

313.1261

581 ก

การสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สารนิพนธ์

ของ

ธิดา สอนอนารณ

- ชี 150
- เป็น THE 100
- เสร็จแล้ว 100

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวัดผลการศึกษา

เมษายน 2542

118187

h 8005

8 — 210 — 2

60 65
66 100

การสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ
ของ
ธิดา สอนองนารณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวัดผลการศึกษา
เมษายน 2542

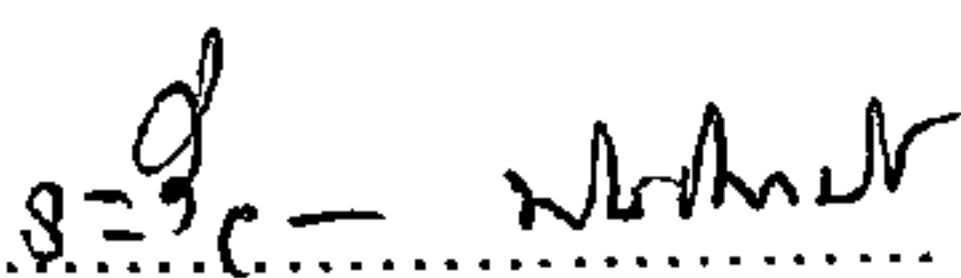
การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ
หลังสวน จังหวัดชุมพร ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 26 คน

ดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยการนำผลการทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการด้วยแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึก ตามเกณฑ์
มาตรฐาน 80/80 และหาประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง
ของคะแนนก่อนและหลังฝึกด้วย t-test Dependent

จากการศึกษาพบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้น เป็นแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง
สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร โดยที่แบบฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพของแบบฝึกสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
80 / 80 และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการ
ฝึก (t-dependent) ทุกชุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ แบบฝึก
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ชุดมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

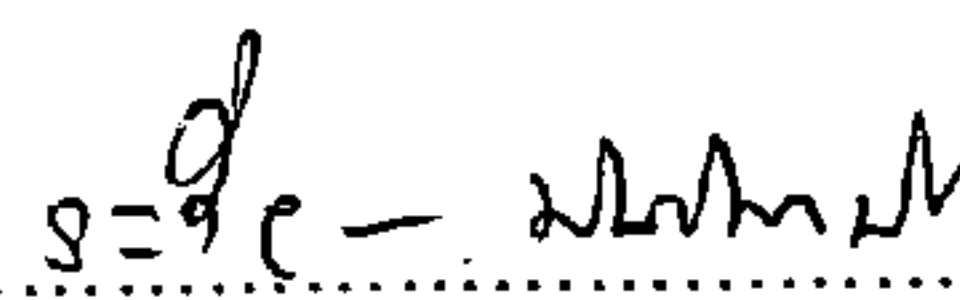
อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษา

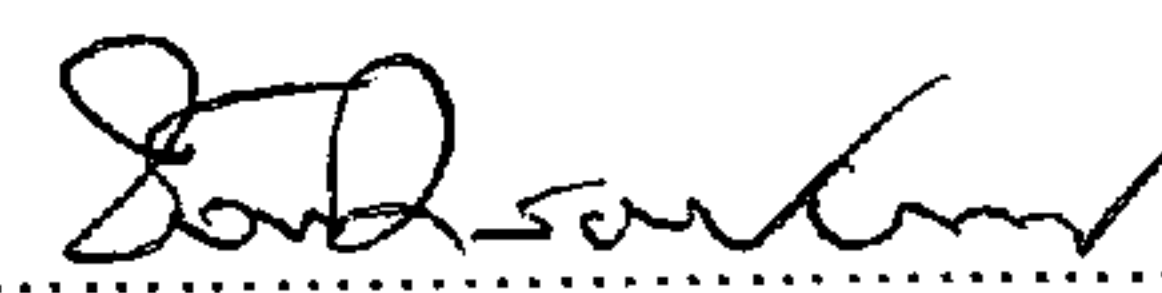
.....

(อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

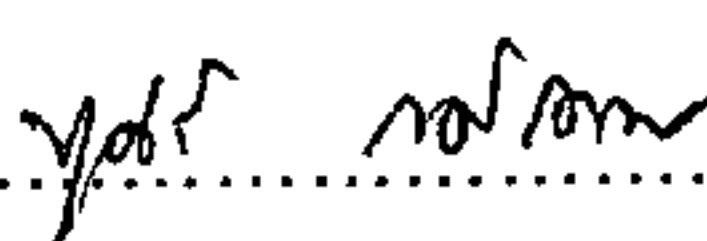
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน

(อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

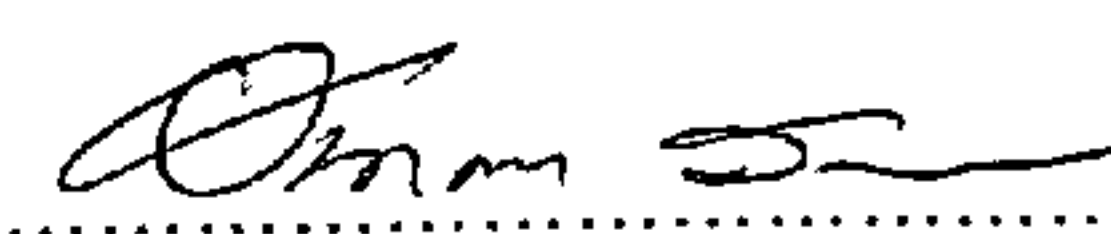
..........กรรมการ

(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........ประธานกรรมการบริหารหลักสูตร

(รศ.อังคณา สายยศ)

.....วันที่ 12 เมษายน พ.ศ. 2542.....

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
หลักสูตรการสอนวิชาวิทยาศาสตร์	7
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	8
การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	16
แบบฝึก	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	34
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	34
วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ	35
การวิเคราะห์ข้อมูล	44
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	45
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	48
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	54
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	54
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	54
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	54
การวิเคราะห์ข้อมูล	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	56
อภิปรายผล	57
ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	66
ภาคผนวก ข. คำสถิติจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
ภาคผนวก ค. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	91
ภาคผนวก ง. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	167
ประวัติย่อผู้วิจัย	210

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	49
2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ได้จากการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	50
3. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ได้จากการทดสอบหลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	51
4. ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	52
5. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังฝึกด้วยแบบทดสอบย่อยเพื่อ ประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	60
6. คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	69
7. ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	70
8. คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน	72
9. ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน	73
10. คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	75
11. ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	76

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12. คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการทดลอง	78
13. ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการทดลอง	79
14. คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	81
15. ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	82
16. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	84
17. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ก่อนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	85
18. คะแนนจากแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	87
19. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ หลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	89

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. ลำดับการสร้างแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	36
2. ลำดับการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	40

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช, รองศาสตราจารย์วิญญา วิชาลาภรณ์, อาจารย์ชวลิต รวยหาจิณ และรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดจนได้กรุณาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือแนะนำในการสร้าง ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือและแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ เพื่อใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู-อาจารย์และขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านบางหยี และโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุงที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่องานวิจัยฉบับนี้ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำและเป็นกำลังใจในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ มารดา ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอย่างยิ่ง ในการเรียนจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่า และประโยชน์จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

ธิดา สอนอนารณ

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันมีความเปลี่ยนแปลงและแตกต่างไปจากการดำรงชีวิตในอดีตมาก สาเหตุเพราะความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสังคมเกษตรเป็นสังคมอุตสาหกรรม และกำลังเข้าสู่ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศหรือยุคโลกาภิวัตน์ ดังจะเห็นได้จากเครื่องอำนวยความสะดวกและสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ที่เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม การก่อสร้างที่อยู่อาศัย สุขภาพอนามัย และด้านอื่นๆ เป็นต้นว่า การติดต่อโทรคมนาคม ดาวเทียม คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือแม้แต่การปลูกอวัยวะ การเปลี่ยนอวัยวะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่สะดวกสบายมากขึ้น ซึ่งทุกคนจะต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดเวลาอย่างไม่มีทางหลีกเลี่ยง ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อมนุษย์มากขึ้น การแสวงหาความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ เพราะสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในการพัฒนาความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิต ดังนั้นการให้การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์แก่เยาวชนจึงมีความสำคัญยิ่ง เพราะการศึกษาวิทยาศาสตร์ทำให้คนมีความรู้และทักษะ เพื่อที่จะได้เป็นแรงงานที่มีประสิทธิภาพของชาติ มีความสามารถที่จะคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ สามารถนำเอาความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตข้างหน้าได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2535 : 4)

เพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าและความเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนโดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถนำเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน ซึ่งในปัจจุบันหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะมุ่งให้นักเรียนเข้าใจในหลักการและความคิดรวบยอดขั้นพื้นฐาน ตลอดจนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาตนเอง ให้เป็นบุคคลที่คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (วิชชุดา งามอักษร. 2541 : 1)

จากผลการเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี และสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคม กระทรวงศึกษาธิการจึงได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์และกระบวนการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาและ

มัธยมศึกษาขึ้น โดยกระบวนการเรียนการสอนยังเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อมุ่งให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การเป็นคนใฝ่รู้อยู่เสมอ มีใจรักและสนใจในวิทยาศาสตร์ สามารถเสาะแสวงหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาชีวิตได้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ หรือเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไว้ 6ข้อ(กระทรวงศึกษาธิการ.ลงวันที่10สิงหาคม 2533.)คือ

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการ

ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบันและอนาคต โดยหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่นี้จะมีความยืดหยุ่นมากขึ้น และมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินพบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง มีความรู้พื้นฐานสำหรับการประกอบสัมมาอาชีพ (ภพ เลาน์ไพบูลย์. 2537 : 106) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงควรคำนึงถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ว่า วิทยาศาสตร์หมายรวมถึงเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี และถูกต้องนั้น จึงไม่ควรให้ผู้เรียนรับเฉพาะผลผลิตทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนด้วยในเวลาเดียวกัน (ทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. 2525 : 13) การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการ

สอนตัวเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นผลิตผลจากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชาญวิทย์ เทียมบุญ ประเสริฐ. 2539 :4)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และ แก้ปัญหาต่าง ๆ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2532 : 5) และสมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS) (อ้างอิงจากชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ 2539 :14) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการสอนออกเป็น 2 หมวดใหญ่ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน หรือเบื้องต้นอันได้แก่ ทักษะการสังเกต, การวัด, การจัดจำแนกประเภท, การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา, การใช้ตัวเลข, การสื่อความหมายข้อมูล, การสรุปอ้างอิง, การทำนายหรือการพยากรณ์และทักษะขั้นบูรณาการ อันได้แก่ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ, การกำหนดและควบคุมตัวแปร, ทักษะการตั้งสมมติฐาน, การตีความหมายข้อมูล และการทดลอง รวมแล้วก็คือ 13 ทักษะย่อย ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5) ได้กำหนด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะตามแนวของสมาคม AAAS เช่นกัน ซึ่ง ละเจียด ภิระอนันต์(2525 : 8) ได้กล่าวไว้ว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา เป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่ามี ความจำเป็นที่ต้องฝึกนักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว และเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษา หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องหมายรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาคำตอบใหม่ๆเชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้อย่างกว้างขวางแม้กับวิชาการแขนงอื่นด้วย

ในการสอนวิทยาศาสตร์ สิ่งแรกที่ครูมักตระหนักถึงคือการทำให้ นักเรียนได้รับความรู้ให้มากที่สุดเท่าที่หลักสูตรจะกำหนดให้ จึงพยายามสอนตามแนวการสอนที่อยู่ในคู่มือครูการสอนจึงมักเป็นการพูดของครูฝ่ายเดียวมากกว่าให้เด็กได้แสดงออกอย่างอิสระในการคิดอย่างมีเหตุผล และค้นคว้าด้วยตนเอง การที่ครูเน้นเรื่องปริมาณความรู้ทำให้ละเลยถึงความสนใจของนักเรียน จึงทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่บรรลุจุดมุ่งหมายเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา

12 เขตการศึกษา ของหน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา พบว่าโดยส่วนรวมอยู่ในระดับต่ำทุกเขตการศึกษา คือได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50% ของคะแนนเต็ม (กรมสามัญศึกษา. 2531 : 33) ส่วนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรมวิชาการ(2536 : ภาคผนวก) ได้ประเมินคุณภาพการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศ พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในช่วงคะแนนพอใช้ (35%-62.50%) ซึ่งเป็นระดับปานกลาง ดังนั้นควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น และควรเพิ่มความสนใจในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการให้เนื้อหาความรู้ (ทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. 2525 : 3) นอกจากนี้ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรได้นำนวัตกรรมการศึกษาต่างๆเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนได้หลายอย่าง เช่นการใช้บทเรียนสำเร็จรูป, การใช้ชุดการสอน, การใช้ศูนย์การเรียนรู้, การใช้บทเรียนโปรแกรม และการใช้แบบฝึก เป็นต้น

จากเหตุผลและสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับผู้วิจัยเคยมีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และได้ตระหนักถึงการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงสนใจที่จะสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการที่มีประสิทธิภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองของนักเรียนต่อไป สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกที่จะสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานนั้นจะเน้นปลูกฝังให้กับนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นไปจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ นักเรียนนำทักษะเหล่านั้นมาใช้ในทักษะขั้นบูรณาการในชั้นมัธยมศึกษา อันเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นไป(สุริย์ สุธาสิโนบล. 2541 : 54) ซึ่งในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น ยังไม่เหมาะสมที่จะฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพราะนักเรียนมาจากหลายโรงเรียนแต่ละคนจะมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันมาก อีกทั้งในระดับชั้นนี้นักเรียนยังเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่ละเอียดครบถ้วนทุกทักษะ ผู้วิจัยมีความเห็นว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากที่สุด เพราะทุกคนผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อปรับพื้นฐานความรู้แล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนได้เรียนรู้ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการละเอียดครบถ้วนทุกทักษะแล้ว นักเรียนจะได้นำทักษะความชำนาญที่ได้จากการฝึกไปบูรณาการใช้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และในระดับชั้นที่สูงขึ้นไปได้ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการที่มีประสิทธิภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้นดังกล่าว

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

ความสำคัญในการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และยังเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในระดับชั้นอื่นๆ นอกเหนือจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อีกด้วย

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 26 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบฝึก หมายถึง สื่อในการประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจากเนื้อหาโดยมีครูเป็นผู้แนะนำ
2. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ หมายถึง แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบให้ข้อมูลบางส่วนแล้วมีกิจกรรมให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะ จำนวน

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและ การฝึกฝน ความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ

3.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ ความสามารถในการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ

3.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อน จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต หรือความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ซึ่งเป็นคำตอบที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

3.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ ความสามารถในการกำหนด ความหมายและขอบเขตต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันได้

3.4 ทักษะการทดลอง คือ ความสามารถในการออกแบบ รับรู้ และสรุปผลการทดลองได้

3.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป คือ ความสามารถในการ แปลความหมายของข้อมูล และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

4. แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ลักษณะของข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

5. ประสิทธิภาพของแบบฝึก หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดใน
แบบฝึกได้ถูกต้อง

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้
ถูกต้องภายหลังที่จบการฝึกแล้ว

ประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ หมายถึง ผลของการเปรียบเทียบคะแนนสอบ
ก่อนฝึก (pretest) และคะแนนสอบหลังฝึก (posttest)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1. หลักสูตรการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบฝึก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

แต่เดิมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูผู้สอนมักจะเน้นที่เนื้อหาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนของนักเรียนจึงเป็นการจำการบอกเล่าของครูทำให้ไม่สามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ได้เท่าที่ควร

ต่อมา รัฐบาลไทยโดยความร่วมมือของโครงการพัฒนาการแห่งสหประชาชาติ(UNDP) ซึ่งมีองค์การวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ(UNESCO) เป็นผู้ดำเนินการแทน ได้ร่วมกันจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงหลักสูตรและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้นที่ต่ำกว่าอุดมศึกษา หลังจากนั้นกระทรวงศึกษาธิการก็ได้ประกาศเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งการเรียนการสอนตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้มุ่งให้ทั้งความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากหลักสูตรเดิมมาก เพราะการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นที่วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อหา ต่อมากระทรวงศึกษาธิการมีนโยบายปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดย หลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่นี้จะยืดหยุ่นมากขึ้น และมุ่งเน้นกระบวนการทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้สัมผัสวิชาเลือกมากขึ้น ทำให้ค้นพบความสามารถ ความถนัดและความสนใจของตนเอง มีความรู้พื้นฐาน

สำหรับประกอบสัมมาชีพ หรือการศึกษาต่อ นอกจากนั้นหลักสูตรยังเน้นการศึกษาเพื่อสนองความต้องการของท้องถิ่นด้วยโดยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ไว้ 6 ข้อ ซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. ลงวันที่ 10 สิงหาคม 2533.)

จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

หลักสูตรวิทยาศาสตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) (กระทรวงศึกษาธิการ. ลงวันที่ 10 สิงหาคม 2533.) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รับ สนใจ และไม่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

จากจุดมุ่งหมายทั้ง 6 ข้อนี้ จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายหลักอันหนึ่งก็คือเพื่อให้มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งก็คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วย ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสดูผิดทั้งด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ

และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา

ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได๋มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้
 วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์ (2532 : 5) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

สุนีย์ คล้ายนิล (2535 : 10) ได้อธิบายว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการ หรือกิจกรรมที่ใช้ปฏิบัติ จนเกิดความชำนาญ หรือเกิดทักษะในกิจกรรมนั้นๆในทางวิทยาศาสตร์

กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ (2536 : 75) ได้ให้ความหมาย ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิด และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งรวมทั้งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ พร้อมกับมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมในการสังเกต การเลือกเครื่องมือ การตั้งสมมติฐาน การหาข้อยุติ หรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

ภพ เลานไพบูลย์ (2537 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

วิชชุดา งามอักษร (2541 : 39) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติ และฝึกฝน ความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

สุรีย์ สุธาธิโนบล (2541 : 53) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎ ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่นฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรม วิธีการ หรือแนวทาง ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการปฏิบัติการหรือใช้ในการศึกษาค้นคว้าทดลอง เพื่อค้นคว้าหาคำตอบ ความจริง และพิสูจน์ปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเกิดจากการปฏิบัติหรือฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคม American Association for the Advancement of Science หรือ AAAS (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ 2539 :14 ;อ้างอิงจาก AAAS. 1970 : 33-176) ได้พบวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าว่ามี 13 ประการและได้จัดแบ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นมูลฐาน ประกอบด้วย
 - 1.1 การสังเกต
 - 1.2 การวัด
 - 1.3 การจัดจำแนกประเภท
 - 1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา
 - 1.5 การใช้ตัวเลข
 - 1.6 การสื่อความหมายข้อมูล
 - 1.7 การสรุปอ้างอิง
 - 1.8 การทำนายหรือการพยากรณ์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย
 - 2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 2.2 การตั้งสมมติฐาน
 - 2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.4 การทดลอง
 - 2.5 การตีความหมายข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526 : 1-5) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะเช่นเดียวกับของสมาคม AAAS ดังนี้

1. การสังเกต
2. การวัด

3. การจำแนกประเภท
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
5. การคำนวณ
6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. การพยากรณ์
9. การตั้งสมมติฐาน
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. การทดลอง
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ระบุความหมายและความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้ คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือประสบการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ได้ใส่ความคิดของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัตถุ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นพวกๆ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภท คือ

3.1 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆโดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการเรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุ นั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของ วัตถุหนึ่ง ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างที่อยู่หน้ากระดาน ว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร ส่วนการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา คือการหา ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลา คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือ รูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือ รูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูป และรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้

- ระบुरुป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

- เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เห็น

ต้นกำเนิดเงา

- เมื่อเห็นวัตถุ(3 มิติ) สามารถบอกเงา(2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

- บอกรูปของรอยตัด(2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การทดลอง และจากแหล่ง

อื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ คือ

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การคำนวณ(บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

- บอกวิธีการคำนวณได้
- คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดคำนวณได้

5.3 การหาค่าเฉลี่ย

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การแยกประเภท และการคำนวณหาค่าใหม่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ
การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้
ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัย
ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป

- ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้น ภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่เกิดขึ้น ภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต
ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ

สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และ
ประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของ
ตัวแปร อักษร หรือคำต่างๆให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือสามารถกำหนด
ความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามใน
สมมติฐานหนึ่งๆ ส่วนการควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆที่เกี่ยวข้องแต่ยัง
ไม่ต้องการศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ

สามารถชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง
การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวมจัดกระทำและสื่อความหมาย
ข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง คือ

12.1 ออกแบบการทดลอง

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น

ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

- ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้

12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูล

จากการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 13 ทักษะ แบ่งเป็น ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะที่ 1-8 ได้แก่ ทักษะการสังเกต, การวัด, การจัดจำแนกประเภท, การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา, การใช้ตัวเลข, การสื่อความหมายข้อมูล, การสรุปอ้างอิง, การพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะที่ 9-13 ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร, การตั้งสมมติฐาน, การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ, การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิด ใช้ในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้น จะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถฝึกฝนให้มีขึ้นได้ ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องปลูกฝังนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกระบวนการต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2536 : 78-79)

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจนโดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วนำมาแจ่มแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวังและภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ
2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึงการเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นในบทหนึ่ง ๆ ควรกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใด เป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏในข้อสอบ
3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อจะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด
4. การเลือกแนวทางในการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์
 - 1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น เป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตาม ต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน
 - 1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิค ต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว
 - 1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ ต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล
 - 1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัดต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด
 - 1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้นกระชับรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้ถามได้มากกว่า 1 ข้อเพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนความจำเป็น
2. การสร้างคำถาม คำถามที่ให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาควรมีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความรู้-ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำ ทั้ง ๆ ที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บังคับว่าจะให้ตอบเรื่องใดแม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่ให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูกและให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ

ถ้าเป็นข้อทดสอบแบบให้ตอบสั้นแม้จะต้องตอบคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องต้องยอมรับ

แบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการฝึกไว้ ดังนี้

การฝึก (Training) หมายถึง การจัดสถานการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรม จนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงาน หมายถึง การฝึกที่ไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานจริง ซึ่งมีประเภทต่างๆดังต่อไปนี้

1.1 การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงาน ที่พิจารณาวิธีการให้ข้อมูลเป็นเกณฑ์ เช่น วิธีการบรรยาย ให้อ่านคู่มือปฏิบัติการ อภิปรายหรือประชุมอภิปราย ศึกษาจากสื่อทัศนอุปกรณ์ เช่น ภาพยนตร์ โทรทัศน์ เป็นต้น

1.2 การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงาน ที่พิจารณาด้านพฤติกรรม เช่น การแสดงบทบาทสมมติ ศึกษาโดยจำลองแบบของจริง ฝึกอบรมในห้องทดลอง

2. การฝึกโดยลงมือปฏิบัติงาน ได้แก่วิธีการที่ให้ผู้รับการฝึกได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงภายใต้สภาพแวดล้อมของบรรยากาศ และเงื่อนไขตรงกับความเป็นจริง

3. วิธีผสมระหว่างการให้ข้อมูล และ/หรือการแสดงพฤติกรรมแล้วลงมือปฏิบัติงาน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ตรงกับความเป็นจริง (ชาญชัย ภวิตรังสิมาและเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์

พึงใจ สนิทวานนท์ และคนอื่นๆ (2520 : 9-10) สรุปว่าการฝึก และการดำรงรักษาทักษะต่างๆไว้ให้ได้นั้นต้องยึดหลัก 3 ประการ คือ

1. แบบอย่างที่ดี
2. การฝึกโดยอาศัยเกณฑ์ของแบบอย่างนั้นๆ
3. ดุลยย้อนกลับ

แบบอย่างคือ ตัวแทนของทักษะที่ต้องการแสดงให้เห็นว่ามีเกณฑ์ที่ถืออย่างไร อาจเป็นทั้งแสดงแบบอย่างที่ดี หรือเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของพฤติกรรมที่ควรทำและไม่ควรทำให้เด่นชัด แบบอย่างดังกล่าวอาจอยู่ในรูปต่างๆ เช่น ภาพยนตร์ เทปบันทึกภาพ ภาพนิ่ง เทปบันทึกเรื่อง ข้อเขียน บรรยาย หรือเกณฑ์วัดคุณค่าต่างๆ เลือกใช้แบบอย่างในลักษณะใด แล้วแต่ความเหมาะสม ความสำคัญของการศึกษาแบบอย่าง คือ การวิเคราะห์หลักการและแนวทางที่ใช้แบบอย่างให้เข้าใจ ทั้งวิธีการ และวิธีการใช้แบบอย่างดังกล่าว ว่าเป็นเพราะเหตุใด และเพื่ออะไรผู้ฝึกจึงซึมซาบ และนำเอาไปใช้อย่างมีหลักเกณฑ์และเข้าใจ

การฝึกอาจทำได้หลายทาง ทั้งโดยการซ้อมด้วยตนเอง การเลียนแบบจากครูที่มีความสามารถในการสอน การลองฝึกในสถานการณ์จำลอง

การมีผลย้อนกลับทำให้ ผู้ฝึกได้รับรู้ผลการฝึกของตนเอง ข้อนี้นับว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นการช่วยให้เกิดการปรับปรุงแก้ไข เป็นวิธีทางที่ยอมรับกันว่า การมองเห็นปัญหาของตนเองด้วยตนเอง จะช่วยในการแก้ไขตนเองได้มากกว่าการฟังจากผู้อื่น การใช้วิธีดังกล่าวอาจปฏิบัติได้หลายวิธี บางแบบอาจช่วยให้เห็นภาพและการเคลื่อนไหว เช่น การบันทึกภาพด้วยเทป แต่มีปัญหในเรื่องของความสิ้นเปลือง และความสามารถในทางเทคนิคและการใช้ บางแบบอาจช่วยให้ได้ยินแต่เสียง เช่น เทปบันทึกเสียง ก็อาจเพียงพอแต่ไม่yakต่อการปฏิบัติ ทั้งสิ้นเปลืองน้อยกว่า หรืออาจใช้การวิจารณ์ จากผู้ชมการฝึก หรืออาจประเมินผลด้วยแบบสอบถาม หรืออาจใช้วิธีการประเมินอย่างมีระบบอื่นๆ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสม

ความหมายของแบบฝึก

แบบฝึกมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนเพราะช่วยให้ผู้เรียนได้แก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยการฝึกฝนจากแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้น จึงมีผู้กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกไว้ดังนี้

สุรสิงห์ นิลชร (2527 : 7) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า แบบฝึกเป็นการจัดสภาพการณ์ เป็นการฝึกฝนทบทวนสิ่งต่างๆ ที่ได้เรียนในชั่วโมง เพื่อให้เกิดความรู้เรื่องนั้นๆ นอกจากนั้นแบบฝึกจะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2528 : 128) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า หมายถึงสิ่งที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่กับการเรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึกที่ครอบคลุมกิจกรรมที่นักเรียนพึงกระทำ อาจกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วย หรืออาจรวมเล่มก็ได้

สุดา บุญยไวยโรจน์ (2529 : 56) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นสื่อการเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ ฝึกฝน จนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง และเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจนับได้ว่าแบบฝึกเป็นเครื่องมือที่สำคัญ ที่ครูทุกคนใช้ในการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะของนักเรียนในวิชาต่างๆ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2525 (2531 : 489) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกหมายถึง แบบตัวอย่าง ปัญหา หรือคำสั่งที่ตั้งขึ้น เพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ

อัครา ชีวพันธ์ และคนอื่นๆ (2532 : 102) ได้กล่าวว่าแบบฝึกหมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจ และเสริม เพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วนที่ช่วยให้นักเรียนได้ปฏิบัติ และนำเอาความรู้ไปใช้ได้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง และคล่องแคล่ว

เว็บเตอร์ (พรสวรรค์ คำบุญ. 2534 : 16 อ้างอิงจาก Webster. 1979 : 640) ได้กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่า หมายถึง โจทย์ ปัญหา หรือตัวอย่างที่ยกมาจากหนังสือ เพื่อนำมาใช้สอน หรือให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะต่างๆ ให้ดีขึ้นหลังจากที่เรียนบทเรียน

จากการให้ความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบฝึกหมายถึง สื่อ หรือสิ่งเ้าทางการเรียน ที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะให้แก่ผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดที่มีกิจกรรมให้นักเรียนกระทำ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน แบบฝึกจึงเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ในการเรียนการสอน เพราะช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียน ด้วยการฝึกฝนจากแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้น

ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้าง จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก และหลักการนำแบบฝึกไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

หลักการสร้างแบบฝึก

แบบฝึกเป็นสื่อการเรียนที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแบบฝึกเป็นสื่อที่ถูกสร้างขึ้นอย่างมีระบบ และได้มีผู้เสนอแนะวิธีการในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ ดังนี้

หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149-151) ได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. หลักในการสร้างแบบเรียนประกอบด้วย
 - 1.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์นั้น
 - 1.2 จัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก
2. หลักในการสร้างแบบฝึกประกอบด้วย
 - 2.1 ให้มีคำชี้แจงง่าย และสั้น เพื่อให้เด็กเข้าใจได้ง่าย
 - 2.2 เรียงลำดับขั้นตอนของแบบฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ
 - 2.3 จัดทำแบบฝึกหัดให้น่าสนใจ และท้าทายให้แสดงความสามารถ
 - 2.4 ครูควรต้องพิจารณาแบบฝึกด้วยความละเอียด อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้
 - 2.5 เนื่องจากเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกที่กำหนดให้นักเรียนเก่ง

ปานกลาง อ่อน ควรยากกว่ากัน นั่นคือ ควรมีแบบฝึกหัดให้มีจำนวนมากๆ เพื่อให้นักเรียนได้เลือกทำตามความสามารถ และเด็กที่มีความสามารถจะได้ทำมาก

บัทท์ส (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องกำหนดโครงสร้างของแบบฝึกไว้คร่าวๆ ก่อนที่จะเขียนรายละเอียด
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกแจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความ

เหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. จัดให้มีการประเมินผลทั้งก่อน และ/หรือหลังเรียน

บาร์เน็ต และคนอื่นๆ (โคจิกานต์ ศรีวิเชียร. 2540 : 33 ; อ้างอิงจาก Barret and others. 1969: 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อแนะนำการใช้ ในการให้ผู้ฝึกตอบควรมีการฝึกให้ตอบทั้งแบบจำกัดและแบบเสรี ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาควรเป็นข้อความที่ไม่ยากเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

จากหลักการสร้างแบบฝึกดังกล่าว จะเห็นได้ว่า สามารถนำเอาหลักการมาใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจากเนื้อหา โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ช่วยเพิ่มพูนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ แก่ผู้เรียนได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ การสร้างแบบฝึกมีหลักการสร้างที่สำคัญพอสรุปดังนี้ คือต้องกำหนดโครงสร้างของแบบฝึกไว้คร่าวๆก่อนที่จะเขียนรายละเอียด เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน ใช้ภาษาและวิธีการฝึกที่เหมาะสมกับความพร้อม วัยและความสามารถของนักเรียน มีการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนจากบทเรียน มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการฝึกที่ชัดเจน แต่ในการสร้างแบบฝึกนั้นควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้มาประกอบการสร้างแบบฝึกด้วย

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

แบบฝึกเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกจึงควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้มาประกอบการสร้างแบบฝึกด้วย มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกไว้ ดังนี้

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม (2523 : 52-62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา สรุปได้ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ ธอร์นไดค์ ซึ่งเกี่ยวกับ กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) กล่าวไว้ว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ จะทำให้ผู้ฝึกหัดมีความคล่องและสามารถทำได้ดี (Law of Use) ในทางตรงกันข้าม สิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำให้ทำได้ไม่ดี (Law of Disuse) วิทยาศาสตร์เป็นวิชาทักษะ ผู้เรียนจะมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ดีต่อเมื่อมีการฝึกฝน หรือ การกระทำซ้ำบ่อย ๆ

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึง นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัด จึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากและง่ายเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียนโดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้ติดตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้นๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาเป็นหลักสำคัญ ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่ซ้ำๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) ในแบบฝึกทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็วจะทำให้ผู้เรียนทราบผลของการกระทำ และสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) กระทำได้โดยการเรียงแบบฝึกจากง่ายไปหายาก และจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ฮาร์เรส (Hareess. n.d. : 93-94) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า จะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน และสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลายชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดขึ้นนี้ต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกได้ว่าแบบฝึกแต่ละข้อต้องการให้นักเรียนทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าว ด้วยการแสดงออกทางความสามารถ และความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

จากหลักการและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ดังที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่าการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงจิตวิทยาการเรียนรู้ ใช้ภาษาและวิธีการฝึกที่เหมาะสมกับความพร้อม วัยและความสามารถของนักเรียน มีการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนจากบทเรียน มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการฝึกที่ชัดเจน รวมทั้ง มีการประเมินผลโดยแจ้งผลความก้าวหน้าในการฝึกให้นักเรียนทราบทันทีทุกครั้ง ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดหลักการสร้างดังกล่าวเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกครั้งนี้ด้วย

ลักษณะของแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็กมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ ดังนี้

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่าแบบฝึกที่ดี ที่นักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำจะต้องเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย

3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะสมกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับความรู้ วัย หรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้นๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือไม่ใช้เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ริเวอร์ (สุรีย์ สุธาสิโนบล.2541 : 43 ; อ้างอิงจาก River. 1968 : 97-105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่งๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่นๆต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการสอบ

2. แต่ละบทฝึก ควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. แบบฝึกที่ควรให้นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลายๆแบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่า ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี จะต้องเป็นแบบฝึกสั้น ๆ มีหลายรูปแบบ ฝึกเพียงเรื่องเดียว ในแบบฝึกนั้น ๆ มีคำอธิบายชัดเจน ใช้ภาษาที่ง่าย ใช้เวลาฝึกไม่นานเกินไป และสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

ประโยชน์ของแบบฝึก

เชาวนี เกิดเพทางค์ (2524 : 23) ได้กล่าวว่า แบบฝึกเสริมทักษะ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และช่วยให้ครูทราบผลการเรียนของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

วีระ ไทยพานิช (2528 : 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึก สรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำจริง เป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งที่เรียนได้ดี และนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้

เพ็ชต์ (สุรีย์ สุชาติโนบล 2541 : 45 ; อ้างอิงจากPetty 1968 : 469-476) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเข้าใจจากผู้สอน
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการใช้ภาษาต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบผลสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน โดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้นๆแล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลายๆครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
7. การให้นักเรียนทำแบบฝึก ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่างๆของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที
8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่

จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่างๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น

10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอน ลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้ง และผู้เรียนสามารถบันทึก และมองเห็นความก้าวหน้าของตนเอง ได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535 : 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามอัธยาศัย ความสามารถของแต่ละคน
2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
3. ช่วยสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่เรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู
9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายค่าอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังครูสอน
12. การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
13. ช่วยส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นสื่อการเรียนที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแบบฝึกเป็นสื่อที่ถูกสร้างขึ้นอย่างมีระบบ ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้ดีขึ้น เป็นเครื่องมือวัดในการวัดผล และประเมินผลการเรียน ทำให้ครูทราบความก้าวหน้า หรือข้อบกพร่องของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัททส์ (Butts. 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่

5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึง

ปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ด และ เบอร์นส์ (โคจิกานต์ ศรีวิเชียร. 2540 : 39 ; อ้างอิงจาก Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เอ็ดเวิร์ด และ เบอร์นส์ ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า.....ดังนั้น....." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลอง อย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก สรุปได้ว่าแบบฝึกเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการช่วยสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นแบบฝึกที่สร้างขึ้นตามหลักการ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย พอสรุปได้ว่าการสร้างแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพนั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายในการฝึกทักษะ
2. ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

3. รูปแบบการฝึกต้องสร้างความสนใจ
4. แบบฝึกต้องเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
5. ใช้เวลาที่เหมาะสมไม่นานเกินไป
6. สร้างแบบฝึกหลายรูปแบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเบื่อหน่าย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นโดยนำหลักการสร้างของ หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา และบทที่ 8 มาสร้าง โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
3. กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2533 : 27) ได้กล่าวถึง เกณฑ์พิจารณาคุณภาพของแบบฝึกไว้ดังนี้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้โดยการประเมินผล พฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมที่พึงพอใจ โดยการกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 ใช้เกณฑ์เนื้อหาเป็นทักษะไว้ 80/80 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการคำนวณธรรมดา

E_1 ได้จาก การเอาคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เทียบส่วนเป็นร้อยละ

E_2 ได้จาก การเอาคะแนนของแบบทดสอบหลังการทดลองของผู้เรียนทั้งหมดรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เทียบส่วนเป็นร้อยละ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 1 แบบเดี่ยว 1/1 ทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลางและเก่ง ครั้งละ 1 คน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพเพื่อหาข้อบกพร่อง ทั้งในด้านของความชัดเจนของคำชี้แจงวิธีการทำในแต่ละแบบฝึก ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกด้วย แล้วนำแบบฝึกมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 2 แบบกลุ่มย่อย 1/10 แต่ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มย่อย 1/4 โดยคณะเด็กเก่ง และเด็กอ่อนมาทดลอง นำคะแนนมาคำนวณหา ประสิทธิภาพเพื่อตรวจสอบความชัดเจน ความเข้าใจ และความสมบูรณ์ของแบบฝึก นำมาปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ พร้อมทั้งปรับปรุง ครั้งสุดท้ายจนได้ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นที่ 3 นำแบบฝึกมาทำการทดลอง กับกลุ่มทดลอง

การยอมรับประสิทธิภาพ มี 3 ระดับ คือ สูงกว่าเกณฑ์ เท่าเกณฑ์ ต่ำกว่าเกณฑ์ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าความคลาดเคลื่อน 2.5- 5 เปอร์เซนต์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2533 : 27)

ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดแบบฝึกนั้น สำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ นิยมตั้งไว้ 90/90 ส่วนเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคตินิยมตั้งไม่ต่ำกว่า 80/80

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สุนทรี วัฒนพันธุ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบฝึกปฏิบัติ มีเนื้อหา มีสถานการณ์ตัวอย่าง สถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อให้นักเรียนวางแผนการปฏิบัติเพื่อฝึกปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 88) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู โดยแบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยที่สร้างขึ้นมีลักษณะที่มีข้อมูลมาให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง แล้วให้รายงานผลการศึกษาในแบบรายงาน ผลการศึกษาในลักษณะของการให้ตอบคำถามแบบบรรยาย ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุมาลี ดำรงชัย (2537 : 111-121) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคนทีพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 60 คน แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในห้องถิ่นที่สร้างขึ้นมีลักษณะที่ให้ข้อมูลเป็นสถานการณ์ที่มีภาพการ์ตูนประกอบ เพื่อให้นักเรียนศึกษาและตอบปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาตามลำดับ ฝึกให้ออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองจากปัญหา ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในห้องถิ่นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

พัชรา จิตรเพชร (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสว่างอารมณ์วิทยาคม จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 60 คน ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบฝึกปฏิบัติ มีเนื้อหา สถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม แล้วตอบคำถาม

ผลการศึกษาพบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท.
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามแนวของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นินยา วิชัยดิษฐ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดป่าเลย์ไล อำเภอมะนัง จังหวัดสุพรรณบุรี ผลปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการสอนแบบปกติ

เปรมวดี รักขวลี (2539 : 81-91) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกุหลาบวิทยาลัย ราม เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นการฝึกปฏิบัติ มีแบบฝึกคล้ายๆไป

งานมาให้นักเรียนฝึกปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน แล้วบันทึกผลการฝึกปฏิบัตินั้น ผลปรากฏว่า การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีด้านการซ่อมแซมสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2539 : 78-84) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สตัน ลักษณะของแบบฝึกที่สร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ได้ทำการศึกษาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สตันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาตามลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเพศแล้ว พบว่านักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เชมิกาญจน์ ทองมา (2540 : 101-108) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดตาก จำนวน 30 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน

โคจิกานต์ ศรีวิเชียร (2540 : 111-117) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 42 คน โดยสร้างแบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาที่มีลักษณะดังนี้คือ มีตัวอย่างโครงงานงานวิจัย การวิเคราะห์โครงงาน งานวิจัยมาให้นักเรียนศึกษาและตอบคำถาม มีบทความมาให้นักเรียนศึกษาเพื่อกำหนดปัญหาและออกแบบแผนการทดลองเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาปรากฏว่าค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยากับการ

สอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

สุรีย์ สุธาสิโนบล (2541 : 106-113) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 48 คน แบบฝึกที่ใช้มีลักษณะเป็นแบบฝึกปฏิบัติ มีใบงานมาให้ นักเรียนปฏิบัติตาม ผลปรากฏว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

ไรเลย์ (ชาณวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2539 : 37 อ้างอิงจาก Riley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาฝึกสอนเกรด 1 ถึงเกรด 4 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี และกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

แจคนิค (Jacknicke. 1975 : 2730A) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกเบิล และ รับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503-511) ได้ศึกษาผลของการสอนและประสบการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครู แผนกวิชาการประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียนา จำนวน 58 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

พาดิลลาและคนอื่นๆ (Padilla and others.1984 : 277-287) ได้ทำการสร้างแบบเรียนจำลองทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้กับนักเรียนเกรด 6 และเกรด 8 ผลปรากฏว่า ใช้ได้ผลดีในทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

สตารวิทซ์ และมาโลน (Starwitz and Malone. 1987 : 53) ได้ศึกษาการเรียนและความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษา ที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง และที่ได้รับการสอนจากการศึกษาด้วยตนเอง พบว่านักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนโดยการศึกษาด้วยตนเองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มากกว่า นักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง ส่วนด้านความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของการสอนทั้ง 2 วิธีนั้น พบว่ามีความคงทนทั้ง 2 วิธี

คล้าก (Klag.1990 : 1989-A) ได้ศึกษาผลของการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติและความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นครูฝึกสอนซึ่งได้รับการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมมากกว่า 252 กิจกรรม และบทเรียนเป็นจำนวนมาก ผลการวิจัยพบว่า ครูฝึกสอนที่ได้รับการสอนโดยฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ มีความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น และมีคุณภาพในการปฏิบัติจริงในห้องเรียนสูงขึ้น

รอต และ รอยเชาดีฮวี (สุมาลี ดำรงไชย. 2537 : 84 อ้างอิงจาก Roth and Roychoudhury.1993 : 127-152) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 157 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการสอนโดยวิธีชี้แนะแนวทางในวิชาฟิสิกส์ กลุ่มที่สองได้รับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับสูง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปโดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มจะเป็นศูนย์กลางในการเรียน โดยจะได้รับการฝึกให้ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างอิสระเหมือนกัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่นมีทักษะในตัวแปรต่างๆเหมือนกัน คือ ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้คำนิยาม และทักษะการทดลอง

จากการประมวลผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงสรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้น ควรมีการนำแบบฝึกมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน โดยจะเห็นได้ว่าการสอนที่ใช้แบบฝึกนั้น ส่วนใหญ่ทำให้นักเรียนสามารถที่จะพัฒนาความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้แบบฝึกทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีการพัฒนาความคิด เพราะผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนทั้งด้านความคิด การปฏิบัติ และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนต่างๆที่มีอยู่ในแบบฝึก จึงมีผลทำให้เกิดการพัฒนาในทางบวก ถือได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างตามหลักการ จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับทั้งเนื้อหา ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย และที่สำคัญ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ แสดงว่าครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ซึ่งจากผลงานการวิจัยดังกล่าวจะพบว่าลักษณะของแบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนของเนื้อหาความรู้และส่วนของกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะต่างๆ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นบูรณาการ ที่มีลักษณะเป็นแบบให้ข้อมูลบางส่วนแล้วมีกิจกรรมให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะ สำหรับฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับสูงต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร จำนวน 26 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่

1. แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ จำนวนทั้งหมด 5 ชุด (1 ชุด ต่อ 1 ทักษะ) ชุดละ 20 ข้อได้แก่
 - แบบทดสอบชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - แบบทดสอบชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - แบบทดสอบชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - แบบทดสอบชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง
 - แบบทดสอบชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
2. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ซึ่งจะประกอบไปด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 แบบฝึก คือ
 - แบบฝึกชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - แบบฝึกชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - แบบฝึกชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

แบบฝึกชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง

แบบฝึกชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

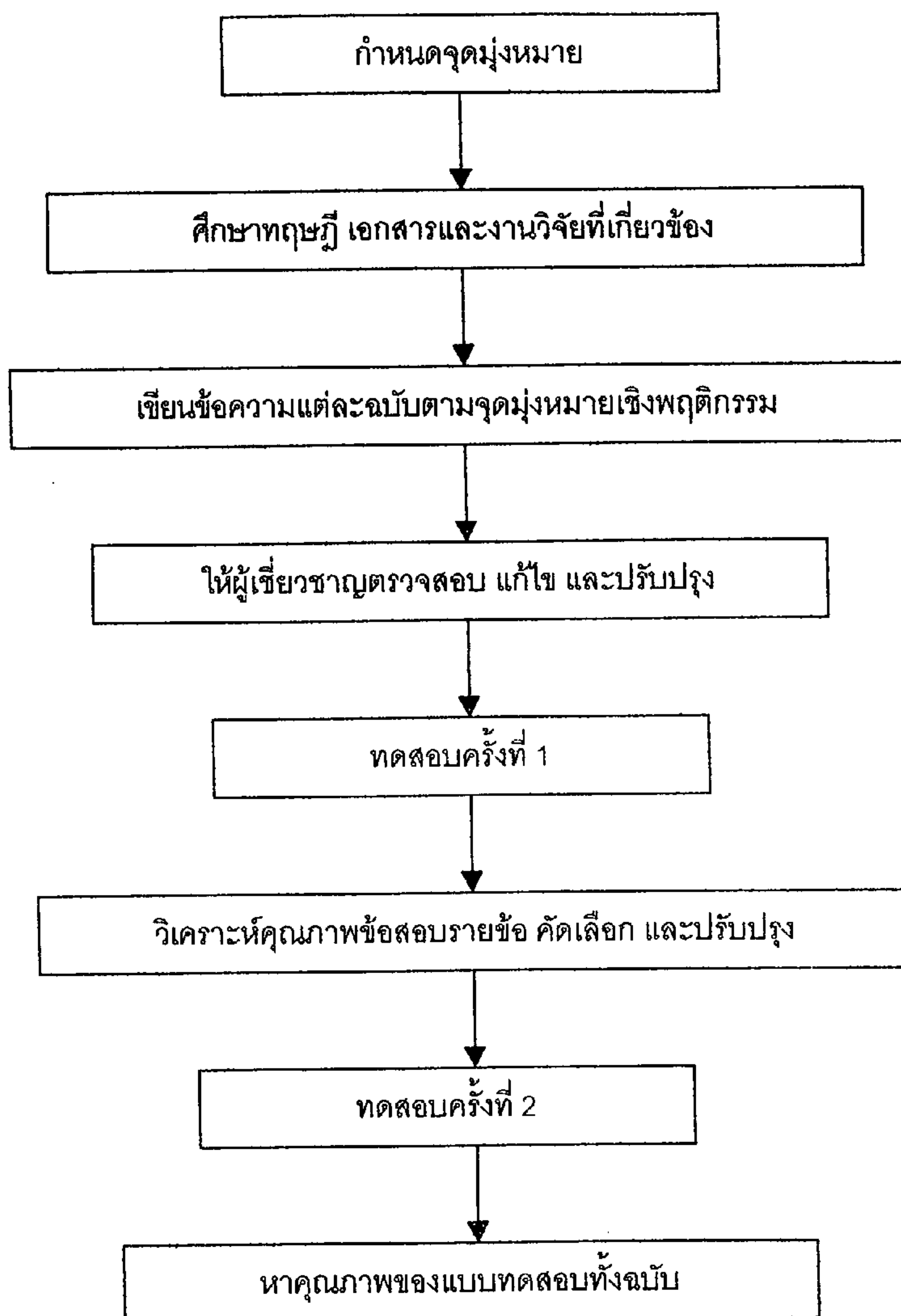
ซึ่งในแบบฝึกแต่ละตอนจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา ตัวอย่าง และส่วนที่เป็นคำถามเพื่อฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

