

507.072

44921

4.3

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้าง
ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ

19 S.A. 2539

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปดก สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา

เมษายน 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

P. 52304

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
แล้ว เห็นสมควรเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต
สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(รศ.ดร.ส. วาสนา ประवालพฤกษ์)
.....กรรมการ
(รศ.ดร. สมบูรณ์ ชิตพงศ์)
.....กรรมการ
(รศ.ดร.วิรัช วรรณรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รศ.ดร.ส. วาสนา ประवालพฤกษ์)
.....กรรมการ
(รศ.ดร. สมบูรณ์ ชิตพงศ์)
.....กรรมการ
(รศ.ดร.วิรัช วรรณรัตน์)
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.ดร. เตือนใจ เกตุษา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริยาภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 29 เดือน เมษายน พ.ศ. 2539

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับพระราชทานเงินทุนช่วยเหลือการวิจัยจาก
"ทุนภูมิพล" ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณของล้นเกล้าล้นกระหม่อม
อย่างหาที่สุดมิได้

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับแนวคิดจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัช วรรณรัตน์ และได้นำแนวคิดนี้ไปปรึกษากับ รองศาสตราจารย์ ดร.ส. วาสนา ประवालพุกห์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชิตพงศ์ เพื่อขออนุมัติทำวิจัย ซึ่งก็ได้รับความกรุณาอย่างดียิ่ง โดยให้คำแนะนำเพิ่มเติม และรับเป็นที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ตลอดเวลาที่ทำวิจัยเรื่องนี้ก็ได้รับความช่วยเหลือ แนะนำ แก้ไข และให้กำลังใจตลอดเวลาจากที่ปรึกษาทั้งสามท่านที่กล่าวนามข้างต้น ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ เกตุษา กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะและแก้ไขจุดบกพร่อง ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์ รองศาสตราจารย์ บุญกร เพชรวิวรอนันต์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทองหล่อ วิภาวิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิราภรณ์ บุญส่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จันทิมา พรหมโชติกุล และอาจารย์โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และอีกหลายท่านที่ช่วยตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึก และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้เครื่องมือมีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา และอาจารย์ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทั่วไปและให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณ อาจารย์สมเกียรติ คุณเวโรจน์ปกรณ์ และอาจารย์ ดร. ไพฑูรย์ ไพธิสาร ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลจนสำเร็จด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณ คุณศิริรัตน์ แสงเรืองรอง ที่ช่วยจัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบูชาพระคุณของผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชาญวิทย์ เขียมบุญประเสริฐ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	7
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	11
	เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	11
	เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอว์ส์โตน.....	19
	เอกสารที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	22
	เอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึก.....	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก.....	46
	กรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	51
	สมมุติฐานการวิจัย.....	54
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	55
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
	แบบแผนการทดลอง.....	55
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	56
	การสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอว์ส์โตน.....	59
	การทดลองใช้แบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..	63
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	66

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน	
การทดลอง (pretest) และหลังการทดลอง (posttest).....	68
การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	70
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	76
ผลการวิจัย.....	79
อภิปรายผลการวิจัย.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	86
ภาคผนวก.....	101
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	205

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ สมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไเดน.....	52
2	รูปแบบการทดลองและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง.....	56
3	รายละเอียดของการทดลองในแบบฝึกหัด 26 ชุด.....	64
4	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ ทดลอง (pretest) และหลังการทดลอง (posttest).....	69
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง.....	71
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์หลังการทดลอง.....	72
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์หลังการทดลอง.....	74
8	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การทดสอบก่อน และหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง.....	75
9	อัตราส่วนวิกฤต (t-test) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์....	200

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แผนภูมิขั้นตอนในการหาความรู้.....	12
2	แสดงสหสัมพันธ์ของทฤษฎีหลายองค์ประกอบ.....	20

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการด้านต่าง ๆ มีการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ มนุษย์จำเป็นต้องปรับตัวให้สามารถอยู่รอดในสังคมให้ได้ การปรับตัวของมนุษย์นั้นต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย แต่มนุษย์ก็ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นได้สำเร็จเรื่อยมา ลักษณะนี้เองที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกับสัตว์อื่น ๆ ทั่วไป การพัฒนาความคิดเพื่อค้นหาความรู้ความจริงเพื่อแก้ปัญหาที่ต้องประสบนั้น เป็นหนทางที่ทำให้มนุษย์อยู่รอดตลอดไปได้ (ชาตวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2525 : 1) วิธีการแสวงหาความรู้ ความจริง เพื่อแก้ปัญหาที่มนุษย์ต้องประสบนั้นมีมากมายหลายวิธีรวมทั้งที่เป็นระบบของเหตุผล และไม่เป็นระบบของเหตุผล ขึ้นอยู่กับสภาพของปัญหาที่แต่ละคนต้องประสบ การแก้ปัญหาทำได้หลายวิธี เช่น การลองผิดลองถูก การทำตามประเพณีนิยม การทดลองกระทำแล้วตรวจสอบผลการกระทำเพื่อให้ได้วิธีที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาด้วยระบบที่ขาดเหตุผลเป็นการคิดแก้ปัญหาที่ขาดคุณภาพ การแก้ปัญหาที่ไม่ประสบผลสำเร็จ ข้อค้นพบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้น ไม่มีความยั่งยืน นำไปใช้ได้ไม่กว้างขวาง มนุษย์จึงพยายามคิดค้นและนำเอาระบบของเหตุผลมาใช้ในการแสวงหาแนวทางการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ และสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น การให้ระบบของเหตุผลเพื่อแสวงหาความรู้ความจริงหรือแก้ปัญหา ทำให้ความรู้ความจริงที่ได้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปอย่างกว้างขวาง และมีความทนทานมานานกว่าความรู้ความจริงที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยไม่ได้ใช้ระบบของเหตุผล การแสวงหาความรู้ความจริงโดยอาศัยระบบของเหตุผลนี้เริ่มมาตั้งแต่ยุคอริสโตเติล (Aristotle) ที่ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาแบบตั้งประโยคสันนิษฐาน (syllogistic reasoning) มาจนถึงสมัยปัจจุบันที่ยอมรับกันมากก็คือ การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (เปิดศักดิ์ ไชวาลินธุ์. 2530 : 1)

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ (method of inquiry) วิธีการเสาะแสวงหาความรู้นำมาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ การขยายขอบเขตของความรู้นำมาซึ่งหลักเกณฑ์และเกิดเป็นโครงสร้างที่แสดงถึงความสัมพันธ์ในระบบของความรู้ ความรู้ที่ได้ครอบคลุมทั้งในเรื่องมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมด้วย ฉะนั้นวิทยาศาสตร์จึงมี

อิทธิพลต่อสังคมและเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม วิธีการเสาะแสวงหาความรู้เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานของกิจกรรมที่ช่วยให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงกับแนวความคิด เป็นวิธีการที่สำคัญยิ่งในการขยายขอบเขตความรู้ความเข้าใจของมนุษย์เกี่ยวกับธรรมชาติ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูลและนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ (นิดา สะเพียรชัย. 2520 : 3-4) ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ว่า "ในช่วงระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา มีกิจกรรมเกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์จำนวนมากมาย ซึ่งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากการเน้นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ไป เป็นการเน้นกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะไม่เป็นฝ่ายรับความรู้จากครูหรือจากหนังสือแต่เพียงฝ่ายเดียว แต่นักเรียนเป็นผู้จัดทำ สร้างสมมุติฐานและทดสอบสมมุติฐานด้วยตนเอง" (Vanex and Motlean. 1977 : 57 ; citing Hein. 1968 ; Zeitler. 1968)

สำหรับในประเทศไทยมีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวความคิดในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งตัวความรู้และทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้โดยไม่แยกจากกัน (สุวิทย์ นิยมคำ. 2517 : 11) ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้คำนึงถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบและกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีและถูกต้องนั้นไม่ควรให้ผู้เรียนได้รับเฉพาะผลผลิตทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนด้วยในเวลาเดียวกัน (ทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. 2525 : 13) * ดังจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 : 53)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐาน ความคิดรวบยอดที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้ต่าง ๆ เป็นเพียงเครื่องมือช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันในเนื้อหาวิชาซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจมากกว่าความจำ
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นผลสืบเนื่องมาจากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการตั้งสมมุติฐานหรือสร้างแบบจำลองโดยอาศัยความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ และวิจารณ์อย่าง สมมุติฐานหรือแบบจำลองนั้น ๆ อาจต้องนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

หรือยกเลิกเมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่ตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง แต่ก็ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์

3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาอย่างกว้างเพื่อการที่จะตัดสินใจในเรื่องใด ๆ ควร มีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นเพียงพอ การใช้คำถ้อยคำอธิบายที่มีเหตุผล และควรใช้ตัวเลขประกอบยิ่งกว่าการกล่าวอย่างเลื่อนลอย เปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อได้ข้อมูลที่มีเหตุผลถูกต้องกว่า มีความบากบั่นในการทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน ยอมรับข้อผิดพลาด มีความรับผิดชอบในการกระทำของตนเอง นอกจากนี้ควรปลูกฝังความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งด้านสุนทรีย์และเน้นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ด้วย

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่สำคัญนั้น หมายถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาเค้าโครง ความสัมพันธ์ ตลอดจนวิธีการเสาะหาความรู้ รวบรวมและรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม การค้นคว้าต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอันมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อความผาสุกและอารยธรรมของมนุษย์ แต่เทคโนโลยีก็ได้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาเรื่องสิ่งปฏิกูล เรื่องปริมาณของพลโลก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางด้านนิเวศวิทยาและวัฒนธรรม ยิ่งกว่านั้นนักเรียนควรเข้าใจถึงอิทธิพลของเทคโนโลยีสมัยใหม่ และนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ปรับปรุงชีวิตประจำวัน ตลอดจนสังคมให้ดีขึ้น *

จุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ที่วางไว้นี้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เนลสัน (Nelson, 1973 : 291) จำแนกไว้ว่า "จุดมุ่งหมายทางการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ (knowledge) ด้านทักษะทางความคิด (cognitive skill) ด้านทัศนคติ (attitude) และด้านทักษะทางการปฏิบัติ (psychomotor skill)" ดังนั้นในการจัดการศึกษาจึงมุ่งพัฒนาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายทั้ง 4 ด้านนี้ สำหรับด้านความรู้นั้นเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่คนส่วนใหญ่มุ่งปลูกฝังด้านนี้อยู่แล้ว และดูเหมือนจะให้ความสำคัญมากเกินไปจนแทบจะละเลยที่จะปลูกฝังในด้านอื่น ๆ ส่วนทักษะด้านการปฏิบัตินั้นเป็นสิ่งที่ทุกคนเห็นว่ามีค่าและสมควรที่จะปลูกฝังให้เกิดขึ้น แต่ค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ ตลอดจนการวัดและประเมินผล จนบางครั้งแทบจะละเลยที่จะปลูกฝังด้านนี้

สำหรับด้านทักษะทางความคิดนั้น "นักการศึกษาจำนวนมากพิจารณาแล้วเห็นว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวเด็กเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญทางการศึกษา" (Jaus. 1975 : 439 ; citing Gagne'. 1963 ; Neil. 1972 ; Okey. 1972)

นอกจากนี้ กาเย่ (Gagne') ยังยืนยันว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบร่วมของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันสามารถนำไปใช้ในวิชาอื่นได้* สำหรับ โอเคย์ กล่าวไว้ว่า จุดประสงค์ของการสอนควรจะสอนนักเรียนเพื่อจัดหาและจัดกระทำกับข้อมูล และยังกล่าวต่อไปว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากความจริงที่ได้เรียนมาเป็นสิ่งที่มีค่าสูง เพราะว่ามันนักเรียนสามารถใช้และจัดกระทำกับความรู้ที่ได้รับหลังจากจบจากโรงเรียนแล้ว สำหรับด้านเจตคตินั้น ปรากฏว่าทั้งนักการศึกษา และครูที่สอนวิทยาศาสตร์เห็นพ้องต้องกันว่าการพัฒนาให้เกิดเจตคติเป็นจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาให้เกิดเจตคติต้องพัฒนาให้เกิดทั้งเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) และเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (อนันต์ จันทะภักดิ์. 2523 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Gagne'. 1965 ; Okey. 1972 ; Ramsey and Howe. 1969)

จากจุดประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวสรุปได้ว่าการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต้องการให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

นักการศึกษาหลายท่านเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ควรเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) มากกว่าการสอนตัวเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นผลิตผลจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น ซันด์ และทราวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93-95) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพิจารณาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนมี 5 ทักษะ ต่อมา เลวิส (Lewis. 1970 : 16 ; citing Livermore. 1964 : 271-282) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะเป็นขั้น ๆ 14 ทักษะ ส่วน แอล อี คลอฟเฟอร์ ได้จำแนกพฤติกรรมในการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ โดยเฉพาะขั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งไว้ 4 ขั้นใหญ่แยกเป็นทักษะย่อย 21 ทักษะ (Bloom and others. 1972 : 562-563) โอเคย์ และฟีลล์ (Okey and Fiel. 1973 : 1-10) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมคุณลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะ ส่วนสมาคมเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (The American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33-176) ได้

แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น 8 ทักษะ ทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ สำหรับในประเทศไทย นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2517 : 30-33) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นในการส่งเสริมให้เกิดแก่ผู้เรียนมี 6 ทักษะ พจนี สะเพียรชัย (2517 : 49-51) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นและควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนมี 9 ทักษะ สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-16) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ตามแนวของสมาคม AAAS

จากสภาพปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่มาก ดังผลงานวิจัยของ มันทนา จงสุตสันติกุล (2524 : 41-42) ได้ศึกษาพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นตามหลักสูตร พ.ศ. 2521 ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย เป็นผลทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ยังศึกษาปัญหาเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน ปรากฏว่า ครูยังขาดทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์เป็นส่วนมาก ซึ่งส่งผลกระทบทำให้นักเรียนได้รับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อยไปด้วย *

นอกจากวิธีสอนและสื่อแล้ว เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก็มีส่วนที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อผู้เรียนในการตัดสินใจและการกระทำการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Levin. 1981 : 5) นอกจากนี้ ฮาสัน และบิลเลห์ ได้กล่าวเสริมว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีผลต่อการอยากรู้ และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และยังเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีความแตกต่างทางวิทยาศาสตร์ (Hassan and Billes. 1975 : 247)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนนั้น ควรเพิ่มความสนใจในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการให้เนื้อหาความรู้ (ทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. 2525 : 3) ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรได้นำนวัตกรรมการศึกษาต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนได้หลายอย่าง เช่น การให้นักเรียนมีส่วนร่วม การให้ชุดการสอน การให้ศูนย์การเรียนรู้ การให้นักเรียนไปรวม และการใช้แบบฝึก เป็นต้น

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ เพื่อศึกษาว่าแบบฝึกที่สร้างและพัฒนาขึ้นมาั้นเหมาะที่จะใช้กับนักเรียนหรือไม่ ยังสามารถใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าแบบฝึกนั้นสามารถช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเพียงใด และเมื่อพิจารณาถึงเจตคติที่แตกต่างกัน แล้วจะส่งผลต่อการฝึกและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยหรือไม่

* การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นนักเรียนที่อยู่ในวัยรุ่นตอนต้น อายุประมาณ 13-16 ปี ซึ่งเป็นวัยที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาเจริญสูงสุด มีความสามารถในการเรียนรู้สูงสุด มีความคิดความเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น สูตร กฎเกณฑ์ เห็นคุณค่า ความหมาย เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร ใช้ภาษา รู้จักวิพากษ์วิจารณ์ มีเหตุผล เป็นวัยที่ควรส่งเสริมในด้านการเรียนรู้ (บุตรี เทียบรมประสิทธิ์, 2536 : 7-43) และจากผลการวิจัยของ จรรยา สุวรรณกิต และดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ (2517 : 15-25) พบว่า เด็กวัยรุ่นที่เรียนชั้นมัธยมศึกษา มีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กประถม เพราะมีพัฒนาการที่ดีกว่า เหมาะแก่การพัฒนาการเรียนรู้อย่างวิทยาศาสตร์มากกว่า อนึ่งหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่จัดทำขึ้นได้เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ ประกอบกับ นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษายังไม่เคยได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเคยได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแล้วเพียงผิวเผินเท่านั้น ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพิ่งจะเริ่มฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเพิ่งจะเข้าเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งแต่ละคนก็มาจากต่างโรงเรียนกัน มาอยู่รวมกันเรียนกันจำเป็นต้องมีการปรับตัวใหม่ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ร่วมกันได้ ฉะนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษากับกลุ่มนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังกล่าว ซึ่งเหมาะสมกว่า และในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นอกจากผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์แล้วยังได้ศึกษาครอบคลุมไปถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเพศของนักเรียนอีกด้วย เพื่อพิจารณาว่าส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้านี้มีจุดมุ่งหมายในการค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบฝึก ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอริสโตน
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น ว่ามีผลต่อการพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่ อย่างไร
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามลักษณะของ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การฝึก เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศของนักเรียน ตลอดจน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสาม

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แบบฝึกที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร และยังเป็น แนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ นอกเหนือ จากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อีกด้วย

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ภาค เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 276 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 2 ห้องเรียนที่ได้จากการสุ่มจับสลากได้จำนวนนักเรียน รวม 76 คน

3. ตัวแปร

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การฝึก ประกอบด้วย การฝึกโดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้นตาม ทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอริสโตน และการฝึกตามคู่มือครู

3.1.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เจตคติสูง กลาง และต่ำ

3.1.3 เพศ ประกอบด้วย ชายและหญิง

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ลักษณะของแบบฝึก

แบบฝึกที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของ เทอร์สไตน์ จำนวน 26 ชุด ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 7 ด้าน คือ

- 4.1 องค์ประกอบด้านภาษา
- 4.2 องค์ประกอบด้านตัวเลข
- 4.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล
- 4.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์
- 4.5 องค์ประกอบด้านการรับรู้
- 4.6 องค์ประกอบด้านความจำ
- 4.7 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้านี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โดยจะทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองโดยมีช่วงเวลาห่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และทำการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบฝึกตามทฤษฎีของเทอร์สไตน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 1 คาบ คาบละประมาณ 45-50 นาที เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การฝึกโดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของ เทอร์สไตน์ หมายถึง การสอนตามคู่มือครูที่มีการเสริมด้วยแบบฝึกที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง จำนวน 26 ชุด ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์

2. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนตามปกติแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของ สสวท.

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) หมายถึง ความรู้สึกใหม่เอี่ยมของจิตใจของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยแสดงออกมาในทาง

นิมาน (positive) เป็นกลาง (neutral) หรือนิเสธ (negative) อย่างใดอย่างหนึ่ง ในการวิจัยครั้งนี้สามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) หมายถึง พฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ

4.1 การสังเกต (observation) คือ ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกตได้โดยการใช้ประสาทสัมผัส

4.2 การวัด (measurement) คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือวัด บอกเหตุผลและวิธีการวัดได้

4.3 การจำแนกประเภท (classification) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่ม แบ่งพวกโดยให้เกณฑ์ต่าง ๆ ได้

4.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship) คือ ความสามารถในการชี้บ่ง บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้

4.5 การคำนวณ (using numbers) คือ ความสามารถในการนับ คิดคำนวณได้

4.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organization data and communication) คือ ความสามารถในการเลือกรูปแบบเสนอข้อมูล การเปลี่ยนแปลงข้อมูลและบรรยายลักษณะ และความหมายของข้อมูลได้

4.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) คือ ความสามารถในการอธิบายสรุปด้วยเหตุผล

4.8 การพยากรณ์ (prediction) คือ ความสามารถในการทำนายผล

4.9 การตั้งสมมุติฐาน (formulating hypothesis) คือ ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า

4.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) คือ ความสามารถในการให้ความหมายคำหรือตัวแปรได้

4.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) คือ ความสามารถในการชี้บ่ง และกำหนดตัวแปร

4.12 การทดลอง (experimenting) คือ ความสามารถในการออกแบบ วัชรู และสรุปผลการทดลองได้

4.13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) คือ ความสามารถในการแปลความหมายบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ ระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์

5. แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน หมายถึง แบบฝึกที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ และแบบเติมคำหรือหาคำตอบด้วยตนเอง ที่สร้างขึ้นตามสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง (primary mental ability) ทั้ง 7 องค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstone) ดังนี้

5.1 องค์ประกอบด้านภาษา (verbal factor) คือ ความสามารถในการเข้าใจความหมายของคำศัพท์ของข้อความ อ่านจับใจความสำคัญ แปลความหมาย ให้ความหมาย ตีความและวิเคราะห์ความสำคัญได้

5.2 องค์ประกอบด้านตัวเลข (number factor) คือ ความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน มีทักษะในการใช้เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร และมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

5.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (reasoning factor) คือ ความสามารถในการคิดหาเหตุผล ความสำคัญ และความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ

5.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (spatial factor) คือ ความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติ (space) ต่าง ๆ ความซับซ้อนของรูปทรงเรขาคณิต การกระระยะได้ถูกต้อง

5.5 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (perceptual factor) คือ ความสามารถในการสังเกตรายละเอียดของรูปร่างลักษณะ ความเหมือน ความต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

5.6 องค์ประกอบด้านความจำ (memory factor) คือ ความสามารถในการจดจำเรื่องราว เหตุการณ์ ภาพ สัญลักษณ์ และรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้

5.7 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency factor) คือ ความสามารถในการใช้คำ สำนวนได้ถูกต้อง รวดเร็ว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้เรียบเรียงและนำเสนอ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- 1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน
- 1.3 เอกสารที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 เอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในความเป็นจริงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนจำเนื้อหาสาระที่ครูนำมาบอกให้เพียงอย่างเดียว แต่มีวัตถุประสงค์ใหญ่เพื่อให้ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองต่อไปได้ ฉะนั้นจึงเป็นภาระหน้าที่ของครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. พัฒนาความสามารถของนักเรียนให้ถึงขีดสูงสุดในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ และข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

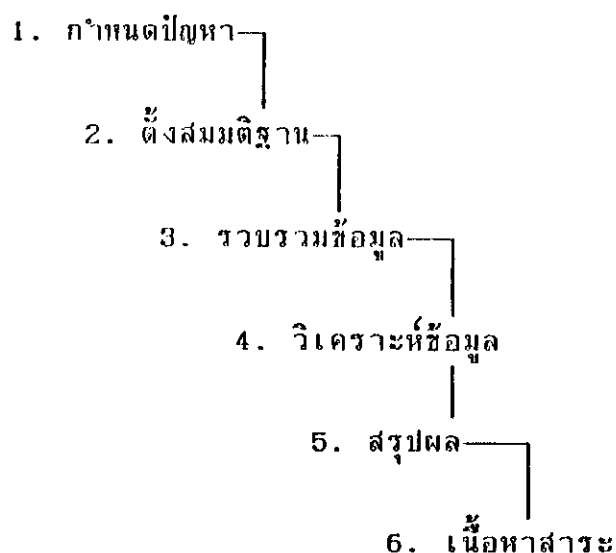
2. ช่วยให้นักเรียนได้นำวิธีการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะในส่วนของความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3. ทำการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ เพื่อจะได้ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ มาใช้ในการพัฒนาชุมชน

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น เรื่องที่จำเป็นต้องให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ สามารถนำไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ได้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการหาความรู้ ดังภาพประกอบต่อไปนี้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิขั้นตอนในการหาความรู้

จะเห็นว่า นักเรียนต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ ก่อนที่จะได้รับความรู้ นักเรียนเข้าใจในขั้นตอนการหาความรู้ ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นเครื่องช่วยให้ให้นักเรียนแสวงหาความรู้เป็นการท้าทายความสามารถของนักเรียนในการแสวงหาความรู้

เนื้อหาวิทยาศาสตร์มีระดับความยากง่าย ขอบเขตแตกต่างกัน การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำความเข้าใจในเรื่องเหล่านั้น จำเป็นที่ครูผู้สอนต้องเลือกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมสอดคล้องกับหัวเรื่องที่จะสอน การสอนแต่ละครั้งอาจใช้ทักษะมากกว่า 1 ทักษะก็ได้ และเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องพิจารณาใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม (อาทวัง ลำนุ้ย. 2532 : 22-23)

ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1969 : 3332-A) กล่าวว่ากระบวนการนี้ว่าเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการคือ วิถีทางของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้เกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา

พจนัน สะเพียรชัย (2517 : 49-51) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมของคน ที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะ การสังเกต การวัดการบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณและทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีกฎเกณฑ์และระเบียบวิธีการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ต้องมีการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้ข้อสรุปจากการทดลอง วิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่เป็นแหล่งสะสมความรู้เท่านั้น แต่ยังรวมวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาและทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ทำการศึกษาค้นคว้า ผู้ทำการทดลองย่อมมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความนึกคิดไปด้วย พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบเหล่านี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2520 : 123)

ละเอียต ธีระอนันต์ (2525 : 8) ได้กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา เป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่ามีควมจำเป็นที่ต้องฝึกนักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้คล่องแคล่ว และเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษา หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบ หรืออาจกล่าวในอีกนัยหนึ่งได้ว่า จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องหมายถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักการศึกษาหลายท่านได้ยืนยันในทำนองเดียวกันว่า โดยอาศัยกระบวนการดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดและหลักการทางวิทยาศาสตร์รู้จักการใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาคำความรู้ใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้อย่างกว้างขวางแม้กับวิชาการแขนงอื่นด้วย

โชติ เพชรขึ้น (2527 : 16) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา หรือ AAAS (American Association for The Advancement of Science.) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็น 13 กระบวนการ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ดังนี้ (AAAS. 1970 : 33-176)

1. ทักษะเบื้องต้น (basic process skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ดังนี้

- 1.1 การสังเกต
- 1.2 การวัด
- 1.3 การใช้จำนวนเลข
- 1.4 การจัดจำพวก
- 1.5 การสื่อความหมาย
- 1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา
- 1.7 การสรุปอ้างอิง
- 1.8 การทำนาย

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (integrated process skill) แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้

- 2.1 การให้นิยามปฏิบัติการ
- 2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.3 การสร้างสมมติฐาน
- 2.4 การประมวลผลและตีความหมายข้อมูล
- 2.5 การออกแบบการทดลอง

✓ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2524 : 1-16) และ (ทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. 2525 : 58-129) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะเช่นเดียวกับของสมาคม AAAS ดังนี้

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การจำแนกประเภท
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
5. การคำนวณ
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. การพยากรณ์
9. การตั้งสมมติฐาน

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. การทดลอง
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สสวท. ได้ระบุความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้ คือ

1. การสังเกต
 - 1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการให้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
 - 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
 - 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. การวัด
 - 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
 - 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
 - 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
 - 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
 - 2.5 ระบุนำหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
3. การจำแนกประเภท
 - 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
 - 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
 - 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
 - 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
 - 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ
 - 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
 - 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้
 - ระบุนำรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงวัตถุ (3 มิติ) ที่เห็นต้นกำเนิดเงา
 - เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

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

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

- บอกวิธีคำนวณได้
- คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดคำนวณได้

5.3 การหาค่าเฉลี่ย

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน

หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ที่บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง

12.1 ออกแบบการทดลอง

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
- ระบุอุปกรณ์ และ / หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้

12.2 ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูล

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ และพิคาร์ด (Sund and Picard. 1972 : 31-25) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ หรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (สสวท. 2518 : 5-24)

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ
2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นในบทหนึ่ง ๆ ควรกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏในข้อสอบ
3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด
4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่าควรใช้การสอบแบบใด จึงสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์
 - 1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น เป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตาม ต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน
 - 1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว
 - 1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ ต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

- 1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด ต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด
- 1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนความจำเกิน
2. การสร้างคำถาม คำถามที่ให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมามีคุณสมบัติดังนี้
- 2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้-ความจำ
- 2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
- 2.3 ใช้คำถามวัดกุ่ม บ่งชี้ว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ
- 2.4 ข้อความที่ให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ

ถ้าเป็นข้อทดสอบแบบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะต้องตอบคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียน บางคนก็ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ยอมรับ

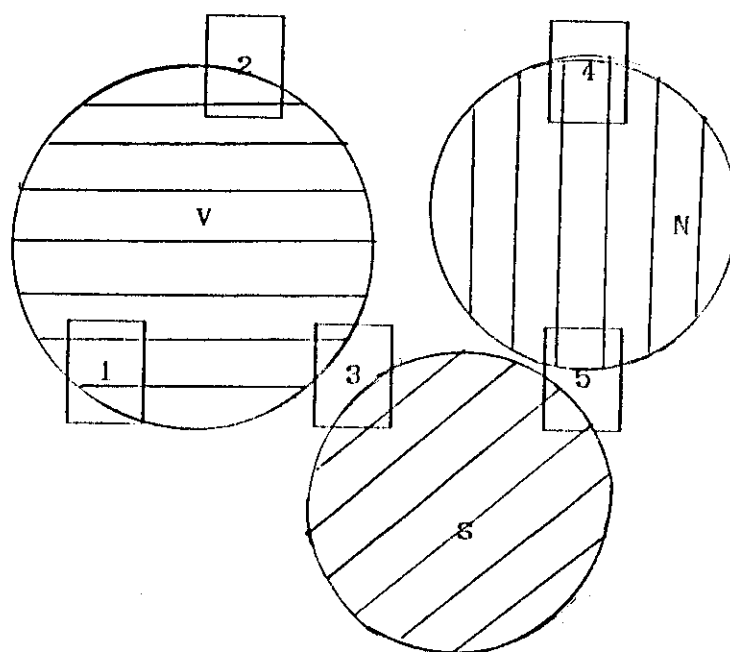
1.2 เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน

ทฤษฎีหลายตัวประกอบ

เทอร์สโตน (Thurstone. 1964 : 101-150) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีหลายตัวประกอบ (multiple-factor theory) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ ไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถพื้นฐานทั่วไปเป็นแกนกลางเหมือนกับ G-factor ของสเปียร์แมน แต่ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ ในปี ค.ศ.1933 เทอร์สโตน ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง (primary mental ability) ของมนุษย์ โดยวิธีเซ็นทรอยด์ (centroid method) ผลการวิเคราะห์ทำให้เทอร์สโตนสามารถแยกแยะสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ออกเป็น 7 องค์ประกอบ โดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบ

(loading factor) ที่เด่น ๆ เป็นหลัก องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมีความคาบเกี่ยวสัมพันธ์กันกับองค์ประกอบอื่นด้วย เช่น องค์ประกอบด้านภาษา (verbal factor) จะมีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดในแบบทดสอบคำศัพท์ มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยลงในแบบทดสอบอุปมาอุปไมยทางภาษา และยังมีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยลงอีกในแบบทดสอบคณิตศาสตร์จับเหตุผล ทฤษฎีหลายตัวประกอบของเทอร์สไตน์นี้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในกลุ่มของนักจิตวิทยาอเมริกัน

อนาสตาซี (Anastasi, 1982 : 367) ได้ทำการศึกษาแบบทดสอบจำนวน 5 ฉบับ และได้เขียนแสดงโครงสร้างไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงสหสัมพันธ์ของทฤษฎีหลายองค์ประกอบ

(รูปจาก Anastasi, Anne. Psychological Testing, 5th ed., 1982, p.367)

จากรูป แสดงให้เห็นสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 5 ฉบับ ที่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา (V) องค์ประกอบด้านตัวเลข (N) และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (S) สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบฉบับที่ 1 2 และ 3 เป็นผลมาจากองค์ประกอบด้านภาษา ในลักษณะเดียวกัน แบบทดสอบฉบับที่ 3 และ 5 ก็เป็นผลมาจากองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบฉบับที่ 4 และ 5 ก็เป็นผลมาจากองค์ประกอบด้านตัวเลข แบบ

ทดสอบฉบับที่ 3 และ 5 เป็นองค์ประกอบเชิงซ้อน เพราะแต่ละฉบับมีน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 1 องค์ประกอบ คือแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีน้ำหนักองค์ประกอบด้านภาษา และมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีน้ำหนักองค์ประกอบด้านตัวเลขและมิติสัมพันธ์

ผลการวิเคราะห์สมรรถภาพทางสมอง (mental ability) ของมนุษย์ โดยเทอร์สโตน ปรากฏว่าได้องค์ประกอบหลายอย่าง แต่เทอร์สโตนได้พยายามรวบรวมองค์ประกอบที่เห็นได้ชัดและสำคัญ ๆ ทั้งหมด 7 องค์ประกอบด้วยกันคือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (verbal factor) เรียกย่อ ๆ ว่า V-factor เป็นสมรรถภาพในการเข้าใจคำศัพท์ ข้อความ คำประพันธ์ บทสนทนา เรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา การติดต่อสื่อสารโดยใช้ภาษา ตลอดจนการเลือกใช้ภาษาได้ถูกต้องเหมาะสม
2. องค์ประกอบด้านตัวเลขหรือคณิตศาสตร์ (number factor) เรียกย่อ ๆ ว่า N-factor เป็นสมรรถภาพในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน และมีทักษะในการใช้เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว
3. องค์ประกอบด้านเหตุผล (reasoning factor) เรียกย่อ ๆ ว่า R-factor เป็นสมรรถภาพในการคิด หาเหตุผล ความสำคัญและความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน สามารถจัดประเภท แยกประเภทในเชิงอุปมาอุปไมยได้ถูกต้อง มีความสามารถในการสรุปความจากเหตุการณ์หรือเรื่องราวได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล
4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (spatial factor) เรียกย่อ ๆ ว่า S-factor เป็นสมรรถภาพในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติ (space) ต่าง ๆ ระหว่างความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก จุด เส้น ความซับซ้อนของรูปเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ตลอดจนปริมาตรและขนาด การกะระยะได้ถูกต้อง สามารถใช้จินตนาการในการรวมหรือแยกส่วนต่าง ๆ ได้ดี
5. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (perceptual factor) เรียกย่อ ๆ ว่า P-factor เป็นสมรรถภาพในการสังเกตรายละเอียดของรูปร่างลักษณะ มองเห็นความเหมือน ความต่างระหว่างสิ่งของ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
6. องค์ประกอบด้านความจำ (memory factor) เรียกย่อ ๆ ว่า M-factor เป็นสมรรถภาพในการจดจำเรื่องราวต่าง ๆ เหตุการณ์ ภาพ สัญลักษณ์ รายละเอียด สิ่งที่มีความหมายและสิ่งที่ไร้ความหมายได้ และสามารถระลึกหรือถ่ายทอดออกมาได้
7. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency factor) เรียกย่อ ๆ ว่า W-factor เป็นสมรรถภาพในการใช้คำ สำนวน

ถ้อยคำ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง มีลักษณะคล้ายกับการใช้ปฏิภาณไหวพริบ องค์ประกอบด้านนี้จะส่งผลต่อการเจรจาโต้ตอบหรือการใช้คำในการประพันธ์ ในเวลาอันจำกัด

1.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เวบสเตอร์ (Webster) กล่าวว่า "เจตคติ" เป็นศัพท์บัญญัติทางวิชาการ ที่ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Attitude" ซึ่งมีความหมายมาจากภาษาละตินว่า "Aptus" แปลว่าความเหมาะสม (fitness) หรือการปฐักแต่ง (adaptedness) (พุทธนา สเลลลันท์, 2533 : 36 ; อ้างอิงมาจาก Webster, 1981) เจตคตินั้นมีผู้ให้ความหมายไว้มากมายและแตกต่างกัน ดังนี้

เทอร์สโตน (Thurstone, 1964 : 49) กล่าวว่า เจตคติ เป็นตัวแปรทางจิตวิทยาชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายใน แสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งและเจตคดียังเป็นเรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก และความเชื่อมั่นในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

อลล์พอร์ต (Allport, 1967 : 3) ได้อธิบายความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นสภาพความพร้อมของจิตใจและประสาทเกิดจากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งมีโดยตรงต่อการตอบสนองของบุคคลต่อสภาพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลนั้น และยังได้อธิบายความหมายของเจตคติเพิ่มเติม ดังนี้

1. สภาพจิตใจและประสาท อาจแสดงให้เห็นได้ทางพฤติกรรม เช่น โกรธ เกลียด รัก
2. ความพร้อมที่จะตอบสนองบุคคล สรรพสิ่งตามลักษณะของเจตคติที่เกิดขึ้น เช่น ชอบหรือมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ทำให้ต้องการเรียนหรือสนใจวิชาวิทยาศาสตร์
3. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นระบบ เป็นกลุ่มและจัดระบบได้ในตัวเอง คือ เมื่อเกิดเจตคติต่อสิ่งใดแล้วจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเป็นพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับเจตคตินั้น เช่น โกรธหน้าบึ้ง
4. เป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์
5. เป็นพลังที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่แสดงออก

ไตรแอนดิส (Triandis, 1971 : 6-7) ได้สรุปว่า เจตคติ หมายถึง ความพร้อมในการที่จะตอบสนอง และเป็นความสม่ำเสมอในการตอบสนองของบุคคลต่อบุคคลอื่น หรือสภาพทางสังคม ซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (cognitive component) เป็นการตอบสนองของบุคคล รับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับทำให้เกิดเจตคติ ซึ่งแสดงออกมาในแนวคิดที่ว่า อะไรถูก อะไรผิด

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (affective component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น เจตคติ สามารถแสดงออกในลักษณะของความชอบ ไม่ชอบ พอใจ หรือไม่พอใจ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (behavioral component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึก ซึ่งจะแสดงออกมารูปของการยอมรับ หรือปฏิเสธ

✓ ดวงเดือน พันธุนาวัน ได้ให้ความหมายของเจตคติว่าเป็นความรู้สึกที่แสดงออกอย่างมั่นคงต่อบุคคล หรือสถานการณ์ ซึ่งอาจเป็นไปในทางทางที่ดี ชัดแจ้ง หรือเป็นกลางได้ ซึ่งเป็นผลของการรับรู้เกี่ยวกับลักษณะที่ดี หรือเลวของบุคคลหรือสถานการณ์นั้น ๆ (ยุทธนา สเลลานนท์. 2533 : 37 ; อ้างอิงมาจาก ดวงเดือน พันธุนาวัน. 2518)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้หลายประการ ดังนี้

นวลจิตต์ ไชตินันท์ ได้ให้ความหมายว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบ ไม่ชอบ หรือความเบื่อหน่ายเกี่ยวกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (อนันต์ จันทร์ทวี. 2523 : 61)

นอกจากนี้ นวลจิตต์ ยังได้กำหนดลักษณะของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. มีความคิดเห็นที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
2. มีความรู้สึกที่วิทยาศาสตร์มีความสำคัญ
3. มีความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์
4. มีความสนใจวิทยาศาสตร์
5. แสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

