 6 , 1 , 10

ข. 2 , 5 , 8 , 6 , 1 , 10

ค. 3 , 5 , 8 , 6 , 1 , 10

ง. 3 , 5 , 9 , 7 , 1 , 10



ตอบข้อ ข นะคะ
 เก่งมากค่ะที่ตอบถูก
 คิดแบบนี้หรือเปล่าคะ

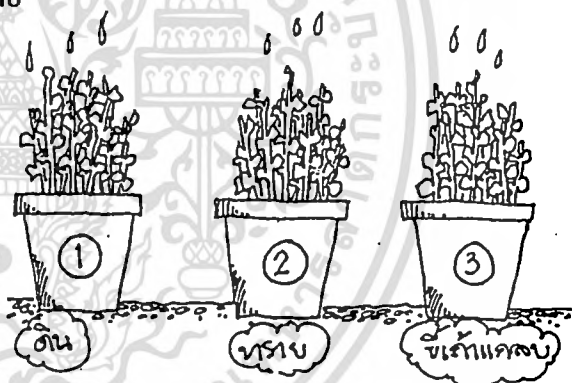


ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น มีหลักดังนี้

1. จัดให้ตัวแปรต้น คือ ชนิดวัสดุในการปักชำ ต่างกัน

2. จัดตัวแปรควบคุมให้เหมือนกันทุกกระถาง คือ

- ➔ ขนาดของกระถาง
- ➔ บริเวณที่ตั้งกระถาง
- ➔ ปริมาณวัสดุในการปักชำ
- ➔ จำนวนกิ่งชำผสมในแต่ละกระถาง
- ➔ ขนาดของกิ่งชำผสม
- ➔ ปริมาณน้ำที่รด



3. กำหนดระยะเวลาในการปักชำ ซึ่งวิจัยกำหนดไว้ 7 วัน

4. ติดตามผลการทดลอง โดยดูการเปลี่ยนแปลงของกิ่งชำผสม แล้วนับจำนวนกิ่งที่อยู่รอด
 เมื่อได้ผลการทดลองมาแล้ว ก็ต้องมีการบันทึกผลที่ได้ นักเรียนลองมาช่วยกันเลือก
 วิธีการเสนอผลการทดลองกันดูนะคะ



ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบตัวอักษรหน้าข้อ
ที่เป็นตารางบันทึกผลการทดลองที่ถูกต้องที่สุดของวิช

ก. ตาราง 1 จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่สามารถ
นำไปปลูกต่อได้ในวัสดุปลูกชำ
ชนิดต่าง ๆ

ชนิดวัสดุ ในการปักชำ	จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่ สามารถนำไป ปลูกต่อได้ (กิ่ง)

ข. ตาราง 1 จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่สามารถ
นำไปปลูกต่อได้ในระยะเวลา
ต่าง ๆ กัน

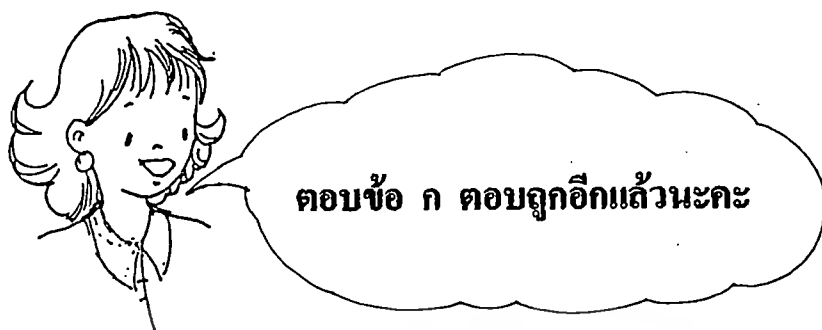
ระยะเวลา	จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่ สามารถนำไป ปลูกต่อได้ (กิ่ง)

ค. ตาราง 1 ความสูงของกิ่งถัวยี่ผสม
ในกระถางต่าง ๆ

กระถางที่	ความสูงของ กิ่งถัวยี่ผสม (cm)

ง. ตาราง 1 ความสูงของกิ่งถัวยี่ผสม
ในวัสดุปลูกชำชนิดต่าง ๆ

กระถาง ที่	ชนิดวัสดุใน การปักชำ	ความสูง ของกิ่งถัวยี่ ผสม (cm)



ในการบันทึกผลนั้นถ้าใช้ตารางจะทำให้เราอ่านข้อมูลได้ง่าย โดยเราจะบันทึกเฉพาะค่าของตัวแปรต้น และข้อมูลของตัวแปรตาม ซึ่งหลักในการสร้างตารางบันทึกผล คือ

- ⇒ ค่าของตัวแปรต้น (ชนิดวัสดุในการปักชำ) ไว้ทางด้านซ้ายของตาราง
- ⇒ รายละเอียดของตัวแปรตาม (จำนวนกิ่งถุาที่มีผลสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้) ไว้ทางด้านขวาของตาราง

ซึ่งจากการทดลองของวิชัย ก็จะได้ตารางบันทึกผล ดังนี้



ตาราง 1 จำนวนกิ่งถุาที่มีผลสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้ในวัสดุปักชำชนิดต่าง ๆ

ชนิดวัสดุในการปักชำ	จำนวนกิ่งถุาที่มีผลสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้ (กิ่ง)
ดิน	8
ทราย	6
ขี้เถ้าแกลบ	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลองพิจารณາตารางอีกครั้งนะคะ

ตาราง 1 จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้ในวัสดุปลูกชำชนิดต่าง ๆ



ชนิดวัสดุในการปักชำ	จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้ (กิ่ง)
ดิน	8
ทราย	6
ขี้เถ้าแกลบ	10

จากตาราง นักเรียนลองพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. การปักชำโดยใช้ดินทำให้กิ่งถัวยี่ผสมนำไปปลูกต่อได้จำนวน 8 กิ่ง
- ข. ขี้เถ้าแกลบเป็นวัสดุปลูกชำที่ทำให้กิ่งถัวยี่ผสมนำไปปลูกต่อได้มากที่สุด
- ค. การใช้วัสดุปลูกชำต่างชนิดกันทำให้จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้ต่างกัน
- ง. ทรายเป็นวัสดุปลูกชำที่ทำให้กิ่งถัวยี่ผสมนำไปปลูกต่อได้น้อยกว่าการใช้ดินเป็นวัสดุปลูกชำอยู่ 2 กิ่ง
- จ. จำนวนกิ่งถัวยี่ผสมที่สามารถนำไปปลูกต่อได้ต่างกันเป็นผลมาจากการใช้วัสดุในการปักชำต่างกัน

จากข้อความข้างต้น ให้นักเรียนเติมเลขข้อลงในที่ว่างหลังคำถาม

1. ข้อใดเป็นการตีความหมายข้อมูล.....
2. ข้อใดเป็นการลงข้อสรุป.....

ตอบแบบนี้หรือเปล่าคะ

ข้อ 1 ได้แก่ ข้อ ก , ง

ข้อ 2 ได้แก่ ข้อ ข , ค , จ

คนที่ตอบผิด ถ้างง! กรุณาอธิบายนะคะ

การตีความหมายข้อมูล นั้นเป็นการบรรยายลักษณะข้อมูลของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
ที่จุดใดจุดหนึ่ง

การลงข้อสรุป เป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามในภาพรวมทั้งหมด

เมื่อถึงตรงนี้ นักเรียนคงจะมีความรู้ทั้ง 5 ทักษะแล้ว ถ้ายังไม่เข้าใจก็ลองไปอ่าน
ชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (สูง) ใหม่ นะคะ



ภาพปะพร้าของคณาจารย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง

1. นักเรียนจะต้องศึกษาชุดแนะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เล่มนี้
2. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ในการทดลองและคำถามในแต่ละทักษะ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนพยายามอ่านทำความเข้าใจและหาคำตอบด้วยตนเอง แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อนที่จะหาคำตอบได้
4. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ไม่กำหนดระยะเวลาในการอ่าน ขอให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่
5. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จบแล้ว นักเรียนจะได้รับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ทักษะ



แม่ของดวงพรมีอาชีพขายมะพร้าวชูด

แต่จะต้องผ่ามะพร้าวจำนวนมากเพื่อไปชูดขาย

ส่วนน้ำมะพร้าวจะมีคนซื้อไปทำน้ำส้มสายชู

วันหนึ่งดวงพร ไปซื้อผักนึ่งจีนเพื่อนำมาประกอบอาหาร เมื่อเข้าไปในครัว แซ่ผักนึ่งทั้งหมดลงในกะละมังที่มาทราบภายหลังว่าเป็นน้ำมะพร้าวที่แม่เก็บไว้ จึงรีบเอาผักนึ่งขึ้นแล้วแบ่งไปทำอาหารครึ่งหนึ่ง ส่วนที่เหลือก็วางไว้ในกะละมังเดิมโดยไม่ได้นำไปเก็บในตู้เย็น

อีก 3-4 วันต่อมา ดวงพรต้องเข้าครัวเตรียมอาหารแทนแม่ จึงเห็นกองผักนึ่งที่ลืมหิ้งไว้ เมื่อหลายวันก่อนยังคงสดอยู่ มีเพียงส่วนน้อยที่เหี่ยวไปบ้าง ดวงพรมั่นใจว่า น้ำมะพร้าวเป็นตัวการทำให้ผักนึ่งสดอยู่ได้หลายวัน จึงอยากจะทราบว่า ผักอื่น ๆ เมื่อแช่ในน้ำมะพร้าวจะสดอยู่ได้หลายวันเช่นเดียวกันหรือไม่ จึงไปซื้อผักชนิดต่าง ๆ ที่ตัดจากต้นมาใหม่ ๆ จากสวนที่อยู่ใกล้ ๆ บ้าน ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า ผักนึ่งจีน และผักชะอม นำมาแช่น้ำมะพร้าว 1 นาที เก็บไว้ในถุงพลาสติก เจาะรูขนาดเท่ากัน ถุงละ 4 รู รัศยงที่ปากถุงแล้ววางไว้บนโต๊ะในครัว สังเกตความสดของผักทุกวัน จนกระทั่งผักเริ่มเหี่ยว ได้ผลดังนี้

ผักวางตุ้ง	สดอยู่ได้	5 วัน
ผักคะน้า	สดอยู่ได้	5 วัน
ผักบุ้งจีน	สดอยู่ได้	4 วัน
ผักชะอม	สดอยู่ได้	3 วัน

นอกจากนี้ควงพรยังพบอีกว่า ผักอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ได้แช่น้ำมะพร้าว แต่เก็บไว้ในถุง เช่นเดียวกันจะเหี่ยวภายใน 1 วัน



จากสถานการณ์ของควงพร ให้นักเรียนตอบคำถามข้างล่างนี้

☆ สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน คือ.....

(ลองตอบมา 3 อย่าง)

☆ สิ่งที่ต้องจัดให้ต่างกัน คือ.....