เนื้อหาในแบบฝึก เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในวิชา ว.101 ว.102 ว.203 และ ว.204 บทที่ 10 และ 11

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

1. แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยได้วางแผนและดำเนินการตามขั้นตอนดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

จากภาพประกอบที่ 1 เป็นการแสดงลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผล การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งมีราย ละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
 - 1.2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ จากหนังสือ บทความทางวิชาการ รวมทั้งรายงานการวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศ
3. ดำเนินการเขียนข้อสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ จำนวน 5 ชุด เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ซึ่งวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ด้านทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการ ทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 150 ข้อ ซึ่งมี รายละเอียดดังนี้
 - ชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 30 ข้อ
 - ชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 30 ข้อ
 - ชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 30 ข้อ
 - ชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง จำนวน 30 ข้อ
 - ชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 30 ข้อ
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นแต่ละชุดไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับ ปรุงแก้ไข ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาข้อสอบ กับลักษณะพฤติกรรม แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปไว้ ซึ่ง ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.33-1.00 ดังรายละเอียดต่อไปนี้
 - แบบทดสอบชุดที่ 1 มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00
 - แบบทดสอบชุดที่ 2 มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00

แบบทดสอบชุดที่ 3 มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.33-1.00

แบบทดสอบชุดที่ 4 มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00

แบบทดสอบชุดที่ 5 มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 แล้วนำแบบทดสอบนั้นมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านบางหยี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร เช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ศึกษา และมีการจัดสภาพการเรียนการสอนในลักษณะที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา

6. นำผลการสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาระดับความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 33 % โดยถือเอาข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539 : 184-191.) คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ไว้จำนวนชุดละ 20 ข้อ สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้ดังนี้

ชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .133-.766 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0-.80 ได้ข้อสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จำนวน 26 ข้อ แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ โดยคัดข้อสอบข้อที่มีค่าความง่ายต่ำหรือข้อที่ยากออก ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .30 - .766 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าเฉลี่ยความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) เท่ากับ 12.80

ชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .120-.766 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.30-.80 ได้ข้อสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จำนวน 24 ข้อ แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ โดยคัดข้อสอบข้อที่มีค่าความง่ายต่ำหรือข้อที่ยากออก คัดเลือกได้ข้อที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .40 - .766 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30 - .80 และมีค่าเฉลี่ยความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) เท่ากับ 12.698

ชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .10-.766 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.10-.60 ได้ข้อสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จำนวน 23 ข้อ แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ โดยคัดข้อสอบข้อที่มีค่าความง่ายต่ำหรือข้อที่ยากออก ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .266 - .533 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .60 และมีค่าเฉลี่ยความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) เท่ากับ 14.328

ชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .133-.766 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ $-0.20-.60$ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จำนวน 20 ข้อ ได้ข้อที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .233 -.666 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .60 และมีค่าเฉลี่ยความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) เท่ากับ 14.174

ชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .066-.90 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ $-0.20-.90$ ได้ข้อสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จำนวน 25 ข้อ แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ โดยคัดข้อสอบข้อที่มีค่าความง่ายต่ำหรือข้อที่ยากออก ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .40 - .80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .90 และมีค่าเฉลี่ยความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) เท่ากับ 12.274

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชบุรณาราม จำนวน 26 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR.20 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539 : 215.) ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.403

แบบทดสอบชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.68

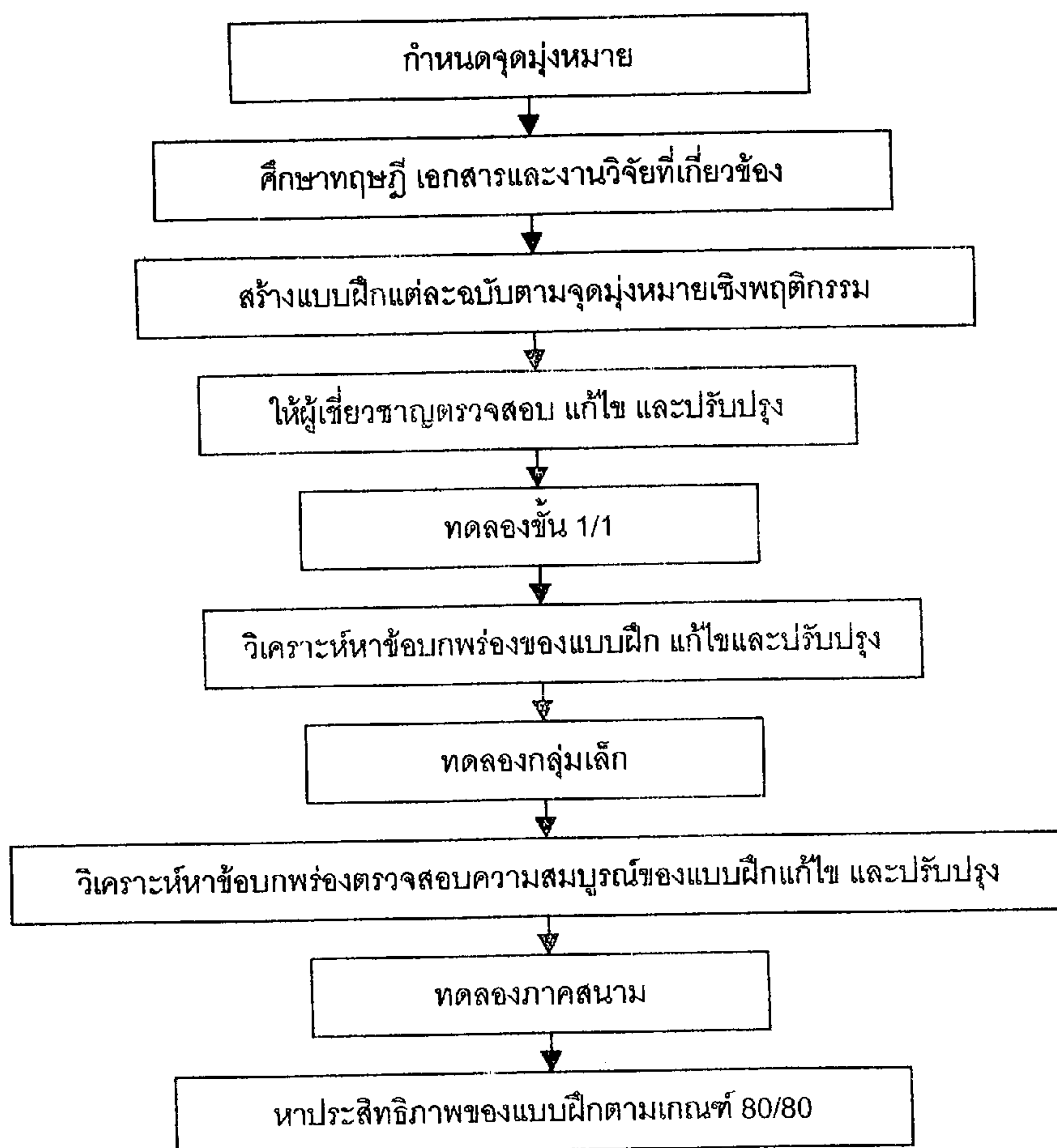
แบบทดสอบชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.585

แบบทดสอบชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.409

แบบทดสอบชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.252

2. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ในการดำเนินการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ผู้วิจัยได้วางแผนและดำเนินการตามขั้นตอนดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

จากภาพประกอบที่ 2 เป็นการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้น
บูรณาการ ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
 - 1.2 เพื่อหาคุณภาพแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ และศึกษาวิธีการสร้างแบบฝึก จากหนังสือ บทความทางวิชาการ รวมทั้งรายงาน
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ
3. ดำเนินการสร้างแบบฝึกโดย
 - 3.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดย
ผู้วิจัยกำหนดให้ในแต่ละแบบฝึกประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา ตัวอย่าง ส่วนที่เป็นคำถามเพื่อฝึก
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ และส่วนที่เป็นเฉลย
 - 3.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 3.3 กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึก โดย
 - แบบฝึกที่ 1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีทั้งหมด 6 แบบฝึกย่อย
 - แบบฝึกที่ 2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีทั้งหมด 2 แบบฝึกย่อย
 - แบบฝึกที่ 3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีทั้งหมด 4 แบบฝึกย่อย
 - แบบฝึกที่ 4 ทักษะการทดลอง มีทั้งหมด 1 แบบฝึกย่อย
 - แบบฝึกที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปมีทั้งหมด 1 แบบฝึกย่อย
4. หาค่าความเที่ยงตรง โดยนำแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผล
และผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ความ
ถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข และพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สอดคล้อง
ระหว่างข้อคำถามในแบบฝึกกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง
ตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบฝึกมีค่า
ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปทั้ง 5 ชุด แต่มีข้อบกพร่องที่ได้รับคำชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญ
คือ ด้านการใช้ภาษาความถูกต้องของเนื้อหา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบฝึกมาปรับปรุงแก้ไข

5. ขั้นตอนหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น
บูรณาการ ที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับเด็กอ่อน ปาน
กลาง และเด็กเก่ง ครั้งละ 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง ทั้งในด้านของความชัดเจนของคำชี้แจง วิธีการ
ทำในแต่ละแบบฝึก ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก แล้วนำแบบฝึกมาปรับปรุงแก้ไข ผลการทดลองพบข้อ
บกพร่องของแบบฝึกดังรายละเอียดต่อไปนี้

แบบฝึกชุดที่ 1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร พบว่านักเรียนทำแบบฝึกได้
ทันเวลา แต่มีส่วนที่ต้องปรับปรุงดังนี้ การยกตัวอย่างประกอบในแต่ละกิจกรรมควรจัดตัวอย่างไว้
ก่อนข้อความในแต่ละกิจกรรมและจัดทำแบบเฉลยให้เหมาะสม

แบบฝึกชุดที่ 2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน พบว่านักเรียนทำแบบฝึกได้ทันเวลา แต่มี
ส่วนที่ต้องปรับปรุงคือ ควรเพิ่มเติมคำอธิบายในตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น

แบบฝึกชุดที่ 3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ พบว่านักเรียนทำแบบฝึก
ได้ทันเวลา แต่มีส่วนที่ต้องปรับปรุงคือ การเน้นข้อความหรือคำที่มีความสำคัญเพื่อเป็นจุดเน้น
ความสนใจและข้อสังเกตให้กับนักเรียน

แบบฝึกชุดที่ 4 ทักษะการทดลอง พบว่านักเรียนทำแบบฝึกไม่ทันเวลาจึงต้องตัด
จำนวนกิจกรรมในแบบฝึกให้น้อยลง และปรับปรุงตรงจุดเน้นข้อปัญหาให้เห็นชัดเจนขึ้น

แบบฝึกชุดที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป พบว่า เวลาที่ใช้ใน
การทำแบบฝึกมีความเหมาะสมเพราะนักเรียนทำได้ทันทั้งเด็กเก่ง อ่อน ปานกลาง แต่ต้องปรับปรุง
เรื่องคำชี้แจงให้ชัดเจนขึ้น เน้นจุดที่ให้ดูคำเฉลยว่านักเรียนดูเฉลยได้เมื่อไร และปรับปรุงเกี่ยวกับ
ความชัดเจนของโจทย์ รูปภาพและกราฟ

6. ขั้นตอนกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง แต่ในขั้นนี้ใช้
นักเรียนในการทดลอง จำนวน 4 คน โดยละนักเรียนทั้งเด็กเก่งและเด็กอ่อน ทำการฝึกเป็นกลุ่ม
ครั้งละ 1 แบบฝึก ตั้งแต่แบบฝึกที่ 1 จนถึงแบบฝึกที่ 5 ตามลำดับ วันละ 1 แบบฝึก เพื่อตรวจสอบ
ความชัดเจน ความเข้าใจ และความสมบูรณ์ของแบบฝึก ผลปรากฏว่าแบบฝึกมีความชัดเจนและ
สมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ของแบบฝึกตามเกณฑ์ 80/80 ต่อไป

7. นำแบบฝึกมาจัดพิมพ์เป็นฉบับที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทำการทดลองขั้นตอนภาค
สนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์ 80/80 และประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้

8. ขั้นตอนทดสอบภาคสนาม ผู้วิจัยนำแบบฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ใช้เวลาในการทดลองฝึก สัปดาห์ละ 2 แบบฝึก แบบฝึกละ 2 คาบ โดยแยกเป็นขั้นของการทำแบบฝึก 1 คาบ ขั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อหาความคิดรวบยอด และขั้นการทดสอบหลังการฝึก(posttest) 1 คาบ ใช้เวลาคาบละ 50 นาที ในช่วงของการศึกษาอิสระ รวมเวลาในการทดลองฝึกทั้งหมด 10 คาบ ดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 8 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2542 โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร จำนวน 26 คน ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้

(1) ทดสอบก่อนการฝึก (Pretest) โดยนำแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนทำการฝึก สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนการฝึก (Pretest) ก่อนดำเนินการฝึก 1 อาทิตย์ ใช้เวลาในการทดสอบ ชุดละ 20 นาที ระหว่างวันที่ 8 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2542

(2) นำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปดำเนินการฝึกกับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งละ 1 ชุด ตั้งแต่ชุดที่ 1-5 ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการฝึกชุดละ 50 นาที และก่อนทำการฝึกแต่ละชุดผู้วิจัยจะแจ้งผลการสอบก่อนฝึก(pretest)ให้นักเรียนทราบเพื่อเป็นการจูงใจให้นักเรียนตั้งใจทำแบบฝึก

สำหรับวิธีการฝึกดำเนินการดังนี้

(2.1) ครูให้นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นเนื้อหาด้วยตนเองประมาณ 5 - 10 นาที

(2.2) หลังจากที่นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ก็ให้นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึก จนกระทั่งหมดเวลา 50 นาที

(2.3) ภายหลังจากนักเรียนทำกิจกรรมแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที

(3) ทดสอบหลังการทดลอง(Posttest) ภายหลังจากการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการแล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ชุดเดิมไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบทันทีหลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ความคิดรวบยอดที่ถูกต้องแล้ว ใช้เวลาดำเนินการสอบหลังฝึก(posttest) 20 นาที และเฉลยให้นักเรียนทราบผลทันทีหลังจาก

นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเพื่อให้ นักเรียนทราบผลความก้าวหน้าของตนหลังได้รับการฝึกทักษะ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนมีความตั้งใจและกระตือรือร้นในการทำแบบฝึกชุดต่อไป

9. นำผลการทดลองฝึกภาคสนามมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 คือ

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแบบฝึกได้ถูกต้อง

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้องภายหลังที่จบการฝึกแล้ว

10. ศึกษาประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ หรือ ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการฝึก โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังการฝึก (Pretest-Posttest) ของแต่ละชุดของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของแบบฝึก ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

การหาเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรกดำเนินการดังนี้

- (1) รวมคะแนนแบบฝึกที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ตอบถูกต้องทั้งหมด
- (2) หาค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกทักษะ
- (3) คิดค่าเฉลี่ยที่หาได้เป็นร้อยละ

การหาเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลังดำเนินการดังนี้

- (1) รวมคะแนนจากการทดสอบหลังฝึกทักษะของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
- (2) หาค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังฝึกทักษะ
- (3) คิดค่าเฉลี่ยที่หาได้เป็นร้อยละ

2. การหาความก้าวหน้าก่อนฝึก และหลังฝึก ดำเนินการดังนี้

- 2.1 หาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนการฝึกทักษะที่นักเรียนตอบถูกต้องทั้งหมด
- 2.2 หาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการฝึกทักษะที่นักเรียนตอบถูกต้องทั้งหมด
- 2.3 เปรียบเทียบหาความก้าวหน้าด้วยการใช้ t-test Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73.)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนน
	N	แทน	จำนวนครูผู้สอนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79.)

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

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249 ; อ้างอิงจาก Rowinelli and Hambleton. 1977.)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 การหาค่าความยากง่าย ใช้สูตรการคำนวณดังนี้(ล้วน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2539 : 184. ; อ้างอิงจาก Hopkins and Antes. 1985 : 249.)

$$P_E = \frac{N_r}{N_t}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	N_r	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N_t	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และ
อังคณา สายยศ. 2539 : 191. ; อ้างอิงจาก Cureton. 1657.)

$$D = \frac{U}{n_U} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_U	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการคำนวณของ KR.20

ดังนี้(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 215.)

$$r_n = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right]$$

เมื่อ	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
			เท่ากับ จำนวนนักเรียนที่ทำถูก/จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด = 1-p
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หาได้ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์.2533 : 27)

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดใน แบบฝึกได้ถูกต้อง

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบภายหลังที่จบการฝึกแล้ว

4. สถิติในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t-Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 104.) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$df = N-1$$

เมื่อ	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนก่อนฝึกและหลังฝึกของนักเรียนแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\bar{X}_{pre}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
$\bar{X}_{post}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
$\bar{D}$	แทน	ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนฝึกและหลัง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
t	แทน	ค่าสถิติในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อน และหลังฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นตอน ๆ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
3. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

5. วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างก่อนและหลังการฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ
ที่ได้จากการทดสอบก่อนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบทดสอบชุดที่	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
1	26	20	9.96	2.62	49.81
2	26	20	9.58	3.60	47.88
3	26	20	6.92	2.91	34.62
4	26	20	9.54	2.55	47.69
5	26	20	10.62	2.42	53.08

จากตาราง 1 พบว่า ผลจากการทดสอบก่อนฝึกด้วยแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ชุด มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 6.92 – 10.62 มีค่าความเบี่ยงมาตรฐานตั้งแต่ 2.42 – 3.60 และมีค่าร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนฝึกได้ถูกต้องเท่ากับร้อยละ 34.62 – 53.08 เมื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ชุด ปรากฏว่าคะแนนจากการทดสอบก่อนฝึกด้วยแบบทดสอบชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 10.62 และคะแนนจากแบบทดสอบก่อนฝึกด้วยแบบทดสอบชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 6.92

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ **ชั้น**
บูรณาการ **ที่ได้จากการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ**

ตาราง 2 **ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ**
ที่ได้จากการฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกชุดที่	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
1	26	54	51.69	4.05	95.72
2	26	20	18.37	2.75	91.34
3	26	37	32.81	3.48	88.67
4	26	80	75.27	5.90	94.08
5	26	47	43.25	4.48	92.02

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนจากการฝึกด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ชุด มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 18.37 – 75.27 คะแนน โดยที่คะแนนเต็มของแบบ
ฝึกแต่ละฉบับไม่เท่ากัน ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าตั้งแต่ 2.75 – 5.90 และเมื่อคิดเป็น
ค่าร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบฝึกได้ถูกต้องพบว่า คะแนนจากแบบฝึกทั้ง 5 ชุด มีค่าตั้งแต่
ร้อยละ 88.67 – 95.72 แสดงว่าทุกแบบฝึกนักเรียนทำคะแนนได้เกินเกณฑ์ที่กำหนด

3. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น
 บุรณาการ ที่ได้จากการทดสอบหลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น
 บุรณาการ

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบุรณาการ ที่ได้
 จากการทดสอบหลังฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบุรณาการ

แบบทดสอบชุดที่	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
1	26	20	17.5	2.04	87.5
2	26	20	17.12	2.37	85.58
3	26	20	16.54	2.61	82.69
4	26	20	17.00	2.21	85.00
5	26	20	17.73	2.41	88.65

จากตาราง 3 พบว่า ผลจากการทดสอบหลังฝึกด้วยแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบุรณาการทั้ง 5 ชุด มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 16.54 – 17.73 มีค่าความเบี่ยงมาตรฐานตั้งแต่ 2.04 – 2.61 และมีค่าร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังฝึกได้ถูกต้องเท่ากับร้อยละ 82.69 – 88.65 แสดงว่าหลังการฝึกนักเรียนทำคะแนนจากแบบทดสอบได้เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกชุด เมื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบุรณาการ ทั้ง 5 ชุดปรากฏว่าคะแนนจากการทดสอบหลังฝึกด้วยแบบทดสอบชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 17.73 และคะแนนจากแบบทดสอบหลังฝึกด้วยแบบทดสอบชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 16.54

4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น บูรณาการ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะ และคะแนนจากแบบทดสอบหลังฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ มาหาประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้ค่าร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ได้ถูกต้อง / ค่าร้อยละของคะแนนหลังการฝึกจากแบบทดสอบย่อย เพื่อประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่	ทักษะ	ประสิทธิภาพของแบบฝึก
1	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	95.72 / 87.50
2	การตั้งสมมติฐาน	91.34 / 85.58
3	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	88.67 / 82.69
4	การทดลอง	94.08 / 85.00
5	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	92.02 / 88.65

จากตาราง 4 พบว่าแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพของแบบฝึกดังนี้ แบบฝึกชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีประสิทธิภาพของแบบฝึก เท่ากับ 95.72 / 87.50 แบบฝึกชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน มีประสิทธิภาพของแบบฝึก เท่ากับ 91.34 / 85.58 แบบฝึกชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพของแบบฝึก เท่ากับ 88.67 / 82.69 แบบฝึกชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง มีประสิทธิภาพของแบบฝึก เท่ากับ 94.08 / 85.00 แบบฝึกชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีประสิทธิภาพของแบบฝึก เท่ากับ 92.02 / 88.65 แสดงว่าแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของแบบฝึกสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 ทั้ง 5 ทักษะ

5. วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึก ระหว่างก่อนและหลังการฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

เพื่อยืนยันความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนโดยใช้ค่าสถิติ t-Dependent ได้ผลดังตาราง 5

ตารางที่ 5 ค่าสถิติเพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังฝึกด้วยแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	$\bar{X}_{pre}$	$\bar{X}_{post}$	t
1.ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	9.96	17.5	23.57**
2.ทักษะการตั้งสมมติฐาน	9.58	17.12	13.58**
3.ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	6.92	16.54	27.04**
4.ทักษะการทดลอง	9.54	17.00	19.78**
5.ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	10.62	17.73	22.92**

$$t(df=25, \alpha=.01) = 2.787$$

จากตาราง 5 พบว่าค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ก่อนและหลังการฝึก ทั้ง 5 ชุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้วยแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ เพิ่มขึ้น นั่นคือ แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง
สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัด
สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2541 จำนวน 26 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่

1. แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้
เป็นแบบทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ
จำนวนทั้งหมด 5 ชุด ชุดละ 20 ข้อ ได้แก่

แบบทดสอบชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

แบบทดสอบชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน

แบบทดสอบชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

แบบทดสอบชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง

แบบทดสอบชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ซึ่งจะประกอบไปด้วยแบบ
ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 แบบฝึก คือ

แบบฝึกชุดที่ 1 ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

แบบฝึกชุดที่ 2 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน

แบบฝึกชุดที่ 3 ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

แบบฝึกชุดที่ 4 ด้านทักษะการทดลอง

แบบฝึกชุดที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ซึ่งในแบบฝึกแต่ละตอนจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา ตัวอย่าง และส่วนที่เป็นคำถามเพื่อฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึก เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในวิชา ว.101 ว.102 ว.203 และ ว.204 บทที่ 10 และ 11

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของแบบฝึก ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

การหาเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรกดำเนินการดังนี้

- (1) รวมคะแนนแบบฝึกที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ตอบถูกทั้งหมด
- (2) หาค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกทักษะ
- (3) คิดค่าเฉลี่ยที่หาได้เป็นร้อยละ

การหาเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลังดำเนินการดังนี้

- (1) รวมคะแนนจากการทดสอบหลังฝึกทักษะของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
- (2) หาค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังฝึกทักษะ
- (3) คิดค่าเฉลี่ยที่หาได้เป็นร้อยละ

2. การหาความก้าวหน้าก่อนฝึก และหลังฝึก ดำเนินการดังนี้

- 2.1 หาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนการฝึกทักษะที่นักเรียนตอบถูกทั้งหมด
- 2.2 หาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการฝึกทักษะที่นักเรียนตอบถูกทั้งหมด
- 2.3 เปรียบเทียบหาความก้าวหน้าด้วยการใช้ t-test Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ว่าแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ชุดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร โดยที่แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพของแบบฝึกสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน $80 / 80$ และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึก (t-dependent) ทุกชุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ โดยแยกได้ดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1 แบบฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ $95.72 / 87.50$ และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึก (t-dependent) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แบบฝึกชุดที่ 2 แบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน มีประสิทธิภาพของแบบฝึก ตามเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ $91.34 / 85.58$ และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึก (t-dependent) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แบบฝึกชุดที่ 3 แบบฝึกทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ $88.67 / 82.69$ และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึก (t-dependent) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แบบฝึกชุดที่ 4 แบบฝึกทักษะการทดลอง มีประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ $94.08 / 85.00$ และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึก (t-dependent) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แบบฝึกชุดที่ 5 แบบฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีประสิทธิภาพของแบบฝึก ตามเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ $92.02 / 88.65$ และค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึก (t-dependent) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ โดยใช้แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อนำไปทดลองใช้ พบว่าเป็นแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชบุรณบุรี สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้วิจัยสร้างแบบฝึกโดยคำนึงถึงหลักจิตวิทยา เช่น ประการแรก ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความสามารถและความสนใจต่างกัน จึงสร้างแบบฝึกที่ไม่ยากและง่ายเกินไป และมีความหลากหลายในแบบฝึก ประการที่สองผู้วิจัยยังคำนึงถึงการจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ประการที่สามผู้วิจัยสร้างแบบฝึกที่สั้นเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย และประการที่สี่ผู้วิจัยได้คำนึงถึงกฎแห่งผล คือ ให้ผู้เรียนได้ทราบผลของการทำกิจกรรมในแบบฝึกได้รวดเร็ว นั่นก็คือ การให้นักเรียนดูเฉลยหลังจากทำแบบฝึกเสร็จ ซึ่งนอกจากทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการกระทำของตนแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับนักเรียนอีกด้วยเป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรย์ (2523 : 52-62) และนิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบฝึกที่ดีต้องอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ทางด้านจิตวิทยาเป็นหลักสำคัญ

2. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบฝึกที่ได้สร้างจากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ประจำอยู่ที่โรงเรียนวัดราชบุรณบุรี สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ซึ่งทำให้ผู้วิจัยเข้าใจพื้นฐานของนักเรียนในโรงเรียนและทำให้สามารถสร้างแบบฝึกได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชบุรณบุรี ทั้งทางด้าน ภาษา วัฒนธรรม ความเป็นอยู่ของท้องถิ่น เนื้อหาวิชา ความรู้และทักษะพื้นฐาน และการกำหนดกิจกรรมในแบบฝึก ซึ่งสอดคล้องกับบททศ (Butts. 1974 : 2) ที่ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน ประการหนึ่งว่า ควรคำนึงว่าแบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ ซึ่งแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเหมาะสมตามที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

3. ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการขึ้น โดยนำหลักการสร้างของ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา(2529 : 149-151) และบททศ (Butts. 1974 : 85) ตามขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่หนึ่ง คือ การเขียนโครงร่างของแบบฝึก ขั้นตอนที่สอง

กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก และขั้นตอนที่สามกำหนดกิจกรรมของแบบฝึกโดยคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ จึงทำให้แบบฝึกที่สร้างขึ้น เป็นแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพ

4. ในการศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์ 80/80 ตามขั้นตอนของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2533 : 27) ที่ได้เสนอไว้ว่า มีการขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ขั้นที่ 2 การทดสอบแบบกลุ่ม และขั้นที่ 3 การทดสอบกับกลุ่มทดลอง ซึ่งทำให้การหาประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าว ได้ผลที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ

5. ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นที่น่าเชื่อถือได้ เพราะว่า ผลประสิทธิภาพของแบบฝึกส่วนหนึ่งได้มาจากคะแนนจากแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ผ่านการทดลองหาคุณภาพ มาแล้วทำให้ผลคะแนนที่ได้เป็นที่น่าเชื่อถือซึ่งสอดคล้องกับล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2538 : 192) ที่กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น เมื่อสร้างเสร็จแล้วจะต้องนำไปตรวจสอบคุณภาพก่อนว่าดีเพียงพอ และสามารถนำไปเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิจัยได้แล้วหรือยัง ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพไม่ดี ข้อมูลที่เก็บมาได้ก็จะไม่น่าเชื่อถือ และการศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกผู้วิจัยได้ทดลองหาประสิทธิภาพโดยการควบคุมด้วยตนเองทุกกระบวนการ ทำให้ผลของแบบฝึกเป็นที่น่าเชื่อถือได้

6. คะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นผลมาจากนักเรียนทำแบบฝึกทักษะแล้ว เกิดพัฒนาการเรียนรู้ในทักษะที่ได้ฝึก รู้และเข้าใจในทักษะที่ฝึกได้มากยิ่งขึ้น ทำให้การทำแบบทดสอบหลังการฝึกมีค่าระดับคะแนนที่สูงขึ้น จากค่าระดับคะแนนของการทำแบบทดสอบก่อนการฝึก ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ เขาวนีย์ เกิดเพทวงศ์ (2524 : 23) ที่กล่าวไว้ว่า แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้ นักเรียนเกิดทักษะที่พึงปรารถนามากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำแบบฝึกไปใช้

1. ครูผู้สอนควรควบคุมนักเรียนไม่ให้ดูเฉลย ก่อนการทำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ เพราะนักเรียนจะไม่ได้ได้รับความรู้จากการทำแบบฝึกอย่างแท้จริง อาจแก้ปัญหาด้วยการแยกชุดเฉลยออกจากแบบฝึก สำหรับในโรงเรียนที่มีความพร้อม อาจสร้างแบบฝึกในคอมพิวเตอร์เพราะจะช่วยลดปัญหาการแอบดูเฉลยได้
2. ในการนำแบบฝึกไปใช้ ครูผู้สอนและนักเรียนควรร่วมกันในการอภิปรายเพื่อหาความคิดรวบยอดหลังจากนักเรียนทำแบบฝึก
3. เวลาที่ใช้ในการฝึกควรใช้เวลาตามที่แบบฝึกกำหนด ไม่ควรน้อยหรือมากเกินไป อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการฝึกทักษะไม่ดีพอ และนักเรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายได้
4. แบบฝึกอาจจะมีเกมขึ้นนำ หรือ กิจกรรมเสริมสร้างความสนุกก่อนที่จะเริ่มทำแบบฝึก หรือหลังจากทำแบบฝึกทักษะเสร็จ เพื่อสร้างความสนใจที่เหมาะสมวัยของเด็กและลดความเครียดในการทำแบบฝึกทักษะ
5. ควรวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานก่อนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการด้วยแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้าพบว่านักเรียนมีพื้นฐานไม่ดีพอควรมีการสอนเสริมก่อน

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในระดับชั้นอื่น ๆ นอกจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ควรมีการศึกษาค้นคว้าของการนำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น ศึกษาว่าเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่
3. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- เชมิกาญจน์ ทองมา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.อัดสำเนา.
- ชาญชัย ภวิตรังสิมา และ เชิดวิทย์ ฤทธิ์ประสาน. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : 2523.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.อัดสำเนา.
- เขาวนีย์ เกิดเพทางค์. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แบบฝึก กับไม่ใช้แบบฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. สื่อการสอนระดับประถมศึกษา. หน่วย 14, พิมพ์ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิธีราช, 2533.
- _____. ชุดการสอนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิธีราช , 2528.
- นิตยา ฤทธิโยธี. "การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ" เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตบพิตรพิมุข มหาเมฆ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2527.อัดสำเนา.
- นิตยา วิชัยดิษฐ์. การศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2538.อัดสำเนา.

เปรมวดี รักษาดี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้
ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539. จัดสำเนา.

พรสวรรค์ คำบุญ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คำยากของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้แบบฝึก โรงเรียนร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. จัดสำเนา.

พัชรา จิตรพิชิต. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยา
ศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนว สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ
: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2537. จัดสำเนา.

พึงใจ สันธวานนท์ และคนอื่นๆ. โครงการสอนแบบจุลภาค ตอนที่ 1 : การจัดการสอนแบบ
จุลภาค. หน่วยศึกษานิเทศ, กรมการฝึกหัดครู, 2520.

ภพ เลานไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

มหาวิทยาลัยของรัฐ, ทบวง. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
ทบวง, 2525.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2525. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
อักษรเจริญทัศน์, 2531.

ละเจียด ธีระอนันต์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นผสม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิควิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.

_____. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก, 2539.

สุดา บุญยไวยโรจน์. "การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา" เอกสารการฝึก
อบรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการประถม
ศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกลุ่มสร้างเสริม
ประสบการณ์ชีวิต. สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2536.

_____. การวัดผลประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. สำนักงาน
คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2536.

วิชชุดา งามอักษร. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541. จัดสำเนา.

วีระ ไทยพานิช. โสตทัศนศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

วรรณทิพา รอดแรงแก้วและ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์, 2532.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่อง วลี ในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. จัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คำสั่งที่ วก. 612/2533 เรื่องให้ใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ลงวันที่ 10 สิงหาคม 2533.

_____กรมวิชาการ.สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีการศึกษา2536. กรุงเทพฯ : 2536.

_____หน่วยศึกษานิเทศ. ชุดการสอนการปลูกฝัง และสร้างเสริมค่านิยมพื้นฐาน เรื่องการสอนรักชาติ. กรุงเทพฯ : ครูสภา , 2529.

_____หน่วยศึกษานิเทศ.กรมสามัญศึกษา. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 สังกัดกรมสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ : 2531.

ไฉจิกานต์ ศรีวิเชียร. การเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540. จัดสำเนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2526.

_____เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2535.

สมจิต สวณไพบูลย์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2535.

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ
: ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

สุนีย์ ขวัญศิริ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการนำเสนอผลงานทางวิทยา
ศาสตร์และความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบ
ฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2536. จัดสำเนา.

สุนีย์ คล้ายนิล และคนอื่นๆ. เอกสารประกอบการอบรมครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์
ชีวิต เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เน้นกระบวนการทางวิทยา
ศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ , กรมการฝึกหัด
ครู. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2535.

สุมาลี ดำรงชัย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบ
ฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2537. จัดสำเนา.

สุรสิงห์ นิรชร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 . ม.ป.ท. , 2527.

สุรีย์ สุธาสิโนบล. การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541. จัดสำเนา.

สุนทรี วิวัฒนพันธุ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัด
สินใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครง
งานวิทยาศาสตร์ ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535. จัดสำเนา.

อัจนรา ชีวพันธ์ และคนอื่นๆ. หลักภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ : บรรณกิจการ
พิมพ์ , 2532.

Butts, David. The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide. New York :
Harper & Row , 1974.

- Gable, Dorothe L. and Peter A. Rubba. " The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Attitude Toward Science and Science Teaching, and Process Skill Proficiency, " *Science Education*. 61 (4) : 503-571; October- December, 1977.
- Hareess, J.H. " The Two Meaning of Mathematices" , A Hand of Programmed Learning. p. 93-94. India : Anand Press, n.d.
- Jacknicke, Kenneth Gordon. "A Comparision of Teacher and Student Outcome of Science-A Process Approach and Alternative Program in Selected Grade Two Classroom",*Dissertation Abstracts International*. 36(5) : 2730 A ; November,1975.
- Klag, William Prentiss. " Effect of Science Materials and Equipment Instructing on Preservice Elementary Teachers Attitudes Knowledge, and of Science Equipment", *Dissertation Abstracts International*. 51(6) : 1983-A ; December, 1990.
- Padilla, Michael J. and other. "The Relationship Between Science Process Skill and Formal Thinking Abilities," *Journal of Research in Science Teaching*. 20 : 277-287 ; March, 1984.
- Riley, Josept Philip. "The Effect of Science Process Traning on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science , Attitudes Towards Science and Science Teaching", *Dissertation Abstracts International*. 35 : 5152-A ; February, 1975.
- Roth,Wolff Micheal and Roychoudhury Anita. "The Development of Science Process Skill in Authentic ontexts" *Jonal of Research in Science Teaching*. 30(2) : 127-152 ; February,1993.
- Starwitz, M. Barbara and Mark R. Malone. "Preservice Teacher Acquisition and Retention of Integrated Science Process Skill : A Comparision of Teacher - directed and Self - Instructional Stratgies", *Jonal of Research in Science Teaching*. 24(1) : 53-60 ; January, 1987.

ภาคผนวก ก.
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงในการสร้างแบบฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

1. อาจารย์ชวลิต รวยหาจิณ

ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์นฤมล รวยดี

โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม

3. อาจารย์อรพินท์ เจริญผล

โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม

ภาคผนวก ข.

ค่าสถิติจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 6 คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	7	
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	
5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	7	
6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8	
7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8	
8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8	
9	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	8	
10	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9
11	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	
12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	10	
13	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	
14	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	11	
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	12	
16	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	13	
17	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
18	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	15	
19	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	16	
20	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	16	
21	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	16	
22	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	17	
23	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	17	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	
25	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	18	
26	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	18	
27	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21	
28	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21	
29	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	22	
30	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	
รวม	9	7	6	17	4	17	12	9	11	20	19	10	22	9	9	5	23	18	17	7	9	11	12	13	10	23	19	14	11	13	386	
ถูกกลุ่มสูง	4	4	2	9	2	7	5	3	5	9	10	4	10	5	5	3	9	9	9	3	7	8	8	8	4	10	9	7	6	7		
ถูกกลุ่มต่ำ	2	0	1	3	1	3	3	3	3	3	5	2	3	1	0	2	4	4	2	1	0	0	1	0	2	6	6	3	1	2		
ผลต่าง	2	4	1	6	1	4	2	0	2	6	5	2	7	4	5	1	5	5	7	2	7	8	7	8	2	4	3	4	5	5		

ตาราง 7 ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบย่อย
เพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการกำหนดและการ
ควบคุมตัวแปร

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
1	0.3	0.20	15.12	คัดเลือกไว้
2	0.233	0.40	15.92	คัดออก
3	0.20	**0.10	16.36	ตัดทิ้ง
4	0.566	0.60	12.32	คัดเลือกไว้
5	**0.133	**0.10	17.44	ตัดทิ้ง
6	0.566	0.40	12.32	คัดเลือกไว้
7	0.4	0.20	14	คัดเลือกไว้
8	0.3	**0	15.12	ตัดทิ้ง
9	0.366	0.20	14.36	คัดเลือกไว้
10	0.666	0.60	11.28	คัดเลือกไว้
11	0.633	0.50	11.64	คัดเลือกไว้
12	0.333	0.20	14.72	คัดเลือกไว้
13	0.733	0.70	10.52	คัดเลือกไว้
14	0.3	0.40	15.12	คัดออก
15	0.3	0.50	15.12	คัดออก
16	**0.166	**0.10	16.88	ตัดทิ้ง
17	0.766	0.50	10.08	คัดเลือกไว้
18	0.6	0.50	12	คัดเลือกไว้
19	0.566	0.70	12.32	คัดเลือกไว้
20	0.233	0.20	15.92	คัดออก
21	0.3	0.70	15.12	คัดออก
22	0.366	0.80	14.36	คัดเลือกไว้
23	0.4	0.70	14	คัดเลือกไว้
24	0.433	0.80	13.68	คัดเลือกไว้

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
25	0.333	0.20	14.72	คัดออก
26	0.766	0.40	10.08	คัดเลือกไว้
27	0.633	0.30	11.64	คัดเลือกไว้
28	0.466	0.40	13.56	คัดเลือกไว้
29	0.366	0.50	14.36	คัดเลือกไว้
30	0.433	0.50	13.68	คัดเลือกไว้

คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29 และ ข้อที่ 30 ได้ค่าความยากมาตรฐานทั้งฉบับ 12.802

ตาราง 8 คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	
3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
4	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	9	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	9	
7	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	9	
8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	
9	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	9	
10	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	11	
11	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	12	
12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	12
13	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	12	
14	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
15	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	13	
16	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	14
17	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	14
18	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	14
19	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	15	
20	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	15	
21	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	15	
22	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	16
23	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	17	
24	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	18
25	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	19
26	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	22
27	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	23
28	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	24	
29	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	25	
30	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	
รวม	6	17	17	13	19	11	18	12	17	15	19	15	13	23	12	15	9	12	16	10	14	14	13	7	14	15	16	9	19	7	417	
ถูกกลุ่มสูง	3	8	8	7	10	7	9	7	8	5	9	9	6	9	8	7	3	6	8	3	7	7	7	3	7	9	8	5	9	3		
ถูกกลุ่มต่ำ	3	3	4	3	3	0	1	1	5	4	4	2	3	6	1	1	4	2	1	6	2	2	3	3	3	2	0	1	3	2		
ผลต่าง	0	5	4	4	7	7	8	6	3	1	5	7	3	3	7	6	-1	4	7	-3	5	5	4	0	4	7	8	4	6	1		

ตาราง 9 ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ
ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการ
ตั้งสมมติฐาน

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
1	0.2	**0	16.36	ตัดทิ้ง
2	0.566	0.50	12.32	คัดเลือกไว้
3	0.566	0.40	12.32	คัดเลือกไว้
4	0.433	0.40	13.68	คัดเลือกไว้
5	0.633	0.70	11.64	คัดเลือกไว้
6	0.366	0.70	14.36	คัดออก
7	0.60	0.80	12	คัดเลือกไว้
8	0.40	0.60	14	คัดเลือกไว้
9	0.566	0.30	12.32	คัดเลือกไว้
10	0.5	**0.10	13	ตัดทิ้ง
11	0.633	0.50	11.64	คัดเลือกไว้
12	0.5	0.70	13	คัดเลือกไว้
13	0.433	0.30	13.68	คัดเลือกไว้
14	0.766	0.30	10.08	คัดเลือกไว้
15	0.4	0.70	14	คัดออก
16	0.5	0.60	13	คัดเลือกไว้
17	0.3	** -0.10	15.12	ตัดทิ้ง
18	0.4	0.40	14	คัดออก
19	0.533	0.70	12.64	คัดเลือกไว้
20	0.333	** -0.30	14.72	ตัดทิ้ง
21	0.466	0.50	13.56	คัดเลือกไว้
22	0.466	0.50	13.56	คัดเลือกไว้
23	0.433	0.40	13.68	คัดเลือกไว้
24	0.233	**0	15.92	ตัดทิ้ง

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
25	0.466	0.40	13.56	คัดเลือกไว้
26	0.5	0.70	13	คัดเลือกไว้
27	0.533	0.80	12.64	คัดเลือกไว้
28	0.3	0.40	15.12	คัดออก
29	0.633	0.60	11.64	คัดเลือกไว้
30	0.233	**0.10	15.92	ตัดทิ้ง

คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27 และ ข้อที่ 29 ได้ค่าความยากมาตรฐานทั้งฉบับ 12.698

ตาราง 10 คะแนนผลทดสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม	
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	
3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	
4	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	
5	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	7	
6	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	7	
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	7	
8	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	
9	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	7	
10	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	7
11	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7
12	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
13	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	8
14	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9
15	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
16	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
17	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
18	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	9
19	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
20	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	
21	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	11
22	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	11
23	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	12
24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	12	
25	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	12	
26	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	13	
27	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	14	
28	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	14	
29	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	14	
30	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	23	
รวม	5	12	12	12	12	14	16	12	9	13	11	9	11	9	3	10	8	3	4	7	11	12	9	6	8	13	7	7	9	13	287	
ถูกกลุ่มสูง	2	5	5	6	6	4	7	5	4	7	5	5	6	5	1	7	5	1	0	3	5	6	7	3	4	6	3	1	6	6		
ถูกกลุ่มต่ำ	1	2	2	2	3	4	4	2	2	2	3	1	2	2	2	3	2	1	1	1	2	3	1	1	1	3	4	2	2	3		
ผลต่าง	1	3	3	4	3	0	3	3	2	5	2	4	4	3	-1	4	3	0	-1	2	3	3	6	2	3	3	-1	-1	4	3		

ตาราง 11 ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ
ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการนิยามเชิง
ปฏิบัติการ

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
1	**0.166	**0.100	16.88	ตัดทิ้ง
2	0.4	0.30	14	คัดเลือกไว้
3	0.4	0.30	14	คัดเลือกไว้
4	0.4	0.40	14	คัดเลือกไว้
5	0.4	0.30	14	คัดเลือกไว้
6	0.466	**0	13.56	ตัดทิ้ง
7	0.533	0.30	12.64	คัดเลือกไว้
8	0.4	0.30	14	คัดเลือกไว้
9	0.3	0.20	15.12	คัดเลือกไว้
10	0.433	0.50	13.68	คัดเลือกไว้
11	0.366	0.20	14.36	คัดเลือกไว้
12	0.3	0.40	15.12	คัดเลือกไว้
13	0.366	0.40	14.36	คัดเลือกไว้
14	0.3	0.30	15.12	คัดเลือกไว้
15	**0.1	** -0.10	18.12	ตัดทิ้ง
16	0.333	0.40	14.72	คัดเลือกไว้
17	0.266	0.30	15.48	คัดเลือกไว้
18	**0.1	**0	18.12	ตัดทิ้ง
19	**0.133	** -0.10	17.44	ตัดทิ้ง
20	0.233	0.20	15.92	คัดออก
21	0.366	0.30	14.36	คัดเลือกไว้
22	0.4	0.30	14	คัดเลือกไว้
23	0.3	0.60	15.12	คัดเลือกไว้
24	0.2	0.20	16.36	คัดออก