(ยุทธนา สเลลานนท์. 2533 : 40-41 ; อ้างอิงมาจาก นวลจิตต์ ไชตินันท์. 2524)

✓ สมจิต สวณไพบุลย์ (2535 : 296-297) กล่าวว่า ผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีคุณลักษณะดังนี้

1. มีเหตุผล

1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล

1.2 ไม่เชื่อใครง่ายๆ คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น

1.4 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

2.1 มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์แบบหนึ่ง

2.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. มีความใจกว้าง

3.1 ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ

3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

4.2 ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง มาเกี่ยวข้องกับ การตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินสิ่งใด ๆ

4.4 มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

4.5 เป็นผู้ซื่อตรง อุดหนุน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

5. มีความเพียรพยายาม

- 5.1 ทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์
- 5.2 ไม่ท้อถอย เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
- 5.3 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

- 6.1 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ
- 6.2 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์

ที่เชื่อถือได้

6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

แนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวณไพบูลย์ (2535 : 297-299 ; อ้างอิงมาจาก กระทรวงศึกษาธิการ . 2516 : 21 และ นิดา สะเพียรชัย. 2520 : 7) กล่าวว่า การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมีแนวทางปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลองให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปได้ในเวลาเดียวกัน

2. การมอบหมายให้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทุกการทดลองควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และในขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้นครูต้องคอยดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย

3. การใช้คำถาม หรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เช่น ขณะที่นักเรียนเรียนเรื่องการลำเลียงในสิ่งที่มีชีวิตในหัวข้อที่ว่าทำไมจึงต้องมีการย่อยอาหาร ในบทเรียนนี้ครูอาจตั้งคำถาม 2ก.เรียนว่า

- ทำไมแพทย์จึงแนะนำให้คนไข้กินอาหารอ่อน ๆ เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก
- นักเรียนเคยเห็นแพทย์ให้กลูโคสทางเส้นเลือดกับคนไข้ไหม ทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น

4. ในขณะทำการสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษาไปใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ด้าน หรือฝึกประสบการณ์สัมผัสหลาย ๆ ทาง

ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเข้าใจให้นักเรียน อยากรู้อยากเห็น การให้ความสนใจใส่ใจของครู ฯลฯ เหล่านี้เป็นหลังสำคัญส่วนหนึ่ง ต่อการพัฒนาเจตคติได้

- 5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียนกับให้มีการพัฒนาให้มีการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้น ๆ ด้วย

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหา การจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว จากการจัดตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเอง หรือนักเรียนอาจประมวลจากประกาศของ ทางราชการ หรือจากสื่อมวลชนก็ได้เพื่อฝึกแนวคิดของนักเรียน ครูควรเสนอ กระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่

- ก. กำหนดตัวปัญหา
- ข. ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อเพื่อหาคำตอบ
- ค. ทำการทดลอง
- ง. รวบรวมข้อมูล
- จ. จัดกระทำและตีความหมายจากข้อมูล
- ฉ. สรุป

หลังจากได้มีการสรุปเรื่องนี้แล้วครูควรอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าทุก ขั้นตอนจะมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนา กับตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจ ศึกษาหรือเลียนแบบอย่างได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดา มารดา เพื่อน นักเรียน ฯลฯ เป็นต้น

1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการฝึกไว้ ดังนี้ การฝึก (Training) หมายถึง การจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยน พฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกแบ่ง ออกเป็น 3 ประเภทคือ

- 1. การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงาน (off-the-job training) หมายถึง การฝึกที่ไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานจริงซึ่งมีประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานที่พิจารณาวิธีการให้ข้อมูลเป็นเกณฑ์ เช่น วิธีการบรรยาย ให้อ่านคู่มือปฏิบัติการ อภิปรายหรือประชุมอภิปราย ศึกษาจากวัสดุทัศนอุปกรณ์ เช่น ภาพยนตร์ โทรทัศน์ เป็นต้น

1.2 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานที่พิจารณาด้านพฤติกรรม เช่น การแสดงบทบาทสมมติ ศึกษาโดยจำลองแบบของจริง ฝึกอบรมในห้องทดลอง

2. การฝึกโดยลงมือปฏิบัติงาน (on the job training) ได้แก่ วิธีการที่ให้ผู้รับการฝึกได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงภายใต้สภาพแวดล้อมของบรรยากาศและเงื่อนไขตรงกับความ เป็นจริง

3. วิธีผสมระหว่างการให้ข้อมูล และ/หรือการแสดงพฤติกรรมแล้วลงมือปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่ตรงกับความ เป็นจริง (ชาตชัย ลวิตรังสิมา และ เทิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์. 2521 : 114)

พึงใจ สินธุวานนท์ และคนอื่น ๆ (2520 : 9-10) สรุปว่าการฝึกและการดำรงรักษาทักษะต่าง ๆ ไว้ให้ได้นั้นต้องยึดหลัก 3 ประการคือ

1. แบบอย่างที่ดี
2. มีการฝึกโดยอาศัยเกณฑ์ของแบบอย่างนั้น ๆ
3. ตูผลย้อนกลับ

แบบอย่างคือ ตัวแทนของทักษะที่ต้องการแสดงให้เห็นว่ามีเกณฑ์ที่ถืออย่างไร อาจเป็นทั้งแสดงแบบอย่างที่ดีหรือเปรียบเทียบกับเห็นความแตกต่างของพฤติกรรมที่ควรทำและไม่ควรทำให้เด่นชัด แบบอย่างดังกล่าวอาจอยู่ในรูปต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ เทปบันทึกภาพ ภาพนิ่ง เทปบันทึกเรื่อง ข้อเขียน บรรยาย หรือเกณฑ์วัดคุณค่าต่าง ๆ เลือกใช้แบบอย่างในลักษณะใดแล้วแต่ความเหมาะสม ความสำคัญของการศึกษาแบบอย่าง คือการวิเคราะห์หลักการและแนวทางที่ใช้แบบอย่างให้เข้าใจทั้งวิธีการและวิธีการใช้วิธีการดังกล่าวว่าเป็นเพราะเหตุใด และเพื่ออะไร ผู้ฝึกจึงซึมซาบและนำเอาไปใช้อย่างมีหลักเกณฑ์และเข้าใจ

การฝึกอาจทำได้หลาย ๆ ทางทั้งโดยการช้อมด้วยตนเอง การเลียนแบบจากครูที่มีความสามารถในการสอน การลงฝึกในสถานการณ์จำลอง

การมีผลย้อนกลับทำให้ผู้ฝึกได้รับรู้ผลของการฝึกของตนเอง ข้อนี้นับว่ามีความสำคัญเพราะเป็นทางช่วยให้เกิดการปรับปรุงแก้ไข เป็นวิถีทางที่ยอมรับกันว่าการมองเห็นปัญหาของตนเองด้วยตนเองจะช่วยในการแก้ไขตนเองได้มากกว่าการฟังจากผู้อื่น การใช้วิธีดังกล่าวอาจปฏิบัติได้หลายวิธี บางแบบอาจช่วยให้เห็นภาพและการเคลื่อนไหว เช่น การบันทึกภาพด้วยเทป แต่มีปัญหาในเรื่องความสิ้นเปลืองและความสามารถในการทางเทคนิคและการใช้ บางแบบอาจช่วยให้ได้ยินแต่เสียง เช่น เทปบันทึกเสียง ก็อาจเพียงพอและไม่ยากต่อการปฏิบัติทั้งสิ้นเปลืองน้อยกว่า หรือ

อาจใช้การวิจารณ์จากผู้ชมการฝึก หรืออาจประเมินผลด้วยแบบสอบถามที่จัดไว้หรืออาจใช้วิธีการประเมินอย่างมีระบบอื่น ๆ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสม

ริเวอร์ (River. 1970 : 105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนทำการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ

2. แต่ละแบบฝึกควรใช้แบบประโยคเพียงแบบหนึ่งเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว

5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนให้ความคิดด้วย

6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
ระยะประณีต นาคกรทรรพ (2515 : 2-3) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการฝึกทักษะ

ไว้ดังนี้

1. ควรฝึกทีละอย่างก่อน แล้วฝึกให้สัมพันธ์กันทีหลัง

2. การฝึกควรฝึกสิ่งที่ง่ายก่อนไปหาสิ่งยาก

3. เมื่อมีข้อผิดพลาด บทพร่อง เกิดขึ้นในการฟัง พูด อ่าน และเขียนของนักเรียน ครูควรพูดจูงใจให้นักเรียนเกิดความเต็มใจในการแก้ไขข้อบกพร่องของตนอย่าให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าเป็นการลงโทษ

4. ควรให้นักเรียนมีประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จะให้โอกาสแก่การฝึกทักษะจัดกิจกรรมต่าง ๆ เช่น โต้วาทิ ปาฐกถา เป็นต้น

5. ควรมีการวัดผลเสมอ เพื่อจะได้ทราบว่าผลการฝึกทักษะได้ผลเพียงใด

6. ควรมีอุปกรณ์บางอย่าง ที่จะช่วยให้การฝึกทักษะฟังและพูดได้

7. ถ้าสามารถนำสื่อมวลชนบางอย่างมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ก็ควรนำมาใช้
วิธีนี้ ศรีไพรวรรณ (2517 : 412-413) ได้เสนอแนะหลักในการทำแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ให้สอดคล้องกับจิตวิทยา และพัฒนาการของเด็ก และลำดับขั้นของการเรียน เด็กแรกเรียนยังมีความสนใจน้อย แบบฝึกทักษะจะต้องอาศัยรูปแบบ สีสวย จูงใจเด็ก และเป็นไปตามลำดับความยากง่ายเพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ

2. ให้มีจุดมุ่งหมายว่ามุ่งจะฝึกในด้านใด แล้วจัดเนื้อหาให้ตรงกับความมุ่งหมายที่วางไว้ ครูต้องจัดทำไว้ล่วงหน้าเสมอ

3. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของเด็ก ถ้าสามารถแยกตามความสามารถ และจัดทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมเด็กแต่ละกลุ่มได้ก็ยิ่งดี

4. ในแบบฝึกหัดต้องมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ ถ้าเด็กยังอ่านไม่ได้ ครูต้องชี้แจงด้วยคำพูดที่ใช้ภาษาง่าย ๆ ให้เด็กสามารถทำตามคำสั่งได้

5. แบบฝึกหัดต้องมีความถูกต้อง ครูต้องตรวจพิจารณาดูให้ถี่ถ้วน อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

6. การให้เด็กทำแบบฝึกหัดแต่ละครั้งต้องให้เหมาะสมกับเวลาและความสนใจของเด็ก เด็กเล็ก ๆ ย่อมสนใจทำสิ่งใดอยู่ได้ไม่นาน

7. ควรทำแบบฝึกหัดหลาย ๆ แบบ เพื่อให้เด็กเรียนรู้ได้กว้างขวางและส่งเสริมให้เกิดความคิด

8. กระดาษที่ให้เด็กทำแบบฝึกหัดต้องเหนียวและทนทานพอสมควร

วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34-37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก

3.1 ศึกษาปัญหาในการเรียนการสอน

3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ

3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา

3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก

3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครง

เรื่อง

3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

บาร์เน็ตต์ และคนอื่น ๆ (Barnett and others. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อเสนอแนะกาไว้ ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัดและแบบตอบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกที่ไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ ถ้าต้องการให้ฝึกหัดด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

บัทท์ส (Bullis. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในเกมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. ประเมินผลจะประเมินผลก่อนเรียนหรือหลังเรียน

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่ดีนักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้ ใช้หลักจิตวิทยาสำนวนภาษาง่ายให้ความหมายต่อชีวิต คิดได้เร็วและสนุก ปลูกความสนใจ อาจศึกษาได้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับ นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

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

สมจิต สวธินไพบูลย์ (2535 : 39) ได้สรุปข้อดีของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามอัตราความสามารถของแต่ละคน
2. ช่วยการแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนจากที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดก็ไม่ต้องอาย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังครูสอน
9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายในการฝึกกับนักเรียนจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ตามความพอใจของตนไม่ต้องรอผู้อื่น
12. การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
13. ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทวัชรพรย์ (2522 : 52-62) กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้ คือ

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไคด์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดและกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่อง สามารถทำได้ดีในทางตรงกันข้ามสิ่งใดที่ไม่รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมทำไม่ได้ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัดความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควร พิจารณาถึงความเหมาะสมคือไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูด ความสนใจของนักเรียนซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้ติดตาม ต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกหัด ต้องอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาประกอบด้วยคือ

1. ความใกล้ชิด (contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความชำนาญชำนาญ

3. กฎแห่งผล (law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผลการทำงานของตนเป็นอย่างไร แล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. การจูงใจ (motivation) ได้แก่ การเรียงแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

บิลโล (Billow. 1962 : 175) มีความเห็นว่าครูควรสร้างแบบฝึกเรื่องใดเรื่องหนึ่งขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อจะได้ฝึกนักเรียนซึ่งจะช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นสนใจทำ

เพ็ตตี (Petty. 1968 : 469-472) กล่าวว่าไว้ว่า แบบฝึกมีประโยชน์มากต่อการเรียนวิชาทักษะดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอน ที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ

2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้นแต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่ จากผู้สอน

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน โดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
 5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
 6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ให้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
 7. การให้นักเรียนทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที่
 8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
 9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้แล้วเรียบร้อยจะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น
 10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนย่อมลงทุนต่ำกว่าที่จะพิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้ง และผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ
- นัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 44 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้
1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
 2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
 3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
 4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
 5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
 6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
 7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
 8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อฝึกหาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่
- จารึก วิเชียรเกื้อ (2527 : 14-15) ได้กล่าวว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ครูนำไปใช้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิด การสร้างแบบฝึกจึงจำเป็นต้องศึกษา และทำความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของ

มนุษย์ให้มากที่สุด การกระทำดังกล่าวจะช่วยให้ครูสามารถกำหนดหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมในการสร้างแบบฝึกได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บัลโซ (Butzow, 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทดลองสอนนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง พบว่าคะแนนจากการทดสอบครั้งหลังแตกต่างกัน คือ นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การวัด การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิงและการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี

เวเบอร์ (Weber, 1972 : 3582) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลอง เรียนโดยหลักสูตร SCIS (science curriculum improvement study) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โคลีเบส (Kolebas, 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนด้วยการสอนอย่างเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีส่วนช่วยพัฒนาสติปัญญาและความสนใจวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ต่อมา โมลิเตอร์ (Molitor and George, 1976 : 6241-A-6242-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบประเมินผลทักษะด้านการสรุปอ้างอิง (inference) การทำนาย (prediction) และการตรวจสอบ (verification) ให้ชื่อแบบทดสอบว่า Science Process Skills Test (SPST) แบบทดสอบฉบับนี้ให้ทดสอบนักเรียน โดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล จากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบแนวโน้มที่สามารถ

นำมาให้การสร้างแบบทดสอบ ให้มีประสิทธิภาพได้ คือ ข้อสอบที่มีใจความเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยมาก ๆ จะไม่สร้างแรงจูงใจเท่าที่ควร นักเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการแสดงความคิดเห็นมากกว่าการตรวจสอบความคิดเห็น แบบทดสอบดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประเมินผลนักเรียนได้เฉพาะในส่วนที่เป็นการวัดทักษะการสรุปอ้างอิงและการตรวจสอบ ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะการทำงาน จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากมีความเชื่อมั่นต่ำ ในเวลาใกล้เคียงกัน โรบินสัน (Robinson. 1974 : 1522-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะด้านการควบคุมตัวแปร (controlling variables) โดยการแปลความหมายจากข้อมูล (interpreting data) จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เมื่อทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อแล้ว ได้นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากการสอบเป็นรายบุคคล (individual test) ได้ค่าสหสัมพันธ์เป็น .66 แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ลูดแมน (Ludeman. 1974 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบทดสอบ Development of Science Process Skills Test และหาค่าความเที่ยงตรงโดยการหาสหสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก (external criterion referenced validation) ทักษะที่ ลูดแมน (Ludeman) เลือกมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบมี 4 ทักษะ คือ ทักษะการแปลความหมายจากข้อมูล การควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐาน และการสร้างนิยามปฏิบัติการ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ข้อคำถามส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ โดยใช้ภาพถ่ายกราฟหรือตารางประกอบ สถานการณ์ บางสถานการณ์ใช้สำหรับคำถามมากกว่า 1 ข้อ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก คือ The Individual Competency Measures อยู่ในระดับสูงและแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่มีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการทำวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ พีเรซ (Perez. 1978 : 3496-A) สร้างขึ้นสำหรับใช้ในประเทศฟิลิปปินส์ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วย ทักษะ ทักษะการสังเกต 11 ข้อ การเปรียบเทียบ 6 ข้อ การหาจำนวน 8 ข้อ การวัด 13 ข้อ การจำแนกประเภท 11 ข้อ การลงข้อสรุป 7 ข้อ การทำนาย 5 ข้อ และการทดลอง 11 ข้อ เมื่อคำนวณค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วยสูตร KR-20 ได้ .87 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย .39 และข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ มีจำนวน 48 ข้อ

นอกจากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ยังมีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางฉบับ ดังเช่น ดูแรน (Doran. 1978 : 24-25) กล่าวถึง Science Problem Solving Skill Test ของ ไคเลทและฮอร์จ

(Diet & George) ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 1-2-3 ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยรูปภาพที่เหมาะสมกับสติปัญญาของเด็กแต่ละระดับ เกณฑ์ที่ใช้วัด คือ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และความสามารถในการอธิบายข้อความที่เป็นเหตุเป็นผล แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา คือ X-35 : Test of Problem Solving ซึ่งสร้างโดย Butts ลักษณะข้อสอบ จัดทำเป็นแบบ A และแบบ B ใช้ประเมินพฤติกรรมกาตั้งสมมติฐานในระยะเริ่มแรก การสร้างการทดลองด้วยตัวแปรที่เป็นจริง การสร้าง การควบคุม การทดสอบสมมติฐานที่เที่ยงตรง และความพยายามที่จะตรวจสอบสมมติฐานการวัดพฤติกรรมของนักเรียน ให้การพิจารณาข้อมูลที่นักเรียนเลือกมาจากชุดข้อมูลในแต่ละปัญหาที่กำหนดให้โดยผู้เชี่ยวชาญ ในปี 1985 เบิร์น และคนอื่น ๆ (Burns and others. 1985 : 169) ได้พัฒนาแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งชื่อว่า The Test of An Intergrated Process Skills II : TIPS II โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ลักษณะของแบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 36 ข้อ หลังจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ 19.14 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .86 ความยากเฉลี่ย .53 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .35 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ TIPS II กับ TIPS I และ TIPS เป็น .86 และ .90 แบบทดสอบฉบับนี้ทำให้มีข้อสอบร่วมในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ในปีเดียวกัน รอส และเมย์เนส (ระวีวรรณ อังคณวัักษ์พันธุ์. 2531 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Ross and Maynes. 1985 : 325-326) ได้พัฒนาแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบโดยใช้พื้นฐานการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่แตกต่างกัน 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะกาตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การบันทึก การสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การสรุปและการตีความหมายข้อมูล ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 1,600 คน คำนวณความเชื่อมั่นแบบ Hoyt มีค่าอยู่ระหว่าง .58 - .69 ส่วนความเชื่อมั่นแต่ละทักษะอยู่ระหว่าง .25 - .45 ดูจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ตอบแล้ว แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดทักษะได้ดีกว่าแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่า

✕ ปี ค.ศ.1973 วิดเด็น (Widdien. 1973 : 3583-A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน กับนักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวก คือกลุ่มทดลอง ครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูจะสอนตามหลักสูตรเดิม และครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คะแนนนักเรียนก่อนทำการสอน และหลังทำการสอน ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม โดยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม พบว่าหลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี แต่ไม่มีผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่อย่างใด และพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

✓ ต่อมาในปี ค.ศ. 1974 วานเนค (Vanek, 1974 : 1522-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบ คือ แบบที่มีการทดลอง และแบบที่มีตำราเป็นศูนย์กลาง กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน และเกรด 4 จำนวน 56 คน ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามเพศ พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดีกว่านักเรียนชาย

ปี ค.ศ. 1975 ควินและจอร์จ (Quinn and George, 1975 : 289-296) ได้ทำการวิจัยเพื่อที่จะประเมินผลวิธีการสอนการสรางสมมุติฐานของเด็ก ระดับประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตราส่วนวัดคุณภาพของสมมุติฐาน (hypothesis quality scale) ซึ่งสรางโดยผู้วิจัย และเครื่องมือนี้มีค่าความเชื่อมั่น 0.94 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาทอลิก (Catholic School) ในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และจากโรงเรียนคาทอลิกในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมสูง 2 โรงเรียนทำการศึกษา โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีสถานภาพทางสังคมสูง และกลุ่มที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ ในแต่ละกลุ่มแยกเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้สอนการสรางสมมุติฐาน และกลุ่มทดลองซึ่งสอนการสรางสมมุติฐานจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนการตั้งสมมุติฐาน จะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน และความสามารถในการตั้งสมมุติฐานมีความสัมพันธ์กับสภาพทางสังคม สถิติปัญหา คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความสามารถในการอ่านและเพศ กล่าวคือ นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี จะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานดีกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ นักเรียนที่มีสติปัญญาดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง มีความสามารถในการอ่านสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานได้ดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ มี

ความสามารถในการอ่านน้อย และพบว่านักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่านักเรียนชาย แต่นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมสูง มีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนชาย

ไรลีย์ (Riley, 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิถี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการจริง ๆ กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น ไม่มีการปฏิบัติการ กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์, และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 3

เซลิม (Selim, 1982 : 3001-A) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยการปฏิบัติการแบบค้นพบ (discovery laboratory) ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและความสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัส ที่จะทำให้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เมื่อทำการทดสอบทักษะทุกด้าน ผลปรากฏว่าแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน หลังจากทำการสอนจึงทำการทดสอบทักษะอีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า เพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง การปฏิบัติการแบบค้นพบมีผลในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่มีผลแตกต่างต่อนักเรียนในด้านอื่น

เกเบิล และรับบ้า (Gable and Rubba, 1977 : 503-511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษา ในมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม จากผลการ

ศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าครูสามารถจะฝึกให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้ถ้าได้รับการเน้นหนักทางทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์

ปี ค.ศ. 1978 สตีเวน และแอทวูด (Stevens and Atwood. 1978 : 303-308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Test of Science Process) และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Interest Inventory) จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับมีคะแนนจากการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย นั่นคือคะแนนความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โทบิน และคาไพ (Tobin and Capie. 1982 : 113-121) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านเหตุผล การควบคุมตำแหน่ง ความผูกพันทางวิชาการ และผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการผลปรากฏว่า นักเรียนจำนวน 2 ใน 9 ของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถทางด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้

พาดิลลา และคนอื่น ๆ (Padilla and others. 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ (formal thinking) ของนักเรียนระดับมัธยมต้นและมัธยมปลาย ผลปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันสูงกับความคิดในเชิงตรรก (logical thinking) และมีข้อเสนอแนะว่าการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจมีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ

ในปีเดียวกันนี้ ฮามิดาห์ (Hamidah. 1983 : 19-22) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการโดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมปลายของมาเลเซียที่มีความสามารถสูง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1984 พาดิลลา และคนอื่น ๆ (Padilla and others. 1984 : 277-287) ได้ทำการสร้างแบบเรียนจำลองทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้กับนักเรียนระดับ 6 และระดับ 8 ผลปรากฏว่า ใช้ได้ผลดี ในทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

✓ รอสส์ (Ross. 1988 : 193-204) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ในการวัดผล ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้แบบทดสอบที่มีเนื้อหา เกี่ยวกับเพศ รอสส์ได้ตั้งสมมติฐานว่า ผู้ชายจะมีผลสัมฤทธิ์เกี่ยวกับเนื้อหาเพศชาย ได้ดีกว่าเพศหญิง และเพศหญิงก็จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเพศชายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับเพศหญิง ผลจากการศึกษาปรากฏว่าเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันในผลสัมฤทธิ์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเพศ

✗ ชาร์แมนน์ (Scharmann. 1989 : 715-726) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพล ของพัฒนาการของการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า การเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 1 ภาคเรียน จะทำให้พัฒนาการใน การรับรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

✗ ในปีเดียวกันนี้ สตราวิทซ์ (Strawitz. 1989 : 659-664) ได้ศึกษา ผลของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ เรียนด้วยตนเองโดยใช้อุปกรณ์การเรียน ผลปรากฏว่าการทดสอบย่อย ไม่ทำให้เกิด ความแตกต่างต่อผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

✓ นอร์แมน (Norman. 1992 : 715-727) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างแบบจำลองที่เป็นระบบ (systematic modeling) กับวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ผลปรากฏว่านักเรียนที่ เรียนโดยครูที่สอนแบบจำลองที่เป็นระบบ มีผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

งานวิจัยในประเทศ

สัญญา ทิพย์เสนา (2517 : 55-56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน แบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการ สอนแบบเดิม โดยการทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบ เดิม ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มควบคุม

อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517 : 40-41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอแบบ สืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบ

เดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

สุมาลี พิตรากุล (2518 : 45-46) ได้ศึกษาค้นคว้าแบบของกริยาวรรณทางวาทะระหว่างครูและนักเรียนของแฟรนเดอร์ ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรี ชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้อัตราส่วนระหว่างอิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า เพศชายและเพศหญิงของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

น้อยทิพย์ ศีลตราสาร (2521 : 1-62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน เป็นนักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบซึ่งมีทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน แบบทดสอบสอบแก้ปัญหา และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยไม่ขึ้นกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยไม่ขึ้นกับตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน สามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้

บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล (2522 : 1-55) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตการศึกษา 6 กลุ่ม

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนชั้นละ 713 คน จากโรงเรียน 8 โรงเรียน ซึ่งสุ่มจากโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 6 ปีการศึกษา 2520 ผลการวิจัยสรุปได้ว่ามีข้อค้นพบที่ปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่ำกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดีกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผกามาศ วราสุสันติกุล (2524 : 47-48) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในปีเดียวกัน กมล หลีกภัย (2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก กับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วน พิชรา เรืองวัศมี (2524 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.036 และ 0.068 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มประชากรรวม ไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.062 ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ (2525 : 1-119) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตการศึกษา 9, 10, 11 กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2,401 คน ในโรงเรียน 14 โรงเรียน และ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2,646 คน ในโรงเรียน 14 โรงเรียน ในปีการศึกษา 2524 โดยมีจุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มาจากโรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จะทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่มาจากโรงเรียน นอกเขตอำเภอเมืองหรือไม่ ผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของทุกโรงเรียนทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นพื้นฐานและชั้นบูรณาการได้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) นักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น จากโรงเรียนที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง ทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น จากโรงเรียนที่อยู่นอกเขตอำเภอเมือง

3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความยากสูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน

ชาวนี อะยะวงค์ (2526 : 1-63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยวิธีใช้บทเรียนสำเร็จรูป จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่ฝึกโดยครูจำนวน 30 คน ใช้เวลาฝึกกลุ่มละ 12 คาบเท่ากัน ผลการทดลองพบว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปกับด้วยครูฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 1-93) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม สอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. ผลการทดลองพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาคร วิกขารุง (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,247 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ยเพียงร้อยละ 57.91 และนักเรียนที่เรียนกับครูวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนกับครูทั่วไป มีผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01

อดิศักดิ์ ภาษา (2529 : 83) ศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนทำปฏิบัติการที่มีต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอิสระ นักเรียนเลือกผู้ร่วมงานเอง กลุ่มคละ ครูกำหนดให้ โดยมีความสามารถคละกัน และกลุ่มเหมือน ครูกำหนดให้ โดยมีนักเรียนที่มีความสามารถพอ ๆ กัน หลังการทดลองพบว่า นักเรียนในกลุ่มอิสระ กลุ่มคละ และกลุ่มเหมือน มีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนในกลุ่มคละมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มของนักเรียนในกลุ่มเหมือนและกลุ่มอิสระอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนในกลุ่มเหมือน และกลุ่มอิสระ มีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุมาลี พลราชบุรี (2529 : 80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูน กับที่เรียนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนพนาศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 86 คน การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันท์ สังข์อ่อง (2531 : 239) ศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้าน กับองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ตัวแปร ตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงตามลำดับค่าสูงสุดถึงต่ำสุด ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง และฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา

ละดา ดอนหงษา (2531 : 63) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะ และโดยแบบฝึกทักษะ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเกมฝึกทักษะและแบบฝึกทักษะไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

บุญเลิศ เสียงสุชนันต์ (2531 : 73) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มทดลองกับการสอนแบบปกติ พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานในแต่ละด้านของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในปีเดียวกันนี้ เชาวลิธ ชำนาญ (2531 : 78) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2530 จำนวน 60 คน เป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา ลากรวัย (2532 : 75) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ทักษะ คือการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางเป็นกลุ่มทดลองและการสอนสาธิตแบบที่
แนวทาง พบว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนรู้สูง ปานกลาง และต่ำ มี
ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

สุปราณี แพร่ภิญโญ (2533 : 93-94) ศึกษาทักษะขั้นพื้นฐานจำนวน 8
ทักษะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดจันทบุรี พบว่านักเรียนที่เป็นตัวอย่าง
ประชากรมีคะแนนเฉลี่ย ด้านทักษะขั้นพื้นฐานเท่ากับ 29.22 คะแนน จากคะแนนเต็ม
58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.38 ซึ่งอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่คาดหวัง และ
นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวนร้อยละ 50.76 มีทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง จำนวนนักเรียนร้อยละ 28.93 มี
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่คาดหวังและ
จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 15.23 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ใน
ระดับพอใช้ จำนวนนักเรียนร้อยละ 5.08 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ใน
ระดับดี และไม่มีนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

เบญจมาศ จิตตยานันท์ (2533 : 62) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการ
ใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยา
ศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ในปี พ.ศ.2533 ยุทธนา สเลลลันท์ (2533 : 85-86) ได้ศึกษา
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้น ม.5 ที่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เชิงนิมานเป็นกลาง และเชิงนิเสธ ที่เรียน
ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนปกติตามคู่มือ
ครู ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยบทเรียน
เทปโทรทัศน์ประกอบการเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู สสวท.
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เชิงนิมานกับ
เชิงนิเสธ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01 ในกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนเทปโทรทัศน์ และในกลุ่มที่เรียนด้วยการ
สอนตามคู่มือครู นักเรียนที่มีเจตคติเชิงนิมานและเชิงนิเสธ มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลอีกประเด็นหนึ่งก็คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยบทเรียนแบบโครงงานประกอบกับการเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

/ วิจารณ์ เตโชชัยวุฒิ (2533 : 73) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรพงศ์ลักษณ์ อยู่สุข (2535 : 79) ได้ทำการศึกษาด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไมซ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไมซ์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในปี 2536 สุวนี ทองทับ (2536 : 134-135) ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร ผลปรากฏว่า นักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนเขตเมือง และเขตชานเมือง ก็มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำทั้งสองเขต

งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก

งานวิจัยต่างประเทศ

มอริเบอร์ (Moriber, 1969 : 214-216) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องทฤษฎีอะตอมและพันธเคมี ในระดับวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 240 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ละ 120 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละสามสัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โคเอน (Koen) ได้ทำการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในวิชา นิวเคลียร์ที่มหาวิทยาลัยเท็กซัส โดยแบ่งวัสดุประกอบการสอนออกเป็นหน่วย ๆ แต่ละหน่วยประกอบด้วย หัวข้อ เนื้อหา คำถามต่าง ๆ หนังสืออ้างอิง ปัญหาที่ต้องศึกษา และสิ่งอื่น ๆ ที่จำเป็น นักศึกษาจะต้องเรียนจากแต่ละหน่วยเรียงตามลำดับ ตามความสามารถและความต้องการของตนเอง เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยแล้ว เจ้าหน้าที่จะให้ตอบแบบทดสอบเพื่อดูว่าจะเรียนหน่วยต่อไปได้หรือไม่ ถ้าผลการเรียนยังไม่เป็นที่พอใจ ก็จะต้องกลับไปเรียนหน่วยเดิมอีก แล้วมาตอบแบบทดสอบใหม่จนกว่าจะได้ผลของการเรียนเป็นที่พอใจ คือได้คะแนนตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้แล้วจึงเรียนหน่วยต่อไปได้ นักศึกษาที่ผ่านวิชานั้นโดยตลอดแล้วจะได้รับเกรดเอทุกคน (เชาวนี อยุธยาวงศ์. 2526 : 38 ; อ้างอิงมาจาก โคเอน. 1974)

ผลจากการตอบแบบสอบถามของนักศึกษาที่เรียน ปรากฏว่าชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้รับความนิยมอย่างสูง กล่าวคือนักศึกษาจำนวนร้อยละ 72 เห็นว่าการเรียนแบบนี้ดีเท่าเทียมกับการสอนแบบธรรมดา ร้อยละ 88 ของนักศึกษาทั้งหมด เห็นว่าการเรียนแบบนี้มีมาตรฐานและกิจกรรมการเรียนดีกว่าการสอนแบบธรรมดา

วอลเชอร์แมน มอลวิน (Malvin) นักศึกษาปริญญาเอก ได้วิจัยเรื่องการออกแบบชุดการเรียนรู้การสอนด้วยตนเองอย่างถูกหลักในการฝึกทักษะ แยกความแตกต่างของระดับเสียงโดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเมื่อเรียนชุดการเรียนรู้แล้วสามารถจะแยกระดับเสียงของเปียโน ดนตรีจากโน้ตเพลงทั้งชุด และเขียนระดับเสียงออกมาเป็นโน้ตเพลงหลังจากฟังจากเปียโน ได้ผลการวิจัยคือ ครูสามารถสร้างชุดการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะในการแยกระดับเสียงดนตรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบชุดการเรียนรู้เช่นนี้มีประโยชน์ ไม่เฉพาะการศึกษาดนตรีเท่านั้น แต่ใช้ได้กับแขนงวิชาอื่น ๆ ได้อีกด้วย (เชาวนี อยุธยาวงศ์. 2526 : 38 ; อ้างอิงมาจาก มอลวิน. 1974)

โทมัส ลอง (Thomas Long. 1974 : 1963-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาการถาวรของพลังงาน (Conservation of Energy) การไหลของของไหล (Fluid-Flow) และสถิตศาสตร์ (Statics) ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่หนึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 93 คน คัดเลือกจากผู้มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงและต่ำละกัน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีบรรยาย เมื่อสอนจบทำการสอบวัดผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คอร์คอแรน (Corcoran. 1975 : 4976-A) ได้ทดลองใช้บทเรียนแบบชุดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงและทดลองความสามารถของครูก่อนที่จะออกไปทำการสอน

ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งในชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยเนื้อหา 6 หัวข้อคือ วิธีแก้ปัญหา ทักษะในการแก้ปัญหา การประเมินผล การอภิปรายบทบาทของผู้นำ การอภิปราย การเตรียมการสอน ผลการทดลองปรากฏว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนตามจุดมุ่งหมาย

คูดนี (Cudney. 1975 : 26) ใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะการพยาบาลที่มหาวิทยาลัยเดลาแวร์ทดลองกับกลุ่มนักศึกษา จำนวน 25 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 100 คน ให้ความเรียนนอกเวลากับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสัปดาห์ละ 4 วัน เป็นเวลาทั้งหมด 56 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการเรียนมีผลดีเท่ากับกลุ่มที่เรียนตามปกติ 2 ภาคเรียน

งานวิจัยในประเทศ

สัญญา กิพยเสนา (2517 : 55-56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (inquiry) โดยฝึกทักษะกระบวนการพื้นฐาน (basic process) กับการสอนแบบเดิมโดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ในปีเดียวกัน อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517 : 40-41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (integrated process skill) กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้สอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบครูเป็นผู้สืบสวน (passive inquiry) ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่า t (t-test) พบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน
2. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

ในปี พ.ศ. 2518 สุมาลี พิตรากุล (2518 : 45-46) ได้ศึกษาค้นคว้าแบบของกริยาวรรณทางวาทะระหว่างครูและนักเรียน ของฟลานเดอร์ส ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรี ชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า เพศชาย และหญิงของแต่ละกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกในเรื่องการฝึกทักษะยังมีผู้ทำวิจัยน้อยมาก มีแต่ใช้แบบฝึกในรูปแบบอื่น ๆ ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงอุดมศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ มีดังต่อไปนี้

ธีระ จิตต์จนะ (2519 : 7) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนกับการสอนปกติไม่แตกต่างกัน และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียน

อัศวิน พรหมโสภา (2519 : 47) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ ในวิชาเทคโนโลยีทางการสอน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิยม ทองอุดม (2520 : 9) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "บรรยากาศ" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียน

สัญญา วันงาม (2521 : 37) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ในด้านการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการตอบสนองแบบปิดบัง ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบเปิดเผยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบปิดบังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สืบศักดิ์ สาธ (2521 : 43-44) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน โดยการเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง และจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่าที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีความรับผิดชอบสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่มีความรับผิดชอบต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองไม่แตกต่างกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และนักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน

จรรยา สุทะพัฒน์ (2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) โดยให้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อการเรียน โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในปีเดียวกันนี้ พัทยาภรณ์ ดำรงกุลรัตน์ (2522 : 37-41) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูล กับการสอนปกติเรื่องกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนิสิตปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา ซึ่งเรียนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2521 จำนวน 54 คน จัดเป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนในชั้นเรียนปกติ เมื่อเรียนจบแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมกัน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิศมัย ถิระแก้ว (2523 : 48) ได้สร้างชุดการสอนจากหนังสือเรียนภาษาไทยชุดทักษะสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับโรงเรียนสตรีนันทบุรี เรื่อง สัตวภิธาน สำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน 40 คน ผลการ

วิจัยพบว่า ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 85/83 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 95.5/86 และในการทดลองภาคสนาม ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 91/90.08

ภานุมาศ พานารถ (2523 : 45) ได้ทดลองใช้ชุดการสอนตาม เอกภัตภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซต กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จำนวน 120 คน โดยใช้ประชากรตัวอย่างจากโรงเรียนแจรงวอนวิทยา แบ่งเป็นกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง กลาง ต่ำ กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนของนักเรียน กลุ่มสูงและกลาง ไม่แตกต่างกัน แต่ผลของกลุ่มต่ำแตกต่างจากกลุ่มสูงและกลางที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับที่ .05

✓ เชิดศักดิ์ ไชวสินธุ์ (2530 : 101-110) ได้ทำการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยทักษะ 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านการสังเกต หรือการรับรู้ องค์ประกอบด้านการประยุกต์ องค์ประกอบด้านการวิเคราะห์ และองค์ประกอบด้านการสังเคราะห์ ซึ่งทั้ง 4 องค์ประกอบเป็นทักษะด้านการรับรู้ ผลของการฝึก ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีใช้แบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง สามารถพัฒนาคุณภาพการคิดได้สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติ

ต่อมาในปี พ.ศ.2534 ดิลก ดิลกานนท์ (2534 : 68-71) ได้สร้างแบบฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้น ป.4 ผลการศึกษาพบว่า แบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นนี้สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และนักเรียนที่ใช้แบบฝึกจะมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ฆรรณทิพา รอดแรงคำ และ จิต-นวนแก้ว. (2532 : v) ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 13 ทักษะ และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า สามารถพัฒนาให้มีทักษะเพิ่มสูงขึ้นได้ ประกอบด้วย สมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง (primary mental ability) ของมนุษย์ ตามทฤษฎีของเทอร์สโตนที่มี 7 องค์ประกอบ มีลักษณะและค่าจำกัดความสอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงนำเอาทักษะกระบวนการ

การทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับสมรรถภาพสมองของเทอร์สโตน 7 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดของความสัมพันธ์ตามตาราง 1

ตาราง 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน

สมรรถภาพสมองของเทอร์สโตน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ภาษา	ตัวเลข	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	การรับรู้	ความจำ	ความคล่องแคล่วในการใช้คำ
1. การสังเกต				✓	✓		
2. การวัด		✓	✓	✓			
3. การจำแนกประเภท			✓				
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา				✓	✓		
5. การคำนวณ		✓					
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	✓	✓	✓				
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล			✓			✓	
8. การพยากรณ์		✓	✓				
9. การตั้งสมมุติฐาน			✓				
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	✓						
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	✓						
12. การทดลอง			✓	✓	✓		
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	✓		✓			✓	✓

หมายเหตุ ✓ แทนความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน

จากตาราง 1 จะเห็นว่าสมรรถภาพสมองของเทอร์สโตนทั้ง 7)

องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่ว่า ถ้านำแบบฝึกที่สร้างตามแนวทฤษฎี สมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน ที่มี 7 องค์ประกอบนี้ ไปกระตุ้นให้บุคคลได้มีโอกาสฝึกในสภาพแวดล้อม และตัวแปรที่เหมาะสมแล้ว บุคคลที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกนี้น่าจะมีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้สูงขึ้นได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบความคิดในการสร้างแบบฝึก เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน ที่มี 7 องค์ประกอบ โดยคำนึงถึงสัดส่วนของความสัมพันธ์ตามตาราง 1 ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านภาษา (verbal factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะที่ 6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะที่ 10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะที่ 11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวม 4 ทักษะ ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ จึงประกอบด้วยแบบฝึก 4 ชุด

2. องค์ประกอบด้านตัวเลข (number factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะที่ 2 การวัด ทักษะที่ 5 การคำนวณ ทักษะที่ 6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะที่ 8 การพยากรณ์ รวม 4 ทักษะ ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้จึงประกอบด้วยแบบฝึก 4 ชุด

3. องค์ประกอบด้านเหตุผล (reasoning factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในทักษะที่ 2 การวัด ทักษะที่ 3 การจำแนกประเภท ทักษะที่ 6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะที่ 7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะที่ 8 การพยากรณ์ ทักษะที่ 9 การตั้งสมมุติฐาน ทักษะที่ 12 การทดลอง และทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวม 8 ทักษะ ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้จึงประกอบด้วยแบบฝึก 8 ชุด

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (spatial factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะที่ 1 การสังเกต ทักษะที่ 2 การวัด ทักษะที่ 4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา และทักษะที่ 12 การทดลอง รวม 4 ทักษะ ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้จึงประกอบด้วยแบบฝึก 4 ชุด

5. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (perceptual factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะที่ 1 การสังเกต ทักษะ

ที่ 4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา และทักษะที่ 12 การทดลอง รวม 3 ทักษะ ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้จึงประกอบด้วยแบบฝึก 3 ชุด

6. องค์ประกอบด้านความจำ (memory factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะ แต่เน้นในทักษะที่ 7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวม 2 ทักษะ ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ จึงประกอบด้วยแบบฝึก 2 ชุด

7. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency factor) มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายทักษะ แต่เน้นในทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ดังนั้นการสร้างแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ จึงประกอบด้วยแบบฝึก 1 ชุด

ในการวิจัยครั้งนี้ จะดำเนินการสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้องค์ประกอบทั้ง 7 องค์ประกอบดังกล่าว เป็นกรอบในการดำเนินการโดยผู้วิจัยมีความเชื่อว่าถ้าบุคคลได้รับการฝึกสมรรถภาพทั้ง 7 องค์ประกอบนี้เพียงพอแล้ว จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้นได้ด้วย

สมมุติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่เสนอมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกตามคู่มือครู
2. นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนชายและหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

นางสาวกัญญา...