☆ สิ่งที่ต้องติดตามดูแล คือ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำตอบของนักเรียนตรงกับข้างน้อยหรือเปล่า

- ⇒ สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน คือ
- ⇒ ระยะเวลาที่เก็บผักมาทดลอง
 - ⇒ เวลาที่แช่ผักในน้ำมะพร้าว
 - ⇒ ขนาดของถุงที่ใช้ในการบรรจุผัก
 - ⇒ ชนิดของถุงที่ใช้ในการบรรจุผัก
 - ⇒ จำนวนของรูที่เจาะถุง
 - ⇒ ขนาดของรูที่เจาะถุง
 - ⇒ ปริมาณผัก
 - ⇒ สถานที่ที่ใช้วางผัก

⇒ สิ่งที่ต้องจัดให้ต่างกัน คือ ชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว

⇒ สิ่งที่ต้องคอยติดตามดูแล คือ ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้

ถึงตอนนี้ใครจะตอบได้ถูกบ้างว่าในการทดลองของดวงพรนั้น ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุม ตัวแปรตาม ตัวแปรต้น และค่าของตัวแปรต้น ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบตัวอักษรหน้าข้อที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุม

- ก. เวลาที่แช่ผัก , ปริมาณผัก , ชนิดของผัก
- ข. ความสดของผัก , ชนิดของผัก , เวลาที่ผักสด
- ค. เวลาที่แช่ผัก , ขนาดถุงบรรจุผัก , บริเวณที่วางผัก
- ง. ปริมาณน้ำมะพร้าว , ความสดของผัก , ชนิดของผัก

2. ข้อใดเป็นตัวแปรตาม

- ก. ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้
- ข. ขนาดของถุงบรรจุผัก
- ค. เวลาที่ใช้แช่ผัก
- ง. ปริมาณผัก

3. ข้อใดเป็นตัวแปรต้น

- ก. ปริมาณผัก
- ข. เวลาที่แช่ผัก
- ค. ปริมาณน้ำมะพร้าว
- ง. ชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว

4. ข้อใดเป็นค่าของตัวแปรต้น

- ก. ปริมาณผัก
- ข. ชนิดของผัก
- ค. ถุงบรรจุผักขนาดต่างกัน 4 ขนาด
- ง. ผักกวางตุ้ง , ผักคะน้า , ผักบุ้งจีน , ผักชะอม

คำตอบของแมวเหมียวเป็นดังนี้



1. ตัวแปรควบคุม คือ เวลาที่แช่ผัก , ขนาดถุงบรรจุผัก , บริเวณที่วางผัก (ค)
2. ตัวแปรตาม คือ ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ (ก)
3. ตัวแปรต้น คือ ชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว (ง)
4. ค่าของตัวแปรต้น คือ ผักกวางตุ้ง , ผักคะน้า , ผักบุ้งจีน , ผักชะอม (ง)



ถ้านักเรียนตอบถูกทุกข้อแสดงว่า เป็นผู้ที่มีความสนใจ
ต่อสิ่งที่ศึกษามาก มีความเข้าใจในเรื่องของตัวแปรต่างๆ
มีแนวโน้มว่าจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีในอนาคตได้



วิธีที่ 1 ชนิดของผักที่แชในน้ำมะพร้าว มีผลต่อ ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้

วิธีที่ 2 ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ ขึ้นอยู่กับ ชนิดของผักที่แชในน้ำมะพร้าว

วิธีที่ 3 ถ้า ชนิดของผักที่แชในน้ำมะพร้าวต่างกัน แล้ว ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ต่างกัน

วิธีที่ 4 ผักชะอมและผักคะน้าที่แชในน้ำมะพร้าว ทำให้ ผักสดอยู่ได้นานกว่า ผักบุ้งจีน และผักกวางตุ้ง

วิธีที่ 5 ผักกวางตุ้งที่แชในน้ำมะพร้าว ทำให้ ผักสดอยู่ได้นานที่สุด

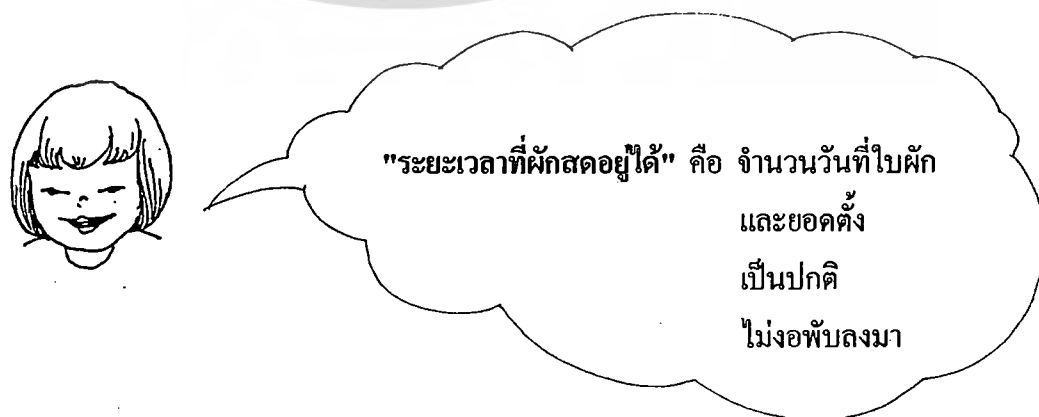
ที่ดวงพรต้องเขียนสมมติฐานแบบนี้ก็เพราะ ชนิดของผักที่แชในน้ำมะพร้าว เป็น ตัวแปรต้น ผักกวางตุ้ง , ผักคะน้า , ผักบุ้งจีน , ผักชะอม เป็น ค่าของตัวแปรต้น ส่วน ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ เป็น ตัวแปรตาม สมมติฐานของนักเรียนเขียนได้เหมือนดวงพรไหมคะ

เมื่อพิจารณาคำว่า "ระยะเวลาที่ฝึกสวดอยู่ได้" แต่ละคนอาจให้ความหมาย
ได้หลายอย่าง แตกต่างกันไป เพื่อให้เข้าใจตรงกันจึงควรรนำคำนี้มา กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
เสียก่อน

นักเรียนจะให้นิยาม "ระยะเวลาที่ฝึกสวดอยู่ได้" ว่าอย่างไร



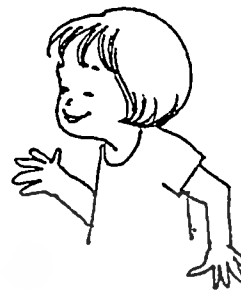
นิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า "ระยะเวลาที่ฝึกสวดอยู่ได้" ที่ดวงพรนิยามไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองของดวงพรเพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่า ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว ต้องกำหนดและปฏิบัติ ดังนี้

1. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
2. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
3. วิธีปฏิบัติการทดลอง
4. บันทึกผลการทดลอง



เราเรียกสิ่งเหล่านี้ว่า **"การออกแบบการทดลอง"**

นักเรียนได้ฝึกการออกแบบการทดลองโดยการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ มาแล้ว และจากการทดลองของดวงพรก็คงจะบอกได้ว่าต้องใช้ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีอะไรบ้าง ในการทดลองก็จะใช้สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบกันภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรต่าง ๆ อย่างเคร่งครัด เพื่อให้ผลการทดลองที่ออกมาน่าเชื่อถือ

สิ่งหนึ่งที่ผู้ทดลองจะต้องกระทำเมื่อมีการออกแบบการทดลอง คือ **การออกแบบตารางบันทึกผล**

ตารางบันทึกผลที่ดี ควรกำหนดให้ตัวแปรต้นอยู่ทางช่องซ้ายของตาราง และให้ตัวแปรตามซึ่งเป็นผลอยู่ทางขวา

นักเรียนคิดว่า ตารางบันทึกผลของดวงพรจะระบุอะไรไว้ในช่องใด เติมข้อความลงในที่ว่างที่เว้นไว้ให้

ตาราง 1 ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้จำแนกตามชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว

..... (ตัวแปรต้น) (ตัวแปรตาม)

นักเรียนออกแบบไว้อย่างนี้หรือเปล่าคะ ถ้าใช่ก็ถูกต้องค่ะ



ตาราง 1 ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้จำแนกตามชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว

ชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว	ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ (วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองจนได้ข้อมูลแล้ว ก็นำข้อมูลมาบันทึกลงในตารางจะได้ตารางบันทึกผลการทดลองที่สมบูรณ์ ดังตารางข้างล่างนี้

ตาราง 1 ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้จำแนกตามชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว

ชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว	ระยะเวลาที่ผักสดอยู่ได้ (วัน)
ผักกวางตุ้ง	5
ผักคะน้า	5
ผักบุ้งจีน	4
ผักชะอม	3

ผลการทดลองที่ได้ จะต้องนำมาตีความหมายและลงข้อสรุปกันไป

มาตีความหมายข้อมูลกันเถอะ



การตีความหมายข้อมูลเป็นการบรรยายลักษณะของข้อมูล
ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ณ จุดใดจุดหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผมขอตีความหมายข้อมูลว่า
"น้ำมะพร้าวทำให้ผิวกิ่งจีนสดอยู่ได้ 4 วัน"

แต่นักเรียนตีความหมายข้อมูลว่าอย่างไรบ้าง
ลองเขียนให้ครูดูสัก 1 ตัวอย่างซิคะ



เป็นแบบนี้หรือเปล่าคะ



- ๕๐ น้ำมะพร้าวทำให้ผักกวางตุ้งสดอยู่ได้ 5 วัน
- ๕๐ น้ำมะพร้าวทำให้ผักคะน้าสดอยู่ได้ 5 วัน
- ๕๐ น้ำมะพร้าวทำให้ผักชะอมสดอยู่ได้ 3 วัน
- ๕๐ น้ำมะพร้าวทำให้ผักกวางตุ้ง , ผักคะน้า , ผักบุ้งจีน และผักชะอม สดอยู่ได้ 5 , 5 , 4 และ 3 วัน ตามลำดับ

คราวนี้เรามาชช่วยกันบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามทั้งหมด ซึ่งเรียกว่า การลงข้อสรุป

ผมขอลงข้อสรุปว่า
"ผักชนิดต่างกันเมื่อนำไปแช่ใน
น้ำมะพร้าวจะทำให้ระยะเวลาที่
ผักสดอยู่ได้ต่างกัน"

หรือ

น้ำมะพร้าวทำให้ผักกวางตุ้งและ
ผักคะน้าสดอยู่ได้นานที่สุด

นักเรียนลงข้อสรุปว่าอย่างไร (สองเขียนมา 1 ข้อ)

.....

.....



เป็นอย่างนี้หรือไม่...