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
25	0.266	0.30	15.48	คัดออก
26	0.433	0.30	13.68	คัดเลือกไว้
27	0.233	** -0.10	15.92	ตัดทิ้ง
28	0.233	** -0.10	15.92	ตัดทิ้ง
29	0.3	0.40	15.12	คัดเลือกไว้
30	0.433	0.30	13.68	คัดเลือกไว้

คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 26, 29 และ ข้อที่ 30 ได้ค่าความยากมาตรฐานทั้งฉบับ 14.328

ตาราง 12 คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการทดลอง

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	7
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	7
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7
7	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	8
8	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	8
9	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8
10	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	8
11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	8
12	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	9
13	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	9
14	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	9
15	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	9
16	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	10
17	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	10
18	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	11
19	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	11
20	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	12
21	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	12
22	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	12
23	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	14
24	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	14
25	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	14
26	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	15
27	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16
28	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	16
29	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	16
30	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	16
รวม	17	17	10	2	20	9	8	5	13	15	7	16	7	10	5	7	16	8	12	5	5	18	13	8	14	12	10	7	4	11	311
ถูกกลุ่มสูง	7	6	2	0	9	4	4	5	6	6	5	7	3	7	2	5	8	5	8	1	2	7	7	4	5	3	6	5	1	5	
ถูกกลุ่มต่ำ	5	5	1	1	3	1	1	0	3	1	1	2	1	1	3	0	2	2	2	0	2	2	4	2	3	2	1	1	3	5	
ผลต่าง	2	1	1	-1	6	3	3	5	3	5	4	5	2	6	1	5	6	3	6	1	0	5	3	2	2	1	5	4	-2	0	

ตาราง 13 ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ
ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการทดลอง

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
1	0.566	0.20	12.32	คัดเลือกไว้
2	0.566	**0.10	12.32	ตัดทิ้ง
3	0.333	**0.10	14.72	ตัดทิ้ง
4	**0.066	** -0.10	19.04	ตัดทิ้ง
5	0.666	0.60	11.28	คัดเลือกไว้
6	0.3	0.30	15.12	คัดเลือกไว้
7	0.266	0.30	15.48	คัดเลือกไว้
8	**0.166	0.50	16.88	ตัดทิ้ง
9	0.433	0.30	13.68	คัดเลือกไว้
10	0.5	0.50	13	คัดเลือกไว้
11	0.233	0.40	15.92	คัดเลือกไว้
12	0.533	0.50	12.64	คัดเลือกไว้
13	0.233	0.30	15.92	คัดเลือกไว้
14	0.333	0.60	14.72	คัดเลือกไว้
15	**0.166	** -0.10	16.88	ตัดทิ้ง
16	0.233	0.50	15.92	คัดเลือกไว้
17	0.533	0.60	12.64	คัดเลือกไว้
18	0.266	0.30	15.48	คัดเลือกไว้
19	0.4	0.60	14	คัดเลือกไว้
20	**0.166	**0.10	16.88	ตัดทิ้ง
21	**0.166	**0	16.88	ตัดทิ้ง
22	0.6	0.50	12	คัดเลือกไว้
23	0.433	0.30	13.68	คัดเลือกไว้
24	0.266	0.20	15.48	คัดเลือกไว้
25	0.466	0.20	13.56	คัดเลือกไว้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
26	0.4	**0.10	14	ตัดทิ้ง
27	0.333	0.50	14.72	คัดเลือกไว้
28	0.233	0.40	15.92	คัดเลือกไว้
29	**0.133	** -0.20	17.44	ตัดทิ้ง
30	0.366	**0	14.36	ตัดทิ้ง

คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 27 และ ข้อที่ 28 ได้ค่าความยากมาตรฐานทั้งฉบับ 14.174

ตาราง 14 คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4
2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
3	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
4	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
5	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
6	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
7	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	10
8	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10
9	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10
10	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	11
11	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	12
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
13	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
14	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	14
15	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	15
16	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	16
17	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	16
18	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	16
19	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	17
20	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	18
21	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	18
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	21
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	21
24	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	22
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	22
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	23
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	24
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	24
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	25
30	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	21
รวม	22	15	17	22	27	22	25	22	13	2	3	16	24	24	8	8	20	12	12	13	12	11	16	6	12	8	14	15	17	10	
ถูกกลุ่มสูง	9	10	9	10	10	10	10	10	7	2	2	8	10	10	2	5	9	9	6	5	8	6	8	4	6	6	8	6	8	5	
ถูกกลุ่มต่ำ	7	4	3	5	7	3	6	4	2	0	0	3	5	5	4	1	3	0	0	2	0	1	3	0	2	1	1	3	2	1	
ผลต่าง	2	6	6	5	3	7	4	6	5	2	2	5	5	5	2	4	6	9	6	3	8	5	5	4	6	5	7	5	6	4	

ตาราง 15 ค่าความง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ
ย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการตีความ
หมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
1	0.733	0.20	10.52	คัดเลือกไว้
2	0.500	0.60	13	คัดเลือกไว้
3	0.566	0.60	12.32	คัดเลือกไว้
4	0.733	0.50	10.52	คัดเลือกไว้
5	**0.900	0.30	7.88	ตัดทิ้ง
6	0.733	0.70	10.52	คัดเลือกไว้
7	**0.833	0.40	9.12	ตัดทิ้ง
8	0.733	0.60	10.52	คัดเลือกไว้
9	0.433	0.50	13.68	คัดเลือกไว้
10	**0.066	0.20	19.04	ตัดทิ้ง
11	**0.100	0.20	18.12	ตัดทิ้ง
12	0.533	0.50	12.64	คัดเลือกไว้
13	0.800	0.50	9.64	คัดเลือกไว้
14	0.800	0.50	9.64	คัดเลือกไว้
15	0.266	** -0.20	15.48	ตัดทิ้ง
16	0.266	0.40	15.48	คัดออก
17	0.666	0.60	11.28	คัดเลือกไว้
18	0.400	0.90	14	คัดเลือกไว้
19	0.400	0.60	14	คัดเลือกไว้
20	0.333	0.30	13.68	คัดเลือกไว้
21	0.400	0.80	14	คัดเลือกไว้
22	0.366	0.50	14.36	คัดออก
23	0.533	0.50	12.64	คัดเลือกไว้
24	0.200	0.40	16.36	คัดออก

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากมาตรฐาน	หมายเหตุ
25	0.400	0.60	14	คัดเลือกไว้
26	0.266	0.50	15.48	คัดออก
27	0.466	0.70	13.56	คัดเลือกไว้
28	0.500	0.50	13	คัดเลือกไว้
29	0.566	0.60	12.32	คัดเลือกไว้
30	0.333	0.40	14.72	คัดออก

ได้ จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28 และ ข้อที่ 29 ได้ค่าความยากมาตรฐานทั้งฉบับ 12.274

ตาราง 16 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	จำนวน ข้อสอบ	จำนวน คน	ค่าความเชื่อมั่น (r_H)
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	20	26	0.403
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	20	26	0.680
ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ	20	26	0.585
ทักษะการทดลอง	20	26	0.409
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	20	26	0.252

ตาราง 17 คะแนนจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ก่อนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ชุดที่		1	2	3	4	5
คะแนนเต็ม		20	20	20	20	20
1.ละมัย	สุวรรณยอด	9	9	6	13	10
2.รัชนี	สุกานนท์	8	5	4	6	11
3.รัชนี	ฉิมสะอาด	8	10	10	9	11
4.จันทิมา	ไกรทอง	15	16	10	14	12
5.ขจี	พัฒน์บุญเรือง	8	12	12	8	12
6.กำพล	พุ่มสุวรรณ	11	8	6	7	11
7.จันทิมา	กรเพชร	12	10	8	10	12
8.ขวัญตา	ปิ่นอำไพ	12	11	5	7	11
9.ศรศักดิ์	จินตนา	11	8	4	8	8
10.ชูเกียรติ	ไกรทอง	7	14	8	11	6
11.วรภรณ์	นิมมณี	11	9	5	8	11
12.กรรณิการ์	สิงห์บุญล	12	14	13	10	13
13.พรทิพย์	สิงห์บุญล	10	10	7	11	15
14.สมัย	จินาคม	7	7	8	7	10
15.จรรยาภรณ์	สุกานนท์	10	7	6	7	11
16.สุภาวดี	ไหมบุญหัย	15	14	7	11	13
17.จักรกฤษณ์	ชาวปากน้ำ	9	3	4	10	10
18.ปรารถนา	นิลดำ	9	15	6	14	12
19.ชาธิณี	ราชเจริญ	13	13	14	14	13
20.กำพล	คล้ายพิมพ์	8	10	7	9	7
21.พรชัย	รัตนสาม	8	6	3	8	6
22.จิราภรณ์	แซ่ลิ้ม	8	8	6	9	10
23.สุทน	นาคสังข์	9	6	4	6	12
24.บุญนำ	ศรีสุวรรณ	15	14	7	14	12
25.สนธยา	อุดมเศรษฐ์	5	4	3	9	5
26.การุณ	ฉิมสะอาด	9	6	7	8	12
คะแนนรวม		259	249	180	248	276
คะแนนเฉลี่ย		9.962	9.5769	6.923	9.53846	10.6153

ตาราง 17 (ต่อ)

ชุดที่	1	2	3	4	5
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.615	3.6019	2.9109	2.5492	2.4178
ร้อยละ	49.8076	47.8846	34.6153	47.692	53.0769

ตาราง 18 คะแนนจากแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ชุดที่		1	2	3	4	5
คะแนนเต็ม		54	20	37	80	47
1.ละม้าย	สุวรรณยอด	54	20	33.5	79.5	46
2.รัชนี	สุกานนท์	53	20	33.5	79.5	45
3.รัชนี	ฉิมสะอาด	54	20	34	80	46
4.จันทิมา	ไกรทอง	54	20	37	77	47
5.ขจี	พัฒน์บุญเรือง	54	18	34.5	79	42.5
6.กำพล	พุ่มสุวรรณ	52.5	19	34	74.5	41
7.จันทิมา	กรเพชร	54	20	35.5	77	47
8.ขวัญตา	ปิ่นอำไพ	53.5	20	35	79	46
9.ศรศักดิ์	จินตนา	41.5	15	32	71	31.5
10.ชูเกียรติ	ไกรทอง	52.5	17	33.5	73.5	44
11.วรรณ	นิมมณี	51	20	29.5	76	42
12.กรรณิการ์	สิงห์กุล	54	20	35.5	78.5	47
13.พรทิพย์	สิงห์กุล	51	20	34.5	78.5	45
14.สมัย	จินาคม	54	18	32.5	73	46
15.จรรยาภรณ์	สุกานนท์	54	20	34	78.5	45
16.สุภาวดี	ไหมบุญห่วย	53	20	35	77.5	45.5
17.จักรกฤษณ์	ชาวปากน้ำ	51	11	35	70	40.5
18.ปรารถนา	นิลดำ	54	20	34	77	46.5
19.ชาธิณี	ราชเจริญ	54	20	35.5	79.5	47
20.กำพล	คล้ายพิมพ์	48	18	31	56.5	31.5
21.พรชัย	รัตนสาม	54	15	31.5	80	45
22.จิราภรณ์	แซ่ลัม	54	20	31	77.5	44.5
23.สุทนต์	นาคสังข์	53	20	31	74.5	40
24.บุญนำ	ศรีสุวรรณ	53	19	34.5	77.5	46
25.สนธยา	อุดมเศรษฐ์	39.5	12	20	58.5	34.5
26.การุณ	ฉิมสะอาด	43.5	13	26	74	42.5
คะแนนรวม		1344	475	853	1957	1124.5

ตาราง 18 (ต่อ)

ชุดที่	1	2	3	4	5
คะแนนเฉลี่ย	51.69	18.27	32.81	75.27	43.25
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.05	2.75	3.48	5.908	4.48
ร้อยละ	95.72	91.34	88.67	94.08	92.02

ตาราง 19 คะแนนจากแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หลังการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่		1	2	3	4	5
คะแนนเต็ม		20	20	20	20	20
1.ละมัย	สุวรรณยอด	17	17	16	18	19
2.รัชนี	สุกานนท์	17	17	14	16	19
3.รัชนี	ฉิมสะอาด	18	18	19	18	19
4.จันทิมา	ไกรทอง	20	20	20	20	20
5.ขจี	พัฒน์บุญเรือง	16	17	19	16	18
6.กำพล	พุ่มสุวรรณ	19	16	16	14	15
7.จันทิมา	กรเพชร	20	19	18	19	20
8.ขวัญตา	ปิ่นอำไพ	20	19	15	16	19
9.ศรศักดิ์	จินตนา	19	16	15	16	16
10.ชูเกียรติ	ไกรทอง	16	17	18	19	16
11.วรรณ	นิ่มมณี	17	19	14	16	19
12.กรรณิการ์	สิงห์นุกูล	20	20	20	20	20
13.พรทิพย์	สิงห์นุกูล	18	19	18	19	20
14.สมัย	จินาคม	18	15	18	16	19
15.จรรยาภรณ์	สุกานนท์	17	18	17	16	18
16.สุภาวดี	ไหมบุญห่วย	20	19	20	19	20
17.จักรกฤษณ์	ชาวปากน้ำ	15	13	15	16	15
18.ปรารถนา	นิลดำ	16	17	18	18	20
19.ชาธิณี	ราชเจริญ	20	20	20	20	20
20.กำพล	คล้ายพิมพ์	13	11	15	13	15
21.พรชัย	รัตนสาม	15	15	14	17	13
22.จิราภรณ์	แซ่ลัม	16	18	16	18	16
23.สุพน	นาคสังข์	15	17	12	15	15
24.บุญนำ	ศรีสุวรรณ	20	20	19	20	20
25.สนธยา	อุดมเศรษฐ์	15	13	11	12	12
26.การุณ	ฉิมสะอาด	18	15	13	15	18
คะแนนรวม		455	445	430	442	461

ตาราง 19 (ต่อ)

ชุดที่	1	2	3	4	5
คะแนนเฉลี่ย	17.5	17.1	16.54	17.00	17.73
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.04	2.37	2.61	2.21	2.41
ร้อยละ	87.5	85.58	82.69	85.00	88.65

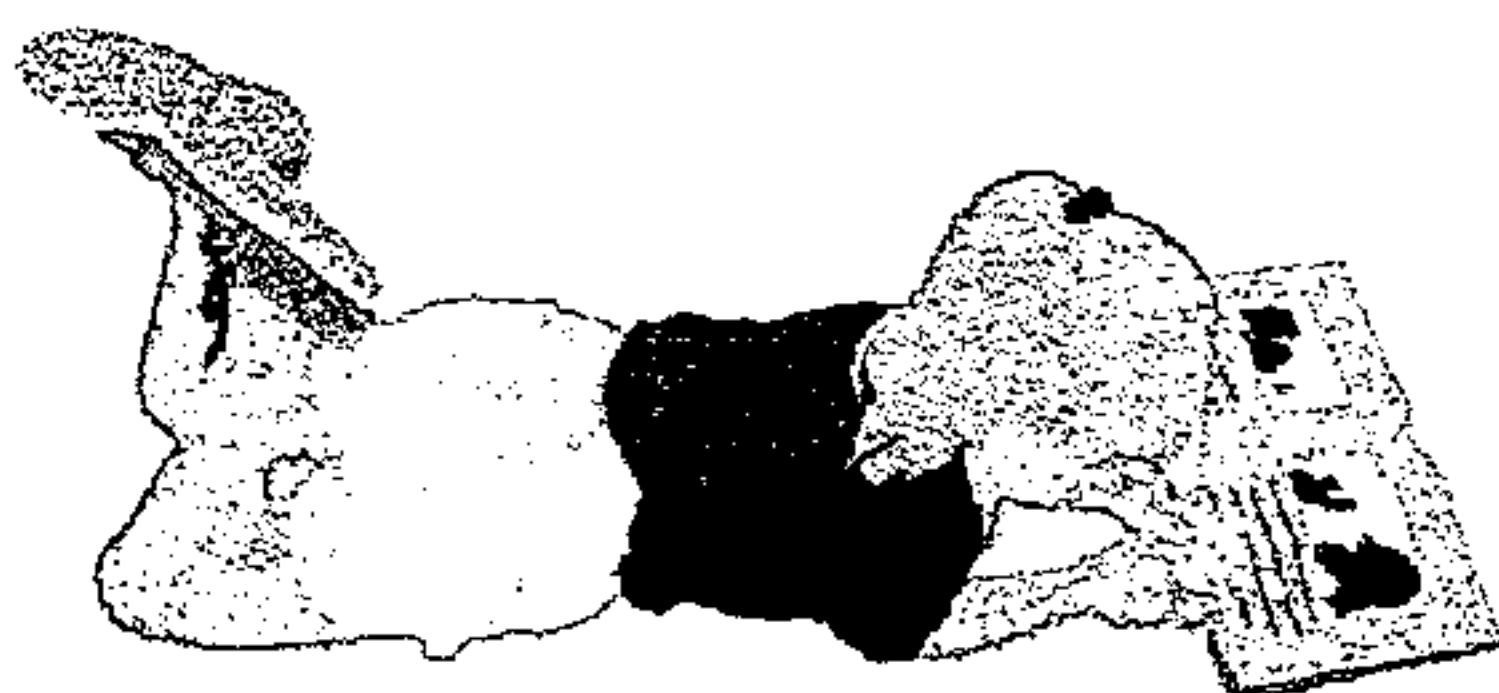
ภาคผนวก ค.

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกที่ 1

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร



ชื่อ

โรงเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

แบบฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

1. จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายและมีทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

นักเรียนสามารถชี้บ่งตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจเอกสารข้างล่างนี้ ซึ่งเป็นความหมายของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร ถ้านักเรียนไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยให้ถามครูได้ หลังจากอ่านจนเข้าใจแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกที่ให้มีมา ทั้งหมด 6 แบบฝึก โดยทำทีละแบบฝึก

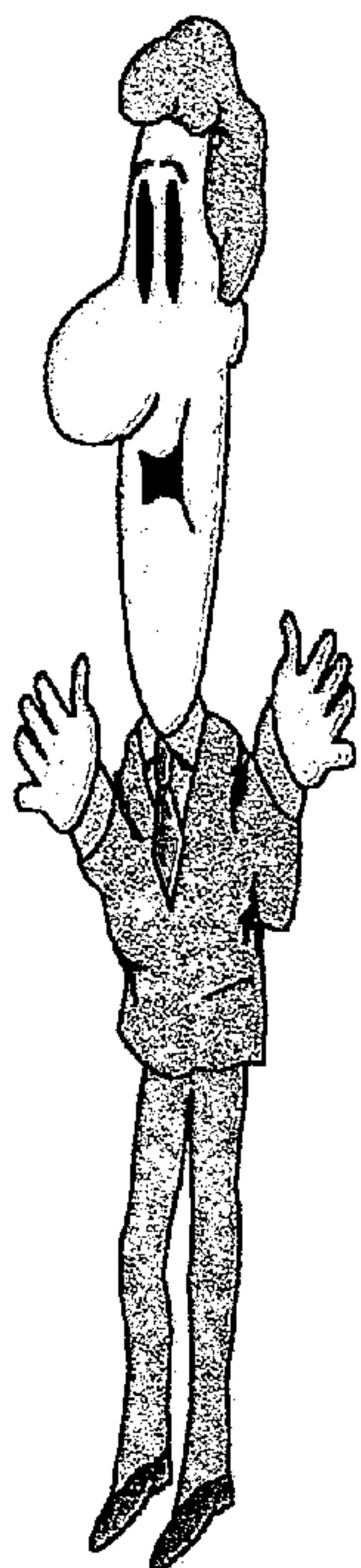
พร้อมแล้วใช่ไหม เรามาดูกันซิว่า ตัวแปรคืออะไร และแบ่งได้เป็นกี่ประเภท

ตัวแปร เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างไปจากสิ่งที่เป็นอย่างเดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. **ตัวแปรต้น** คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองศึกษาดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนี้จริงหรือไม่
2. **ตัวแปรตาม** คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือตัวแปรสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะแปรตามไปด้วย
3. **ตัวแปรที่ควบคุม** คือ สิ่งอื่นๆที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง หรือตัวแปรต้นอื่นๆที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ทั้งนี้เพราะต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นเพียงอย่างเดียวเท่านั้น มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง

ประโยชน์ของการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งต้องมีตัวแปรเกี่ยวข้องเสมอ การบอกชนิดของตัวแปรได้นั้นทำให้ทราบว่าผลของการทดลองนั้นเป็นผลของการเปลี่ยนแปลงสิ่งใด



ตัวอย่างสถานการณ์ศึกษา

มโนญต้องการทดสอบว่า ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของ ต้นกุหลาบหรือไม่ โดยมโนญทดลองนำดินเหนียว ดินร่วน ดินทราย มาชนิดละเท่าๆกัน นำต้นกุหลาบพันธุ์เดียวกัน ขนาดของลำต้น ความสูง และความสมบูรณ์เท่าๆกันมาปลูกลงในดินทั้ง 3 ชนิด รดน้ำในปริมาณเท่าๆกันทุกวัน สังเกตการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบ



ดินเหนียว



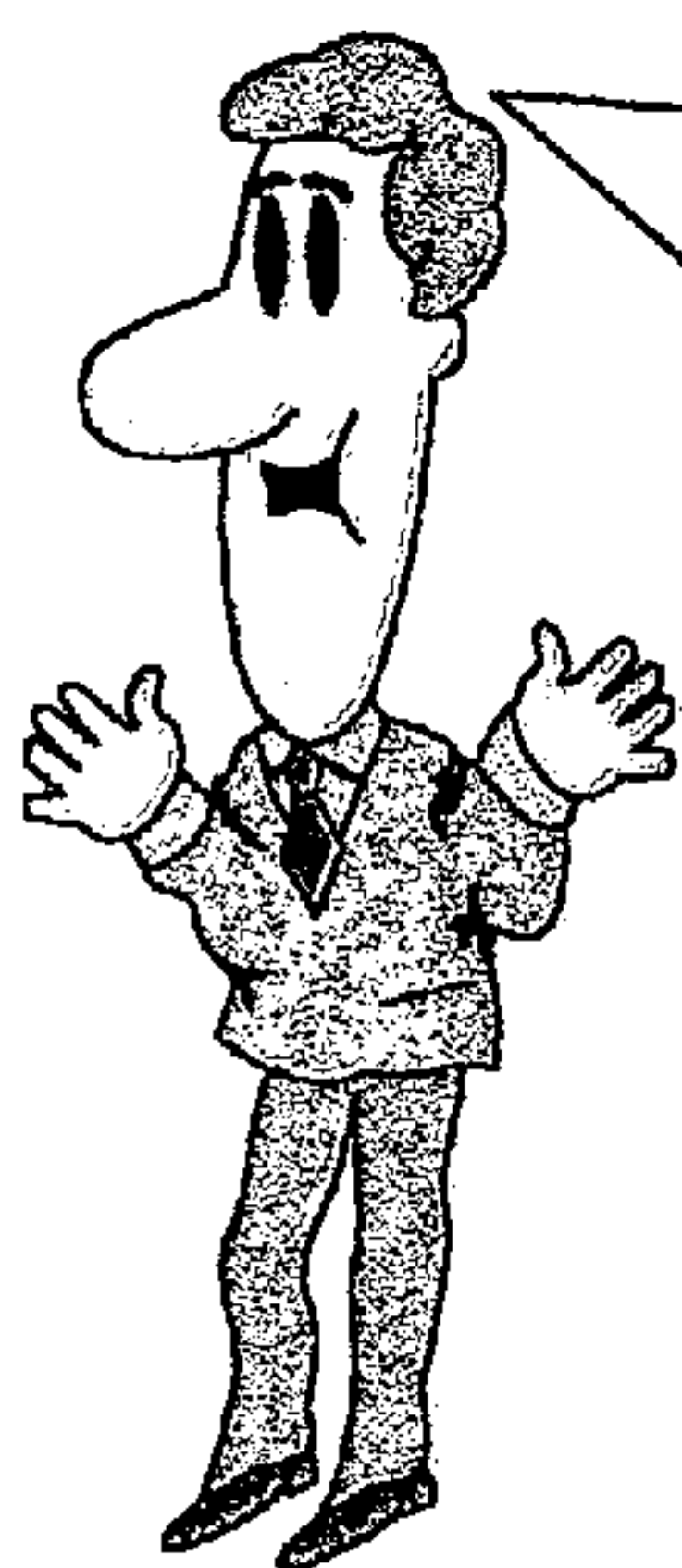
ดินร่วน



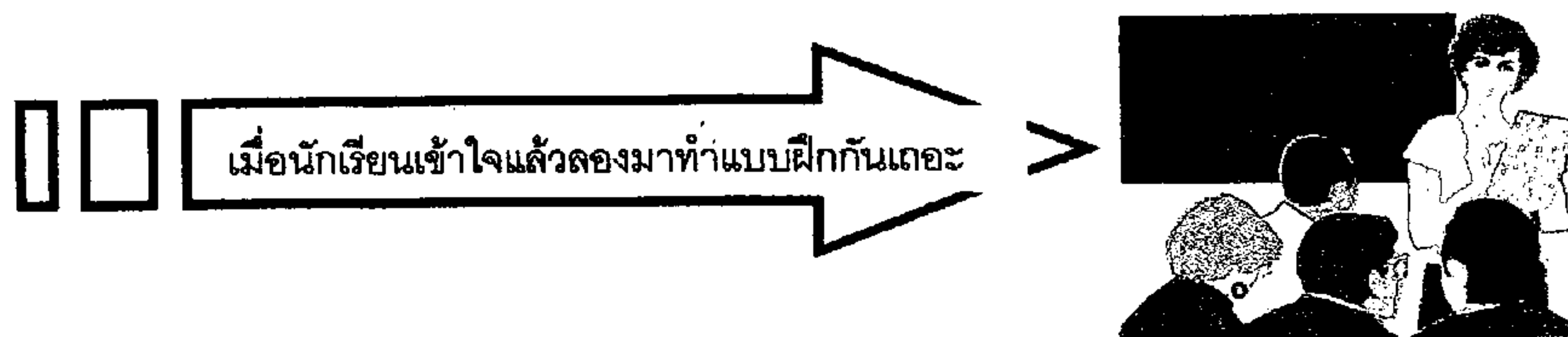
ดินทราย

ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น มักจะมีสิ่งเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยกัน หลายอย่าง เราเรียกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือการทดลองว่าตัวแปร ตัวแปรแต่ละตัวจะมีผลทำให้ผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ถ้าไม่มีการควบคุมให้เหมาะสม

จากสถานการณ์ศึกษา สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ เราเรียกว่า ตัวแปรต้น ซึ่งในที่นี้คือ ชนิดของดิน สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไปเราเรียกว่า ตัวแปรตาม ในที่นี้คือ การเจริญเติบโตของต้นกุหลาบ ส่วนสิ่งต่างๆที่เราจัดให้เหมือนกันในกระถางกุหลาบทั้ง 3 ต้น เราเรียกว่า ตัวแปรที่ควบคุม ซึ่งสิ่งเหล่านี้หากไม่มีการควบคุมแล้ว จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ ในที่นี้คือ ปริมาณของดิน, ขนาดของกระถาง, ขนาดลำต้น, ความสูง, และความสมบูรณ์ของต้นกุหลาบ, พันธุ์ของกุหลาบ, ปริมาณน้ำที่รด, สถานที่วางกุหลาบ



คงเข้าใจกันดีแล้วใช่ไหมว่าตัวแปรทั้งหมด 3 ประเภท ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุหรือเป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดผลต่างๆ ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต้น และ ตัวแปรที่ควบคุม คือ สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะควบคุมให้เหมือนกัน เพราะถ้าไม่ควบคุมแล้ว อาจสรุปไม่ได้ว่าผลที่เกิดกับตัวแปรตามนั้น เป็นเพราะตัวแปรต้น



แบบฝึกที่ 1.1

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามในแบบฝึก



สุณีย์เกิดความสงสัยว่า สูตรของปุ๋ยมีผลต่อการเจริญของพืชหรือไม่ และเพื่อตอบข้อสงสัยข้างต้น ประกิจจึงช่วยสุณีย์ออกแบบการทดลอง โดยปลูกพืช 2 กระถาง เปรียบเทียบกัน โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองดังต่อไปนี้

- ก. ความแข็งแรง ชนิด ขนาด ของพืชที่จะนำมาปลูก ทั้ง 2 กระถาง
- ข. ชนิด และปริมาณของดินที่จะใช้ปลูกพืชทั้ง 2 กระถาง
- ค. ชนิด ขนาด และรูปร่างของกระถางที่ใช้ใส่ต้นไม้ทั้ง 2 กระถาง
- ง. ปริมาณน้ำ และเวลาที่ให้น้ำแก่พืชทั้ง 2 กระถาง
- จ. สถานที่วางพืชทั้ง 2 กระถาง
- ฉ. ชนิดของปุ๋ยที่ให้แก่พืชทั้ง 2 กระถาง
- ช. การเจริญเติบโตของพืช

จากสถานการณ์ ให้นักเรียนนำตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเหล่านี้ มากำหนดว่าตัวแปรใดควรเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมบ้าง โดยนำอักษรหน้าตัวแปรต่างๆ มาตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าสิ่งที่สุณีย์ และประกิจต้องจัดให้แก่พืชทั้ง 2 กระถางแตกต่างกัน(ตัวแปรต้น) คือตัวแปรในข้อใดบ้าง _____
2. สิ่งที่ต้องคอยติดตามดู(ตัวแปรตาม) คือตัวแปรใน ข้อใดบ้าง _____
3. นักเรียนคิดว่าสิ่งที่สุณีย์ และประกิจจะต้องจัดให้แก่พืชทั้ง 2 กระถางเหมือนกัน (ตัวแปรที่ควบคุม) คือตัวแปรในข้อใดบ้าง _____



มาถึงตอนนี้เรามาดูเฉลยกันก่อนดีกว่า ว่า
ในแบบฝึกที่ 1.1 นักเรียนทำถูกต้องบ้างหรือ
เปล่า เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจของ
นักเรียน สำหรับข้อไหนที่นักเรียนตอบผิดให้
นักเรียนพิจารณาดูให้เข้าใจว่าทำไมนักเรียน
จึงทำข้อนั้นผิด เมื่อเข้าใจดีแล้วให้นักเรียน
ทำแบบฝึกต่อไปได้

เฉลยแบบฝึกที่ 1.1

1. สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือข้อ ฉ.
2. สิ่งที่ต้องติดตามดู (ตัวแปรตาม) คือข้อ ข.
3. สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ควบคุม) คือข้อ ก., ข., ค., ง., และ จ.

แบบฝึกที่ 1.2

น้องของสมศรีเกิดความสงสัยว่า เมล็ดพืชชนิดต่างกัน จะใช้เวลาในการงอกนับจากเริ่มเพาะเท่ากันหรือไม่ สมศรีจึงช่วยน้องออกแบบการทดลอง โดยมีปัจจัยเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

- (1) ชนิดของเมล็ดที่นำมาเพาะ
- (2) ภาชนะและสิ่งที่บรรจุในภาชนะที่จะใช้เพาะเมล็ดพืช
- (3) ตำแหน่งและลักษณะการวางเมล็ดพืชลงในภาชนะที่ใช้เพาะ
- (4) สิ่งแวดล้อมที่วางภาชนะที่เพาะเมล็ดพืช
- (5) เวลาในการงอก

จากตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้ ในข้อ (1) - (5) นักเรียนช่วยบอกหน่อยซิว่าในการทดลองของสมศรีและน้อง พวกเขาจะต้อง จัดสิ่งใดให้เหมือนกัน จัดสิ่งใดให้แตกต่างกันบ้าง และพวกเขาจะต้องคอยติดตามดูอะไร

2.1 สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน(ตัวแปรต้น) คือ _____

2.2 สิ่งที่ต้องติดตามดู(ตัวแปรตาม) คือ _____

2.3 สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน(ตัวแปรที่ควบคุม) คือ _____



มาถึงตอนนี้เรามาดูเฉลยกันก่อนดีกว่า ว่า
ในแบบฝึกที่ 1.2 นักเรียนทำถูกต้องบ้างหรือ
เปล่า เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจของ
นักเรียน สำหรับข้อไหนที่นักเรียนตอบผิดให้
นักเรียนพิจารณาดูให้เข้าใจว่าทำไมนักเรียน
จึงทำข้อนั้นผิด เมื่อเข้าใจดีแล้วให้นักเรียน
ทำแบบฝึกต่อไปได้

เฉลยแบบฝึกที่ 1.2

1. สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือ ชนิดของเมล็ดที่นำมาเพาะ
2. สิ่งที่ต้องติดตามดู (ตัวแปรตาม) คือ เวลาในการงอก
3. สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ควบคุม) คือ ภาชนะและสิ่งที่บรรจุในภาชนะที่ใช้เพาะเมล็ด, ตำแหน่งและลักษณะการวางเมล็ดพืช, และสิ่งแวดล้อมที่วางภาชนะที่เพาะเมล็ด

"ถ้าผิดก็ลองทวนดูใหม่ซิว่าจะว่าทำไมจึงผิด"



"พยายามต่อไปนะจ๊ะ"

แบบฝึกที่ 1.3

ให้นักเรียนศึกษาการทดลองเพื่อ ตรวจสอบและเปรียบเทียบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆต่อไปนี้

ลูกน้ำเป็นเด็กที่ชอบกินผลไม้มากโดยเฉพาะ ส้ม สับประรด และมะละกอสุก ลูกน้ำเกิดความสงสัยว่า ผลไม้ทั้ง 3 ชนิดนี้ ชนิดใดจะมีปริมาณของวิตามินซีมากกว่ากัน จึงได้ทำการทดลองดังต่อไปนี้

1. ใส่น้ำแบ่งสุกลงในหลอดทดลอง 3 หลอด หลอดละ 2 cm^3
 2. หยดสารละลายไอโอดีนลงในหลอดทั้ง 3 หลอดละ 1 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง
 3. หยดน้ำส้ม ลงในหลอดที่ 1 จนกระทั่งน้ำแบ่งสุกที่ผสมไอโอดีนไม่เกิดสีนับจำนวนหยดของน้ำส้ม
 4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 3 โดยใช้ น้ำสับประรด น้ำมะละกอสุก แทนน้ำส้ม โดยใส่ในหลอดที่ 2 และ 3 ตามลำดับ นับจำนวนหยดของน้ำสับประรด และน้ำมะละกอสุก
- จากผลการทดลอง ถ้าน้ำผลไม้ชนิดใดที่ใช้จำนวนน้อย และทำให้สารละลายไอโอดีนเปลี่ยนสีได้เร็ว แสดงว่ามีวิตามินซีมาก

จากการทดลองนี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในการทดลองนี้คืออะไร

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ _____



เริ่มจะเข้าใจมากขึ้นแล้วใช่ไหม ลองดู
เฉลยซิว่าคราวนี้ทำถูกทุกข้อหรือเปล่า

เฉลยแบบฝึกที่ 1.3

ตัวแปรต้น คือ ชนิดของผลไม้

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณของวิตามินซี

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปริมาณของน้ำแบ่งสุก และปริมาณของสารละลายไอโอดีนในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด, ปริมาณของน้ำผลไม้แต่ละหยด , การใช้อุปกรณ์(ไม่ควรใช้หลอดทดลองและหลอดหยดร่วมกัน)



ถ้าใครทำข้อนี้ผิด ลองกลับไป
ทบทวนตัวอย่างอีกครั้งซิ
แล้วค่อยทำข้อต่อไป

แบบฝึกที่ 1.4

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ควบคุม



1. สงกรานต์ต้องการทดสอบข้อสงสัย ว่า**แสงมีอิทธิพลต่อ
การเจริญเติบโตของพืชหรือไม่**

1.1 สิ่งที่สงกรานต์ต้องการศึกษา (ตัวแปรต้น)

คือ _____

1.2 สิ่งที่สงกรานต์ต้องคอยติดตามดู (ตัวแปรตาม)

คือ _____

1.3 สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน(ตัวแปรควบคุม)

คือ _____

2. นายเก่งสังเกตเห็นว่าปลาที่เลี้ยงในบ่อมีอาการผิวน้ำกลอก เขาจึงอยากรู้ว่า **น้ำที่เลี้ยงปลา
มีผลต่อการกลอกของผิวน้ำปลาหรือไม่**

นักเรียนช่วยนายเก่งคิดซิว่าถ้าเขาจะทำการทดลอง เพื่อพิสูจน์ว่า "น้ำที่เลี้ยงปลา มีผลต่อการ
กลอกของผิวน้ำปลาหรือไม่" จะต้องมิตัวแปรอะไรมาเกี่ยวข้องบ้าง

1. สิ่งที่ต้องการจะศึกษา (ตัวแปรต้น) คือ _____

2. สิ่งที่ต้องการจะติดตามดู (ตัวแปรตาม) คือ _____

3. สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ควบคุม ระบุอย่างน้อย 4 อย่าง) คือ _____



ถึงเวลาดูเฉลยกันอีกแล้วจ๊ะ ดูซิว่าในแบบฝึกที่
1.4 นักเรียนทำถูกหมดทุกข้อหรือเปล่า เพื่อเป็น
การทบทวนความเข้าใจ สำหรับข้อไหนที่นักเรียน
ตอบผิดให้นักเรียนพิจารณาดูให้เข้าใจว่าทำไม
นักเรียนจึงทำข้อนั้นผิด เมื่อเข้าใจดีแล้วให้นัก
เรียนทำแบบฝึกต่อไปได้

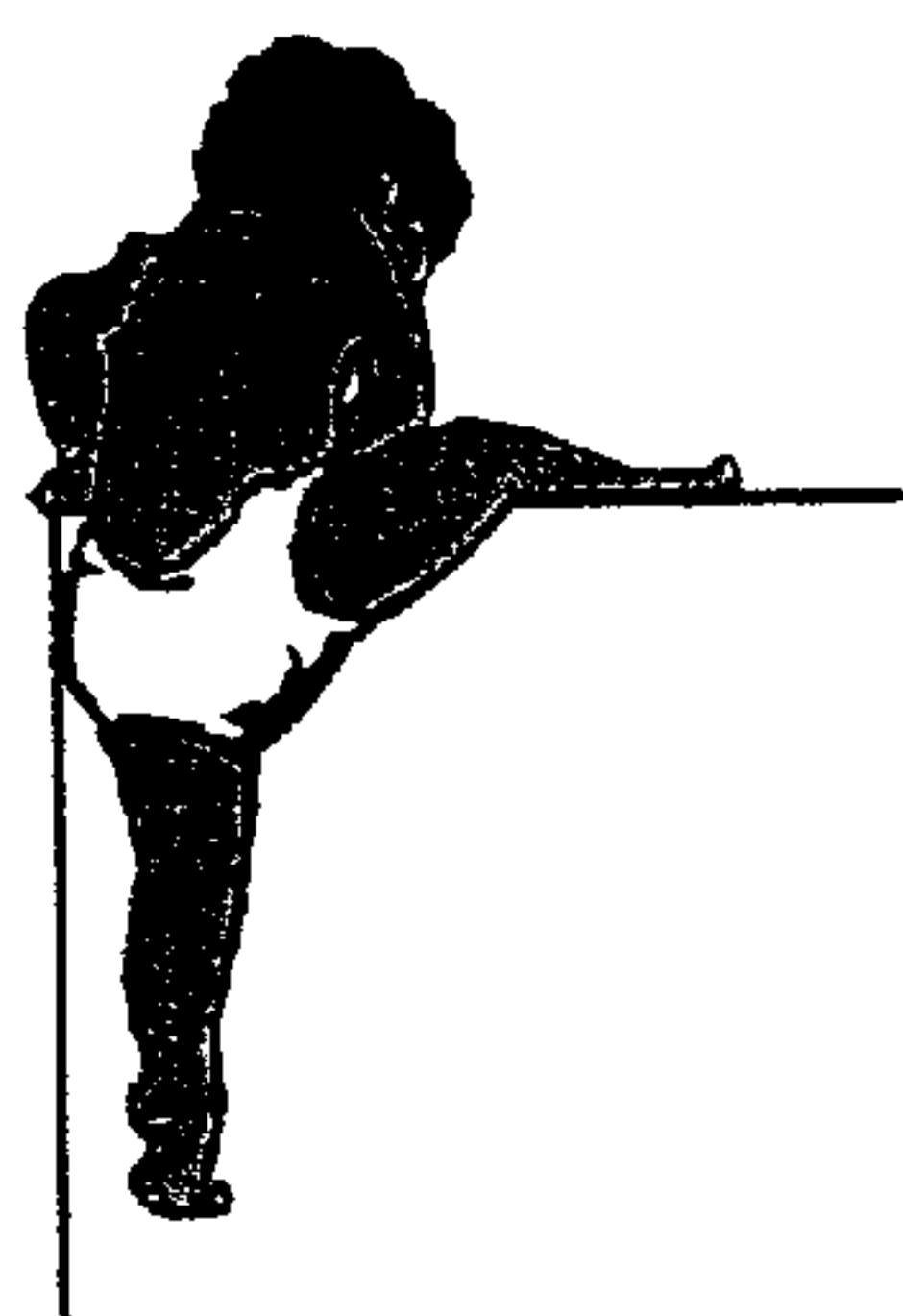
เจลยแบบฝึกที่ 1.4

1.1 สิ่งที่สงกรานต์ต้องการศึกษา (ตัวแปรต้น) คือ แสง

1.2 สิ่งที่สงกรานต์ต้องคอยติดตามดู (ตัวแปรตาม) คือ การเจริญเติบโตของพืช

1.3 สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน(ตัวแปรควบคุม) คือ

- ความแข็งแรง ชนิด ขนาด ของพืชที่จะนำมาปลูก
- ชนิด และปริมาณของดินที่จะใช้ปลูกพืช
- ชนิด ขนาด และรูปร่างของกระถางที่ใช้ปลูกพืช
- ปริมาณน้ำ และเวลาที่ให้น้ำแก่พืช
- ชนิดของปุ๋ยที่ให้แก่พืช



"ความพยายามอยู่ที่ไหนความสำเร็จอยู่ที่นั่นนะจ๊ะ"

แบบฝึกที่ 1.5

จากข้อความต่อไปนี้ ให้บอกว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น และตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม

1 คนในวัยเดียวกันเพศชายต้องการพลังงานสูงกว่าเพศหญิง

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

2. เมื่อคนออกกำลังกายทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

3. อวัยวะสืบพันธุ์จะพัฒนาและเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่ออายุ 14 ปี ขึ้นไป

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

4. ทารกที่ถูกทำให้ตื่นบ่อยๆ จะทำให้การเจริญของเส้นใยประสาทไม่ต่อเนื่อง

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

5. เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น อากาศจะขยายตัวมากขึ้น

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____



แบบฝึกที่ 1.6

จากปัญหาการทดลองต่อไปนี้ ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุม

1. ในการทดลองเพื่อทดสอบว่า ปุ๋ย มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ควบคุม คือ _____

2. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า ของเหลวต่างชนิดกันจะมีอัตราการระเหยต่างกันหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ควบคุม คือ _____

3. ในการทดลองเพื่อทดสอบว่า ชนิดของสารที่ใช้เพาะถั้วมีผลต่อการงอกของถั้วหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ควบคุม คือ _____

4. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่านักเรียนชายหนุ่มน้ำหนักได้ไกลกว่านักเรียนหญิงหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ควบคุม คือ _____

5. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า เวลาที่ใช้ในการวิ่ง 1 กิโลเมตร ขึ้นอยู่กับปริมาณการออกกำลังกายหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ควบคุม คือ _____



ถึงเวลาดูเฉลยกันอีกแล้วจ๊ะ ดูซิว่าในแบบฝึกที่ 1.5 และ 1.6
นักเรียนทำถูกหมดทุกข้อหรือเปล่า

เฉลยแบบฝึกที่ 1.5

1. ตัวแปรต้น คือ เพศ
ตัวแปรตาม คือ ความต้องการพลังงาน
2. ตัวแปรต้น คือ การออกกำลังกาย
ตัวแปรตาม คือ อัตราการหายใจ
3. ตัวแปรต้น คือ อายุ
ตัวแปรตาม คือ การพัฒนาและการเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์
4. ตัวแปรต้น คือ ขอบทางการการตื่น
ตัวแปรตาม คือ การเจริญของเส้นใยประสาท
5. ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิของอากาศ
ตัวแปรตาม คือ การขยายตัวของอากาศ

เฉลยแบบฝึกที่ 1.6

1. ตัวแปรต้น คือ ปุ๋ย
ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพืช
ตัวแปรที่ควบคุม คือ - ความแข็งแรง ชนิด ขนาด ของพืช
- ชนิด และปริมาณของดินที่จะใช้ปลูกพืช
- ชนิด ขนาด และรูปร่างของกระถางที่ใช้ปลูกพืช
- ปริมาณน้ำ และเวลาที่ให้น้ำแก่พืช
2. ตัวแปรต้น คือ ของเหลวต่างชนิดกัน
ตัวแปรตาม คือ อัตราการระเหย
ตัวแปรที่ควบคุม คือ - ปริมาณของของเหลว
- ปริมาณความร้อนที่ให้แก่ของเหลว
- ภาชนะที่ใช้ใส่ของเหลว
- เวลาในการให้ความร้อน

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกที่ 2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน



ชื่อ

โรงเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

แบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการตั้งสมมติฐาน โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมติฐานได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน เมื่ออ่านจบแล้ว ถ้า นักเรียนไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยให้ถามครูได้ หลังจากนั้น ให้นักเรียนลองทำแบบฝึกที่ให้มาทั้งหมด 2 แบบฝึกให้ครบทุกข้อ



ต่อไปเรามาฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานกันเถอะ

ก่อนที่นักเรียนจะฝึกตั้งสมมติฐาน นักเรียนต้องจำไว้ให้ดีว่า สมมติฐาน คือ การคิดหาคำตอบล่วงหน้า อย่างมีกฎเกณฑ์และเหตุผล หรือเป็นการสร้างความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ซึ่งสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจได้จากการสังเกต หรือการลงความเห็น เพราะฉะนั้น สมมติฐานก็คือสิ่งที่ช่วยให้เป็นแนวทางในการตอบปัญหา ซึ่งสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้น อาจผิดทั้งหมดหรือถูกทั้งหมดก็ได้ บางครั้งอาจถูกบ้างผิดบ้างบางส่วนก็ได้ ถ้าหากสมมติฐานใดได้มีการทดลองยืนยันว่าเป็นจริง สมมติฐานก็จะถูกต้องและเปลี่ยนสภาพไปเป็น กฎ หลักการ หรือทฤษฎีแล้วแต่จะกรณี

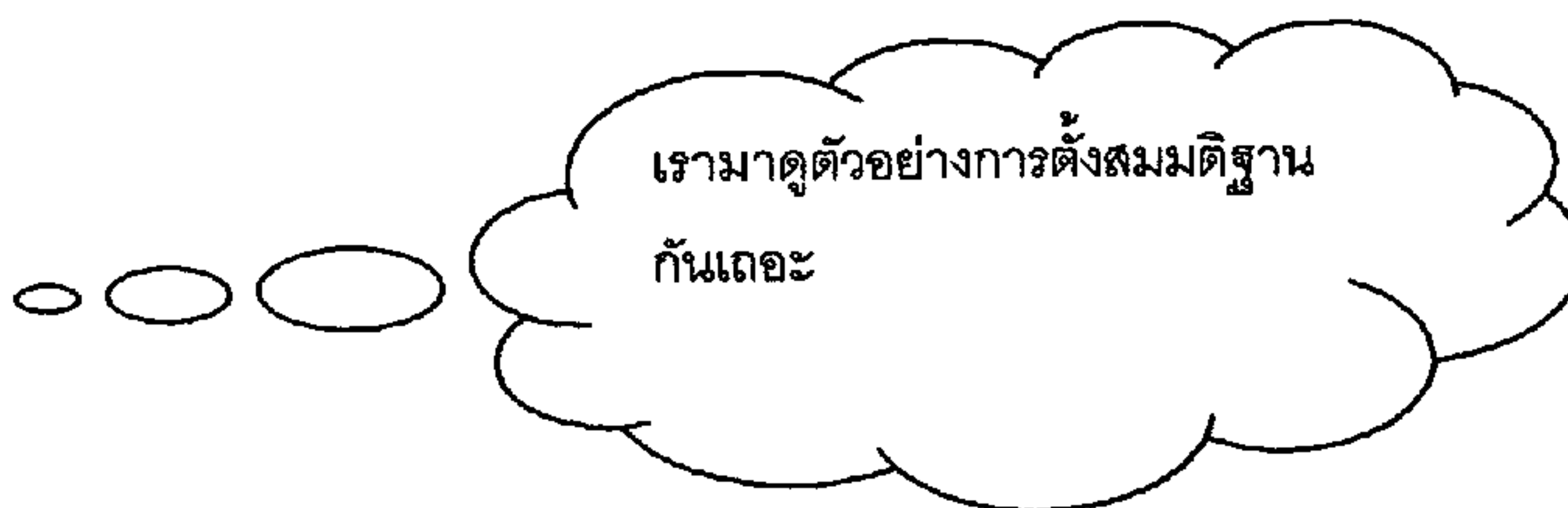
นักเรียนต้องตระหนักไว้เสมอว่า สมมติฐานไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องของปัญหา แต่เป็นเพียงการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าอย่างมีหลักเกณฑ์ และเหตุผลโดยอาศัยผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการสังเกตมาสนับสนุนเท่านั้น

ดังนั้นเมื่อเวลาที่นักเรียนจะตั้งสมมติฐาน นักเรียนควรตั้งสมมติฐานอย่างกว้าง ๆ ให้ครอบคลุมตัวแปรที่อยู่ในขอบข่ายเดียวให้มากที่สุดและควรเป็นสมมติฐานที่เข้าใจง่ายและรู้ทางที่จะทดสอบได้ และสมมติฐานที่ดีนั้นจะต้องอยู่ในหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เป็นข้อความที่เข้าใจได้ง่าย
2. ครอบคลุมสิ่งที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
3. แนวแนวทางในการทดสอบได้
4. สมเหตุสมผล
5. เป็นสิ่งที่ได้มาจากการสังเกตหรือเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการตั้งสมมติฐาน

1. ให้นักเรียนศึกษาปัญหาที่กำหนดแล้วพิจารณาว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม
2. ให้พิจารณาว่าตัวแปรใดบ้าง ที่น่าจะมีผลต่อตัวแปรตาม
3. ศึกษาธรรมชาติของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตามมากที่สุด อย่างมีหลักการและเหตุผล
4. ตั้งสมมติฐานในรูป "ถ้า...ดังนั้น..."



ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

ตัวอย่างที่ 1

ปรีชาต้องการจะถ่ายน้ำจากกระป๋องพลาสติกที่มีน้ำอยู่เกือบเต็ม ไปยังกระป๋องที่ไม่มีน้ำ โดยใช้สายพลาสติก โดยวางกระป๋องพลาสติกทั้งสองใบบนโต๊ะ และมีสายพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร แต่เขาสงสัยว่า เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง (เป็นปัญหา)

เขาคิดว่าสิ่งที่มีผลต่อเวลาในการถ่ายเทน้ำ (เป็นตัวแปรตาม) ได้แก่ ขนาดของท่อพลาสติก ความยาวของสายพลาสติก และปริมาณน้ำในภาชนะที่ถูกถ่ายเท (เป็นตัวแปรต้น)

ปรีชาจึงตั้งสมมติฐานจากแนวคิดต่อไปนี้

- 1.1 ปรีชาคิดว่าถ้าท่อมีขนาดใหญ่ น้ำจะไหลได้มาก เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำก็น่าจะน้อย แต่ถ้าท่อมีขนาดเล็ก น้ำจะไหลได้น้อย เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำก็น่าจะมาก

ปรีชาจึงตั้งสมมติฐานว่า ถ้าขนาดของท่อมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำ ดังนั้นท่อที่มีขนาดใหญ่ จะใช้เวลาในการถ่ายเทน้ำน้อยกว่าท่อที่มีขนาดเล็ก

- 1.2 ปรีชาคิดว่าถ้าท่อมีความยาวมาก น้ำจะไหลผ่านท่อเป็นเวลานาน เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำก็น่าจะมาก แต่ถ้าท่อมีขนาดสั้น น้ำที่ไหลผ่านท่อจะเร็ว เวลาที่ใช้ก็น่าจะน้อยด้วย

ปรีชาจึงตั้งสมมติฐานว่า ถ้าความยาวของท่อมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำ ดังนั้นท่อที่มีความยาวมาก จะใช้เวลาในการถ่ายเทน้ำมากกว่าท่อที่มีขนาดสั้น

- 1.3 ปรีชาคิดว่าถ้าน้ำในภาชนะมีมาก เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำก็จะมีมาก แต่ถ้าน้ำในภาชนะมีน้อย เวลาที่ใช้ก็จะน้อยด้วย

ปรีชาจึงตั้งสมมติฐานว่า ถ้าปริมาณน้ำในภาชนะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำ ดังนั้น ภาชนะที่มีปริมาณน้ำมากจะใช้เวลาในการถ่ายเทน้ำมากกว่าภาชนะที่มีปริมาณน้ำน้อย

ตัวอย่างที่ 2

การตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้

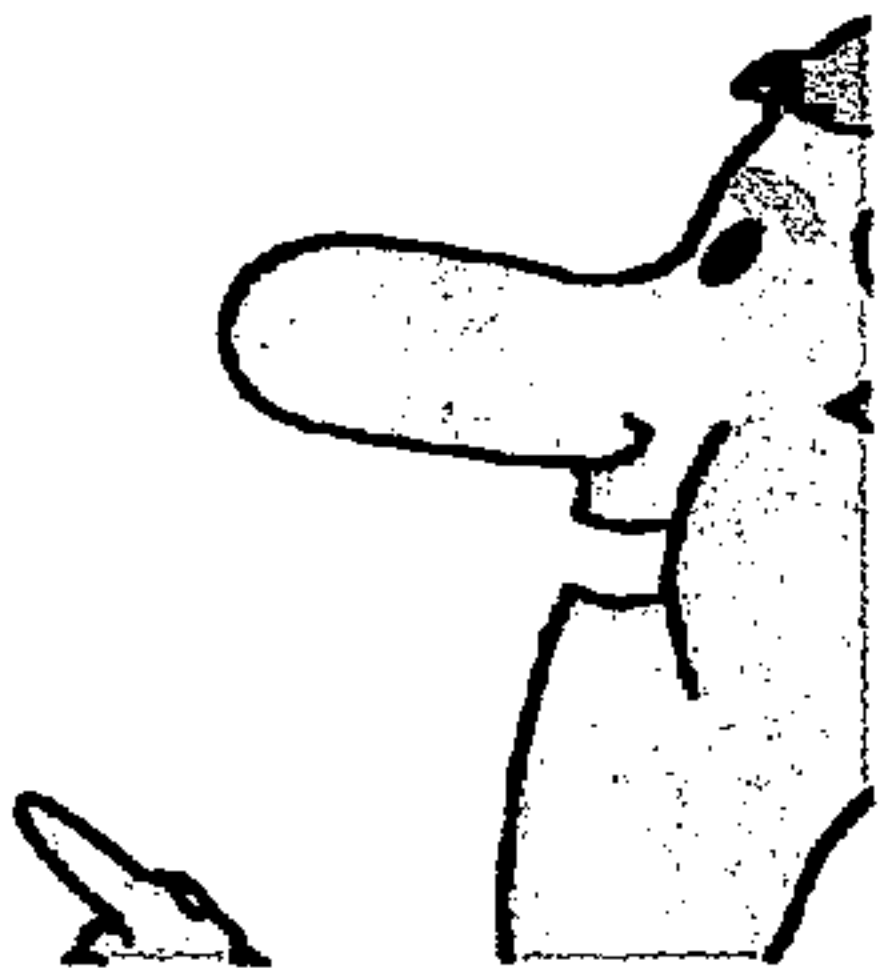
ปัญหา อะไรมีผลต่อความเร็วของรถ

1. ตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วของรถ คือ
 - 1.1 น้ำหนักของรถ
 - 1.2 ขนาดของยางรถ
2. สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเหล่านั้น
 - 2.1 ถ้ามวลของรถมีผลต่อความเร็วของรถ ดังนั้นรถที่มีมวลมากจะวิ่งได้เร็วกว่ารถที่มีมวลน้อย
 - 2.2 ถ้าขนาดของยางรถมีผลต่อความเร็วของรถ ดังนั้นรถที่มียางรถขนาดใหญ่จะวิ่งได้เร็วกว่ารถที่มียางรถขนาดเล็ก



เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วลองมาทำแบบฝึกกันเถอะ

แบบฝึกที่ 2.1



จากปัญหาต่อไปนี้จะบอกชื่อตัวแปร(อย่างน้อย 1 ตัวแปร) พร้อมทั้งตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรนั้นโดยใช้คำว่า "ถ้า...ดังนั้น..."

1. ปัญหา ปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
- 1.1 นักเรียนคิดว่าตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลต่อปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์
- ก. _____
- ข. _____
- 1.2 จงตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้น
- ก. _____
- _____
- ข. _____
- _____

เราไปดูเฉลยกันก่อนดีกว่า ดูซิว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด
ถ้าใครผิด ลองกลับไปทบทวนดูใหม่ซิจ๊ะ

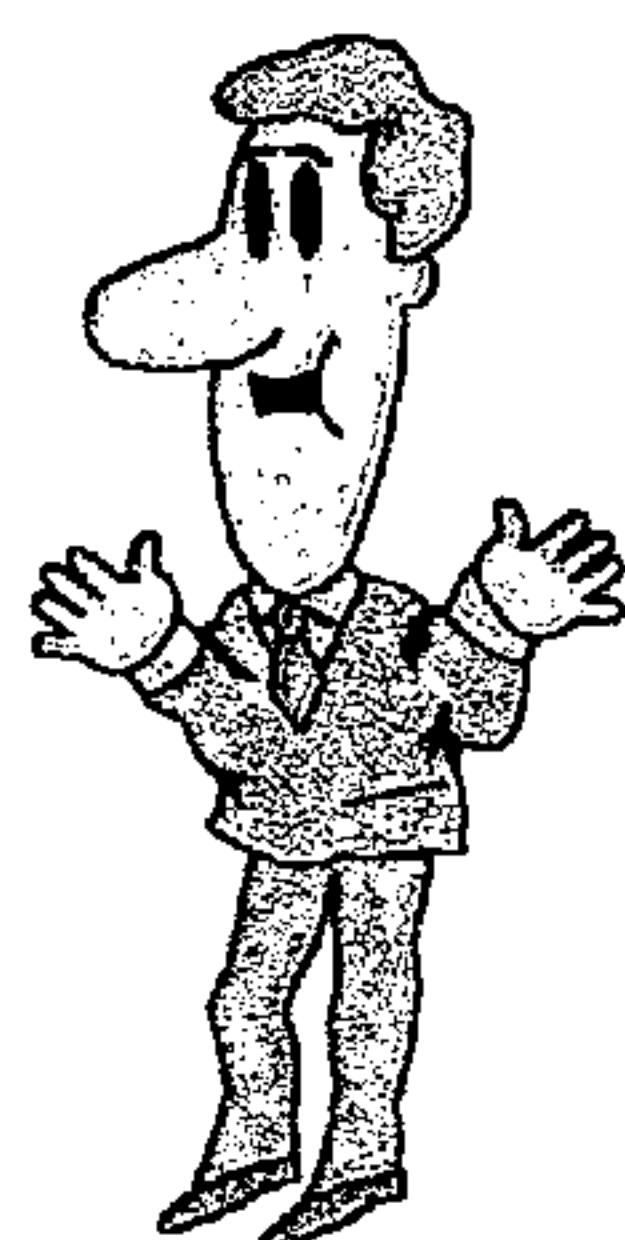




คงยังจำได้ว่าสมมติฐานไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง
ของปัญหา แต่เป็นเพียงการคาดคะเนคำตอบ
ล่วงหน้า อย่างมีหลักเกณฑ์ และเหตุผลโดย
อาศัยผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการ
สังเกตมาสนับสนุนเท่านั้น เพราะฉะนั้น สมมติ
ฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นอาจไม่เหมือนกับที่ครูเฉลยก็
ได้นะจ๊ะ ถ้ามีข้อสงสัยให้นักเรียนถามครูผู้สอน

เฉลยแบบฝึกที่ 2.1

1. ปัญหา ปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
 - 1.1 ตัวแปรอะไรที่มีผลต่อปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ได้แก่
 - อายุ
 - เพศ
 - กิจกรรมที่ทำ
 - 1.2 สมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปร เช่น
 - ถ้าอายุมีผลต่อปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ ดังนั้นเด็กวัยรุ่นจะมีความต้องการพลังงานในปริมาณที่มากกว่าคนวัยชรา
 - หรือ - ถ้าอายุมีผลต่อปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ ดังนั้นคนที่มีอายุแตกต่างกันจะมีความต้องการพลังงานในปริมาณที่แตกต่างกัน
 - ถ้าเพศมีผลต่อปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ ดังนั้นผู้ชายจะมีความต้องการพลังงานในปริมาณที่มากกว่าผู้หญิง
 - ถ้ากิจกรรมที่ทำมีผลต่อปริมาณความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ ดังนั้นคนที่ต้องทำกิจกรรมหนักจะมีความต้องการพลังงานในปริมาณที่มากกว่าคนที่ทำกิจกรรมเบาๆ



คราวนี้ทำให้เสร็จถึงข้อ 3 ก่อนนะจ๊ะ แล้วค่อยเปิดดูเฉลย
อย่าแอบเปิดดูเฉลยก่อนนะคนเก่ง

2. ปัญหา อะไรส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

2.1 นักเรียนคิดว่าตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

ก. _____

ข. _____

2.2 จงตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้น

ก. _____

ข. _____

3. ปัญหา อะไรส่งผลต่อการเกิดอาการท้องผูก

3.1 นักเรียนคิดว่าตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลต่อการเกิดอาการท้องผูก

ก. _____

ข. _____

3.2 จงตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้น

ก. _____

ข. _____

เฉลยแบบฝึกที่ 2.1

2. ปัญหา อะไรส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

2.1 ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจได้แก่

- การออกกำลังกาย
- ความเครียด
- ความกลัว

2.2 สมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปร

- ถ้าการออกกำลังกายมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ดังนั้นเมื่อออกกำลังกายเพิ่มขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นด้วย
- ถ้าความเครียดมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ดังนั้นเมื่อมีความเครียดมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นด้วย
- ถ้าความกลัวมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ดังนั้นเมื่อเกิดอาการกลัวมาก อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นด้วย

3. ปัญหา อะไรส่งผลต่อการเกิดอาการท้องผูก

3.1 ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดอาการท้องผูกได้แก่

- ความเครียด
- กินกาแฟ
- เกิดความวิตกกังวล
- ไม่ชอบกินผัก

3.2 สมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปร

- ถ้าความเครียดมีผลต่อการเกิดอาการท้องผูก ดังนั้นคนที่มีความเครียดมากจะมีโอกาสเกิดอาการท้องผูกได้มากกว่าคนที่มีความเครียดน้อย
- ถ้าการกินกาแฟมีผลต่อการเกิดอาการท้องผูก ดังนั้นคนที่กินกาแฟมากจะมีโอกาสเกิดอาการท้องผูกได้มากกว่าคนที่กินกาแฟน้อย
- ถ้าความวิตกกังวลมีผลต่อการเกิดอาการท้องผูก ดังนั้นคนที่เกิดความวิตกกังวลมากจะมีโอกาสเกิดอาการท้องผูกได้มากกว่าคนที่เกิดความวิตกกังวลน้อย
- ถ้าการไม่ชอบกินผักมีผลต่อการเกิดอาการท้องผูก ดังนั้นคนที่ไม่ชอบกินผักจะมีโอกาสเกิดอาการท้องผูกได้มากกว่าคนที่ชอบกินผัก

4. ปัญหา ปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกายขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

4.1 นักเรียนคิดว่าตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลต่อปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกาย

ก. _____

ข. _____

4.2 จงตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้น

ก. _____

ข. _____

5. ปัญหา อะไรมีผลต่อความดันเลือด

5.1 นักเรียนคิดว่าตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลต่อความดันเลือด

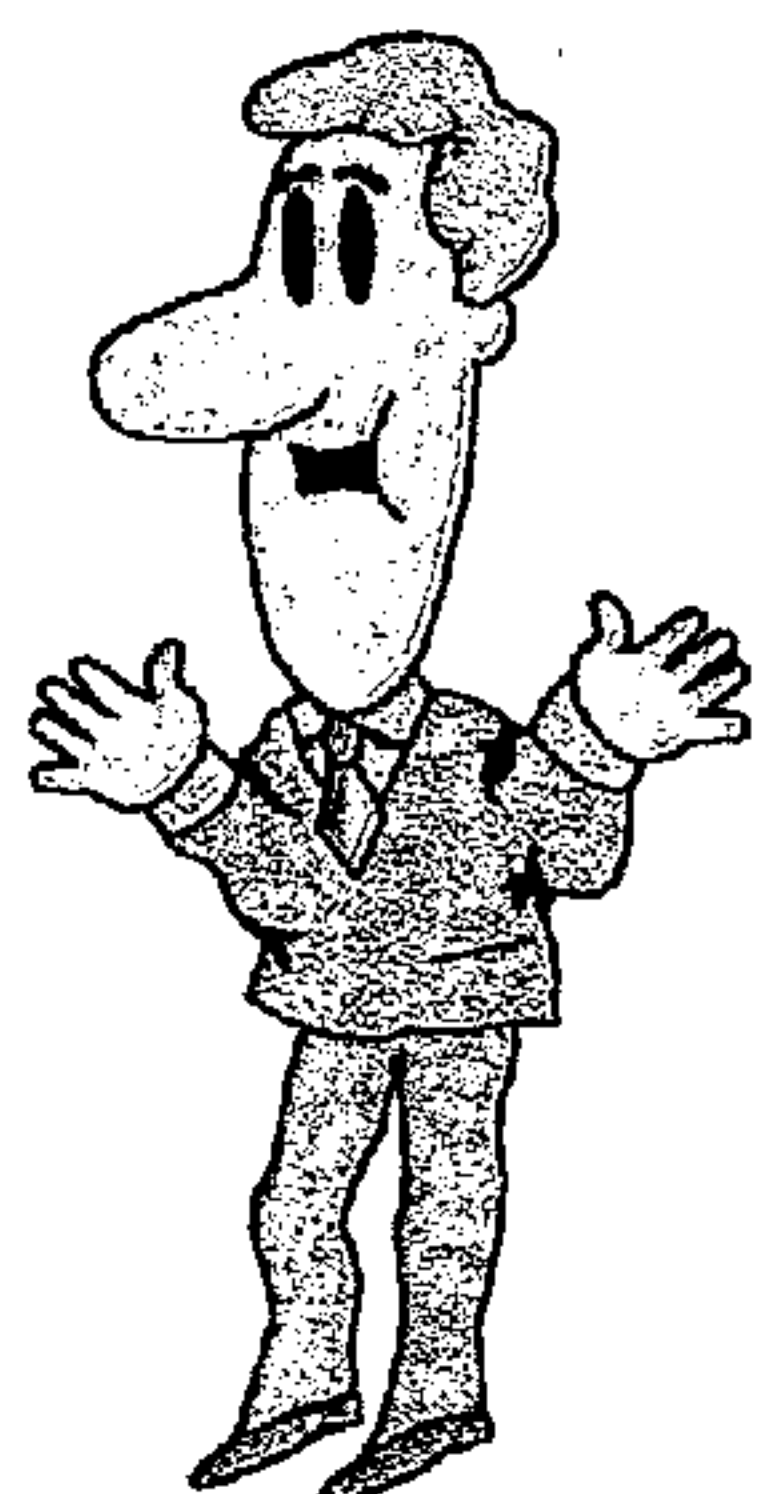
ก. _____

ข. _____

5.2 จงตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้น

ก. _____

ข. _____



ถึงเวลาดูเฉลยกันอีกแล้วละจ๊ะ

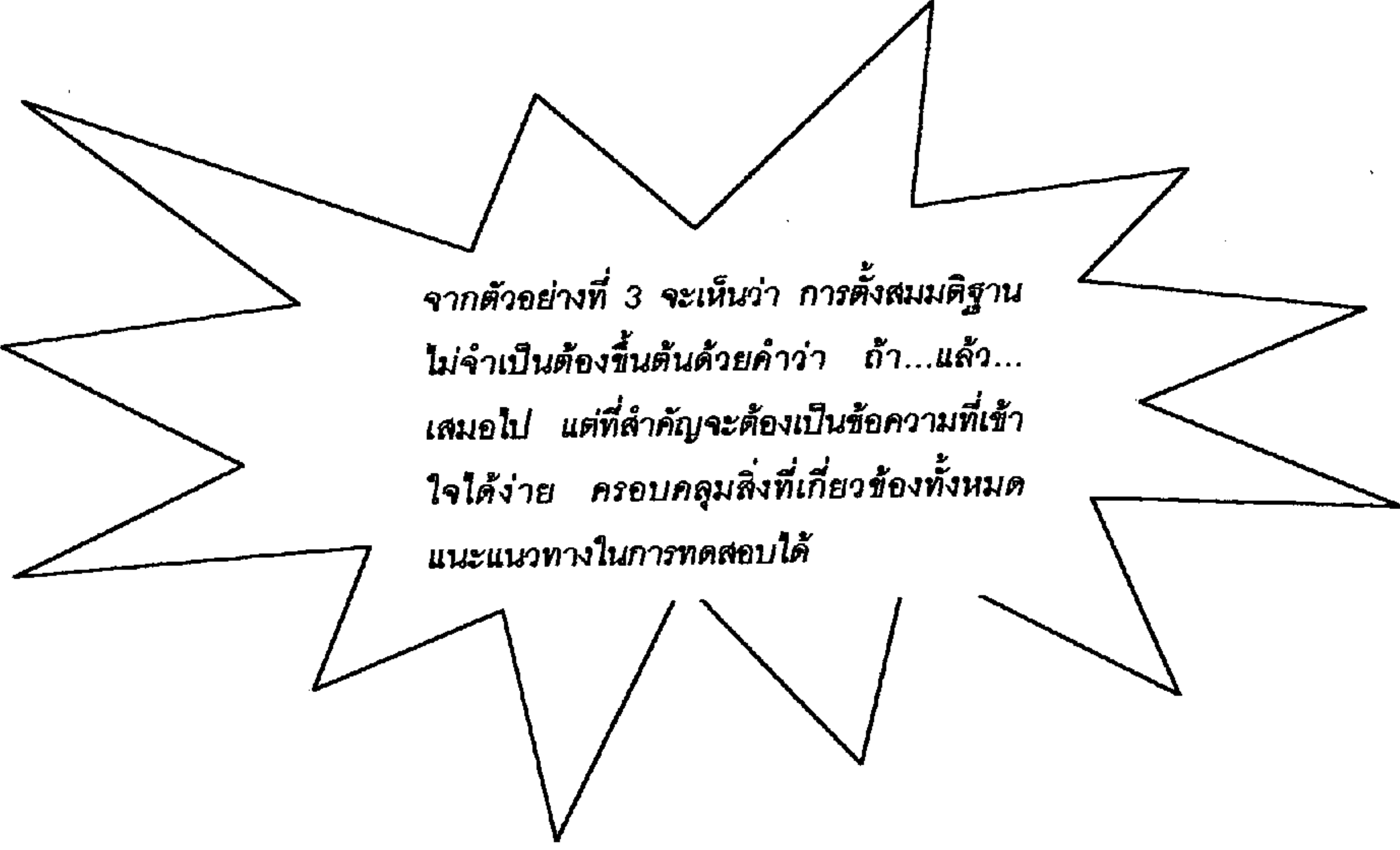
เจดยแบบฝึกที่ 2.1

- | | |
|----------|--|
| 4. ปัญหา | <p>ปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกายขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง</p> <p>4.1 ตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกายได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความร้อน - การออกกำลังกาย <p>4.2 สมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปร</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้าความร้อนมีผลต่อปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกาย
ดังนั้นอากาศยิ่งร้อนมากขึ้นปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกายก็จะยิ่งมากขึ้นด้วย - ถ้าการออกกำลังกายมีผลต่อปริมาณการขับเหงื่อออกจากร่างกาย
ดังนั้นคนที่ออกกำลังกายมากจะมีปริมาณการขับเหงื่อมากกว่าคนที่ออกกำลังกายน้อย |
| 5. ปัญหา | <p>อะไรมีผลต่อความดันเลือด</p> <p>1.1 ตัวแปรที่มีผลต่อความดันเลือดได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - อายุ - การกินอาหาร - เพศ <p>1.2 สมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปร</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้าอายุมีผลต่อความดันเลือด
ดังนั้นคนที่มีอายุมากจะมีความดันเลือดมากกว่าคนที่มีอายุน้อย - ถ้าการกินอาหารมีผลต่อความดันเลือด
ดังนั้นคนที่ชอบกินอาหารที่มีไขมันมากจะมีความดันเลือดสูงกว่าคนที่ไม่ชอบกินอาหารที่มีไขมันมาก - ถ้าเพศมีผลต่อความดันเลือด
ดังนั้นผู้ชายมากจะมีความดันเลือดมากกว่าผู้หญิง |

ตัวอย่างที่ 3

ณรงค์ชอบเลี้ยงปลาตู้ที่ปิดสนิทโดยมีสายออกซิเจนให้กับปลา อาหารที่ณรงค์นำมาให้ปลาคือ ลูกน้ำ ซึ่งณรงค์มักจะให้ครั้งละมากๆเสมอ ในวันหนึ่งณรงค์สังเกตเห็นยุงตัวเล็กๆ เกาะอยู่ข้างตู้ปลา

ปัญหาที่ณรงค์อยากรู้ในสถานการณ์นี้คือ ยุงมาจากไหน
จากสถานการณ์นี้สิ่งที่น่าจะทำให้เกิดยุง(ตัวแปร) คือ ลูกน้ำ
เพราะฉะนั้น จึงควรตั้งสมมติฐานว่า ยุงมาจากลูกน้ำที่เหลือจากปลากิน



จากตัวอย่างที่ 3 จะเห็นว่า การตั้งสมมติฐาน
ไม่จำเป็นต้องขึ้นต้นด้วยคำว่า ถ้า...แล้ว...
เสมอไป แต่ที่สำคัญจะต้องเป็นข้อความที่เข้าใจได้ง่าย
ครอบคลุมสิ่งที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
และแนวทางในการทดสอบได้

แบบฝึกที่ 2.2

ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างสถานการณ์การทดลอง และการตั้งสมมติฐานต่อไปนี้ เพื่อศึกษาดูว่าการทดลองนั้นๆ ควรจะมีการตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

ตัวอย่างการทดลอง และการตั้งสมมติฐาน

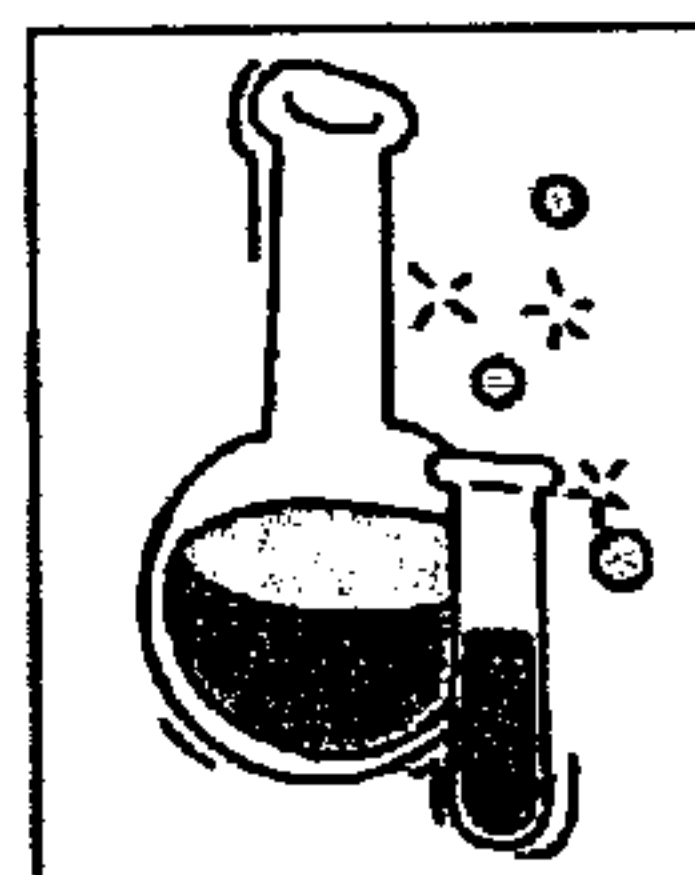
1. สุภาพณ้าน้ำบ่อที่บ้านกานดามาทดลองกับน้ำสบู่ ผลปรากฏว่า ทำฟองกับสบู่ได้ยาก สุภาพณียังมีความรู้หรือน้ำที่ทำฟองกับสบู่ได้ยาก เรียกว่า น้ำกระด้าง จึงได้คิดหาวิธีแก้ความกระด้างของน้ำ โดยนำน้ำบ่อมาต้ม ปรากฏว่าน้ำบ่อทำฟองกับสบู่ได้ง่ายขึ้น

**** การที่สุภาพจะทำการทดลองดังกล่าวได้นั้น สุภาพจะต้องเกิดปัญหาขึ้นในใจ และพยายามหาคำตอบให้กับปัญหานั้น นั่นก็คือ สุภาพจะต้องมีการตั้งสมมติฐานไว้ก่อน จึงค่อยดำเนินการทดลองตามสมมติฐานนั้น ว่าเป็นจริงอย่างที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ ซึ่งจากการทดลองจะเห็นว่า สุภาพเอาน้ำบ่อจากบ้านกานดา ซึ่งเป็นน้ำกระด้างมาต้ม แสดงว่าสุภาพจะต้องตั้งสมมติฐานว่า การนำน้ำบ่อไปต้มจะแก้ความกระด้างของน้ำบ่อได้ ****

เพราะฉะนั้นสมมติฐานของการทดลองนี้คือ การนำน้ำบ่อไปต้มจะแก้ความกระด้างของน้ำบ่อได้

2. ในการทดลองเผาสารชนิดหนึ่ง ในหลอดทดลอง 2 ขนาด ที่ไม่เท่ากัน มีสารอยู่หลอดละ 25 กรัม ปรากฏว่าสารที่ได้จากการเผา มีมวลเพิ่มขึ้นเท่าๆกัน
สมมติฐานของการทดลองนี้คือ ขนาดของหลอดทดลองไม่มีผลต่อปริมาณสารที่ได้จากการเผา

**** สาเหตุที่ตั้งสมมติฐานแบบนี้ เพราะจะเห็นว่าในการทดลองนั้นใช้หลอดทดลองที่มีขนาดต่างกัน แต่มีจำนวนสารในหลอดทดลองเท่ากันและหลังเผาพบว่าสารมีมวลเพิ่มขึ้นเท่ากัน แสดงว่าการทดลองนี้เขาต้องการศึกษาว่าขนาดของหลอดทดลองมีผลต่อปริมาณสารที่ได้จากการเผาหรือไม่ จึงตั้งสมมติฐานว่าขนาดของหลอดทดลองไม่มีผลต่อปริมาณสารที่ได้จากการเผา ****



เมื่อนักเรียนศึกษาตัวอย่างข้างบนจนเข้าใจแล้ว ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์การทดลองต่อไปนี้

1. สายชด ทำการทดสอบพลังงานสะสมในอาหาร โดย ใส่น้ำลงในหลอดทดลอง วัดอุณหภูมิของน้ำ แล้วต้มน้ำในหลอดทดลองโดยใช้เปลวไฟที่ได้จากการเผาถั่วลิสงจนกว่าเปลวไฟจะดับ วัดอุณหภูมิครั้งที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำก่อนการต้มและหลังการต้ม พบว่าอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น

สมมติฐานเกี่ยวกับการทดลองนี้คือ _____

2. มาลีนำหิน ขนาดเท่ากัน 4 ชนิด ชนิดละ 1 ก้อน วางลงแผ่นกระดาษที่มีหมายเลข 1,2,3 และ 4 ตามลำดับสังเกตลักษณะของหินแต่ละชนิด แล้วเผาก้อนหินทั้ง 4 ก้อนพร้อมกันบนตะแกรง ลวด นาน 5 นาที หลังจากนั้นนำหินที่เผาแล้วลงในน้ำเย็น สังเกตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของหิน

สมมติฐานเกี่ยวกับการทดลองนี้คือ _____

3. สมศักดิ์ทำการทดลองเพื่อทดสอบแรงดันของน้ำ โดยนำกระป๋องมาเจาะรู 3 รู ที่ระดับความสูงต่างๆกัน ใช้นิ้วมือปิดรูทั้ง 3 ที่ด้านนอกกระป๋อง แล้วเติมน้ำให้เต็ม ปลดนิ้วมือพร้อมกัน สังเกตการไหลของน้ำจากระดับต่างๆ

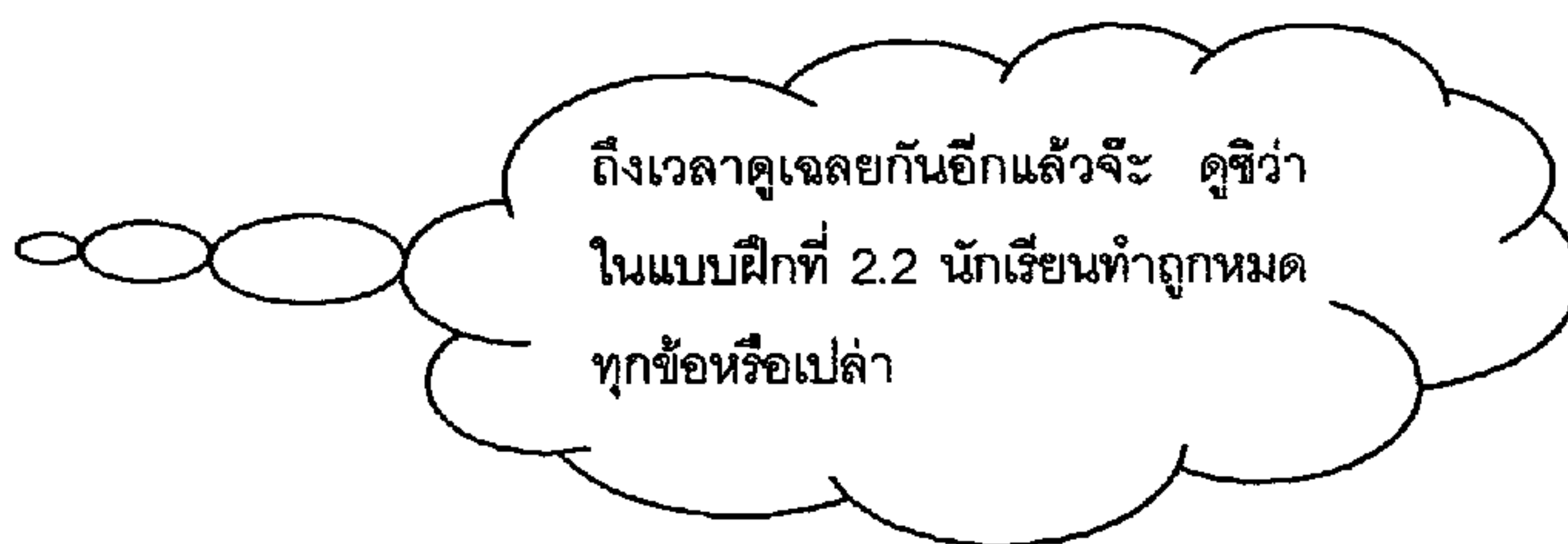
สมมติฐานเกี่ยวกับการทดลองนี้คือ _____

4. ในการทดลองนำดินมาทดสอบความเป็นกรดเป็นเบส ปรากฏว่าดินมีสภาพเป็นกรด หลังจากนั้นนำปูนขาวมาใส่ในดิน แล้วทำการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของดินด้วยกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ ผลปรากฏว่าทำให้ดินมีสภาพเป็นเบส

สมมติฐานเกี่ยวกับการทดลองนี้คือ _____

5. ในการทดลองหาความหนาแน่นของวัตถุต่างชนิดกันโดยการ ชั่งวัตถุเพื่อหามวล แล้วนำวัตถุไปหย่อนลงในถ้วยยูรีกาที่มีน้ำอยู่เต็มถ้วย ร่องน้ำที่ไหลออกมาไปวัดหาปริมาตรด้วยหลอดจิกยา แล้วนำข้อมูลจากมวลและปริมาตรของวัตถุแต่ละชนิดมาคำนวณหาความหนาแน่นของวัตถุ

สมมติฐานเกี่ยวกับการทดลองนี้คือ_____



เฉลยแบบฝึกที่ 2.2

1. สมมติฐาน คือ ในถั่วลิสงมีพลังงานสะสมอยู่
2. สมมติฐาน คือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้ดินแต่ละชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดได้แตกต่างกัน
3. สมมติฐาน คือ น้ำที่อยู่ระดับลึกมีความดันมากกว่าที่อยู่ระดับตื้น
หรือ น้ำแต่ละระดับจะมีแรงดันไม่เท่ากัน
4. สมมติฐาน คือ การใส่ปุ๋ยทำให้ดินมีสภาพเป็นเบส
5. สมมติฐาน คือ วัตถุต่างชนิดกันจะมีความหนาแน่นแตกต่างกัน



แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกที่ 3

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ



ชื่อ

โรงเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

แบบฝึกทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายและมีทักษะในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. บอกวิธีการวัดตัวแปรต่างๆได้
2. ระบุได้ว่าข้อความใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการข้างล่างนี้ เมื่ออ่านจบแล้ว ถ้านักเรียนไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยให้นักเรียนถามครูได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกที่ให้มาครบทุกข้อ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่มีความจำเป็นต้องให้ความหมายหรือคำจำกัดความของศัพท์เฉพาะเหล่านั้นให้มีความรัดกุมเป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวม เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรอักษร หรือคำต่างๆ ให้สามารถทำการทดลองได้ เป็นที่เข้าใจตรงกัน เพราะฉะนั้น ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จึงเป็นความสามารถที่จะบอกได้ว่า ตัวแปรของการทดลองใดทำการทดลองหนึ่งถูกวัดได้อย่างไร และบอกวิธีการวัดตัวแปรได้

ตัวอย่าง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ของ "ความดัน" มีการให้นิยาม 2 แบบดังนี้

1. เป็นแรงที่วัดถููกกด
2. เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหารค่าของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ ด้วยค่าของพื้นที่ของวัตถุที่บริเวณแรงนี้ถูกกระทำ

ความหมายที่ 1 ที่เขียนว่าความดันเป็นแรงที่วัดถููกกด ไม่เป็นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะบอกไม่ชัดเจน ถึงจะบอกว่าเป็นแรงที่วัดถููกกดก็จริง แต่ไม่ทราบว่าจะวัดค่าของแรงนี้ได้อย่างไร และบอกไม่ละเอียดว่ากระทำต่อวัตถุ ณ ตำแหน่งใด บนพื้นที่บริเวณใด และสังเกตไม่ได้

ความหมายที่ 2 ที่เขียนว่าความดันเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหาค่าของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ ด้วยค่าของพื้นที่ของวัตถุที่บริเวณแรงนี้ถูกกระทำ เป็นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะบอกได้ชัดเจนจนรู้ว่า จะปฏิบัติอย่างไร เช่น บอกว่า เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหาร และบอกวิธีวัดค่าแรง คือ วัดค่าของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อพื้นที่ และยังบอกตำแหน่งซึ่งสามารถสังเกตได้ เช่น พื้นที่บริเวณที่แรงกระทำ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่ดี มีลักษณะดังนี้

- มีความชัดเจน
- ทำการวัดได้
- บอกวิธีวัดว่าทำอย่างไร
- สังเกตได้

ประโยชน์ของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ กำหนด ความหมายและขอบเขตของศัพท์เฉพาะวิชาต่างๆ เช่น ศัพท์ทางแพทย์ ศัพท์ทางการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน



เรามาดูตัวอย่างการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการกันเถอะ
จะได้เข้าใจมากขึ้น

ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วลองทำแบบฝึกที่นำมาเพื่อทบทวนความเข้าใจ

จำกันให้ตึ่ๆนะจ๊ะว่า การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
ก็คือการบอกว่า ตัวแปรของการทดลองใดการทดลอง
หนึ่งถูกวัดได้อย่างไร และมีวิธีการวัดตัวแปรอย่างไร



ตัวอย่างที่ 1 ให้ออกว่าตัวแปรตามและตัวแปรต้นในการทดลองถูกวัดได้อย่างไร

ได้มีผู้ศึกษาว่า ถ้าพื้นผิวหน้าของน้ำถูกอากาศมากขึ้นน้ำจะระเหยเร็วขึ้น โดยริน
น้ำปริมาตรอย่างละ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในภาดอลูมิเนียม ซึ่งมีพื้นที่ 5,6,7,8
และ 9 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ วางภาดอลูมิเนียมเหล่านี้ไว้กลางแจ้ง จากนั้นก็วัด
ปริมาตรของน้ำที่เหลือในภาดแต่ละใบหลังจากตั้งภาดเหล่านั้นไว้กลางแจ้งแล้ว 2 ชั่วโมง

จากคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองข้างต้นจะเห็นว่า **ตัวแปรต้น** คือ พื้นผิว
หน้าของน้ำ ซึ่งถูกวัดได้จาก พื้นที่หน้าตัดของภาดอลูมิเนียมที่บรรจุน้ำ ส่วน
ตัวแปรตาม คือ การระเหยของน้ำ ซึ่งถูกวัดได้จาก ปริมาณของน้ำที่หายไป

ตัวอย่างที่ 2 ให้ออกวิธีวัดตัวแปรต่อไปนี้

เช่น ความคงทนของลูกฟุตบอล

คำตอบก็คือความคงทนของลูกฟุตบอลอาจจะวัดได้ดังนี้

- จำนวนครั้งที่ใช้ลูกบอลในการแข่งขันก่อนที่ลูกฟุตบอลจะขาด
- จำนวนชั่วโมงที่ครูพละใช้สอนก่อนที่ลูกฟุตบอลจะขาด
- จำนวนคนที่ใช้เตะก่อนที่ลูกฟุตบอลจะขาด
- ขนาดของแรงที่ใช้เตะก่อนที่ลูกฟุตบอลจะขาด

ตัวอย่างที่ 3 ให้ออกกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ ตัวแปรต่อไปนี้

1. ตัวนำไฟฟ้า

เราสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ ตัวนำไฟฟ้า ได้ดังนี้

ตัวนำไฟฟ้า คือ วัตถุหรือสิ่งต่างๆ ที่เมื่อนำเครื่องตรวจสอบการนำ
ไฟฟ้ามาแตะแล้วติดไฟ

จะเห็นว่าเราสามารถสังเกตและตรวจสอบได้ง่ายโดยใช้เครื่องตรวจสอบการ
นำไฟฟ้ามาแตะ

2. การแท้ง

เราสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการแท้งได้ดังนี้

การแท้ง คือ การที่ทารกคลอดก่อนอายุครรภ์ 28 สัปดาห์ และทารกมีน้ำหนักน้อย
กว่า 1000 กรัม



"พอจะเข้าใจกันแล้วใช่ไหม ลองมาทำแบบฝึกกันเถอะ"

แบบฝึกที่ 3.1

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง นักเรียนจะต้องบอกว่าตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ในแต่ละการทดลอง คืออะไร และถูกวัดอย่างไร

1. ได้มีผู้ศึกษาว่าความลาดเทของพื้นที่ มีผลต่อการพังทลายของพื้นที่นั้น ความลาดเทของพื้นที่ได้ถูกจำลองขึ้น โดยความลาดเทจำลองมีความสูงต่างๆกัน คือ 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร และที่ความสูงเหล่านี้ผู้ทำการทดลองได้เทน้ำปริมาณ 1 ลิตร ลงมาตามความลาดเท น้ำจะไหลตามลงมา แล้ววัดความลึกของพื้นที่ที่เกิดการพัดพาของน้ำ

ก. ตัวแปรต้น คือ

ถูกวัดได้จาก.....

.....

ข. ตัวแปรตาม คือ

ถูกวัดได้จาก.....

.....

2. ได้มีการทดลองเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการเต้นของชีพจร โดยให้นักเรียนนับจำนวนการเต้นของชีพจรใน 1 นาที หลังจากนั้นให้นักเรียนกระโดดอยู่กับที่ในจำนวนที่ต่างกัน แล้วก็วัดอัตราการเต้นของชีพจร นักเรียนกลุ่มที่หนึ่ง กระโดด 10 ครั้ง นักเรียนกลุ่มที่สอง กระโดด 20 ครั้ง นักเรียนกลุ่มที่สาม กระโดด 30 ครั้ง และนักเรียนกลุ่มที่สี่ กระโดด 40 ครั้งหลังจากกระโดดเสร็จให้วัดอัตราการเต้นของชีพจร โดยนับจำนวนการเต้นของชีพจรใน 1 นาที

ก. ตัวแปรต้น คือ

ถูกวัดได้จาก.....

.....

ข. ตัวแปรตาม คือ

ถูกวัดได้จาก.....

.....

3. นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาว่า ถ้าปล่อยลูกบอลจากระดับที่สูงขึ้น ลูกบอลจะกระเด็นสูงขึ้น โดยทดลองปล่อยลูกบอลลงสู่พื้นทีระยะความสูง 10, 20, 30, 40 และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ พร้อมบันทึกความสูงที่ลูกบอลกระเด็นขึ้น

ก. ตัวแปรต้น คือ
ถูกวัดได้จาก.....
.....

ข. ตัวแปรตาม คือ
ถูกวัดได้จาก.....
.....

4. มีผู้ศึกษาพบว่าน้ำแต่ละระดับจะมีแรงดันไม่เท่ากัน น้ำที่อยู่ระดับลึกจะมีแรงดันมากกว่า น้ำที่อยู่ระดับตื้น โดยมีวิธีการทดลองด้วยการนำกระป๋องมาเจาะรู 3 รู ที่ระดับต่างๆกัน รูที่หนึ่งเจาะลึกลงไปจากปากขวด 20 เซนติเมตร รูที่สอง เจาะลึกลงไปจากปากขวด 15 เซนติเมตร รูที่สาม เจาะลึกลงไปจากปากขวด 10 เซนติเมตร ใช้น้ำปิดรูทั้ง 3 ที่ด้านนอกกระป๋อง แล้วเติมน้ำให้เต็ม ปล่อยนิ้วมือพร้อมกัน สังเกตความแรงในการพุ่งไหลของน้ำจากระดับต่างๆ

ก. ตัวแปรต้น คือ
ถูกวัดได้จาก.....
.....

ข. ตัวแปรตาม คือ
ถูกวัดได้จาก.....
.....

5. นายเชนศึกษาพบว่า พืชแต่ละชนิดต้องการดินที่มีความเป็นกรดเป็นเบสแตกต่างกัน เขาจึงอยากรู้ว่าผักคะน้า จะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกในดินที่มีความเป็นกรดเป็นเบสเท่าไร โดยทำการทดลองปลูกต้นคะน้า ในดินที่มีค่า pH แตกต่างกัน 5 กระถาง ที่ได้มาจากการทดสอบด้วยกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ กระถางที่ 1 ใช้ดินที่มีค่า pH เท่ากับ 3.0 กระถางที่ 2 ใช้ดินที่มีค่า pH เท่ากับ 5.0 กระถางที่ 3 ใช้ดินที่มีค่า pH เท่ากับ 7.0 กระถางที่ 4 ใช้ดินที่มีค่า pH เท่ากับ 9.0 และกระถางที่ 5 ใช้ดินที่มีค่า pH เท่ากับ 12.0 หลังจากนั้นอีก 2 อาทิตย์ วัดความสูงของต้นคะน้าเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต

ก. ตัวแปรต้น คือ
ถูกวัดได้จาก.....
.....

ข. ตัวแปรตาม คือ
ถูกวัดได้จาก.....
.....

เฉลยแบบฝึกที่ 3.1

1.

ก. ตัวแปรต้น คือ	ความลาดเทของพื้นที่
วัดได้จาก	ความสูงของความลาดเท คือระยะตั้งฉากจากสูงสุดของพื้นที่ลาดเทมายังพื้นดิน
ข. ตัวแปรตาม คือ	ปริมาณการพังทลายของดิน
วัดได้จาก	ความลึกของพื้นที่บริเวณเชิงพื้นลาดเทที่เกิดจากการพัดพาของน้ำที่ไหลมาตามความลาดเท
2.

ก. ตัวแปรต้น คือ	การออกกำลังกาย
วัดได้จาก	จำนวนครั้งของการกระโดดอยู่กับที่
ข. ตัวแปรตาม คือ	อัตราการเต้นของชีพจร
วัดได้จาก	ใช้มือจับชีพจรที่ข้อมือ แล้วนับจำนวนการเต้นของชีพจรในเวลา 1 นาที หลังจากการกระโดดอยู่กับที่
3.

ก. ตัวแปรต้น คือ	ระดับที่ปล่อยลูกบอล
วัดได้จาก	ความสูงจากจุดที่ปล่อยลูกบอลจนถึงพื้น
ข. ตัวแปรตาม คือ	ระดับที่ลูกบอลกระเด็นขึ้นในอากาศ
วัดได้จาก	ความสูงที่ลูกบอลเด้งจากพื้นขึ้นไปในอากาศก่อนที่ลูกบอลจะตก
4.

ก. ตัวแปรต้น คือ	ระดับน้ำ
วัดได้จาก	ระยะจากปากขวดถึงรูที่เจาะ
ข. ตัวแปรตาม คือ	แรงดัน
วัดได้จาก	ความแรงในการพุ่งไหลของน้ำ
5.

ก. ตัวแปรต้น คือ	ดินที่มีความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน
วัดได้จาก	ค่า pH ที่วัดด้วยกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์
ข. ตัวแปรตาม คือ	การเจริญเติบโตของต้นคะน้า
วัดได้จาก	ความสูงของต้นคะน้า

แบบฝึกที่ 3.2

จงบอกวิธีวัดตัวแปรต่อไปนี้ อย่างน้อยข้อละ 2 วิธี

1. ขนาดของสัตว์

วัดตัวแปรนี้ได้จาก -

-

-

2. ความแข็งแรงของคน

วัดตัวแปรนี้ได้จาก -

-

-

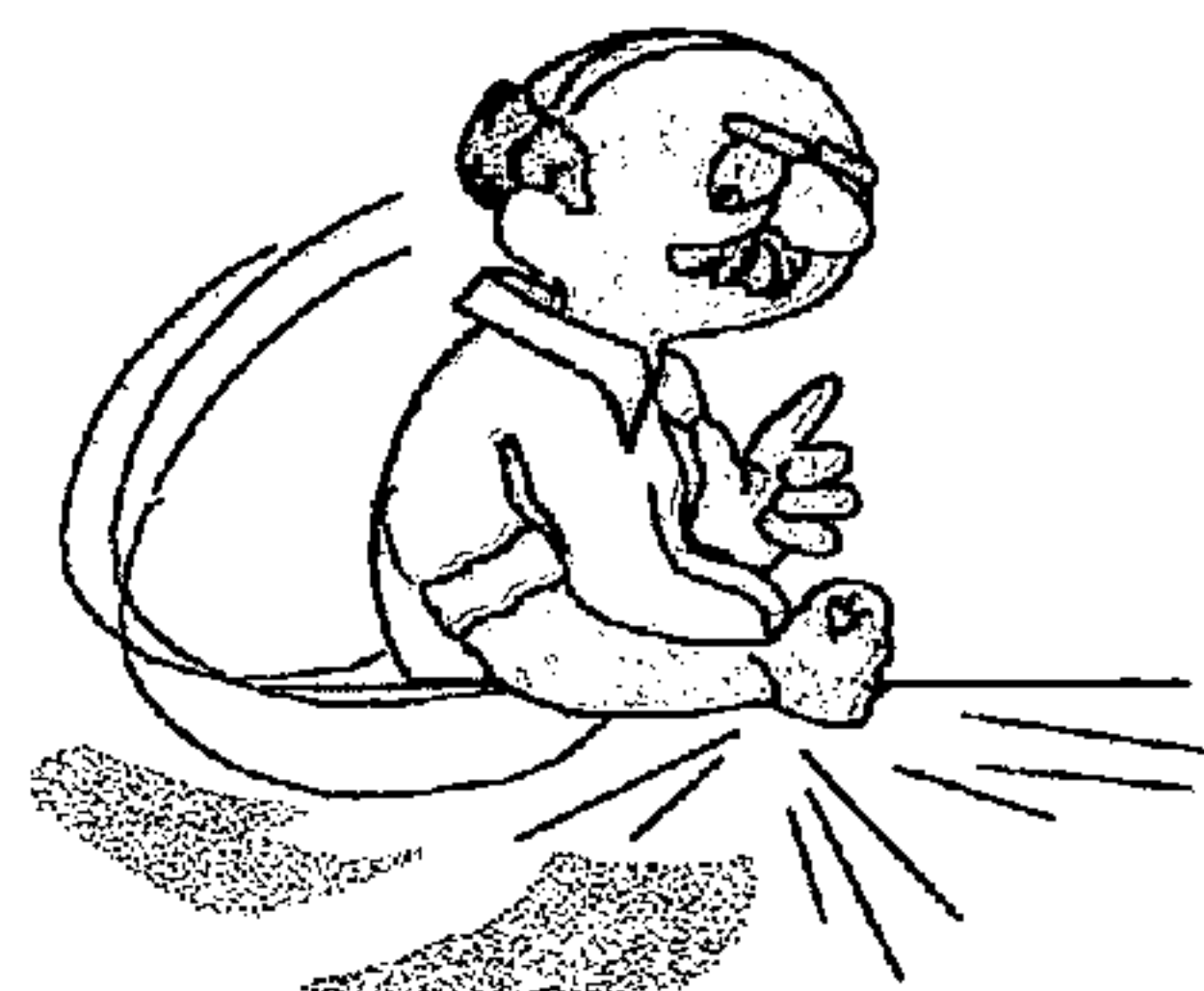
3. การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต

วัดตัวแปรนี้ได้จาก -

-

-

อย่าแอบดูเฉลยก่อนทำเองนะจ๊ะ



เมื่อทำเสร็จแล้ว ตรวจสอบเฉลยดูซิว่าทำถูกต้อง
หรือเปล่า



เฉลยแบบฝึกที่ 3.2

1. วัดได้จาก

- ขนาดของรอบอก
- ขนาดของกล้ามเนื้อ
- ความสูง รอบสะเอว

2. วัดได้จาก

- การวิ่งเป็นเวลานานติดต่อกันจนไม่สามารถวิ่งต่อไปได้
- วัดการยกของหนัก

3. วัดได้จาก

- น้ำหนัก
- ส่วนสูง
- รอบลำตัว

แบบฝึกที่ 3.3

จงพิจารณานิยามของสิ่งต่างๆต่อไปนี้ ว่านิยามใดเหมาะสมที่จะเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยให้
ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่นักเรียนคิดว่าเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ และทำเครื่องหมาย X หน้า
ข้อที่นักเรียนคิดว่าไม่เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ

- 1. คาลอรี คือหน่วยวัดปริมาณความร้อน
- 2. ความหนาแน่นคือ ผลที่ได้จากการหาค่ามวลวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม ต่อปริมาตร 1 ลูก
 บาทก์เซนติเมตร
- 3. เป็ดเป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่งมีสองขา ไม่สามารถบินได้
- 4. ชีพจร หมายถึงแรงดันในผนังเส้นเลือดที่เกิดขึ้นตามจังหวะการเต้นของหัวใจ
- 5. ประชากรคือ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาศัยอยู่ในที่แห่งเดียวกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
- 6. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสารคือ อัตราส่วนของความหนาแน่นของสารนั้นต่อความ
 หนาแน่นของน้ำ
- 7. อะตอมคือ หน่วยย่อยที่สุดของสสาร
- 8. การใส่ห่วงอนามัย เป็นการคุมกำเนิดแบบชั่วคราว



ได้เวลาดูเฉลยแล้วจ๊ะ ลองตรวจ
ดูซิว่าทำถูกกี่ข้อ และทำผิดตรง
ไหน ผิดได้อย่างไร

เฉลยแบบฝึกที่ 3.3

1. X

2. /

3. /

4. X

5. /

6. /

7. X

8. X

แบบฝึกที่ 3.4

จงกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่อไปนี้

1. สารที่เป็นกรด คือ
.....
2. การทำหมันชาย คือ
.....
3. ของเหลว คือ
.....



อย่าลืมตรวจสอบดูเฉลยด้วยนะจ๊ะ
ตอนนี้เข้าใจแล้วใช่ไหมว่า การกำหนด
นิยามเชิงปฏิบัติการ ก็คือการบอกว่า
ตัวแปรของการทดลองใดการทดลอง
หนึ่งถูกวัดได้อย่างไร และมีวิธีการวัด
ตัวแปรอย่างไหนนั่นเอง

เจลยแบบฝีกที่ 3.4

1. สารที่ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสแล้วทำให้กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
หรือ สารที่ทดสอบด้วยยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ แล้วได้ค่า pH น้อยกว่า 7
2. การตัดและผูกหลอดนำตัวอย่างสุจิให้แยกออกจากกัน
3. สสารที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามภาชนะที่ใส่ และไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกที่ 4 ทักษะการทดลอง



ชื่อ

โรงเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

แบบฝึกทักษะการทดลอง

จุดมุ่งหมายทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการทดลองและมีทักษะในการทดลอง

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้
2. ระบุอุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้

คำชี้แจง ข้อมูลข้างล่างนี้ เป็นข้อความที่อธิบาย เกี่ยวกับทักษะการทดลอง ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจข้อมูลที่ให้มานี้ให้เข้าใจ ถ้าไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยให้ถามครูได้ หลังจากอ่านจนเข้าใจแล้วให้นักเรียนลองทำแบบฝึกที่ให้มาให้ครบทุกข้อ

การทดลอง เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมทักษะหนึ่ง ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และควรที่จะฝึกให้มีขึ้นกับนักเรียน เพื่อใช้พิสูจน์ยืนยันความจริงบางอย่างจากสมมติฐานว่าจริงหรือไม่เพียงใด ปัญหาทางวิทยาศาสตร์บางปัญหาไม่สามารถหาคำตอบได้ถ้าใช้เฉพาะทักษะการสังเกต การวัด หรือการจัดจำแนกประเภท จึงจำเป็นต้องมีการทดลองอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อเป็นการพิสูจน์ตัดสินความถูกต้อง สำหรับแบบฝึกการทดลองต่อไปนี้ จะเน้นเฉพาะการออกแบบการทดลองเท่านั้น

การทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการเพื่หาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทำการทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่ใช้

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงตามแผนการทดลองที่วางไว้

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ขั้นตอนก่อนที่จะออกแบบการทดลองประกอบด้วย

- มีปัญหาขึ้นมาก่อน
- เลือกปัญหาที่สนใจ
- เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบจากปัญหานั้น
- ตั้งสมมติฐานจากตัวแปรที่เลือก
- บอกวิธีวัดตัวแปรต้นตัวแปรตาม และบอกตัวแปรที่ต้องควบคุม
- ทำการออกแบบการทดลองพร้อมทั้งเสนอแนะอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง



ลองศึกษาตัวอย่างข้างล่างนี้ดูซิจะ
แล้วนักเรียนจะเข้าใจมากขึ้น

ตัวอย่าง

สุนทร เกิดความสงสัยว่า ปริมาณน้ำมีผลต่ออัตราการเดือดของน้ำหรือไม่ จากปัญหาของสุนทร นักเรียนคิดว่าสุนทรควรจะต้องตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร ซึ่งสมมติฐานที่ควรจะต้องตั้งก็คือ ถ้าปริมาณน้ำมีผลต่ออัตราการเดือดของน้ำแล้ว ดังนั้นน้ำที่มีปริมาณมากจะใช้เวลาในการต้มจนเดือดนานกว่าน้ำที่มีปริมาณน้อย และจากสมมติฐานดังกล่าว จะพบว่าตัวแปรต้นคือ ปริมาณน้ำ ตัวแปรตามคือ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้มน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในขณะทำการทดลอง ภาชนะที่ใส่น้ำ อุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม เทอร์โมมิเตอร์ สถานที่ต้มน้ำ เมื่อทราบตัวแปรทั้ง 3 ชนิดแล้ว สิ่งที่สุนทรจะต้องทราบอีกอย่างก็คือ ปริมาณน้ำ (ตัวแปรต้น) และเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้มน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด (ตัวแปรตาม) มีวิธีวัดอย่างไร นักเรียนพอจะช่วยสุนทรคิดได้ไหม คำตอบก็คือ ปริมาณของน้ำวัดโดยใช้กระบอกตวงหาปริมาตร ส่วนเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้มน้ำจนกระทั่งน้ำเดือดใช้นาฬิกาจับเวลาตั้งแต่เริ่มต้มน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด เมื่อสุนทรทราบตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และรู้ว่าต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง ตลอดจนรู้วิธีวัดตัวแปรต้น ตัวแปรตามแล้ว คราวนี้สุนทรก็สามารถออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นได้แล้ว ซึ่งสุนทรได้ออกแบบการทดลองไว้ดังนี้ รินน้ำใส่ขวดแก้วที่มีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน 2 ใบ โดยใช้กระบอกตวง ใบหนึ่งใส่น้ำ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร อีกใบหนึ่งใส่น้ำ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อจากนั้นใช้จุกคอร์กที่มีเทอร์โมมิเตอร์เสียบติดอยู่ปิดปากขวดทั้งสองให้แน่น โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในน้ำในขวด แล้วนำขวดแต่ละขวดไปตั้งไว้บนตะแกรงลวดที่ตั้งอยู่บนที่ก่ำบังลม จากนั้นใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ต้มน้ำในขวดจนเดือด แล้วจับเวลาดูว่าน้ำในขวดใบใดใช้เวลาตั้งแต่เริ่มต้มน้ำจนกระทั่งน้ำเดือดมากกว่ากัน จากการออกแบบการทดลองดังกล่าว จะเห็นว่ามีอุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับการทดลองนี้ได้แก่ ขวดแก้ว กระบอกตวง จุกคอร์ก เทอร์โมมิเตอร์ ตะแกรงลวด ที่ก่ำบังลม ตะเกียงแอลกอฮอล์ นาฬิกาจับเวลา ไมซ์ไฟ น้ำ



พอจะเข้าใจแล้วใช่ไหม ต่อไปก็ตั้งใจทำแบบฝึกให้ดีๆ นะจ๊ะ

แบบฝึกที่ 4.1

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่ให้มาแล้วตอบคำถามและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบ สมมติฐาน

1. ครูเคยสอนวิภาว่า ความพรุนของดิน คือ กี่ช่องว่างระหว่างเม็ดดินนั่นเอง แต่วิภาอยากรู้ว่า ระหว่างดินร่วนกับดินเหนียวดินชนิดใดมีความพรุนมากกว่ากัน

1.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ

.....

1.2 ตัวแปรต้น คือ

1.3 ตัวแปรตาม คือ

วัดได้โดย

1.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

.....

1.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

.....

.....



แวะดูเฉลยกันก่อนดีกว่า ตรวจดูซิว่านักเรียนทำถูกต้องหรือไม่ และ ผิดพลาดตรงไหน เพื่อเป็นแนวทางในการทำข้อต่อไป

เฉลยแบบฝึกที่ 4.1

ข้อ 1.

1.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ ถ้าดินต่างชนิดกันมีความพรุนแตกต่างกันแล้ว ดังนั้น ดินร่วนจะมีความพรุนมากกว่าดินเหนียว

หรือ นักเรียนอาจตั้งสมมติฐานสั้นๆว่า ดินร่วนจะมีความพรุนมากกว่าดินเหนียว ก็ได้

1.2 ตัวแปรต้น คือ ชนิดของดิน ได้แก่ ดินร่วน กับดินเหนียว

1.3 ตัวแปรตาม คือ ความพรุนของดิน
วัดได้โดย ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านดินทั้งสองชนิดในเวลาเท่ากัน

1.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปริมาณน้ำที่เทลงดิน ,ขนาด และจำนวนของรู ,ชนิดและขนาดของภาชนะ ,ปริมาณของดิน

1.5 แผนการทดลอง คือ

นำกระป๋องนม ที่มีขนาดเท่ากันมาเจาะรู ขนาดเท่าๆกันกระป๋องละ 5 รู แล้วนำดินเหนียว และดินร่วนในปริมาณที่เท่ากัน ใส่ในกระป๋องทั้งสองใบ เอากระป๋องนมทั้งสองใบไปตั้งซ้อนบนกระป๋องนมที่ไม่ได้เจาะรูเพื่อให้รองรับน้ำที่ไหล รินน้ำปริมาณ 100 ซม.³ ลงบนดินทั้งสองกระป๋อง จับเวลา 2 นาที นำน้ำที่อยู่ในกระป๋องด้านล่าง มาหาปริมาณน้ำที่ได้ ด้วยหลอดจีดยา

(จำนวนตัวเลขที่นักเรียนกำหนดไม่จำเป็นจะต้องเท่ากับของครูก็ได้ , อุปกรณ์ใส่ดิน และน้ำ ของนักเรียนอาจใช้อย่างอื่นแทนกระป๋องนมก็ได้ แต่ต้องมีขนาดเท่ากัน และเจาะ รูได้)

1.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กระป๋องนม ดินร่วน ดินเหนียว น้ำ หลอดจีดยา ปีกเกอร์

2. นเรศศึกษาพบว่าสารใดก็ตามเมื่อทดสอบกับสารละลายไอโอดีน แล้วให้สีน้ำเงินปนม่วงหรือสีน้ำเงินปนแดง แสดงว่าสารนั้นคือแป้งซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ที่ให้พลังงานเป็นส่วนใหญ่แก่ร่างกาย นเรศจึงอยากรู้ว่า น้ำกะทิ และนมรสจืด เป็นอาหารประเภทแป้งหรือไม่

2.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ

.....

2.2 ตัวแปรต้น คือ

2.3 ตัวแปรตาม คือ

วัดได้โดย

2.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

.....

2.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

.....

.....



ตรวจดูซิว่านักเรียนทำถูกต้องหรือไม่ และผิดพลาดตรงไหน เพื่อเป็นแนวทางในการทำต่อไป

เจดยแบบฝึกที่ 4.1

ข้อ 2.

1.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ ถ้าทดสอบ น้ำกะทิ และนมรสจืดกับสารละลายไอโอดีน แล้วให้สีน้ำเงินปนม่วงหรือสีน้ำเงินปนแดงแล้ว ดังนั้นน้ำกะทิ และนมรสจืดเป็นอาหารประเภทแป้ง

หรือ นักเรียนอาจจะสมมติฐานสั้นๆว่า น้ำกะทิ และนมรสจืดเป็นอาหารประเภทแป้ง ก็ได้

1.2 ตัวแปรต้น คือ น้ำกะทิ และนมรสจืด

1.3 ตัวแปรตาม คือ อาหารประเภทแป้ง

วัดได้โดย การเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงินปนม่วงหรือสีน้ำเงินปนแดง

1.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน

1.5 แผนการทดลอง

1. นำน้ำกะทิ จำนวน 2 ซม.³ ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงไปจำนวน 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน แล้วสังเกตสีที่ได้
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่เปลี่ยนจากน้ำกะทิเป็นนมรสจืด

1.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หลอดทดลอง น้ำกะทิ นมรสจืด สารละลายไอโอดีน

3. น้ำฝนอาสาช่วยแม่ทำงานบ้านในวันหยุด แม่จึงให้น้ำฝนเอน้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำไป
ขัดห้องน้ำ โดยแม่กำชับให้น้ำฝนใส่ถุงมือและใส่รองเท้าเพื่อไม่ให้เท้าทำทำความสะอาดห้องน้ำ
กัดมือและเท้า น้ำฝนเคยเรียนรู้ว่าสารที่มีสมบัติเป็นกรด สามารถกัดกร่อนเนื้อเยื่อได้ น้ำฝน
จึงอยากรู้ว่า น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำมีสมบัติเป็นกรดหรือไม่ น้ำฝนจึงคิดจะทำการ
ทดลองโดยใช้กระดาษลิตมัสเป็นตัวทดสอบ ถ้าเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นแดง
แสดงว่ามีสมบัติเป็นกรด เรามาช่วยน้ำฝนออกแบบการทดลองกันเถอะ

3.1 น้ำฝนควรตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาข้างต้นอย่างไร

.....

3.2 ตัวแปรต้น คือ

3.3 ตัวแปรตาม คือ

วัดได้โดย

3.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

.....

3.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ น้ำฝนควรออกแบบการทดลองอย่าง
ไร เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

.....

.....



เก่งจังเลย ลองเฉลยดูซิว่าถูกต้องไหม

เฉลยแบบฝึกที่ 4.1

ข้อ 3.

3.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ น้ำยาทำความสะอาดห้อง
น้ำมีสมบัติเป็นกรด

3.2 ตัวแปรต้น คือ น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำ

3.3 ตัวแปรตาม คือ ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำยาขัดห้องน้ำ
วัดได้โดย การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนสีจากสีน้ำ
เงินเป็นแดงแสดงว่าเป็นกรด ถ้าเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นน้ำเงิน
แสดงว่าเป็นเบส

3.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ชนิดของภาชนะที่ใส่น้ำยาทำความสะอาดห้อง
น้ำ

3.5 แผนการทดลอง

นำน้ำยาขัดห้องน้ำมาจำนวน 10 ซม.³ ใส่ในบีกเกอร์ แล้วนำกระดาษลิตมัส
จุ่มลงในน้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำ สังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษ
ลิตมัส บันทึกผล

3.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บีกเกอร์ กระดาษลิตมัส
น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำ

4. สร้อยอยากรู้ว่า ดินที่อยู่บนเขา กับดินที่อยู่ใกล้ชายทะเลทั้งสองแหล่งนี้จะมีความเป็นกรดเป็นเบสของดินต่างกันหรือไม่

4.1 สร้อยควรตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาข้างต้นอย่างไร

.....

4.2 ตัวแปรต้น คือ

4.3 ตัวแปรตาม คือ

วัดได้โดย

4.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

.....

4.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สร้อยควรออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

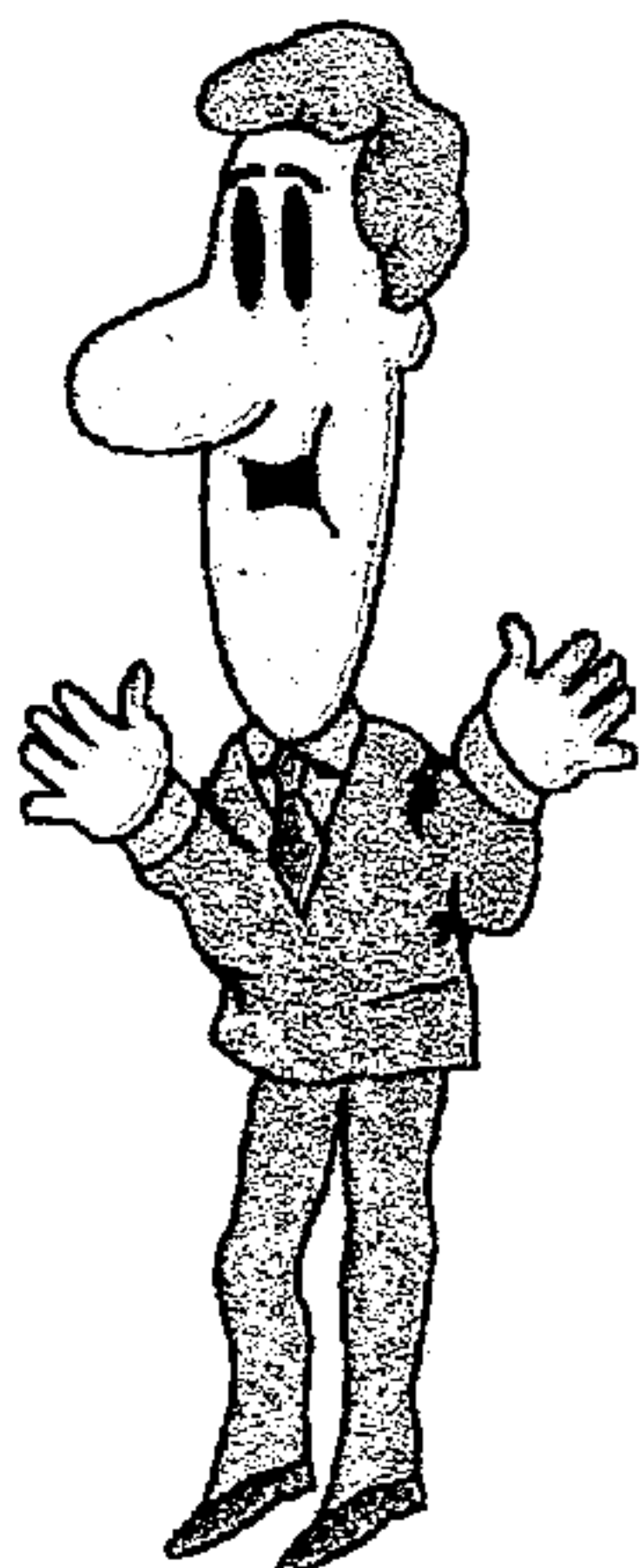
.....

.....

4.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

.....

.....



ลองเฉลยดูซิว่าถูกทำต้องไหม

เฉลยแบบฝึกที่ 4.1

ข้อ 4.

4.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ ดินที่อยู่บนเขาและดินที่อยู่ใกล้ชายทะเลจะมีความเป็นกรดเป็นเบสแตกต่างกัน

4.2 ตัวแปรต้น คือ แหล่งของดิน ได้แก่ ดินที่อยู่บนเขา และดินที่อยู่ใกล้ชายทะเล

4.3 ตัวแปรตาม คือ ความเป็นกรดเป็นเบสของดิน วัดได้โดย ค่า pH ที่ได้จากการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์แซนอินดิเคเตอร์

4.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปริมาณดิน ปริมาณน้ำที่นำมาผสมดิน

4.5 แผนการทดลอง

นำดินที่อยู่บนเขา และดินที่อยู่ใกล้ชายทะเล มาอย่างละ 2 ข้อนเบอร์ 1 ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำอยู่หลอดละ 5 ซม.³ เขย่าหลอดทดลอง 2-3 ครั้ง แล้วนำยูนิเวอร์แซนอินดิเคเตอร์มาทดสอบ สังเกตการเปลี่ยนสี นำไปเทียบสีหาค่า pH

4.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หลอดทดลอง , ดินที่อยู่บนเขา , ดินที่อยู่ใกล้ชายทะเล , ยูนิเวอร์แซนอินดิเคเตอร์ , น้ำ

5. มีการตั้งปัญหาขึ้นมาว่า วัตถุนิตเดียวกัน แต่มีน้ำหนักต่างกัน เมื่อปล่อยให้ตกจากตำแหน่งที่สูงจากระดับเดียวกัน จะตกถึงพื้นพร้อมกันจริงหรือไม่

5.1 จากปัญหาข้างต้นควรตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

5.2 ตัวแปรต้น คือ

5.3 ตัวแปรตาม คือ

วัดได้โดย

5.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

.....

5.5 เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ จงเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

.....

.....



เก่งจังเลยทำเสร็จแล้วลองเฉลยดูซิว่า
ถูกต้องไหม

เฉลยแบบฝึกที่ 4.1

ข้อ 5.

5.1 สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้น คือ วัตถุชนิดเดียวกัน แต่มีน้ำหนักต่างกัน เมื่อปล่อยให้ตกจากตำแหน่งที่สูงจากระดับเดียวกัน จะตกถึงพื้นพร้อมกัน
หรือ นักเรียนอาจจะตั้งว่า วัตถุชนิดเดียวกัน แต่มีน้ำหนักต่างกันเมื่อปล่อยให้ตกจากตำแหน่งที่สูงจากระดับเดียวกัน วัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่าจะตกถึงพื้นได้เร็วกว่า

5.2 ตัวแปรต้น คือ น้ำหนักของวัตถุ

5.3 ตัวแปรตาม คือ ความเร็วในการตกถึงพื้น

วัดได้โดย เวลาที่ใช้ตั้งแต่ปล่อยวัตถุจนกระทั่งวัตถุตกถึงพื้น

5.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ชนิดของวัตถุ, ตำแหน่งที่ปล่อยวัตถุ

5.5 แผนการทดลอง

1. นำก้อนหินชนิดเดียวกัน แต่มีน้ำหนักต่างกันมา จำนวน 2 ก้อน
2. ปล่อยก้อนหินทั้ง 2 ให้ตกจากตึกชั้น 3 ของอาคารเรียน ในตำแหน่งเดียวกันและปล่อยพร้อมๆกัน
3. จับเวลาที่ก้อนหินแต่ละก้อนใช้ตั้งแต่ปล่อยจนกระทั่งก้อนหินตกถึงพื้น บันทึกผล
4. ทำการทดลอง ข้อ1-3 ซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำเวลาที่ได้ของก้อนหินแต่ละก้อนมาหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบความเร็วในการตกถึงพื้น

(หมายเหตุ - นักเรียนอาจใช้วัตถุชนิดอื่นแทนก้อนหินก็ได้ แต่จะต้องเป็นชนิดเดียวกัน และมีน้ำหนักต่างกัน

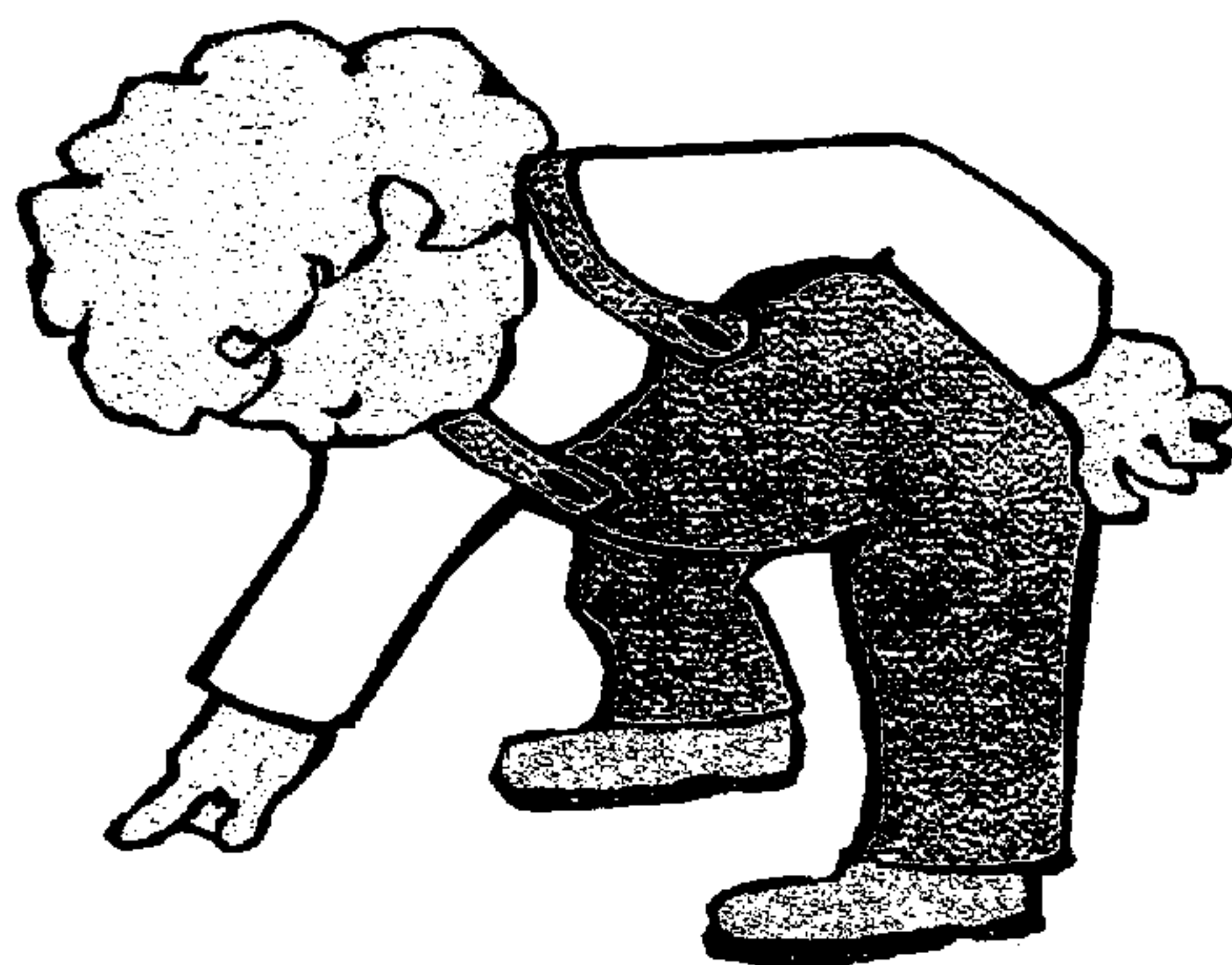
- อาจใช้สถานที่อื่นในการปล่อยวัตถุก็ได้ แต่ที่สำคัญจะต้องปล่อยจากตำแหน่งเดียวกันทั้ง 2 ก้อน)

5.6 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ก้อนหิน นาฬิกาจับเวลา

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบฝึกที่ 5

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป



ชื่อ

โรงเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

แบบฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายและมีทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูล

คำชี้แจง ข้อมูลข้างล่างนี้ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ให้ นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจข้อมูลที่ให้มานี้ให้เข้าใจ ถ้าไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยให้ถามครูได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกที่ให้มาทั้ง 6 ข้อให้ครบทุกข้อ โดยเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกเสร็จ 1 ข้อแล้วให้นักเรียนเปิดไปดูเฉลยด้านหลัง เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจ

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น ผสมทักษะหนึ่ง ที่ควรฝึกให้มีขึ้นกับนักเรียน เพื่อที่จะนำไปใช้ในการอธิบาย บรรยาย หรือหา ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง รูปภาพ กราฟ แล้วสื่อความหมายให้ผู้ ฟังหรือผู้อ่านเข้าใจตรงกัน ซึ่งการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปบางครั้งจำเป็นต้องอาศัย ทักษะอื่นๆมาเกี่ยวข้องด้วย เช่นการสังเกตการลงความเห็น และการทดลอง เป็นต้น

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ส่วน การลงข้อสรุป หมายถึงการบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัว แปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรง ก็อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลง หรือถ้ากราฟเป็นเส้นโค้งก็ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะ เปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว



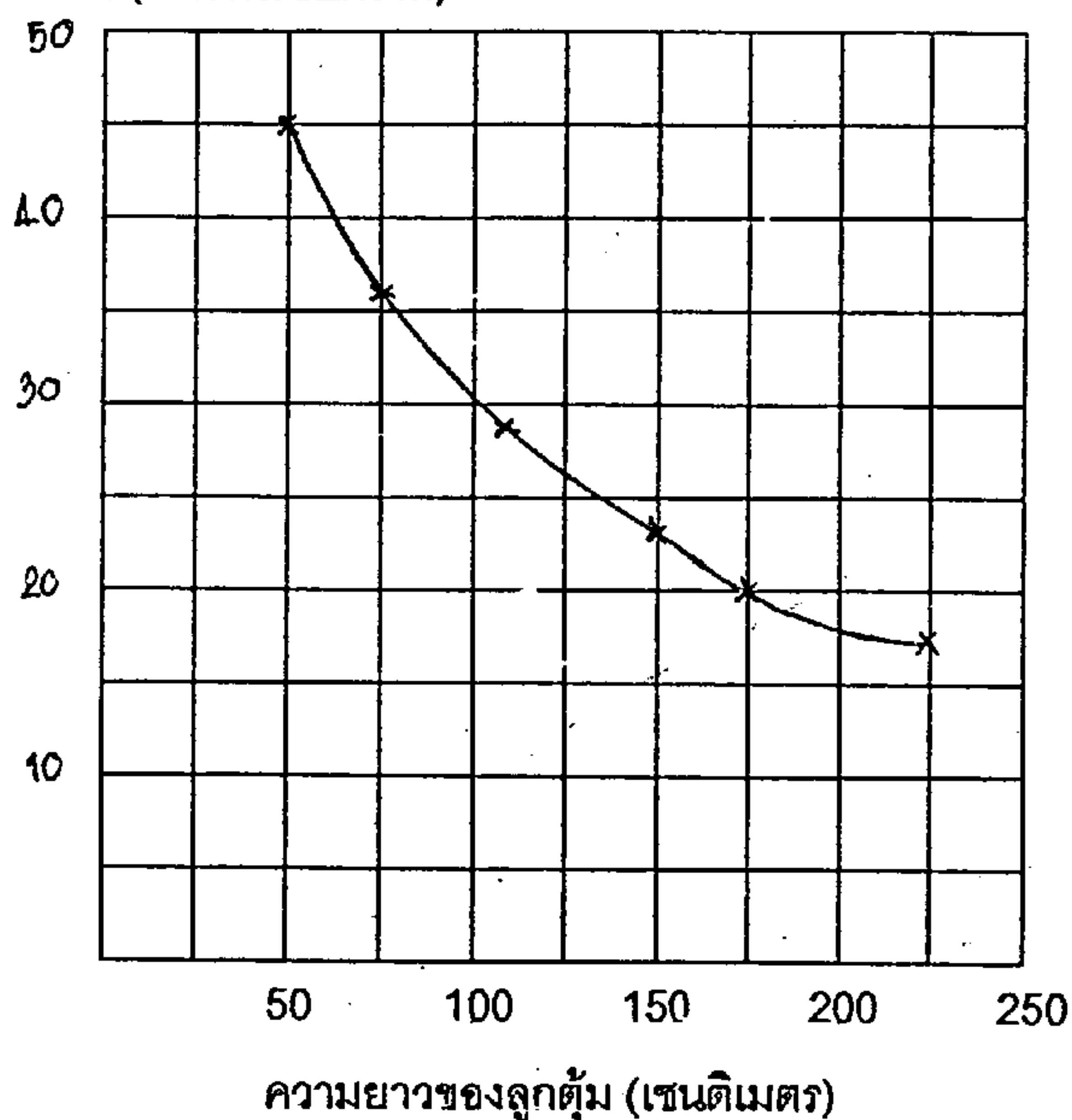
เพื่อให้เข้าใจชัดเจนขึ้น เรามาดูตัวอย่างกันดี
กว่า

ตัวอย่างที่ 1

ให้นักเรียนพิจารณารูปต่อไปนี้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของลูกตุ้ม(เซนติเมตร) กับคาบการแกว่ง(จำนวนรอบต่อวินาที) เมื่อออกแรงผลักลูกตุ้มเท่ากัน

คาบการแกว่ง (จำนวนรอบ/วินาที)



จากกราฟข้างบนจะพบว่า

- เมื่อลูกตุ้มยาว 50 เซนติเมตร จะมีคาบของการแกว่งเป็น 45 รอบ/วินาที
- เมื่อลูกตุ้มยาว 75 เซนติเมตร จะมีคาบของการแกว่งเป็น 36 รอบ/วินาที
- เมื่อลูกตุ้มยาว 175 เซนติเมตร จะมีคาบของการแกว่งเป็น 20 รอบ/วินาที
- คาบการแกว่งมีค่าน้อยที่สุดเมื่อลูกตุ้มยาว 225 เซนติเมตร
- เมื่อเพิ่มความยาวของลูกตุ้มคาบของการแกว่งจะลดลง
- เมื่อลดความยาวของลูกตุ้มให้น้อยลงคาบของการแกว่งจะเพิ่มขึ้น

การบรรยายลักษณะของข้อมูล เช่น เมื่อลูกตุ้มยาว 50 เซนติเมตร จะมีคาบของการแกว่งเป็น 45 รอบ/วินาที หรือ คาบการแกว่งมีค่าน้อยที่สุดเมื่อลูกตุ้มยาว 225 เซนติเมตร เรียกว่า การตีความหมายข้อมูลหรือการแปลความหมายของข้อมูล

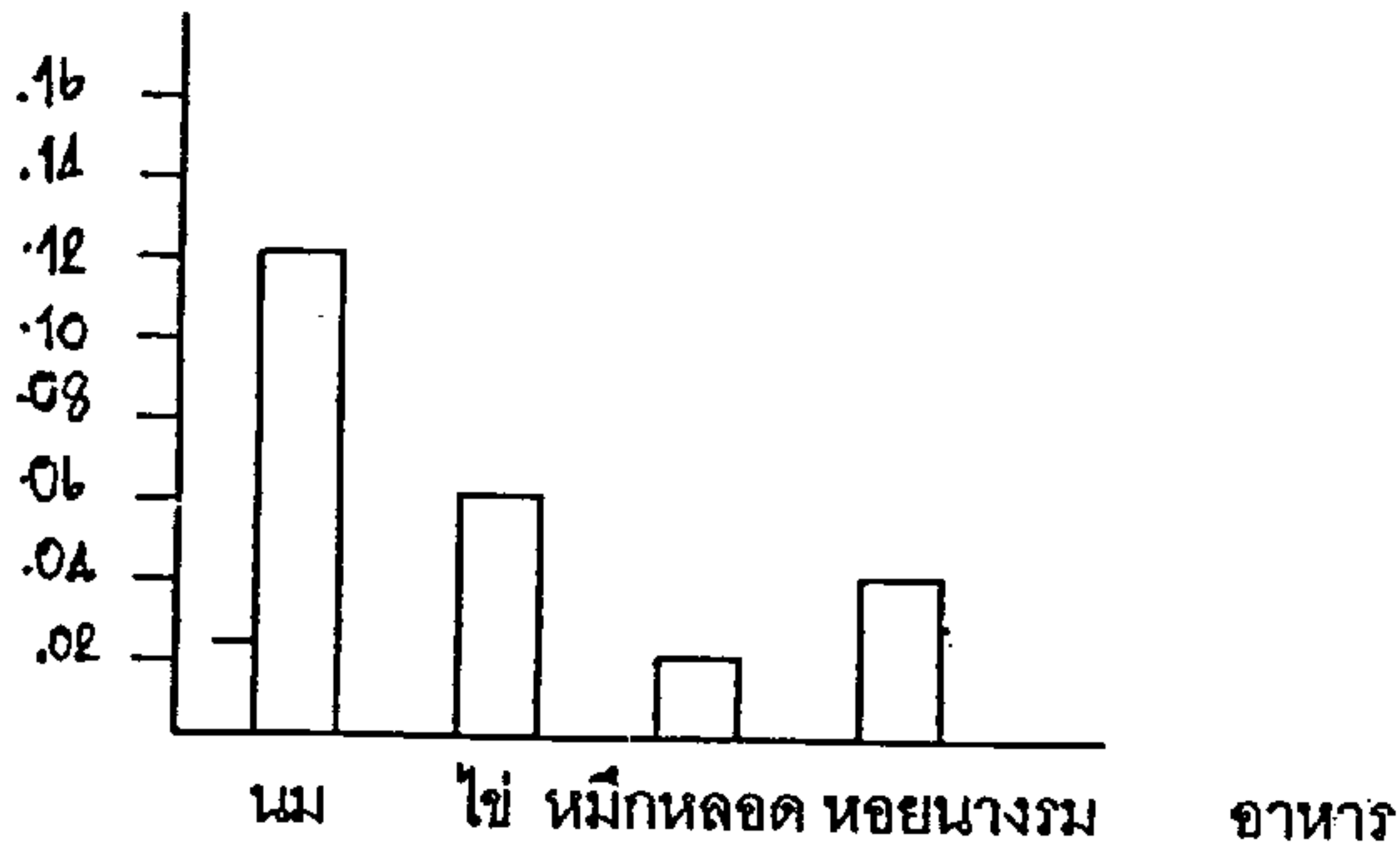
การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เช่น ถ้าความยาวของลูกตุ้มเพิ่มขึ้นคาบของการแกว่งจะลดลง หรือถ้าความยาวของลูกตุ้มให้ลดลงคาบของการแกว่งจะเพิ่มขึ้น เรียกว่า การลงข้อสรุป