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนโดยมีรายละเอียดของการศึกษาวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการดำเนินการสร้างแบบฝึกและทดลองใช้ครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 276 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สุ่มมาจากประชากร โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้อง 2/2 สุ่มได้เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 38 คน ห้อง 2/6 สุ่มได้เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 38 คน รวมทั้งหมดมีกลุ่มตัวอย่าง 76 คน ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ตั้งแต่วันที่ 8 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 7 ธันวาคม 2538 วันละ 1 คาบเรียนในชั่วโมงกิจกรรม การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มเป็นไปด้วยความสมัครใจ

แบบแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้แบบแผนแบบแฟคทอเรียล (factorial designs) แบบ $2 \times 3 \times 2$ โดยวัดก่อนและหลังทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แบ่งตามระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ และเพศของนักเรียน 2 ระดับ รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 กลุ่ม โดยมีรูปแบบการทดลองและจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามตาราง 2

ตาราง 2 รูปแบบการทดลองและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ เพศ		กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			รวม
		สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	
ชาย		5	6	9	4	5	13	42
	หญิง	6	5	7	4	4	8	34
รวม		11	11	16	8	9	21	76
		38			38			

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มี 3 ประเภท คือ

1. แบบฝึกที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 26 ชุด ดังนี้
ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านภาษา มี 4 ชุดย่อย (ชุดที่ 1-4) คือ

1. ชุดการหาคำตรงข้าม
2. ชุดการหาความหมายใกล้เคียง
3. ชุดการหาศัพท์สัมพันธ์
4. ชุดความเข้าใจทางภาษาและภาพ

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข มี 4 ชุดย่อย (ชุดที่ 5-8) คือ

5. ชุดการหาอนุกรม
6. ชุดทักษะการคำนวณ
7. ชุดการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์
8. ชุดการแก้โจทย์ปัญหา

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล มี 8 ชุดย่อย (ชุดที่ 9-16) คือ

9. ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวกภาษา
10. ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวกรูปภาพ

11. ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษา
12. ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพ
13. ชุดอุปมาอุปไมยแบบภาษา
14. ชุดอุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ
15. ชุดการสรุปความ
16. ชุดการหาอนุกรมภาพ

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มี 4 ชุดย่อย (ชุดที่ 17-20) คือ

17. ชุดการซ้อนภาพ
18. ชุดการซ้อนภาพ
19. ชุดการแยกภาพและประกอบภาพ
20. ชุดการนับลูกบาศก์และพับกล่อง

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ มี 3 ชุดย่อย (ชุดที่ 21-23) คือ

21. ชุดการหาภาพเหมือน
22. ชุดการหาภาพต่าง
23. ชุดการกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่าง

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความจำ มี 2 ชุดย่อย (ชุดที่ 24-25) คือ

24. ชุดการจำภาพ
25. ชุดการจำสัญลักษณ์

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ มี 1 ชุดย่อย (ชุดที่ 26) คือ

26. ชุดเติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

2. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามเจตคติสูง กลาง และต่ำ จำนวน 1 ฉบับ 20 ข้อ ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

ข้อความ	ระดับของเจตคติ				
	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	เฉย ๆ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย มาก
(๑) วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ น่าเรียน					
(๑๐) ใคร ๆ ก็เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ได้					

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ หากคุณภาพของความเที่ยงตรง (validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จากนั้นนำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปตรวจสอบคุณภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 3 ห้อง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 125 คน เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2538 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.92 และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้อัตราส่วนวิกฤต (t-test) ได้ค่าอยู่ระหว่าง 5.27-8.59 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ แสดงว่าแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทุกข้อความมีค่าอำนาจจำแนกสูง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์ (2531 : 81-98) เป็นผู้สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2531 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีคุณภาพสูง คือมีค่าความเชื่อมั่น 0.8383 ความเที่ยงตรงมีค่าอยู่ในช่วง 0.1972 - 0.6202 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 13 ทักษะ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.21 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.20 - 0.85 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบฉบับนี้ไปตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นอีกครั้งกับนักเรียน 3 ห้องเดิม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 125 คน ในวันที่ 8 พฤศจิกายน 2538 ได้ค่าความเชื่อมั่นจากสูตร KR-20 เท่ากับ 0.8532 แบบทดสอบฉบับนี้ มี 44 ข้อ ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(๑) ถ้านักเรียนต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำเดือด เลือกใช้
เทอร์โมมิเตอร์ที่มีอุณหภูมิช่วงใด

ก. 0-70 องศา R

ข. 32-100 องศา C

ค. 0-99 องศา F

ง. 32-180 องศา F

จ. 32-212 องศา F

การสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไเดน

ในการดำเนินการสร้างแบบฝึกครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไเดน โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบและแบบเติมคำหรือหาคำตอบด้วยตนเอง จำนวน 26 ชุด ชุดละ 10 ข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วย ภาษาลัทธิและภาพ เพื่อที่จะมุ่งฝึกทักษะทางความคิดอย่างมีเหตุผล และทักษะทางความคิดอย่างเป็นรูปธรรม แบบฝึกลักษณะนี้สามารถใช้ได้ดีกับนักเรียนจำนวนมาก ภายใต้วงเวลาจำกัด และมีความคล่องตัวในการนำไปใช้อีกด้วย สำหรับเวลาที่ใช้ในการทดลองทำแบบฝึกแต่ละชุดนี้ไม่เกิน 25 นาที ตามช่วงเวลาของความสนใจของนักเรียนในวัยนี้

ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก มีดังนี้

1. กำหนดกรอบความคิดในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2524 : 1-16) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่สองนั้น ปรากฏว่าแนวทางทั้ง 13 ทักษะนี้ สอดคล้องกับแนวทางหลักของทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไเดน ซึ่งมีสมรรถภาพทางสมองพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ 7 องค์ประกอบด้วยกัน ประกอบด้วย องค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านตัวเลข องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านการรับรู้ องค์ประกอบด้านความจำ และองค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ องค์ประกอบของสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองนี้ เป็นพื้นฐานสำคัญในการคิดและการแก้ปัญหาของบุคคล ตลอดจนสามารถสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาขึ้นอีกด้วย ถ้าองค์ประกอบทั้งเจ็ดด้านตามแนวทฤษฎีของเทอร์สไเดนได้รับการฝึกฝนในสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม

ที่เหมาะสม ดังนั้นในการสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบความคิดในการสร้างไว้ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบเจ็ดด้านดังกล่าว

2. กำหนดชุดของแบบฝึกให้สอดคล้องตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน

การสร้างแบบฝึกครั้งนี้ ได้สร้างตามแนวทฤษฎีของเทอร์สโตน โดยมีแบบฝึกย่อยแต่ละองค์ประกอบตามสัดส่วนของความสัมพันธ์และสอดคล้องกันในตาราง 1 ที่กล่าวมาแล้วในบทที่สอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 องค์ประกอบด้านภาษา (verbal factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการเข้าใจความหมายของคำศัพท์ ของข้อความ อ่านจับใจความสำคัญ แปลความหมาย ให้ความหมาย ตีความ และวิเคราะห์ความสำคัญสำหรับแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 4 ชุด ดังนี้

- 2.1.1 การหาคำตรงข้าม
- 2.1.2 การหาความหมายใกล้เคียง
- 2.1.3 การหาศัพท์สัมพันธ์
- 2.1.4 ความเข้าใจทางภาษาและภาพ

2.2 องค์ประกอบด้านตัวเลข (number factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน ทักษะในการใช้บวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สำหรับแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 4 ชุด ดังนี้

- 2.2.1 การหาอนุกรม
- 2.2.2 ทักษะการคำนวณ
- 2.2.3 การหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 2.2.4 การแก้โจทย์ปัญหา

2.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (reasoning factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผล ความสำคัญและหาความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน สามารถจัดประเภท แยกประเภท ใช้วิจารณ์ ตัดสินใจ สรุปความได้สมเหตุสมผล สำหรับแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 8 ชุด ดังนี้

- 2.3.1 การจัดประเภทแบบเข้าพวกภาษา
- 2.3.2 การจัดประเภทแบบเข้าพวกรูปภาพ
- 2.3.3 การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษา

2.3.4 การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพ

2.3.5 อุปมาอุปไมยแบบภาษา

2.3.6 อุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ

2.3.7 การสรุปความ

2.3.8 การหาอนุกรมภาพ

2.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (spatial factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติ (space) ต่าง ๆ ระหว่างความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก จุด เส้น ความซับซ้อนซ้อนรูปเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ตลอดจนปริมาตรและขนาด การกะระยะได้ถูกต้อง สำหรับแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 4 ชุด ดังนี้

2.4.1 การซ้อนภาพ

2.4.2 การซ้อนภาพ

2.4.3 การแยกภาพและประกอบภาพ

2.4.4 การนับลูกบาศก์และพับกล่อง

2.5 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (perceptual factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการสังเกตรายละเอียดของรูปร่าง ลักษณะ สามารถมองเห็นความเหมือน ความต่าง ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สำหรับแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 3 ชุด ดังนี้

2.5.1 การหาภาพเหมือน

2.5.2 การหาภาพต่าง

2.5.3 การกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่าง

2.6 องค์ประกอบด้านความจำ (memory factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการจดจำเรื่องราวต่าง ๆ เหตุการณ์ ภาพ สัญลักษณ์ รายละเอียด สิ่งที่มีความหมายและสิ่งที่ไร้ความหมายได้ และสามารถระลึกหรือถ่ายทอดออกมาได้ สำหรับแบบฝึกในองค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 2 ชุดดังนี้

2.6.1 การจำภาพ

2.6.2 การจำสัญลักษณ์

2.7 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency factor) สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านนี้ เป็นความสามารถในการใช้คำ สำนวน ถ้อยคำได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องทั้งในการพูดและการเขียน สำหรับแบบฝึกใน

องค์ประกอบนี้ ประกอบด้วยแบบฝึก 1 ชุด คือ แบบเติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

เมื่อกำหนดแบบฝึกให้สอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบตามทฤษฎีของ เทอร์สไตน กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกขึ้นทั้งหมด 26 ชุด โดยลักษณะของแบบฝึกเป็นแบบเลือกตอบและแบบเติมคำ หรือหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งแต่ละชุดมีภาษา สัญลักษณ์หรือรูปภาพเป็นสื่อสำหรับกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดตอบสนองต่อสื่อเหล่านั้น โดยใช้เวลาในการฝึกแต่ละชุดประมาณ 25 นาที แบบฝึกนี้สามารถใช้ฝึกได้ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

หลังจากผู้วิจัยสร้างแบบฝึกทั้ง 26 ชุดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้มีการนำแบบฝึกไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านความเที่ยงตรง (validity) เพื่อพิจารณาว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นนี้ มีความสอดคล้องถูกต้องตามทฤษฎีของเทอร์สไตนหรือไม่ สามารถนำไปใช้ในการฝึกทักษะได้ตรงตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดผลและจิตวิทยา ที่มีหน้าที่และมีความชำนาญในการสร้างแบบทดสอบตามทฤษฎีของเทอร์สไตน ประจำอยู่ที่สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบ ตลอดจนอาจารย์ ที่ทำการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เชี่ยวชาญการทดสอบและแบบฝึกอีก 2 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบอีกครั้ง

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึก ปรากฏว่าได้แบบฝึกทั้ง 26 ชุด ที่มีความถูกต้องชัดเจนตรงตามทฤษฎีของเทอร์สไตน มีการแก้ไขปรับเปลี่ยนบางฉบับ บางตัวเลือกของบางข้อ ปรับปรุงสำนวนภาษาเล็กน้อย ตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะแก้ไขเพื่อให้ได้แบบฝึกมีความถูกต้องสมบูรณ์และเที่ยงตรง สามารถนำไปใช้เป็นแบบฝึกได้ นอกจากนี้ยังใช้การตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการตรวจแบบฝึกทั้งหมด 26 ชุด จากกรรมการ 5 ท่าน และค่านี้ถึงเกณฑ์ .60 - 1.00 หรือ 3 ใน 5 ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นว่ามีเหมาะสม ถูกต้องตามลักษณะของ องค์ประกอบในการวัด ผลปรากฏว่า แบบฝึกทั้ง 26 ชุด มีค่าดัชนีของความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง .80 - 1.00 สำหรับบางข้อที่มีข้อบกพร่องก็ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจนถูกต้องสมบูรณ์

3. ขั้นตอนทดลองใช้แบบฝึกก่อนการทดลองจริง (pilot study) โดยมี ขั้นตอนในการทดลองดังนี้

3.1 ทดลองเป็นรายบุคคล เป็นการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพียง 1 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง เพื่อซักถามความเข้าใจของนักเรียนต่อการทำแบบฝึกแต่ละชุด และนำส่วนที่ไม่ชัดเจนไม่เข้าใจ มาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3.2 ทดลองเป็นกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ในการทดลองครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อต้องการพิจารณาความชัดเจนของคำชี้แจงวิธีการทำในแต่ละแบบฝึก ตลอดจนพิจารณาคุณภาพด้านความยาก-ง่าย และระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกด้วย หลังจากนั้นนำชุดของแบบฝึกมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3.3 ทดลองเป็นกลุ่มใหญ่ เป็นการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนประมาณ 15 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการตรวจสอบความชัดเจน ความเข้าใจ และความสมบูรณ์ของแบบฝึก ตลอดจนคุณภาพของแบบฝึกด้านความยาก-ง่าย คำชี้แจง และระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกเป็นรายบุคคล การฝึกเป็นกลุ่มซึ่งเป็นการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนนำแบบฝึกไปทดลองใช้จริง

ผลการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ชั้นตอน ปรากฏว่า แบบฝึกทั้ง 26 ชุด มีความชัดเจน นักเรียนมีความเข้าใจในวิธีการฝึก แบบฝึกมีความยากปานกลาง และเวลาที่กำหนดไว้ก็เหมาะสม ผู้วิจัยจึงจัดเตรียมแบบฝึกไว้เพื่อนำไปใช้ทดลองจริง

การทดลองใช้แบบฝึกเพื่อพัฒนากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การทดลองใช้แบบฝึกในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดลองภาคสนาม (field experiment) โดยการจัดให้สภาพของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีสภาพการดำเนินการเรียนการสอนตามหลักสูตรปกติ การใช้แบบฝึกกระทำกับกลุ่มทดลองโดยใช้ชั่วโมงกิจกรรมของแต่ละวันซึ่งเป็นเวลาเรียนตามปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการฝึกกิจกรรมการเรียนการสอนปกติตามคู่มือครู ซึ่งรายละเอียดของการดำเนินการทดลองใช้แบบฝึก มีดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง (pretest) เมื่อกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมได้แล้ว ในวันที่ 8 พฤศจิกายน 2538 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับหน่วยการทดลองทุกหน่วยและทุกกลุ่ม
2. ทำการฝึกสมรรถภาพทางสมองจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีของเทอร์สโตน การฝึกนี้ใช้แบบฝึก จำนวน 26 ชุดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และดำเนินการฝึกกับกลุ่มทดลองเท่านั้น โดยฝึกในช่วงชั่วโมงกิจกรรมวันละ 1-2 ชุด แต่ละแบบฝึกใช้เวลาในการฝึกประมาณ 20-25 นาที จำนวน 18 ครั้ง ส่วนกลุ่มควบคุมก็ฝึกกิจกรรมตามคู่มือครูในช่วงชั่วโมงกิจกรรมเช่นกัน สำหรับรายละเอียดของการทดลองใช้แบบฝึกทั้ง 26 ชุด ปรากฏในตาราง 3

ตาราง 3 รายละเอียดของการทดลองใช้แบบฝึกทั้ง 26 ชุด

ชุดที่	แบบฝึก	จำนวนข้อ/ เวลา (นาที)	เวลาที่นักเรียน ทำเสร็จ/กลุ่ม ทำเสร็จ (นาที)	วันที่ฝึก	จำนวน นักเรียน ที่ฝึก
1	การหาคำตรงข้าม	10/5	5/10	9 พ.ย. 38	38
2	การหาความหมายใกล้เคียง	10/5	5/9	10 พ.ย. 38	36
3	การหาศัพท์สัมพันธ์	10/5	4/9	10 พ.ย. 38	35
4	ความเข้าใจทางภาษาและภาพ	10/5	5/10	13 พ.ย. 38	38
5	การหาอนุกรม	10/5	5/10	14 พ.ย. 38	38
6	ทักษะการคำนวณ	10/5	4/9	14 พ.ย. 38	38
7	การหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์	10/5	5/10	15 พ.ย. 38	36
8	การแก้โจทย์ปัญหา	10/5	5/10	16 พ.ย. 38	37
9	การจัดประเภทแบบเข้าพวกภาษา	10/5	3/7	17 พ.ย. 38	34
10	การจัดประเภทแบบเข้าพวกรูปภาพ	10/5	3/8	17 พ.ย. 38	34
11	การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวก ภาษา	10/5	4/8	20 พ.ย. 38	38
12	การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวก รูปภาพ	10/5	3/7	20 พ.ย. 38	38
13	อุปมาอุปไมยแบบภาษา	10/5	4/9	21 พ.ย. 38	37
14	อุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ	10/5	3/8	21 พ.ย. 38	37
15	การสรุปความ	10/5	4/9	22 พ.ย. 38	38
16	การหาอนุกรมภาพ	10/5	5/10	23 พ.ย. 38	38
17	การซ่อนภาพ	10/5	4/9	24 พ.ย. 38	36
18	การซ่อนภาพ	10/5	4/10	24 พ.ย. 38	35
19	การแยกภาพและประกอบภาพ	10/5	4/9	27 พ.ย. 38	37
20	การนับลูกบาศก์และพับกล่อง	10/5	5/10	27 พ.ย. 38	37
21	การหาภาพเหมือนกัน	10/5	4/10	28 พ.ย. 38	38
22	การหาภาพต่าง	10/5	4/9	29 พ.ย. 38	38
23	การกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่าง	10/5	5/9	30 พ.ย. 38	38
24	การจัดภาพ	10/5	4/9	1 ธ.ค. 38	36

ตาราง 3 (ต่อ)

ชุดที่	แบบฝึก	จำนวนข้อ/ เวลา(นาที)	เวลาที่นักเรียน ทำเสร็จ/กลุ่ม ทำเสร็จ (นาที)	วันที่ฝึก	จำนวน นักเรียน ที่ฝึก
25	การจำสัญลักษณ์	10/5	4/8	1 ธ.ค.38	36
26	แบบเติมคำให้มีความหมาย	10/5	3/8	6 ธ.ค.38	37

สำหรับวิธีการฝึกดำเนินการดังนี้

2.1 เมื่อผู้วิจัยแจกแบบฝึกให้นักเรียนเป็นรายบุคคลแล้ว ผู้วิจัยก็อธิบายวิธีการปฏิบัติตามคำชี้แจงของแบบฝึก พร้อมกับให้นักเรียนอ่านตามในใจไปด้วย เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการแล้ว จึงให้นักเรียนลงมือทำได้ โดยใช้เวลาฝึกชุดละประมาณ 5 นาที

2.2 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกเสร็จทุกคนหรือหมดเวลาที่กำหนดให้แล้ว ให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน โดยจัดกลุ่มให้กระจายตามความสามารถแต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ผสมกัน การเข้ากลุ่มนี้ก็เพื่อตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม แล้วอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อหาคำตอบร่วมกันเป็นคำตอบของกลุ่ม ในส่วนนี้ใช้เวลาฝึกประมาณ 8-10 นาที โดยฝึกชุดละ 2 ช่วง ๆ ละ 5 ข้อ พร้อมอภิปราย

2.3 เมื่อได้คำตอบของกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยก็เฉลยคำตอบ เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเฉลย ให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบคำตอบของกลุ่มกับเฉลย โดยมีการอภิปรายร่วมกันในกรณีที่คำตอบระหว่างกลุ่มมีความแตกต่างกันหรือไม่ตรงกับเฉลย เพื่อหาข้อสรุปของคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยใช้เวลาฝึกในส่วนนี้ประมาณ 5 นาที

2.4 หลังจากนั้น ผู้วิจัยก็แนะนำการนำแนวคิด หลักการและเหตุผลที่ได้จากการทำแบบฝึกนั้น ๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินการฝึกครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือประจำแบบฝึกแต่ละชุดไว้ด้วย เพราะการทดลองครั้งนี้ ไม่มีการฝึกอบรมผู้สอนเกี่ยวกับการใช้แบบฝึก แต่ครู-อาจารย์ทั่วไปสามารถนำแบบฝึกไปใช้ได้โดยการอ่านคำแนะนำจากคู่มือดังกล่าว

3. การทดสอบหลังการทดลอง (posttest) ภายหลังจากการฝึกสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองโดยแบบฝึกที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีของเทอร์สไเดนแล้วทั้ง 26 ชุด ผู้วิจัยก็นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับหน่วยการทดลองทุกหน่วย ทุกกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง ในวันที่ 7 ธันวาคม 2538 เพื่อนำผลการวัดที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อตรวจสอบผลของการฝึก และทดสอบสมมุติฐานต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
 - 1.1 ความเที่ยงตรง ใช้วิธีการตรวจสอบโดย face validity จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบแบบฝึก 26 ชุด และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ความเชื่อมั่น ใช้สูตร α - coefficient ของ ครอนบาค (Cronbach) ตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และใช้ KR-20 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 อำนาจจำแนก ให้เปรียบเทียบอัตราส่วนวิกฤตที่ (t-test) เพื่อตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (pretest) และหลังการทดลอง (posttest)
 - 2.2 เปรียบเทียบเจตคติที่แตกต่างกันโดยใช้ F-test
 - 2.3 เปรียบเทียบเพศที่แตกต่างกันโดยใช้ F-test
 - 2.4 เปรียบเทียบวิธีการฝึกที่แตกต่างกันโดยใช้ F-test
 - 2.5 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ก่อนและหลังการทดลองแบบ TWO WAY ANOVA
 - 2.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) หลังการทดลองแบบ TWO WAY ANCOVA ในกรณีที่มีการทดสอบก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน
 - 2.7 เปรียบเทียบการทดสอบก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองโดยใช้ t-test แบบ dependent

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) โดยการใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น และใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหน่วยวิเคราะห์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของคำย่อและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจตรงกันในการเสนอผลการวิจัยดังนี้

การฝึก หมายถึง ตัวแปรจัดกระทำในการทดลอง ได้แก่ การฝึกโดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์และการฝึกตามคู่มือครู

เจตคติ หมายถึง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ

เพศ หมายถึง นักเรียนชาย และหญิง

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

S หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับของจุดมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะของ

ตัวแปร

1. เพื่อสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์

ผลจากการศึกษา ทำให้ได้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ จำนวน 26 ชุด แต่ละชุดได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพทางด้าน

ความเที่ยงตรงและความเป็นปรนัยจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง .80 - 1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองมาแล้ว ทำให้แบบฝึกหัดทั้ง 26 ชุดนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์ หัดเจนเป็นปรนัยมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นแบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น

เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการวัดซ้ำ (repeated measure) ทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยจำแนกเป็นนักเรียนชายและหญิง และจำแนกตามเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 กลุ่มย่อย ดังนั้นผลการใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้นจึงสามารถพิจารณาได้จากค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (pretest) และหลังการทดลอง (posttest) ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (pretest) และหลังการทดลอง (posttest)

กลุ่มตัวอย่าง	N	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
กลุ่มทดลอง	38	20.84	4.24	28.53	5.80
ชาย	20	20.10	4.85	28.65	4.67
เจตคติสูง	5	24.20	2.17	28.60	5.85
เจตคติกลาง	6	20.33	5.24	31.17	4.75
เจตคติต่ำ	9	17.67	4.39	27.00	3.57
หญิง	18	21.67	3.37	28.39	6.99
เจตคติสูง	6	23.17	3.25	31.50	8.93
เจตคติกลาง	5	22.60	3.58	29.60	4.62
เจตคติต่ำ	7	19.71	2.75	24.86	5.70
กลุ่มควบคุม	38	18.87	5.67	21.55	5.82
ชาย	22	19.00	6.17	21.32	6.97
เจตคติสูง	4	19.75	6.13	21.00	3.37
เจตคติกลาง	5	24.20	1.48	28.60	2.40
เจตคติต่ำ	13	16.76	6.30	18.62	7.09
หญิง	16	18.69	5.10	21.88	3.91
เจตคติสูง	4	20.00	2.00	22.25	2.06
เจตคติกลาง	4	19.00	3.56	18.50	5.45
เจตคติต่ำ	8	17.88	6.83	23.37	3.02

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่า

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (pretest) ในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 20.84 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 18.87 และเมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามระดับสูง กลาง ต่ำแล้ว พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ต่างกันมีความลำเอียง ทำให้ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันคือ กลุ่มตัวอย่างที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับกลาง และต่ำ ยกเว้นกลุ่มตัวอย่างเพศชายในกลุ่มควบคุมเท่านั้นที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับกลาง แต่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับสูงและต่ำ

2) ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง (posttest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนสูงขึ้น กล่าวคือ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 28.53 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 21.55 และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองภายหลังการทดลองและก่อนการทดลอง พบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.69 แสดงว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นมีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นจึงนำไปทดสอบทางสถิติต่อไป

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามลักษณะของตัวแปร ได้แก่ การฝึก เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเพศของนักเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสาม จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหน่วยของการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ $2 \times 3 \times 2$ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

การวิเคราะห์นี้เพื่อพิจารณาว่ากลุ่มตัวอย่าง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ ตลอดจนพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ผลปรากฏในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	1434.33	64	22.41		
การฝึก	39.06	1	39.06	1.74	.19
เจตคติ	261.07	2	80.54	2.78	.08
เพศ	2.06	1	2.06	.09	.76
การฝึก & เจตคติ	41.09	2	20.54	.92	.41
การฝึก & เพศ	20.70	1	20.70	.92	.34
เจตคติ & เพศ	31.00	2	15.50	.69	.51
การฝึก & เจตคติ & เพศ	51.41	2	25.71	1.15	.32

จากตาราง 5 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) จากทุกแหล่งความแปรปรวน หรือกล่าวได้ว่า กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง

ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการฝึกโดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์กับกลุ่มทดลองแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังการทดลอง (posttest) เพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มต่าง ๆ ตลอดจนพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ด้วย เพื่อทดสอบสมมุติฐานตามข้อ 1, 2, 3 ดังปรากฏผลในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	1857.49	64	29.02		
การฝึก	762.34	1	762.34	26.27	.00**
เจตคติ	171.76	2	85.88	2.96	.06
เพศ	11.22	1	11.22	.39	.54
การฝึก x เจตคติ	38.61	2	19.31	.67	.52
การฝึก x เพศ	5.03	1	5.03	.17	.68
เจตคติ x เพศ	198.47	2	99.24	3.42	.04*
การฝึก x เจตคติ x เพศ	195.11	2	97.56	3.36	.04*

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่า

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) จากแหล่งความแปรปรวนหลักด้านการฝึกเพียงแหล่งเดียว ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกตามคู่มือครู เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนในตาราง 4 ตามที่ได้แสดงมาแล้ว เห็นว่าทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น แต่กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า

2) เมื่อพิจารณาแหล่งความแปรปรวนด้านเจตคติ ผลปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือกล่าวได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไม่ส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) เมื่อพิจารณาแหล่งความแปรปรวนด้านเพศ ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกับด้านเจตคติ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้ว่านักเรียนชายและหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือกล่าวได้ว่าเพศชายและหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4) เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้วพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเจตคติกับเพศ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฝึกเจตคติและเพศ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แสดงว่า ตัวแปร เจตคติ และเพศส่งผลร่วมกันทำให้เกิดความแตกต่าง และตัวแปร การฝึก เจตคติ และเพศ ส่งผลร่วมกันทำให้เกิดความแตกต่างเช่นกัน

3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงภายใน (internal validity) และการควบคุมตัวแปรภายนอก ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสถิติขั้นสูงขั้น เพื่อตรวจสอบให้มั่นใจว่าทั้งสองกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันจริงอันเนื่องมาจากการฝึกหรือไม่โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม (covariate) ดังปรากฏผลในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	1856.91	63	29.48		
การถดถอย	337.11	1	337.11	11.44	.00
การฝึก	738.76	1	738.76	25.06	.00**
เจตคติ	80.32	2	40.16	1.36	.26
เพศ	.04	1	.04	.00	.97
การฝึก x เจตคติ	29.15	2	14.58	.50	.61
การฝึก x เพศ	2.14	1	2.14	.07	.79
เจตคติ x เพศ	170.86	2	85.43	2.90	.06
การฝึก x เจตคติ x เพศ	186.34	2	93.17	3.16	.05*

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) จากแหล่งความแปรปรวนหลักด้านการฝึกเพียงแหล่งเดียวเช่นเดิม ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 1 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกตามคู่มือครู โดยที่นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากการฝึกจากแบบฝึกที่สร้างขึ้น แสดงว่าแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญสำหรับแหล่งความแปรปรวนด้านเจตคติและเพศไม่พบความแตกต่าง ผลที่ได้นี้ ไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 2 และ 3 แสดงว่า เจตคติและเพศที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกันในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณา

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้วพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฝึกเจตคติและเพศ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แสดงว่า ตัวแปร การฝึก เจตคติ และเพศ ส่งผลร่วมกัน ทำให้เกิดความแตกต่าง ทั้งที่ตัวแปรเจตคติและเพศไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่าง แต่เนื่องจากการฝึกส่งผลให้เกิดความแตกต่างชัดเจน จึงส่งผลร่วมกันกับเจตคติและเพศ ทำให้เกิดความแตกต่าง

จากข้อค้นพบดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อเพื่อเปรียบเทียบ การทดสอบก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง ดังปรากฏผลในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S	t
ก่อนการทดลอง	38	20.84	4.24	
หลังการทดลอง	38	28.53	5.80	6.99**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังการทดลองใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน สูงขึ้นมากจากก่อนการทดลองใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่า การฝึกโดยใช้แบบฝึกนี้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตาม
ทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน มีประเด็นการศึกษาโดยสรุปดังนี้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(Science Process Skills) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีจุดมุ่งหมาย
เฉพาะดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบฝึกในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น ว่ามีผลต่อการพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่ อย่างไร
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามลักษณะของ
ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การฝึก เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศของนักเรียน ตลอดจน
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสาม

สมมุติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของ
เทอร์สโตน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการฝึก
ตามคู่มือครู
2. นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนชายและหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการดำเนินการสร้างแบบฝึกและทดลองใช้ครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 276 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สุ่มมาจากประชากร โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 76 คน ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ตั้งแต่วันที่ 8 พฤศจิกายน ถึง 7 ธันวาคม 2538 วันละ 1 คาบเรียน ในช่วงโมงกิจกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มี 3 ประเภทคือ

1. แบบฝึกที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 26 ชุด ได้ดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 กำหนดกรอบความคิดในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2524 : 1-16) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ปรากฏว่าแนวทางทั้ง 13 ทักษะนี้ สอดคล้องกับแนวของทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน ซึ่งมีสมรรถภาพทางสมองพื้นฐาน 7 องค์ประกอบ ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบความคิดในการสร้างแบบฝึกให้สอดคล้องกับทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตนทั้ง 7 องค์ประกอบคือ

1.1.1 องค์ประกอบด้านภาษา (verbal factor) จำนวน 4 ชุด

1.1.2 องค์ประกอบด้านตัวเลข (number factor) จำนวน 4 ชุด

1.1.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (reasoning factor) จำนวน

8 ชุด

1.1.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (spatial factor) จำนวน

4 ชุด

1.1.5 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (perceptual factor)

จำนวน 3 ชุด

1.1.6 องค์ประกอบด้านความจำ (memory factor) จำนวน

2 ชุด

1.1.7 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency factor) จำนวน 1 ชุด

รวมแบบฝึกทั้งหมด 26 ชุด ตามที่ได้เสนอไปแล้ว

1.2 การทดลองใช้แบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบฝึกทั้ง 26 ชุดไปทดลองใช้ 3 ครั้ง ครั้งแรกทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง เพียง 1 คน เพื่อซักถามความเข้าใจของนักเรียน และนำส่วนที่ไม่ชัดเจนไม่เข้าใจมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ครั้งที่สองทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 คน ในการทดลองครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อต้องการพิจารณาความชัดเจนของคำที่แจ้งวิธีการทำในแต่ละแบบฝึก ตลอดจนพิจารณาความยาก-ง่ายและเวลาในการฝึกด้วย หลังจากนั้นก็นำชุดของการฝึกมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ครั้งที่สามเป็นการทดลองกับกลุ่มใหญ่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 คน ในการทดลองครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการตรวจสอบความชัดเจน ความเข้าใจ ความสมบูรณ์ของแบบฝึก ตลอดจนความยาก-ง่าย คำที่แจ้งและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกเป็นรายบุคคล การฝึกเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นการตรวจสอบครั้งสุดท้ายก่อนนำไปใช้จริง ในการทดลองแบบฝึกนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง และทดลองกับนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองจริง

2. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว จำนวน 1 ฉบับ 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.92

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์ เป็นผู้สร้างขึ้น มีคุณภาพสูง คือมีค่าความเชื่อมั่น 0.8383 มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ในช่วง 0.1972-0.6202 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.85 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบฉบับนี้ไปหาคุณภาพความเชื่อมั่นอีกครั้งจากสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.8532 แบบทดสอบฉบับนี้ มี 44 ข้อ ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ

สถิติที่ใช้ในการทดลอง

1. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ความเที่ยงตรงใช้วิธีการตรวจสอบโดย face validity จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบแบบฝึก 26 ชุด และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.2 ความเชื่อมั่น ใช้สูตร α -coefficient ของครอนบาค (Cronbach) ตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และใช้ KR-20 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 อำนาจจำแนก ให้เปรียบเทียบอัตราส่วนวิกฤตที่ (t-test) เพื่อตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (pretest) และหลังการทดลอง (posttest)

2.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันโดยใช้ F-test

2.3 เปรียบเทียบเพศที่แตกต่างกันโดยใช้ F-test

2.4 เปรียบเทียบวิธีการฝึกที่แตกต่างกันโดยใช้ F-test

2.5 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ก่อนและหลังการทดลอง แบบ TWO WAY ANOVA

2.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ก่อนและหลังการทดลองแบบ TWO WAY ANCOVA โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม (covariate)

2.7 เปรียบเทียบการทดสอบก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ dependent

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การสร้างแบบฝึกในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน

ผลจากการศึกษา ได้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของ เทอร์สไตน์ ที่มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงและความเป็นปรนัย สามารถนำไปใช้เป็นแบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ จำนวน 26 ชุด

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านภาษา มี 4 ชุดย่อย (ชุดที่ 1-4) คือ

- 1 ชุดการหาคำตรงข้าม
- 2 ชุดการหาความหมายใกล้เคียง
- 3 ชุดการหาศัพท์สัมพันธ์
- 4 ชุดความเข้าใจทางภาษาและภาพ

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข มี 4 ชุดย่อย (ชุดที่ 5-8) คือ

- 5 ชุดการหาอนุกรม
- 6 ชุดทักษะการคำนวณ
- 7 ชุดการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 8 ชุดการแก้โจทย์ปัญหา

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล มี 8 ชุดย่อย (ชุดที่ 9-16) คือ

- 9 ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวกภาษา
- 10 ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวกรูปภาพ
- 11 ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษา
- 12 ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพ
- 13 ชุดอุปมาอุปไมยแบบภาษา
- 14 ชุดอุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ
- 15 ชุดการสรุปความ
- 16 ชุดการหาอนุกรมภาพ

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มี 4 ชุดย่อย (ชุดที่ 17-20)

คือ

- 17 ชุดการซ้อนภาพ
- 18 ชุดการซ้อนภาพ
- 19 ชุดการแยกภาพและประกอบภาพ
- 20 ชุดการนับลูกบาศก์และพับกล่อง

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ มี 3 ชุดย่อย (ชุดที่ 21-23)

คือ

- 21 ชุดการหาภาพเหมือน

22 ชุดการหาภาพต่าง

23 ชุดการกำหนดคู่เหมือน - คู่ต่าง

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความจำ มี 2 ชุดย่อย (ชุดที่ 24-25)
คือ

24 ชุดการจำภาพ

25 ชุดการจำสัญลักษณ์

ชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ มี 1 ชุด
ย่อย คือ

26 ชุดเติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

2. ผลการทดลองใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของ
เทอร์สไตน์

ผู้วิจัยได้นำแบบฝึกทั้ง 26 ชุดไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลัง
จากการทดลองใช้แบบฝึกแล้ว มีการทดสอบภายหลัง (posttest) แล้วนำผลการ
สอบมาวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์สรุปผลได้ดังนี้

ภายหลังจากการฝึกแล้ว นักเรียนทั้งสองกลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม แสดงว่า
การฝึกช่วยให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้
ว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นมีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นจึงนำไปทดสอบทางสถิติต่อไป

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะของ
ตัวแปร ได้แก่ การฝึก เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศของนักเรียน ตลอดจน
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสาม ผลปรากฏว่า

3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง มีความ
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่ใช้
แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ และนักเรียนในกลุ่ม
ควบคุมที่ใช้การฝึกตามคู่มือครู มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่ง
สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 1

3.2 เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แล้ว พบว่านักเรียน
ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่าง
กัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 2

3.3 เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านเพศแล้ว พบว่า นักเรียนชายและหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 3 แต่เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์แล้ว พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศ มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แสดงว่า ตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศ ส่งผลร่วมกันทำให้เกิดความแตกต่าง ส่วนตัวแปรด้านการฝึก เจตคติและเพศ ก็มีปฏิสัมพันธ์กัน แสดงว่าตัวแปรทั้งสาม ส่งผลร่วมกันทำให้เกิดความแตกต่างเช่นกัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน จำนวน 26 ชุด ซึ่งเป็นแบบฝึกที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ฝึกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แสดงว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถพัฒนาได้โดยใช้แบบฝึก ทั้ง 26 ชุดที่สร้างขึ้น และแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่าการฝึกตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี จันทรชลอ (2533 : 117) ที่พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการรู้คิด มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนตามปกติ และสอดคล้องกับ ดิลก ดิลกานนท์ (2534 : 66) ที่พบว่านักเรียนกลุ่มที่ทดลองใช้แบบฝึกทักษะการคิดมีความสามารถสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกทักษะการคิด ที่เป็นเช่นนี้เพราะแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 26 ชุดนี้ ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองตามทฤษฎีของเทอร์สโตน ซึ่งมีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ แบบฝึกทั้ง 26 ชุดนี้มีความหลากหลายและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเกิดพฤติกรรมได้ตอบและติดตามไปตลอด ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้สูงขึ้น ประกอบกับในการฝึกแต่ละชุดนั้น ผู้วิจัยได้ให้ฝึกเป็นรายบุคคลก่อน จากนั้นจึงให้ฝึกเป็นกลุ่ม ในการเข้ากลุ่มนี้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ตลอดจนการเฉลยคำตอบและการแนะแนวคิด หลักการ เหตุผล และทฤษฎี ทำให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย อีกประการหนึ่งที่มีส่วนทำให้กลุ่มนักเรียนที่ฝึกจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม คือการฝึกด้วยแบบฝึกจำนวนมากถึง 26 ชุด ในเวลาติดต่อกันทุกวัน

เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศแล้ว ปรากฏว่า ตัวแปรทั้ง 2 ด้าน ไม่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 2 และ 3 คือไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเจตคติสูง กลาง ต่ำ และระหว่างเพศหญิงกับเพศชาย แสดงว่านักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันคือ เจตคติสูง เจตคติกกลาง และเจตคติต่ำ ถึงแม้จะมีค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังการทดลองแตกต่างกันบ้าง ก็ไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับไรลีย์ (Riley, 1975 : 5152-A) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนั้นเพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ที่จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงด้วย ซึ่งข้อสรุปนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 47-48) ที่ได้ศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับตัวแปรด้านเพศก็ไม่ส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน แสดงว่าไม่ว่านักเรียนจะเป็นเพศหญิงหรือเพศชาย ก็สามารถมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เท่าเทียมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รอสส์ (Ross, 1988 : 193-204) ที่ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า เพศชาย และเพศหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาเกี่ยวกับเพศไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรแล้ว พบว่า เจตคติกับเพศส่งผลร่วมกันที่ทำให้เกิดความแตกต่าง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฝึกเจตคติและเพศ ส่งผลร่วมกันที่ทำให้เกิดความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน ที่เป็นเช่นนั้นแสดงว่าลำพังตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง ไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างได้ ต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ร่วมกันจึงจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนชายและหญิงมีจำนวนไม่เท่ากัน และมีความแตกต่างกันในด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นผลทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ส่งผลร่วมกัน ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยทั้งหมดนี้ แสดงว่าแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้อย่างมีนัยสำคัญ สมควรที่จะมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการนำแบบฝึกไปใช้ผู้ดำเนินการฝึกต้องศึกษาทฤษฎีและทำความเข้าใจแนวคิดและจุดมุ่งหมายของแบบฝึกทั้ง 26 ชุดก่อน โดยศึกษาจากคู่มือการฝึกในภาคผนวก

1.2 จากผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่ได้ส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน แต่ในทางปฏิบัติก็ควรนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความสนใจในการฝึก หรือมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้การฝึกบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ เพราะถ้านักเรียนไม่สนใจ ควบคุมนักเรียนไม่ได้ ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนหรือไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

1.3 จากผลการวิจัยพบว่า เพศไม่ได้ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการฝึกไม่จำเป็นต้องแยกเพศชายหญิงในการเข้ากลุ่ม และควรแบ่งกลุ่มในการฝึกให้มีระดับความสามารถละกันในแต่ละกลุ่ม

1.4 ควรทำการฝึกในช่วงเวลาที่นักเรียนมีความพร้อม และไม่มีตัวแปรแทรกซ้อนอื่นใด เช่น สภาพอากาศ ช่วงเวลาพักหรือใกล้เลิกเรียน เพราะจะทำให้ความตั้งใจในการฝึกลดลง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาก่อนนำแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตนไปใช้กับนักเรียนระดับต่าง ๆ ทั้งมัธยมศึกษาและประถมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรใช้ฝึกกับเพศชายหรือเพศหญิงดีกว่า จากนั้นศึกษาเจตคติร่วมด้วยว่าจะส่งผลอย่างไร และควรสุ่มให้นักเรียนชายและหญิงมีจำนวนเท่า ๆ กัน เพื่อดูผลปฏิสัมพันธ์ด้วย

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่

2.4 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ ความคงทนในการเรียนรู้สำหรับกลุ่มที่มีการฝึกโดยใช้แบบฝึกต่าง ๆ

2.5 ควรมีการศึกษากว่า แบบฝึกแบบใด ชุดใด ส่งผลต่อทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะใดมากที่สุด

2.6 ควรมีการศึกษากาการใช้แบบฝึกที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ร่วมกับตัวแปรอื่น เช่น สภาพสังคม ระดับสติปัญญาและการอบรมเลี้ยงดู เป็นต้น

มรดกวัฒนธรรม

บรรณานุกรม

- กมล หลักภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถการหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กาญจนา ลามรวัย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนะทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนะทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- กิ่งฟ้า ลินธวัช และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- จตุพล สุขะพัฒน์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ม.1 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- จรรยา สุวรรณทัต และ ดวงเดือน ศาสตรมัท. ผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในระดับชั้นต่าง ๆ. รายงานการวิจัยฉบับที่ 16 สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ : 2517.
- จารึก วิเชียรเกื้อ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดในแบบเรียนและแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- ชาณุวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- ชาญชัย ลิวตังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2521.
- เชิดศักดิ์ ไชวาลินธุ์. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2527.
- _____ . การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- เชาวน อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- เชาวลิต ชำนาญ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยชุดการเรียนมินิคอร์สกับเรียนโดยการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- โชติ เพชรชื่น. "การสอนและการสอนเพื่อคิดเป็น," การวัดผลการศึกษา. 17 : 11-18 ; กันยายน - ธันวาคม 2527.
- ญานี ทองทับ. การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- ระปะนีย์ นาคทรพร. บันทึกการค้นคว้าภาษาไทย. โรงพิมพ์กรุงเทพการพิมพ์, 2515.
- ดวงเดือน พันธุนาวิน, อรพินทร์ ชุชม และสุภาพร ลอยด์. การควบคุมอิทธิพลสื่อมวลชนของครอบครัว กับจิตลักษณะที่สำคัญ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ดิลก ดิลกานนท์. การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

- ธีระ จิตต์จนะ. การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติ. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.
- น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.
- นิตา สะเพียรชัย. "ปรัชญา และความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5(4) : 3-8 กรกฎาคม 2520.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะทางตั้งคำถามของนักเรียนในการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขตบึงพระพิมุขมหาเมฆ กรุงเทพฯ. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- นิตยา ฤทธิโยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ ① ความรู้ทางการสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ประชากร ศึกษา. 5(3) : 30-33 ; ธันวาคม 2517.
- _____. "การสอนแบบสร้างสรรค์," สารพัฒนาหลักสูตร. 44 : 17-18 ; พฤศจิกายน 2528.
- นิพนธ์ ศุขปริดี. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2525.
- นิยม ทองอดม. การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 1 เรื่อง บรรยายากศ โดยใช้แบบเรียนโมดูลกับการสอนปกติ. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

- บุญรัตน์ ศิริอาชากุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่าง ม.ศ.1 กับ ม.1 เขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- บุญเลิศ เสี่ยงสุขสันต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- เบญจมาศ จิตตานันท์. ผลของชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.
- ผกามาศ วราสุสันติกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาวัดผล. 10 : 49-51 ; มกราคม 2517.
- พัชรา เรืองรัตมี. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- พิทยาภรณ์ ดำรงกุลรัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนโมดูล กับการสอนปกติเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.
- พิศมัย ถิระแก้ว. การสร้างชุดการสอนจากหนังสือบทเรียนภาษาไทยชุดทักษะสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับโรงเรียนสตรีนันทบุรี เรื่อง สัตวภิธาน สำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- พึงใจ สันธวานนท์ และคนอื่น ๆ. โครงการสอนแบบจุลภาค ตอนที่ 1 : การจัด การสอนแบบจุลภาค. หน่วยศึกษานิเทศก์, กรมการฝึกหัดครู, 2520.

- ภานุมาศ พานารณ. การทดลองให้ชุดการสอนตามเอกัตภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัยของรัฐ. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวง, 2525.
- _____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ทบวง, 2525.
- _____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ทบวง, 2525.
- _____. ชุดการเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวง, 2525.
- มันทนา จงสุขสันติกุล. ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- ยุวดี เทียมประสิทธิ์. จิตวิทยาวัยรุ่น เอกสารประกอบการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2536.
- ยุทธนา สเลลานนท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เชิงนิมานเป็นกลาง และเชิงนิเสธที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยบทเรียนแบบโครงข่ายประกอบการเรียนกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- รัชนิ ศรีไพรวรรณ. "แบบฝึกหัดทักษะวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กแรกเรียน," ใน คู่มือครูแนวความคิดและทฤษฎีบางประการเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. หน้า 412-417. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครราชสีมา : สำนักงานศึกษาธิการเขต 11, 2517.

- ละดา ดอนหงษา. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2531. อัดสำเนา.
- ละเอียด ถิระอนันต์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการชั้นผสม สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- วนา ชลประเวศ. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติ
การทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหา
วิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- วนาถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์สำหรับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ จิต นวนแก้ว. กิจกรรมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.),
2532.
- วิภากรณ์ เตโชชัยวุฒิ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบ
เสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ศศิธร สุกธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยสำหรับระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2518. อัดสำเนา.
- ศิริวรรณ พึ่งปรีดา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพกายภาพ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยบทเรียนเทปโทรทัศน์ประกอบกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524.
โรงพิมพ์อัมรินทร์การพิมพ์, 2523.
- . หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. จงเจริญการพิมพ์,
2520.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "การใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," แบบเรียนด้วยตนเอง. 13 เล่ม. บริษัทประชาชน จำกัด, 2530.

. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. 2524. อัดสำเนา.

. เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โรงพิมพ์การศาสนา, 2520. อัดสำเนา.

. รายงานการสำรวจแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. * หน่วยทดสอบประเมินผล 5/2518. อัดสำเนา.

. ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หน่วยทดสอบประเมินผล 3(2) : 9-11 มีนาคม 2518.

. รวมบทความวิทยานิพนธ์ด้านการศึกษาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปี พ.ศ. 2514 - 2524. อัดสำเนา.

สมจิต สวอนไพบูลย์. ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สัญญา ทิพย์เสนา. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบปกติในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

สัญญา วันงาม. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในด้านของการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการตอบสนองแบบปิดบัง วิชาวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

สาคร รักบัวรุ่ง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.

สืบศักดิ์ สาธร. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกันโดยการเรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

- สุจิต เพียรชอบ และ สายใจ อินทร์พรชัย. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านนักเรียนโรงเรียนและสภาพแวดล้อมทางบ้านกับองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.
- สุปราณี แพทย์ใหญ่. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. อัดสำเนา.
- สุมาลี จันทรชลอ. ผลการฝึกทักษะการรู้คิดต่อความรวบยอด ปรินุณานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- สุมาลี พลราชภู. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูนกับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สุมาลี พิตรากุล. ความสัมพันธ์ระหว่างกิริยาร่วมทางวาทะกับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- สุวัศก์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.
- อดิศักดิ์ ภาษา. การศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนทำปฏิบัติการแบบกลุ่มอิสระ กลุ่มคละ และกลุ่มเหมือน ที่มีต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2529. อัดสำเนา.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2,
ปริญพนันท์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร, 2523. อัดสำเนา.

อรารักษ์ลักษณ์ อยู่สุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการ
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีไมซ์. ปริญา
นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2535. อัดสำเนา.

อัศวิน พรหมไสภา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ
ในวิชาเทคโนโลยีทางการสอน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง. ปริญา
นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2519. อัดสำเนา.

อาหวัง ลำนุ้ย. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
ประถมศึกษา," วารสารพัฒนาหลักสูตร. 88 ; กรกฎาคม 2532.

อุทัย ชีวะธนรักษ์. การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอน
แบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับ ป.ศศ. ปริญพนันท์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

อุทัย หนูแดง. การทดลองชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สกับนักศึกษาผู้ใหญ่แบบ
เบ็ดเสร็จ ระดับ 3 วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 4. ปริญพนันท์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
อัดสำเนา.

 American Association for the Advancement of Science. Science A Process
Approach. New York: Cometary for teacher AAAS Xerox, 1970.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 5th ed ; London: The Macmillan
company, 1982.

Anderson, H.O. "An Analysis of a Method for Improving Problem Solving
Skills Processed by College Students Preparing to Pursue Science
Teaching as Profession," Dissertation Abstracts International.
9-10 : 3332-A ; March - April, 1969.

- Allport, Gardon W. Attitude : Reading in Attitude Theory and Measurement. New York: John Wiley and Sons, 1967.
- Barnett, J.A. "Geoffrey Broughton and Thomas Greenwood," Teacher's HandBook 2. Success with English the Penquin Course. Middleses, Penquin Book Company, 1969.
- Billow, F.L. "The Teacher Work Out His Own Exercises," The Techniques of Language Teaching London. Longman: Green and Company Ltd., 1962.
- Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Educational Objectives Handbook I : Cognitive Domain. 17th ed. New York: David MacKay, 1972.
- Burns, Joseph C. and others. "Development of An Integrated Process Skill test : TIPS," Journal of Research in Science Teaching. 22(2) : 169-177 ; February, 1985.
- Butts, David. The Teaching of Science A Self Directed Planding Guide. New York: Harper & Row Publisher, 1974.
- Butzow, Long W. "The Process Learning Component of Introductory Physical Science : A pilot Study," The Journal in Education. 6(10) : October, 1971.
- Corcoran, Kathleen Anne. "Preparation of Pre-Service Teachers to Use the Case Method ; The Development and Empirical Test of an Instructional Module," Dissertation Abstracts. 35 : 4976-A ; August, 1975.
- Cudney, Shirley A. "Mediated Self-Instruction of Basic Nursing Skills," Audiovisual Instruction. 9 : 26 ; November, 1975.
- Doran, Redney l. "Measuring the Process of Science Objectives," Science Education. 62(1) : 24-25 ; January - March, 1978.

- Gable, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Attitude Towards Science and Science Teaching, and Process Skill Proficiency," Science Education. 61 : 503-511 ; October - December, 1977.
- Hassan, O.I. and Victory Y. Billes. "Relationships between Teachers' Change in Attitude toward Science and Some Professional," Journal of Research in Science Teaching. 12 : 247-253 ; July, 1975.
- Hamidah, Ahmad. "A Study of Process Skill Achievement among a Sample of High Ability Malaysian High School Graduates," Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. 6 : 19-22 ; July, 1983.
- Jaus, Harold H. "The Effects of Integrated Science Process Skill Instruction on Changing Teacher Achievement and Planning Practices," Journal of Research in Science Teaching. 12(4) : 439-477 ; 1975.
- Kolebas, Particia. "The Effect on the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students Who have Participated in Science - A Process Approach Science First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A ; 1972.
- Lewis, June E. and Irene C. Potter. The Teaching of Science in the Elementary School. 2nd ed., New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1970.
- Levin, James. Sexual Differences in Attitudes That are Hypothesized to be Related to Cognitive Performance in Secondary Science with Grade Level and Type of Science Course Considerations. Doctor's Thesis, The Pennsylvania State University, 1981.
- Ludeman, Robert R. Development of the Science Process Skills Test. Michigan : Ph.D. Thesis Michigan State University, 1974.

Molitor, Loretta L. and K.D. George. "Development of a Test of Science Process Skills," Journal of Research in Science Teaching. 13 : 405-412 ; May, 1976.

Moriber, George. "The Effect of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214-216 ; February, 1969.

Nelson, Miles A. and Engene C. Abraham. "Inquiry Skill Measure," Journal of Research in Science Teaching. 10 : 291 ; April, 1973.

Norman, John T. "Systematic Modeling versus the Learning Cycle : Comparative Effects of Integrated Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 29 : 715-727 ; September, 1992.

Okey, James R. and Ronald L. Fiel. Basic Process Skills Program. Bloomington: Indiana University, 1973.

Padilla, M.J., J.R. Okey and K. Garrard. "The Effect of Instruction on Integrated Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 21 : 277-287 ; March, 1984.

Padilla, Michael J. and others. "The Relationship Between Science Process Skill and Formal Thinking Abilities," Journal of Research in Science Teaching. 20 : 239-246 ; March, 1983.

Perez, Carolina V. "The Development and Evaluation of a Test of Science Process for Use in the Philippines," Dissertation Abstracts International. 39(6) : 3496-A ; December, 1978.

Petty, Green. "Language Workbook and Practices Material," Developing Language Skills in the Elementary School. New York: Allyn and Bacon, 1968.

Quinn, Marry Ellen and Kenneth D. George. "Teaching Hypothesis Formation," Science Education. 59 : 289-296 ; July-September, 1975.

- Riley, Josept Philip. "The Effect of Science Process Traning on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understandind of Science, Attitudes Towards Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 : 5152-A ; February, 1975.
- River, Willga M. Teaching Foreing Language Skills. The University of Chicaco Press, 1970.
- Robinson, Richard Wayne. "The Development of Item Which Asscess the Process of Controlling Variables and Interpreting Data," Dissertation Abstracts International. 35(3) : 1522-A ; September, 1974.
- ✓ Ross, John A. "Sex-Test Interactions in the Measurement of an Integrated Process Skill," Research in Science and Technological Education. 6 : 193-204 ; 1988.
- ^ Scharmann, Lawrence C. "Developmental Influences of Science Process Skill Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 26 : 715-726 ; November, 1989.
- Selim, Mohamed Ahed Mahamed. "The Effect of discovery and Expository Teaching on Science Achievement and Science Attitude of Male and Female First Grade Student in Egypt," Dissertation Abstracts Intermtional. 4 : 3001-A ; January, 1982.
- Stevens, Truman J. and Ronald A. Atwood. "Interest Scores as Predictors of Science Process Performance for Junior High Students," Science Education. 62 : 303-308 ; July - September, 1978.
- † Strawitz, Barbara M. "The Effects of Testing on Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 26 : 659-664 ; November, 1989.
- Sund, Robert B. and A.J. Picard. Behavioral Objectives and Evaluational Measure : Science and Mathematics. Ohio: Charles E. Merrill, 1972.

- Sund, Robert B. and Lellie W. Trobridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio: Charles E. Merrill, 1967.
- *Tobin, Kenneth G. and W. Capie. "Relationships between Formal Reasoning Ability, Locus of Control, Academic Engagement and Integrated Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 19 : 113-121 ; February, 1982.
- Thomas Long, Richard. "Programmed Instruction Versus Lecturing in a Guided Design Education System Format," Dissertation Abstracts International. 35 : 1963-A ; October, 1974.
- Thurstone, L.L. Attitude Theory and Measurement. New York: John Wiley and Sons, 1964.
- Triandis, Harry C. Attitude and Attitude Change. New York: John Wiley and Sons, 1971.
- Vanek, F.A.P. "A comparative Study of Selected Science Teaching Material (EES) and a Textbook Approach on Classifying," Abstract International. 35 : 1522-A ; September, 1974.
- Vanex, Eugenia Poporad and John J. Motean. "The Effect of Two Science Programs (ESS and LAIDLAW) on Student Classification Skills, Science Achievement and Attitudes," Journal of Research in Science Teaching. 14(1) : 57-62 ; January, 1977.
- Weber, M.C. "The Influence of Science Curriculum Improvement Study on the Hearer's Operational Utilization of Science Processes," Dissertation Abstract International. 32 : 3582-A ; 1972.
- Widden, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science - A Process Approach," Dissertation Abstracts. 32 : 3582-A ; January, 1973.

ภาคผนวก

คู่มือการใช้แบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของ เทอร์สไตอน ประกอบด้วยสมรรถภาพทางสมอง 7 ด้าน รวมแบบฝึกย่อยทั้งหมด 26 ชุด ดังนี้

1.1 สมรรถภาพด้านภาษา

1.1.1 ชุดการหาคำตรงข้าม

1.1.2 ชุดการหาความหมายใกล้เคียง

1.1.3 ชุดการหาศัพท์สัมพันธ์

1.1.4 ชุดความเข้าใจทางภาษาและภาพ

1.2 สมรรถภาพด้านตัวเลข

1.2.1 ชุดการหาอนุกรม

1.2.2 ชุดทักษะการคำนวณ

1.2.3 ชุดการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.2.4 ชุดการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 สมรรถภาพด้านเหตุผล

1.3.1 ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวกภาษา

1.3.2 ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวกรูปภาพ

1.3.3 ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษา

1.3.4 ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพ

1.3.5 ชุดอุปมาอุปไมยแบบภาษา

1.3.6 ชุดอุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ

1.3.7 ชุดการสรุปความ

1.3.8 ชุดการหาอนุกรมภาพ

1.4 สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์

1.4.1 ชุดการซ้อนภาพ

1.4.2 ชุดการซ้อนภาพ

1.4.3 ชุดการแยกภาพและประกอบภาพ

1.4.4 ชุดการนับลูกบาศก์และพับกล่อง

1.5 สมรรถภาพด้านการรับรู้

1.5.1 ชุดการหาภาพเหมือน

1.5.2 ชุดการหาภาพต่าง

1.5.3 ชุดการกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่าง

1.6 สมรรถภาพด้านความจำ

1.6.1 ชุดการจำภาพ

1.6.2 ชุดการจำสัญลักษณ์

1.7 สมรรถภาพด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ

1.7.1 ชุดเติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

2. แบบฝึกชุดนี้ บางชุดย่อยจะมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แต่ละชุดจะมีข้อกระทง 10 ข้อ แต่ละข้ออาจจะเป็นภาษาหรือรูปภาพสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมของแต่ละชุด บางชุดก็ให้หาคำตอบด้วยตนเองตามคำที่แจງของชุดย่อยโดยไม่มีตัวเลือก

3. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกสำหรับฝึกนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกด้วยตนเองก่อน จากนั้นจึงให้ฝึกเป็นกลุ่มภายหลัง

4. การดำเนินการฝึกสามารถฝึกนักเรียนในชั้นเรียนหรือภายนอกชั้นเรียนก็ได้ ตามความเหมาะสมโดยจัดสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมเพื่อให้ นักเรียนได้มีสมาธิในการฝึก

5. การดำเนินการฝึกจะต้องเริ่มจากการชี้แจงให้นักเรียนผู้ฝึกทุกคนเข้าใจแนวคิดแต่ละสมรรถภาพก่อน แล้วบอกจุดมุ่งหมายของการฝึกแต่ละสมรรถภาพ ตลอดจนกิจกรรมที่จะต้องฝึก จากนั้นจึงเริ่มทำการฝึก โดยเรียงลำดับแต่ละชุดภายในสมรรถภาพเดียวกันจนครบทุกชุดแล้วจึงเริ่มฝึกสมรรถภาพต่อไป

6. ในการฝึกให้แจกแบบฝึกให้นักเรียนเป็นรายบุคคล คนละ 1 ฉบับ จากนั้นให้ผู้ดำเนินการฝึกอธิบายวิธีการปฏิบัติตามคำชี้แจงของแต่ละแบบฝึก เมื่อเข้าใจวิธีการแล้ว จึงให้นักเรียนลงมือทำแบบฝึกได้ โดยใช้เวลาฝึกชุดละ 5 นาที ในขณะที่นักเรียนกำลังฝึกอยู่ ห้ามนักเรียนปรึกษากัน หรือห้ามบุคคลอื่นใดรบกวนสมาธิของนักเรียน

7. เมื่อนักเรียนฝึกเสร็จแล้ว จากนั้นให้ผู้ดำเนินการฝึกแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 4-6 คน (ตามความเหมาะสมของจำนวนนักเรียนในชั้น) โดยให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม แล้วอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกันเป็นคำตอบของกลุ่ม โดยใช้เวลาในการฝึกเป็นกลุ่มประมาณ 8-10 นาที ผู้ดำเนินการฝึกควรจะแนะนำให้นักเรียนอย่าเปลี่ยนคำตอบของตนเองในการหาคำตอบของกลุ่มเพื่อที่นักเรียนจะได้ประเมินความสามารถที่แท้จริงของตนเองได้

8. เมื่อได้คำตอบของกลุ่มแล้ว ให้ผู้ดำเนินการฝึกเฉลยคำตอบเพื่อให้
นักเรียนทุกคนได้ตรวจสอบคำตอบของตนเองและของแต่ละกลุ่มโดยการอภิปรายร่วม
กัน เพื่อให้นักเรียนหาแนวทางในการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้เวลาในการฝึก
ส่วนนี้ประมาณ 5 นาที

8. เวลาที่ใช้ในการฝึก ให้ผู้ดำเนินการฝึก ฝึกนักเรียนสัปดาห์ละประมาณ
3 วัน วันละประมาณ 1-2 ชุด โดยใช้เวลาฝึกชุดละประมาณ 20-25 นาที

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านภาษา

(ชุดที่ 1-4)

<u>แนวคิด</u>	สมรรถภาพทางสมองด้านภาษา เป็นความสามารถในการเข้าใจ ความหมายของคำศัพท์ ของข้อความ อ่านจับใจความสำคัญของ เรื่องราวได้ แปลความหมาย ให้ความหมาย ดีความและวิเคราะห์ ความสำคัญของข้อความ คำประพันธ์ บทสนทนา เรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษาได้ ติดต่อสื่อสารโดยใช้ภาษา และรู้ซึ่งในด้านภาษา ผู้ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านภาษานี้ จะสามารถพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ใน 4 ทักษะคือ ทักษะการจัด กระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป
<u>จุดมุ่งหมาย</u>	เพื่อฝึกความสามารถในด้านการแปลความหมาย การหาความหมาย ไกล่เคียง การหาความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์ระหว่างคำต่าง ๆ ความเข้าใจทางภาษาและภาพ
<u>กิจกรรม</u>	การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านภาษานี้ มีกิจกรรม 4 ชุดย่อย คือ ชุดที่ 1 การหาคำตรงข้าม ชุดที่ 2 การหาความหมายใกล้เคียง ชุดที่ 3 การหาคำพ้องสัมพันธ์ ชุดที่ 4 เข้าใจทางภาษาและภาพ

แบบฝึกชุดที่ 1 การหาคำตรงข้าม

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี ⁴ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาคำตรงข้ามนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในด้านการแปลความหมายของคำศัพท์ทางภาษาในทิศทางตรงข้าม แทนการแปลความหมายตรง ๆ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

ให้หาคำที่มีความหมายตรงข้ามกับคำที่กำหนดให้

(๑) เพิ่ม

1. หด 2. ย่อ 3. ลด 4. ~~เพิ่ม~~ ⁴ 5. ลบ

จะเห็นว่า "เพิ่ม" ตรงข้ามกับ "ลด" จึงไปวงกลมล้อมรอบตัวเลือก 3

เป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำที่แจ่ม ให้หาคำที่มีความหมายตรงข้ามกับคำที่กำหนดให้

1. ร่าเริง
 1. สุขุม 2. เฉื่อยชา 3. เจ็บเหงา 4. เฉยเมย 5. หิมีเซา
2. ต่ำหนิ
 1. ชมเชย 2. ขกย่อง 3. สรรเสริญ 4. เชิดชู 5. ขกยอ
3. อนุรักษ
 1. สูญหาย 2. ทำลาย 3. หมดยุค 4. ลดลง 5. สืบสาน
4. เข้มแข็ง
 1. อ่อนโยน 2. โอนอ่อน 3. ผ่อนปรน 4. อ่อนแอ 5. ค้อนแอ่น
5. อุดมสมบูรณ์
 1. ยัดคัด 2. ก้นดาร์ 3. แห้งแล้ง 4. ลำบาก 5. ฝืดเคือง
6. รอบคอบ
 1. ประมาท 2. เลินเล่อ 3. เฟล 4. สะเพร่า 5. หลงลืม
7. เฉื่อยชา
 1. รวดเร็ว 2. คึกคัก 3. รวบรวม 4. ปราดเปรื่อง 5. คล่องแคล่ว
8. รุ่งโรจน์
 1. ลำบาก 2. ต่ำต้อย 3. ย่ำแย่ 4. ตกอับ 5. อับจน
9. เล็กน้อย
 1. ยิ่งใหญ่ 2. ใหญ่โต 3. มากไซ 4. หลากหลาย 5. เหลือเฟื้อ
10. มีดมืด
 1. สว่างจ้า 2. กระจาง 3. ชัดเจน 4. แจ่มแจ้ง 5. สดใส

แบบฝึกชุดที่ 2 การหาความหมายใกล้เคียง

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี ~~5~~⁴ ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาความหมายใกล้เคียงนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในด้านการหาความหมายของคำจากที่กำหนดให้ ให้มีความหมายใกล้เคียงความเป็นจริง และถูกต้องมากที่สุด ดังตัวอย่างในข้อ (๑)
ให้หาคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้
(๑) เกลียด
1. โกรธ 2. ชัง 3. เปื้อน 4. หน่าย 5. เมิน
จะเห็นว่า "เกลียด" มีความหมายใกล้เคียงกับ "ชัง" จึงไปวงกลมล้อมรอบตัวเลือก 2 เป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้หาคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้

1. ทรพี

1. ทวยศ 2. เนรคุณ 3. หักหลัง 4. คดโกง 5. หลอกลวง

2. ผัด

1. ปิ้ง 2. ย่าง 3. ทอด 4. รวน 5. ลวก

3. รอบคอบ

1. เขือกเย็น 2. สำรวม 3. สุขุม 4. ทบทวน 5. ยั้งคิด

4. ปกปิด

1. ลึกลับ 2. มิดชิด 3. มิดมิด 4. แฝงกาย 5. ซ่อนเร้น

5. เฮฮา

1. ตึกตัก 2. รื่นเริง 3. บั่นเท็ง 4. ครั่นเครง 5. รื่นรมย์

6. เฉือน

1. แล่ 2. ฉีก 3. สับ 4. เลื่อย 5. ตัด

7. กู้

1. ผิด 2. ท้อ 3. มน 4. ด้าน 5. หด

8. มั่งมี

1. ร่ำรวย 2. เหลือเฟื้อ 3. มีกิน 4. มากล้น 5. ไฉฉ่ำ

9. อรุณรุ่ง

1. แดดดอก 2. เบิกฟ้า 3. ฟ้าสว่าง 4. เข้าตรู่ 5. สาดแสง

10. หงอยเหงา

1. ซึมเซา 2. ห่อเหี่ยว 3. หม่นหมอง 4. ว่างเปล่า 5. เศร้าสร้อย

แบบฝึกชุดที่ 3 การหาศัพท์สัมพันธ์

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาศัพท์สัมพันธ์นี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการหาความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างคำต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยเลือกคำที่มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องสอดคล้องกันมากที่สุด ดังตัวอย่างในข้อ (๑)
ให้หาคำที่มีความสัมพันธ์กับคำที่กำหนดให้
(๑) หวี
1. ไวร้ 2. กีบ 3. ปิ่น 4. ผม 5. น้ำมัน
จะเห็นว่า "หวี" มีความสัมพันธ์กับ "ผม" มากที่สุด จึงไปวงกลมล้อมรอบตัวเลือก 4 เป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำที่แจ่ม ให้หาคำที่มีความสัมพันธ์กับคำที่กำหนดให้

1. ตา

1. สวย 2. งาม 3. ดู 4. เห็น 5. ชัด

2. หวาน

1. ลิ้น 2. ปาก 3. รส 4. อร่อย 5. ชม

3. ซอเล็ก

1. ผู้สอน 2. ผู้เรียน 3. นักเรียน 4. แปรงลบ 5. กระดานดำ

4. คนป่วย

1. ยา 2. คลินิก 3. แพทย์ 4. พยาบาล 5. โรงพยาบาล

5. ยุติธรรม

1. ครู 2. ตัดสิน 3. กฎหมาย 4. บวีสุทธิ์ 5. ผู้พิพากษา

6. ลอย

1. เบาล 2. ล่อน 3. ลม 4. ขาง 5. น้ำหนัก

7. ห้อย

1. ตั้ง 2. ไหว 3. ยาม 4. ก้อง 5. ระทึก

8. ร้อน

1. ไฟ 2. พลังงาน 3. แสงสว่าง 4. อุณหภูมิ 5. ดวงอาทิตย์

9. หัก

1. หยา 2. จม 3. แข็ง 4. แน่น 5. มาก

10. นักปฎิบัติ

1. คิด 2. คำนวณ 3. ศึกษา 4. ค้นคว้า 5. เรียบเรียง

แบบฝึกชุดที่ 4 เข้าใจทางภาษาและภาพ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดความเข้าใจทางภาษาและภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกความสามารถในการใช้ภาษา การใช้คำที่ถูกต้อง ความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างคำต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยเติมคำในประโยคให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ ตลอดจนการแปลความ ตีความ และขยายความจากภาพได้ถูกต้อง
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงส่งให้ลงมือฝึกได้

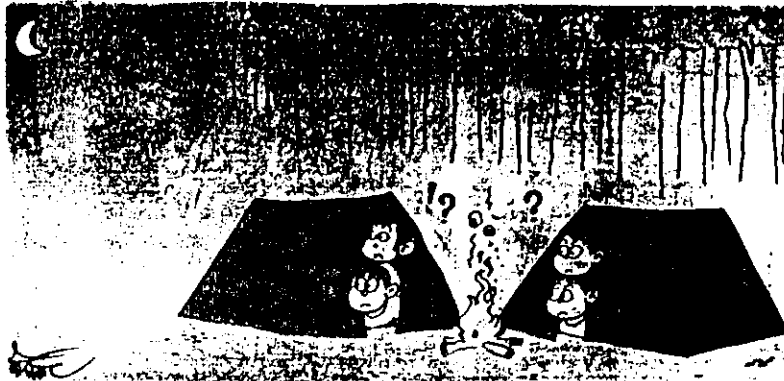
ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากข้อ 1-6 ให้เติมคำหรือข้อความในช่องว่างให้ได้ประโยค
ที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