- ➔ น้ำมะพร้าวทำให้ผักขอมอดอยู่ได้น้อยวันที่สุด
- ➔ ผักขอมที่แช่ในน้ำมะพร้าวอดอยู่ได้น้อยวันที่สุด
- ➔ ผักกวางตุ้งและผักคะน้าที่แช่ในน้ำมะพร้าวอดอยู่ได้นานที่สุด
- ➔ ระยะเวลาที่ผักอดอยู่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าว
- ➔ ชนิดของผักที่แช่ในน้ำมะพร้าวมีผลต่อระยะเวลาที่ผักอดอยู่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาศาสนาการณ์ของควงพร จะเห็นได้ว่าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ และแต่ละทักษะจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันตั้งแต่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นทักษะที่กล่าวถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ซึ่งตัวแปรต้นและตัวแปรตาม จะเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และเชื่อมโยงไปถึงการออกแบบการทดลอง เนื่องจากการออกแบบการทดลองนั้นต้องทราบลักษณะของตัวแปรชนิดต่างๆ อย่างชัดเจน แล้วจึงสามารถกำหนดวัตถุประสงค์/สารเคมี วิธีปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนการออกแบบการบันทึกผลการทดลอง และทักษะสุดท้าย คือ การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ก็มีความเกี่ยวข้องกับตัวแปร และสอดคล้องกับข้อความที่เขียนแสดงการตั้งสมมติฐานด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชุดที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ 1 2 3 และ 4 จำนวน 30 ข้อ
 2. อ่านคำถามแต่ละข้อแล้วเลือกตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว
 3. เขียนตัวเลขของตัวเลือกที่ท่านเลือกลงในกระดาษคำตอบที่จัดไว้ให้
 4. กรุณาอย่าขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้ แต่ท่านสามารถขีดเขียนลงในกระดาษคำตอบได้
 5. กรุณาทำข้อสอบให้ครบทุกข้อ
 6. ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำมาพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น
 7. เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
- ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ

ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

1. ถ้าปัญหาที่สงสัยคือ “ขนาดภาชนะมีผลต่อการสืบพันธุ์ของปลาหางนกยูงหรือไม่” จากปัญหาดังกล่าว ข้อใดจัดเป็นตัวแปรต้น
 - 1) ปลาหางนกยูง
 - 2) การสืบพันธุ์ของปลา
 - 3) ชนิดของภาชนะที่เลี้ยงปลา
 - 4) ขนาดของภาชนะที่เลี้ยงปลา
2. ถ้านักเรียนต้องการทำการทดลองว่าอาหารกึ่งบริษัทใดในท้องตลาดที่ทำให้กุ้งเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ข้อใดจัดเป็นตัวแปรควบคุมทั้งหมด
 - 1) พันธุ์กุ้ง, การเจริญเติบโตของกุ้ง, ขนาดบ่อ
 - 2) พันธุ์กุ้ง, ระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง, ขนาดบ่อ
 - 3) อาหารกุ้ง, พันธุ์กุ้ง, ระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง
 - 4) น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้ง, อาหารกุ้ง, การเจริญเติบโตของกุ้ง
3. ถ้านักเรียนเกิดความสงสัยว่า “อาหารมีผลต่อสีสันของปลาทองหรือไม่” นักเรียนจะกำหนดข้อใดเป็นตัวแปรตาม
 - 1) ชนิดของอาหาร
 - 2) สีสันของปลาทอง
 - 3) ระยะเวลาที่ให้อาหาร
 - 4) สายพันธุ์ของปลาทอง
4. หนูดีเกิดความสงสัยว่าเวลาใส่เสื้อผ้าสีดำ ทำไมจึงรู้สึกร้อนมากกว่าใส่เสื้อผ้าสีอื่น ๆ จึงทำการทดลองโดยใช้กระดาษสีต่าง ๆ หุ้มหลอดทดลอง แล้วปิดจุกที่มีเทอร์โมมิเตอร์เสียบอยู่เพื่อวัดอุณหภูมิ นำไปตั้งไว้กลางแดดเป็นเวลา 30 นาที จึงบันทึกอุณหภูมิ จากการทดลองนี้ กระดาษสีต่าง ๆ ที่หุ้มหลอดทดลองจัดเป็นตัวแปรใด
 - 1) ตัวแปรต้น
 - 2) ตัวแปรตาม
 - 3) ตัวแปรควบคุม
 - 4) ข้อมูลไม่เพียงพอในการตอบ
5. ในการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของสะเดาช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกันคือข้อใด
 - 1) ปริมาณน้ำ
 - 2) ชนิดของดิน
 - 3) ชนิดของพืชที่ฉีดพ่น
 - 4) สารสกัดที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของสะเดา

6. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า “น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการตกของวัตถุนั้นหรือไม่” สิ่งที่ต้องติดตามคืออะไร

- 1) ชนิดของวัตถุ
- 2) น้ำหนักของวัตถุ
- 3) ลักษณะการตกของวัตถุ
- 4) เวลาที่ใช้ในการตกของวัตถุ

7. นำดอกกุหลาบพันธุ์เดียวกัน ขนาดเท่ากัน มา 9 ดอก แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ดอก

กลุ่มที่ 1 นำไปใส่แจกันที่มีน้ำเปล่า

กลุ่มที่ 2 นำไปใส่แจกันที่มีสารละลายน้ำตาล

กลุ่มที่ 3 นำไปใส่ในแจกันที่มีสารละลายน้ำเกลือ

แล้วสังเกตความสดของดอกกุหลาบในแจกันทั้ง 3 ใบ ทุกวัน การทดลองนี้ต้องการตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด

- 1) ปริมาณสารละลายมีผลต่อความสดของดอกกุหลาบ
- 2) ความสดของดอกกุหลาบขึ้นอยู่กับพันธุ์ของดอกกุหลาบ
- 3) ความสดของดอกกุหลาบขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลายที่ใช้
- 4) ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อความสดของดอกกุหลาบ

8. กานดานำพืชชนิดเดียวกันมา 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งตัดรากทิ้งทั้งหมด อีกกลุ่มหนึ่งตัดรากทิ้งเพียงบางส่วน แล้วนำไปแช่น้ำ สังเกตการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 2 กลุ่ม การทดลองนี้กานดาต้องการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

- 1) รากมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 2) ชนิดของพืชมีผลต่อการดูดน้ำของพืช
- 3) วิธีการตัดรากมีผลต่อการดูดน้ำของพืช
- 4) ปริมาณน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

9. เด็กชายจูงนำเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งผ่านการคัดและแช่น้ำไว้ 1 คืน จำนวน 50 เมล็ด แบ่งถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด ไปคลุกกับเชื้อไรโซเบียม ส่วนถั่วเหลืองอีก 25 เมล็ด ไม่ต้องคลุก นำถั่วเหลืองทั้ง 2 ชุด ไปปลูกแยกในกระถาง รดน้ำดูแลเอาใจใส่ทุกวัน เมื่อครบ 1 เดือน ถอนต้นถั่วเหลืองจากทั้ง 2 กระถาง มาสังเกตความแตกต่างของราก จากการทดลองนี้เป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด

- 1) การแช่น้ำมีผลต่อการเกิดรากของถั่วเหลือง
- 2) เชื้อไรโซเบียมมีผลต่อการเกิดปมรากของถั่วเหลือง
- 3) การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับเชื้อไรโซเบียม
- 4) ถ้าลักษณะการปลูกต่างกันแล้ว การเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. บ้านของสมโภชน์ตั้งอยู่ใกล้บริเวณที่ทิ้งขยะของหมู่บ้าน ทำให้มีแมลงวันเป็นจำนวนมาก จึงหาวิธีดักจับแมลงวัน โดยนำขวดบรรจุน้ำดื่มที่ใช้แล้วขนาดเท่ากันมีลักษณะและสีเหมือนกันทุกประการ มาใส่อาหารชนิดต่าง ๆ ลงในขวดให้มีปริมาณเท่ากัน เป็นเชื้อล่อแมลงวัน การกระทำนี้เป็นการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

- 1) ปริมาณอาหารมีผลต่อจำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวด
- 2) จำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวดมีผลต่อชนิดของอาหาร
- 3) จำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวดขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใส่อาหาร
- 4) ถ้าชนิดของอาหารต่างกันแล้วจำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวดต่างกัน

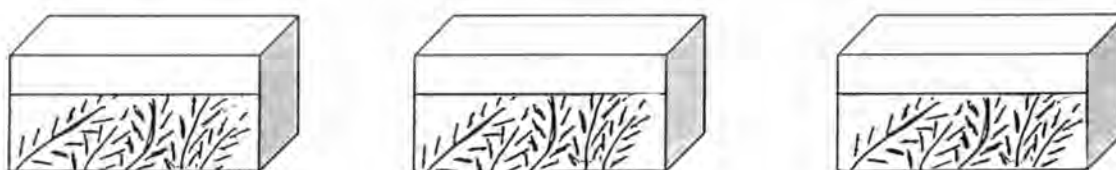
11. ลูกดาดทำการทดลองเกี่ยวกับพฤติกรรมการว่ายน้ำของลูกน้ำดังรูป



การทดลองนี้เป็นการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

- 1) ชนิดของสารมีผลต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของลูกน้ำ
- 2) น้ำมีผลต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำได้ช้าหรือเร็วของลูกน้ำ
- 3) พฤติกรรมการว่ายน้ำของลูกน้ำมีผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำ
- 4) ขนาดของภาชนะและปริมาณของสารมีผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำ

12. การทดลองดังรูปข้างล่างนี้ เป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด

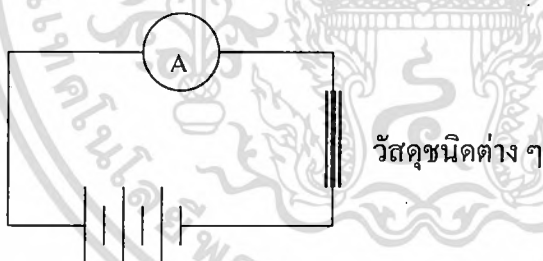


- 1) วิธีการแขวนหลอดไฟมีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำ
- 2) สีของหลอดไฟมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย
- 3) การเจริญเติบโตของสาหร่ายขึ้นอยู่กับความสว่างของหลอดไฟ
- 4) ความเข้มแสงของหลอดไฟมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ในการศึกษาถึงความสามารถในการกำจัดลูกน้ำด้วย เกลือ สารส้ม น้ำตาล และกระเทียมผง โดยใส่สารเหล่านี้ในปริมาณที่เท่ากัน ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำเท่า ๆ กัน แล้วนำลูกน้ำใส่ลงไป เพื่อดูการอยู่รอดของลูกน้ำในแต่ละบีกเกอร์ ข้อใดที่ต้องอธิบายให้มีความหมายตรงกัน
- 1) ลูกน้ำ
 - 2) การกำจัดลูกน้ำ
 - 3) การอยู่รอดของลูกน้ำ
 - 4) ปริมาณของสารที่ใช้กำจัดลูกน้ำ
14. สมสมรชอบปลูกกุหลาบ แต่บ้านตั้งอยู่บริเวณริมน้ำ ทำให้มีน้ำท่วมขังแปลงกุหลาบอยู่เสมอ เธออยากทราบว่าปริมาณน้ำมีผลต่อความสมบูรณ์ของกุหลาบหรือไม่ จึงได้ทำการทดลองปลูกกุหลาบ 5 กระถาง โดยรดน้ำในปริมาณต่าง ๆ กัน แล้วสังเกตความสมบูรณ์ของกุหลาบ ข้อใดที่ต้องอธิบายความหมายให้เข้าใจตรงกัน
- 1) กุหลาบ
 - 2) ปริมาณน้ำ
 - 3) กระถางปลูกกุหลาบ
 - 4) ความสมบูรณ์ของกุหลาบ
15. เตาต้องการทราบว่า การตัดรากผักชี กับไม่ตัดรากผักชี แล้วนำไปแช่เย็น วิธีใดจะทำให้ผักชียืดความสดได้นานกว่ากัน ถ้าต้องการให้การสรุปผลมีความชัดเจน สิ่งที่ต้องกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันคือข้อใด
- 1) การแช่เย็น, ผักชี
 - 2) ผักชี, การตัดราก
 - 3) ความสด, การแช่เย็น
 - 4) การตัดราก, การแช่เย็น
16. บุญรอดต้องการทดสอบเปรียบเทียบคุณภาพในการขจัดสิ่งสกปรกจากผ้าของผงซักฟอก 5 ชนิด ที่มีขายในท้องตลาด เพื่อตัดสินใจในการเลือกซื้อ บุญรอดต้องกำหนดความหมายของคำใดให้เข้าใจตรงกัน
- 1) ท้องตลาด
 - 2) ชนิดของผ้า
 - 3) ชนิดของผงซักฟอก
 - 4) คุณภาพในการขจัดสิ่งสกปรก