ตัวอย่างที่ 2

ให้นักเรียนพิจารณาแผนภูมิแท่งต่อไปนี้

แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณของแคลเซียมใน นม ไข่ หมักหลอด และหอยนางรม

ปริมาณแคลเซียม(g/cm^3)



จากกราฟจะเห็นว่าเราสามารถการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูลได้ดังนี้

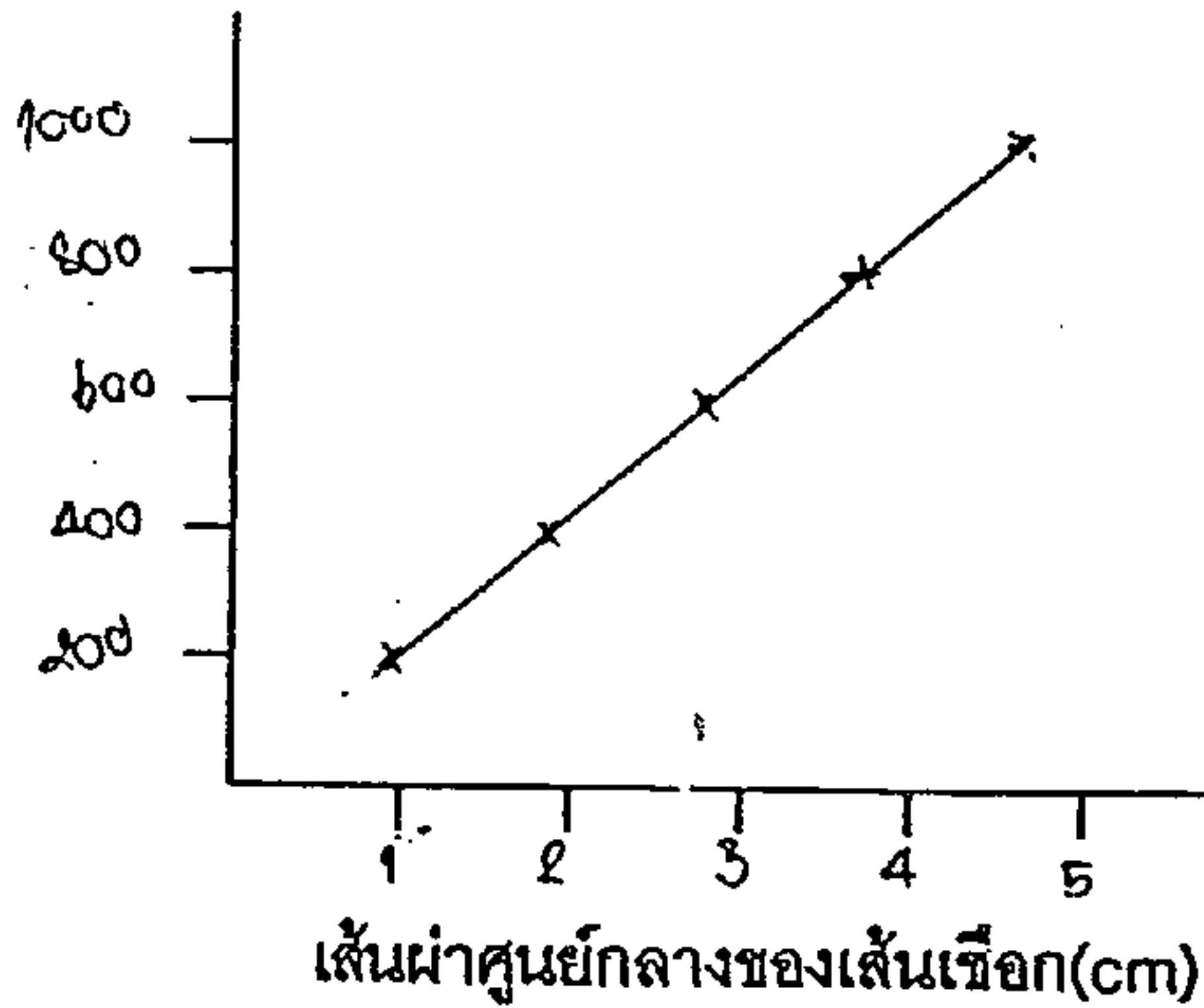
- อาหารที่มีแคลเซียมมากที่สุด คือ นม รองลงมาคือ ไข่ หอยนางรม และปลาหมึก ตามลำดับ
- ในน้ำนม 1 cm^3 จะแคลเซียมเท่ากับ 0.12 g
- ในไข่ 1 cm^3 จะแคลเซียมเท่ากับ 0.06 g
- ในหมักหลอด 1 cm^3 จะแคลเซียมเท่ากับ 0.02 g
- ในหอยนางรม 1 cm^3 จะแคลเซียมเท่ากับ 0.04 g

จากข้อมูลที่แสดงนักเรียนจะเห็นว่า ตัวแปรต้นคือ ชนิดของอาหาร ตัวแปรตามคือ ปริมาณแคลเซียม เพราะฉะนั้นเราสามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลได้ว่า อาหารต่างชนิดกันมีปริมาณแคลเซียมต่างกัน

ตัวอย่างที่ 3

มีการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเชือกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆกัน โดยแขวนลูกตุ้มน้ำหนักไว้ที่ปลายเส้นเชือกก่อนที่จะเส้นเชือกจะขาด ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่าง

น้ำหนักที่เส้นเชือกกับได้ก่อนขาด (kg)



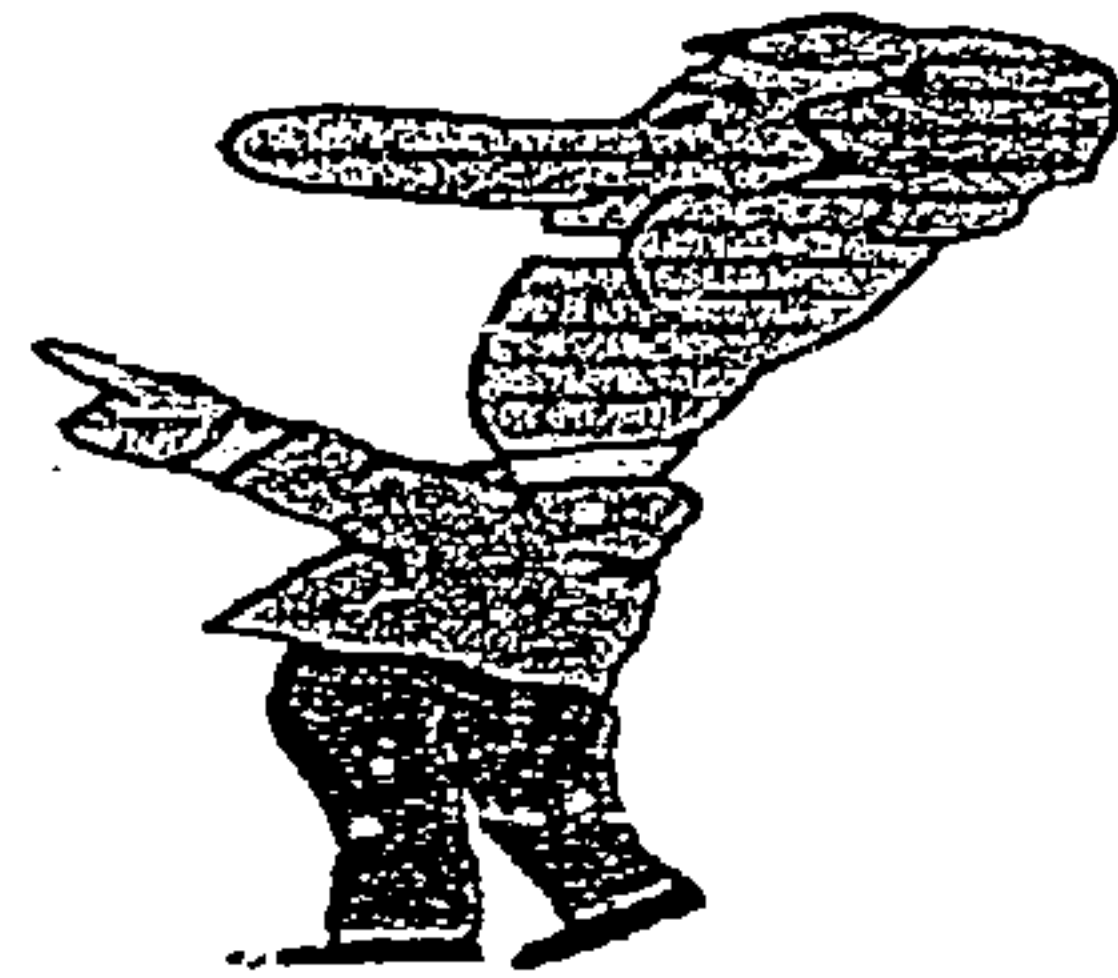
จากการทดลองจะเห็นว่า ตัวแปรต้น คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นเชือก

ตัวแปรตาม คือ น้ำหนักที่เส้นเชือกกับได้ก่อนที่เส้นเชือกจะขาด

จากกราฟที่แสดงสรุปผลการทดลองได้ว่า เส้นเชือกจะรับน้ำหนักได้มากขึ้นเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นเชือกเพิ่มขึ้น

นักเรียนจะเห็นว่าการลงสรุปข้อมูลข้างต้นเป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ โดยอธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลง

เข้าใจเกี่ยวกับการตีความหมายข้อมูลและ
การลงข้อสรุปกันแล้ว เรามาลองทำแบบ
ฝึกกันเถอะ



แบบฝึกที่ 5.1

1. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ตารางแสดงพลังงานและโปรตีนที่เด็กหญิงและชายอายุ 12-14 ปี ควรได้รับใน 1 วัน

เพศ	พลังงาน(กิโลแคลอรี)	โปรตีน(กรัม)
เด็กผู้ชาย	2,800	40
เด็กผู้หญิง	2,355	38

จากตารางจงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 ใน 1 วันเด็กผู้ชายควรจะได้รับพลังงานเท่าไร
- 1.2 ใน 1 วันเด็กผู้หญิงควรจะได้รับโปรตีนเท่าไร
- 1.3 ใน 1 วันเด็กผู้ชายหรือเด็กผู้หญิงควรจะได้รับพลังงานมากกว่ากัน
- 1.4 ใน 1 วันเด็กผู้ชายหรือเด็กผู้หญิงควรจะได้รับโปรตีนมากกว่ากัน
- 1.5 จากข้อมูลที่แสดงสรุปได้ว่าอย่างไร



2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

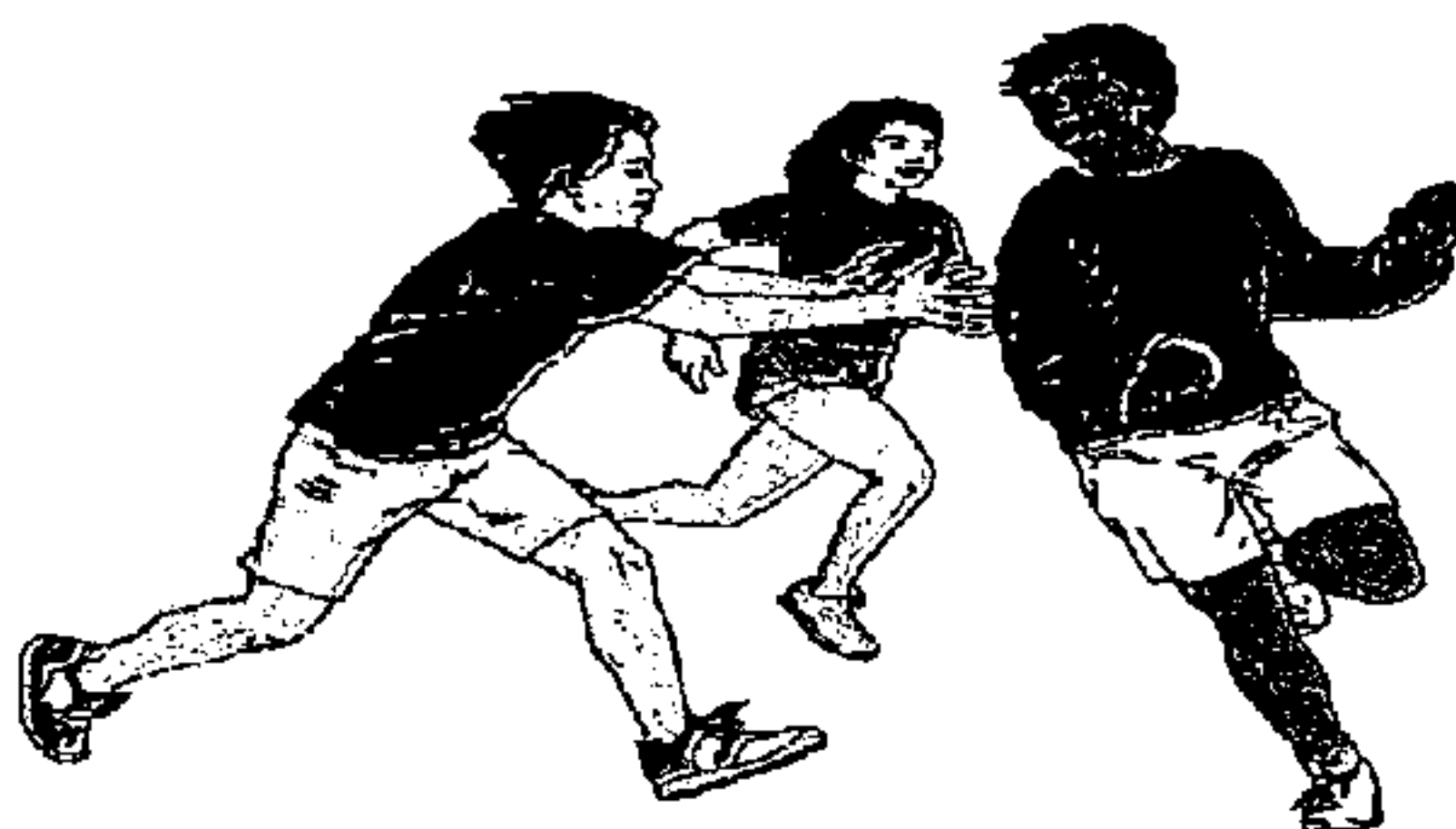
ตารางแสดงพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ใน 1 ชั่วโมง ต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้(Kcal)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	1.05	0.97
นั่งเขียนหนังสือ	1.47	1.36
ล้างจาน ปัดฝุ่น	2.84	2.62
ล้างรถ	3.68	3.40
ว่ายน้ำ	4.73	4.37
เล่นบาสเกตบอล ฟุตบอล	7.88	7.28
ปีนทางชันและขรุขระ	10.5	9.70

จากตารางข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

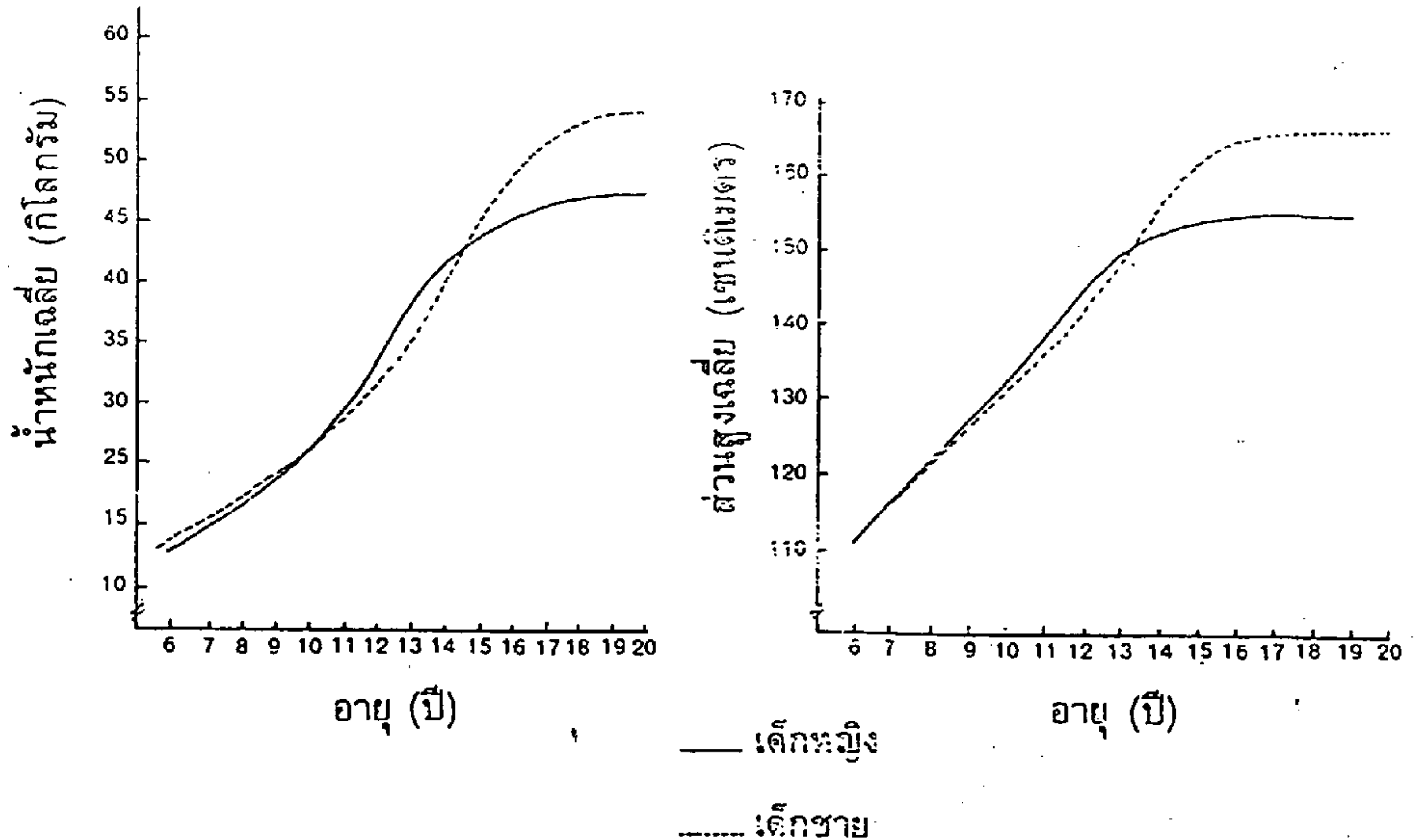
- 2.1 กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากที่สุดคือ
- 2.2 กิจกรรมที่ใช้พลังงานน้อยที่สุดคือ
- 2.3 พลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำ ระหว่างผู้ชายและผู้หญิงแตกต่างกันหรือไม่.....
- 2.4 ในขณะที่ผู้ชายใช้พลังงานในการล้างรถ 3.68 Kcal ถ้าเป็นผู้หญิงจะใช้เท่าไร.....
- 2.5 ในการนั่งเขียนหนังสือ และล้างจาน กิจกรรมใดต้องใช้พลังงานมากกว่ากัน.....
- 2.6 พลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆมีค่าแตกต่างกันหรือไม่
- 2.7 ในการทำกิจกรรมประเภทเดียวกัน ผู้ชายหรือผู้หญิงจะใช้พลังงานมากกว่ากัน.....
- 2.8 จากข้อมูลในตารางนักเรียนลงข้อสรุปได้อย่างไร.....

.....



3. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

กราฟแสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กหญิงและเด็กชายไทยปกติ



จากกราฟจงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยเติมคำลงตอบลงในช่องว่างที่ให้มา

3.1 ในช่วง 6-10 ปี เด็กหญิงหรือชายมีน้ำหนักมากกว่ากัน.....

และเด็กหญิงหรือชายมีส่วนสูงมากกว่ากัน.....

3.2 ในช่วง 11-14 ปี เด็กหญิงหรือเด็กชายที่มีน้ำหนักและส่วนสูงมากกว่ากัน

3.3 หลังจากอายุเท่าไรที่เด็กชายเริ่มมีน้ำหนักและส่วนสูงมากกว่าเด็กหญิงอย่างเห็นได้ชัดเจน.....

3.4 เมื่ออายุ 16 ปี เด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิงจะมีน้ำหนักประมาณกี่กิโลกรัม.....

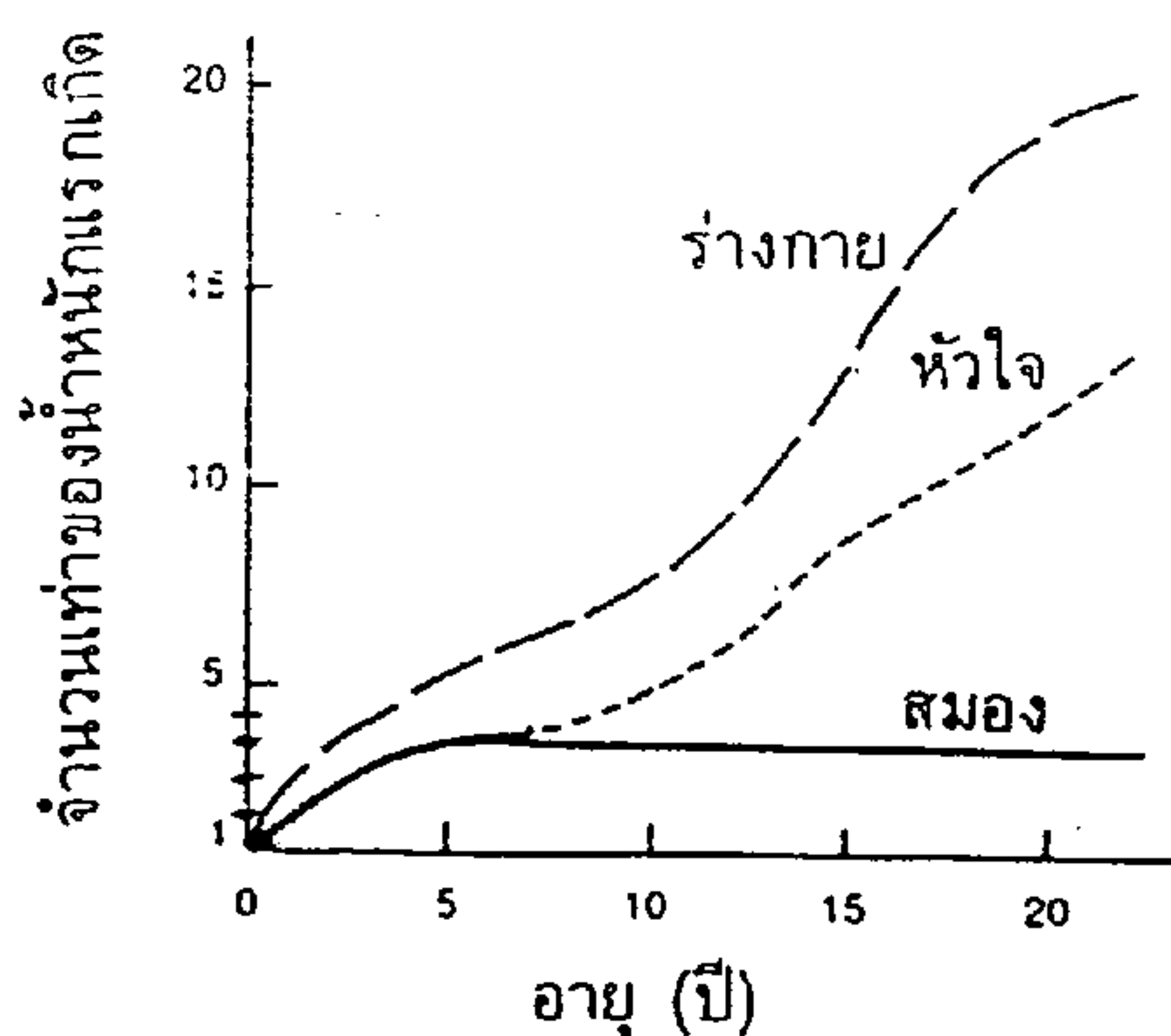
3.5 เมื่ออายุ 17 ปี เด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิงจะมีส่วนสูงประมาณกี่เซนติเมตร.....

3.6 จากกราฟการเพิ่มน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กหญิงและเด็กชายในช่วงอายุต่างๆ เท่ากันหรือไม่.....

3.7 นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ของการเพิ่มน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กหญิงและเด็กชายในช่วงอายุต่างๆ ว่าอย่างไร.....

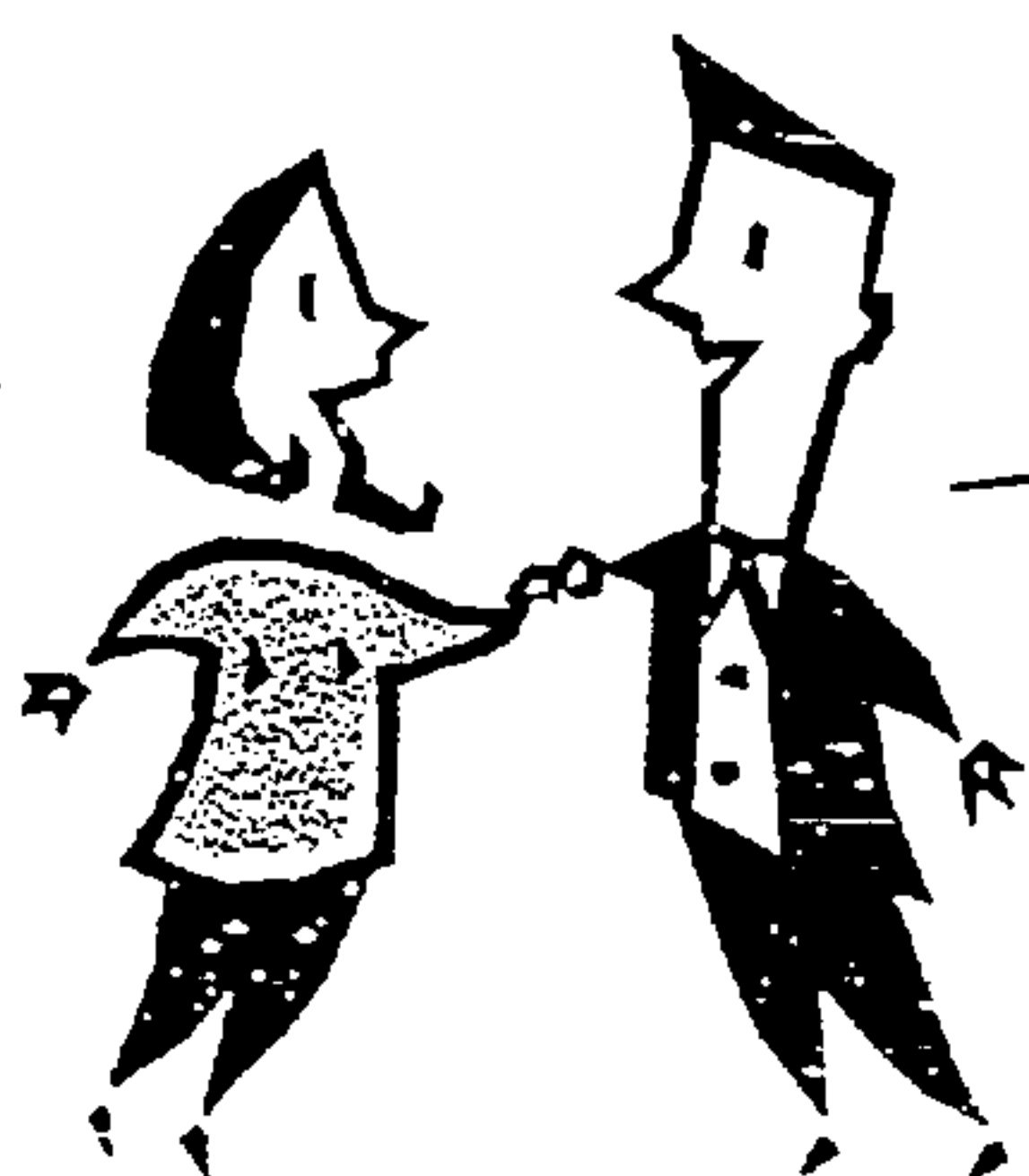
4. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

กราฟแสดงการเจริญเติบโตของร่างกาย หัวใจ และสมองในช่วงอายุต่างๆ



จากกราฟจงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยเติมคำลงในช่องว่างที่ให้มีมา

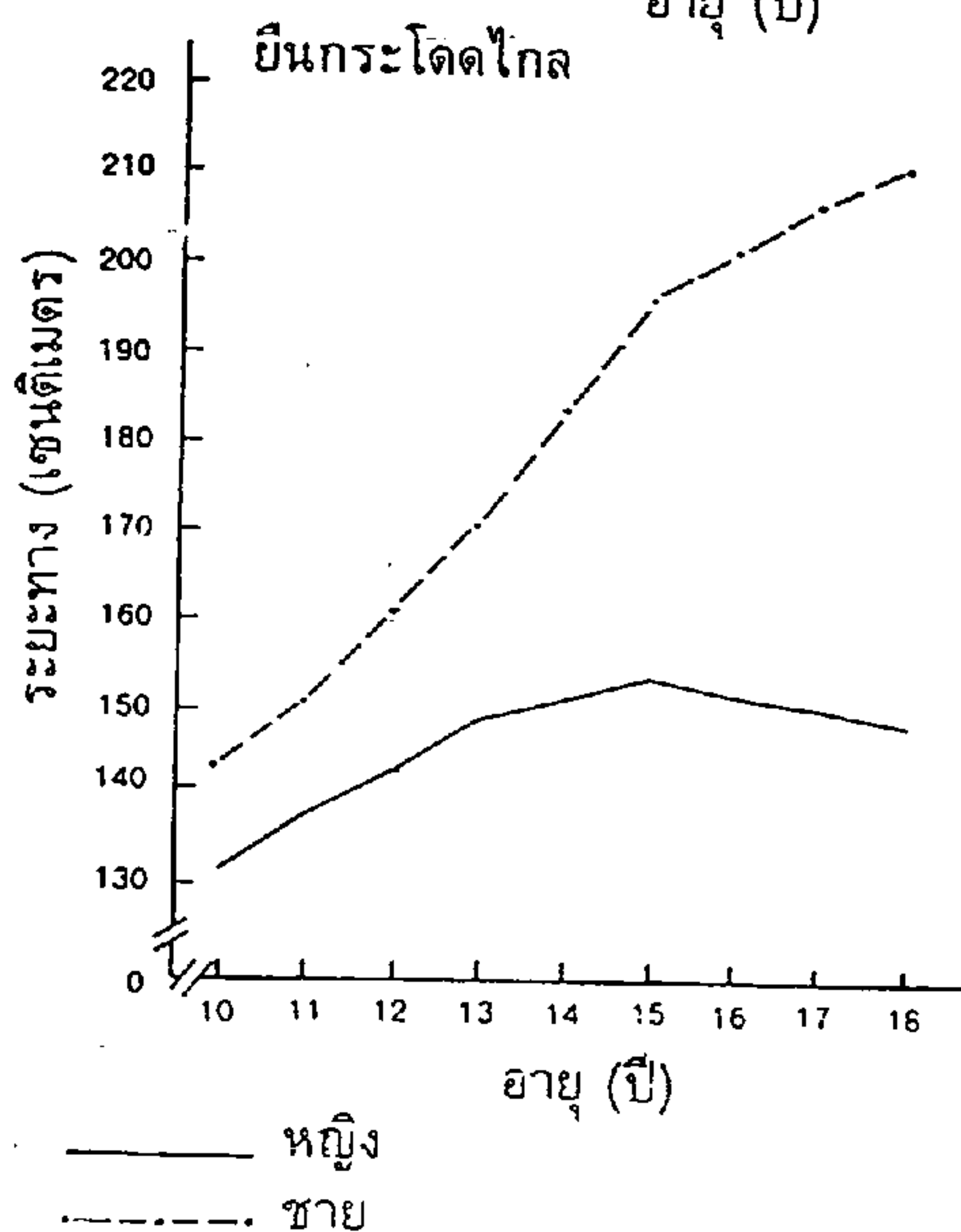
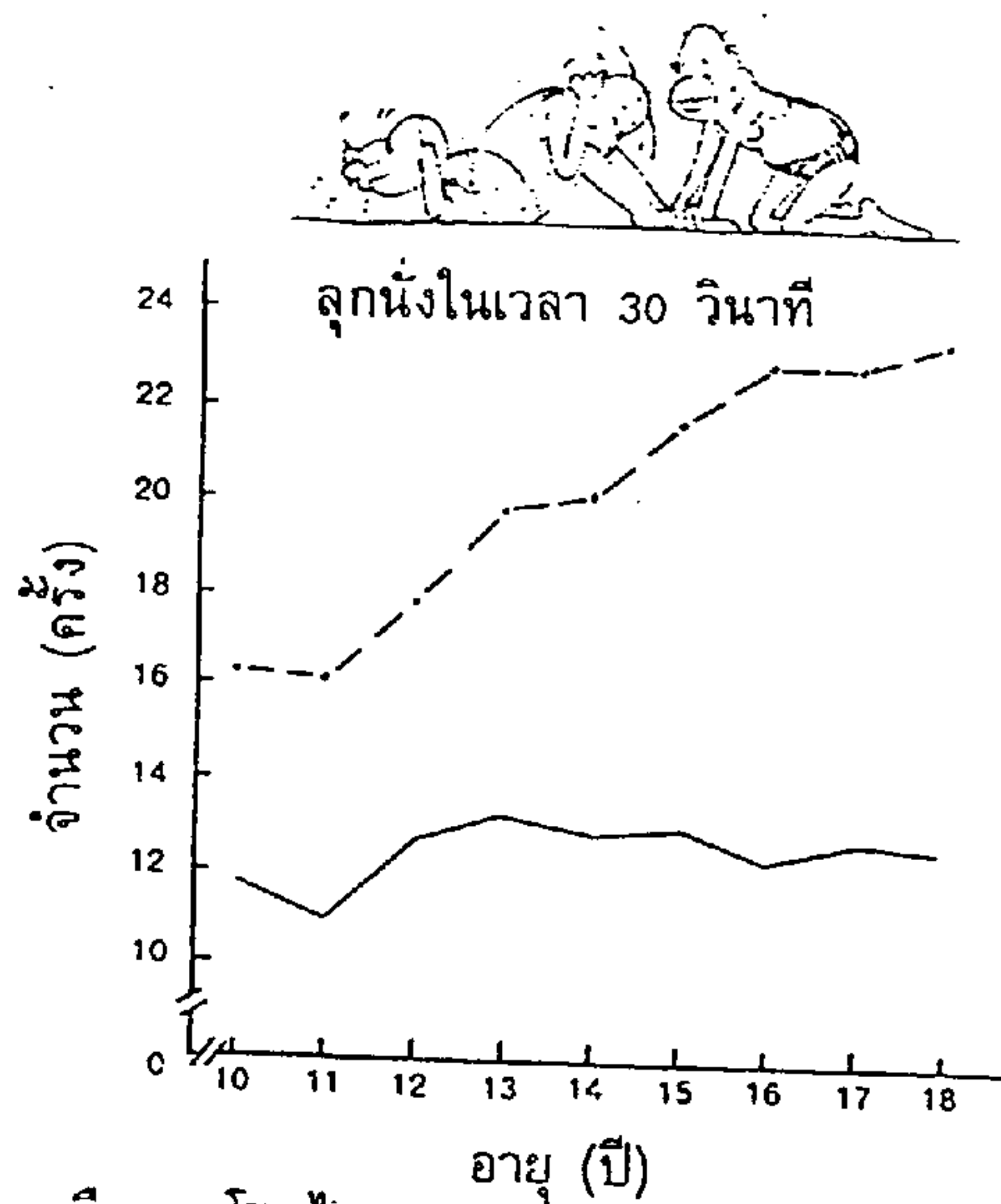
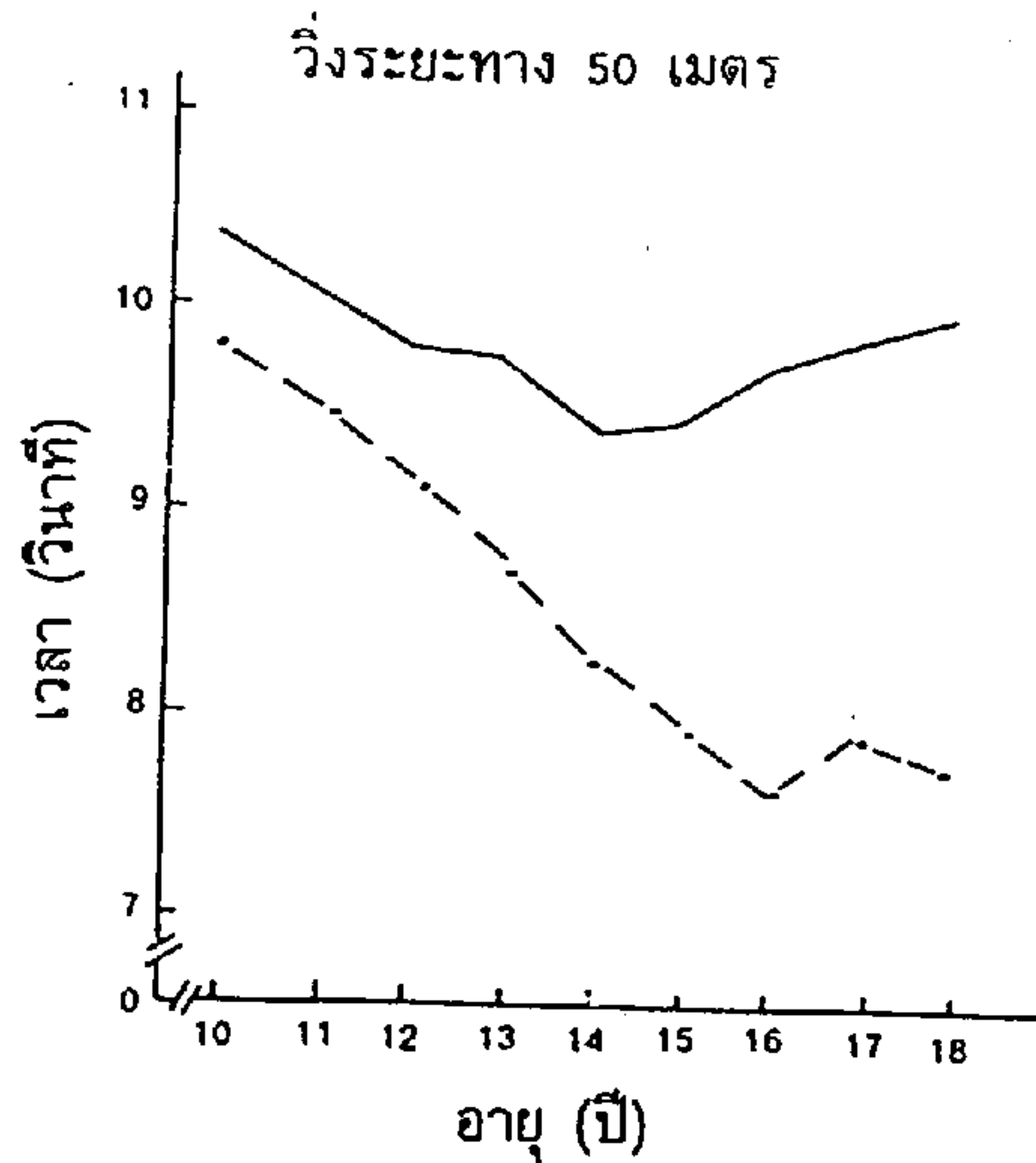
- 4.1 สมองมีการเจริญเติบโตเต็มที่เมื่ออายุเท่าไร.....
- 4.2 หลังจากอายุ 5 ปี การเจริญเติบโตของสมองมีลักษณะเป็นอย่างไร.....
- 4.3 เมื่ออายุประมาณ 15 ปี สมอง หัวใจ และร่างกาย มีน้ำหนักเป็นกี่เท่าของเมื่อแรกเกิด.
.....
- 4.4 หัวใจ และร่างกาย มีการเจริญเติบโตเต็มที่เมื่ออายุเท่าไร.....
- 4.5 จากกราฟนักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ในการเจริญเติบโตของอวัยวะต่างๆกับอายุว่าอย่างไร
.....



ถ้าทำไม่ถูก ลองกลับไปดูตัวอย่างอีกครั้งซิ

5. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

กราฟแสดงสมรรถภาพทางกายของนักเรียนหญิงและชาย อายุระหว่าง 10-18 ปี



จากกราฟจงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยเติมคำลงในช่องว่างที่ให้มา

- 5.1 จากกราฟวิ่งระยะทาง 50 เมตร นักเรียนชายวิ่งได้ดีที่สุดที่อายุเท่าใด
 และนักเรียนหญิงวิ่งได้ดีที่สุดที่อายุเท่าใด.....
- 5.2 จากกราฟลูกนั่งใน 30 วินาที นักเรียนหญิงทำได้ดีที่สุดที่อายุเท่าใด
 และทำได้ประมาณกี่ครั้ง.....
- 5.3 จากกราฟลูกนั่งใน 30 วินาที นักเรียนชายทำได้ดีที่สุดที่อายุเท่าใด
 และทำได้ประมาณกี่ครั้ง.....
- 5.4 จากกราฟขึ้นกระโดดไกล เมื่ออายุ 12 ปี นักเรียนชายกระโดดได้ไกลเท่าไร.....
 และนักเรียนหญิงกระโดดได้ไกลเท่าไร
- 5.4 จากกราฟ เมื่อนักเรียนหญิงชายมีอายุเท่ากัน ใครสามารถวิ่งได้เร็วกว่า.....
 ใครลูกนั่งได้มากกว่า..... และใครกระโดดได้ไกลกว่า.....
- 5.5 จากกราฟทั้ง 3 นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายและนักเรียน
 หญิงได้อย่างไร.....

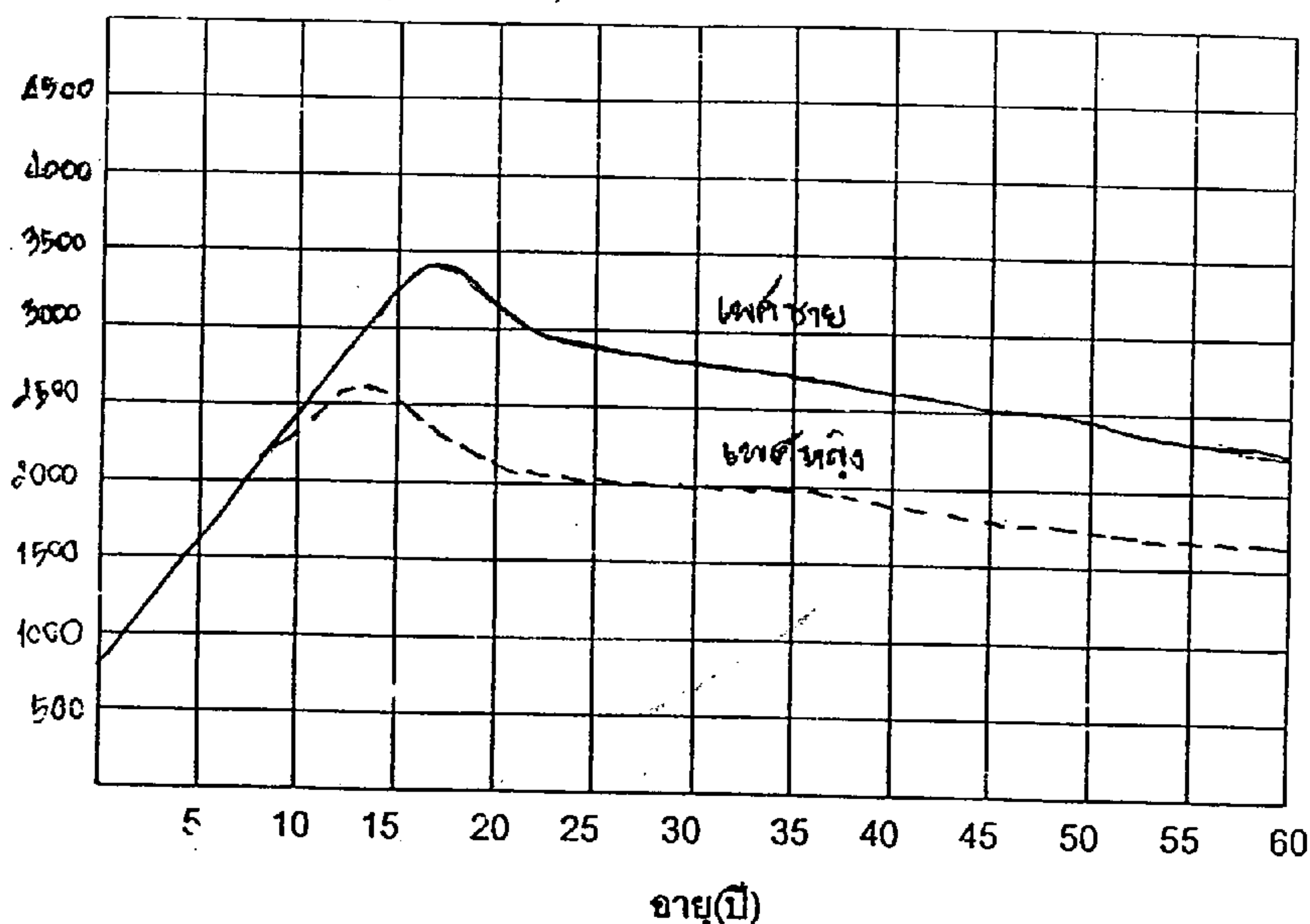


ยังจำกันได้หรือเปล่าว่าการตีความหมายข้อมูลเป็น การบรรยาย
 ลักษณะและสมบัติของ ข้อมูลที่มีอยู่นั่นเอง

6. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

กราฟแสดงพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน(กิโลแคลอรี)

พลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน(กิโลแคลอรี)



จากกราฟจงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยเติมคำลงตอบลงในช่องว่างที่ให้นมา

- 6.1 ในเพศชาย ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด ระหว่างอายุเท่าใด
- 6.2 เพศชายและเพศหญิงต้องการพลังงานเท่ากันในช่วงอายุเท่าใด
- 6.3 เมื่ออายุมากขึ้นความต้องการพลังงานของทั้งเพศหญิงและเพศชายเป็นอย่างไร.....
- 6.4 จากกราฟนักเรียนเห็นว่าสิ่งที่มีผลต่อความต้องการพลังงานของร่างกายคืออะไรบ้าง.....