1. การจราจรในกรุงเทพมหานครติดขัดมากจนเกือบเป็น _____ แล้ว
 1. จราจร
 2. อัมพาต
 3. อุปสรรค
 4. ปัญหาใหญ่
 5. วิกฤตการณ์
2. ฝ่ายค้านนัดเจรจากันอย่างลับ ๆ กับฝ่ายรัฐบาลในที่ _____
 1. เปลี่ยว
 2. โศภาร
 3. วโหราน
 4. มโหฬาร
 5. ใหญ่โตสมเกียรติ
3. ในที่สุดเขาก็ _____ ตายเพราะไม่มีเฮโรอีนให้เสพ
 1. อด
 2. หิว
 3. ผอมโซ
 4. ลงแดง
 5. อับเฉา
4. พระรูปนั้นจากไปเพราะไม่มีใคร _____ อีกต่อไปแล้ว
 1. นิยม
 2. ยกย่อง
 3. ศรัทธา
 4. ยึดมั่น
 5. เคารพ
5. พม่า _____ ข้อเสนอของไทยในเรื่องปัญหาพรมแดน
 1. ปฏิเสธ
 2. หลีกเลียง
 3. คัดค้าน
 4. ข่ายเบี่ยง
 5. ยินยอม
6. นักเรียนที่สอบเข้ามหาวิทยาลัยได้เปิดเผย _____ ในการเตรียมสอบ
 1. วิธีการ
 2. เคล็ดลับ
 3. รูปแบบ
 4. เทคนิค
 5. กลวิธี

คำชี้แจง ให้ใช้ภาพ 1 ตอบคำถามข้อ 7-8, ภาพ 2 ตอบคำถามข้อ 9-10

ภาพ 1



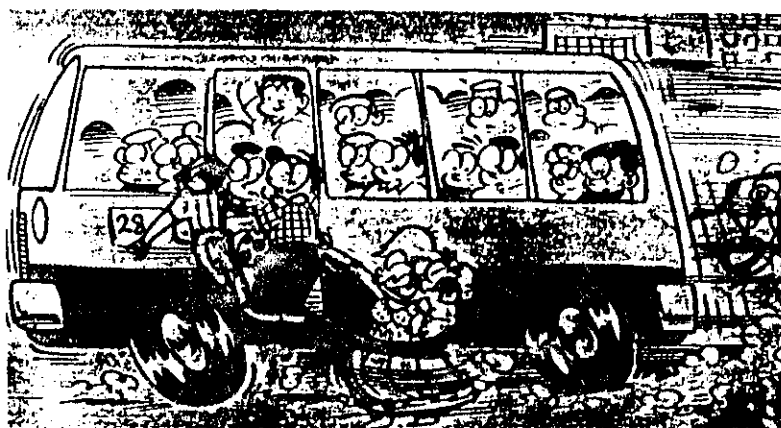
7. เหตุการณ์นี้ควรเกิดที่ใด

1. ริมน้ำ
2. ในป่า
3. ในสนามหญ้า
4. กลางสวนสาธารณะ
5. ใจกลางเมืองหลวง

8. ลักษณะอากาศน่าจะเป็นอย่างไร

1. ร้อน
2. ลมเย็น
3. แห้งแล้ง
4. หนาวจัด
5. กำลังสบาย

ภาพ 2



9. ภาพนี้ควรใช้ประกอบเรื่องอะไร

1. สิ่งแวดล้อม
2. การคมนาคม
3. เทคโนโลยี
4. การท่องเที่ยว
5. ภาวะเศรษฐกิจ

10. ความสัมพันธ์คู่ใดมีความหมายสอดคล้องกับภาพ

1. รถ-คน
2. คน-งาน
3. การจราจร-ความปลอดภัย
4. เศรษฐกิจ-การท่องเที่ยว
5. ความเจริญ-สิ่งแวดล้อม

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข
(ชุดที่ 5-8)

แนวคิด

สมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน มีทักษะในการใช้เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวเลขได้ลึกซึ้ง ถูกต้อง ผู้ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลขนี้ จะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ใน 4 ทักษะคือ ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการพยากรณ์

จุดมุ่งหมาย

เพื่อฝึกความสามารถในด้านการหาความสัมพันธ์ของระบบ ตัวเลข ความคล่องแคล่วรวดเร็วในการบวก ลบ คูณ หาร ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในการแปลความ ตีความ ขยายความ การคิดหาเหตุผล ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กิจกรรม

การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลขนี้ มีกิจกรรม 4 ชุดย่อย คือ

ชุดที่ 5 การหาอนุกรม

ชุดที่ 6 ทักษะการคำนวณ

ชุดที่ 7 การหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชุดที่ 8 การแก้โจทย์ปัญหา

แบบฝึกชุดที่ 5 การหาอนุกรม

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
 2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบให้หาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด เพียงคำตอบเดียว ด้วยตนเอง โดยไม่มีตัวเลือกให้
 3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาอนุกรมนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในด้านตัวเลข โดยให้หาความสัมพันธ์ของระบบตัวเลข ว่าชุดของตัวเลขที่กำหนดมาให้ เรียงกันอย่างไร ซึ่งมีกฎเกณฑ์ต่าง ๆ กันไป เมื่อค้นหาความสัมพันธ์ของระบบตัวเลขได้แล้ว ก็จะหาตัวเลขถัดไปหรือที่เว้นว่างไว้ได้ว่าเป็นตัวเลขหรือจำนวนใด ตั้งตัวอย่างในข้อ (0)
- (0) 1 3 5 7 ----
- จะเห็นว่า ตัวเลขถัดไปคือ 9 เพราะชุดของตัวเลขที่ให้มาเพิ่มขึ้นทีละ 2
- 9 จึงเป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้หาตัวเลขหรือจำนวนที่อยู่ถัดไปหรือที่เว้นว่างไว้

1)	3	4	6	9	----	
2)	4	9	----	19	24	
3)	74	68	63	59	----	
4)	31	30	28	----	21	
5)	2	4	8	----	32	
6)	2	10	----	120	240	
7)	243	81	27	----	3	
8)	125	25	5	----	$\frac{1}{5}$	
9)	2	3	5	7	8	----
10)	17	----	12	15	7	10

แบบฝึกชุดที่ 6 ทักษะการคำนวณ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบให้หาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด เพียงคำตอบเดียว ด้วยตนเอง โดยไม่มีตัวเลือกให้
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดทักษะการคำนวณนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในด้านตัวเลข โดยวัดความชำนาญ ความคล่องแคล่ว รวดเร็วในการใช้การกระทำ (operations) ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบวก ลบ คูณ และหาร เป็นต้น ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

$$(๑) \quad 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = ?$$

จะเห็นว่า ผลรวมเท่ากับ 15 เป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้หาคำตอบที่ถูกต้อง

$$1) \quad 7 + 8 + 10 + 15 + 30 = ?$$

$$2) \quad 191 - 11 - 22 - 33 - 44 = ?$$

$$3) \quad (27 + 63) - (53 - 12) = ?$$

$$4) \quad 1 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 = ?$$

$$5) \quad (1080 \div 9) \div 15 = ?$$

$$6) \quad \left(\frac{8}{9} \times \frac{3}{64} \right) \div \frac{1}{3} = ?$$

$$7) \quad (11.25 - 3.50) + 2.25 = ?$$

$$8) \quad \frac{1}{15} + \frac{2}{30} - \frac{1}{45} = ?$$

$$9) \quad \frac{2.17 \times 3.44}{0.28} = ?$$

$$10) \quad \left(\left(\frac{25}{81} \times \frac{6}{125} \right) \div \frac{2}{9} \right) + \left(\frac{4}{15} \times \frac{1}{2} \right) = ?$$

แบบฝึกชุดที่ 7 การหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์นี้ เป็นแบบที่ให้นักเรียนสามารถหาทางคณิตศาสตร์ โดยไม่ได้มุ่งในการคำนวณ แต่ต้องการทราบวิธีการ ขั้นตอนของการคำนวณ หลักการทางคณิตศาสตร์ ต้องการวัดความเข้าใจในการแปลความ ตีความ การค้นหาเหตุผล ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

(๑) กรณีใดมีความหมายเป็นบวก ?

1. จ่ายค่าเช่าบ้าน 1,000 บาท
2. แบ่งขนมให้เพื่อนเท่า ๆ กัน
3. น้องยืมเงินไป 30 บาท
4. แม่ให้เงินเพิ่มอีก 50 บาท
5. ช่วยกันออกเงินค่าอาหารกลางวัน

จะเห็นว่าการได้เงินเพิ่ม ก็มีความหมายเหมือนกับการบวก จึงไปวงกลมล้อมรอบตัวเลือก 4

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้หาคำตอบที่ถูกต้อง

1. กรณีใดมีความหมายเป็นลบ
 1. ลูกหนี้ชำระเงินมาใช้ 50 บาท
 2. เลือแฟงกว่าเดิม 2 เท่า
 3. ปีนีเงินเดือนไม่ได้ขึ้น
 4. วันนี้ขายขนมได้เท่าเมื่อวาน
 5. เมื่อวานทำเงินหายไป 100 บาท
2. กรณีใดมีความหมายคล้ายกับคำว่า "กำไร" ?
 1. ซื้อมากขายน้อย
 2. ซื้อมากขายมาก
 3. ซื้อน้อยขายมาก
 4. ซื้อน้อยขายน้อย
 5. ซื้อจำกัดขายไม่จำกัด
3. "นักเรียนสอบคัดเลือกได้ 75 % ของจำนวนที่ต้องการ" มีความหมายว่าอย่างไร ?
 1. ถ้าต้องการ 100 คน นักเรียนสอบได้ 75 คน
 2. ถ้าต้องการ 100 คน นักเรียนสอบได้ 25 คน
 3. ถ้าต้องการ 175 คน นักเรียนสอบได้ 75 คน
 4. ถ้าต้องการ 175 คน นักเรียนสอบได้ 100 คน
 5. ถ้าต้องการ 75 คน นักเรียนสอบได้ 100 คน
4. กรณีใดไม่ถูกต้อง ?
 1. $1 : 3 = 2 : 6$
 2. $2 : 5 = 6 : 15$
 3. $3 : 4 = 9 : 12$
 4. $3 : 7 = 9 : 24$
 5. $4 : 9 = 12 : 27$

5. สมศักดิ์มีเงิน A บาท คุณแม่ให้มาอีกเป็นจำนวนน้อยกว่าที่มีอยู่ B บาท
ดังนั้นสมศักดิ์จะมีเงินทั้งหมดกี่บาท

1. $A - B$ บาท
2. $A + A - B$ บาท
3. $A + A + B$ บาท
4. $B + B + A$ บาท
5. $B + B - A$ บาท

6. ถ้า $x = \frac{y}{z}$ แล้ว และ y, z เป็นจำนวนเต็มบวก ค่า x จะเพิ่ม

ขึ้นในการใด

1. y เพิ่ม และ z ลดลง
2. y เพิ่ม และ z เพิ่มขึ้น
3. y ลดลง และ z ลดลง
4. y ลดลง และ z เพิ่มขึ้น
5. y คงที่ และ z เปลี่ยน

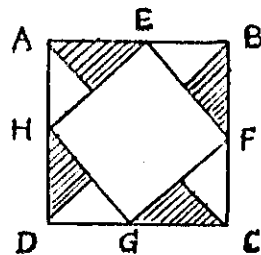
7. มีเงิน 100 บาท ได้มาเพิ่ม y บาท และซื้อของไป z บาท จะมีเงินเหลือกี่บาท

1. $100 - yz$
2. $100 - (y + z)$
3. $100 - y + z$
4. $100 + y + z$
5. $100 + y - z$

8. กรณใดกล่าวไม่ถูกต้อง

1. ดินสอ 7 แท่ง มีจำนวนมากกว่าดินสอครึ่งโหล
2. น้ำ 2 ลิตร มีปริมาณน้อยกว่าน้ำ 1 แกลลอน
3. คนสูง 6 ฟุต สูงกว่าคนสูง 150 เซนติเมตร
4. ผัก 350 กรัม น้หนักเท่ากับผัก 3 กิโลกรัม
5. จอบยาว 1 เมตร ยาวกว่าจอบยาว 1 หลา

9.



จากรูป ส่วนที่แรเงามีพื้นที่เท่าไร

1. $\frac{1}{2}$ ของสี่เหลี่ยม ABCD

2. $\frac{1}{4}$ ของสี่เหลี่ยม ABCD

3. $\frac{1}{6}$ ของสี่เหลี่ยม ABCD

4. $\frac{1}{4}$ ของสี่เหลี่ยม EFGH

5. $\frac{1}{6}$ ของสี่เหลี่ยม EFGH

10. กรณีใดที่เครื่องหมายไม่ถูกต้อง

1. $0.27 < 1.02$

2. $\frac{3}{4} = 0.75$

3. $0.65 > \frac{4}{5}$

4. $0.15 \neq 0.51$

5. $13 > \frac{25}{2}$

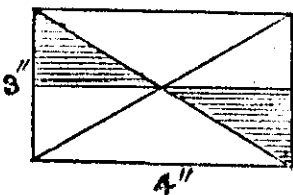
แบบฝึกชุดที่ 8 การแก้โจทย์ปัญหา

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบให้คำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด เพียงคำตอบเดียว ด้วยตนเอง โดยไม่มีตัวเลือกให้
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการแก้โจทย์ปัญหานี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการคิดคำนวณจากโจทย์คณิตศาสตร์ ลักษณะของโจทย์ที่กำหนดให้มักจะเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินไปนัก ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่สามารถนำหลักคณิตศาสตร์พื้นฐานไปแก้ปัญหาได้ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)
 (๑) นักเรียนห้องหนึ่งมี 40 คน สอบคณิตศาสตร์ผ่าน 80 %
 มีนักเรียนสอบตกกี่คน
 จะเห็นว่า มีผู้สอบตก 8 คน เพราะสอบผ่าน 80 % ของ 40 คน มีจำนวนเท่ากับ 32 คน ดังนั้นนักเรียนสอบตกจึงมีเท่ากับ 40-32 คน เหลือ 8 คน
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้หาคำตอบที่ถูกต้อง

1. ผลบวกของด้านประกอบมุมฉากของ Δ รูปหนึ่งเป็น 10 นิ้ว ความยาวของด้านทั้ง 2 มีอัตราส่วนเป็น 2 : 3 สามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด ?
2. มีถังนม 2 ถัง จุ 4 ลิตร และ 5 ลิตรตามลำดับ ถ้าต้องการตวงนมในอ่างให้ได้ 3 ลิตร จะต้องตักอย่างน้อยกี่ครั้ง
3. นักเรียน 3 คน ห่อขนม 3 ห่อเสร็จในเวลา 3 นาที ถ้ามีขนม 30 ห่อนักเรียน 3 คนนี้ จะต้องใช้เวลาห่อกี่นาที
4. นาย ก. มีเงินน้อยกว่า นาย ข. ร้อยละ 10 ดังนั้น นาย ข. มีเงินมากกว่า นาย ก. กี่เปอร์เซ็นต์
5. จากเวลาก่อนเที่ยงวัน 20 นาที จนถึงหลัง 17 นาฬิกา 15 นาที รวมเป็นเวลาเท่าไร
6. พี่และน้องมีอายุรวมกัน 27 ปี พี่แก่กว่าน้อง 3 ปี น้องมีอายุเท่าไร
7. ธวัชมีเงินเป็น 2 เท่าของวจิ วจมีเงินเป็น $\frac{1}{3}$ ของศิริ ถ้าศิริมีเงิน 60 บาท ดังนั้นธวัชมีเงินกี่บาท
8.  จากรูป ส่วนที่แรเงามีพื้นที่เท่าใด ?
9. ซื้อปากกามาไหลละ 48 บาท ขายไปด้ามละ 5 บาท จะได้กำไร ร้อยละเท่าไร
10. สนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแห่งหนึ่งมีพื้นที่ 300 ตารางวา ถ้ามีด้านหนึ่งยาว 30 เมตร สนามแห่งนี้จะมีด้านอีกด้านหนึ่งยาวกี่เมตร

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล

(ชุดที่ 9-16)

แนวคิด

สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล เป็นความสามารถในการคิด หา เหตุผล ความสำคัญและความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน สามารถจัด ประเภท แยกประเภทในเชิงอุปมาอุปไมยได้ถูกต้อง ใ้พิจารณา ตัดสินใจสรุปความจากเหตุการณ์หรือเรื่องราวได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล ผู้ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผลนี้ จะสามารถพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ใน 8 ทักษะคือ ทักษะ การวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการ พยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการ ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จุดมุ่งหมาย

เพื่อฝึกความสามารถในด้านการจำแนกแยกแยะประเภทต่าง ๆ ทั้งที่ เป็นภาษาและรูปภาพ ทั้งการจัดเข้าพวกและไม่เข้าพวก การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์เชิงเปรียบเทียบทั้งภาษาและรูปภาพ การสรุปหาข้อยุติ โดยให้เหตุผลทางภาษาและตรรกวิทยาและการมองความสัมพันธ์ของ ภาพ

กิจกรรม

- การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผลนี้ มีกิจกรรม 8 ชุดย่อย คือ
- ชุดที่ 9 การจัดประเภทแบบเข้าพวกภาษา
 - ชุดที่ 10 การจัดประเภทแบบเข้าพวกรูปภาพ
 - ชุดที่ 11 การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษา
 - ชุดที่ 12 การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพ
 - ชุดที่ 13 อุปมาอุปไมยแบบภาษา
 - ชุดที่ 14 อุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ
 - ชุดที่ 15 การสรุปความ
 - ชุดที่ 16 การหาอนุกรมภาพ

แบบฝึกชุดที่ 9 การจัดประเภทแบบเข้าพวภาษา

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวภาษานี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน มีหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน โดยกำหนดกลุ่มคำทางภาษามาให้ ให้ผู้ฝึกพิจารณาว่ามีคำใดอีกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับคำที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

(๑) ปลาตูก ปลาช่อน ปลาหมอ ?

1. ปลาทู
2. ปลานิล
3. ปลาเก๋า
4. ปลากระพง
5. ปลาจะระเม็ด

- จะเห็นว่าข้อ "ปลานิล" เป็นปลาที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับคำที่กำหนดให้ เพราะเป็นปลาน้ำจืดเหมือนกัน ตัวเลือก 2 จึงเป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

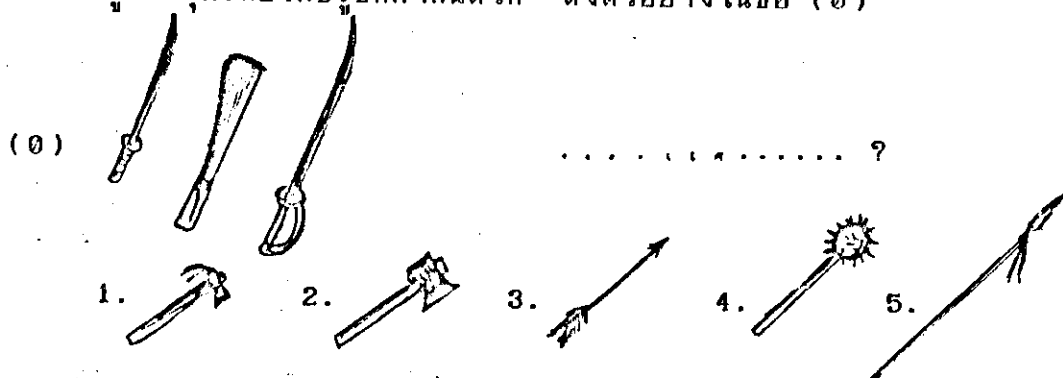
คำชี้แจง จากตัวเลือก 1-5 ให้พิจารณาว่ามีคำใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มคำที่กำหนดให้

1. มีด คาน หอก ?
1. ข้อน 2. คราด 3. เลื่อย 4. ธนู 5. กรรไกร
2. วิทยุ พัดลม โทรทัศน์ ?
1. เตารีด 2. รถยนต์ 3. เครื่องครัว 4. กุญแจ
5. เครื่องปรับอากาศ
3. มะลิ กุหลาบ จาปี ?
1. ขานขึ้น 2. เฟื่องฟ้า 3. ชบา 4. ราชวี 5. ขานไม่รู้โรย
4. ปิ่น ร่อน ลอย ?
1. เบา 2. เหนียว 3. ล่อง 4. แล่น 5. กระพือ
5. บ้าน กระตอม เรือน ?
1. วัด 2. วัง 3. เฝิง 4. ศาลา 5. คฤหาสน์
6. ยุง แมลงสาบ แมลงวัน ?
1. ผึ้ง 2. หนอน 3. แมงมุม 4. ผีเสื้อ 5. ตะขาบ
7. นิ้ว ฟุต เมตร ?
1. คืบ 2. ลิตร 3. ปอนด์ 4. ลูกบาศก์ 5. กิโลกรัม
8. มะยม มะนาว มะกรูด ?
1. มะตูม 2. มะม่วง 3. มะกอก 4. มะละกอ 5. มะพร้าว
9. กบ เขียด อึ่งอ่าง ?
1. จิ้งจก 2. จิ้งเหลน 3. คางคก 4. เต่า 5. จระเข้
10. ลิเก โขน ลำตัด ?
1. หมอลำ 2. ดนตรี 3. หุ่นกระบอก 4. ภาพยนตร์
5. หนังตะลุง

แบบฝึกชุดที่ 10 การจัดประเภทแบบเข้าพวงรูปภาพ

คำชี้แจง

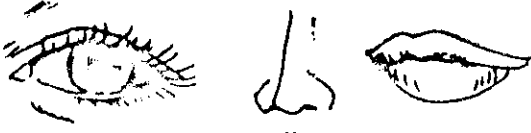
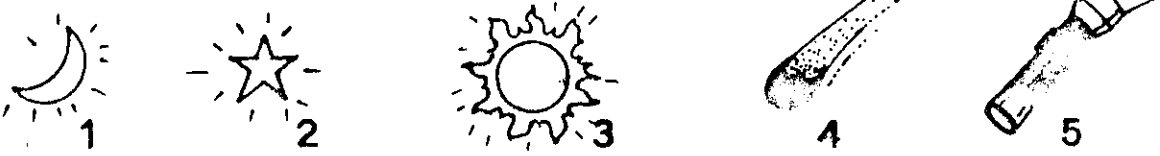
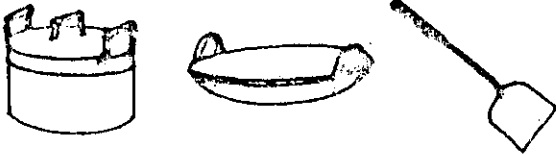
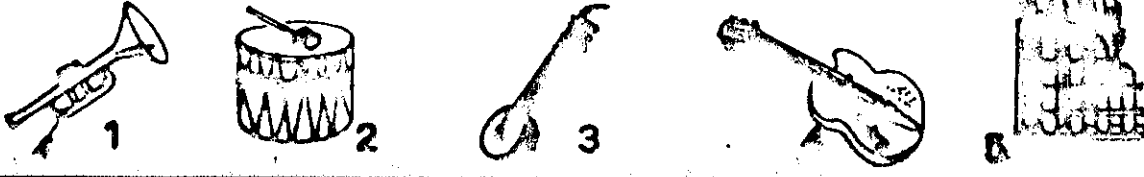
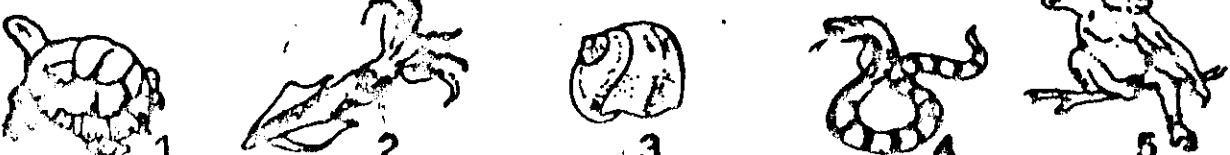
1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวงรูปภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน มีหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน โดยจะกำหนดกลุ่มรูปภาพมาให้ ให้ผู้ฝึกพิจารณาดูว่ามีรูปใดอีกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับรูปที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)



- จะเห็นว่า "ขวาน" เป็นอาวุธที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับดาบ พั่ว กระบี่ เพราะใช้ฟันเหมือนกัน นอกนั้นใช้วิธีการอื่น ดังนั้นตัวเลือก 2 จึงเป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากตัวเลือก 1-5 ให้พิจารณาว่ามีภาพใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มภาพที่กำหนดให้

 ?	
	
 ?	
	
 ?	
	
 ?	
	
 ?	
	

6.



- 1 2 3 4 5

7.



- 1 2 3 4 5

8.



- 1 2 3 4 5

9.



- 1 2 3 4 5

10.



- 1 2 3 4 5

แบบฝึกชุดที่ 11 การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษา

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกภาษานี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ที่มีคุณลักษณะแตกต่างออกไปจากพวก โดยสิ่งต่าง ๆ ที่เหลือจะมีหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ลักษณะของแบบฝึกนี้ จะกำหนดกลุ่มคำทางภาษามาให้ผู้ฝึกพิจารณาว่า คำใดที่แตกต่างออกไปจากพวก ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

(๑) ลักษณะใดไม่เข้าพวก ?

1. เดิน
2. ย่าง
3. ย่อง
4. ก้าว
5. เเหิร

จะเห็นว่าข้อ (๑) นี้ "เหิร" เป็นคำที่แตกต่างออกไปจากพวกชัดเจน เพราะกลุ่มคำที่เหลือ เป็นการไ้เท้าเคลื่อนที่ทั้งหมด ดังนั้นตัวเลือก 5 จึงเป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำที่แฉง ให้พิจารณาว่าคำในตัวเลือกใดมีความหมายหรือลักษณะไม่เข้าพวก

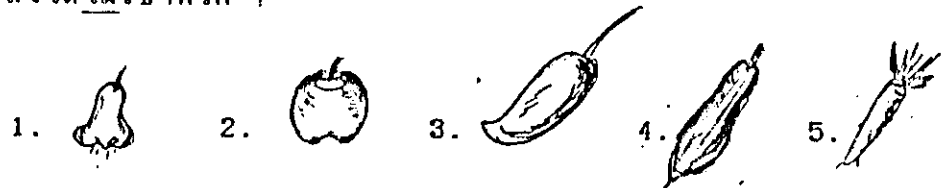
1. ชื่อใดไม่เข้าพวก ?
1. ลพบุรี 2. ระยอง 3. เชียงใหม่ 4. หาดใหญ่ 5. ศรีสะเกษ
2. สิ่งใดไม่เข้าพวก ?
1. เล็ก 2. มุงเท้า 3. กางเกง 4. ผ้าพันคอ 5. เข็มขัด
3. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. มัน 2. ดูน 3. จืด 4. เค็ม 5. หวาน
4. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. หัก 2. ลบ 3. ลด 4. รวม 5. หาย
5. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. ชล 2. ขึ้น 3. ชุ่ม 4. ล้ำ 5. เข้ม
6. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. ดี 2. เด่น 3. เลิศ 4. ยอด 5. เยี่ยม
7. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. รับศีล 2. รับพร 3. รับรอง 4. รับเงิน 5. รับทอง
8. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. ตำหนิ 2. ว่ากล่าว 3. กล่าวทัก 4. ตีเตือน 5. สั่งสอน
9. คำใดไม่เข้าพวก ?
1. ตาแดง 2. มะเร็ง 3. ไข่เลือดออก 4. มาเลเรีย
5. อหิวาตกโรค
10. สิ่งใดไม่เข้าพวก ?
1. ฟุตบอล 2. แฮร์บอล 3. วอลเลย์บอล 4. บาสเกตบอล
5. ลิงชิงบอล

แบบฝึกชุดที่ 12 การจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวกรูปภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ที่มีคุณลักษณะแตกต่างออกไปจากพวก โดยสิ่งต่าง ๆ ที่เหลือจะมีหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน ลักษณะของแบบฝึกนี้จะกำหนดรูปภาพหลายภาพมาให้ผู้ฝึกพิจารณาว่า รูปภาพใดที่แตกต่างออกไปจากพวก ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

(๑) สิ่งใดไม่เข้าพวก ?



จะเห็นว่า "หัวผักกาด" มีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากพวก เพราะสิ่งอื่นเป็นผลไม้ทั้งหมด ดังนั้นตัวเลือก 5 จึงเป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ ภาพใดไม่เข้าพวก

1.



1



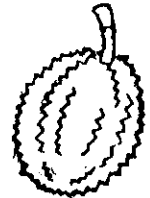
2



3



4



5

2.



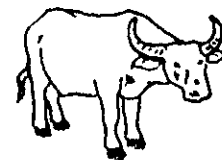
1



2



3



4

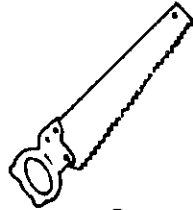


5

3.



1



2



3



4

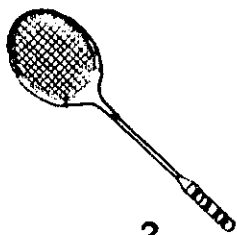


5

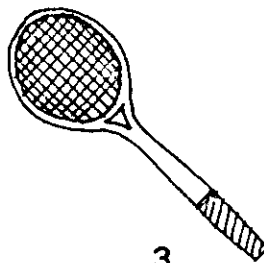
4.



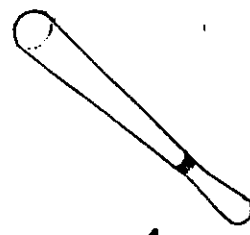
1



2



3



4



5

5.



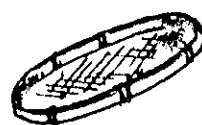
1



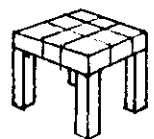
2



3



4



5

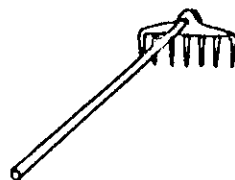
6.



1



2



3



4

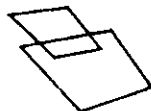


5

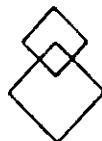
7.



1



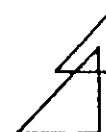
2



3



4



5

8.



1



2



3



4

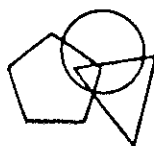


5

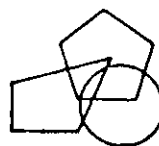
9.



1



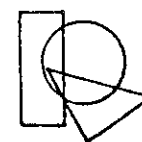
2



3



4



5

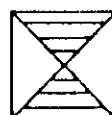
10.



1



2



3



4



5

แบบฝึกชุดที่ 13 อุปมาอุปไมยแบบภาษา

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
 2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
 3. ลักษณะแบบฝึกชุดอุปมาอุปไมยแบบภาษานี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการเปรียบเทียบจากสิ่งของคู่หนึ่งไปอีกร่หนึ่ง ที่มีลักษณะความสัมพันธ์เป็นแบบเดียวกัน โดยใช้ภาษาเป็นสื่อเปรียบเทียบ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)
- (๑) ใหญ่ : เล็ก ---> กว้าง : ?
1. ยาว 2. น้อย 3. คับ 4. ผอม 5. แคบ
- จะเห็นว่า "ใหญ่คู่กับเล็ก" เป็นการเปรียบเทียบขนาดตรงข้ามกัน ดังนั้น "กว้างจึงคู่กับแคบ" เพราะเป็นขนาดตรงข้ามกันเช่นกัน ดังนั้นตัวเลือก 5 จึงเป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

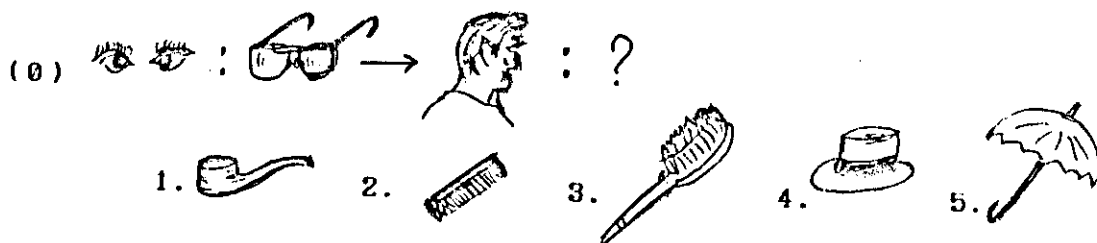
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่า "?" คือคำใดที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับคำคู่แรก

1. สูง : ต่ำ ---> อ้วน : ?
1. ชูบ 2. แห้ง 3. ผอม 4. บาง 5. แฝบ
2. ฟุด : ความสูง ---> กิโลกรัม : ?
1. ขนาด 2. น้ำหนัก 3. ทรวดทรง 4. ปริมาณ 5. ปริมาตร
3. นก : จมูก ---> ปลา : ?
1. ปาก 2. ครีบ 3. ลำตัว 4. เหงือก 5. ผิวหนัง
4. ถนน : รถ ---> อากาศ : ?
1. นก 2. วัว 3. จรวด 4. บอลลูน 5. เครื่องบิน
5. ผน : เปียก ---> ลม : ?
1. พัด 2. ปลิว 3. แห้ง 4. เย็น 5. ไกรก
6. ลิ่น : หวาน ---> ? : ?
1. หู : ได้ยิน 2. ตา : เห็นชัด 3. ปาก : ความชอบ
4. จมูก : ความหอม 5. ผิวหนัง : ความสะอาด
7. แหวน : วง ---> ? : ?
1. บ้าน : เรือน 2. ช้าง : เขือก 3. แห : อัน
4. นาฬิกา : ชุติ 5. ไทรทัศน์ : หลัง
8. แรด : นอ ---> ? : ?
1. ช้าง : งา 2. ไก่ : จิก 3. เก้ง : เขา
4. แมง : เขี้ยว 5. เสือ : เล็บ
9. หมวก : ศิระษะ ---> ? : ?
1. แว่น : หู 2. กะโล : แขน 3. แหวน : นิ้ว
4. หวี : น้ำมันผม 5. สร้อย : คอ
10. ภูเขา : สูง ---> ? : ?
1. แหลม : ตื้น 2. ทะเล : เค็ม 3. อ่าว : ยาว
4. เหว : ลึก 5. มหาสมุทร : เล็ก

แบบฝึกชุดที่ 14 อุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดอุปมาอุปไมยแบบรูปภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการเปรียบเทียบจากสิ่งของคู่หนึ่งไปอีกคู่หนึ่ง ที่มีลักษณะความสัมพันธ์เป็นแบบเดียวกัน โดยใช้รูปภาพเป็นสื่อในการเปรียบเทียบ ดังตัวอย่างในข้อ (0)



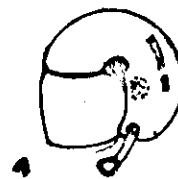
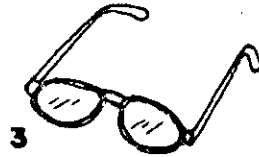
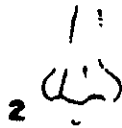
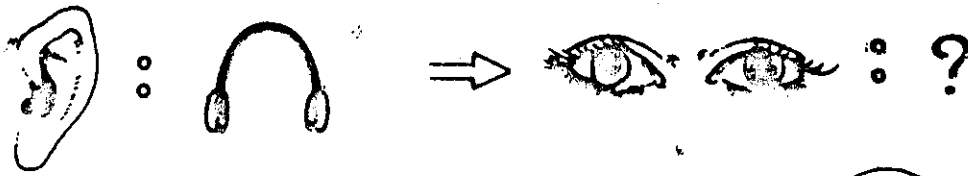
จะเห็นว่า "ตาคู่กับแว่น" เป็นการเปรียบเทียบสิ่งที่ใช้คู่กัน ดังนั้น "ศีรษะจึงคู่กับหมวก" เพราะเป็นของที่ใช้คู่กันเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แรกดังนั้นตัวเลือก 4 จึงเป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงส่งให้ลงมือฝึกได้

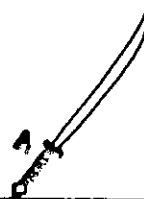
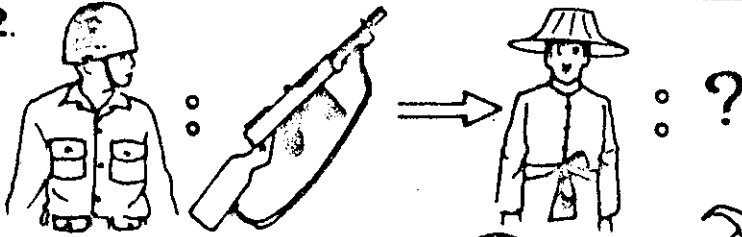
ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่า " ? " คือภาพใดที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์เหมือนกับภาพ
คู่แรก

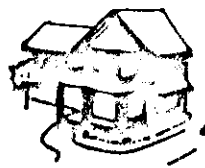
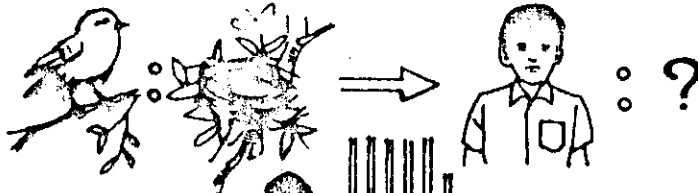
1



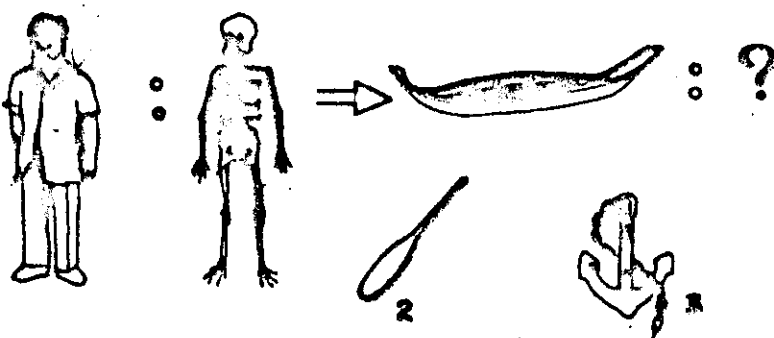
2.



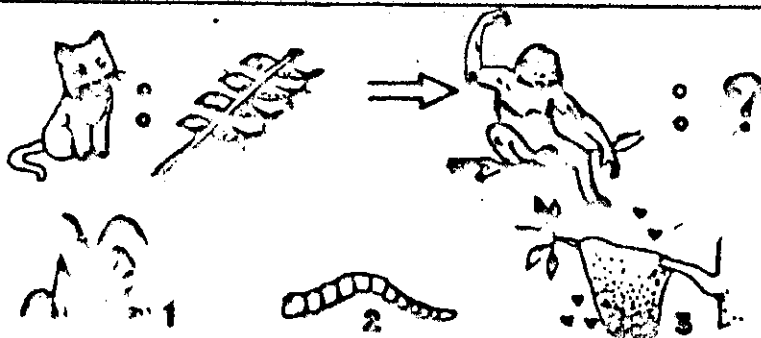
3.



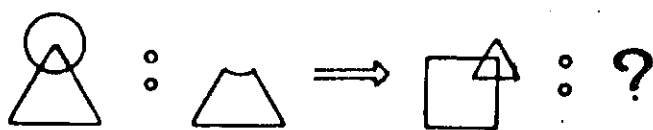
4.



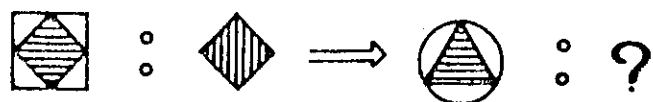
5.



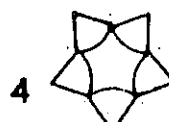
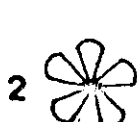
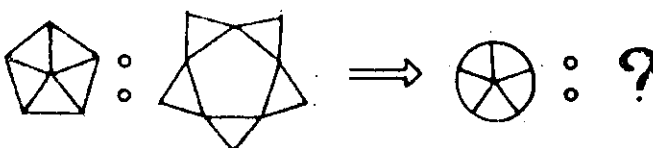
3.



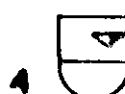
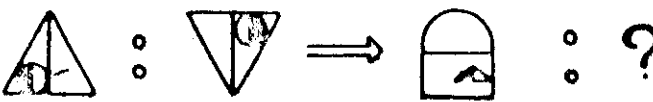
7.



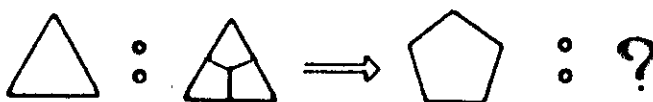
3.



2.



9.



แบบฝึกชุดที่ 15 การสรุปความ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
 2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
 3. ลักษณะแบบฝึกชุดการสรุปความนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการสรุปหาข้อยุติ เป็นการสรุปที่ใช้เหตุผลทางภาษา โดยอาศัยโครงสร้างทางด้านตรรกวิทยา การหาข้อยุติคำนึงถึงความเป็นจริง และสมเหตุสมผลตามเงื่อนไขของข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ โดยแบบฝึกนี้จะกำหนดข้อความที่เป็นเหตุเป็นผลมาให้ ให้ผู้ฝึกสรุปหาข้อยุติจากเหตุผลนั้น ดังตัวอย่างในข้อ (๑)
- (๑) ดำ เรียนชั้นสูงกว่าขาว แต่อยู่ชั้นต่ำกว่าแดงและเขียว ฉะนั้นใครอายุมากที่สุด
1. ดำ 2. ขาว 3. แดง 4. เขียว 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
- จะเห็นว่าไม่สามารถสรุปได้ว่า ใครอายุมากกว่ากัน เรียนชั้นสูงกว่า อาจอายุน้อยกว่าก็ได้
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้หาข้อสรุปจากข้อความที่กำหนดให้

1. ถ้าสมัยสอบได้ก็จะไปเรียนเมืองนอก ปีนี้สมัยสอบตก ฉะนั้น
 1. สมัยไม่ได้ดูหนังสือ
 2. สมัยทำข้อสอบไม่ได้
 3. สมัยไม่ยอมออกไปเมืองนอก
 4. สมัยไม่ได้ไปเมืองนอก
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
2. ดำสูงกว่าชาวแต่เตี้ยกว่าเขี้ยว เหลืองสูงกว่าเขี้ยว ฉะนั้นใครสูงที่สุด
 1. ดำ
 2. ชาว
 3. เขี้ยว
 4. เหลือง
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
3. ชาวนาทุกคนยากจน ตาสีเป็นคนยากจน ฉะนั้น
 1. ตาสีเป็นชาวนา
 2. ตาสีไม่เป็นชาวนา
 3. ตาสีเคยเป็นชาวนา
 4. ตาสีเป็นคนดีคนหนึ่ง
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
4. เด็กทุกคนต้องเรียนหนังสือ ประสิทธิ์ไม่ได้เรียนหนังสือ ฉะนั้น
 1. ประสิทธิ์เป็นเด็ก
 2. ประสิทธิ์ไม่ใช่เด็ก
 3. ประสิทธิ์เป็นคน
 4. ประสิทธิ์เป็นคนธรรมดา
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
5. ชาวเหนือเป็นคนน่ารัก ชาวลำพูนเป็นชาวเหนือ ฉะนั้น
 1. คนน่ารักคือชาวเหนือ
 2. ชาวลำพูนเป็นคนน่ารัก
 3. ชาวเหนืออยู่ที่ลำพูน
 4. คนน่ารักคือชาวเหนือที่อยู่ลำพูน
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
6. ดวงใจรักลูก ทวีก็รักลูก ฉะนั้น
 1. ทวีและดวงใจรักลูก
 2. ลูกรักดวงใจและทวี
 3. ทวีรักลูกเท่ากับดวงใจ
 4. ดวงใจรักลูกเท่าทวี
 5. ทั้งดวงใจและทวีต่างก็รักลูกเท่า ๆ กัน
7. คนพูดเก่งทุกคนเป็นผู้แทน นาวิเป็นผู้แทน ฉะนั้น
 1. นาวิเป็นคนพูดเก่ง
 2. ผู้แทนคนหนึ่งชื่อนาวิ
 3. นาวิเคยเป็นคนพูดเก่ง
 4. นาวิเป็นผู้แทนที่พูดเก่ง
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

8. การศึกษาต้องใช้เวลา เวลาเป็นของมีค่า ฉะนั้น
1. การศึกษาเป็นของมีค่า
 2. การศึกษาต้องใช้เงิน
 3. การศึกษาก่อให้เกิดงาน
 4. การศึกษากับของมีค่าเป็นของคู่กัน
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
9. ดาราส่วนใหญ่ใช้กางเกงยีนส์ สรพงษ์เป็นดารา ฉะนั้น
1. สรพงษ์ใช้กางเกงยีนส์
 2. ดาราที่ใส่กางเกงยีนส์ชื่อสรพงษ์
 3. กางเกงยีนส์ทำให้คนเป็นดารา
 4. ดาราหลายคนใช้กางเกงยีนส์
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
10. ถ้าฉันมีเงิน 20 ล้าน ฉันจะเลิกทำงาน พุ่มนี้ฉันเลิกทำงาน ฉะนั้น
1. ฉันโชคดี
 2. ฉันถูกล็อตเตอรี่
 3. พุ่มนี้ฉันมีเงิน 20 ล้าน
 4. พุ่มนี้ฉันเป็นเศรษฐี
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
-

แบบฝึกชุดที่ 16 การหาอนุกรมภาพ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการหาอนุกรมภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการมองความสัมพันธ์ของภาพในลักษณะการเรียงลำดับทางเดียวและสองทาง ดังตัวอย่างในข้อ (0)

(0) 

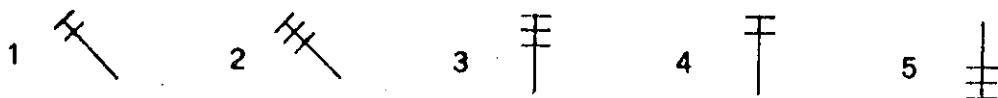
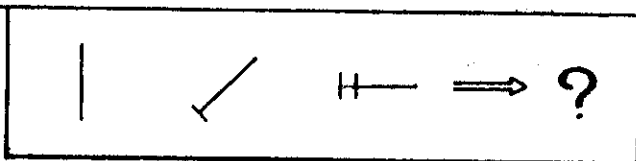
1.  2.  3.  4.  5. 

- จะเห็นว่า เป็นการมองความสัมพันธ์ของเส้นในลักษณะเรียงลำดับทางเดียว เพิ่มขึ้นทีละเส้น จาก 1 เส้นเป็น 2 เส้น, 3 เส้น ดังนั้น ภาพต่อไปจึงเป็น 4 เส้น ตัวเลือก 2 จึงเป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

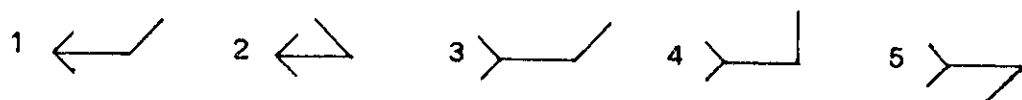
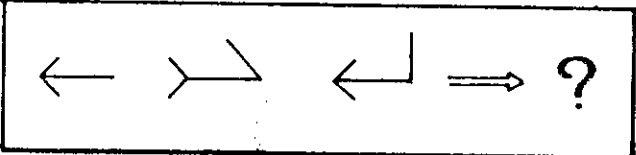
ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ ให้พิจารณาว่าภาพต่อไป หรือ " ? " ควรเป็นภาพใด

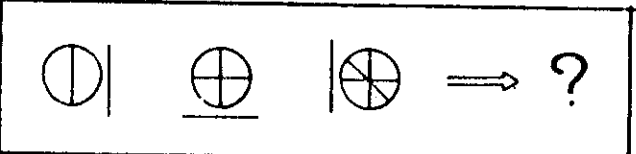
1.



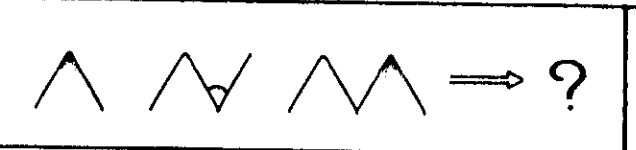
2.



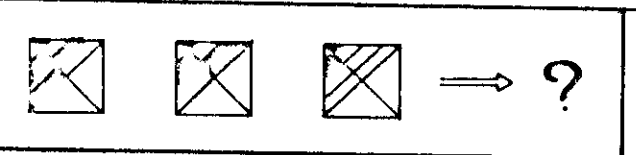
3.



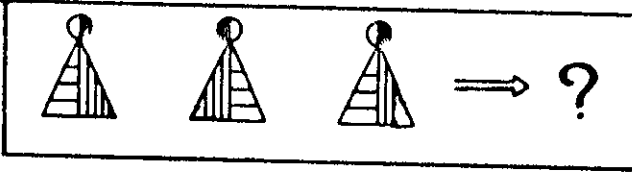
4.



5.

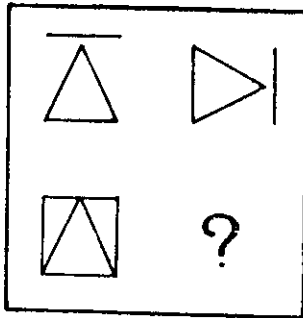


6.



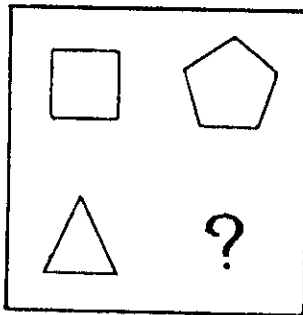
- 1 2 3 4 5

7.



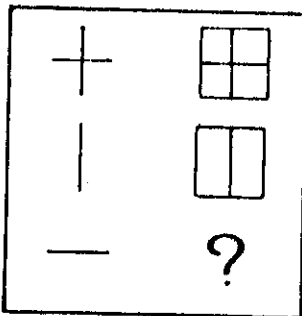
- 1 2 3
4 5

8.



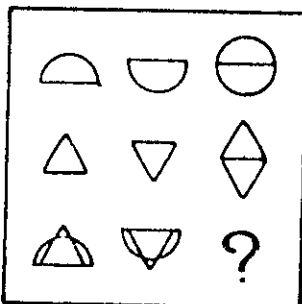
- 1 2 3
4 5

9.



- 1 2 3
4 5

10.



- 1 2 3
4 5

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

(ชุดที่ 17-20)

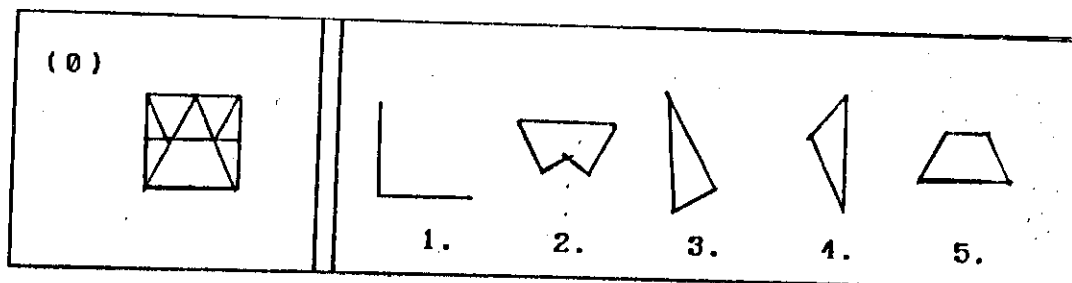
<u>แนวคิด</u>	สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็น และเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติ (space) ต่าง ๆ ระหว่างความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก จุด เส้น ความซับซ้อนของรูปเกี่ยวกับ รูปทรงเรขาคณิต ตลอดจนปริมาตรและขนาด การกะระยะได้ถูกต้อง สามารถใช้จินตนาการในการรวมหรือแยกส่วนต่าง ๆ ได้ ผู้ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์นี้ จะสามารถพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ใน 4 ทักษะคือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา และทักษะการทดลอง
<u>จุดมุ่งหมาย</u>	เพื่อฝึกความสามารถในการค้นหาภาพที่ซ่อนไว้ การมองภาพที่ทับกัน หรือซ้ำกัน การแยกภาพหรือประกอบภาพ ตลอดจนการมองความสัมพันธ์ของภาพ 3 มิติ
<u>กิจกรรม</u>	การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์นี้ มีกิจกรรม 4 ชุดย่อย คือ ชุดที่ 17 การซ่อนภาพ ชุดที่ 18 การซ้อนภาพ ชุดที่ 19 การแยกภาพและประกอบภาพ ชุดที่ 20 การนับลูกบาศก์และพับกล่อง

แบบฝึกชุดที่ 17 การช่อนภาพ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการช่อนภาพนี้ เป็นแบบที่ให้ฝึกสมรรถภาพในการค้นหาภาพที่ซ่อนไว้ในรูปใดรูปหนึ่ง โดยภาพที่ซ่อนอยู่นี้ต้องมีขนาด รูปร่าง ทิศทาง เหมือนกันทุกสัดส่วน ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

จากภาพที่กำหนดให้ มีภาพใดจาก 1-5 ซ่อนอยู่

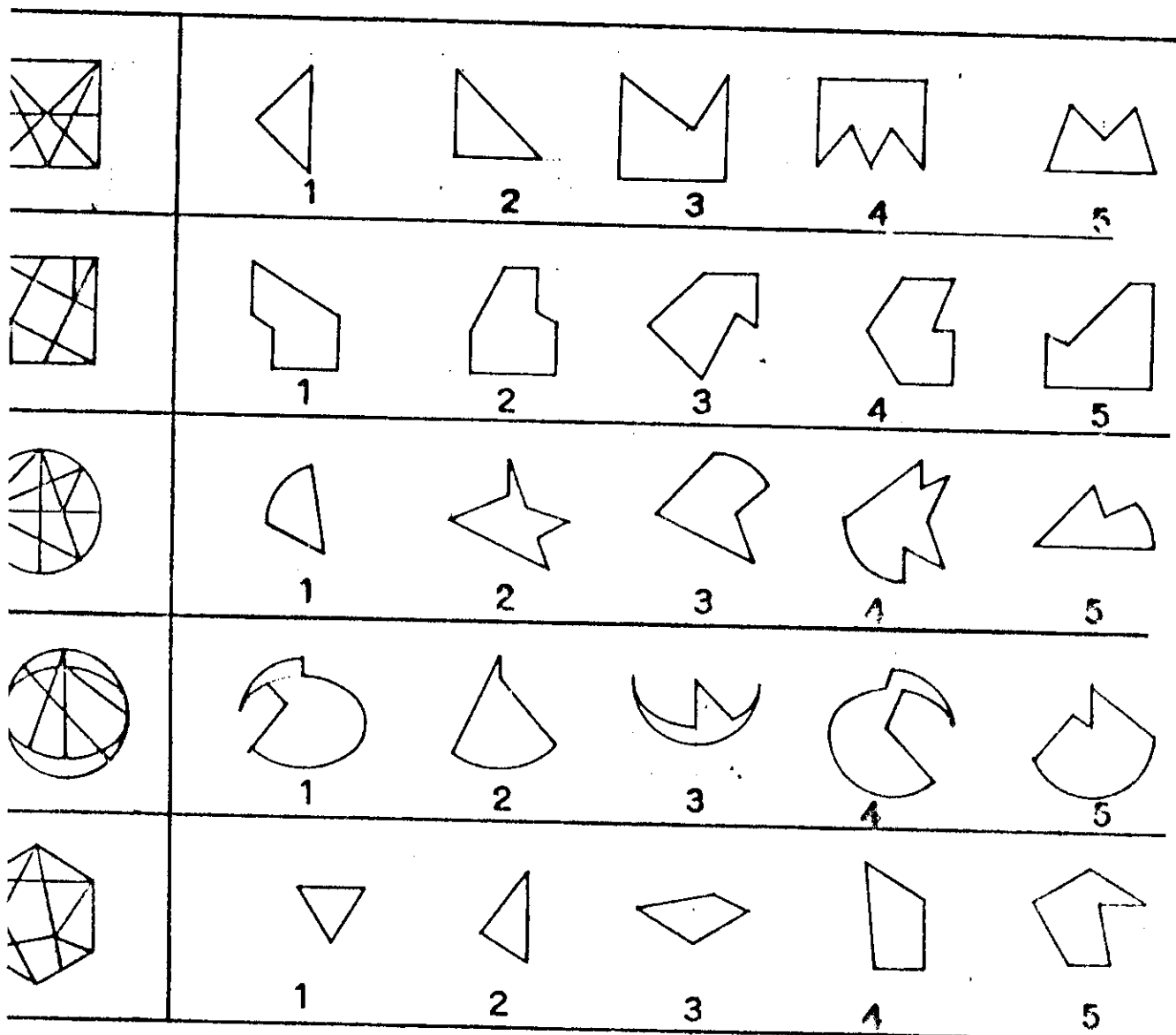


จะเห็นว่า ภาพที่ซ่อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้คือภาพในตัวเลือก 5 ซึ่งมีทิศทางและสัดส่วนเท่ากัน

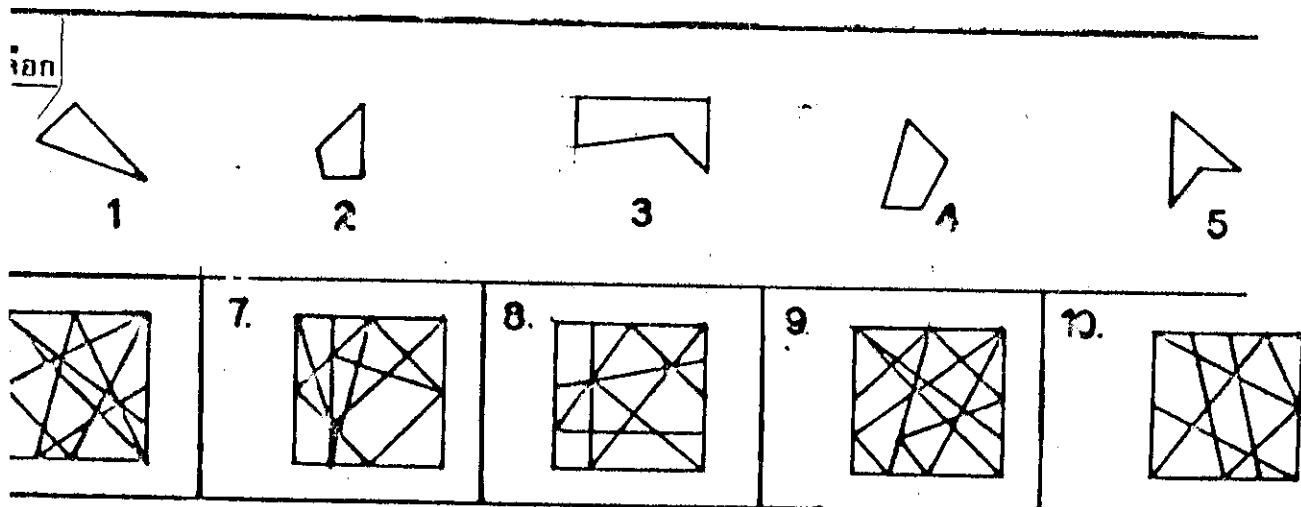
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากภาพแรกในข้อ 1-5 ให้พิจารณาว่ามีภาพใดจากตัวเลือก 1-5
ซ่อนอยู่



คำชี้แจง จากภาพในตัวเลือก 1-5 ให้พิจารณาว่ามีภาพใดซ่อนอยู่ในภาพข้อ 6-10

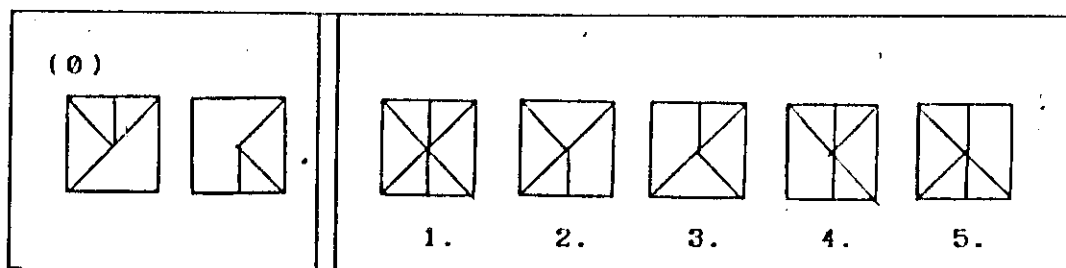


แบบฝึกชุดที่ 18 การซ้อนภาพ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการซ้อนภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการมองภาพที่ทับกันหรือซ้ำกัน โดยจะกำหนดภาพมา 2 ภาพ แล้วให้นักเรียนใช้จินตนาการว่าถ้านำภาพทั้ง 2 มาซ้อนกัน ภาพที่ได้ใหม่จะมีลักษณะอย่างไร ในการซ้อนภาพก็จะซ้อนกันธรรมดาตรง ๆ ไม่มีการเลื่อนหรือเปลี่ยนทิศทาง ดังตัวอย่างในข้อ (๐)

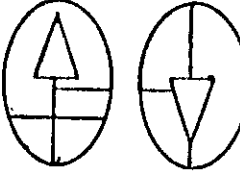
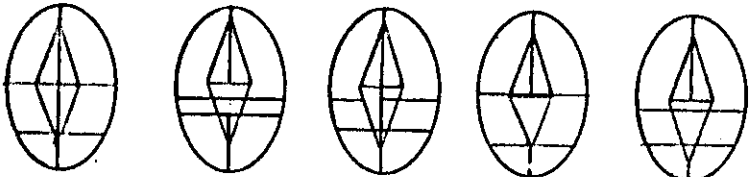
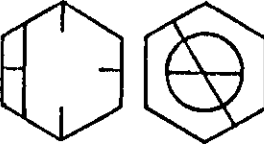
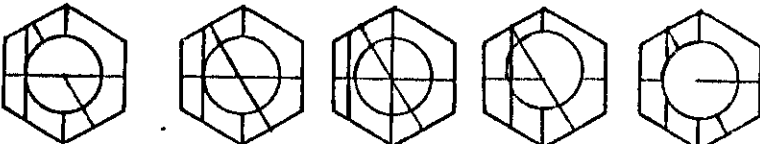
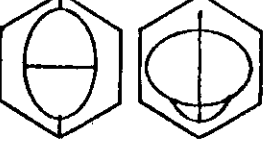
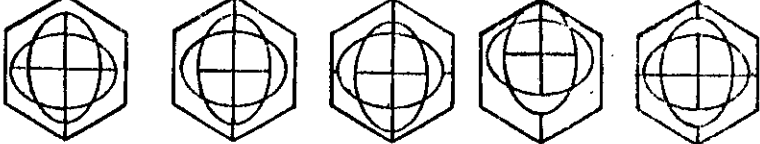
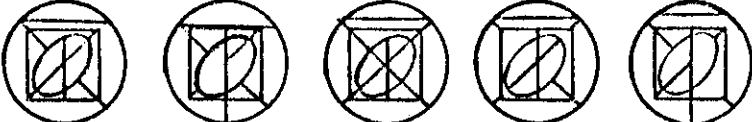
ให้พิจารณาภาพทางซ้าย 2 ภาพ ถ้านำมาซ้อนกันจะเกิดเป็นรูปใหม่เหมือนกับรูปในตัวเลือกใด

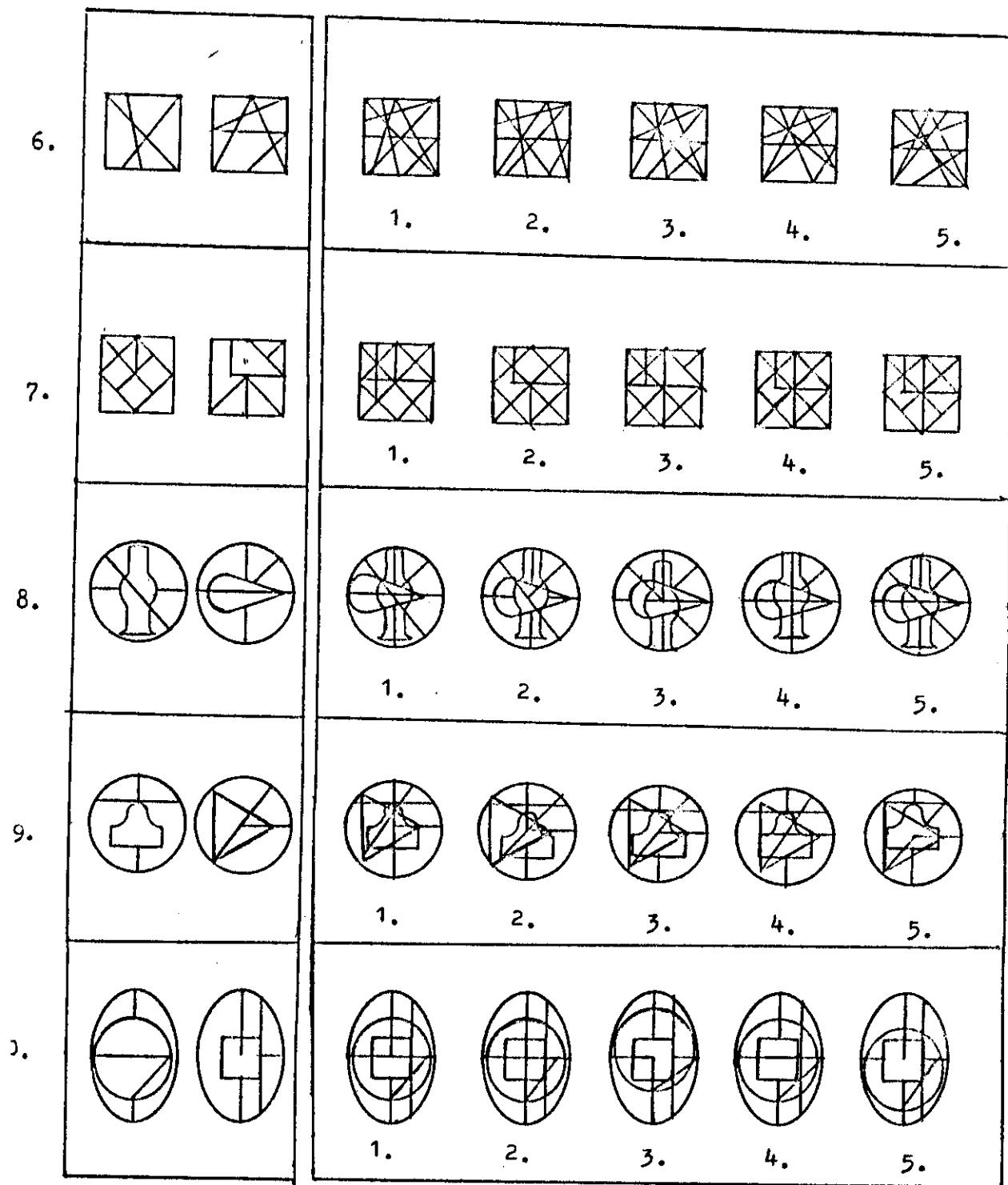


- จะเห็นว่า เมื่อนำภาพ 2 ภาพทางซ้ายมือนำมาซ้อนกัน จะเกิดรูปใหม่เหมือนกับรูปในข้อ 1 ดังนั้นข้อ 1 จึงเป็นคำตอบถูก
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้าย 2 ภาพ ถ้านำมาซ้อนกันจะเกิดเป็นรูปใหม่
เหมือนกับรูปในตัวเลือกใดจาก 1-5

	 1. 2. 3. 4. 5.
	 1. 2. 3. 4. 5.
	 1. 2. 3. 4. 5.
	 1. 2. 3. 4. 5.
	 1. 2. 3. 4. 5.

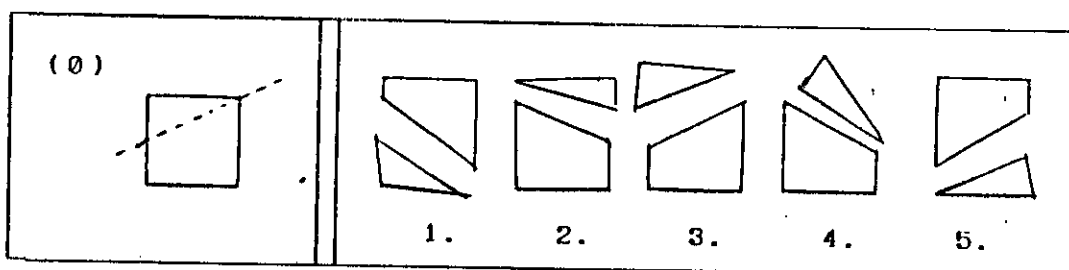


แบบฝึกชุดที่ 19 การแยกภาพ และประกอบภาพ

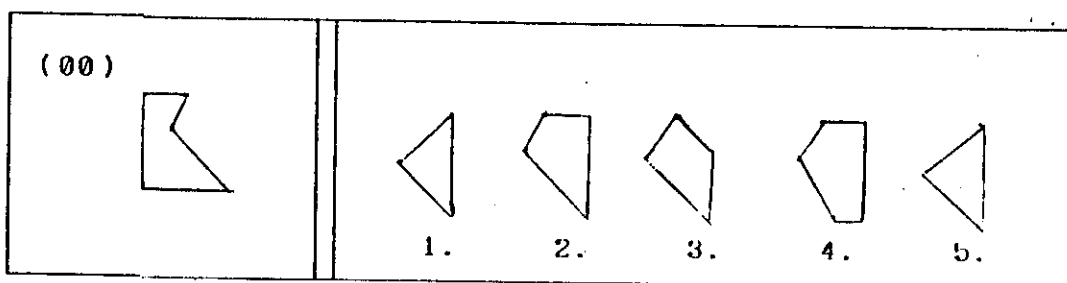
คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะแบบฝึกชุดการแยกภาพและประกอบภาพนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการมองความสัมพันธ์ของภาพ โดยจะกำหนดภาพมาให้พิจารณา 1 ภาพ ให้นักเรียนพิจารณาว่า ถ้าแยกภาพออกตามแนวเส้นประที่กำหนดให้แล้ว จะได้ภาพลักษณะอย่างไร หรือถ้าจะทำให้เป็นภาพสมบูรณ์ จะต้องหาภาพใดมาประกอบดังตัวอย่างในข้อ (0) และ (00)

(0) ให้หาภาพที่แยกออกตามเส้นประ



(00) ให้หาภาพที่มาประกอบแล้วได้ภาพสมบูรณ์



จากข้อ (0) เมื่อแยกภาพออกตามเส้นประแล้ว จะได้ภาพในตัวเลือก 3 เป็นคำตอบถูก และจากข้อ (00) เมื่อประกอบภาพแล้วจะได้ภาพในตัวเลือก 2 เป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าถ้าแยกภาพตามแนวเส้นประที่กำหนดให้ แล้วจะได้ภาพลักษณะใด

1.		1.	2.	3.	4.	5.
2.		1.	2.	3.	4.	5.
3.		1.	2.	3.	4.	5.
4.		1.	2.	3.	4.	5.
5.		1.	2.	3.	4.	5.

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ ให้หาภาพมาประกอบแล้วได้ภาพสมบูรณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ในข้อ 6-8 และเป็นรูปวงกลมในข้อ 9-10

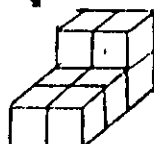
6.		1.	2.	3.	4.	5.
7.		1.	2.	3.	4.	5.
8.		1.	2.	3.	4.	5.
9.		1.	2.	3.	4.	5.
10.		1.	2.	3.	4.	5.

แบบฝึกชุดที่ 20 การนับลูกบาศก์และพับกล่อง

คำชี้แจง

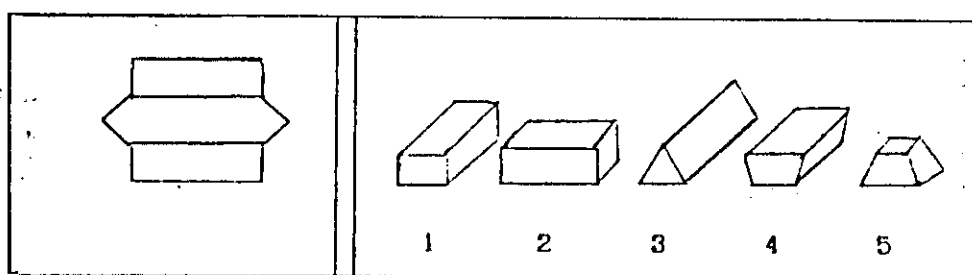
1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้ จะมี 2 ตอน ตอนแรกให้นักเรียนเติมจำนวนลูกบาศก์ มี 6 ข้อ ตอนที่ 2 มีจำนวน 4 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ถูกต้อง เหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียวจาก 5 ตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการนับลูกบาศก์และพับกล่องนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการมองความสัมพันธ์ของภาพ 3 มิติ โดยกำหนดภาพที่เป็นลูกบาศก์ซ้อน ๆ กันมาให้ ให้นักเรียนพิจารณาว่ามีจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดเท่าไร หรืออาจจะกำหนดเป็นภาพแนวระนาบมาให้ ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้านำมาพับเป็นกล่อง 3 มิติแล้วจะได้เป็นรูปใด ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

(๑) จากภาพที่กำหนดให้ มีจำนวนลูกบาศก์เท่าใด



จะเห็นว่า มีจำนวน 8 ลูกบาศก์ เพราะมีลูกบาศก์วางเรียงกัน 3 แถว แถวละ 2 ลูก แถวหลังสุดมี 2 ชั้น จึงรวมกันเป็น 8 ลูกบาศก์

(๑๐) จากภาพที่กำหนดให้ ถ้าพับเป็นกล่อง 3 มิติ จะได้รูปใด

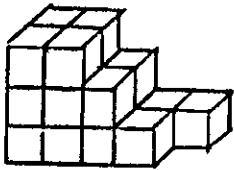
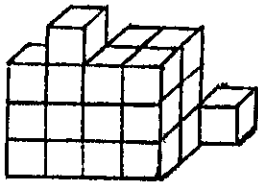
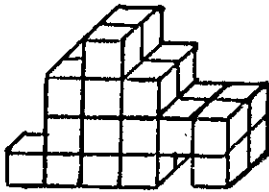
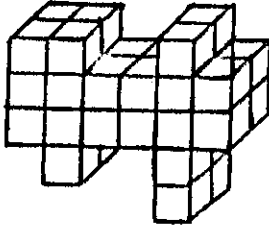
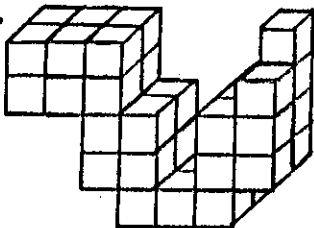
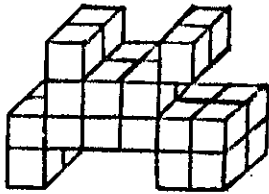


จะเห็นว่า เมื่อประกอบเป็นกล่อง 3 มิติแล้ว จะมีรูปเหมือนรูปในตัวเลือก 3 ดังนั้น 3 จึงเป็นคำตอบถูก

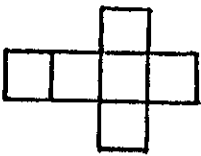
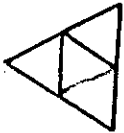
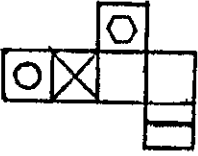
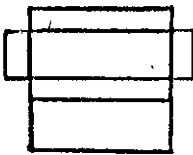
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ใช้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ ให้นับลูกบาศก์ที่ซ้อนกันทั้งหมดที่มีรูป

1.  จำนวน.....	2.  จำนวน.....	3.  จำนวน.....
4.  จำนวน.....	5.  จำนวน.....	6.  จำนวน.....

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ ถ้าพับเป็นกล่อง 3 มิติ จะได้รูปใดจากตัวเลือก 1-5

7. 	1. 	2. 	3. 	4. 	5. 
8. 	1. 	2. 	3. 	4. 	5. 
9. 	1. 	2. 	3. 	4. 	5. 
10. 	1. 	2. 	3. 	4. 	5. 

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้
(ชุดที่ 21-23)

แนวคิด

สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ เป็นความสามารถในการสังเกต รายละเอียดของรูปร่างลักษณะ สามารถมองเห็นความเหมือนความต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ผู้ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ จะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ 3 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะการทดลอง

จุดมุ่งหมาย

เพื่อฝึกความสามารถในการสังเกตและรับรู้ภาพที่เหมือนกันและภาพที่ต่างกันได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ตลอดจนการสังเกตสัญลักษณ์และตัวเลข ว่าเหมือนหรือต่างกัน

กิจกรรม

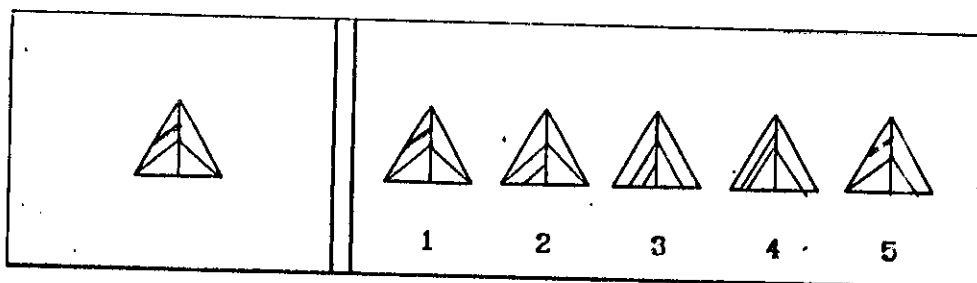
การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ มีกิจกรรม 3 ชุดย่อย คือ
ชุดที่ 21 การหาภาพเหมือน
ชุดที่ 22 การหาภาพต่าง
ชุดที่ 23 การกำหนดคู่เหมือน - คู่ต่าง

แบบฝึกชุดที่ 21 การหาภาพเหมือน

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้ เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาภาพเหมือนนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการสังเกตและรับรู้ภาพที่เหมือนกันได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ลักษณะของภาพที่กำหนดมาให้กับภาพในตัวเลือกจะเหมือนกันทุกกรณีทั้งลักษณะรายละเอียด ขนาด ทรวดทรง และทิศทาง ดังตัวอย่างในข้อ (๐)

(๐) ให้พิจารณาว่าภาพใดจากตัวเลือก 1-5 ที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้



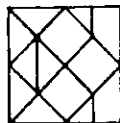
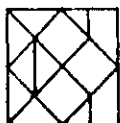
จะเห็นว่า ภาพทางซ้ายเหมือนกับภาพในตัวเลือก 1 ทั้ง รูปร่างและขนาดทิศทาง ดังนั้น 1 จึงเป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

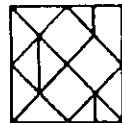
ชุดนี้ใช้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าภาพใดจากตัวเลือก 1 - 5 ที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ในภาพทางซ้ายมือ

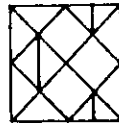
1.



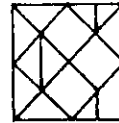
1



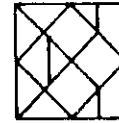
2



3

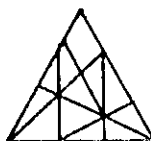
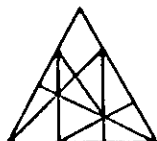


4

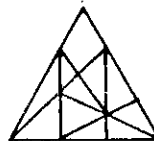


5

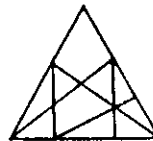
2.



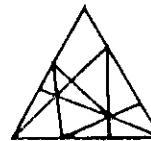
1



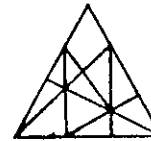
2



3

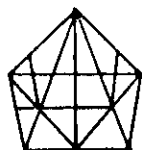
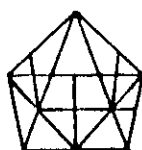


4

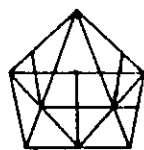


5

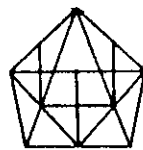
3.



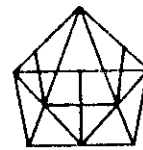
1



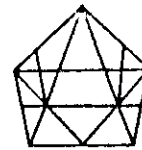
2



3

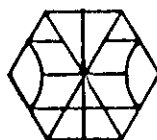
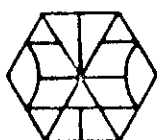


4

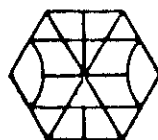


5

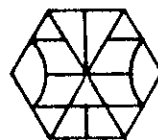
4.



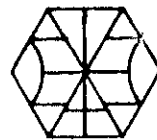
1



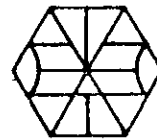
2



3

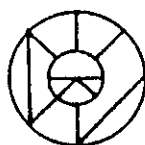
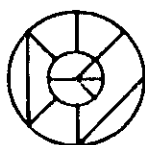


4

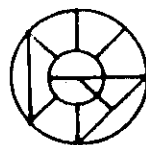


5

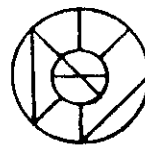
5.



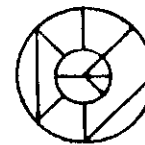
1



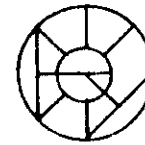
2



3

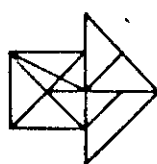
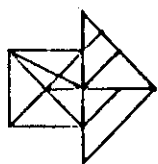


4

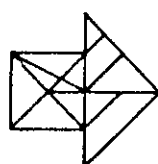


5

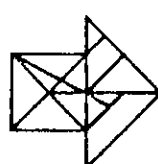
6.



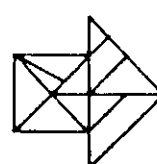
1



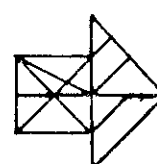
2



3

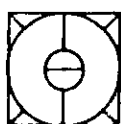


4

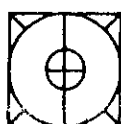


5

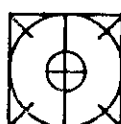
7.



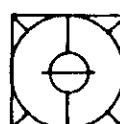
1



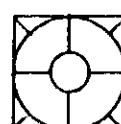
2



3

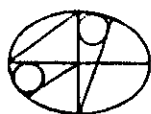


4



5

8.



1



2



3

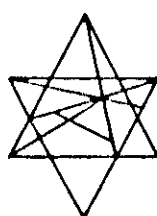
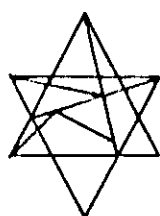


4

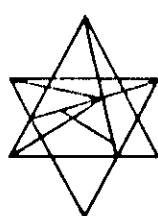


5

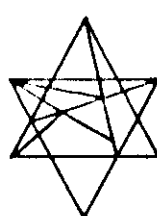
9.



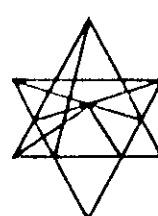
1



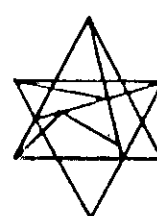
2



3



4

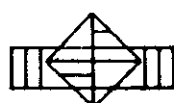


5

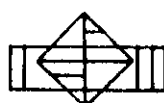
10.



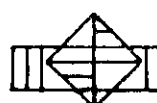
1



2



3



4



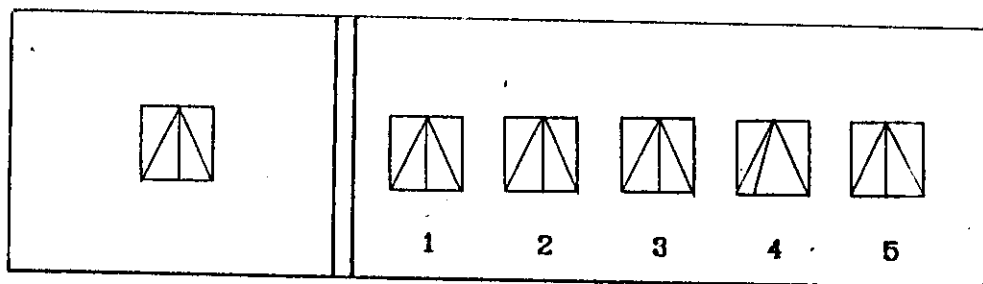
5

แบบฝึกชุดที่ 22 การหาภาพต่าง

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการหาภาพต่างนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการสังเกตและรับรู้ภาพที่ต่างกันได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยจะกำหนดภาพมาให้ดูก่อน 1 ภาพ จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่ามีภาพใดจากตัวเลือก 1-5 ที่แตกต่างกัน ลักษณะการแตกต่างอาจจะต่างกันที่ ขนาด ทรวดทรง รายละเอียด หรือทิศทางก็ได้ ดังตัวอย่างในข้อ (๑)

(๑) ให้พิจารณาว่าภาพที่กำหนดให้ ต่างจากภาพใดจากตัวเลือก 1-5



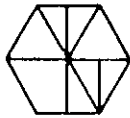
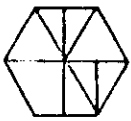
จะเห็นว่า ภาพที่กำหนดให้ต่างจากภาพในข้อ 4 ดังนั้นตัวเลือก 4 จึงเป็นคำตอบถูก

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

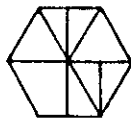
ชุดนี้ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือต่างจากภาพใดในตัวเลือก 1 - 5

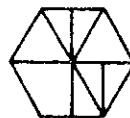
1.



1



2



3

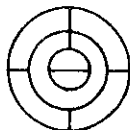
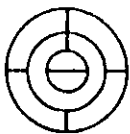


4

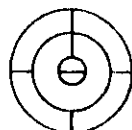


5

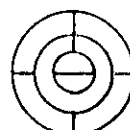
2.



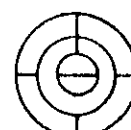
1



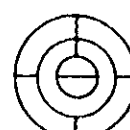
2



3

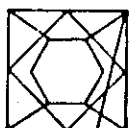
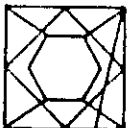


4

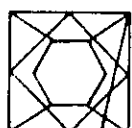


5

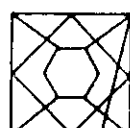
3.



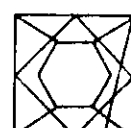
1



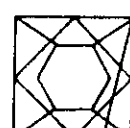
2



3

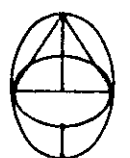
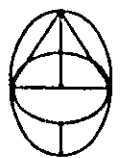


4

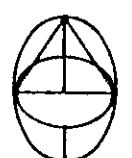


5

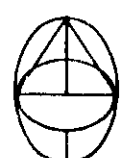
4.



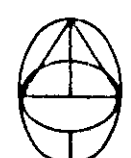
1



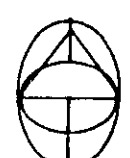
2



3

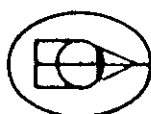
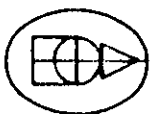


4

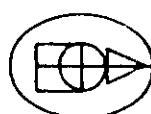


5

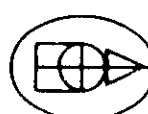
5.



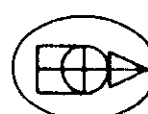
1



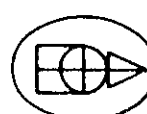
2



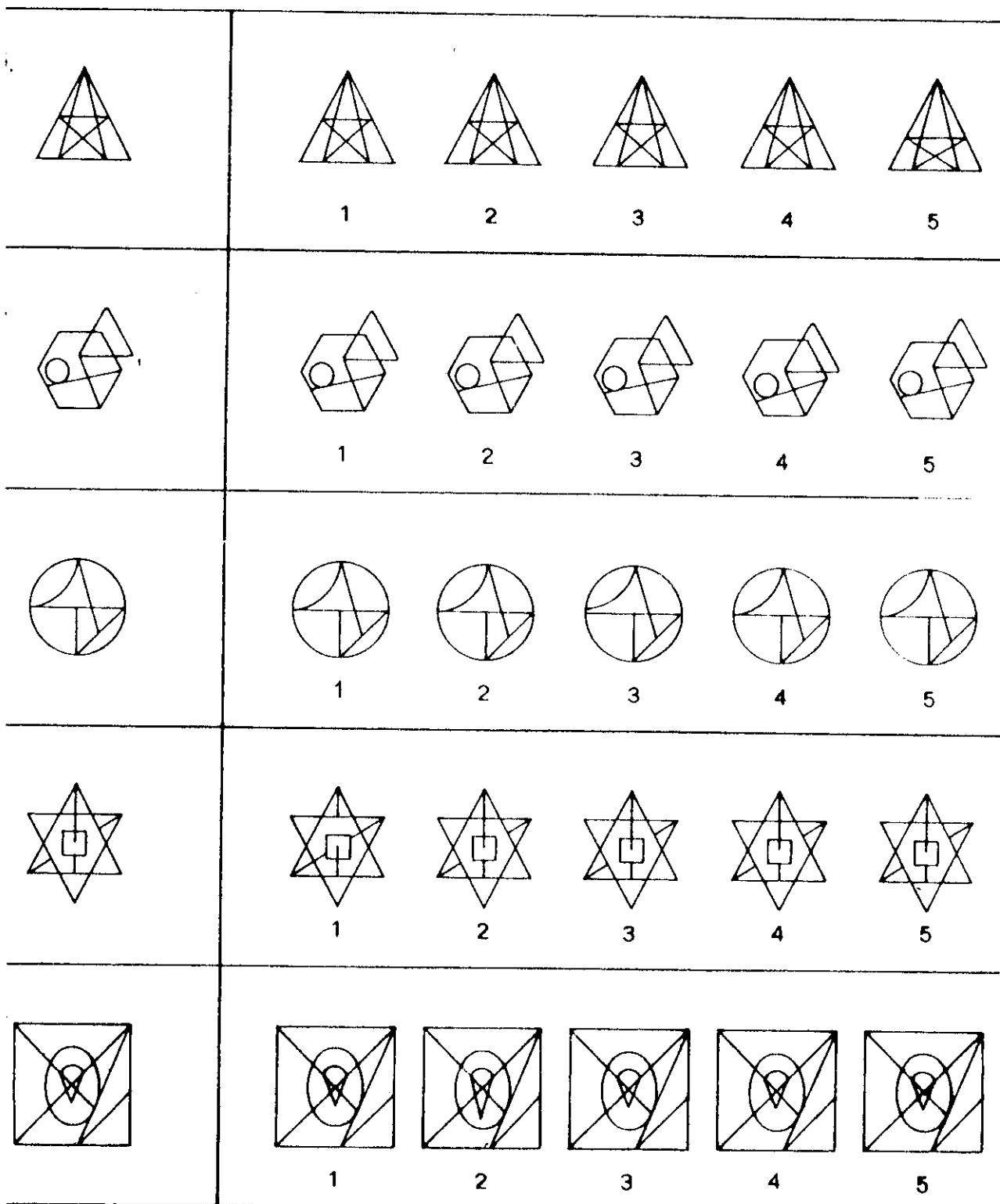
3



4



5



แบบฝึกชุดที่ 23 การกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่าง

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. ลักษณะของแบบฝึกชุดการกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่างนี้ เป็นแบบที่ใช้ฝึกสมรรถภาพในการสังเกตและรับรู้ภาพที่กำหนดให้ว่า เหมือนกันหรือต่างกัน โดยจะกำหนดสัญลักษณ์หรือตัวเลขมาให้พิจารณา ตัวเลือกละ 1 คู่ ให้นักเรียนพิจารณาว่าคู่ใดที่เหมือนหรือต่างกัน
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากข้อ 1-5 ให้พิจารณาว่าสัญลักษณ์หรือตัวเลขชุดใดที่เหมือนกัน

1.	121-112 1.	112-121 2.	211-211 3.	121-211 4.	221-122 5.
2.	LLH-LLH 1.	LH-LHL 2.	LH-LHL 3.	LH-LHL 4.	LH-LHL 5.
3.	TTI-TIT 1.	TIT-TTI 2.	TTI-TIT 3.	TTI-TIT 4.	TTI-TIT 5.
4.	CC1-CC1 1.	CC1-CC1 2.	CC1-CC1 3.	CC1-CC1 4.	CC1-CC1 5.
5.	WV-WV 1.	WV-WV 2.	WV-WV 3.	WV-WV 4.	WV-WV 5.

คำชี้แจง จากข้อ 6-10 ให้พิจารณาว่าสัญลักษณ์หรือตัวเลขชุดใดที่ต่างกัน

6.	123-123 1.	123-123 2.	123-123 3.	132-123 4.	123-123 5.
7.	STU-TUI 1.	TUI-TUI 2.	TUI-TUI 3.	TUI-TUI 4.	TUI-TUI 5.
8.	667-667 1.	667-667 2.	667-667 3.	697-697 4.	667-667 5.
9.	ZH-ZH 1.	ZH-ZH 2.	ZH-ZH 3.	ZH-ZH 4.	ZH-ZH 5.
10.	YYA-YYA 1.	YAA-YAY 2.	YYA-YYA 3.	YYA-YYA 4.	YYA-YYA 5.

แบบฝึกสมรรถภาพชุดที่ 24 การจำภาพ
(ชุดที่ 24)

แนวคิด สมรรถภาพทางสมองด้านความจำ เรื่องราวต่าง ๆ เหตุการณ์ ภาพ สัญลักษณ์ รายบุคคล 5 นาที และให้เวลา และสิ่งที่ให้ความหมายได้ และสามารถระลึกได้ ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความจำ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ในทักษะการจดจำของภาพที่กำหนดให้ ข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จากนั้นให้

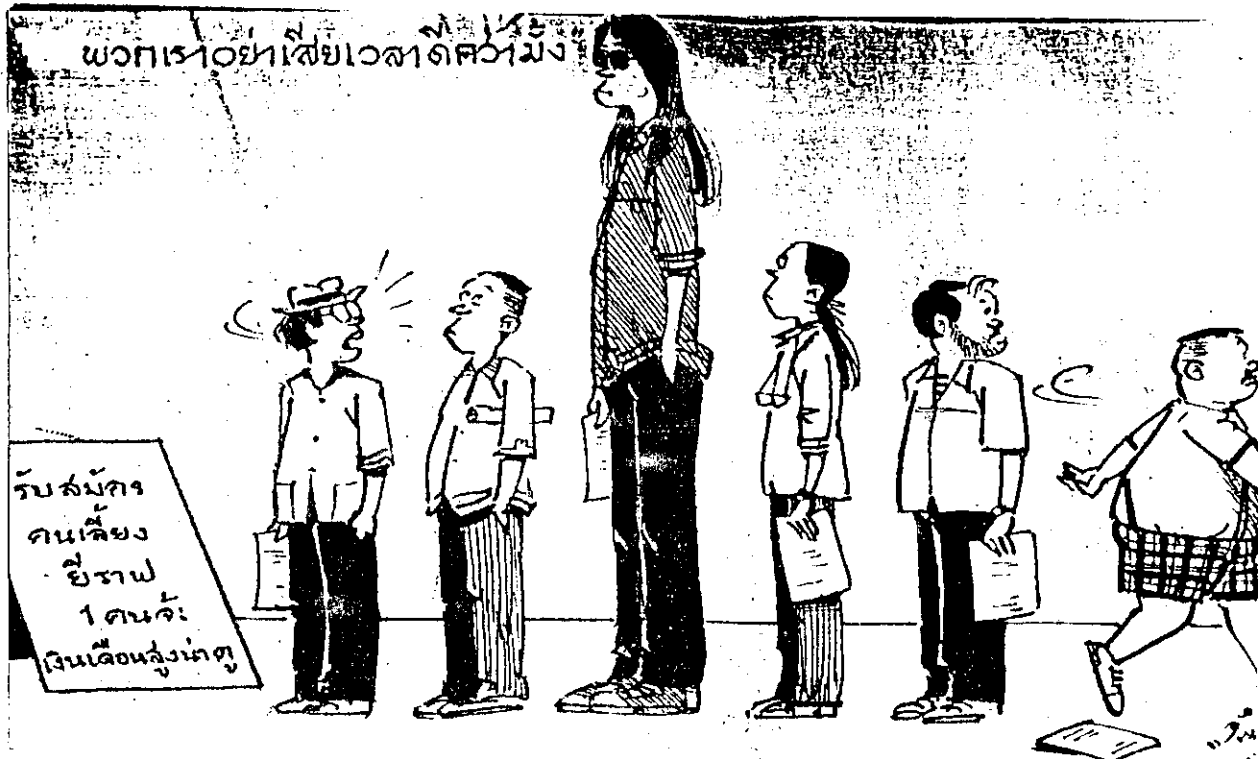
จุดมุ่งหมาย เพื่อฝึกความสามารถในการจดจำรายละเอียดของภาพที่กำหนด 1
ตลอดจนสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายต่าง ๆ ในเวลาจำกัด

กิจกรรม การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความจำ มีกิจกรรม 2 ชุดย่อย คือ
ชุดที่ 24 การจำภาพ
ชุดที่ 25 การจำสัญลักษณ์

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้จำรายละเอียดของภาพทั้งสอง ในเวลา 2 นาที แล้วตอบคำถามข้อ 1-10 ในตอนที่ 2

ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ตอนที่ 2

คำชี้แจง จากภาพที่ 1 ให้ตอบคำถามข้อ 1-5

1. มีคนใส่หมวกกี่คน
2. มีคนที่กำลังใส่แว่นกี่คน
3. มีคนที่ถือเอกสารกี่คน
4. คนที่สูงที่สุดยืนเป็นอันดับที่เท่าใด
5. คนอันดับที่เท่าใดที่ห้อยแว่นไว้ที่คอ

คำชี้แจง จากภาพที่ 2 ให้ตอบคำถามข้อ 6-10

6. คนที่นั่งอยู่ในรถคันหน้าเป็นผู้หญิงหรือผู้ชาย
7. มีคนที่เห็นในภาพทั้งหมดกี่คน
8. เลขทะเบียนรถคันหน้าลงท้ายด้วยเลขอะไร
9. ที่ด่านเก็บเงินมีรถจอดกี่คัน
10. ที่พื้นหน้ารถมีอะไร

แบบฝึกชุดที่ 25 การจำสัญลักษณ์

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ตอนที่ 1 จะเป็นสัญลักษณ์ให้นักเรียนจำก่อนภายในเวลา 3 นาที จากนั้นให้นักเรียนฝึกทำในตอนที่ 2 โดยใช้เวลาเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้อภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกันอีกประมาณ 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดถูกต้องเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยการวงกลมล้อมรอบตัวเลือก
3. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงแจกแบบฝึกตอนที่ 1 ให้จำก่อน เมื่อหมดเวลา 3 นาที จึงแจกแบบฝึกตอนที่ 2 แล้วสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

ตอนที่ 1

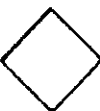
คำชี้แจง ให้จำสัญลักษณ์และความหมายต่อไปนี้ในเวลา 3 นาที แล้วตอบ
คำถามข้อ 1-10 ในตอนที่ 2



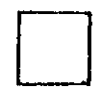
แทน แม่



แทน พ่อ



แทน ลูก



แทน ฉันท



แทน เซอ



แทน โรงเรียน



แทน ตลาด



แทน บ้าน



แทน วัด



แทน รถ



แทน ที่



แทน และ



แทน กิน



แทน เล่น



แทน เดิน



แทน ไป



แทน รัง



แทน เรียน



แทน สมุด



แทน หนังสือ



แทน เขียน



แทน ทำการบ้าน



แทน เก่ง



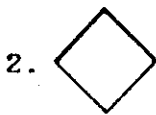
แทน ขนมน

ตอนที่ 2

คำชี้แจง จากข้อ 1-6 ให้พิจารณาดูว่าสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ตรงกับ
ความหมายใด



1. กิน 2. เล่น 3. เดิน 4. วิ่ง 5. เขียน



1. แม่ 2. พ่อ 3. ลูก 4. จัน 5. เถอ



1. บ้าน 2. วัด 3. รถ 4. ตลาด 5. โรงเรียน



1. สมุด 2. หนังสือ 3. เทียน 4. เก่ง 5. ทำการบ้าน



1. วัด 2. รถ 3. เก่ง 4. เขียน 5. ทำการบ้าน



1. ลูก 2. เถอ 3. จัน 4. เล่น 5. เก่ง

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าสัญลักษณ์ที่กำหนดให้จากข้อ 7-10 ตรงกับ
ความหมายใด



1. เถอ เขียน หนังสือ
2. ลูก เล่น เก่ง
3. จัน ไป โรงเรียน
4. แม่ เดิน เล่น
5. พ่อ กิน ขนม



1. แม่ เขียน หนังสือ เก่ง
2. พ่อ เดิน ไป ตลาด
3. ลูก ทำ การบ้าน ที่ บ้าน
4. จัน เขียน หนังสือ เก่ง
5. เถอ ไป เรียน หนังสือ



1. พ่อ และ ลูก ไป ตลาด
2. เถอ และ จัน กิน ขนม
3. แม่ และ จัน เดิน เล่น
4. แม่ และ พ่อ ไป โรงเรียน
5. จัน และ ลูก กิน เก่ง



1. ลูก กิน ขนม ที่ บ้าน
2. จัน ไป เล่น ที่ โรงเรียน
3. พ่อ เดิน เล่น ที่ วัด
4. แม่ เดิน ไป ที่ ตลาด
5. เถอ เรียน หนังสือ ที่ วัด

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ
(ชุดที่ 26)

แนวคิด สมรรถภาพทางสมองด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ เป็นความสามารถในการใช้คำ สำนวนถ้อยคำได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องทั้งในการพูดและในการเขียน มีลักษณะคล้ายกับการใช้ปฏิภาณไหวพริบ

จุดมุ่งหมาย เพื่อฝึกความสามารถในการหาคำมาเติมให้ได้คำที่มีความหมายสมบูรณ์ถูกต้อง ในเวลาอันรวดเร็ว

กิจกรรม การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านนี้ มีกิจกรรม 1 ชุด คือ ชุดที่ 26 เติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

แบบฝึกชุดที่ 26 เติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เวลาทำเป็นรายบุคคล 5 นาที และให้เวลาอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 8-10 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้ เป็นแบบให้เติมคำโดยให้เติมคำหน้าหรือคำหลัง เพื่อให้ได้คำที่ถูกต้องสมบูรณ์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(๐) _____ เรียน

ข้อนี้ควรเติมว่า "นัก" จะได้คำว่า "นักเรียน" ซึ่งมีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

(๐๐) นัก _____

ข้อนี้เติมได้หลายคำ ที่จะทำให้อมีความหมายถูกต้องสมบูรณ์ เช่น นักเรียน นักร้อง นักเลง นักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น
3. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการปฏิบัติแล้ว จึงสั่งให้ลงมือฝึกได้

ชุดนี้ ให้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง จากข้อ 1-6 ให้นักเรียนหาคำวิภัติ (prefix) มาเติมหน้าคำที่กำหนดให้ ให้มีความหมายสมบูรณ์ถูกต้อง

1. _____ ครอง

2. _____ ใจ

3. _____ ลือ

4. _____ คุณ

5. _____ แล

6. _____ สนาน

คำชี้แจง จากข้อ 7-10 ให้นักเรียนหาคำปัจจัย (suffix) มาเติมหลังคำที่กำหนดให้ ให้มีความหมายสมบูรณ์ถูกต้อง

7. ไร้ง _____

8. นำ _____

9. คู่ _____

10. เครื่อง _____

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 44 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที บางข้ออาจง่าย บางข้ออาจยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
3. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

(*) ข้อใดไม่ใช่การสังเกต

- ก. เทียนไขมีสีขาวทึบ
- ข. เทียนไขมีเชือกสีขาว
- ค. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
- ง. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
- จ. เทียนไขมีเนื้อละเอียด และผิวเรียบเป็นมัน

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง. แต่นักเรียนเลือกข้อ ข. ให้ขีดเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง	จ
	X			

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย $\equiv$ ทับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังนี้

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง	จ
	$\equiv$ X		X	

4. นักเรียนควรคิดให้รอบคอบเสียก่อนที่จะตอบ เพราะการเดาไม่ช่วยให้คะแนนดีขึ้นเลย
5. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

ขอใจนักเรียนทุกคน

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์

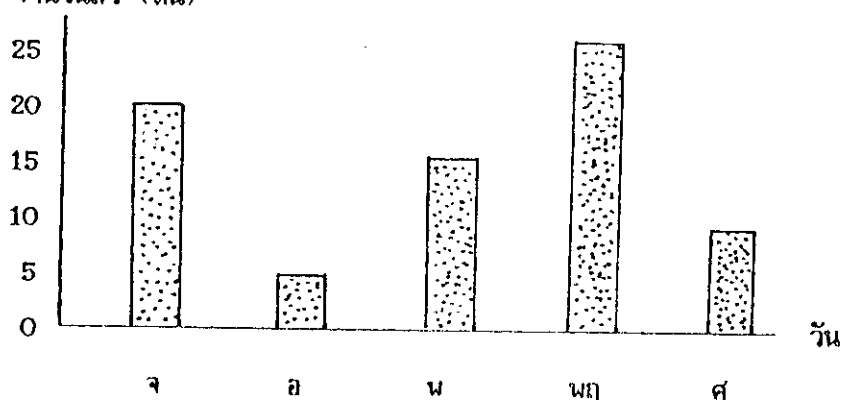
1. ถ้านักเรียนต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำเดือดจะเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีอุณหภูมิช่วงใด
 ก. 0.70°R ข. $32-100^{\circ}\text{C}$ ค. $0-99^{\circ}\text{F}$ ง. $32-180^{\circ}\text{F}$ จ. $32-212^{\circ}\text{F}$

2. นักเรียนคนหนึ่งชั่งน้ำหนัก 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 40.0, 40.2, และ 40.7 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด

- ก. 40.00 กิโลกรัม
 ข. 40.20 กิโลกรัม
 ค. 40.03 กิโลกรัม
 ง. 40.30 กิโลกรัม
 จ. 40.35 กิโลกรัม

3. แผนภูมิแสดงจำนวนต้นถั่วที่งอกใน 5 วัน

จำนวนถั่ว (ต้น)



ถามว่าต้นถั่วงอกเฉลี่ยวันละกี่ต้น

- ก. 5 ต้น ข. 10 ต้น ค. 15 ต้น ง. 20 ต้น จ. 25 ต้น

4. ถ้าบาโรมิเตอร์ปรอทวางไว้บนยอดเขาแห่งหนึ่ง อ่านระดับปรอทได้ 660 มิลลิเมตร และระดับปรอทจะลดลง 1 มิลลิเมตร ทุก ๆ ระยะความสูง 11 เมตร ที่เพิ่มขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลที่มีความดันอากาศปกติ 760 มิลลิเมตร ยอดเขาจะสูงเท่าใด

- ก. 100 เมตร ข. 650 เมตร ค. 1,100 เมตร ง. 7,150 เมตร จ. 8,360 เมตร

5. รินของเหลว 2 ชนิด ปริมาณเท่ากัน ลงในภาชนะฝาเปิดขนาดเท่ากัน ทั้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง สังเกตพบว่าของเหลวภาชนะใบที่ 1 เหลืออยู่น้อยกว่าใบที่ 2 การทดลองนี้อธิบายได้ว่าอย่างไร

- ก. ของเหลว 2 ชนิด มีการระเหย
 ข. ของเหลวจะระเหยได้ดีในบริเวณที่มีอากาศร้อนจัด
 ค. ของเหลวชนิดที่ 2 ถูกดูดความร้อนออกไปได้ช้ากว่า
 ง. ของเหลวต่างชนิดกันมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะต่างกัน
 จ. ของเหลวชนิดที่ 1 อุดมด้วยโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวชนิดที่ 2

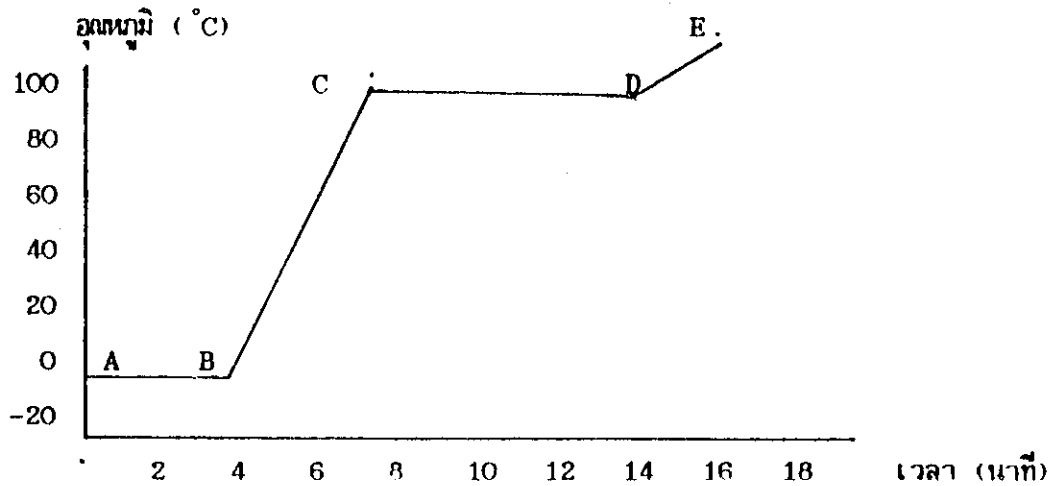
6. การทดลองตามข้อใด ที่นักเรียนคิดว่ามวลของสารไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
- เผาแผนทาลันให้กลั่นแห้งและมีเขม่าเกิดขึ้น
 - เผาน้ำตาลทรายให้ก๊าซสีน้ำตาลแดงและเกิดตะกอนสีดำ
 - ใส่ชิ้นสังกะสีเล็ก ๆ ลงในสารละลายกรดเกลือจะเกิดฟองก๊าซ
 - ผสมสารละลายเกิดฟองก๊าซและทำให้น้ำปูนใสขุ่นเมื่อตะกอนสีขาว
 - วิเศษารละลายลงในน้ำส้มสายชูเกิดตะกอนขาวขุ่น แสดงว่าน้ำส้มสายชูไม่บริสุทธิ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่างๆ แล้วตอบคำถาม ข้อ 7-9

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	อุณหภูมิของอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
0	27.5
2	16.5
4	5.5
6	-5.5
8	-16.5
10	-27.5

7. ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 km อุณหภูมิของอากาศควรจะเป็นเท่าไร
 ก. 0°C ข. -5.5°C ค. 5.5°C ง. 27.5°C จ. -27.5°C
8. ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดลงอีกเป็น -38.5°C ณ ที่นี้จะสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเท่าใด
 ก. 0 km ข. 4 km ค. 9 km ง. 10 km จ. 12 km
9. ถ้าความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 2 km อุณหภูมิของอากาศจะเป็นเท่าใด
 ก. -16.5°C ข. 16.5°C ค. 27.5°C ง. 38.5°C จ. -38.5°C

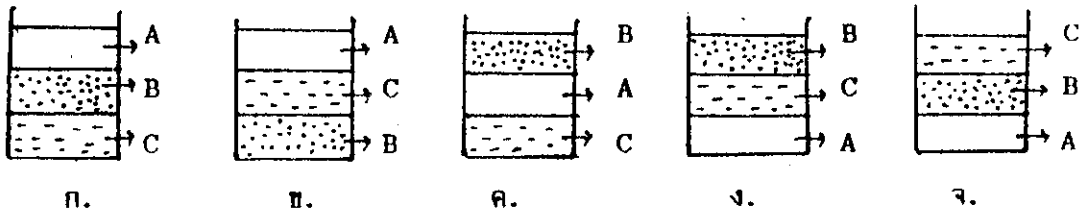
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากราฟแสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำแล้วตอบคำถามข้อ 10



10. ตั้งแต่น้ำเริ่มเดือดจนกระทั่งน้ำเดือดหมดใช้เวลาเท่าใด

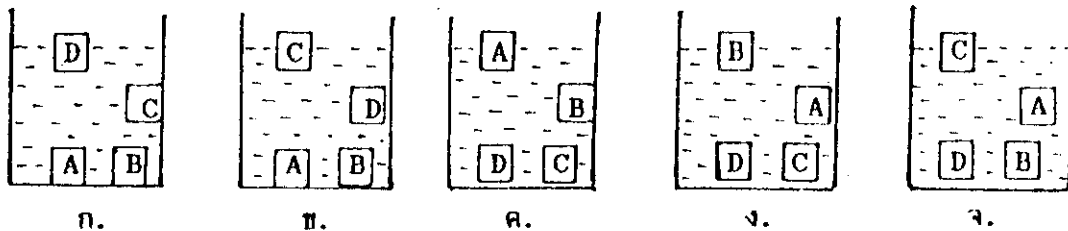
ก. 4 นาที ข. 6 นาที ค. 7 นาที ง. 13 นาที จ. 16 นาที

11. ถ้าของเหลว A มีความหนาแน่น 0.5 g/cm^3 ของเหลว B มีความหนาแน่น 2.5 g/cm^3 ของเหลว C มีความหนาแน่น 5 g/cm^3 เมื่อเทของเหลวทั้ง 3 ชนิด รวมกันในภาชนะ นักเรียนคิดว่าจะมีลักษณะดังรูปใด

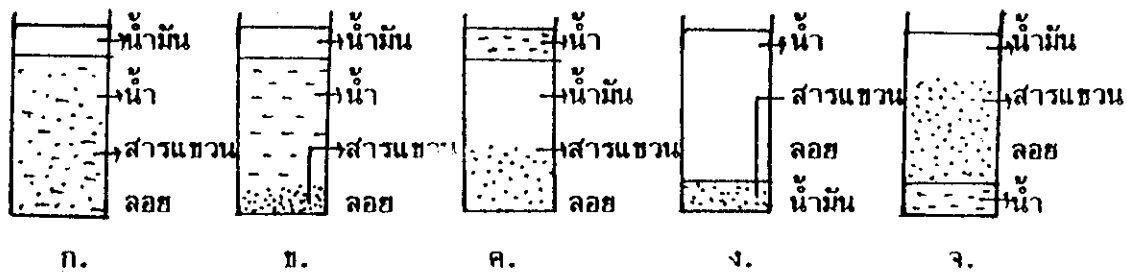


12. เมื่อนำสาร A, B, C และ D มีความหนาแน่น 2.5, 2.0, 1.8 และ 0.7 g/cm^3

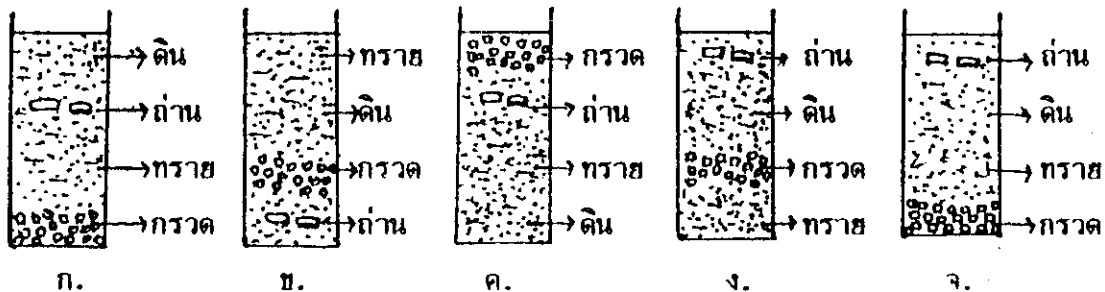
ไปลอยในภาชนะที่ใส่น้ำ จะมีลักษณะดังรูปใด



13. นักเรียนคนหนึ่งเทน้ำมันและน้ำผสมสารแขวนลอย รวมกันในภาชนะใบหนึ่ง กิ่งไว้สักครู่ จะมีลักษณะเป็นรูปใด



14. ครูสาธิตการทดลอง โดยผสมถ่าน ทราย ดิน และกรวด แล้วเทลงในกระบอกน้ำ ทิ้งไว้ที่เทของผสมหมด จะเห็นลักษณะเป็นใด



คำชี้แจง อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 15

ในการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวบนสำลีชุบน้ำ ซึ่งวางอยู่ที่ภาชนะ 2 ใบ หันด้วยกระดาษดำ แต่ละใบใส่เมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด ใบที่หนึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา ใบที่สองวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้น 5 วัน ปรากฏว่าใบที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมล็ดถั่วเขียวไม่งอกเลย ส่วนใบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดถั่วเขียวงอก 20 เมล็ด

15. สิ่งที่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ปริมาณแสง น้ำ และอายุถั่วเขียว
- ข. สิ่งแวดล้อม จำนวน ขนาด และอายุถั่วเขียว
- ค. ปริมาณแสง ปุ๋ย จำนวน ชนิด และอายุถั่วเขียว
- ง. สิ่งแวดล้อม ปริมาณแสง น้ำ และจำนวนเมล็ดถั่วเขียว
- จ. สิ่งแวดล้อม ปริมาณ จำนวน ชนิด ขนาด และอายุถั่วเขียว

คำชี้แจง อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 16

วิธีการทดลอง

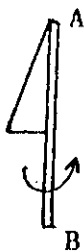
1. เตรียมดิน 2 กระป๋อง กระป๋องที่ 1 ใส่น้ำปุ๋ย กระป๋องที่ 2 ใส่น้ำ
 2. ปลูกต้นโหระพาขนาดเท่ากัน กระป๋องละต้น
 3. วางไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึง
 4. รดน้ำต้นโหระพาทั้ง 2 กระป๋อง ปริมาณเท่า ๆ กันทุกวัน
 5. บันทึกผลเป็นเวลา 10 วัน
16. สิ่งที่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คืออะไร
- ก. ปริมาณแสง
 - ข. ปริมาณน้ำ และปุ๋ย
 - ค. ขนาดของต้นโหระพา และสถานที่
 - ง. ชนิดของดิน ปริมาณ และภาชนะที่ใส่
 - จ. ดิน ปุ๋ย ปริมาณ ภาชนะ ต้นโหระพา และน้ำ
17. ข้อความใดใช้อธิบายความหมายของคำว่า "ผลิตผล" ได้ถูกต้อง
- ก. การเพิ่มปริมาณสิ่งของ
 - ข. ชิ้นส่วนวัสดุที่ประกอบขึ้น
 - ค. ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ที่ทำขึ้นมา
 - ง. คน สัตว์ พืช ผัก และผลไม้ที่มีอยู่
 - จ. ผักและผลไม้ที่ให้ผลตามฤดูกาลต่าง ๆ
18. ข้อความใดอธิบายความหมายของคำว่า "ไฮโดรเจน" ได้ถูกต้อง
- ก. ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบามาก
 - ข. ไฮโดรเจนเป็นธาตุช่วยในการลุกไหม้
 - ค. ไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของน้ำ
 - ง. ไฮโดรเจนติดไฟได้เองแต่ไม่ช่วยให้ไฟติด
 - จ. ไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับโลหะ ได้สารประกอบไฮโดร
19. ข้อใดใช้อธิบายความหมายของคำว่า "ความดันอากาศ" ได้ถูกต้อง
- ก. แรงดัน ณ ระดับน้ำทะเล
 - ข. ความดันอากาศ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ
 - ค. แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
 - ง. พลังงานที่เกิดจากอากาศต่อหนึ่งตารางหน่วย
 - จ. แรงดันของอากาศที่ตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางหน่วย

20. ข้อใดไม่เข้าพวก
- ก. เกว ไก่ เป็ด ห่าน
 - ข. เข็ม ด้าย กระสวย กรรไกร
 - ค. สมุด ดินสอ กบเหลา ยางลบ
 - ง. เรือ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน
 - จ. ตะเกียง หลอดแก้ว บั้วรดน้ำ แท่งเหล็ก
21. ข้อใดจัดเป็นเนอโลหะทั้งหมด
- ก. นีออน อาร์กอน คริปทอน
 - ข. ออกไซด์ ซัลไฟด์ คาร์ไบด์
 - ค. คลอรีน กำมะถัน แคลเซียม
 - ง. ทองแดง ไฮโดรเจน ออกซิเจน
 - จ. โซเดียม อลูมิเนียม โพลีเอทิลีน

คำชี้แจง จงตอบคำถาม ข้อ 22-23 โดยให้ตัวเลือกต่อไปนี้

- ก. พีระมิด
- ข. ทรงกรวย
- ค. ทรงกระบอก
- ง. สี่เหลี่ยมมุมฉาก
- จ. สามเหลี่ยมด้านเท่า

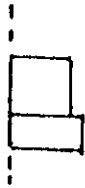
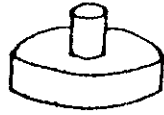
22. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้อย่างเร็วจะเห็นเป็นรูปใด



23. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้อย่างเร็วจะเห็นเป็นรูปใด



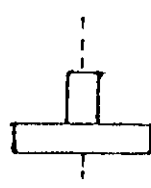
24. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติรูปใด



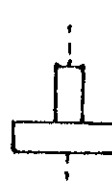
ก.



ข.



ค.



ง.

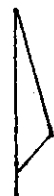


จ.

25. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติใด



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.

26. เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของมดแดง นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองในลักษณะใด

- ก. 1. หัวมีลักษณะ.....
 2. ปากมีลักษณะ.....
 3. ตามีลักษณะ.....
 4. ปีกมีลักษณะ.....
 5. ขามีลักษณะ.....
 6. ท้องมีลักษณะ.....

ข.

สัตว์	สิ่งที่สังเกตเห็น
มดแดง	

ค.

ส่วนต่าง ๆ ของมดแดง
หัว.....
ปาก.....
ตา.....
ปีก.....
ขา.....
ท้อง.....

ง.

ส่วนต่าง ๆ ของมดแดง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	ปาก	.....
	ตา	.....
อก	ปีก	.....
	ขา	.....
ท้อง	-	.....

จ.

ลำดับที่ของการสังเกต	หัว	ปาก	ตา	ปีก	ขา	ท้อง
1						
2						
3						
4						
5						

27. พี่อายุ 14 ปี น้องอายุ 13 ปี ทำการวัดความกว้างของท้อง ๆ หนึ่งได้ผลดังตาราง

ชื่อคน	อุปกรณ์ที่ใช้	ความกว้างของท้อง (เมตร)
พี่	ตลับเมตร	3.5
น้อง	ไม้เมตร	3.6

ผลการวัดของนี้ถูกต้องกว่าของน้องเพราะเหตุใด

- ก. น้องอ่านตัวเลขบนไม้เมตร ไม่ถูกต้อง
- ข. น้องอ่านค่าตัวเลขที่เป็นส่วนย่อยบนไม้เมตรผิด
- ค. นี้สามารถสังเกตจากที่อ่านชนิดลาดของน้องได้ง่าย
- ง. น้องอาจวางไม้เมตรเอียงไปทางด้านหนึ่งด้านใดมากเกินไป
- จ. น้องต้องยกไม้เมตรหลายครั้งจึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อน

คำชี้แจง อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 28

ในการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวบนสำลีชุบน้ำ ซึ่งวางอยู่ที่ก้นภาชนะ 2 ใบ หุ้มด้วยกระดาษดำ แต่ละใบใส่เมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด ใบที่หนึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา ใบที่สองวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากผ่านไป 5 วัน ปรากฏว่าใบที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมล็ดถั่วเขียวไม่งอกเลย ส่วนใบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดถั่วเขียวงอก 20 เมล็ด

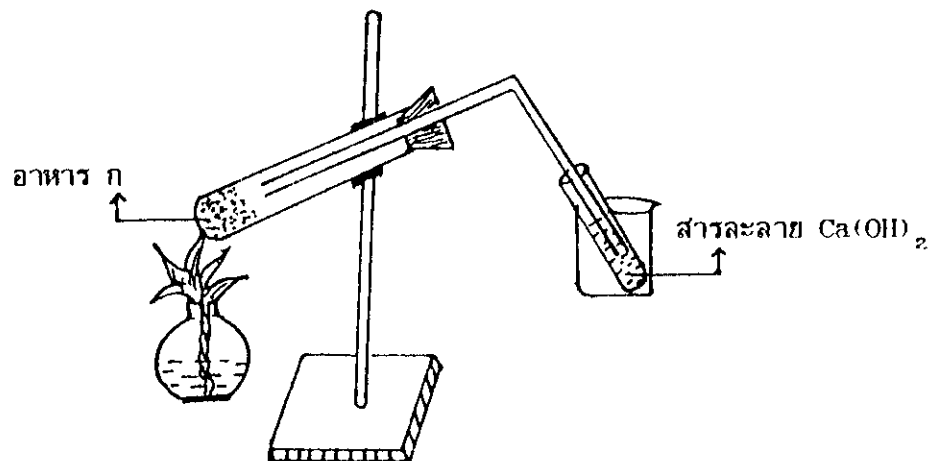
28. การทดลองนี้ต้องการศึกษาอะไร

- ก. อัตราการงอกของเมล็ดถั่วเขียว
- ข. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- ค. แสงเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- ง. อุณหภูมิที่พอเหมาะจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- จ. กระดาษดำเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว

29. ถ้านักเรียนอยากทราบว่าของเหลวในปีกเกอร์ทั้งสองเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ จะมีวิธีการทดลองอย่างไร

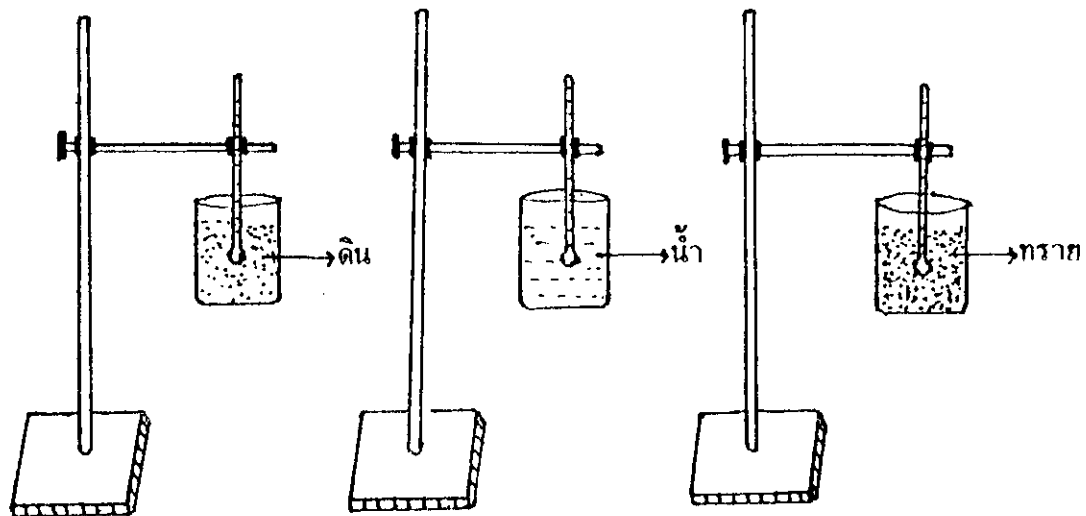
- ก. หาจุดหลอมเหลวโดยให้ความร้อน 30 วินาที แล้ววัดอุณหภูมิของเหลวโดยอุณหภูมิสูงกว่าก็เป็นสารบริสุทธิ์
- ข. ปลดขั้วทิ้งไว้ให้ระเหยไปอย่างช้า ๆ จนหมด ของเหลวใดมีการระเหยได้หมดก่อนของเหลวนั้นก็จะเป็นสารบริสุทธิ์
- ค. ทำการกลั่นตามลำดับส่วน นำสารละลายที่กลั่นได้ออกมาก่อน ประมาณครึ่งหนึ่งของหลอดทดลองไปหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่อไป
- ง. ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง สังเกตดูสารแขวนลอยบนกระดาษกรอง และสีของสารละลายที่ได้ว่าของเหลวใดใสกว่าก็เป็นสารบริสุทธิ์
- จ. หาจุดเดือด โดยให้ความร้อนไปเรื่อย ๆ วัดอุณหภูมิทุก ๆ 30 วินาที จนอุณหภูมิคงที่ของเหลวใดมีอุณหภูมิคงที่ ของเหลวนั้นก็จะเป็นสารบริสุทธิ์

คำชี้แจง นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองเผาอาหาร ก. แล้วผ่านก๊าซที่เกิดขึ้นลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ Ca(OH)_2 ดังรูป ให้ตอบคำถาม ข้อ 30



30. การทดลองเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร
- การเผาอาหารประเภทโปรตีน
 - การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหาร
 - การเผาคาร์โบไฮเดรตจะได้ก๊าซเกิดขึ้น
 - ความร้อนทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง
 - การเผาอาหารจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
31. การทดลองปลูกถั่วเขียวร่วมกัน 2 กระป๋อง โดยควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้เหมือนกัน เช่น ขนาดจำนวน อายุของถั่วเขียว ดิน ภาชนะและปริมาณน้ำที่รด เป็นต้น กระป๋องใบที่หนึ่งไว้ได้ต้นไม้ใบที่สองไว้ในห้องมืดเป็นเวลา 5 วัน การทดลองนี้จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
- น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว
 - ชนิดของถั่วเขียวต่างกันทำให้การเจริญเติบโตต่างกัน
 - แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว
 - ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวต่างกัน
 - น้ำและแสงต่างมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว

32. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยใส่ดิน น้ำ และทราย ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะชนิดเดียวกัน วัดอุณหภูมิแล้วนำไปไว้กลางแดดเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นวัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง (ดังรูป)



นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้ทดสอบสมมติฐานข้อใด

- ก. น้ำ ดินและทราย อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน
- ข. น้ำ ดินและทราย ดูดความร้อนไว้เท่ากัน
- ค. น้ำ ดินและทราย ได้รับปริมาณแสงเท่ากัน
- ง. น้ำ ดินและทราย คายความร้อนไว้ไม่เท่ากัน
- จ. น้ำ ดูด และคายความร้อนเร็วกว่าดินและทราย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 33

รายการ	มวล (g)	ปริมาตร (cm^3)	มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (g/cm^3)
ดินน้ำมันก้อนที่ 1	15	4.0	3.8
ดินน้ำมันก้อนที่ 2	20	5.1	3.9
ดินน้ำมันก้อนที่ 3	25	6.2	4.0

33. ถ้านำมวลและปริมาตรของดินน้ำมันในตารางมาเขียนตารางแล้ว ข้อความใดกล่าวสรุปได้ถูกต้อง
- วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรคงที่
 - วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรลดลง
 - วัตถุที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นมวลจะลดลง
 - มวลและปริมาตรของวัตถุสัมพันธ์กัน
 - วัตถุที่มีมวลเพิ่มขึ้นปริมาตรจะเพิ่มขึ้นด้วย
34. การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก เนื่องจากลมพัดพาทำให้ดินแตกกระแหว่ง นักเรียนคิดว่าพื้นที่บริเวณนั้นจะมีลักษณะเป็นอย่างไร
- เป็นวัชพืช
 - เป็นบริเวณทุ่งหญ้า
 - เป็นบริเวณเพาะปลูก
 - เป็นบริเวณที่ไม่มีต้นไม้ใหญ่
 - เป็นที่ว่าง ไม่มีพืชปกคลุมและแห้งแล้ง
35. ถ้าปริมาณของสิ่งหนึ่งเพิ่มขึ้น แล้วอีกสิ่งหนึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตาม หรือปริมาณของสิ่งหนึ่งลดลง แล้วปริมาณของอีกสิ่งหนึ่งลดลงตามด้วย ข้อความที่สอดคล้องกับลักษณะใด
- พลังงาน
 - ธรรมชาติ
 - สิ่งแวดล้อม
 - ระบบนิเวศน์
 - ความสัมพันธ์
36. ข้อใดเป็นข้อความที่ถูกต้องตามข้อมูลในตาราง

สถานที่	บางแสน	กรุงเทพฯ	ถ้าขุนตาล	ภูกระดึง
อุณหภูมิ (°C)	32	33	20	8

- ที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะลดลง
- ที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น
- ที่สูงขึ้นอากาศจะเย็นลง
- ที่สูงขึ้นอากาศจะร้อนขึ้น
- ที่สูงขึ้นอากาศจะแปรปรวน

37. เมื่อนักเรียนต้องการออกแบบตารางเพื่อแสดงจำนวนสมาชิกทั้งหญิงและชายในครอบครัวของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน ลักษณะตารางควรเป็นแบบใด

ก.

ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)	
	หญิง	ชาย
ค.ญ.....		
ค.ช.....		

ข.

ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)		
	หญิง	ชาย	รวม
ค.ญ.....			
ค.ช.....			

ค.

ลำดับที่	ชื่อผู้หญิง	ชื่อผู้ชาย	รวม
1			
2			

ง.

ลำดับที่	ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)		
		หญิง	ชาย	รวม
1				
2				

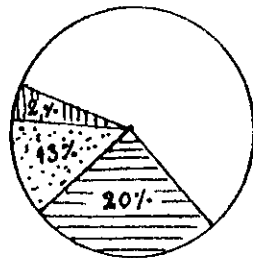
จ.

ลำดับที่	เลขประจำตัว	ชาย	หญิง	รวม
1				
2				

38. ในการทดลองเพื่อดูอัตราการงอกของเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ 4 ชนิด ผลปรากฏดังตาราง นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลตามความถึยในรูปแบบใด

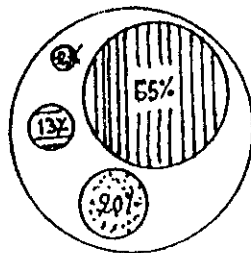
ชนิดของถั่ว	อัตราการงอก (%)
ถั่วเขียว	65
ถั่วลิสง	20
ถั่วแดง	13
ถั่วดำ	2

ก.

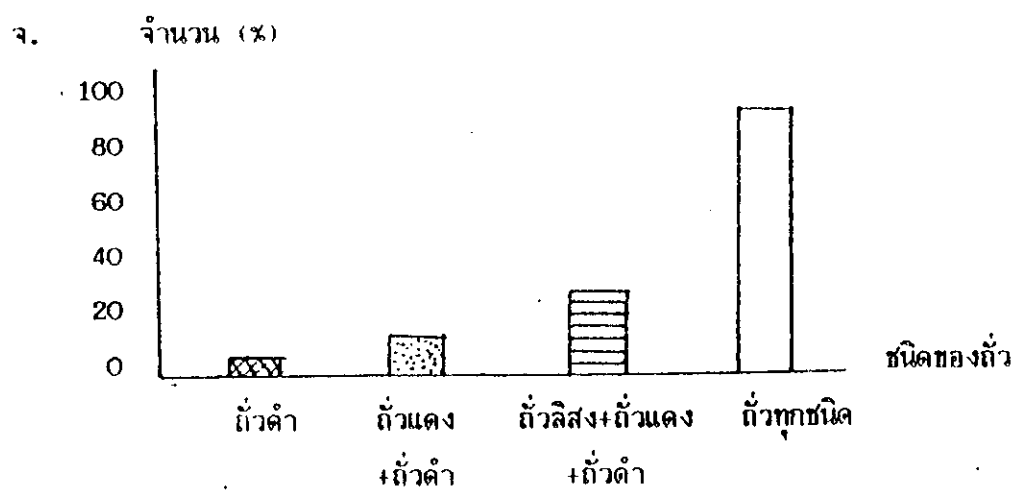
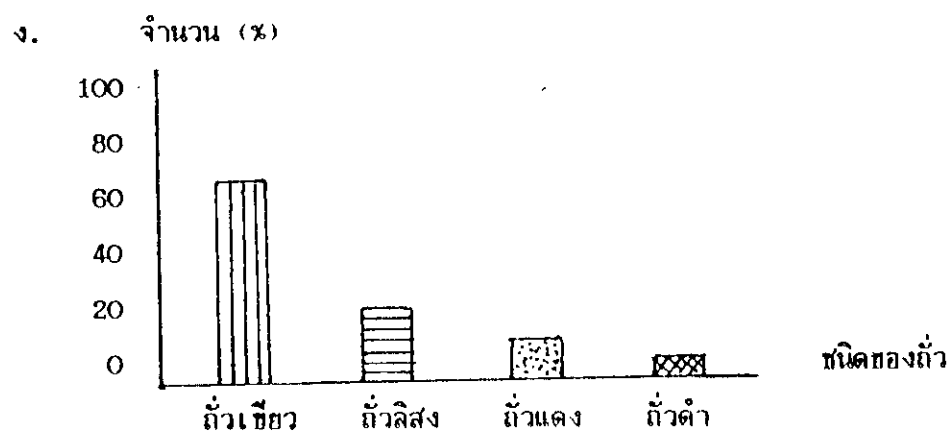
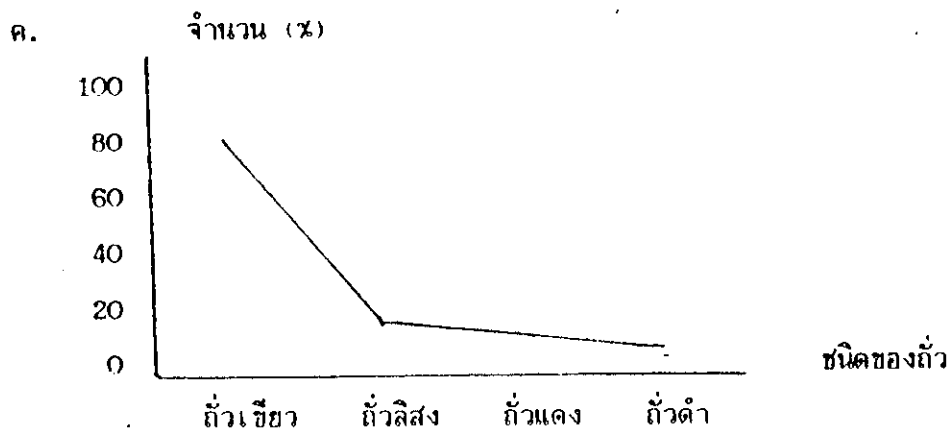


- : ถั่วเขียว
- : ถั่วลิสง
- : ถั่วแดง
- : ถั่วดำ

ข.



- : ถั่วทั้งหมด
- : ถั่วเขียว
- : ถั่วลิสง
- : ถั่วแดง
- : ถั่วดำ



คำชี้แจง จงตอบคำถามข้อ 39-40 โดยใช้ตัวเลือก ก-จ ต่อไปนี้

ก.

วัน เดือน ปี	จำนวน (คน)
รวม	

ข.

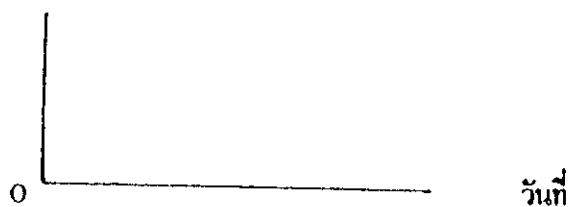
วัน เดือน ปี	อุณหภูมิ (°C)

ค.

ลำดับที่	รายการ	อุณหภูมิ (°C)

ง.

ปริมาณ (คน)

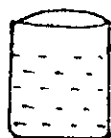


จ.

ปริมาณ (°C)



39. ครูให้นักเรียนเสนอผลการบันทึกอุณหภูมิของอากาศที่โรงเรียนในเวลา 7.00 น. รอบ 1 สัปดาห์ นักเรียนจะเสนอผลรูปแบบใด
40. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำสถิติการขาดเรียนของเพื่อนในห้องเรียน รอบ 1 เดือน นักเรียนจะเสนอผลรูปแบบใด
41. ขงเหลวในภาชนะใดมีปริมาตรปานกลาง



1



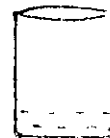
2



3



4



5

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

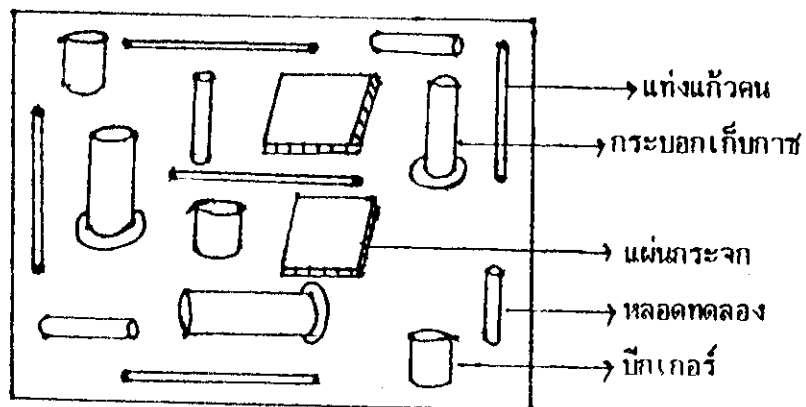
จ. 5

42. เมื่อความยาว กข เป็น 2 หน่วย ความยาว คง จะประมาณกี่หน่วย

ก. _____ ข. _____ ค. _____ ง. _____

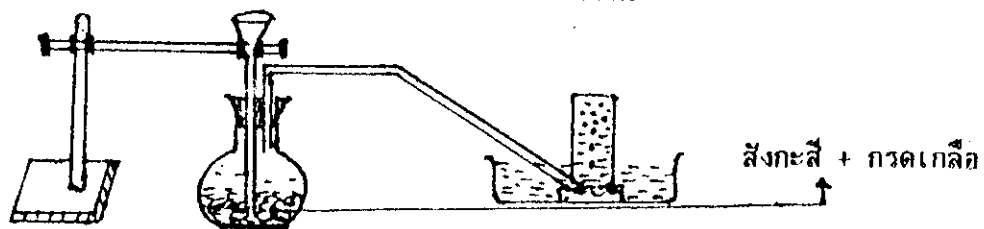
ก. 4 ข. 4.5 ค. 6.5 ง. 8 จ. 10

43. อุปกรณ์ชนิดใดในภาพมีจำนวนมากที่สุด



- ก. บีกเกอร์
- ข. แผ่นกระจก
- ค. แท่งแก้วคน
- ง. หลอดทดลอง
- จ. กระบอกเก็บก๊าซ

44. ข้อใดแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของภาวการทดลองข้างล่างนี้



- ก. มีฟองก๊าซเกิดขึ้น
- ข. ก๊าซที่ได้เบากว่าอากาศ
- ค. ก๊าซที่ได้ไม่รวมตัวกับน้ำ
- ง. เป็นการเตรียมก๊าซคลอรีน
- จ. เป็นการเตรียมก๊าซออกซิเจน

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีข้อกระทงทั้งหมด 20 ข้อ ให้เวลาทำ 10 นาที
2. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดความเห็น ความรู้สึกในมโนะมโนของจิตใจที่มีต่อวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีอิสระอย่างเต็มที่ในการแสดงความเห็นหรือความรู้สึก โดยทำเครื่องหมาย / ให้ตรงกับความเห็นหรือความรู้สึกของท่าน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ทำเครื่องหมายลงในช่อง 1
เห็นด้วย	ให้ทำเครื่องหมายลงในช่อง 2
ไม่แน่ใจ	ให้ทำเครื่องหมายลงในช่อง 3
ไม่เห็นด้วย	ให้ทำเครื่องหมายลงในช่อง 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ทำเครื่องหมายลงในช่อง 5

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	1	2	3	4	5
0	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
00	ใคร ๆ ก็เรียนวิทยาศาสตร์ได้	.....	.....	.....	.....	.....

3. แบบวัดฉบับนี้ไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใดทั้งสิ้น ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับความจริงที่นักเรียนมีความเห็นมากที่สุด
4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) แล้วจึงไปทำเครื่องหมาย / ในช่องใหม่แทน
5. ขอให้นักเรียนตอบให้ครบทุกข้อในเวลา 10 นาที

ข้อที่	ข้อความ	1	2	3	4	5
1	ข้าพเจ้ารู้สึกสบายใจที่ได้เรียน - วิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
2	ข้าพเจ้าอยากให้มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
3	ถ้ามีโอกาสเลือก ข้าพเจ้ามักจะสมัคร เข้าชุมนุมวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
4	ข้าพเจ้าเชื่อไสยศาสตร์มากกว่า - วิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
5	ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าจะเลือกวิชาอื่นแทน วิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
6	ในชีวิตของข้าพเจ้า เกี่ยวข้องกับ - วิทยาศาสตร์ตลอดเวลา	.....	.....	.....	.....	.....
7	ข้าพเจ้ามักจะแก้ปัญหาโดยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
8	ข้าพเจ้าคิดว่าวิทยาศาสตร์ไม่มีความ จำเป็นต่อการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
9	ภาพยนตร์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
10	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยุ่งยากซับซ้อน เข้าใจยาก	.....	.....	.....	.....	.....
11	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ท้าทายควร ติดตาม	.....	.....	.....	.....	.....
12	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ	.....	.....	.....	.....	.....
13	วิทยาศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับทุกคน	.....	.....	.....	.....	.....
14	คนที่ไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นคน ล้าสมัย	.....	.....	.....	.....	.....
15	การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ - สนุกสนานเร้าใจ	.....	.....	.....	.....	.....

/มีต่อ.....

ข้อที่	ข้อความ	1	2	3	4	5
16	คนที่สนใจวิทยาศาสตร์เป็นคนทันสมัย					
	ทันเหตุการณ์	.....	.....	.....	.....	.....
17	ถ้าโลกนี้ขาดวิทยาศาสตร์ มนุษย์คงไม่มี					
	ความเจริญก้าวหน้า	.....	.....	.....	.....	.....
18	วิทยาศาสตร์ทำให้การดำรงชีวิตมีความ					
	สะดวกสบายขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
19	วิทยาศาสตร์ทำให้โลกน่าอยู่มากขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
20	วิทยาศาสตร์เป็นอันตรายต่อชีวิตและ					
	สุขภาพ	.....	.....	.....	.....	.....

ตาราง 9 อัตราส่วนวิกฤตที่ (t-test) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อ	อัตราส่วนวิกฤตที่
1	8.276
2	7.294
3	8.587
4	7.158
5	7.402
6	5.272
7	6.752
8	8.334
9	6.041
10	6.744
11	6.558
12	7.564
13	6.909
14	5.826
15	6.707
16	7.664
17	7.068
18	5.806
19	5.591
20	7.477

เฉลยคำตอบแบบฝึก

1. ชุดการหาคำตรงข้าม

1. 5	2. 1	3. 2	4. 4	5. 3
6. 4	7. 5	8. 4	9. 2	10. 1

2. ชุดการหาความหมายใกล้เคียง

1. 2	2. 3	3. 3	4. 5	5. 4
6. 1	7. 2	8. 1	9. 3	10. 4

3. ชุดการหาศัพท์สัมพันธ์

1. 3	2. 3	3. 5	4. 3	5. 5
6. 1	7. 4	8. 4	9. 2	10. 2

4. ชุดความเข้าใจทางภาษาและภาพ

1. 2	2. 3	3. 4	4. 3	5. 1
6. 2	7. 2	8. 4	9. 2	10. 3

5. ชุดการหาอนุกรม

1. 13	2. 14	3. 56	4. 25	5. 16
6. 40	7. 9	8. 2	9. 11	10. 20

6. ชุดทักษะการคำนวณ

1. 40	2. 81	3. 49	4. 840	5. 8
6. $\frac{1}{8}$	7. 10	8. $\frac{1}{9}$	9. 26.66	10. $\frac{1}{5}$

7. ชุดการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. 5	2. 3	3. 1	4. 4	5. 2
6. 1	7. 5	8. 4	9. 2	10. 3

8. ชุดการแก้ไขโจทย์ปัญหา

- | | | | |
|-------------------|--------------|-------------|----------------------|
| 1. 12 ตร.นิ้ว | 2. 2 ครั้ง | 3. 30 นาที | 4. $11\frac{1}{9}\%$ |
| 5. 5 ช.ม. 35 นาที | 6. 12 ปี | 7. 40 บาท | |
| 8. 3 ตร.นิ้ว | 9. ร้อยละ 25 | 10. 40 เมตร | |

9. ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวงภาษา

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 4 | 2. 5 | 3. 4 | 4. 2 | 5. 5 |
| 6. 6 | 7. 1 | 8. 3 | 9. 3 | 10. 1 |

10. ชุดการจัดประเภทแบบเข้าพวงรูปภาพ

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 3 | 2. 5 | 3. 4 | 4. 3 | 5. 3 |
| 6. 4 | 7. 5 | 8. 2 | 9. 1 | 10. 3 |

11. ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวงภาษา

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 4 | 2. 5 | 3. 2 | 4. 4 | 5. 1 |
| 6. 1 | 7. 3 | 8. 3 | 9. 2 | 10. 5 |

12. ชุดการจัดประเภทแบบไม่เข้าพวงรูปภาพ

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 2 | 2. 5 | 3. 4 | 4. 5 | 5. 5 |
| 6. 3 | 7. 2 | 8. 2 | 9. 1 | 10. 1 |

13. ชุดอุปมาอุปไมยแบบภาษา

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 3 | 2. 2 | 3. 4 | 4. 5 | 5. 3 |
| 6. 4 | 7. 2 | 8. 1 | 9. 3 | 10. 4 |

14. ชุดอุปมาอุปไมยแบบรูปภาพ

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 3 | 2. 2 | 3. 4 | 4. 1 | 5. 5 |
| 6. 2 | 7. 3 | 8. 4 | 9. 5 | 10. 3 |

15. ชุดสรุปความ

1. 5	2. 4	3. 5	4. 2	5. 2
6. 1	7. 2	8. 5	9. 4	10. 5

16. ชุดการหาอนุกรมภาพ

1. 2	2. 3	3. 4	4. 3	5. 1
6. 2	7. 5	8. 2	9. 5	10. 1

17. ชุดการซ้อนภาพ

1. 1	2. 2	3. 5	4. 3	5. 3
6. 4	7. 1	8. 5	9. 4	10. 2

18. ชุดการซ้อนภาพ

1. 3	2. 2	3. 2	4. 5	5. 1
6. 3	7. 4	8. 5	9. 3	10. 1

19. ชุดการแยกภาพและประกอบภาพ

1. 2	2. 1	3. 4	4. 4	5. 5
6. 3	7. 3	8. 5	9. 1	10. 1

20. ชุดการนับลูกบาศก์และพับกล่อง

1. 19	2. 20	3. 27	4. 36	5. 37
6. 28	7. 3	8. 4	9. 5	10. 2

21. ชุดการหาภาพเหมือน

1. 1	2. 5	3. 2	4. 3	5. 4
6. 2	7. 1	8. 3	9. 5	10. 4

22. ชุดการหาภาพต่าง

1. 4	2. 2	3. 3	4. 5	5. 1
6. 5	7. 4	8. 3	9. 1	10. 2

23. ชุดการกำหนดคู่เหมือน-คู่ต่าง

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 3 | 2. 1 | 3. 5 | 4. 1 | 5. 5 |
| 6. 4 | 7. 1 | 8. 4 | 9. 3 | 10. 2 |

24. ชุดการจำภาพ

- | | | | | |
|------------|---------|---------|---------|-------------|
| 1. 1 คน | 2. 2 คน | 3. 4 คน | 4. 3 | 5. 4 |
| 6. ผู้หญิง | 7. 7 คน | 8. 8 | 9. 4 คน | 10. รองเท้า |

25. ชุดการจำสัญลักษณ์

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. 4 | 2. 3 | 3. 1 | 4. 1 | 5. 5 |
| 6. 2 | 7. 3 | 8. 2 | 9. 4 | 10. 5 |

26. ชุดเติมคำให้มีความหมายถูกต้องสมบูรณ์

- | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <u>คุ้ม</u> ครอง, <u>คุ้ม</u> ครอง | 2. <u>ดี</u> ใจ, <u>เสีย</u> ใจ | 3. <u>หนังสือ</u> , <u>กระ</u> สื่อ |
| 2. <u>ชอบ</u> คุณ, <u>เนร</u> คุณ | 5. <u>ดูแล</u> , <u>กา</u> แล | 6. <u>สน</u> ุก <u>สน</u> าน |
| 7. <u>โรง</u> เรียน, <u>โรง</u> เรียน | 8. <u>น่า</u> รัก, <u>น่า</u> ชัง | 9. <u>คุ้ม</u> รัก, <u>คุ้ม</u> มือ |
| 10. <u>เครื่อง</u> บิน, <u>เครื่อง</u> ยนต์, <u>เครื่อง</u> ครัว, <u>เครื่อง</u> เล่น | | |

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ
ที่อยู่	4/97 หมู่บ้านสหกรณ์ ถ.สุขาภิบาล 2 แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กทม. 10240
ตำแหน่งหน้าที่	รองศาสตราจารย์ ระดับ 9
ที่ทำงาน	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23 เขตคลองเตย กทม. 10110
ประวัติการศึกษา	ระดับประถมศึกษาโรงเรียนสหกิจวิทยา จ.ลพบุรี (2508) ระดับมัธยมต้น-ปลายโรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จ.ลพบุรี (2513) ระดับอนุปริญญา วิทยาลัยครูเทพสตรี จ.ลพบุรี (2515) ระดับปริญญาตรี กศ.บ. สาขา คณิตศาสตร์-ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน กทม. (2517) ระดับปริญญาโท กศ.ม. สาขาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กทม. (2522) ระดับปริญญาเอก กศ.ด. สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กทม. (2539)

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้าง
ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน

บทคัดย่อ
ของ
ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
เมษายน 2539

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2 ห้องเรียน จำนวน 76 คน ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย การฝึก เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเพศ การทดลองครั้งนี้ใช้แผนแบบแฟคทอเรียล แบบ $2 \times 3 \times 2$ โดยวัดก่อนและหลังทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบฝึก 26 ชุด แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทดลองมีการทดสอบก่อนแล้วให้นักเรียนฝึกเป็นรายบุคคล จากนั้นฝึกเป็นกลุ่มเพื่อร่วมอภิปราย เมื่อฝึกครบ 26 ชุด แล้วมีการทดสอบหลังการทดลอง ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกจากแบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สไตน์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาตามลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเพศแล้ว พบว่านักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เพศ แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE PROCESS SKILLS BY A SET OF
APPLYING EXERCISES FROM THURSTONE'S THEORY OF MENTAL ABILITY

AN ABSTRACT
BY
CHANWIT TIAMBOONPRASERT

Presented in partial fulfillment of the requirements for
the Doctor of Education degree in Testing and Measurement
at Srinakharinwirot University

April 1996

The purpose of this research was to develop Science Process Skills by using a set of applying exercises from Thurstone's Theory of Mental Ability. Sampling of 76 students from two classrooms in Matayom 2 of Satit Srinakharinwirot Prasarnmitr University were used as the subjects for the experiment. Three variables namely, training, scientific attitude and sex were involved by using a $2 \times 3 \times 2$ factorial design model having pretest and posttest for both the experimental group and the control group.

Tools in use were 26 forms of training exercises, scientific attitude test and Science Process Skills test. The experiment was carried out by pretest all subjects before giving the individual subject each form of training exercise. After that, all subjects were trained in group for discussion and finally, the posttest was given, when all of the 26 forms of training exercises were finished. Data were analysed by using ANOVA and ANCOVA.

The results indicated that students who had been trained by using a set of applying exercises from Thurstone's Theory of Mental Ability had higher Science Process Skills than students who had been trained by using a teacher's manual at .01 level of significance. When considering the scientific attitude and sex, there were not differences between the two groups in Science Process Skills at .05 significance level.