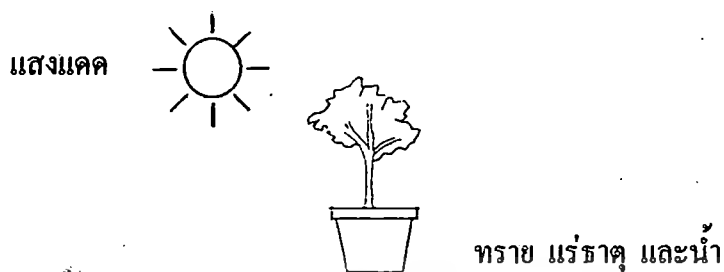
17. ปีติเป็นชาวสวน ที่สวนของเขามีผลไม้หลากหลายชนิด จึงจำเป็นต้องมีการชะลอการสุกของผลไม้เหล่านั้น เขาจึงนำด่างทับทิมมาใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้ โดยทำการทดลองกับกล้วยหอม ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการของ “การชะลอการสุกของกล้วยหอม”
- 1) กลิ่นของกล้วยหอมที่เกิดขึ้น
 - 2) น้ำหนักของกล้วยหอมที่ลดลง
 - 3) สีของเปลือกกล้วยหอมที่เปลี่ยนแปลงไป
 - 4) ระยะเวลาที่เปลือกของกล้วยหอมเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองทั่วลูก
18. ในการศึกษาถึงความสามารถในการฟอกหนัง โดยใช้ไบฟริงและลูกสมอ ได้นำหนังวัวแห้งต้มกับสารละลายไบฟริงและลูกสมอ ในอัตราส่วนต่างๆ กัน แล้วนำชิ้นหนังที่ฟอกแล้วมาเปรียบเทียบคุณภาพ คำใดที่จำเป็นต้องอธิบายให้เข้าใจตรงกัน
- 1) การฟอกหนัง
 - 2) ชิ้นหนังวัวที่ใช้
 - 3) คุณภาพของหนัง
 - 4) ชนิดของสารละลาย
19. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยใช้หลอดทองแดง หลอดเหล็ก หลอดนิโครม ไม้ ผ้า พลาสติก และแท่งแก้ว โดยนำวัสดุทีละชนิดไปต่อเข้ากับถ่านไฟฉาย เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เรียงกันเป็นวงจร ดังรูป



สถานการณ์นี้เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบในเรื่องใดเป็นสำคัญ

- 1) ไฟฟ้าลัดวงจร
- 2) การต่อวงจรไฟฟ้า
- 3) ปริมาณกระแสไฟฟ้า
- 4) ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

20. นักเรียนคนหนึ่งมีความคิดว่าแสงแดดน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ เขาจึงทำการทดลอง โดยวางต้นไม้ไว้กลางแดด ดังภาพ



เพื่อเป็นการตรวจสอบความคิดนี้ เขาจำเป็นต้องใช้ต้นไม้อีกต้นหนึ่งในการทดลอง เขาควรใช้ต้นไม้ ดังภาพใด

1) แสงแดด



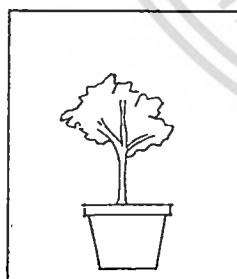
ทรายอย่างเดียว

2) แสงแดด



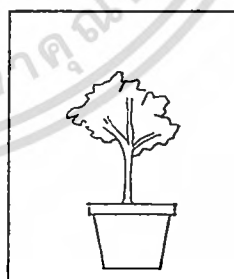
ทราย และน้ำ

3) ตู้ที่บ



ทราย แร่ธาตุ และน้ำ

4) ตู้ที่บ



ทราย และแร่ธาตุ

21. ข้อใดเป็นการออกแบบการทดลองที่แสดงว่า “พืชต้องการแร่ธาตุในการเจริญเติบโต”

- 1) นำพืชมา 1 ชนิด ปลูกในดิน เปรียบเทียบกับพืชที่ปลูกในน้ำเปล่า
- 2) นำส่วนต่าง ๆ ของพืชมาเพาะในน้ำเปล่า กับเพาะในอาหารที่มีแร่ธาตุอาหารของพืช
- 3) นำพืชมา 1 ชนิด ปลูกในสารละลายที่มีแร่ธาตุอาหารของพืชเปรียบเทียบกับปลูกในน้ำเปล่า
- 4) นำพืชมา 2 ชนิด ชนิดที่ 1 ปลูกในน้ำเปล่า ชนิดที่ 2 ปลูกในสารละลายที่มีแร่ธาตุอาหารของพืช

22. ตีктаอ่านหนังสือพบว่าพืชช่วยดูดก๊าซพิษในอากาศได้ เธอจึงเกิดความสงสัยว่าพืชทุกชนิดจะสามารถดูดก๊าซพิษโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้เท่ากันหรือไม่ จึงทำการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีดังนี้

ก. กล่องพลาสติกที่มีขนาดเท่ากัน

ข. แมลง

ค. น้ำแข็งแห้ง

ง. ขวดรูปชมพู่

จ. จุกยาง

ฉ. น้ำปูนใส

ช. ท่อน้ำก๊าซ

ซ. พืชชนิดต่าง ๆ

ฅ. ตะเกียงแอลกอฮอล์

ญ. เทอร์มอมิเตอร์

ให้นักเรียนช่วยเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่เหมาะสมในการทดลองนี้ทั้งหมด

- 1) แมลง, น้ำแข็งแห้ง, ท่อน้ำก๊าซ, พืชชนิดต่าง ๆ
- 2) เทอร์มอมิเตอร์, น้ำแข็งแห้ง, ขวดรูปชมพู่, น้ำปูนใส
- 3) พืชชนิดต่าง ๆ, น้ำแข็งแห้ง, น้ำปูนใส, กล่องพลาสติก
- 4) ตะเกียงแอลกอฮอล์, ท่อน้ำก๊าซ, เทอร์มอมิเตอร์, น้ำปูนใส

23. ตารางในข้อใดเหมาะสมในการใช้บันทึกผลการทดลองที่ว่า “ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการลอยของผลมะนาว”

1)

ครั้งที่	ปริมาณน้ำตาล (ช้อน)	ผลการสังเกต

2)

ครั้งที่	ผลการสังเกต	ปริมาณน้ำตาล (ช้อน)

3)

ผลการสังเกต	ปริมาณน้ำตาล (ช้อน)

4)

ครั้งที่	ลักษณะของผลมะนาว	ผลการสังเกต

24. ในการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นถั่วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลความสูง จำนวนใบ ขนาดของลำต้น ตั้งแต่เมล็ดถั่วเริ่มงอก ตามสถานการณ์ต่างๆ คือ ในที่มีด, มีแสงธรรมชาติ และใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า ตารางบันทึกผลในข้อใดออกแบบได้เหมาะสมที่สุด

1)

การทดลอง	ความสูง (cm)	จำนวนใบ (ใบ)	ขนาดของลำต้น (cm)
1. ในที่มีด			
2. มีแสงธรรมชาติ			
3. ใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า			

2)

การทดลอง	ในที่มีด	มีแสงธรรมชาติ	ใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า
ความสูง (cm)			
จำนวนใบ (ใบ)			
ขนาดลำต้น (cm)			

3)

ในที่มีด	มีแสงธรรมชาติ	ใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า
ความสูง.....cm	ความสูง.....cm	ความสูง.....cm
จำนวนใบ.....ใบ	จำนวนใบ.....ใบ	จำนวนใบ.....ใบ
ขนาดลำต้น.....cm	ขนาดลำต้น.....cm	ขนาดลำต้น.....cm

4)

ในที่มีด			มีแสงธรรมชาติ			ใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า		
ความสูง (cm)	จำนวน ใบ (ใบ)	ขนาด ลำต้น (cm)	ความสูง (cm)	จำนวน ใบ (ใบ)	ขนาด ลำต้น (cm)	ความสูง (cm)	จำนวน ใบ (ใบ)	ขนาด ลำต้น (cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. จากตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้

ชนิดของปุ๋ย	ความสูงของต้นมะลิ (cm)
ปุ๋ย A	12
ปุ๋ย B	25
ปุ๋ย C	37

ข้อใดตีความหมายข้อมูลจากตารางนี้ได้ถูกต้อง

- 1) ปุ๋ย C ทำให้ต้นมะลิสูง 37 เซนติเมตร
- 2) ความสูงของต้นมะลิขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ย
- 3) ปุ๋ย C ทำให้ต้นมะลิเจริญเติบโตได้ดีที่สุด
- 4) ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด ทำให้ต้นมะลิมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

26. จากตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้

ตำแหน่งชั้นของของเหลว	ชนิดของวัตถุที่ปรากฏอยู่ในชั้นของเหลว
ชั้นบน (น้ำมันพืช)	ลูกโป่ง
ชั้นกลาง (น้ำ)	พริกชี้หนู , ถั่วเหลือง , มะเขือพวง , กระจุมพลาสติก
ชั้นล่าง (น้ำหวาน)	เหรียญบาท , ไขไก่ , ลูกเหล็ก

ข้อใดไม่ใช่การตีความหมายข้อมูล

- 1) ลูกโป่งปรากฏอยู่ในชั้นน้ำมันพืช
- 2) เหรียญบาทปรากฏอยู่ในชั้นน้ำหวาน
- 3) พริกชี้หนูและถั่วเหลืองปรากฏอยู่ในชั้นน้ำ
- 4) วัตถุต่างชนิดกันจะปรากฏอยู่ในชั้นของเหลวต่างกัน

27. นิดาทำการทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการละลายของเกลือในน้ำที่มีอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้ผลดังตาราง

อุณหภูมิของน้ำ (°C)	ปริมาณเกลือที่ละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ (กรัม)
60	23
70	31
80	39
90	47

จากตารางบันทึกผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

- 1) น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำทำให้เกลือละลายได้ดี
- 2) น้ำที่มีอุณหภูมิต่างกันทำให้เกลือละลายได้ต่างกัน
- 3) น้ำที่อุณหภูมิ 60 °C ทำให้เกลือละลายได้ 23 กรัม
- 4) น้ำที่อุณหภูมิ 70 °C ทำให้เกลือละลายได้น้อยกว่าน้ำที่อุณหภูมิ 60 °C

28. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบที่ได้รับปุ๋ยโดยการจัดการทดลองเป็นชุด ๆ ดังนี้

- ชุดที่ 1 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 7 วัน และไม่ให้น้ำทางใบเลย
- ชุดที่ 2 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 14 วัน และให้น้ำทางใบโดยฉีดทุก ๆ 7 วัน
- ชุดที่ 3 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 21 วัน และให้น้ำทางใบโดยฉีดทุก ๆ 7 วัน
- ชุดที่ 4 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 28 วัน และให้น้ำทางใบโดยฉีดทุก ๆ 7 วัน
- ชุดที่ 5 ไม่ให้น้ำทางรากเลย

ต้องการเก็บข้อมูลใดบ้างจึงจะสรุปผลการทดลองได้

- 1) สีของใบ, ความยาวกิ่ง
- 2) ความยาวกิ่ง, จำนวนใบ
- 3) น้ำหนักของราก, น้ำหนักใบ
- 4) น้ำหนักของใบ, ความยาวกิ่ง

29. ใ้ของเหลว A และ B ลงในแก้วที่มีความสูง 3 นิ้ว ที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการจนเต็มอย่างละ 1 ใบ วางแก้วทั้ง 2 ใบ บนโต๊ะใกล้หน้าต่างในวันที่อากาศร้อนและแสงแดดจัด อีก 3 ชั่วโมงถัดมา พบว่าเหลือของเหลว A อยู่ในแก้ววัดความสูงได้ 1 นิ้ว ส่วนของเหลว B วัดความสูงได้ 1.5 นิ้ว จากผลการทดลองนี้ข้อใดเป็นการตีความหมายข้อมูล

- 1) ของเหลว A คุณภาพดีกว่าของเหลว B
- 2) ของเหลว A ในแก้วมีความสูงลดลง 2 นิ้ว
- 3) ถ้าน้ำของเหลวทั้ง 2 ชนิด ไปดื่ม ของเหลว A เค็ดยกกว่าของเหลว B
- 4) ถ้าทำการทดลองในลักษณะนี้บนยอดเขาสูง จะได้ผลการทดลองเหมือนเดิม

30. จากข้อ 29 สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

- 1) ของเหลวทุกชนิดระเหยได้
- 2) ของเหลว A ร้อนกว่าของเหลว B
- 3) ของเหลว A ระเหยได้ดีกว่าของเหลว B
- 4) ของเหลวระเหยได้ดีเมื่อได้รับแสงแดดจัด





ภาคผนวก ก
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่ใช้ในการหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก
ฉบับที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ 1 2 3 และ 4 จำนวน 30 ข้อ
2. อ่านคำถามแต่ละข้อแล้วเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว
3. เขียนตัวเลขของตัวเลือกที่ท่านเลือกลงในกระดาษคำตอบที่จัดไว้ให้
4. กรุณาอย่าขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้ แต่ท่านสามารถขีดเขียนลงในกระดาษคำตอบได้
5. กรุณาทำข้อสอบให้ครบทุกข้อ
6. ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำมาพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น
7. เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ

ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

1. การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการกรีดยางพารา เพื่อให้ได้น้ำยางปริมาณมากที่สุด ข้อใดจัดเป็น ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามลำดับ
 - 1) ช่วงเวลาที่กรีดยาง, พันธุ์ยางพารา
 - 2) ช่วงเวลาที่กรีดยาง, ปริมาณน้ำยางพารา
 - 3) ปริมาณน้ำยางพารา, ช่วงเวลาที่กรีดยาง
 - 4) อายุของต้นยางพารา, ลักษณะการกรีดยางพารา
2. ข้อความที่กล่าวว่า “ฉันทันเป็นคังบูมเบอแรง ขว้างไปยิงแรงยิ่งกลับมาเร็ว” ถ้าหากต้องการทดสอบ ว่าจริงหรือไม่ จะกำหนดสิ่งใดให้เป็นตัวแปรตาม
 - 1) ความเร็วลม
 - 2) ขนาดของบูมเบอแรง
 - 3) แรงที่ใช้ขว้างบูมเบอแรง
 - 4) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของบูมเบอแรง
3. เมื่อถึงฤดูหนาวเด็ก ๆ ชอบทำว่าวที่มีลักษณะหลากหลายออกมาแข่งกันอย่างสนุกสนาน ถ้านักเรียนอยากทราบว่าว่าวที่มีรูปร่างแบบใดจะขึ้นได้ดีที่สุดในเมื่จะมีลมไม่แรง ข้อใดจัดเป็น ตัวแปรต้น
 - 1) รูปร่างของว่าว
 - 2) ความเร็วของลม
 - 3) ความยาวของเชือก
 - 4) กระดาษที่ใช้ทำว่าว
4. นักเรียนอาศัยอยู่จังหวัดฉะเชิงเทรา ต้องการเดินทางเข้ากรุงเทพมหานคร สามารถเดินทางได้หลาย เส้นทาง ถ้านักเรียนอยากทราบว่าเส้นทางใดใช้เวลาที่น้อยที่สุด ต้องควบคุมสิ่งใดบ้าง
 - 1) ระยะเวลา, เส้นทาง, น้ำมันเชื้อเพลิง
 - 2) ระยะเวลา, เส้นทาง, น้ำหนักที่บรรทุก
 - 3) เส้นทาง, ความเร็วรถ, น้ำหนักที่บรรทุก
 - 4) ความเร็วรถ, น้ำหนักที่บรรทุก, ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง
5. หนูแดงทำการขจัดเครื่องประดับเงินด้วยสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยวชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมะขามเปียก น้ำมะนาว น้ำมะกรูด และน้ำส้มประรด เพื่อดูความมันวาวของเครื่องประดับเงิน จากการทดลอง ดังกล่าว สิ่งที่จัดเป็นตัวแปรควบคุมคือข้อใด
 - 1) เวลาที่แช่เครื่องประดับเงิน , ชนิดของเครื่องประดับเงิน , เวลาในการขจัด
 - 2) ความขาวและความมันวาวของเครื่องประดับเงิน ; ชนิดของสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว
 - 3) ชนิดของสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว , เวลาที่แช่เครื่องประดับเงิน , ชนิดของภาชนะที่แช่
 - 4) เวลาที่แช่เครื่องประดับเงิน , ชนิดของเครื่องประดับเงิน , ชนิดของสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ถ้านักเรียนต้องการศึกษาอัตราการตายของลูกอ๊อดในน้ำผงชักฟอกที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน จากสถานการณ์นี้ ข้อใดเป็นตัวแปรตาม
- 1) แหล่งที่มาของลูกอ๊อด
 - 2) อัตราการตายของลูกอ๊อด
 - 3) ความเข้มข้นของน้ำผงชักฟอก
 - 4) จำนวนลูกอ๊อดที่ใช้ในการทดลอง
7. สมหญิงต้องการทดสอบว่าผักที่ชอบรับประทานมีปริมาณวิตามินซีอยู่มากน้อยเพียงใด จึงนำผักบั้ง ผักคะน้า ใบกะเพรา ผักตำลึง ผักกาดขาว มาปั่นให้ละเอียด คั้นเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลว มาทำการทดลอง โดยใส่น้ำเบ็งสุกลงในหลอดทดลอง จำนวน 2 cm^3 หยดสารละลายไอโอดีน ลงไปจนได้สารสีน้ำเงิน จากนั้นหยดน้ำผักคะน้าลงในหลอดดังกล่าวทีละหยด นับจำนวนหยดของ น้ำผักคะน้าที่ทำให้สีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แล้วทำเช่นเดียวกันนี้กับน้ำผักชนิดอื่น ๆ ด้วยการตั้งสมมติฐานในข้อใดไม่ถูกต้อง
- 1) ผักต่างชนิดกันมีปริมาณวิตามินซีต่างกัน
 - 2) ปริมาณวิตามินซีขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำผัก
 - 3) น้ำเบ็งสุกและสารละลายไอโอดีนมีผลต่อปริมาณวิตามินซีในน้ำผักชนิดต่าง ๆ
 - 4) น้ำผักบั้งมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าน้ำผักคะน้า น้ำใบกะเพรา น้ำผักตำลึง น้ำผักกาดขาว
8. จากการสังเกตพบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในไร่ชายป่าที่มีแมลงมาก ๆ จะมีเมล็ดเต็มฝัก ส่วนข้าวโพด ที่ปลูกในไร่ห่างจากป่าและไม่ค่อยพบแมลงในบริเวณนั้นจะมีเมล็ดไม่ค่อยเต็มฝัก จากข้อสังเกตนี้ จะตั้งสมมติฐานอย่างไรจึงเหมาะสมที่สุด
- 1) แมลงมีส่วนสำคัญในการผสมพันธุ์ของข้าวโพด
 - 2) ป่า ไร่ไม่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแมลง
 - 3) แมลงและลมเป็นสื่อในการผสมพันธุ์ของข้าวโพด
 - 4) การผสมพันธุ์ที่อาศัยแมลงทำให้ข้าวโพดมีคุณภาพดีกว่าการผสมพันธุ์โดยวิธีอื่น
9. นงนุชทำการทดลองโดยใช้เศษผ้าชนิดต่าง ๆ ที่มีขนาดเท่ากัน จุ่มลงในกะละมังที่ใส่น้ำมันพืชไว้ จับเวลา แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงที่น้ำมันพืชเคลื่อนที่ไปตามผ้า จากการทดลองดังกล่าว นงนุชต้องการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด
- 1) น้ำมันพืชมีผลต่อความสามารถในการดูดซับน้ำมันพืชของผ้า
 - 2) การดูดซับน้ำมันพืชของผ้าขึ้นอยู่กับความยาวและขนาดของผ้า
 - 3) ความสามารถในการดูดซับน้ำมันพืชของผ้าขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า
 - 4) ขนาดของภาชนะมีผลต่อความสามารถในการดูดซับน้ำมันพืชของผ้า

10. ที่บ้านของนิศยาชายก๊วยเตี๋ยว จะต้องคิดไฟในเตาไว้ตลอดเวลา นิศยาต้องการจะช่วยลดต้นทุนให้แม่ จึงคิดทำการทดลองโดยนำเชื้อเพลิงมา 4 ชนิด ได้แก่ เชื้อเพลิง A, เชื้อเพลิง B, เชื้อเพลิง C และ เชื้อเพลิง D มาจำนวน 300 กรัม เท่าๆ กัน ทำการทดลองโดยชั่งตะเกียงที่บรรจุเชื้อเพลิง A, เชื้อเพลิง B, เชื้อเพลิง C และเชื้อเพลิง D ตามลำดับ วัดอุณหภูมิของน้ำ นำน้ำไปต้มด้วยตะเกียงที่บรรจุเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด โดยต้มทีละชนิดแล้วรอให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นเป็น $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ด้วยตะเกียง แล้วนำตะเกียงที่บรรจุเชื้อเพลิงที่เหลือไปชั่งหามวลที่ใช้ไป จากการทดลองนี้ข้อใดเป็นการตั้งสมมติฐานที่ไม่ถูกต้อง

- 1) เชื้อเพลิง A มีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ
- 2) เชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด มีค่าพลังงานความร้อนต่างกัน
- 3) ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง
- 4) เชื้อเพลิง A, B, C มีค่าพลังงานความร้อนมากกว่าเชื้อเพลิง D

11. จากตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้ เป็นการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

ชนิดของสารละลาย	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)
น้ำสีผสมอาหาร	2
น้ำส้มสายชู	7
น้ำจืด	5

- 1) ปริมาณสารละลายมีผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำ
- 2) อัตราการตายของลูกน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลาย
- 3) ถ้าความเข้มข้นของสารละลายต่างกันแล้วจำนวนลูกน้ำที่ตายต่างกัน
- 4) น้ำจืดและน้ำสีผสมอาหารทำให้ลูกน้ำแข็งแรงน้อยกว่าน้ำส้มสายชู

12. กล้าหาญทำการทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการละลายของค้างทับทิม โดยทำการทดลองดังรูป



น้ำอุณหภูมิ 60 °C น้ำอุณหภูมิ 70 °C น้ำอุณหภูมิ 80 °C น้ำอุณหภูมิ 90 °C น้ำอุณหภูมิ 100 °C

จากการทดลองนี้แสดงว่ากล้าหาญต้องการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

- 1) ค้างทับทิมสามารถละลายได้ดีในน้ำ
 - 2) ปริมาณน้ำมีผลต่อความสามารถในการละลายของค้างทับทิม
 - 3) ความสามารถในการละลายของค้างทับทิมขึ้นอยู่กับระยะเวลา
 - 4) ค้างทับทิมสามารถละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ
13. ความสามารถในการละลายน้ำตาล ควรจะให้นิยามเชิงปฏิบัติการว่าอย่างไร
- 1) ปริมาณน้ำที่ผสมกับน้ำตาล
 - 2) น้ำหนักของน้ำผสมกับน้ำตาล
 - 3) ปริมาณน้ำตาลที่เหลือตกค้างอยู่
 - 4) ปริมาณน้ำตาลที่ละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ
14. สุนิสาทำการทดลองเลี้ยงปลาเข็มในน้ำชนิดต่าง ๆ ที่มาจากบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อดูอัตราการตายของปลาเข็ม ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า "อัตราการตาย"
- 1) จำนวนปลาเข็มที่ทดลอง
 - 2) จำนวนปลาเข็มที่รอดตาย
 - 3) จำนวนปลาเข็มที่ตายในน้ำธรรมชาติ
 - 4) จำนวนปลาเข็มที่ตายในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง
15. ไม้ของเหลว P ลงในภาชนะที่ทำมาจากวัสดุต่างชนิดกัน แต่รูปทรงเหมือนกันและขนาดเท่ากัน เพื่อศึกษาอัตราการระเหยของของเหลว P ในการทดลองครั้งนี้ข้อใดควรนำมากำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 1) ของเหลว P
 - 2) ชนิดของวัสดุที่ใส่ของเหลว P
 - 3) อัตราการระเหยของของเหลว P
 - 4) ระยะเวลาที่สังเกตอัตราการระเหยของของเหลว P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ป่าชั้นมีอาชีพขายเนื้อหมู มีแมลงวัน มาตอมเนื้อหมูจำนวนมาก ทำให้มีคนมาซื้อน้อยลง หนูพลอยซึ่งเป็นลูกสาวของป่าชั้นจึงทำการทดลอง โดยใช้พีชชนิดต่าง ๆ มาสกัด แล้วนำมากำจัดแมลงวันเหล่านั้น ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการของ “ความสามารถในการกำจัดแมลงวัน”
- 1) จำนวนแมลงวันที่ตาย
 - 2) จำนวนแมลงวันในตัวเล็กลง
 - 3) จำนวนแมลงวันที่ยินยอมไปได้
 - 4) จำนวนแมลงวันที่ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้
17. สุชาติทำการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าพีชชนิดใดบ้างที่สามารถดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ข้อใดควรกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 1) ปริมาณการคายน้ำของพีช
 - 2) ความสามารถในการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - 3) ระยะเวลาที่พีชใช้ในการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - 4) ชนิดของพีชที่มีประสิทธิภาพในการดูดก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์
18. ถ้าต้องการทดสอบว่า ฟาง , ต้นธูปฤาษี และก้านกล้วย เมื่อนำมาทำกระดาษแล้วจะทำให้คุณภาพของกระดาษต่างกันหรือไม่ ข้อใดไม่ใช่ นิยามเชิงปฏิบัติการของ “คุณภาพของกระดาษ”
- 1) สี
 - 2) ความเหนียว
 - 3) ความละเอียด
 - 4) ราคากระดาษที่ขายได้
19. ถ้าต้องการศึกษาว่าความเข้มข้นของสารละลาย มีผลต่อความสมบูรณ์ของผลึกที่เกิดหรือไม่ จะมีวิธีการออกแบบการทดลองอย่างไร
- 1) นำสารละลายชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน ใส่ในภาชนะที่มีรูปร่างต่างกัน
 - 2) นำสารละลายต่างชนิดกัน ปริมาณเท่ากัน ใส่ในภาชนะที่ทำด้วยวัสดุต่างชนิดกัน
 - 3) นำสารละลายชนิดเดียวกัน ความเข้มข้นต่างกัน ปริมาณเท่ากัน ใส่ในภาชนะที่เหมือนกัน
 - 4) นำสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ใส่ในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน ในปริมาณที่ไม่เท่ากัน

20. ถ้าปัญหาของการทดลองคือ “ปริมาณของสารละลายซอร์โมนิจิบเบอเรลลิน มีผลต่อการออกดอกของต้นดาวเรือง” หรือไม่ การทดลองในข้อใดที่ทำให้ไม่สามารถตอบปัญหาดังกล่าวได้
- 1) ดินที่ใช้ในการทดลอง เป็นดินชนิดเดียวกัน ใช้ในปริมาณที่เท่ากัน
 - 2) ต้นดาวเรืองที่ใช้ในการทดลอง เป็นพันธุ์เดียวกันและมีขนาดเท่ากัน
 - 3) ใช้ปริมาณของสารละลายซอร์โมนิจิบเบอเรลลินเท่ากันในทุกกระถางที่ทำการทดลอง
 - 4) ความเข้มข้นของสารละลายซอร์โมนิจิบเบอเรลลินที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกระถางเท่ากัน
21. สุนีทำการทดลองเพื่อหาค่าพลังงานความร้อนจากกะลามะพร้าวเปรียบเทียบกับไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ไม้กระบก ไม้ขนุน ซึ่งใช้ทำเชื้อเพลิง โดยได้ทำการทดลองในลักษณะต่อไปนี้
- ก. ต้มน้ำให้มีอุณหภูมิสูงถึง 80°C
 - ข. ชั่งไม้เพื่อหามวลที่หายไป
 - ค. ชั่งมวลของไม้แต่ละชนิดให้เท่ากัน
 - ง. เสียบเทอร์มอมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำในหลอดทดลอง
 - จ. ใส่ไม้ในหลอดทดลอง
 - ฉ. นำไม้มาทำให้ติดไฟ
- ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง
- 1) จ, ค, ง, ฉ, ข, ก
 - 2) ค, ก, ข, จ, ง, ฉ
 - 3) ค, จ, ง, ฉ, ก, ข
 - 4) จ, ง, ข, ก, ฉ, ค

22. เด็กนักเรียน 4 คน ทุ่มน้ำหนักในชั่วโมงพลศึกษา โดยใช้ลูกเหล็กขนาดเดียวกัน ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

อาริยะ	ทุ่มได้ไกล	7 เมตร
วรรณณา	ทุ่มได้ไกล	7 เมตร
ศิลป์ชัย	ทุ่มได้ไกล	6 เมตร
อาลิษา	ทุ่มได้ไกล	6.5 เมตร

ตารางบันทึกผลในข้อใด ออกแบบได้เหมาะสมที่สุด

1)

ระยะที่ทุ่มได้ (m)	ชื่อนักเรียน

2)

ชื่อนักเรียน	ระยะที่ทุ่มได้ (m)

3)

ข้อมูล	ชื่อนักเรียน		
	ระยะที่ทุ่มได้ (m)		

4)

ชื่อ.....	ชื่อ.....	ชื่อ.....	ชื่อ.....
ระยะที่ทุ่มได้ (m)	ระยะที่ทุ่มได้ (m)	ระยะที่ทุ่มได้ (m)	ระยะที่ทุ่มได้ (m)

23. ลองเด่นเป็นเกษตรกรที่ไม่เคยหยุดนิ่ง จึงคิดขึ้นมาได้ว่าในการผลิตปุ๋ยแปรรูปจากธรรมชาติน่าจะมีสูตรของการผสมระหว่างปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และขี้เลื่อย ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ที่เหมาะสมเพื่อจะได้ปุ๋ยที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และปุ๋ยต่างๆ ก็ทำได้ง่ายไม่ต้องไปซื้อ จากสถานการณ์นี้จะออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองตามข้อใดจึงมีความเหมาะสมมากที่สุด

1)

สูตรของปุ๋ย	ส่วนสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นไม้ (cm)

2)

ปริมาณปุ๋ย (ช้อน)	ส่วนสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นไม้ (cm)

3)

สูตรของปุ๋ย	การเจริญเติบโตของต้นไม้ (cm)

4)

ปริมาณของปุ๋ย (ช้อน)	การเจริญเติบโตของต้นไม้ (cm)

24. บ้านของแกละปลูกทุเรียนเป็นจำนวนมาก บางครั้งราคาทุเรียนตกต่ำ พ่อแม่ของแกละก็นำเอาเนื้อมากวน แต่เมล็ดทุเรียนก็ยังไม่รู้จะนำไปทำอะไร แกละนั้นเป็นคนชอบรับประทานเผือกเผา มันเผามาก เพราะที่บ้านปลูกไว้เป็นจำนวนมากเช่นกัน จึงลองนำเมล็ดทุเรียนมาเผาดูบ้าง ปรากฏว่ามีรสชาติคล้ายกับมันเทศ จึงเกิดความคิดที่จะนำเมล็ดทุเรียนมาทำเป็นแป้งเหมือนแป้งมัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำเมล็ดทุเรียนมาปอกเปลือกสีน้ำตาลออก
2. นำไปล้างน้ำผ่านเป็นชั้นบางๆ ตากแดดให้แห้ง
3. นำมาบดให้ละเอียด
4. ส่วนหนึ่งนำมานวดกับน้ำอุ่น และอีกส่วนหนึ่งนำไปต้มให้สุก
5. นำแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ได้ทั้ง 2 ชนิด ไปเปรียบเทียบกับแป้งมัน แป้งสาทิ แป้งข้าวเจ้า ที่นำไปนวดกับน้ำอุ่นและนำไปต้มให้สุกเช่นกัน

ตารางบันทึกผลการทดลองในข้อใดออกแบบได้เหมาะสมมากที่สุด

1)

ชนิดของแป้ง	คุณภาพของแป้ง

2)

ชนิดของแป้ง	นวดกับน้ำอุ่น

3)

ชนิดของแป้ง	ต้มให้สุก

4)

ชนิดของแป้ง	คุณภาพของแป้ง	
	เมื่อนวดกับน้ำอุ่น	เมื่อต้มให้สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. ดำรงทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าพืชชนิดใดสามารถดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้บ้าง ได้ผลการทดลองดังตาราง

ชนิดของพืช	ความสูงของฝ้ายในหลอดทดลอง (cm)
ต้นพลูด่าง	1.5
ต้นหัวใจสีม่วง	1.0
ต้นฟ้าทะลายโจร	0.5
ต้นว่านหางจระเข้	0.0

จากตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้เป็นตีความหมายข้อมูลได้อย่างไร

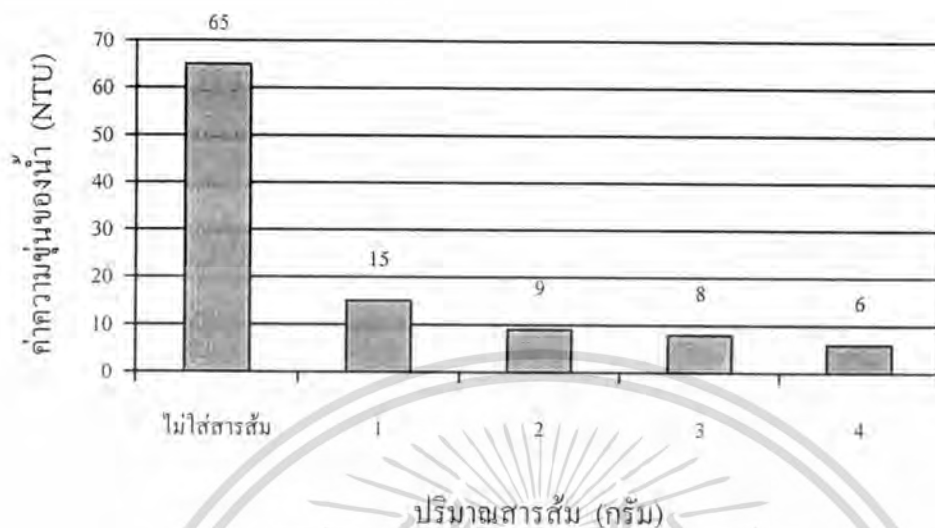
- 1) ต้นหัวใจสีม่วงทำให้เกิดฝ้ายในหลอดทดลองสูง 1 เซนติเมตร
 - 2) ต้นพลูด่างมีประสิทธิภาพในการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำที่สุด
 - 3) ชนิดของพืชมีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - 4) ต้นว่านหางจระเข้มีประสิทธิภาพในการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด
26. ถ้าจะศึกษาอัตราการงอกของละอองเรณู นักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลใดบ้างจึงจะสรุปผลได้
- 1) บริเวณที่ตั้ง, ระยะเวลา
 - 2) ระยะเวลา, จำนวนละอองเรณูที่งอก
 - 3) ปริมาณสารละลายน้ำตาล, ระยะเวลา
 - 4) ปริมาณสารละลายน้ำตาล, ลักษณะของละอองเรณู
27. พืชปลูกต้นผักชี โดยเพิ่มเวลาที่ให้แสงไม่เท่ากัน ปรากฏว่าได้ผลการทดลองดังตาราง

เวลาที่ใช้ในการเพิ่มแสง (ชั่วโมง)	ความสูงของต้นผักชี (cm)
0	4.2
3	4.5
6	5.3
9	6.1

จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- 1) ความสูงของต้นผักชีจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับแสง
- 2) เวลาที่ใช้ในการเพิ่มแสง 6 ชั่วโมงทำให้ต้นผักชีสูง 5.3 เซนติเมตร
- 3) ต้นผักชีที่ได้รับแสง 9 ชั่วโมงสูงกว่าต้นผักชีที่ได้รับแสง 6 ชั่วโมง
- 4) ถ้าเวลาที่ใช้ในการเพิ่มแสงต่างกันทำให้ความสูงของต้นผักชีต่างกัน

28. สัมไอทำการทดลองใส่สารส้มลงในน้ำเสีย แล้ววัดค่าความขุ่นของน้ำ ได้ผลการทดลองดังกราฟ



จากกราฟสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- 1) ปริมาณสารส้มมากความขุ่นของน้ำมาก
 - 2) ปริมาณสารส้มมากความขุ่นของน้ำลดลง
 - 3) ปริมาณสารส้มมากทำให้ตะกอนตกได้เร็ว
 - 4) ปริมาณสารส้ม 4 กรัม น้ำมีความขุ่น 6 NTU
29. จากการทดลองนำแท่งไม้ทรงลูกบาศก์ ใส่ลงในของเหลว 4 ชนิด ได้ผลดังตาราง

ชนิดของของเหลว	ส่วนสูงของแท่งไม้ที่อยู่เหนือพื้นผิวของเหลว (cm)
A	3
B	7
C	1
D	5

ในการทดลองนี้ ข้อใดไม่ใช่การตีความหมายข้อมูล

- 1) ของเหลว C มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 2) ของเหลว A ทำให้แท่งไม้ลอยอยู่เหนือพื้นผิว 3 เซนติเมตร
- 3) ของเหลวที่ทำให้แท่งไม้ลอยอยู่เหนือพื้นผิวได้ 5 เซนติเมตร คือ ของเหลว D
- 4) ของเหลว B ทำให้แท่งไม้ลอยอยู่เหนือพื้นผิวได้สูงกว่าของเหลว D 2 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. จากข้อ 29 จะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

- 1) ของเหลว B มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 2) ของเหลว C มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 3) คุณภาพของแท่งไม้ขึ้นอยู่กับของเหลวที่ใช้
- 4) ไม้ที่อยู่เหนือของเหลว B เขากว่าไม้ที่อยู่เหนือของเหลว C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชุดที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ 1 2 3 และ 4 จำนวน 30 ข้อ
2. อ่านคำถามแต่ละข้อแล้วเลือกตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว
3. เขียนตัวเลขของตัวเลือกที่ท่านเลือกลงในกระดาษคำตอบที่จัดไว้ให้
4. กรุณาอย่าขีดเขียนสิ่งใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้ แต่ท่านสามารถขีดเขียนลงในกระดาษคำตอบได้
5. กรุณาทำข้อสอบให้ครบทุกข้อ
6. ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำมาพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น
7. เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ

ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

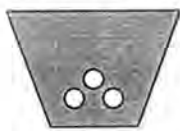
1. ถ้าปัญหาที่สงสัยคือ “ขนาดภาชนะมีผลต่อการสืบพันธุ์ของปลาหางนกยูงหรือไม่” จากปัญหาดังกล่าว ข้อใดจัดเป็นตัวแปรต้น
 - 1) ปลาหางนกยูง
 - 2) การสืบพันธุ์ของปลา
 - 3) ชนิดของภาชนะที่เลี้ยงปลา
 - 4) ขนาดของภาชนะที่เลี้ยงปลา
2. ถ้านักเรียนต้องการทำการทดลองว่าอาหารกึ่งบริษัทใดในท้องตลาดที่ทำให้กุ้งเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ข้อใดจัดเป็นตัวแปรควบคุมทั้งหมด
 - 1) พันธุ์กุ้ง, การเจริญเติบโตของกุ้ง, ขนาดบ่อ
 - 2) พันธุ์กุ้ง, ระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง, ขนาดบ่อ
 - 3) อาหารกุ้ง, พันธุ์กุ้ง, ระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง
 - 4) น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้ง, อาหารกุ้ง, การเจริญเติบโตของกุ้ง
3. ถ้านักเรียนเกิดความสงสัยว่า “อาหารมีผลต่อสีสันของปลาทองหรือไม่” นักเรียนจะกำหนดข้อใดเป็นตัวแปรตาม
 - 1) ชนิดของอาหาร
 - 2) สีสันของปลาทอง
 - 3) ระยะเวลาที่ให้อาหาร
 - 4) สายพันธุ์ของปลาทอง
4. หนูดีเกิดความสงสัยว่าเวลาใส่เสื้อผ้าสีดำ ทำไมจึงรู้ตัวร้อนมากกว่าใส่เสื้อผ้าสีอื่น ๆ จึงทำการทดลองโดยใช้กระดาษสีต่าง ๆ หุ้มหลอดทดลอง แล้วปิดจุกที่มีเทอร์มอมิเตอร์เสียบอยู่เพื่อวัดอุณหภูมิ นำไปตั้งไว้กลางแดดเป็นเวลา 30 นาที จึงบันทึกอุณหภูมิ จากการทดลองนี้ กระดาษสีต่าง ๆ ที่หุ้มหลอดทดลองจัดเป็นตัวแปรใด
 - 1) ตัวแปรต้น
 - 2) ตัวแปรตาม
 - 3) ตัวแปรควบคุม
 - 4) ข้อมูลไม่เพียงพอในการตอบ
5. ข้อความที่กล่าวว่า “ฉันเป็นดั่งบวมเบอแรง ขว้างไปยังแรงยิ่งกลับมาเร็ว” ถ้าหากต้องการทดสอบว่าจริงหรือไม่ จะกำหนดสิ่งใดให้เป็นตัวแปรตาม
 - 1) ความเร็วลม
 - 2) ขนาดของบวมเบอแรง
 - 3) แรงที่ใช้ขว้างบวมเบอแรง
 - 4) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของบวมเบอแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หนูแดงทำการขจัดเครื่องประดับเงินด้วยสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยวชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมะขามเปียก น้ำมะนาว น้ำมะกรูด และน้ำส้มประด เพื่อดูความมั่นใจของเครื่องประดับเงิน จากการทดลองดังกล่าว สิ่งที่จัดเป็นตัวแปรควบคุมคือข้อใด
- 1) เวลาที่แช่เครื่องประดับเงิน , ชนิดของเครื่องประดับเงิน , เวลาในการขจัด
 - 2) ความขาวและความมั่นใจของเครื่องประดับเงิน , ชนิดของสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว
 - 3) ชนิดของสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว , เวลาที่แช่เครื่องประดับเงิน , ชนิดของภาชนะที่แช่
 - 4) เวลาที่แช่เครื่องประดับเงิน , ชนิดของเครื่องประดับเงิน , ชนิดของสารธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว
7. เด็กชายจุกนำเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งผ่านการคัดและแช่น้ำไว้ 1 คืน จำนวน 50 เมล็ด แบ่งถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด ไปปลูกกับเชื้อไรโซเบียม ส่วนถั่วเหลืองอีก 25 เมล็ด ไม่ต้องคลุก นำถั่วเหลืองทั้ง 2 ชุด ไปปลูกแยกในกระถาง รดน้ำดูแลเอาใจใส่ทุกวัน เมื่อครบ 1 เดือน ถอนต้นถั่วเหลืองจากทั้ง 2 กระถาง มาสังเกตความแตกต่างของราก จากการทดลองนี้เป็น การตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด
- 1) การแช่น้ำมีผลต่อการเกิดรากของถั่วเหลือง
 - 2) เชื้อไรโซเบียมมีผลต่อการเกิดปมรากของถั่วเหลือง
 - 3) การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับเชื้อไรโซเบียม
 - 4) ถ้าใช้เชื้อไรโซเบียมชนิดต่างกันแล้ว การเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองต่างกัน
8. บ้านของสมโภชน์ตั้งอยู่ใกล้บริเวณที่ทิ้งขยะของหมู่บ้าน ทำให้มีแมลงวันเป็นจำนวนมาก จึงหาวิธีดักจับแมลงวัน โดยนำขวดบรรจุน้ำคั้นที่ใช้แล้วขนาดเท่ากันมีลักษณะและสีเหมือนกันทุกประการ มาใส่อาหารชนิดต่าง ๆ ลงในขวดให้มีปริมาณเท่ากัน เป็นเหยื่อล่อแมลงวัน การกระทำนี้เป็นการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด
- 1) ปริมาณอาหารมีผลต่อจำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวด
 - 2) จำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวดมีผลต่อชนิดของอาหาร
 - 3) จำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวดขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใส่อาหาร
 - 4) ถ้าชนิดของอาหารต่างกันแล้วจำนวนแมลงวันที่ตกลงไปในขวดต่างกัน

9. ลูกตาลทำการทดลองเกี่ยวกับพฤติกรรมการว่ายน้ำของลูกน้ำคั้งรูป

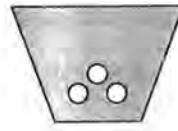
ใส่น้ำส้มสายชู



ใส่น้ำเกลือ



ใส่น้ำจืด



การทดลองนี้เป็นการตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

- 1) ชนิดของสารมีผลต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของลูกน้ำ
 - 2) น้ำมีผลต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำได้ช้าหรือเร็วของลูกน้ำ
 - 3) พฤติกรรมการว่ายน้ำของลูกน้ำมีผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำ
 - 4) ขนาดของภาชนะและปริมาณของสารมีผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำ
10. การทดลองคั้งรูป ข้างล่างนี้ เป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด



หลอดไฟสีแดง



หลอดไฟสีเขียว



หลอดไฟสีน้ำเงิน



- 1) วิธีการแขวนหลอดไฟมีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำ
 - 2) สีของหลอดไฟมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย
 - 3) การเจริญเติบโตของสาหร่ายขึ้นอยู่กับความสว่างของหลอดไฟ
 - 4) ความเข้มแสงของหลอดไฟมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย
11. จากการสังเกตพบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในไร่ชายป่าที่มีแมลงมาก ๆ จะมีเมล็ดเต็มฝัก ส่วนข้าวโพดที่ปลูกในไร่ห่างจากป่าและไม่ค่อยพบแมลงในบริเวณนั้นจะมีเมล็ดไม่ค่อยเต็มฝัก จากข้อสังเกตนี้ จะตั้งสมมติฐานอย่างไรจึงเหมาะสมที่สุด
- 1) แมลงมีส่วนสำคัญในการผสมพันธุ์ของข้าวโพด
 - 2) ป่าไม่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแมลง
 - 3) แมลงและลมเป็นสื่อในการผสมพันธุ์ของข้าวโพด
 - 4) การผสมพันธุ์ที่อาศัยแมลงทำให้ข้าวโพดมีคุณภาพดีกว่าการผสมพันธุ์โดยวิธีอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. ตึกคาอ่านหนังสือพบว่าพืชช่วยดูดก๊าซพิษในอากาศได้ เธอจึงเกิดความสงสัยว่าพืชทุกชนิดจะสามารถดูดก๊าซพิษโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้เท่ากันหรือไม่ จึงทำการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีดังนี้

- ก. กล่องพลาสติกที่มีขนาดเท่ากัน
- ข. แมลง
- ค. น้ำแข็งแห้ง
- ง. ขวดรูปชมพู่
- จ. จุกยาง
- ฉ. น้ำปูนใส
- ช. ท่อน้ำก๊าซ
- ซ. พืชชนิดต่าง ๆ
- ฌ. ตะเกียงแอลกอฮอล์
- ฎ. เทอร์มอมิเตอร์

ให้นักเรียนช่วยเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่เหมาะสมในการทดลองนี้ทั้งหมด

- 1) แมลง, น้ำแข็งแห้ง, ท่อน้ำก๊าซ, พืชชนิดต่าง ๆ
- 2) เทอร์มอมิเตอร์, น้ำแข็งแห้ง, ขวดรูปชมพู่, น้ำปูนใส
- 3) พืชชนิดต่าง ๆ, น้ำแข็งแห้ง, น้ำปูนใส, กล่องพลาสติก
- 4) ตะเกียงแอลกอฮอล์, ท่อน้ำก๊าซ, เทอร์มอมิเตอร์, น้ำปูนใส

22. สุนิทำการทดลองเพื่อหาค่าพลังงานความร้อนจากกะลามะพร้าวเปรียบเทียบกับไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ไม้กระบก ไม้ขนุน ซึ่งใช้ทำเชื้อเพลิง โดยได้ทำการทดลองในลักษณะต่อไปนี้

- ก. ต้มน้ำให้มีอุณหภูมิสูงถึง 80°C
- ข. ชั่งไม้เพื่อหามวลที่หายไป
- ค. ชั่งมวลของไม้แต่ละชนิดให้เท่ากัน
- ง. เสียบเทอร์มอมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำในหลอดทดลอง
- จ. ใส่ไม้ในหลอดทดลอง
- ฉ. นำไม้มาทำให้ติดไฟ

ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง

- 1) จ, ค, ง, ฉ, ข, ก
- 2) ค, ก, ข, จ, ง, ฉ
- 3) ค, จ, ง, ฉ, ก, ข
- 4) จ, ง, ข, ก, ฉ, ค

23. เด็กนักเรียน 4 คน ท่วมน้ำหนักในชั่วโมงพลศึกษา โดยใช้ลูกเหล็กขนาดเดียวกัน ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

อาริยะ	ท่วมได้ไกล	7 เมตร
วรรณภา	ท่วมได้ไกล	7 เมตร
ศิลป์ชัย	ท่วมได้ไกล	6 เมตร
อาลิษา	ท่วมได้ไกล	6.5 เมตร

ตารางบันทึกผลในข้อใด ออกแบบได้เหมาะสมที่สุด

1)

ระยะที่ท่วมได้ (m)	ชื่อนักเรียน

2)

ชื่อนักเรียน	ระยะที่ท่วมได้ (m)

3)

ข้อมูล \ ชื่อนักเรียน			
	ระยะที่ท่วมได้ (m)		

4)

ชื่อ.....	ชื่อ.....	ชื่อ.....	ชื่อ.....
ระยะที่ท่วมได้ (m)	ระยะที่ท่วมได้ (m)	ระยะที่ท่วมได้ (m)	ระยะที่ท่วมได้ (m)

25. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบที่ได้รับปุ๋ยโดยการจัดการทดลองเป็นชุด ๆ ดังนี้
- ชุดที่ 1 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 7 วัน และไม่ให้ปุ๋ยทางใบเลย
 - ชุดที่ 2 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 14 วัน และให้ปุ๋ยทางใบโดยฉีดทุก ๆ 7 วัน
 - ชุดที่ 3 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 21 วัน และให้ปุ๋ยทางใบโดยฉีดทุก ๆ 7 วัน
 - ชุดที่ 4 ให้ปุ๋ยทางรากทุก ๆ 28 วัน และให้ปุ๋ยทางใบโดยฉีดทุก ๆ 7 วัน
 - ชุดที่ 5 ไม่ให้ปุ๋ยทางรากเลย

ต้องการเก็บข้อมูลใดบ้างจึงจะสรุปผลการทดลองได้

- 1) สีของใบ, ความยาวกิ่ง
 - 2) ความยาวกิ่ง, จำนวนใบ
 - 3) น้ำหนักของราก, น้ำหนักใบ
 - 4) น้ำหนักของใบ, ความยาวกิ่ง
26. ใบของเหลว A และ B ลงในแก้วที่มีความสูง 3 นิ้ว ที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการจนเต็มอย่างละ 1 ใบ วางแก้วทั้ง 2 ใบ บนโต๊ะใกล้หน้าต่างในวันที่อากาศร้อนและแสงแดดจัดอีก 3 ชั่วโมงถัดมา พบว่าเหลือของเหลว A อยู่ในแก้ววัดความสูงได้ 1 นิ้ว ส่วนของเหลว B วัดความสูงได้ 1.5 นิ้ว จากผลการทดลองนี้ข้อใดเป็นการตีความหมายข้อมูล
- 1) ของเหลว A คุณภาพดีกว่าของเหลว B
 - 2) ของเหลว A ในแก้วมีความสูงลดลง 2 นิ้ว
 - 3) ถ้านำของเหลวทั้ง 2 ชนิด ไปต้ม ของเหลว A เดือดช้ากว่าของเหลว B
 - 4) ถ้าทำการทดลองในลักษณะนี้นับยอดเขาสูง จะได้ผลการทดลองเหมือนเดิม
27. จากข้อ 26 สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร
- 1) ของเหลวทุกชนิดระเหยได้
 - 2) ของเหลว A ร้อนเร็วกว่าของเหลว B
 - 3) ของเหลว A ระเหยได้ดีกว่าของเหลว B
 - 4) ของเหลวระเหยได้ดีเมื่อได้รับแสงแดดจัด

28. จากการทดลองนำแท่งไม้ทรงลูกบาศก์ ใส่ลงในของเหลว 4 ชนิด ได้ผลดังตาราง

ชนิดของของเหลว	ส่วนสูงของแท่งไม้ที่อยู่เหนือพื้นผิวของเหลว (cm)
A	3
B	7
C	1
D	5

ในการทดลองนี้ ข้อใดไม่ใช่การตีความหมายข้อมูล

- 1) ของเหลว C มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 2) ของเหลว A ทำให้แท่งไม้ลอยอยู่เหนือพื้นผิว 3 เซนติเมตร
- 3) ของเหลวที่ทำให้แท่งไม้ลอยอยู่เหนือพื้นผิวได้ 5 เซนติเมตร คือ ของเหลว D
- 4) ของเหลว B ทำให้แท่งไม้ลอยอยู่เหนือพื้นผิวได้สูงกว่าของเหลว D 2 เซนติเมตร

29. จากข้อ 28 จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- 1) ของเหลว B มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 2) ของเหลว C มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 3) คุณภาพของแท่งไม้ขึ้นอยู่กับของเหลวที่ใช้
- 4) ไม้ที่อยู่เหนือของเหลว B เบากว่าไม้ที่อยู่เหนือของเหลว C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้