การลงข้อสรุป หมายถึงการบอกความสัมพันธ์
ของข้อมูล เช่นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัว
แปรต้นและตัวแปรตามนั่นเอง

เฉลยแบบฝึกที่ 5.1

1. เฉลย

1.1 2,800 กิโลแคลอรี

1.2 38 กรัม

1.3 เด็กผู้ชายควรได้รับพลังงานมากกว่า

1.4 เด็กผู้ชายควรได้รับโปรตีนมากกว่า

1.5 ใน 1 วัน เด็กผู้ชายควรได้รับพลังงาน และโปรตีน มากกว่าเด็ก
ผู้หญิง

2. เฉลย

2.1 ปีนทางชันและขรุขระ

2.2 นอนหลับ

2.3 แตกต่างกัน

2.4 3.40 Kcal

2.5 ล้างจาน

2.6 แตกต่างกัน

2.7 ผู้ชาย

2.8 ในการทำกิจกรรมต่างๆใน 1 ชั่วโมง ผู้ชายจะใช้พลังงานมากกว่าผู้หญิง

3. เฉลย

- 3.1 เด็กชายมีน้ำหนักมากกว่า, เด็กหญิงมีความสูงมากกว่า
- 3.2 เด็กหญิง
- 3.3 ประมาณ 15 ปี
- 3.4 เด็กชายหนักประมาณ 50 กิโลกรัม , เด็กหญิงหนักประมาณ 45 กิโลกรัม
- 3.5 เด็กหญิงสูงประมาณ 165 เซนติเมตร , เด็กหญิงสูงประมาณ 155 เซนติเมตร
- 3.6 ไม่เท่ากัน
- 3.7 การเพิ่มน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กหญิงและเด็กชายในช่วงอายุต่างๆ ไม่เท่ากัน

4. เฉลย

4.1 5 ปี

4.2 คงที่

4.3 สมอ ประมาณ 3 เท่า

หัวใจ ประมาณ 8 เท่า

ร่างกาย ประมาณ 13 เท่า

4.4 20 ปี

4.5 อวัยวะต่างๆจะมีช่วงเวลาในการเจริญเติบโตเต็มที่ที่ระดับอายุ
ต่างๆกัน

5. เฉลย

5.1 ชาย 16 ปี, หญิง 14 ปี

5.2 13 ปี, 13 ครั้ง

5.3 18 ปี, 23 ครั้ง

5.4 ชาย ประมาณ 160 ซม. และ หญิง ประมาณ 140 ซม.

5.5 ชายวิ่งได้เร็วกว่า ลูกนั่งได้มากกว่า และกระโดดได้ไกลกว่า
หญิง

5.6 เมื่ออายุเท่ากันนักเรียนชายมีสมรรถภาพทางกายมากกว่านักเรียน
หญิง

6. เฉลย

6.1 15-20ปี

6.2 แรกเกิด- 8 ขวบ

6.3 ลดลง

6.4 เพศ ชาย

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่ 1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อน และหลัง การฝึก เพื่อใช้ในการประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น และโรงเรียน ลงในกระดาษคำ ตอบ และเขียนคำว่า ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ลง ในช่องว่างแทนชื่อวิชาลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ละเอียด แล้วเลือกคำตอบที่คิด ว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงใน ช่อง ก ข ค ง หรือ จ ในกระดาษคำตอบ
5. นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยาก หรือคิดคำตอบยังไม่ได้ ควร จะข้ามไปทำข้อที่คิดได้ก่อนแล้วค่อยย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ ภายหลัง
6. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานว่า "พืชจำเป็นต้องใช้แสงแดดในการเจริญเติบโต" ต้องจัดอะไรให้เหมือนกัน
 - ก. ปริมาณน้ำ ปุ๋ย แสงแดดที่พืชได้รับ
 - ข. สิ่งแวดล้อม ขนาด ชนิด และอายุของพืช
 - ค. ขนาด ชนิด อายุของพืช ปริมาณน้ำและปุ๋ย
 - ง. ปริมาณน้ำ ปุ๋ย ขนาด ชนิดและอายุของพืช สิ่งแวดล้อม
 - จ. ปริมาณน้ำ ปุ๋ย ชนิด อายุและขนาดของพืช สิ่งแวดล้อมยกเว้นแสงแดด
2. หั่นสับปะรดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอด แล้วใช้สำลี่ปั่นเป็นก้อนอุดปากหลอดทั้งสอง นำหลอดที่หนึ่งวางในกระป๋องซึ่งมีน้ำอยู่ ปิดปากกระป๋องและตม่น้ำในกระป๋องให้เดือดประมาณ 15 นาที ส่วนหลอดที่ 2 ไม่ต้องนำไปต้ม เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในหลอดทั้งสองทุกวันจนครบ 7 วัน ในการทดลองนี้ข้อใดเป็นตัวแปรตาม
 - ก. สำลี
 - ข. กระป๋อง
 - ค. สับปะรด
 - ง. ปริมาณความร้อน
 - จ. การเปลี่ยนแปลงของสับปะรด
3. ใส่ตัวอย่างดิน 3 ชนิด คือดินเหนียว ดินทราย ดินร่วน ลงในหลอดทดลองขนาดกลางชนิดละหลอด อย่างละประมาณครึ่งหลอดแล้วรินน้ำลงในดิน เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ จุ่มกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ ลงไปหลอดละ 1 ชิ้น เทียบสีของกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์กับแถบสีแสดงค่า pH จากวิธีการข้างต้น ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร
 - ก. น้ำ
 - ข. ค่า pH
 - ค. ชนิดของดิน
 - ง. กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์
 - จ. การเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์

4. ในการทดลองเรื่องการพังทลายของดิน โดยการปลูกหญ้าชนิดเดียวกันเป็นแถวยาวและแถวขวางลงในกระบะไม้อย่างละกระบะ ทั้งไว้ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงนำกระบะทั้งสองมาวางให้เอียงเท่าๆกัน รดน้ำปริมาณเท่ากันทั้ง 2 กระบะ แล้วหาภาชนะมารองรับน้ำที่ไหลลงมาเป็นเวลา 2 นาที สังเกตปริมาณน้ำและดินที่ไหลลงมา จากการทดลองข้างต้นนี้ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวแปรตาม
 - ก. ต้นหญ้า
 - ข. ปริมาณน้ำที่รด
 - ค. ภาชนะที่รองรับน้ำ
 - ง. ปริมาณดินและน้ำที่ไหล
 - จ. การวางกระบะเป็นมุมต่างๆกัน
5. ในการทดลองเรื่อง"การตกผลึกของสารส้ม" ปรากฏว่าผลึกสารส้มที่มาลีทำการทดลองมีขนาดไม่โตขึ้นเหมือนของสีดา มาลีพบว่าในการทดลองมาลีทำสิ่งที่ต่างจากสีดาคือ มาลีวางถ้วยสารละลายไว้บนโต๊ะกินข้าว ส่วนสีดาวางสารละลายไว้หลังตู้เก็บของ จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเป็นสาเหตุให้ผลการทดลองต่างกัน
 - ก. แกนผลึก
 - ข. ผู้ทำการทดลอง
 - ค. สถานที่วางผลึก
 - ง. ความเข้มข้นของสารละลาย
 - จ. ชนิดของสารละลาย
6. ตู๊ดตุ้ ต้องการจะพิสูจน์ว่า"ชนิดของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหรือไม่" โดยการนำน้ำจากสระและน้ำประปาปริมาณเท่ากัน มาเลี้ยงปลาหางนกยูง ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวแปรตามในการทดลองนี้
 - ก. ชนิดของน้ำ
 - ข. อาหารที่ใช้เลี้ยง
 - ค. ปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยง
 - ง. ชนิดของภาชนะที่ใช้เลี้ยง
 - จ. การเจริญเติบโตของปลา

7. ในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "น้ำที่ตำแหน่งลึกแตกต่างกัน จะมีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกัน" ในการทดลองนี้ จะต้องติดตามดูอะไร
 - ก. น้ำ
 - ข. ความลึก
 - ค. ปริมาณออกซิเจน
 - ง. การละลายของออกซิเจน
 - จ. ความแตกต่างของปริมาณน้ำ
8. ถ้าจะทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช" ในการทดลองนี้จะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน
 - ก. ปริมาณปุ๋ย
 - ข. ชนิดของปุ๋ย
 - ค. ชนิดของพืช
 - ง. ปริมาณน้ำ
 - จ. การเจริญเติบโตของพืช
9. จากข้อ 8. จะต้องจัดตัวแปรอะไรให้เหมือนกันบ้าง
 - ก. ชนิดของดิน
 - ข. ขนาดกระถางที่ปลูก
 - ค. ชนิดและขนาดของต้นพืช
 - ง. ปริมาณและเวลาการรดน้ำ
 - จ. ทุกข้อที่กล่าวมา
10. นาย ข. ทดลองโดย ให้อาหาร 2 ชนิด กับไก่ที่เหมือนกัน 2 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงของไก่ 2 ตัว ทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การทดลองนี้นาย ข. จะต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง
 - ก. ชนิด เพศ ของไก่
 - ข. เวลาที่ชั่งน้ำหนัก
 - ค. น้ำหนักของไีก่อนทำการทดลอง
 - ง. ปริมาณอาหารและเวลาในการทดลอง
 - จ. ทุกข้อที่กล่าวมา

11. ก้นยาต้องการทดสอบเปรียบเทียบการจัดสิ่งสกปรกจากผ้าของผงซักฟอก 3 ชนิด ที่มีขายในท้องตลาด เพื่อตัดสินใจเลือกซื้อ ก้นยาต้องจัดสิ่งใดให้ต่างกัน

- ก. ชนิดของผงซักฟอก
- ข. ความสกปรกของผ้า
- ค. ปริมาณของผงซักฟอก
- ง. ปริมาณของน้ำที่ใช้ซัก
- จ. แรงที่ใช้ในการขยี้ผ้า

12. คำต้องการทดลองดูว่า หมูที่เลี้ยงด้วยรำจะเจริญเติบโตแตกต่างจากไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปหรือไม่ สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกันคือข้อใด

- ก. ปริมาณของรำและอาหารสำเร็จรูปที่ให้กับหมูทั้ง 2 กลุ่ม
- ข. ชนิด ขนาดและความแข็งแรงของหมูทั้ง 2 กลุ่ม
- ค. สถานที่ที่ใช้ในการเลี้ยงหมูทั้ง 2 กลุ่ม
- ง. เวลาในการให้อาหารแก่หมูทั้ง 2 กลุ่ม
- จ. ชนิดของอาหารที่ให้แก่หมูทั้ง 2 กลุ่ม

ในการทดลองเรื่อง " ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก มีผลต่อพืชน้ำ " จากหัวเรื่องดังกล่าวให้ตอบคำถามข้อ 13-14

13. ในการทดลองนี้ต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน

- ก. ชนิดของพืชน้ำ
- ข. ชนิดของผงซักฟอก
- ค. ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก
- ง. ชนิดของผงซักฟอกและชนิดของพืชน้ำ
- จ. ชนิดของผงซักฟอกและความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก

14. ในการทดลองครั้งนี้ต้องการทราบผลการทดลองของอะไร
- การเจริญเติบโตของพืชในน้ำที่มีความเป็นกรด-เบส ต่างกัน
 - การละลายของผงซักฟอกในน้ำที่มีปริมาณของผงซักฟอกแตกต่างกัน
 - การละลายของผงซักฟอกในน้ำที่มีพืชอยู่ด้วย จะละลายได้ดีแตกต่างกัน
 - การเจริญเติบโตของพืชในสารละลายผงซักฟอกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
 - การเจริญเติบโตของพืชต่างชนิด ในสารละลายผงซักฟอกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
15. จากการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ว่า " เมื่อเติมน้ำสบู่ลงไปในน้ำมันพืช ทำให้น้ำมันพืชที่ไม่ละลายน้ำ สามารถละลายน้ำได้ " โดยการเติมน้ำสบู่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกับน้ำมันพืชอยู่ เขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้ สังเกตการเปลี่ยนแปลง จากการทดลองนี้ข้อใดคือตัวแปรตาม
- จำนวนหยดของน้ำมันพืชที่หยดลงในน้ำ
 - ปริมาณฟองที่เกิดขึ้น
 - การละลายของน้ำมันพืช
 - ความหนาแน่นของน้ำมันพืช
 - สีของสารที่ทดลอง
16. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า "ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่" โดยการนำต้นโหระพานานเท่ากัน มาปลูกในกระถางที่มีดินชนิดเดียวกัน แต่กระถางที่หนึ่ง ใส่ปุ๋ย ส่วนกระถางที่สองไม่ใส่ปุ๋ย นำทั้งสองกระถางไปวางไว้ในที่มีแสงส่องถึง รดน้ำในปริมาณเท่าๆกัน ทุกวัน บันทึกผลการทดลอง 10 วัน นักเรียนคิดว่าสิ่งที่ต้องคอยติดตามดูในการทดลองนี้คืออะไร
- สีของดินที่เปลี่ยนไป
 - ปริมาณดินที่ลดลง
 - ความเจริญเติบโตของต้นโหระพา
 - การลำเลียงอาหารของต้นโหระพา
 - สีของใบที่ถูกแดด

17. จากข้อ 16. ตัวแปรต้นในการทดลองนี้คืออะไร

- ก. แสงแดด
- ข. ปุ๋ย
- ค. น้ำ
- ง. ดิน
- จ. กระถาง

ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18-20

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดย ใส่ดิน น้ำ และทราย ปริมาณเท่าๆกัน ลงในภาชนะชนิดเดียวกัน วัดอุณหภูมิแล้วนำไปวางกลางแดดเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นวัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง

18. ตัวแปรต้นในการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ดิน
- ข. น้ำ ทราย
- ค. แสงแดด
- ง. ดิน น้ำ ทราย
- จ. อุณหภูมิ

19. ตัวแปรตามในการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ดิน
- ข. น้ำ ทราย
- ค. แสงแดด
- ง. ดิน น้ำ ทราย
- จ. อุณหภูมิ

20. ในการทดลองนี้ตัวแปรที่ควบคุมคืออะไร

- ก. ปริมาณ ดิน น้ำ ทราย, ภาชนะ, แสง
- ข. ปริมาณ ดิน น้ำ ทราย, อุณหภูมิ
- ค. ภาชนะ, แสง, ขนาดของขวด
- ง. ปริมาณ ดิน น้ำ ทราย, สีของขวด
- จ. ภาชนะ, อุณหภูมิ

แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่ 2 การตั้งสมมติฐาน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อน และหลังการฝึก เพื่อใช้ในการประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านการตั้งสมมติฐาน
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น และโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบ และเขียนคำว่า ด้านการตั้งสมมติฐาน ลงในช่องว่างแทนชื่อวิชาลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ละเอียด แล้วเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ในกระดาษคำตอบ
5. นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยาก หรือคิดคำตอบยังไม่ได้ ควรจะข้ามไปทำข้อที่คิดได้ก่อนแล้วค่อยย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ภายหลัง
6. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. นำลูกไก่ที่มีความสมบูรณ์เหมือนกันจำนวน 40 ตัว มาแบ่งเป็นสองพวก พวกแรกให้กินข้าวเปลือก พวกที่สองให้กินอาหารสำเร็จรูป โดยให้ทั้งสองพวกอยู่ในสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน นักเรียนควรตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร
 - ก. อาหารสำเร็จรูปทำให้ไก่แข็งแรง
 - ข. อาหารสำเร็จรูปราคาแพงกว่าข้าวเปลือก
 - ค. ไก่ที่ชอบกินข้าวเปลือกจะไม่ชอบกินอาหารสำเร็จรูป
 - ง. ไก่ที่กินอาหารสำเร็จรูปโตเร็วกว่าไก่ที่กินข้าวเปลือก
 - จ. ข้าวเปลือกและอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารของไก่
2. วิชิตาเอาสบู่ ก. ล้างแก้มซ้ายซ้าย และเอาสบู่ ข. ล้างแก้มซ้ายขวา เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพในการถนอมผิวหน้าของสบู่ทั้งสองชนิด สมมติฐานของการทดลองนี้ควรเป็นข้อใด
 - ก. สบู่ ก. มีฟองมากกว่าสบู่ ข.
 - ข. สบู่ ก. ใช้ประหยัดกว่าสบู่ ข.
 - ค. สบู่ ก. มีสารพิษมากกว่าสบู่ ข.
 - ง. สบู่ ก. ทำให้ผิวเนียนกว่าสบู่ ข.
 - จ. วิชิตาชอบใช้สบู่ ก. มากกว่าสบู่ ข.
3. ตักน้ำขุ่นมาหนึ่งถังแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่าๆกัน ส่วนแรกกรองด้วยทรายละเอียด ส่วนที่สองกรองด้วยทรายหยาบ สังเกตความสะอาดของน้ำ การทดลองนี้ทำเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อใด
 - ก. ทรายหยาบดีกว่าทรายละเอียด
 - ข. ทรายละเอียดอัดกันแน่นกว่าทรายหยาบ
 - ค. ทรายละเอียดกรองน้ำได้ดีกว่าทรายหยาบ
 - ง. น้ำซึมผ่านทรายหยาบและทรายละเอียดได้
 - จ. น้ำซึมผ่านทรายหยาบเร็วกว่าทรายละเอียด

4. ทดลองปลูกมะเขือเทศสองแปลง แปลงหนึ่งรดด้วยน้ำจากถังส้วม อีกแปลงหนึ่งรดด้วยน้ำธรรมดา หลังจากปลูกมะเขือเทศทั้งสองแปลงแล้วสังเกตการเจริญเติบโตของทั้งสองแปลง ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้
 - ก. พืชทุกชนิดต้องการน้ำ
 - ข. น้ำจากถังส้วมทำให้ดินดีกว่าน้ำธรรมดา
 - ค. น้ำจากถังส้วมและน้ำธรรมดามีความจำเป็นต่อพืช
 - ง. น้ำจากถังส้วมทำให้พืชออกงามกว่าน้ำธรรมดา
 - จ. พืชที่รดด้วยน้ำจากถังส้วมราคาดีกว่าพืชที่รดด้วยน้ำธรรมดา
5. ทดลองให้ปุ๋ยกับสมอพันธุ์เดียวกัน อายุเท่ากัน ขนาดเท่ากันและดินชนิดเดียวกัน โดยแปลงแรกใส่ที่โคนต้น แปลงที่สองฉีดพ่นที่ใบ สมมติฐานของการทดลองนี้คือข้อใด
 - ก. พืชต้องการปุ๋ยทั้งทางรากและทางใบ
 - ข. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ดินดี
 - ค. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ผลตก
 - ง. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ผลผลิตเท่ากัน
 - จ. การให้ปุ๋ยทางรากทำให้ส้มโองอกงามกว่าการให้ปุ๋ยทางใบ
6. มารดาคนหนึ่งทดลองเลี้ยงทารกฝาแฝดของตนซึ่งเป็นชายทั้งคู่ โดยคนหนึ่งให้กินนมของตนเอง อีกคนหนึ่งให้กินนมผง เมื่อครบสามเดือนนำเด็กมาชั่งเปรียบเทียบการเพิ่มของน้ำหนัก การทดลองนี้ทำเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อใด
 - ก. นมมารดามีภูมิคุ้มกันโรคดีกว่านมผง
 - ข. นมมารดามีประโยชน์มากกว่านมผง
 - ค. นมมารดาทำให้ทารกโตเร็วกว่านมผง
 - ง. นมมารดามีโปรตีนและไขมันมากกว่านมผง
 - จ. นมมารดาปลอดภัยจากสารพิษมากกว่านมผง

7. ทดลองดีดสายกีตาร์ที่มีขนาดและความตึงเท่ากัน แต่ความยาวต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบเสียงที่เกิดจากแต่ละสาย ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้
- ลวดที่ยาวไม่เท่ากันทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - แรงดีดที่ต่างกันทำให้เกิดระดับเสียงต่างกัน
 - การสั่นของสายกีตาร์ทำให้เกิดเสียงระดับเดียวกัน
 - ขนาดและความตึง ไม่มีผลต่อการเกิดเสียง
 - ลวดที่มีความยาวเท่ากันจะเกิดเสียงระดับเดียวกัน
8. ฤตินำกิ่งโกศขนาดเท่ากันมาจำนวน 6 กิ่ง เขานำกิ่งโกศ 3 กิ่งแรกไปแช่ในน้ำธรรมดา ส่วนอีก 3 กิ่งที่เหลือเขานำไปแช่ไว้ในสารละลาย ก. เพื่อสังเกตดูการงอกของราก ฤดีต้องการทดสอบสมมติฐานข้อใด
- สาร ก. ทำให้กิ่งโกศดูดน้ำได้ดีขึ้น
 - สาร ก. ทำให้กิ่งโกศตายเร็วกว่าแช่ในน้ำ
 - สาร ก. ทำให้กิ่งโกศแข็งแรงกว่าแช่ในน้ำ
 - สาร ก. ทำให้กิ่งโกศงอกรากเร็วกว่าแช่ในน้ำ
 - สาร ก. ทำให้กิ่งโกศแตกยอดเร็วกว่าแช่ในน้ำ
9. จากการทดลองพบว่าเมื่อเผาดินเหนียวในเตาอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง ปรากฏว่าดินเหนียวมีรอยแตกกระแหว่งมากขึ้น สมมติฐานของการทดลองนี้คือข้อใด
- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดินจะเกิดการสีกกร่อน
 - เมื่อเวลามากขึ้น ดินจะเกิดการสีกกร่อนมากขึ้น
 - ความร้อนทำให้น้ำในดินระเหยไป ดินจึงแตกกระแหว่ง
 - ความร้อนทำให้เนื้อดินมีความยืดหยุ่นมากดินจึงแตกกระแหว่ง
 - ความร้อนทำให้สารอินทรีย์ในดินมีปริมาณมากขึ้นดินจึงแตกกระแหว่ง

10. จากการทดลองนำหินทราย หินปูน หินแกรนิต และหินชนวน ไปขีดบนกระจก ปรากฏว่าเป็นรอยบนกระจกตั้งแต่ลึกที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ หินแกรนิต หินทราย หินปูน และหินชนวน จากเหตุการณ์นี้จะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร
- หินที่ขีดเป็นร่องลึกมากจะนำความร้อนได้ดี
 - หินทุกชนิดสามารถขีดกระจกให้เป็นรอยได้
 - หินที่มีความแข็งมากจะขีดกระจกได้ลึกมาก
 - หินแต่ละชนิดมีสารที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน
 - หินที่ใช้ทำกระจกจะมีเนื้อและสีเหมือนกระจก
11. จากการสังเกตชายฝั่งลำน้ำโขงของนักเรียนคนหนึ่งพบว่า ชายฝั่งที่มีต้นยาง เต็ง จำปา ขึ้นอยู่เต็มไปหมดจะมีการพังทลายน้อย ผิดกับชายฝั่งที่ไม่มีต้นไม้ขึ้นจะถูกน้ำกัดเซาะให้สึกกร่อนพังทลายมาก จากเหตุการณ์ดังกล่าวจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร
- กระแสน้ำมีอิทธิพลต่อลักษณะชายฝั่ง
 - ชนิดของพืชชายฝั่งแม่น้ำแสดงถึงลักษณะของชายฝั่ง
 - ต้นไม้ชายฝั่งแม่น้ำช่วยป้องกันการกัดเซาะของน้ำได้
 - ดินบริเวณชายฝั่งที่พังทลายไม่เหมาะแก่การปลูกพืช
 - บริเวณชายฝั่งที่มีดินต่างชนิดกันพืชที่ขึ้นปกคลุมจะต่างชนิดกันด้วย
12. นักธรณีวิทยาได้นำสนิมเหล็ก เศษหินปูนไปอัดแน่นด้วยความร้อนสูงๆ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปรากฏว่าหินปูน และสนิมเหล็กมีลักษณะเป็นก้อนแข็งคล้ายหินลูกรัง จากเหตุการณ์นี้นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร
- สนิมเหล็กเกิดจากหินลูกรังและหินปูน
 - หินลูกรังเป็นหินปูนที่ซีกร้อนด้วยพลังงานกล
 - หินลูกรังเกิดจากการรวมตัวทางเคมีของสนิมเหล็ก
 - เศษหินที่มาอัดแน่นด้วยความดันและความร้อนสูงๆเกิดจากหินลูกรัง
 - หินลูกรังเกิดจากการอัดแน่นของเศษหินปูนโดยมีสนิมเหล็กเป็นตัวประสาน

13. สูดายใช้ยาฆ่าแมลงชนิดหนึ่งฉีดฆ่าศัตรูพืชประเภทหนอนกินใบผักซึ่งได้ผลในระยะแรก แต่ต่อมาไม่ได้ผล สูดายจึงเพิ่มความเข้มข้นขึ้นอีก การที่สูดาเพิ่มความเข้มข้นนี้ นักเรียนคิดว่าสูดาตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
- ยาที่ฉีดไม่มีพิษต่อแมลงและหนอน
 - มีแมลงอพยพมาจากที่อื่นเพิ่มมากขึ้น
 - ยาที่ฉีดทำให้หนอนมีจำนวนมากขึ้น
 - ยาเสื่อมคุณภาพลง จึงต้องเพิ่มความเข้มข้นให้มากขึ้น
 - แมลงมีการปรับตัวให้เข้ากับภาวะแวดล้อม จึงต้องเพิ่มความเข้มข้น
14. นักล่าสัตว์คนหนึ่งได้บันทึกไว้ในรายงานการท่องป่าของเขาว่า ครั้งหนึ่งเขาเคยถูกงูกัด นายพรานได้นำเอาใบไม้ของต้นไม้ชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะคล้ายใบเสลดพังพอนมาพอกที่ปากแผล ลักคู่หนึ่งเขาก็หายเจ็บปวด ถ้าพิจารณาจากรายงานนี้แล้วสมมติฐานใดที่มีเหตุผลที่สุด
- นักล่าสัตว์หายเพราะโชคช่วย
 - ใบไม้นั้นไม่มีประโยชน์เพราะงูที่กัดไม่มีพิษ
 - ใบไม้นั้นมีประโยชน์เพราะเป็นสมุนไพรที่แก้พิษงู
 - นักล่าสัตว์มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงพิษงูจึงทำอันตรายอะไรไม่ได้
 - ใบนั้นอาจมีสารบางอย่างที่แก้พิษงูได้จึงทำให้นักล่าสัตว์มีอาการดีขึ้น
15. ปัญญาต้องการจะปลูกขบา จึงวางแผนการทดลองโดยการนำกิ่งขบาสดซึ่งมีตาที่กำลังผลิใบมา 2 กิ่งเท่าๆกัน ส่วนหนึ่งนำไปแช่ไว้ในน้ำประปา อีกส่วนหนึ่งแช่ไว้ในน้ำประปาผสมเกลือ ข้อใดควรเป็นสมมติฐานในการทำการทดลอง
- น้ำประปามีผลต่อกิ่งขบา
 - เกลือทำให้น้ำประปาสะอาดขึ้น
 - เกลือช่วยทำให้รากพืชงอกเร็วขึ้น
 - เกลือมีผลต่อการผลิใบของตาทิ้งขบา
 - เกลือและน้ำประปามีผลต่อการผลิใบ

16. เด็กชายธเนศ ได้ทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำกระป๋อง 3 ใบที่มีความสูงเท่ากัน แต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกันคือ 5,10 และ 15 ซม.
- 2) บรรจุดินร่วนลงในกระป๋องทั้ง 3 ใบ ใบละ $1/2$ ของกระป๋อง
- 3) นำถั่วเขียวเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 ใบ ใบละ 10 เมล็ด
- 4) รดน้ำกระป๋องละ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดดแล้วสังเกตดูต้นถั่วเขียว เป็นเวลา 7 วัน

จากการทดลองดังกล่าว ควรตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

- ก. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ข. พื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ค. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ง. ความสูงของกระป๋องมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- จ. ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว

17. ในการทดลองละลายสารส้มในน้ำ ปรากฏว่าสารส้ม 21 กรัมละลายน้ำได้พอดีในน้ำ 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าในการทดลองครั้งต่อมา ผู้ทดลองนำสารส้มจำนวนเท่าเดิมไปละลายในของเหลวชนิดอื่นๆ ที่มีปริมาตร 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร ท่านคิดว่าการกระทำเช่นนี้ต้องการทดสอบสมมติฐานใด

- ก. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ตัวทำละลาย จะทำให้สามารถทำละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้น
- ข. ถ้าเพิ่มปริมาตรให้แก่ตัวทำละลาย จะทำให้สามารถทำละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้น
- ค. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลาย ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย
- ง. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลาย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาตรของตัวทำละลาย
- จ. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลาย ขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวทำละลาย

18. นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งได้ทำการทดลองดังนี้

- 1) เตรียมเตรียมจานเพาะเชื้อขนาดเดียวกัน 4 ใบ ใส่ฐานสำหรับเพาะเชื้อลงในจานเพาะเชื้อทั้ง 4 ใบ ในปริมาณที่เท่ากัน
- 2) ใส่จุลินทรีย์ A ปริมาณเท่ากันในจานเพาะเชื้อทุกใบที่ใส่ฐานแล้ว
- 3) นำจานเพาะเชื้อไปใส่ในตู้ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน แต่มีอุณหภูมิต่างกัน ดังนี้คือ 10,20,30 และ 40 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยใส่จานเพาะเชื้อตู้ละ 1 ใบ

- 4) เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการหาปริมาณของจุลินทรีย์ A ในแต่ละจานแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

การทดลองดังกล่าวควรใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานใด

- ก. อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ A ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
 - ข. จุลินทรีย์ A จะตายถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ
 - ค. จุลินทรีย์ A เจริญได้ดีในอุณหภูมิทุกระดับภายใน 24 ชั่วโมง
 - ง. จุลินทรีย์ A สามารถทนต่ออุณหภูมิได้ในช่วง 20-40 องศาเซลเซียส
 - จ. ปริมาณและชนิดของวุ้นสำหรับเพาะเชื้อ ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ A
19. การที่หนูแบ่งปลาเป็น 2 พวก โดยเลี้ยงแบบให้และไม่ให้เครื่องทำออกซิเจน แสดงว่าหนูมีสมมติฐานว่าอย่างไร
- ก. ที่อยู่คับแคบอาจมีผลให้ปลาตายได้
 - ข. อาหารไม่เพียงพออาจทำให้ปลาตายได้
 - ค. อากาศไม่เพียงพออาจทำให้ปลาตายได้
 - ง. จำนวนปลามีผลต่อการแย่งอาหารกัน
 - จ. ปลาต่างชนิดกันถ้าแยกกันอยู่จะมีชีวิตรอดได้มากกว่า
20. ครอบครัวหนึ่งมีอาชีพทำนา ผลิตข้าวได้ทุกปี แต่ผลผลิตที่ได้กลับลดลงเรื่อยๆทุกปี นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับเหตุการณ์นี้ว่าอย่างไรจึงเหมาะสมที่สุด
- ก. สภาพดินที่ปลูกหมดความอุดมสมบูรณ์
 - ข. สมาชิกในครอบครัวมีอายุมากขึ้น
 - ค. เมล็ดพันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพ
 - ง. ควายที่ใช้ไถนาแก่ลง
 - จ. พื้นที่เพาะปลูกน้อยลง

แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่ 3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อน และหลัง การฝึก เพื่อใช้ในการประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น และโรงเรียน ลงในกระดาษคำ ตอบ และเขียนคำว่า ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ลง ในช่องว่างแทนชื่อวิชาลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ละเอียด แล้วเลือกคำตอบที่คิด ว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงใน ช่อง ก ข ค ง หรือ จ ในกระดาษคำตอบ
5. นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยาก หรือคิดคำตอบยังไม่ได้ ควร จะข้ามไปทำข้อที่คิดได้ก่อนแล้วค่อยย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ ภายหลัง
6. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. จากคำพูดที่ว่า ประเทศไทยจะกลายเป็นทะเลทรายถ้ายังไม่มี การอนุรักษ์ป่าไม้ "การอนุรักษ์ป่าไม้" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร
 - ก. การบำรุงรักษาป่าในเขตพื้นที่ต่างๆทั่วประเทศ
 - ข. การส่งเสริมและปลูกค่านิยมในการดูแลรักษาป่าไม้
 - ค. การดูแลรักษาป่าไม้มิให้โดยไม่มี การนำมาใช้ประโยชน์
 - ง. การประกาศเขตป่าสงวนแห่งชาติ และลงโทษผู้ทำลายป่าอย่างรุนแรง
 - จ. การปลูกป่า ประกาศเขตพื้นที่ป่าไม้ และออกกฎหมายควบคุมการใช้ประโยชน์จากป่าไม้
2. สารละลายที่มีอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายพอเหมาะจะเกิดการตกผลึก "การตกผลึก" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร
 - ก. การรวมตัวของสารละลายเมื่ออุณหภูมิลดลง
 - ข. การเกิดของแข็งรูปร่างเฉพาะตัวจากตัวทำละลายเมื่อลดอุณหภูมิของสารละลายลง
 - ค. การเปลี่ยนแปลงและเกิดปฏิกิริยาระหว่างตัวทำละลายกับตัวถูกละลายเมื่ออุณหภูมิลดลง
 - ง. การเปลี่ยนแปลงของสารละลายเมื่อลดปริมาณตัวทำละลายและการเพิ่มปริมาณตัวถูกละลาย
 - จ. เมื่อวางสารละลายอิ่มตัวไว้ในอุณหภูมิห้อง 3 ชั่วโมง จะได้สารของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยม มุมและผิวหน้าเรียบที่ก้นภาชนะ
3. จากคำกล่าวที่ว่า แรงเสียดทานเป็นอุปสรรคต่อการขนส่ง "การขนส่ง" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร
 - ก. การติดต่อส่งข่าวถึงกันและกันทั้งในระยะใกล้และไกล
 - ข. การบรรทุกสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ผู้บริโภคด้วยยานพาหนะ
 - ค. การใช้ยานพาหนะลำเลียงคน สัตว์ สิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง
 - ง. การบรรทุกสิ่งของด้วยยานพาหนะทางบกทางน้ำและทางอากาศ
 - จ. การขนถ่ายสิ่งของจากประเทศหนึ่งสู่ประเทศหนึ่งด้วยอากาศยาน

4. จากสมมติฐานที่ว่า การถ่ายเทพลังงานความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุ 2 ชนิดมีอุณหภูมิแตกต่างกัน "การถ่ายเทพลังงานความร้อน" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร
 - ก. การแผ่รังสีความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
 - ข. การถ่ายเทของพลังงานในห่วงโซ่อาหาร
 - ค. การถ่ายเทพลังงานความร้อนโดยผ่านไปทางตัวนำ
 - ง. การเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานความร้อนของวัตถุ
 - จ. เมื่อจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำเดือดอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์จะเพิ่มขึ้น
5. เราสามารถทำน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดได้โดยการกลั่น "การกลั่น" ในที่นี้เราจะมีหมายถึงทำอะไร
 - ก. การแยกเกลือออกจากน้ำทะเล
 - ข. การทำให้น้ำเปลี่ยนจากน้ำเค็มเป็นน้ำจืด
 - ค. การลดปริมาณเกลือในน้ำทะเลโดยการต้ม
 - ง. การเติมกรดลงในน้ำทะเลเพื่อลดลงเป็นเบสของน้ำทะเล
 - จ. การต้มน้ำทะเลให้กลายเป็นไอและผ่านไอน้ำให้ควบแน่นกลายเป็นของเหลวในหลอดแก้วที่แช่ในน้ำเย็น
6. สิ่งมีชีวิตมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน "การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม" ในที่นี้หมายถึงอะไร
 - ก. มนุษย์ทำสภาพแวดล้อมให้เหมาะแก่การอยู่อาศัย
 - ข. การอพยพย้ายถิ่นเพื่อหาแหล่งอาหารใหม่ๆ
 - ค. ค้างคาวเพิ่มอวัยวะบางอย่างเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
 - ง. ลูกฮัดดลหน้าทาสวนประกอบที่ไม่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตลง เช่นหางหดหายไป
 - จ. จิ้งจกสีตัวเข้มจะมีสีตัวจางลงเมื่อจับลงเลี้ยงในกล่องเลี้ยงสีขาว
7. จะรู้ได้อย่างไรว่ามีการปฏิสนธิเกิดขึ้น
 - ก. ประจำเดือนขาดหายไป
 - ข. ครรภ์ขยายโตขึ้น
 - ค. เกิดการตั้งครรภ์ในเพศหญิง
 - ง. นิวเคลียสของไข่รวมตัวกับนิวเคลียสของอสุจิ
 - จ. เกิดชีวิตใหม่จากการรวมตัวของไข่กับอสุจิ

8. จะรู้ได้อย่างไรว่ามีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น
 - ก. ตรวจสอบกับสารละลายไอโอดีน
 - ข. วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ
 - ค. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลและแป้งในใบ
 - ง. คำนวณหาคลอโรฟิลล์มาตรวจสอบหาอัตราการสังเคราะห์แสง
 - จ. เมื่อนำใบไม้มาต้มในแอลกอฮอล์และหยดไอโอดีนลงไป ใบไม้จะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงิน
9. ข้อความในข้อใดที่ทำให้นักเรียนบอกได้ว่า น้ำใสๆ ที่นักเรียนพบอยู่นี้ เป็นน้ำปูนใสหรือไม่
 - ก. เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นเบส
 - ข. เป็นสารที่ได้จากการผสมปูนขาวกับน้ำ
 - ค. เป็นสารที่ประกอบด้วย Ca, O และ H
 - ง. เป็นสารที่ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปจะขุ่น
 - จ. เป็นสารที่เปลี่ยนสีเมื่อได้รับความร้อน
10. ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่เก็บและถ่ายกากอาหารในระบบการย่อยกากอาหาร ข้อใดที่ทำให้รู้ว่าเป็นลำไส้ใหญ่
 - ก. อวัยวะในช่องท้องที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
 - ข. อวัยวะที่เป็นท่อขดไปขดมาในช่องท้อง
 - ค. อวัยวะที่เป็นท่อขนาดใหญ่ต่อจากลำไส้เล็ก
 - ง. อวัยวะในช่องท้องภายในร่างกายทำหน้าที่ย่อยอาหาร
 - จ. อวัยวะที่มีน้ำย่อยสำหรับย่อยอาหารเป็นด้านสุดท้ายก่อนขับถ่าย
11. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของ "แป้ง"
 - ก. อาหารประเภทหนึ่ง ในอาหารหลัก 5 หมู่
 - ข. อาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่ง
 - ค. อาหารที่ประกอบด้วย C, H และ O
 - ง. อาหารที่เมื่อหยดไอโอดีนลงไปจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง
 - จ. อาหารที่สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้

12. จากสมมติฐานที่ว่า "ใบพืชที่ไม่มีสีเขียวจะไม่มีการสร้างอาหาร" ถ้าจะทดลองตามสมมติฐานนี้จะต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการคำใด
- ใบพืช
 - ใบสีเขียว
 - อาหาร
 - การสร้างอาหาร
 - ไม่ต้องกำหนดคำใดเลย
13. "ที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารของเอ็นไซม์จะต่างกัน" จากสมมติฐานนี้ ถ้าจะทำการทดลอง จะต้องกำหนดนิยามคำใด
- อุณหภูมิต่ำ
 - อุณหภูมิสูง
 - ประสิทธิภาพการย่อย
 - อุณหภูมิ, การย่อยอาหาร
 - เอ็นไซม์
14. นายดำ ทดลองเอาวัสดุหลายชนิดมาหาว่าวัสดุใดบ้างที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี คำว่า "ตัวนำไฟฟ้าที่ดี" หมายความว่าอย่างไร
- วัตถุใดๆ ก็ตามที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย
 - วัตถุใดๆ ก็ตามที่สามารถใช้แทนสายไฟได้
 - วัตถุใดๆ ก็ตามที่สามารถเอามาต่อในวงจรแล้วทำให้กระแสไฟฟ้าครบวงจร
 - วัตถุใดๆ ก็ตามที่ทำด้วยโลหะ เมื่อนำมาต่อในวงจรแล้วทำให้กระแสไฟฟ้าครบวงจร
 - วัตถุใดๆ ก็ตามเมื่อนำมาใช้แทนลวดทองแดง ที่ต่อกับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่ และหลอดไฟแล้ว ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่าง

15. คำกล่าวที่ว่า "คนอ้วนจะมีน้ำหนักมากกว่าคนผอม" ข้อใดต่อไปนี้เป็นนิยามของ "น้ำหนัก" ที่เข้าใจตรงกัน
- แรงชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในคนเรา ทำให้สามารถทำงานได้
 - พลังงานชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวของคนเรา ทำให้สามารถทำงานได้
 - แรงชนิดหนึ่งที่เกิดจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไปแล้ว เกิดการเผาผลาญให้แรงออกมา
 - พลังงานชนิดหนึ่งที่เกิดจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไปแล้ว เกิดการเผาผลาญให้พลังงานออกมา
 - แรงโน้มถ่วงของโลก กระทำต่อวัตถุ ซึ่งสามารถทราบได้โดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนักมาวัด
16. จากคำกล่าวที่ว่า "ร่างกายคนเรา ถ้ามีอุณหภูมิปกติแล้ว จะไม่มีไข้" ข้อความใดต่อไปนี้เป็นคำนิยามของ อุณหภูมิปกติ ที่เข้าใจได้ตรงกัน
- อุณหภูมิที่ร่างกายของเราทุกคนต้องเท่ากัน
 - อุณหภูมิที่เราสามารถวัดได้จากปรอทวัดไข้ ประมาณ 37 องศาเซลเซียส
 - อุณหภูมิที่คนส่วนใหญ่มีเท่ากัน ซึ่งเป็นอุณหภูมิมาตรฐานใช้โดยทั่วไป
 - อุณหภูมิที่หมอใช้ตรวจดูคนไข้ว่าหายเป็นปกติหรือยังมีไข้อยู่
 - อุณหภูมิที่เราสามารถรู้ได้โดยการใช้มือสัมผัสที่ร่างกายถ้าตัวไม่ร้อนแสดงว่าไม่มีไข้
17. การจำแนกสารตามลักษณะเนื้อสาร ถ้าใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะจำแนกสารได้เป็นสองประเภท คือ สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม "สารเนื้อเดียว" หมายความว่าอย่างไร
- เป็นสารบริสุทธิ์เท่านั้น
 - สารที่มีสมบัติแต่ละส่วนของเนื้อสารไม่เหมือนกัน
 - สารที่มีองค์ประกอบทุกๆส่วน เห็นได้ชัดเจน
 - สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั้งเนื้อสาร
 - สารที่ประกอบไปด้วยสารเพียงอย่างเดียว
- ใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18

ตัวถูกละลาย	การเปลี่ยนแปลง	
	เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	เมื่อปล่อยให้สารละลายอิ่มตัว
จุนส์	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งสีขาวไหม้เปลี่ยนรูป ทรงเรขาคณิตที่ก้นภาชนะ
เกลือแกง	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งสีขาว เป็นเกล็ด
สารส้ม	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งใสไม่มีสี มีเหลี่ยมมุม รูปทรงเรขาคณิตที่ก้นภาชนะ

18. ข้อใดอธิบายถึง "การละลายได้มากขึ้น" ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. การละลายของสารละลายเมื่อตัวถูกละลาย ละลายได้เพิ่มขึ้น
- ข. การละลายของสารละลายเมื่อตัวทำละลาย ละลายได้เพิ่มขึ้น
- ค. เมื่อสารละลายอิ่มตัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวถูกละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้น
- ง. เมื่อสารละลายอิ่มตัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวทำละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้น
- จ. การละลายของสารได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

19. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของ "การคุมกำเนิดถาวร"

- ก. การทำหมันชาย
- ข. การทำหมันหญิง
- ค. การตัดและผูกหลอดนำอสุจิในชาย และผูกท่อนำไข่ในหญิง
- ง. การตัดมดลูกในหญิง และการผูกหลอดนำอสุจิในชาย
- จ. การฝังเข็มคุมกำเนิด

20. ถ้าต้องการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "การออกกำลังกายมีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร" ควรกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของอะไรบ้าง

- ก. การออกกำลังกาย
- ข. ชีพจร
- ค. อัตราการเต้นของชีพจร
- ง. การออกกำลังกาย และอัตราการเต้นของชีพจร
- จ. ชีพจร และกำลังกาย

แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่ 4 การทดลอง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อน และหลัง การฝึก เพื่อใช้ในการประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านการทดลอง
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น และโรงเรียน ลงในกระดาษคำ ตอบ และเขียนคำว่า ด้านการทดลอง ลงในช่องว่างแทนชื่อ วิชาลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ละเอียด แล้วเลือกคำตอบที่คิด ว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงใน ช่อง ก ข ค ง หรือ จ ในกระดาษคำตอบ
5. นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยาก หรือคิดคำตอบยังไม่ได้ ควร จะข้ามไปทำข้อที่คิดได้ก่อนแล้วค่อยย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ ภายหลัง
6. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. วัสดุ อุปกรณ์ ในข้อใดใช้ทดสอบสมมติฐานว่า "ดินต่างชนิดกันจะปลูกพืชได้เจริญเติบโตแตกต่างกัน"
 - ก. กระป๋องนม ปุ๋ย ดินชนิดเดียวกัน น้ำ
 - ข. เมล็ดพืช น้ำ ดินต่างชนิดกัน ตะแกรงลวด
 - ค. ดินต่างชนิดกัน ตะแกรงลวด พืชชนิดเดียวกัน น้ำ
 - ง. กล่องพลาสติก กระดาษชำระ สำลี กิ่งชบา
 - จ. ดินต่างชนิดกัน กระป๋องนม พืชชนิดเดียวกัน น้ำ
2. อุปกรณ์ในข้อใดเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ในการทดลอง เพื่อหาจุดเดือดของน้ำ
 - ก. ปีเปต
 - ข. หลอดฉีดยา
 - ค. ตะแกรงลวด
 - ง. เทอร์โมมิเตอร์
 - จ. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
3. วัสดุ-อุปกรณ์ ในข้อใด ใช้วัดความจุอากาศของปอด
 - ก. แก้วน้ำ กังหันลม น้ำ กรวย
 - ข. อ่างน้ำ ขวดแก้ว สายยาง น้ำ
 - ค. กล่องพลาสติก สำลี น้ำ ตะแกรงลวด
 - ง. ปีกเกอร์ หลอดนำกาช กรด คัลเซียมคาร์บอเนต
 - จ. หลอดกาแฟ สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
4. ถ้าต้องการทดสอบว่า สาร ก. สาร ข. และสาร ค. มีอัตราการละลายในน้ำแตกต่างกัน นักเรียนจะเลือกอุปกรณ์ในข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
 - ก. หลอดทดลอง นาฬิกาจับเวลา ข้อนตักสาร น้ำ สาร ก. ข. และ ค.
 - ข. กระบอกตวง สาร ก. ข. และ ค. แท่งแก้วคนสาร ปีกเกอร์ น้ำ
 - ค. ตะเกียงแอลกอฮอล์ สาร ก. ข. และ ค. ข้อนตักสาร นาฬิกาจับเวลา น้ำ
 - ง. หลอดทดลอง เทอร์โมมิเตอร์ สาร ก. ข. และ ค. นาฬิกาจับเวลา
 - จ. กรวย ปีกเกอร์ กระดาษกรอง กระบอกตวง สาร ก. ข. และ ค.

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5-6

ครูให้นักเรียนหาปฏิกิริยา ระหว่างสาร ก กับสาร ข และสาร ค โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. นำสาร ก ใส่หลอดทดลอง
2. นำเอาสารละลาย M หยดลงไป สังเกตปฏิกิริยาหลังหยดสาร บันทึกผล
3. เปลี่ยนสาร ก เป็นสาร ข และสาร ค ทำการทดลองตามข้อ 1 และข้อ 2

5. จากขั้นตอนการทดลอง ใครทำการทดลองได้ถูกต้อง

- ก. สมบุญ นำหลอดทดลองขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ มาใส่สาร ก ข และ ค แล้วจึงหยดสาร
- ข. สมศรี นำสาร ก ข และ ค อย่างละเท่ากันใส่หลอดทดลอง แล้วหยดสารละลาย M ลงไป 4,5 และ 6 หยดตามลำดับ
- ค. สมชายหยดสารละลาย M อย่างละเท่ากัน ลงในหลอดทดลองที่มีสาร ก ข และ ค อย่างละเท่าๆกัน สังเกตปฏิกิริยาหลังหยด
- ง. สมศักดิ์หยดสารละลาย M อย่างละเท่ากัน ลงในหลอดทดลองที่มีสาร ก 3 cm^3 ,สาร ข 5 cm^3 และสาร ค 6 cm^3 สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- จ. สมมาตร นำหลอดทดลองขนาดกลางมาใส่สาร ก ข และ ค หยดสารละลาย M ลงไป 4 ,5 และ 6 หยด แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง 2, 3 และ 5 นาทีตามลำดับ

6. จากขั้นตอนการทดลอง จะต้องใช้อุปกรณ์ตามข้อใด

- ก. หลอดทดลอง 3 ขนาด หลอดหยด 3 อัน
- ข. หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด หลอดหยด 1 อัน ปีกเกอร์ 3 ใบ
- ค. หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ปีกเกอร์ 3 ใบ
- ง. หลอดทดลอง 3 ขนาด แท่งแก้วคนสาร เทอร์โมมิเตอร์
- จ. หลอดทดลอง 3 ขนาด นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์ กระบอกตวง

7. สุพจน์ ต้องการทดสอบว่า ดินบริเวณ ก เหมาะที่จะปลูกกุหลาบมากกว่าดินบริเวณ ข หรือไม่ เขาจึงทำการทดลองดังนี้

1. นำดินบริเวณ ก บริเวณ ข ปริมาณเท่ากันใส่ในกระถางขนาดเดียวกัน
2. ปลูกกุหลาบที่มีขนาดกิ่งเท่ากัน ลักษณะและความสมบูรณ์เหมือนกันกระถางละ 1 กิ่ง
3. ฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อราชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากันกับกุหลาบทั้งสองต้น
4. ปิดหน้าดินด้วยกาบมะพร้าวเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำทั้งสองต้น
5. วางกระถางไว้ในที่บริเวณเดียวกัน
6. รดน้ำทั้งสองกระถางในปริมาณที่เท่ากันทุกวัน
7. นับจำนวนใบ วัดความสูงของต้นกุหลาบทั้งสองทุกวัน ในเวลาเดียวกัน

จากการทดลองดังกล่าว ขั้นตอนใดไม่จำเป็นต้องทดลองก็ได้

- ก. ขั้นที่ 1-2
 - ข. ขั้นที่ 3-4
 - ค. ขั้นที่ 5-6
 - ง. ขั้นที่ 3,7
 - จ. ขั้นที่ 4,6
8. นักเรียนคนหนึ่ง บรรจุน้ำลงในกระป๋องที่สูงเท่ากัน แต่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. ,10 ซม. และ15 ซม. อย่างละครึ่งกระป๋อง แล้วนำถั่วเขียวเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 กระป๋อง กระป๋องละ 10 เมล็ด รดน้ำกระป๋องละ 15 ซม.³ ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสง แล้วสังเกตต้นถั่วเป็นเวลา 7 วัน จากการทดลองดังกล่าว อยากทราบว่าเขาต้องการศึกษาสิ่งใด
- ก. แสงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - ข. อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - ค. เนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - ง. ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - จ. ปริมาณน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

9. ถ้านักเรียนมีหินอยู่ 2 ก้อน คือ หิน ก และหิน ข ถ้าต้องการพิสูจน์ให้เห็นว่า หิน ก แข็งกว่า หิน ข จะต้องทำตามในข้อใด
- นำหิน ก และหิน ข มาชูดกัน
 - นำหิน ก และหิน ข ไปหาจุดเดือด
 - นำหิน ก และหิน ข ไปหาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ
 - นำหิน ก และหิน ข ไปทดสอบกับกรดไฮโดรคลอริก
 - นำหิน ก และหิน ข ไปเผาไฟเพื่อดูการสีกร่อน
10. อุปกรณ์ชุดหนึ่งประกอบด้วย เทอร์โมมิเตอร์ กระจกน้ำร้อน กระจกน้ำเย็น กระจกน้ำธรรมดา อุปกรณ์ชุดนี้ ใช้ทำการทดลองเรื่องใด
- การวัดอุณหภูมิของน้ำ
 - การหาจุดเดือดของน้ำ
 - การวัดการระเหยของน้ำ
 - การวัดความชื้นในอากาศ
 - การวัดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน
11. ในการทดลองเพื่อทดสอบ "มวลของสารก่อนและหลังปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน" มีขั้นตอนการทดลองดังนี้
- ใส่สารละลาย A 5 cm^3 ในกล่องพลาสติกเบอร์ 5 ไม่ต้องปิดฝา
 - วางกล่องนี้ในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 ซึ่งมีสารละลาย B 20 cm^3 ปิดฝากล่องให้สนิทนำไปชั่งแล้วบันทึกผล
 - เอียงกล่องพลาสติกเบอร์ 1 เพื่อให้สารทั้งสองชนิดผสมกัน แล้วตั้งกล่องไว้ตามเดิม เขย่าเล็กน้อย สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น นำไปชั่งอีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล
- ข้อใดเป็นชุดของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการทดลองนี้
- กล่องพลาสติกเบอร์ 1,5 เครื่องชั่ง
 - กล่องพลาสติกเบอร์ 1,5 หลอดฉีดยา
 - กล่องพลาสติกเบอร์ 1,5 หลอดฉีดยา และเครื่องชั่ง
 - กล่องพลาสติกเบอร์ 1,5 หลอดฉีดยา, เครื่องชั่ง และเทอร์โมมิเตอร์
 - กล่องพลาสติกเบอร์ 1,5 หลอดฉีดยา, เครื่องชั่ง, หลอดทดลอง และเทอร์โมมิเตอร์

12. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ของเหลวต่างชนิดกัน ระเหยได้มากน้อยต่างกัน จะต้องทำตามข้อใด
- ก. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆปริมาณเท่าๆกัน ลงในภาชนะขนาดต่างๆกัน ตั้งไว้แห้งเดียวกัน
 - ข. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆปริมาณเท่าๆกัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งแห้งเดียวกันเป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
 - ค. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆปริมาณต่างๆกัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งแห้งเดียวกันเป็นเวลาต่างๆกัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
 - ง. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆปริมาณต่างๆกัน ลงในภาชนะขนาดต่างๆกัน ตั้งแห้งเดียวกันเป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
 - จ. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆปริมาณต่างๆกัน ใส่ของเหลวชนิดต่างๆปริมาณต่างๆกัน ตั้งแห้งเดียวกันเป็นเวลาต่างๆกัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
13. นักเรียนกลุ่ม A,B,C,D และE ต้องการทดสอบดูว่า"ความต้านทานของหลอดตัวนำขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด" นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองดังนี้
- กลุ่ม A นำหลอดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกัน มีความยาวเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ต่อเข้ากับวงจร
 - กลุ่มB นำหลอดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกัน ความยาวต่างกัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ต่อเข้ากับวงจร
 - กลุ่มC นำหลอดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดต่างกัน ความยาวเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ต่อเข้ากับวงจร
 - กลุ่มD นำหลอดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดต่างกัน ความยาวต่างกัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ต่อเข้ากับวงจร
 - กลุ่มE นำหลอดตัวนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกัน มีความยาวเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดต่างกัน ต่อเข้ากับวงจร
- การทดลองของกลุ่มใดถูกต้อง
- ก. กลุ่ม A
 - ข. กลุ่ม B
 - ค. กลุ่ม C
 - ง. กลุ่ม D
 - จ. กลุ่ม E

14. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า "เกลือทำให้น้ำแข็งมีอุณหภูมิลดต่ำลงจริงหรือไม่" จะเลือกใช้อุปกรณ์ใด.

- ก. เกลือ, น้ำแข็ง, ปีกเกอร์, น้ำ
- ข. เกลือ, น้ำแข็ง, หลอดฉีดยา, น้ำ
- ค. เกลือ, น้ำแข็ง, เทอร์โมมิเตอร์, น้ำ
- ง. เกลือ, น้ำแข็ง, ปีกเกอร์, หลอดฉีดยา
- จ. เกลือ, น้ำแข็ง, ปีกเกอร์, , เทอร์โมมิเตอร์

ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 15-16

จากตารางการออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า "ปุ๋ยทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วขึ้นจริงหรือไม่" ของนักเรียน 3 คน แสดงผลได้ดังตาราง

นักเรียน	แผนการทดลอง	
	กระถางที่ 1	กระถางที่ 2
A	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่รดน้ำ
B	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ไม่ใส่ปุ๋ย รดน้ำ
C	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ใส่ปุ๋ย ไม่รดน้ำ

15. จากข้อมูล ใครวางแผนการทดลองผิด

- ก. A และ B
- ข. A และ C
- ค. B และ C
- ง. ทั้ง A, B และ C
- จ. ทุกแบบแผนการทดลองถูกต้องหมด

16. ในการทดลองดังกล่าวต้องการศึกษาสิ่งใด

- ก. น้ำหนักของพืช
- ข. ปริมาณปุ๋ยทั้งหมดไป
- ค. ความสูงและขนาดของพืช
- ง. ความชื้นของพื้นดิน
- จ. ปริมาณน้ำที่ใช้รดแต่ละวัน

17. ในการทดลองนำน้ำจากแหล่งต่างๆในปริมาณที่เท่ากัน มาผสมกับน้ำสบู่ในปริมาณที่เท่าๆกัน
ทุกหลอดทดลอง ดังนี้

หลอดที่ 1 น้ำฝน + น้ำสบู่

หลอดที่ 2 น้ำบ่อ + น้ำสบู่

หลอดที่ 3 น้ำคลอง + น้ำสบู่

หลอดที่ 4 น้ำประปา + น้ำสบู่

หลอดที่ 5 น้ำกลั่น + น้ำสบู่

แล้วนำมาเขย่า ดูฟองสบู่ที่สูงขึ้น การทดลองดังกล่าวต้องการศึกษาเรื่องใด

- ก. น้ำชนิดใดมีแร่ธาตุปนอยู่
- ข. น้ำชนิดใดเป็นน้ำกระด้างถาวร
- ค. น้ำชนิดใดเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว
- ง. น้ำชนิดใดทำฟองกับสบู่ได้ดี
- จ. น้ำชนิดใดเป็นน้ำอ่อน

18. อุปกรณ์ต่อไปนี้ข้อใดแตกต่างจากอุปกรณ์อื่น

- ก. ปีกเกอร์
- ข. หลอดจืดยา
- ค. ถ้วยยูริกา
- ง. กระบอกตวง
- จ. เครื่องชั่ง

19. สารใดไม่สามารถหาปริมาตรด้วยการแทนที่น้ำได้

- ก. สารส้ม
- ข. ดินน้ำมัน
- ค. ก้อนหิน
- ง. ทองแดง
- จ. เหล็ก

20. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงว่าของเหลวต่างชนิดกันมีจุดเดือดไม่เท่ากัน จะทำอย่างไร

- ก. ต้มของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะเดียวกันแต่ต่างสถานที่กัน แล้ววัดอุณหภูมิเมื่อของเหลวเดือด
- ข. ต้มของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะใดก็ได้แต่ต้องทำในสถานที่เดียวกัน แล้ววัดอุณหภูมิเมื่อของเหลวเดือด
- ค. ต้มของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะต่างๆกัน และทำในสถานที่ต่างกัน แล้ววัดอุณหภูมิของไอที่เกิดจากการเดือด
- ง. ต้มของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะชนิดเดียวกัน และทำในสถานที่เดียวกัน แล้ววัดอุณหภูมิเมื่อของเหลวเดือด
- จ. ต้มของเหลวแต่ละชนิด แล้วรอดูเวลาของเหลวเดือด

แบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

ชุดที่5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อน และหลัง การฝึก เพื่อใช้ในการประเมินผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ด้านการตีความหมายข้อมูลและการ ลงข้อสรุป
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น และโรงเรียน ลงในกระดาษคำ ตอบ และเขียนคำว่า การตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป ข้อมูล ลงในช่องว่างแทนชื่อวิชาลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ละเอียด แล้วเลือกคำตอบที่คิด ว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงใน ช่อง ก ข ค ง หรือ จ ในกระดาษคำตอบ
5. นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยาก หรือคิดคำตอบยังไม่ได้ ควร จะข้ามไปทำข้อที่คิดได้ก่อนแล้วค่อยย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ ภายหลัง
6. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. ตารางแสดงชนิดของอาหารที่สัตว์บริโภค

ชนิดของสัตว์	อาหารที่บริโภค
ควาย	พืช
กระต่าย	พืช
สิงโต	สัตว์
หมูป่า	พืชและสัตว์
นก	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
จระเข้	สัตว์

ข้อมูลที่ได้จะลงข้อสรุปว่าอย่างไรจึงจะเหมาะสม

- ก. พืชเป็นผู้ผลิต สัตว์เป็นผู้บริโภค
- ข. นกและแมว กินแต่สัตว์ ก็มีชีวิตอยู่ได้
- ค. วัว ควาย เป็นสัตว์ใหญ่จึงกินพืชเป็นอาหาร
- ง. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวก คือ พวกกินพืช พวกกินสัตว์ พวกกินทั้งพืชและสัตว์
- จ. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะกินเฉพาะพืช แต่สัตว์เลื้อยคลานจะกินเฉพาะสัตว์ และสัตว์ปีกกินทั้งพืชและสัตว์

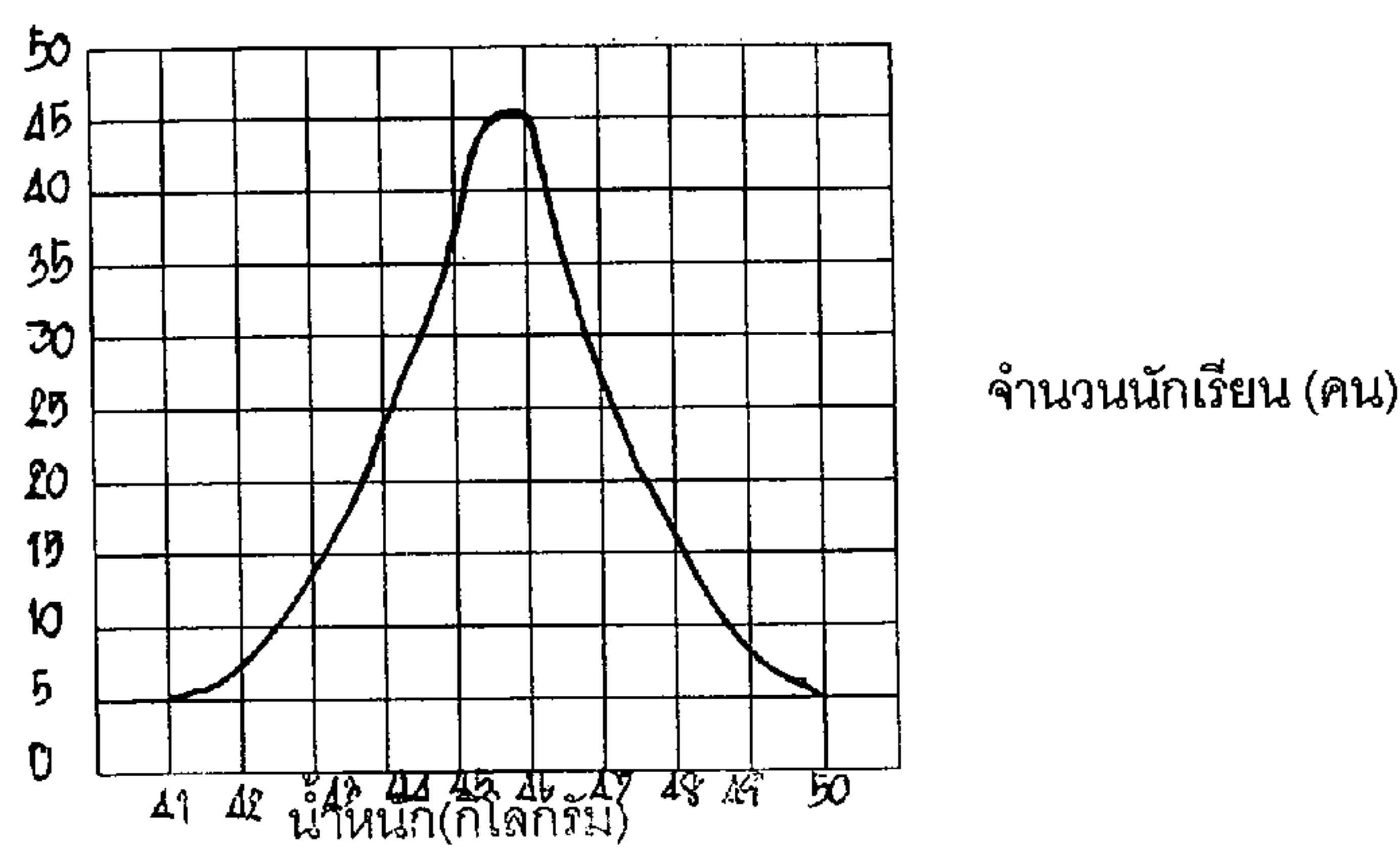
2. พิจารณาตารางต่อไปนี้

สถานที่	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)
ชายหาดบางแสน	30
สนามหลวง	31
ดอยอินทนน	21
ประเทศธิเบต	5
เทือกเขาหิมาลัย	-21

ข้อมูลใดเป็นการลงข้อสรุปได้ถูกต้อง

- ก. สนามหลวงอากาศร้อน
- ข. ยิ่งสูงขึ้นอุณหภูมิยิ่งต่ำลง
- ค. ยิ่งสูงขึ้นอุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น
- ง. ประเทศธิเบตหนาวกว่าประเทศไทย
- จ. บนเทือกเขาหิมาลัยน้ำจะเป็นน้ำแข็งทั้งหมด

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักเรียนและน้ำหนัก (กิโลกรัม)



จากกราฟจงตอบคำถามข้อ 3-4

3. ข้อมูลใดเป็นการอ่านกราฟได้ถูกต้อง
 - ก. จำนวนนักเรียนทั้งหมดมี 45 คน
 - ข. จำนวนน้ำหนักทั้งหมดมี 50 กิโลกรัม
 - ค. จำนวนนักเรียน 42 กิโลกรัม มี 5 คน
 - ง. จำนวนนักเรียน 50 กิโลกรัม มี 5 คน
 - จ. จำนวนนักเรียน 45 กิโลกรัม มี 10 คน
4. นักเรียนส่วนมากมีน้ำหนักประมาณเท่าใด
 - ก. ระหว่าง 43-44 กิโลกรัม
 - ข. ระหว่าง 44-45 กิโลกรัม
 - ค. ระหว่าง 45-46 กิโลกรัม
 - ง. ระหว่าง 46-47 กิโลกรัม
 - จ. ระหว่าง 47-48 กิโลกรัม

5. จากการทดลองวัดอัตราการเต้นของหัวใจของสัตว์ชนิดหนึ่ง ในพฤติกรรมต่างๆได้ดังนี้

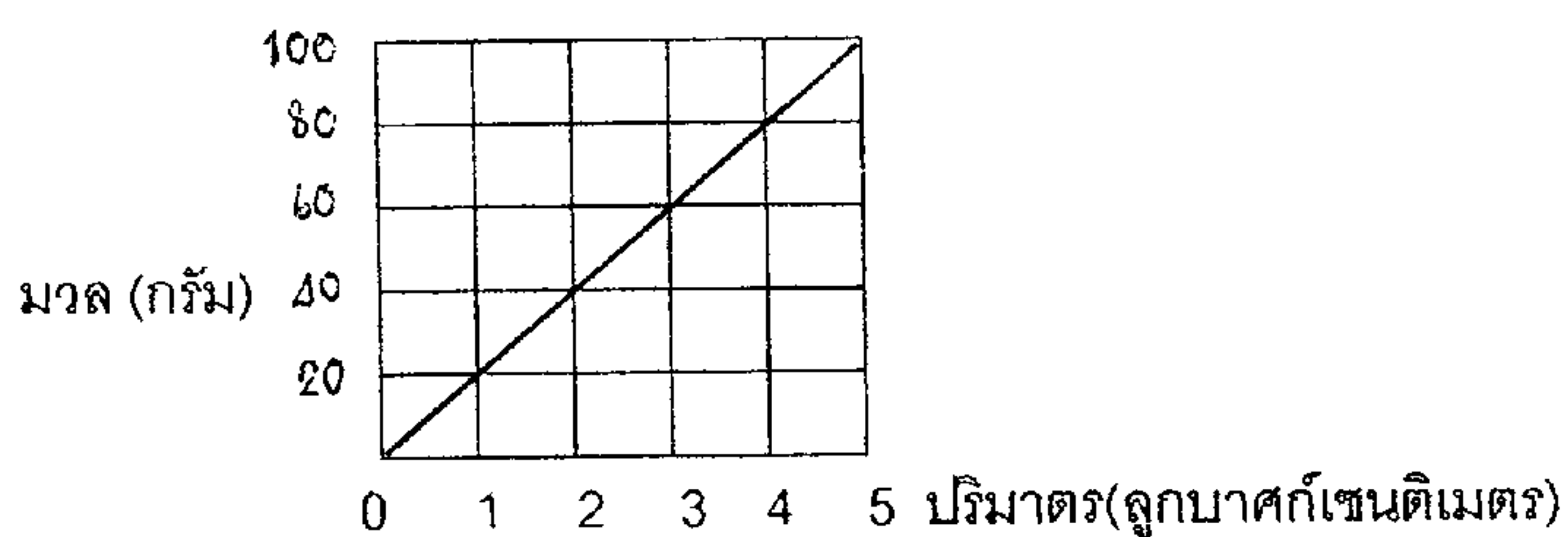
พฤติกรรม	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง / นาที)
นอนหลับ	75
เดิน	80
กระโดด	97
วิ่งช้าๆ	93
วิ่งเร็วๆ	102

จากผลการทดลองขณะที่สัตว์นอนหลับ หัวใจจะเต้นครบ 75 ครั้ง ต้องใช้เวลาเท่าไร

- ก. 1 นาที
- ข. 5 นาที
- ค. 10 นาที
- ง. 20 นาที
- จ. 30 นาที

จากกราฟ จงตอบคำถามข้อที่ 6-7

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตรของวัตถุ



6. ถ้าวัตถุมีปริมาตร 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีมวลเท่าไร

- ก. 40 กรัม
- ข. 50 กรัม
- ค. 60 กรัม
- ง. 70 กรัม
- จ. 80 กรัม

7. จากกราฟ ข้อใดเป็นการลงสรุปข้อมูล

- ก. วัตถุที่มีมวลน้อยลง ปริมาตรจะคงที่
- ข. วัตถุที่มีมวลมากขึ้น จะมีปริมาตรลดลง
- ค. วัตถุที่มีปริมาตรมากขึ้นจะมีมวลลดลง
- ง. มวลและปริมาตรของวัตถุจะสัมพันธ์กัน
- จ. วัตถุที่มีมวลมากขึ้นจะมีปริมาตรมากขึ้นด้วย

8. ผลการทดลองหาจุดเดือดของของเหลวชนิดหนึ่ง ที่ระดับความสูงต่างๆกัน ได้ดังนี้

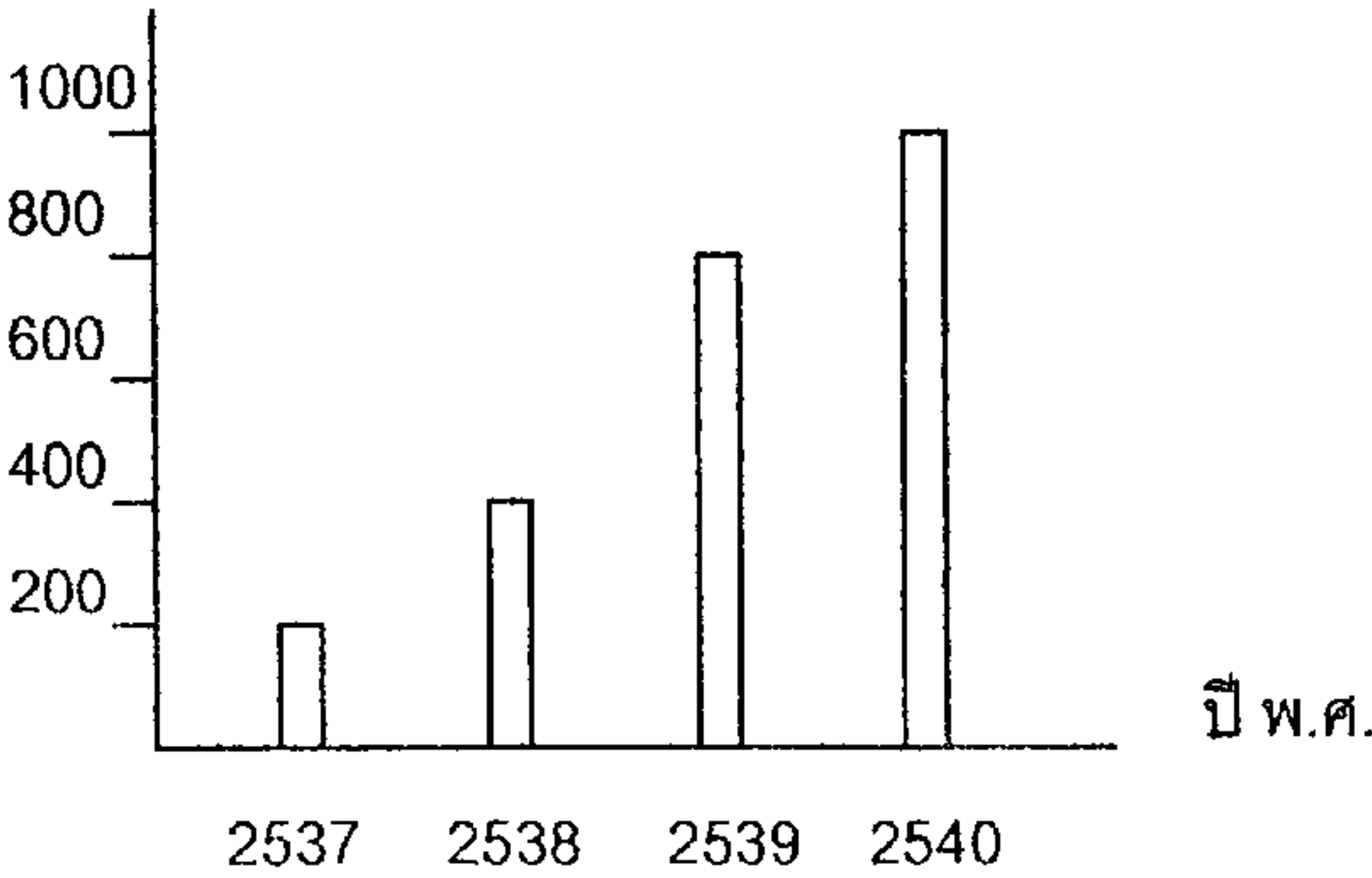
ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)
80	99
180	98
250	96
500	92
1630	91

ควรสรุปข้อมูลในตารางนี้ว่าอย่างไร

- ก. ของเหลวยอมต้มให้เดือดได้
- ข. จุดเดือดของของเหลวไม่คงที่
- ค. ของเหลวนี้มีจุดเดือดเท่ากับน้ำ
- ง. ระดับความสูงเพิ่มขึ้นจุดเดือดยิ่งต่ำลง
- จ. ของเหลวเดือดได้ในระดับความสูงต่างกัน

9. สถิติจำนวนนักเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ตั้งแต่ พ.ศ. 2537-2540

จำนวนนักเรียน (คน)



จากกราฟ ควรสรุปข้อมูลนี้ว่าอย่างไร

- ก. มีนักเรียนเพิ่มขึ้นทุกปี
- ข. มีครูบรรจุเพิ่มขึ้นทุกปี
- ค. สร้างอาคารใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี
- ง. เก็บเงินบำรุงการศึกษาได้เพิ่มทุกปี
- จ. ต้องจัดอาหารกลางวันให้เด็กเพิ่มทุกปี

10. พิจารณาทารางต่อไปนี้

ชื่อสัตว์	ประเภทของสัตว์
แมว	สัตว์บก
นก	สัตว์บก
กวาง	สัตว์บก
ปู	สัตว์น้ำ
ปลาหมึก	สัตว์น้ำ
กบ	สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ
คางคก	สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

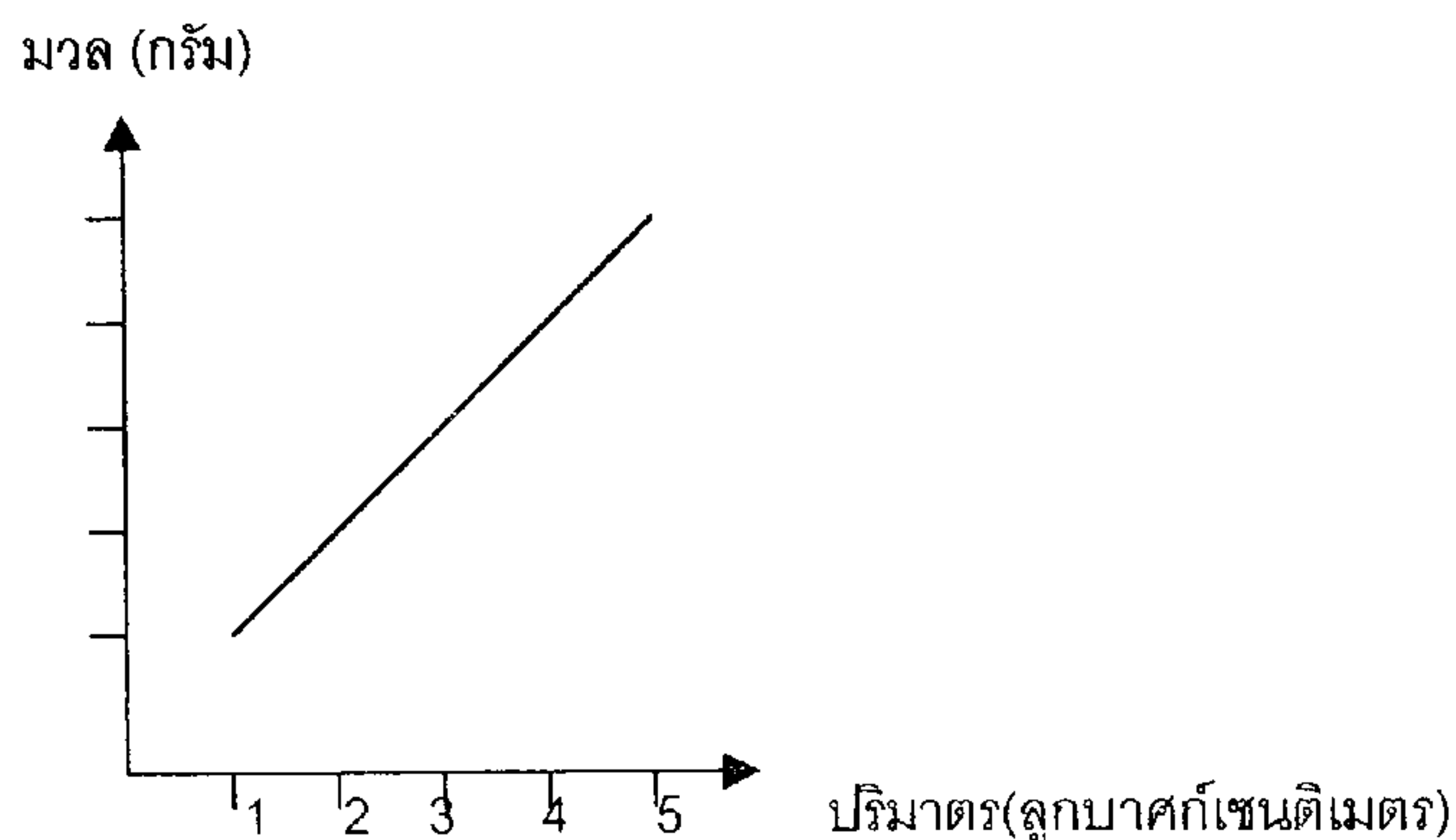
ควรสรุปข้อมูลในตารางนี้ว่าอย่างไร

- ก. แมว นก กวาง จัดเป็นสัตว์บก
- ข. ปู และปลาหมึกดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ

- ค. กบ และคางคกอยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ
- ง. แหล่งที่อยู่ของสัตว์มีสองแหล่ง คือบนบกและในน้ำ
- จ. สัตว์แบ่งเป็น 3 พวก คือ สัตว์บก สัตว์น้ำ และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11-12

ยุพาเอาวัตถุนิตเดียวกันหลายก้อนมาทดลองหามวลและปริมาตรได้ผลดังนี้



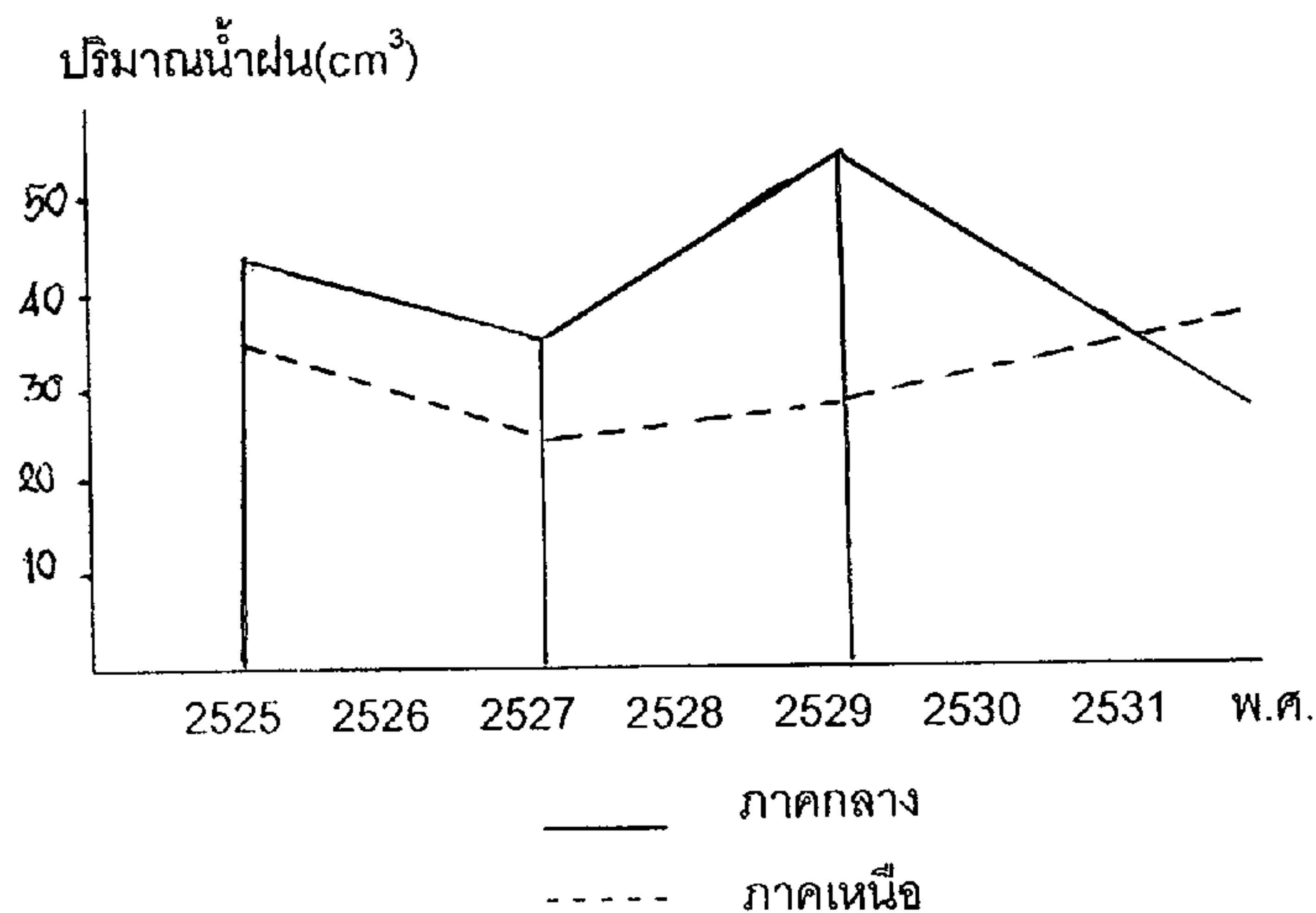
11. จากกราฟวัตถุที่มีมวล 30 กรัม จะมีปริมาตรเท่าใด

- ก. 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

12. จากกราฟ ควรสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. วัตถุทั้งมวลและปริมาตร
- ข. วัตถุที่มีมวลมาก ขนาดจะโต
- ค. วัตถุที่มีมวลมากจะมีปริมาตรน้อย
- ง. วัตถุที่มีมวลมากจะมีปริมาตรมาก
- จ. วัตถุที่มีมวลมาก ปริมาตรอาจจะน้อยก็ได้

13. จากกราฟสรุปได้ว่าอย่างไร



- ก. ปี 2529 ทั้งสองภาคมีปริมาณฝนสูงสุด
 ข. ภาคกลางจะมีฝนตกโดยเฉลี่ยมากกว่าภาคเหนือ
 ค. ภาคเหนือมีแนวโน้มว่าจะมีฝนตกมากกว่าภาคอื่น
 ง. โดยเฉลี่ยแล้วภาคกลางมีความชุ่มชื้นน้อยกว่าภาคเหนือ
 จ. ปี 2531 ภาคกลางมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าภาคเหนือ 10 เซนติเมตร

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 14-15

จากการตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้ผลดังนี้

โรงงาน	PH	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	BoD (bg/l)
ผลไม้กระป๋อง	4.45	25	1,262
กระดาษ	10.0	26	667
น้ำตาล	7.0	35	76
ขนมปัง	5.0	27	560

14. น้ำทิ้งของโรงงานใดมีคุณภาพดีที่สุด

- ก. ขนอมปึง
- ข. น้ำตาล
- ค. กระดาษ
- ง. ผลไม้กระป๋อง
- จ. ขนอมปึง และกระดาษ

15. น้ำทิ้งจากโรงงานใดก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำมากที่สุด

- ก. ขนอมปึง
- ข. น้ำตาล
- ค. กระดาษ
- ง. ผลไม้กระป๋อง
- จ. ขนอมปึง และกระดาษ

16. จากผลการทดลองข้างล่างนี้ นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

การทดลอง	ผลการทดลองเมื่อเขย่าสารแล้ว
1. เติมน้ำสบู่ ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
2. เติมสารละลายผงซักฟอก ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
3. เติมสารละลายแอมพู ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

- ก. น้ำมันพืชไม่ละลายน้ำ
- ข. น้ำมันพืช เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้สารละลายขุ่นขาว
- ค. สบู่, ผงซักฟอก และแอมพู มีสมบัติแยกน้ำมันออกจากน้ำเป็นชั้นเห็นได้ชัดเจน
- ง. สบู่, ผงซักฟอก และแอมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ
- จ. น้ำมันพืชทำให้น้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก และสารละลายแอมพูเกิดการแตกตัว

17. ตารางแสดงการทรุดตัวของดินตำบลA, B, และC จากระดับที่เริ่มศึกษาในช่วงเวลา 6 เดือน

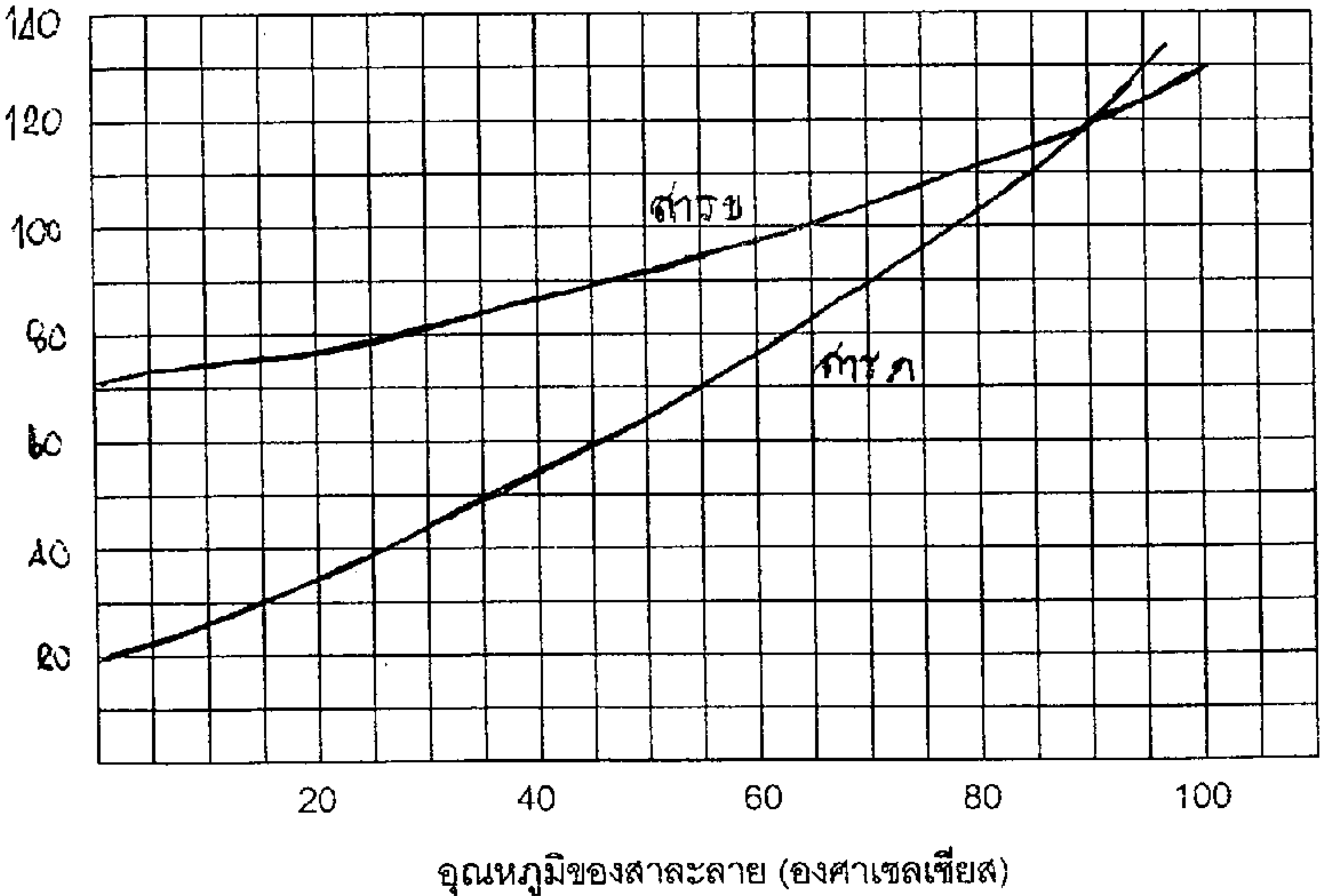
ตำบล \ เดือน	ระยะที่ทรุดตัวจากระดับที่เริ่มศึกษา(mm.)					
	1	2	3	4	5	6
A	0.2	0.5	1.2	1.9	2.2	2.3
B	0.3	0.6	1.3	2.1	2.4	2.5
C	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

จากข้อมูลในตารางสามารถสรุปได้ว่า

- ก. ในเดือนต่อไป ดินในตำบล C จะไม่ทรุดตัว
- ข. แผ่นดินทรุดตัวเพราะน้ำใต้ดินมีปริมาณลดลง
- ค. ในเดือนต่อไป ดินในตำบล A และ B จะทรุดตัวอีกประมาณ 1 mm.
- ง. การทรุดตัวของดินในตำบล C น้อยกว่าการทรุดตัวของดินในตำบล A และB มาก
- จ. ปริมาณน้ำในดินของตำบล C มีน้อยกว่าปริมาณน้ำในดินของตำบล A และ B

จงใช้กราฟแสดงปริมาณมากที่สุดของการละลายของสาร ก และสาร ข ในแอลกอฮอล์ ตอบคำถามข้อ18-20

ปริมาณสารที่ละลายได้ใน100 cm³ (g)



18. ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สาร ก ละลายได้กี่กรัม

- ก. 28 กรัม
- ข. 53 กรัม

ค. 65 กรัม

ง. 82 กรัม

จ. 85 กรัม

19. ที่อุณหภูมิใด สารทั้งสอง ละลายได้ปริมาณเท่ากัน

ก. 80 องศาเซลเซียส

ข. 87 องศาเซลเซียส

ค. 90 องศาเซลเซียส

ง. 95 องศาเซลเซียส

จ. 100 องศาเซลเซียส

20. ณ อุณหภูมิที่สารทั้ง 2 ชนิด ละลายได้เท่ากัน สารละลายได้กี่กรัม

ก. 90 กรัม

ข. 100 กรัม

ค. 116 กรัม

ง. 120 กรัม

จ. 140 กรัม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวธิดา สอนอนารถ
เกิดวันที่	9 พฤศจิกายน 2515
สถานที่เกิด	อำเภอสวี่ จังหวัดชุมพร
ที่อยู่ปัจจุบัน	10/186 ม.3 หมู่บ้านทองวิวัฒน์วิลล่า ต.บางเมือง อ.เมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 3
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง หมู่ 10 ต.ปากน้ำ อ.หลังสวน จังหวัดชุมพร 86150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2528 ป.6 จากโรงเรียนวัดท่าหินดรุณศึกษา จ.ชุมพร พ.ศ.2534 ม.6 จากโรงเรียนสวี่วิทยา จ.ชุมพร พ.ศ.2538 กศ.บ.(ประถมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาควิชา พ.ศ.2542 กศ.ม.(วัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร