การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

มนวิภา อ่อนศรี

ก.ค. 2541

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อาวุธ วัฒนสิน)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อาวุธ วัฒนสิน)
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ 8 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2541

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ รองศาสตราจารย์ อาวุธ วัฒนสิน และรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ รองศาตราจารย์ วัญญา วิศาลาภรณ์ รองศาสตราจารย์ อาวุธ วัฒนสิน รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบทดสอบ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ และคณะครู-อาจารย์ ที่ให้ความร่วมมือในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนิสิตวัดผลรุ่นพี่ รุ่นน้องและพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณอาจารย์สินชัย อ่อนศรี อาจารย์สุกัญญา ก้อนสมบัติ และอาจารย์วิราวรรณ ชนะกุล ที่คอยให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดเวลา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา-มารดา ครู-อาจารย์ และญาติพี่น้องที่ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ ในการสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

มนวิภา อ่อนศรี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	11
	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	11
	การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	17
	ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	23
	ขั้นตอนในการแก้ปัญหา	25
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	34
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	38
3	**วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า**	39
	ประชากร	39
	กลุ่มตัวอย่าง	39
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	41
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	42
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	46
	ลักษณะของเครื่องมือ	48
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	61

บทที่ หน้า

การจัดกระทำข้อมูล 61
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 62
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 67
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 67
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 69
5 สรุปและอภิปรายผล 76
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 76
กลุ่มตัวอย่าง 76
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 76
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 77
การวิเคราะห์ข้อมูล 78
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 78
อภิปรายผล 79
ข้อเสนอแนะ 81
บรรณานุกรม 82
ภาคผนวก 90
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 159
ประวัติย่อของผู้วิจัย 160

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว 18

2 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำแนกตามเขต โรงเรียน จำนวนห้องเรียน จำนวนนักเรียน 41

3 คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 45

4 สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 70

5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ฉบับ กับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับ . 72

6 น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ฉบับที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .. 74

7 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 92

8 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 106

9 ค่าความเที่ยงตรงของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 111

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า หากต้องการพัฒนาประเทศให้เจริญรุดหน้าอย่างจริงจังแล้ว สิ่งแรกและสำคัญที่สุดคือ การพัฒนาคน และในการพัฒนาคนของชาติให้มีคุณภาพก็ต้องใช้การศึกษาเป็นหลัก ดังนั้นการศึกษาที่พึงประสงค์จึงต้องเป็นไปเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติ ให้รู้จักตนเอง รู้จักชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ตนมีส่วนร่วมอยู่ แล้วนำความรู้ความเข้าใจมาใช้แก้ปัญหา และเสริมสร้างชีวิตให้ดีขึ้นอย่างกลมกลืนกับธรรมชาติ (คณะกรรมการวางพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษา. 2528. : 15)

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในสังคมทุกรูปแบบและทุกระดับ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ในด้านความสะดวกสบาย การช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตและการกินดีอยู่ดี ตลอดจนเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ จะเห็นได้จากประเทศที่มีการพัฒนาแล้วต่างก็พยายามสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สูงขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้นประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาคนในชาติให้มีคุณภาพ มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ ความคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดี (วรรณดี วรรศิลป์. 2534 : 1) ความสามารถเหล่านี้ควรได้รับการปลูกฝังตั้งแต่เยาว์วัย โดยเฉพาะการศึกษาในระบบโรงเรียนจัดว่าเป็นนโยบายที่สำคัญที่สุดของประเทศ ดังวัตถุประสงค์นโยบายและมาตรการของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535 - 2539 ได้เน้นความสำคัญของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเน้นกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าหาข้อเท็จจริง และการนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งให้มีการเผยแพร่ข่าวสารข้อมูลให้ประชาชนได้รับทราบอย่างทั่วถึง (สำนักนายกรัฐมนตรี. 2535 : 4) สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) มีจุดประสงค์

เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เข้าใจในขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เกิดเจตคติ มีทักษะการคิดที่สำคัญในด้านการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพลของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (กรมวิชาการ. 2533 : 33)

ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมาก การที่บุคคลจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันจะต้องเป็นผู้ที่มีความคิด รู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหา นักการศึกษาได้มองเห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้เป็นคนที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (พนัส หันนาคินทร์. 2521 : 34) โดยคำนึงถึงว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นมีสติปัญญา ความรู้ อารมณ์และประสบการณ์ (Stollburg. 1956 : 225 - 228) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นวิชาพื้นฐานตั้งแต่อนุบาลจนถึงระดับมัธยมศึกษามีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนให้มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) อันหมายถึง มุ่งให้เกิดภูมิปัญญา ค่านิยม เจตคติ และทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป้าหมายดังกล่าวครอบคลุมจุดหมายที่สำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์หลายประการคือมุ่งให้ผู้เรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ไปใช้ความสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นถึงกระบวนการคิด การค้นคว้า การพัฒนาเทคโนโลยีท้องถิ่นและสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่อย่างมีดุลยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 11) การที่จะได้รับประโยชน์จากวิชาวิทยาศาตร์อย่างสมบูรณ์นั้น มิได้ขึ้นอยู่กับการจัดให้มีวิชาวิทยาศาสตร์สอนอยู่ในหลักสูตรเท่านั้น แต่จะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอีกหลายอย่างโดยเฉพาะครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของคำว่า "วิทยาศาสตร์" เสียก่อน เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงความรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่หมายถึงความรู้บวกกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาตร์ที่จะช่วยเป็นแนวทางในการค้นคว้าทดลองหาความรู้ในสิ่งใหม่ ๆ (พัฒน์ น้อยแสงศรี. 2512 : 8-9) ส่วนซีคานสกี (Czekanski. 1974:23)

ได้ให้ความหมายวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์หมายถึงการจัดเนื้อหาวิชาความรู้อย่างเป็นระบบ และหมายถึงขบวนการหรือแนวทางที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยการใช้คำถาม การทดลอง การสังเกต การวัด การสรุป และการสื่อความหมาย

สำหรับ สิปปนนท์ เกตุทัต (2535 : 1) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันว่า จะไม่เน้นเรื่องเนื้อหาวิชาแต่จะเน้นเรื่องสังกัป (Concept) หรือความหมายรากฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งสูตร และการค้นพบต่าง ๆ ไม่ใช่ให้นักเรียนท่องสูตรต่าง ๆ เหมือนที่ผ่านมา ให้นักเรียนลองตั้งปัญหาและตอบปัญหาด้วยตนเอง แทนที่จะดูรูปจากตำราหรือดูครูทำการทดลอง ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความคิดเห็นที่คล้ายกับของพิทักษ์ รักษาพลเดช (2533 : 74) ที่ว่าในด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแล้ว ครูยังเน้นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล สำหรับ พจน์ สะเพียรชัย (2527 : 49) ได้แสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ผู้ที่จะได้ชื่อว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น ควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้ในทางวิทยาศาสตร์และเป็นผู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิธีการที่จะให้คน ๆ นั้นเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ

นอกจากนั้น สมจิต สวธนไพบูลย์ (2533 : 6) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์คือไม่สามารถนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร เนื่องจากมีการเน้นบางอย่างมากเกินไป และในขณะเดียวกันก็มีการละเลยในบางเรื่อง เช่น การเน้นบทบาทของผู้สอน ความสมบูรณ์ของเนื้อหา และละเลยบทบาทของผู้เรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของผู้เรียน ในการสอนวิทยาศาสตร์มักจบลงด้วยผู้เรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แทนที่จะจบลงด้วยผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง/หรือการได้นำเอาความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง จึงทำให้การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อยลง ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ จากงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวก (จิตนา ราชรองเมือง. 2516 : 1- 88 ; พิสุทธิ์ บุญเจริญ. 2522 : 1-85 ; วรรณดี วรรณศิลป์. 2524 : 1 -36)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการตอบสนองนโยบายปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535 - 2539 ที่เน้นให้ฝึกกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาโดยการฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลพัฒนาด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ถ้าสัมพันธ์กันแล้วจะมีทักษะใดบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 กรุงเทพมหานคร จำนวน 23 โรงเรียน มีห้องเรียน 204 ห้อง และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 10,390 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 กรุงเทพมหานคร จำนวนโรงเรียน 9 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 11 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 552 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two - stage Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำแนกออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

3.1.1 การสังเกต

3.1.2 การวัด

3.1.3 การจำแนกประเภท

3.1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

3.1.5 การคำนวณ

3.1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

3.1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

3.1.8 การพยากรณ์

3.1.9 การตั้งสมมติฐาน

3.1.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

3.1.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

3.1.12 การทดลอง

3.1.13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ดังนี้ คือ

1.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

1.2 การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.5 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.8 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ โดยนำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

1.9 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

1.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ คือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่จะทำให้ผลทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

1.12 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

ก. วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ข. อุปกรณ์ และ / หรือ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

1.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

1.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

1.13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดพฤติกรรมความสามารถที่แสดงออกในลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามข้อ 1

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการทางสมองของบุคคลรวมทั้งพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญามาแก้ปัญหาที่ประสบในสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการคิด โดยการระบุประเด็นที่สอดคล้องกับปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เวียร์ (Weir. 1974 : 17) ได้เสนอไว้ 4 ขั้นตอน จากข้อความที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

4.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.3 ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

4.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

5. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา หมายถึง ข้อความที่กล่าวถึงเป็นปัญหาในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

6. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบด้านค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

7. ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta - Weight) ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ หมายถึง ค่าที่บอกให้ทราบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ในรูปของคะแนนมาตรฐาน (β) และคะแนนดิบ (b)

8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์เกี่ยวกับการวิจัยและวัดผลการศึกษาและสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจำแนกออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. ขั้นตอนในการแก้ปัญหา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้พยายามนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อฝึกฝนและพัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 59) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ

อุทัย บุญมาดี (2529 : 7) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา จนเกิดความชำนาญคล่องแคล่ว

สุดารัตน์ จินดาวงษ์ (2531 : 27) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม

พจน์ สะพียรชัย (2527 : 49 - 51) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะ การสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและสรุป การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณและทักษะ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

โชติ เพชรชื่น (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนิชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525 : 48) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

ประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต (2528 : 23 - 24) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในการเรียนทางวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะในการทำหรือในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

1.1 ให้เด็กมีทักทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย

1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษาและล้างทำความสะอาด

1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. ทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ คือ

2.1 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติการทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจโดยใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 สามารถรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นมารายงานหรือเขียนได้

ซัน และ โทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรสอนนักเรียน เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะเกี่ยวกับการหาความรู้ ได้แก่ การฟัง การสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนก การเรียบเรียงอย่างมีระเบียบ การเขียนโครงเรื่อง การพินิจ การประเมินผล และการวิเคราะห์

3. ทักษะในด้านสร้างสรรค์ ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบปัญหา การประดิษฐ์ และการสังเคราะห์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การระวังรักษาเครื่องมือ การสาธิต การทดลอง และการซ่อมแซมเครื่องมือ

5. ทักษะในการสื่อความหมาย ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การบรรยาย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสอนเพื่อนได้

ในปี ค.ศ.1970 สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science : AAAs) ได้ค้นพบวิธีหรือกระบวนการที่นักวิทยาศาตร์ใช้ อย่างน้อย 13 ประการ และตีพิมพ์ในหนังสือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับคำบรรยายสำหรับครู (Science - A Process Approach, Commentary for Teacher) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ประการ (AAAS. 1970 : 33 - 176) มีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

1.2 การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสวัตถุ หมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.5 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.8 การพยากรณ์ หมายถึงการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ นำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

2. ทักษะกระบวนการขั้นผสม ได้แก่

2.1 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ คือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่จะทำให้ผลทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

2.4 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

ก. วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ข. อุปกรณ์ และ / หรือ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

1.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

1.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายข้อมูล ในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

จากการศึกษาความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้น จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งจำเป็นต้องใช้การค้นคว้า ทดลอง เพื่อใช้หาข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ซึ่งการค้นคว้าทดลองจะส่งผลให้ผู้ดำเนินการมีความสามารถด้านปฏิบัติการและด้านการพัฒนาความคิด เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ และพิคาร์ด (Sund and Picard. 1972 : 31 - 35) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1 - 5) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมออกมาเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
1. การสังเกต (Observation)	1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
	1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ
	1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. การวัด (Measurement)	2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะกับสิ่งที่จะวัด
	2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
	2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
	2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
	2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
3. การจำแนกประเภท (Classification)	3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
	3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
	3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)	4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติจากวัตถุ/รูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้ 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ 4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้ 4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้
5. การคำนวณ (Using Numbers)	5.1 การนับ ได้แก่ - นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง - ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ - ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 5.2 การคำนวน (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่ - บอกวิธีคำนวณได้ - คิดคำนวณได้ถูกต้อง - แสดงวิธีคิดคำนวณได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
	5.3 การหาค่าเฉลี่ย - บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย - หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)	6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์ (Prediction)	การพยากรณ์ทั่วไป 8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ 8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
	8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)	หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)	ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้
12. การทดลอง (Experimenting)	12.1 ออกแบบการทดลองโดย - กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย - ระบุอุปกรณ์ และ / หรือสารเคมีที่จะใช้ในการทดลองได้ 12.2 ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting Data Conclution)	13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ 13.2 บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูลได้

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 : 23 - 24) ได้กล่าวถึงลักษณะข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. สถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่เป็นสถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วย จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาจะต้องสั้น กระทัดรัด อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้กับคำถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้นักเรียนไม่เสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2. คำถาม คำถามที่จะใช้ตอบสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามในเรื่องความรู้ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำ ทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามที่รัดกุม บ่งชัดว่าจะใช้ตอบในเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถามควรเป็นตอนละเรื่อง แต่กำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ตอบคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

จากการศึกษาการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่าการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะ เพื่อเป็นแนวทางในการที่จะประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

3. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ เนื่องจากเมื่อบุคคลประสบปัญหาต่าง ๆ ขึ้นแล้ว ถ้าบุคคลนั้นไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ ก็จะเป็นการกีดขวางต่อการแสวงหาความรู้ และการดำเนินการต่าง ๆ (พรรณี ชูทัย. 2522 : 188) นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่านได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายทัศนะ เช่น

เพียเจต์ (นันทเดช โชคถาวร. 2532 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. 1962 : 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่สามคือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุประมาณ 7-10 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับการพัฒนาขั้นที่สี่ คือ Stage of Formal Operations เด็กจะมีอายุประมาณ 11-15 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ โดยเด็กสามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดซับซ้อนได้

กาเย่ (Gagne. 1970 : 63) อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานจนเป็นความสามารถชนิดใหม่เรียกว่าความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทสังกัป กาเย่ อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้ให้ความหมายว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหานั่นเอง เขากล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากลำบากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

ชม ภูมิภาค (2516 : 56) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความหมายกว้างขวางมาก รวมพฤติกรรมที่ซับซ้อนอยู่ในรูปต่าง ๆ มากมาย พฤติกรรมในการแก้ปัญหานี้เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีงาน มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้บรรลุผลเพื่องานนั้น

สวนา พรพัฒน์กุล (2522 : 217) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพปัญหาและจะต้องพบกับปัญหาต่าง ๆ อีกเป็นอันมากในชีวิต ปัญหาบางปัญหาก็ไม่ซับซ้อนมากมาย ไม่ยากแก่การที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จไปได้ การคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการแก้ปัญหา ยิ่งปัญหาสลับซับซ้อนก็ยิ่งอาศัยการคิดมาก

ประสาท อิศรปรีดา (2523 : 185) ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยสติปัญญา ความคิด ประสบการณ์ และการรับรู้ รวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมต่าง ๆ การแก้ปัญหาจะไม่เกิดขึ้นเลยถ้าปราศจากการคิด

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 259) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม มาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่

จากแนวคิดของนักศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

มีผู้ให้แนวคิดและแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาหลายคน ดังนี้

บลูม (Bloom. 1956 : 122) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนการคิดแก้ปัญหานี้ บลูม ได้อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้แก้ปัญหาในขั้นที่ 1-4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ ขั้นที่ 5 และ6 เป็นส่วนของความเข้าใจ สำหรับความรู้ความจำถือว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

บรูเนอร์ (Bruner. 1965 : 123-127) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิง และจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์การรับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทอันที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem Isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาหนทางแก้ไข (Search for Cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation Check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

พอลยา (Polya. 1957 : 6-22) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่นการลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใดจะต้องเพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง

จอห์น ดุย (John Dewey) ได้เสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาที่ปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 5 ขั้นตอน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 4-5) ดังนี้

1. ขั้นปรากฏความยุ่งยากเกิดเป็นปัญหาขึ้น

2. ขั้นจำกัดขอบเขตและนิยามความยุ่งยาก

3. ขั้นเสนอแนะการแก้ปัญหาคือ สมมติฐาน

4. ขั้นอนุมานเหตุผลของสมมติฐาน

5. ขั้นทดสอบสมมติฐาน

นอกจากนี้ จอห์น ดุย ยังได้กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา เป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา แล้วได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาอีกแนวหนึ่งว่าควรประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน (อำนวย เลิศชยันตี. 2523 : 19-20 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1971 : 103) คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ สุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้แนวทางที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

มาร์ค และคนอื่น ๆ (จิรภา หนูน้อย. 2533 : 43 ; อ้างอิงจาก Mark and others. 1965 : 401-412) ได้กล่าวถึงการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า สิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติในการแก้ปัญหามีดังนี้

1. ค้นหาว่าโจทย์ถามหาอะไร และได้บอกอะไรมาบ้าง
2. หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์ให้มากับสิ่งที่ต้องการหาค่า
3. วิเคราะห์ข้อมูลและความสัมพันธ์เพื่อหาคำตอบ
4. ตรวจสอบคำตอบ

เวียร์ (Weir. 1974 : 16-18) ได้กล่าวว่า เทคนิคการแก้ปัญหาที่นำไปประยุกต์ในวิธีการแก้ปัญหาที่นำมาอภิปรายกันในทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิศวกรรม การแพทย์ และธุรกิจ ปัญหาของจุดวิกฤตของพลังงาน ระยะเวลาในการเดิน ฯลฯ ส่วนปัญหาพื้นฐานทั่วไปของมนุษย์ คือ ความพยายามนำต้นไม้ไปปลูกใหม่ มลภาวะ การขนส่ง การติดต่อสื่อสาร และเศรษฐกิจ ทั้งหมดนี้เป็นตัวอย่างของปัญหาต่าง ๆ มากมายที่จำเป็นที่จะต้องพัฒนาเทคนิคของการแก้ปัญหา ซึ่งในอนาคตจะมีปัญหาที่ซับซ้อนกว่านี้ การแก้ปัญหาเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องกับการคิดและประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกฝนคนให้มีความพยายามในการแก้ปัญหา และการพัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหาเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพื่อช่วยให้นักเรียนมีเหตุผลที่จะนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เขาประสบในชั้นเรียนและชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ เวียร์ ยังได้กล่าวว่า ทัศนคติ ความอยากรู้อยากเห็น การตัดสินใจ การเปิดใจยอมรับ การกำหนดเป้าหมาย และความซื่อสัตย์ สิ่งเหล่านี้ถูกนำมาเชื่อมโยงกันโดยความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ ตำราทางด้านวิทยาศาสตร์หลายเล่มได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา และการศึกษาค้นคว้า ซึ่งอาศัยการสังเกตอย่างรอบคอบและการวัดที่ถูกต้อง การนิยามปัญหาขึ้นด้วยความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้รวบรวมไว้ และตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่ออธิบายปัญหาอย่างคร่าว ๆ สำหรับการแก้ไขปัญหานั้นบางครั้งต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้องมาช่วยเสริม ดังนั้นการทดลองจึงจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งจะต้องเตรียมไว้เพื่อให้เหมาะสมในการเก็บข้อมูลและผลลัพธ์ที่จำเป็นในการตีความหมายต่อไป และเมื่อมีคำถามเกิดขึ้น การดำเนินการเพื่อที่จะตอบคำถามก็คือการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ สามารถใช้แก้ปัญหาได้อย่างประสบผลสำเร็จตลอดมา และการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเวลาส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในกิจกรรม

แก้ปัญหา การเน้นอย่างสม่ำเสมอในเรื่องเทคนิคของการแก้ปัญหาสามารถช่วยให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่า การคิดคือทักษะซึ่งสามารถพัฒนาและปรับปรุงได้หากรู้ว่ามีวิธีการอย่างไร ขณะที่นักเรียนได้พบปัญหาที่ยุ่งยากและน่าพิศวง เขาจะเกิดความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะรูปแบบการคิดของพวกเขา ทั้งจุดดีและจุดด้อยของวิธีการคิดรวมถึงการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสำเร็จหรือความล้มเหลวต่อการแก้ปัญหา

สำหรับเวียร์ ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ ซึ่งผู้เขียนตำราทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับขั้นตอน หรือแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติที่ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาและวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ก็คือ

1. ขั้นในการตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา
2. นิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ
3. ค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน
4. พิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ เวียร์ ได้กล่าวถึงหลักการแก้ปัญหา (Perception for Problem Solution) 6 ประการ ซึ่งจะสามารถช่วยในการแก้ไขปัญหาได้ สามข้อแรกนั้นเป็นการป้องกันและหลีกเลี่ยงไม่ให้มุ่งความสนใจในทิศทางที่ผิด ส่วนอีกสามข้อหลังคือ เพื่อหาวิธีการแก้ไข ช่วยให้เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง ดังนี้

หลักการข้อที่ 1 เริ่มต้นการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร ทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งได้รูปแบบที่ครอบคลุมเรื่องทั้งหมด ต่อไปคือการแยกแยะปัญหาที่แท้จริงจากสิ่งที่เห็นได้ง่าย จากนั้นให้โยงปัญหาที่ใกล้ ๆ ตัวเข้ากับปัญหาทั้งหมด ซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่แฝงอยู่ในปัญหา หลักการข้อนี้ก็คือการหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ย่อย ๆ ต่าง ๆ และความเหมาะสมในกลุ่มของเหตุการณ์นั้น ๆ

หลักการข้อที่ 2 การตัดสินในการนิยามปัญหา (Suspend Judgement) ซึ่งหลักการข้อนี้จะช่วยคลี่คลายข้อสงสัยที่ติดอยู่ในใจ ซึ่งลักษณะของปัญหาส่วนใหญ่คือ เรื่องของการให้ความหมายของคำ (Semantic) บ่อยครั้งที่ใช้เวลามากกว่าครึ่งหนึ่งของการแก้ปัญหาคือ การให้ความหมายที่คำนึงถึงความเหมาะสมของคำมากกว่าความเป็นจริง ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้โดยการสร้างนิสัยของการระมัดระวังการนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

หลักการข้อที่ 3 การเรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา ผู้ศึกษาอาจจะพบว่ามีความยุ่งยากในการตัดสินใจในความสัมพันธ์ของปัญหา เช่นปัญหา B และ C ว่าอะไรสูงกว่ากัน เมื่อได้รับข้อมูลว่า A สั้นกว่า B และ A สูงกว่า C จะเห็นว่าความยุ่งยากจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หากนำปัญหานั้น ๆ จัดรูปให้อยู่ในแบบของตรรกศาสตร์ ซึ่งเทียบได้ว่า B สูงกว่า A และ A สูงกว่า C

หลักการข้อที่ 4 ถ้าพบว่าไม่มีทางหาคำตอบจากวิธีการเดิมให้หาวิธีการใหม่ โดยการไตร่ตรองหนทางที่เป็นไปได้และกำหนดตัวเลือกจากหนทางที่เป็นส่วนใหญ่ ๆ ของปัญหาทั้งหมด ถ้ามีตัวเลือกมากก็จะสามารถหาหนทางแก้ไขปัญหาให้ดีขึ้นได้

หลักการข้อที่ 5 ให้หยุดพักเมื่อติดขัดหรือพบปัญหาอุปสรรค เวียร์ กล่าวถึง โคห์เลอร์ ที่ได้กล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาซึ่งบ่อยครั้งที่ปัญหาวิ่งมาหาเขา โดยที่เขาไม่ได้เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ เลย ความคิดใหม่อาจเกิดขึ้นในขณะที่กำลังอาบน้ำและโกนหนวดในตอนเช้า ซึ่งชาวอังกฤษเคยบอกเขาว่าเรามักพูดคุยกันเสมอ ๆ เรื่อง 3 Bs ซึ่งได้แก่ Bus, Bath และ Bed ซึ่งสถานที่ทั้ง 3 คือ บนรถเมล์ ในห้องน้ำ และบนเตียงนอน เป็นสถานที่ที่เราจะค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

หลักการข้อที่ 6 ปรึกษาปัญหากับผู้อื่น ควรมีการอภิปรายปัญหากับคนอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดแง่คิดต่าง ๆ ที่อาจมองข้ามไป ซึ่งการอภิปรายปัญหา ตลอดจนวิธีต่าง ๆ นี้จะช่วยในการแก้ปัญหาได้สำเร็จเป็นอย่างมาก

โดยทั่วไปหลักการเหล่านี้สามารถลดลงได้เหลือเพียง 2 ประการ คือ พิจารณาก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ และทดลองด้วยวิธีการอื่น ถ้าพบว่ากำลังติดอยู่ในอุปสรรคที่แก้ไขไม่ได้ เพื่อปรับปรุงช่องทางในการแก้ไขปัญหา ควรเปิดใจให้กว้างเพื่อรับความคิดใหม่ ๆ และอย่าเสียเวลากับการทำอะไรซ้ำ ๆ เมื่อสิ่งเหล่านั้นมองไม่เห็นทางสำเร็จ

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้หาของ เวียร์ จะเห็นว่า เวียร์ ได้พัฒนาขั้นเหล่านี้มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งได้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

และจากขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ เวียร์ ได้มีผู้นำขั้นตอนเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำถาม 4 ขั้นตอน เช่น ศิวพร เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2529 : 19) ได้นำขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ เวียร์ มาสร้างเป็นคำถาม ดังนี้

1. ขั้นในการตั้งปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานกาณ์นั้น

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะหาสาเหตุของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้น และเสนอวิธีการแก้ปัญหา จากสาเหตุของปัญหาได้

4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา จากวิธีการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 ได้ว่า เมื่อแก้ปัญหาแล้วผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ส่วนจิรภา หนูน้อย (2533 : 7) ก็นำขั้นตอนเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำถาม 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการตั้งปัญหา
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
5. ขั้นสรุปผล

นอกจากขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงอื่น ๆ อีก เช่น

สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2520 : 4-5) ได้อธิบายระบบการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นนิยามปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์ วิจัย วิพากษ์ ให้รู้ถ่องแท้เสียก่อนว่าปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร

2. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะสัมฤทธิ์ผลทางด้านใด มีปริมาณมากน้อยเพียงใดและคุณภาพสูงต่ำเพียงใด วัตถุประสงค์ต้องมีความชัดเจน

3. ขั้นสร้างเครื่องมือไว้คอยตรวจผล

4. ขั้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นการค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะให้ดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ มองหาหลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แง่ หลาย ๆ มุม ใจกว้างและเป็นธรรมในการพิจารณาข้อดีข้อเสียทุกแง่ทุกมุม ตลอดจนข้อจำกัดต่าง ๆ

5. ขั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินการ เป็นขั้นต่อจากขั้นที่ 4 วิพากษ์วิจารณ์ถึงวิธีการต่าง ๆ แล้วสรุปเอาวิธีการที่ดีที่สุดมาปฏิบัติ

6. ขั้นทดลอง เมื่อเลือกวิธีการแล้วก็ลงมือปฏิบัติตามวิธีการนั้น

7. ขั้นวัดผลและประเมินผล เพื่อทำการทดสอบปฏิบัติแล้วนำเครื่องมือในขั้นที่ 6 มาประเมินดูว่า ตรงตามเป้าหมายเพียงใด บกพร่องอย่างไร จะได้ปรับปรุงแก้ไข

8. ขั้นปรับปรุงและขยายการปฏิบัติงาน

ส่วนสมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

สำหรับคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอบและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 120) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ คือ

1. ขั้นระบุปัญหา

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

3. ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน

4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

นอกจากนี้พาเนส (ดุษณี บริพัตร ณ อยุธยา. 2531 : 140-142 ; อ้างอิงมาจาก Parnes. 1977) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเก็บข้อมูล (Fact Finding) ได้แก่การเก็บข้อมูลเตรียมไว้สำหรับการพิจารณาว่าอะไรคือปัญหา

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Finding) ได้แก่การวิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อมข้อมูลต่าง ๆ ที่หาไว้ในขั้นแรก เพื่อจะได้ชี้ขาดว่าอะไรคือตัวปัญหาอันแท้จริง

3. ขั้นระดมความคิด (Idea Finding) ได้แก่การช่วยกันพิจารณาทุกแง่ทุกมุมเพื่อค้นหาว่ามีวิธีการหรือความคิดอ่านอันใดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

4. ขั้นทดสอบ (Solution Finding)ได้แก่การพิจารณาค้นหาดูว่าจะใช้หนทางหรือวิธีแก้ไข (Potential Solutions) อันใดมาแก้ปัญหาได้ ซึ่งต้องอาศัยการวางหลักเกณฑ์ การประเมินผล การพิสูจน์ และการทดสอบ

5. ขั้นยอมรับข้อเสนอ (Acceptance Finding)ได้แก่การยอมรับข้อเสนอและการวางแผนเพื่อนำข้อเสนอมาปฏิบัติจริง

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่างข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความจำเป็นและสำคัญสำหรับทุกคน เพราะจะต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นประสบการณ์จริง ๆ ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ทุกคนได้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และชาญฉลาด

จะเห็นว่ามีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่างซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจมากที่สุด และนำมาสร้างเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามวิธีของ เวียร์ ที่ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นคำถาม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยของต่างประเทศและในประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

เคาร์ (Rajinder Kaur. 1973 : 186 - A) ได้ศึกษาการวัดผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกต และการจัดจำแนก โดยสร้างแบบทดสอบทักษะการสังเกตและการจัดจำแนกสำหรับชั้นประถมปีที่ 1 และ 3 หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการสังเกตและการจัดจำแนก แบบทดสอบการสังเกตมีชื่อว่า Precise Observation Skills Test (POST) แบบทดสอบทักษะการจัดจำแนกชื่อ Classification Skills Test (CST) ผลการศึกษาปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดทักษะการสังเกตและการจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.86

พาดิลลา โอกี และดิลลาซอร์ (Padilla Okey and Dillashaw. 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดด้านนามธรรมเพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 500 คน ใช้แบบทดสอบเขียนตอบ พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

สตีเวนส์ และเอทวูด (Stevens and Atwood. 1978 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Interest Inventory) และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Test of Science Process) จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย นั่นคือ อาจใช้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2523 : 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน ในโรงเรียนเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

พัชรา เรืองรัศมี (2523 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2533 ในโรงเรียนรัฐบาลจำนวน 360 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 38) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมล หลีกภัย (2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 192 คน พบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กัน

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (2527 : 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 456 คน ทักษะที่ศึกษา คือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีแล้วจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มีศิลป์ ชินภักดี (2530 : 107) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยของต่างประเทศและในประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ศึกษาไว้หลายลักษณะพอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการสังเกตกับทักษะการจำแนกประเภท

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดด้านนามธรรม

4. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์กับความพอใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

6. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

7. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น ยังไม่ปรากฏว่าได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผู้ทำการวิจัยไว้ดังนี้

นอร์ตัน (Norton. 1972 : 204 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4,5,6 จำนวน 27 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ หลายโรงเรียนในเมืองออสติน (Austin) รัฐเทกซัส (Texas) ที่ระดับ I.Q. 80 - 147 I.Q. เฉลี่ย 116 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 127.2 เดือน ในการศึกษาครั้งนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

1. นิเทศเข้าสู่ปัญหาหรือทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ชี้บ่งปัญหาหรือกำหนดปัญหา
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ หรือหาวิธีการแก้ปัญหา
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. พิสูจน์ปัญหา

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

เคมป้า (Kempa. 1973) ได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาวิชาเคมี โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดในการแก้ปัญหาวิชาเคมี ซึ่งแต่ละข้อจะมีพฤติกรรมแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ หลักการ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา จำนวน 284 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงและต่ำมีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาคนละแบบ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

จากการศึกษาผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ยังไม่ปรากฏว่าได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าทักษะวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยนั้นจะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

<u>สมมติฐานการวิจัย</u>

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งทักษะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 (เขตบางกะปิ ลาดพร้าว บึงกุ่ม ลาดกระบัง หนองจอก และมีนบุรี) กรุงเทพมหานคร จำนวนโรงเรียน 23 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 204 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 10,390 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 (เขตบางกะปิ ลาดพร้าว บึงกุ่ม ลาดกระบัง หนองจอก และมีนบุรี) กรุงเทพมหานคร จำนวนโรงเรียน 9 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 11 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 552 คน ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 กะประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบจากตารางขนาดตัวอย่างปรากฏว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง 385 คน ดังนั้นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณ 11 ห้องเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 260 ; อ้างอิง มาจาก Yamane. 1967 : 886 - 887)

ที่ 2 แบ่งโรงเรียนตามเขตการศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 6 เขต คือ เขตบางกะปิ เขตมีนบุรี เขตลาดพร้าว เขตลาดกระบัง เขตบึงกุ่ม และเขตหนองจอก ซึ่งเขตบางกะปิ มีจำนวนโรงเรียน 5 โรงเรียน เขตมีนบุรีมีจำนวนโรงเรียน 5 โรงเรียน เขตลาดพร้าว

มีจำนวนโรงเรียน 3 โรงเรียน เขตลาดกระบังมีจำนวนโรงเรียน 3 โรงเรียน เขตบึงกุ่มมีจำนวนโรงเรียน 5 โรงเรียน เขตหนองจอกมีจำนวนโรงเรียน 2 โรงเรียน จากนั้นสุ่มโรงเรียนจากทุกเขต เขตละ 50 % ด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีเขตเป็นชั้น (Strata) และโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้กลุ่มตัวอย่างจากเขตบางกะปิ 2 โรงเรียน มีนักเรียน 20 ห้องเรียน เขตมีนบุรี 2 โรงเรียน มีนักเรียน 18 ห้องเรียน เขตลาดพร้าว 1 โรงเรียน มีนักเรียน 10 ห้องเรียน เขตลาดกระบัง 1 โรงเรียน มีนักเรียน 10 ห้องเรียน เขตบึงกุ่ม 2 โรงเรียน มีนักเรียน 22 ห้องเรียน เขตหนองจอก 1 โรงเรียน มีนักเรียน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 9 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 83 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 5,400 คน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนจากทุกโรงเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 2 ด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) สุ่มห้องเรียนจากแต่ละโรงเรียนตามสัดส่วนของจำนวนห้องเรียน ได้จำนวนห้องเรียน 11 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 552 คน ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำแนกตามเขต โรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน

เขต	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
บางกะปิ	1. บางกะปิ	2	100
	2. บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	2	110
มีนบุรี	3. เศรษฐบุตรบำเพ็ญ	1	45
	4. นวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 2	1	50
ลาดพร้าว	5. สตรีวิทยา 2	1	48
ลาดกระบัง	6. เทพศิรินทร์ร่มเกล้า	1	50
บึงกุ่ม	7. นวมินทราชินูทิศ กรุงเทพมหานคร	1	49
	8. บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2	1	55
หนองจอก	9. วัดหนองจอก	1	45
	รวม	11	552

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า</u>

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามโครงสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 13 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการวัด จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 7 แบบทดสอบวัดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 8 แบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์ จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 9 แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 10 แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 11 แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 12 แบบทดสอบวัดทักษะการทดลอง จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 13 แบบทดสอบวัดทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป จำนวน 5 ข้อ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ในแต่ละสถานการณ์มีข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ข้อ ๆ ละ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 สถานการณ์ จำนวนข้อสอบ 32 ข้อ

<u>วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างตามขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมที่จะใช้ในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ โดยศึกษาจากเอกสารต่อไปนี้

2.1 ศึกษาการสร้าง และพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะของสมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science) และเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเรียนด้วยตนเองเรื่องการใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรมัธยมศึกษา พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ตลอดจนบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาหนังสือ การวัดผลและประเมินผล แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3 สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ฉบับ

2.4 ดำเนินการสร้าง แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ได้นิยามเชิงปฏิบัติการไว้

3. เขียนข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามนิยามเชิงปฏิบัติการจำนวน 13 ทักษะ โดยสร้างทักษะละ 10 ข้อ รวม 130 ข้อ ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะ ดังนี้

3.1 ลักษณะของแบบทดสอบทักษะแต่ละทักษะที่สร้างขึ้น เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก สถานการณ์ที่สร้างเป็นภาพ ตาราง กราฟ หรือข้อความสถานการณ์ ที่ประสบในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป

3.2 เขียนข้อสอบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ

3.3 การตรวจให้คะแนนตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

4. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบชั้นต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เกี่ยวกับการวิจัยและวัดผลการศึกษาและสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามนิยาม เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและถูกต้อง ซึ่งมีค่าความเที่ยงตรงตามนิยามอยู่ระหว่าง .45 ถึง 1.00 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .50 ถึง 1.00 ซึ่งสามารถคัดเลือกได้จำนวน 120 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .80 ถึง 1.00 จึงจัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้จากการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วทั้ง 13 ฉบับ

5. นำแบบทดสอบในข้อ 4 ไปทดสอบครั้งที่หนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเทพลีลา จำนวน 50 คน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 50 คน โรงเรียนวัดบึงทองหลาง จำนวน 50 คน รวมจำนวนนักเรียน 150 คน

6. นำผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่หนึ่งมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ปรากฏว่า ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .04 ถึง .93 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.12 ถึง .63 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งสามารถคัดเลือกข้อสอบได้ฉบับละ 5 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 ถึง .79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .22 ถึง .63 ดังแสดงในภาคผนวก ตาราง 7 ถึง 19

7. นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 6 ไปทดสอบครั้งที่สองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา จำนวน 50 คน โรงเรียนพรตพิทยพยัต จำนวน 50 คน โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 50 คน รวมจำนวนนักเรียน 150 คน

8. นำผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่สองมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	ความเชื่อมั่น
1. การสังเกต	.7018
2. การวัด	.7943
3. การจำแนกประเภท	.8026
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.7970
5. การคำนวณ	.8064
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.7872
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	.7451
8. การพยากรณ์	.8152
9. การตั้งสมมติฐาน	.7352
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	.8524
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	.7658
12. การทดลอง	.7985
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	.7856

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการทดลองหาคุณภาพแล้วไปเก็บข้อมูล เพื่อทำการวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมที่จะใช้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยมีวิธีการศึกษา ดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir. 1974 : 16-18)

2.2 ศึกษานิยามของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของสตอลล์เบิร์ก (รุ่งชีวา สุขดี. 2531 : 33 ; อ้างอิงมาจาก Stollburg. 1956) กาเย่ (Weir. 1974 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Gagne') กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 259 - 260) และสวนา พรพัฒน์กุล (2522 : 271 - 272)

2.3 ศึกษาตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จากเอกสารและงานวิจัยของศิวพร เสนีวงศ์ ณ อยุธยา (2529 : 61 - 64) จิรภา หนูน้อย (2533 : 93) และ หัสยา เถียรวิทวัส (2537 : 58 - 59)

3. สร้างนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการคิด โดยระบุประเด็นที่สอดคล้องกับปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เวียร์ (Weir. 1974 : 17) ได้เสนอไว้ 4 ขั้นตอน จากข้อความที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยข้อความที่กล่าวถึงเป็นปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์

4. เขียนข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ ตามที่ได้นิยามไว้ โดยเขียนสถานการณ์และข้อคำถามในลักษณะปลายเปิดให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งมีจำนวน 25 สถานการณ์ สถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีข้อคำถาม 4 ข้อ รวมทั้งฉบับมี 100 ข้อ

5. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 4 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามนิยาม เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและถูกต้อง ซึ่งมีค่าความเที่ยงตรงตามนิยามอยู่ระหว่าง .40 ถึง 1.00 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .50 ถึง 1.00 ซึ่งสามารถคัดเลือกได้จำนวน 15 สถานการณ์ มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .80 ถึง 1.00 ดังแสดงในภาคผนวก ตาราง 21

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้จากการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เรียบร้อย จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งมีจำนวน 15 สถานการณ์ สถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีข้อคำถาม 4 ข้อ รวม 60 ข้อ

7. นำแบบทดสอบไปทดสอบครั้งที่หนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี)2 ซึ่งเลือกมาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรกลุ่มเดิม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 50 คน เพื่อนำคำตอบของนักเรียนมาเป็นแนวทางในการสร้างตัวเลือกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

8. เขียนตัวเลือกในข้อคำถามแต่ละข้อ ๆ ละ 5 ตัวเลือก จากแนวการตอบที่ได้ในข้อ 7 จำนวน 15 สถานการณ์ จำนวนข้อคำถาม 60 ข้อ

9. นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 8 ไปทดสอบครั้งที่สองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า ลาดกระบัง จำนวน 50 คน โรงเรียนมัธยมวัดบึงทองหลาง จำนวน 50 คน โรงเรียนสตรีเศรษฐบุตรบำเพ็ญ จำนวน 50 คน ซึ่งเลือกมาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรกลุ่มเดิม รวมจำนวนนักเรียน 150 คน

10. นำผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่สองมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ปรากฏว่า ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .09 ถึง .74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.05 ถึง .68 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งสามารถคัดเลือกข้อสอบได้จำนวน 32 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .66 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .22 ถึง .68 ดังแสดงในภาคผนวก ตาราง 20

11. นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 10 ไปทดสอบครั้งที่สามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 50 คน โรงเรียนเทพลีลา จำนวน 50 คน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 50 คน ซึ่งเลือกมาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรกลุ่มเดิม รวมจำนวนนักเรียน 150 คน

12. นำผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่สามมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ .8024

13. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

ลักษณะของเครื่องมือ

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ฉบับ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต

(*) ข้อใด <u>ไม่จัด</u> เป็นการสังเกต

1. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
2. เทียนไขมีเชือกสีขาว
3. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
4. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
5. เทียนไขมีเนื้อละเอียด และผิวเรียบเป็นมัน

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 4

1.2 แบบทดสอบวัดทักษะการวัด เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการวัด

(*) ถ้าต้องการใช้สารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรทำอย่างไร

1. ใช้ช้อนตักสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใช้กระบอกตวงตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ใช้ถ้วยตวงตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. ใช้หลอดหยดดูดสารละลายมาประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 4

1.3 แบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท

(*) จากตารางแสดงการแบ่งสัตว์ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1	งู เต่า ไก่ นก จิ้งจก ปลากัด
กลุ่มที่ 2	หนู แมว สุนัข กระรอก กระแต ช้าง

เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสัตว์เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือข้อใด

1. สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง
2. สัตว์เล็กและสัตว์ใหญ่
3. สัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช
4. สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
5. สัตว์ออกลูกเป็นตัวและสัตว์ออกลูกเป็นไข่

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 5

1.4 แบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

(*) วัตถุในข้อใดที่มีสเปสต่างจากพวก

1. ภาพคนในแผ่นฟิล์ม
2. ตัวหนังสือที่ทำจากแผ่นโฟม
3. ผ้าสำหรับตัดเสื้อ
4. กระจกเงา
5. ภาพเขียนในแผ่นกระดาษ

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 2

1.5 แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ

(*) อุณหภูมิปกติของร่างกาย 98.6 องศาฟาเรนไฮต์ อยากทราบว่าเท่ากับกี่องศาเซลเซียส

1. 35
2. 36
3. 37
4. 38
5. 39

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 3

1.6 แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

(*) ถ้าต้องการอธิบายถึงการเจริญเติบโตของผีเสื้อนับตั้งแต่เป็นไข่--> เป็นตัวหนอน--> เป็นดักแด้--> เป็นผีเสื้อ และวางไข่อีกครั้งหนึ่ง จะเลือกใช้วิธีในข้อใด

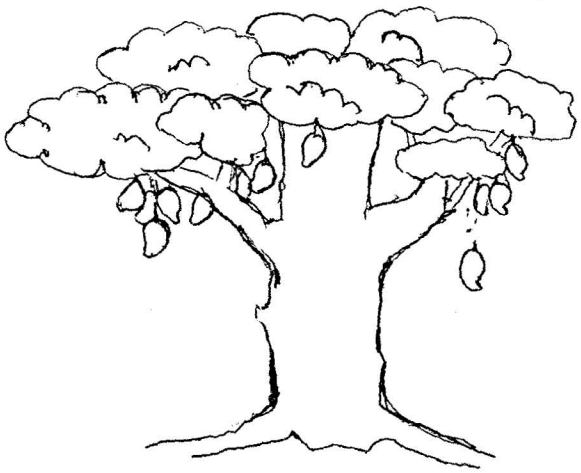
1. เขียนเป็นกราฟ
2. เขียนเป็นวงจร
3. เขียนเป็นตาราง
4. เขียนเป็นสมการ
5. เขียนเป็นข้อความ

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 2

1.7 แบบทดสอบวัดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

(*) ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



1. มะม่วงตกลงสู่พื้นเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ
2. มะม่วงต้นนี้มีผลดกมาก
3. มะม่วงสุกงอมหล่นจากต้น
4. มีนกมาจิกกิน มะม่วงจึงหล่นจากต้น
5. มะม่วงต้นนี้มีรสหวานมาก

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 1

1.8 แบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ นำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์

(*) <u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่าง ๆ แล้วตอบคำถาม

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	อุณหภูมิของอากาศ(^{0}C)
0	27.5
2	16.5
4	5.5
6	− 5.5
8	− 16.5
10	− 27.5

ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 km อุณหภูมิ ของอากาศควรจะอ่านได้เท่าไร

1. 0 ^{0}C
2. 5.5 ^{0}C
3. -27.5 ^{0}C
4. -5.5 ^{0}C
5. 27.5 ^{0}C

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 1

1.9 แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน

(*) นำลูกไก่ที่มีความสมบูรณ์เหมือนกันจำนวน 40 ตัว นำมาแบ่งเป็นสองพวก พวกแรกให้กินข้าวเปลือก พวกที่สองให้กินอาหารสำเร็จรูป โดยให้ทั้งสองพวกอยู่ในสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน

นักเรียนควรตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร

1. อาหารสำเร็จรูปทำให้ไก่แข็งแรง
2. อาหารสำเร็จรูปราคาแพงกว่าข้าวเปลือก
3. ไก่ชอบกินข้าวเปลือกมากกว่าอาหารสำเร็จรูป
4. ไก่ที่กินอาหารสำเร็จรูปโตกว่าไก่ที่กินข้าวเปลือก
5. ข้าวเปลือกและอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารของไก่

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 4

1.10 แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ

(*) จากคำกล่าวที่ว่า แรงเสียดทานเป็นอุปสรรคต่อการขนส่ง "การขนส่ง" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร

1. การติดต่อส่งข่าวถึงกันและกันทั้งในระยะใกล้และไกล
2. การบรรทุกสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ผู้บริโภคด้วยยานพาหนะ
3. การใช้ยานพาหนะลำเลียงคน สัตว์ สิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง
4. การบรรทุกสิ่งของด้วยยานพาหนะทางบก ทางน้ำและทางอากาศ
5. การขนถ่ายสิ่งของจากประเทศหนึ่งสู่ประเทศหนึ่งด้วยอากาศยาน

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 3

1.11 แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ คือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตาม หรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึงการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่จะทำให้ผลทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

(*) ในการทดลองครั้งหนึ่ง มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เตรียมดิน 2 กระถาง กระถางที่ 1ไม่ผสมฮิวมัส กระถางที่ 2 ผสมฮิวมัส
2. ปลูกต้นพริกขนาดเท่ากัน กระถางละ 1 ต้น
3. วางไว้ในที่ได้รับแสงแดด
4. รดน้ำต้นพริกทั้ง 2 ต้น ปริมาณเท่ากันทุกวัน
5. สังเกตการเจริญเติบโตของต้นพริกทั้ง 2 ต้น บันทึกผลทุก ๆ วัน เป็นเวลา 15 วัน

ขั้นตอนใดดังกล่าวข้างต้นเป็นตัวแปรตาม

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

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 5

1.12 แบบทดสอบวัดทักษะการทดลอง เป็นแบบทดสอบมุ่งวัดกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

ก. วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ข. อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

1.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

1.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการทดลอง

(*) กรดเข้มข้น ถ้าต้องการทำให้เจือจาง นักเรียนจะเลือกวิธีใดดีที่สุด

1. เติมเบสเข้มข้นลงในกรด
2. ใส่เบสลงไปนิดหน่อยแล้วใช้แท่งแก้วคน
3. เทกรดลงในน้ำโดยให้กรดผ่านแท่งแก้วคน
4. ค่อย ๆ เทกรดและน้ำลงในบิกเกอร์ใบใหญ่
5. เทน้ำลงในกรดโดยให้น้ำผ่านแท่งแก้วคน

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 3

1.13 แบบทดสอบวัดทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูลเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่นทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

(*) ตารางแสดงชนิดของอาหารสัตว์ที่บริโภคมีดังนี้

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

ข้อมูลที่ได้จะลงข้อสรุปว่าอย่างไรจึงจะเหมาะสม

1. พืชเป็นผู้ผลิต สัตว์เป็นผู้บริโภค
2. นกและแมวกินแต่สัตว์ ก็มีชีวิตอยู่ได้
3. วัว ควาย เป็นสัตว์ใหญ่ จึงกินพืชเป็นอาหาร
4. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวก คือ พวกกินพืช พวกกินสัตว์ พวกกินทั้งพืชและสัตว์
5. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะกินเฉพาะพืช แต่สัตว์เลื้อยคลานจะกินเฉพาะสัตว์ และสัตว์ปีกกินทั้งพืชและสัตว์

<u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก 4

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ฉบับ ใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบคำถามข้อนั้นถูกต้อง และถ้าตอบคำถามผิดหรือเว้นว่างไว้หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการระบุประเด็นที่สอดคล้องกับปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ เวียร์ (weir.1974 : 17) ได้เสนอไว้ 4 ขั้นตอน จากข้อความที่เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ ดังนี้

2.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามามรถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.3 ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

2.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งมีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก ที่สร้างตัวเลือกคำตอบจากแบบทดสอบชนิดปลายเปิด

ตัวอย่างแบบสดทอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> 1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่เป็นสถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีคำถามอยู่ 4 คำถาม

2. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์ ตามลำดับข้อสอบ โดยพิจารณาจากตัวเลือก ก ถึง จ ลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ (0)

อักษรสังเกตว่าฟักทองพันธุ์ดีที่เขานำมาปลูกไว้ในไร่ของเขาถูกแมลงกัดกิน เขาจึงใช้ยาปราบศัตรูพืชฉีดพ่นเป็นประจำ พบว่าฟักทองเจริญเติบโตงอกงามดี ปราศจากโรคและแมลงมารบกวน แต่เขาก็ต้องแปลกใจเมื่อฟักทองติดผลน้อยมาก ทั้ง ๆ ที่ฟักทองออกดอกมากมาย

1. นักเรียนคิดว่า ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้

   ก. ฟักทองติดผลน้อย

   ข. มีแมลงมากัดกินฟักทอง

   ค. การกำจัดแมลงศัตรูพืช

   ง. ฟักทองมีดอกมากเกินไป

   จ. ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงเกินไป

   <u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก ก

2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) ในสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร

   ก. ฟักทองพันธุ์ไม่ดีจริง

   ข. ขาดปุ๋ยที่ทำให้เกิดผล

   ค. ขาดแมลงช่วยผสมเกสร

   ง. ดินเป็นกรดหรือเบสมากเกินไป

   จ. มีแมลงมารบกวนมากเกิดจากการดื้อยา

   <u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก ค

3. นักเรียนคิดว่าจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

   ก. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งไม่ปรับสภาพดิน อีกแปลงหนึ่งปรับสภาพดินให้เป็นกลาง

   ข. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งกางมุ้งป้องกันแมลง อีกแปลงหนึ่งไม่กางมุ้งป้องกันแมลง

   ค. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งพันธุ์เดิม แต่อีกแปลงหนึ่งหาฟักทองพันธุ์ดีกว่าเดิมมาปลูก

   ง. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งไม่ใส่ปุ๋ย ไม่ใส่สารเร่งดอกเร่งผล อีกแปลงหนึ่งใส่ปุ๋ย ใส่สารเร่งดอกเร่งผล

   จ. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดเดิม อีกแปลงหนึ่งใช้ยาปราบศัตรูพืชที่มีฤทธิ์ร้ายแรงกว่าเดิม

   <u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก ข

4. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

   ก. แปลงฟักทองที่ไม่กางมุ้งจะติดลูกมากกว่า

   ข. แปลงฟักทองพันธุ์ดีกว่าเดิมจะติดลูกมากกว่า

   ค. แปลงฟักทองที่ปรับสภาพดินให้เป็นกลางจะติดลูกมากกว่า

   ง. แปลงฟักทองที่ใส่ปุ๋ย ใส่สารเร่งดอกเร่งผลจะติดลูกมากกว่า

   จ. แปลงฟักทองที่ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงกว่าเดิม จะติดลูกมากกว่า

   <u>คำตอบถูก</u> ตัวเลือก ก

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบคำถามข้อนั้นถูกต้อง และถ้าตอบคำถามผิด หรือเว้นว่างไว้หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนของโรงเรียนต่าง ๆ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการหาคุณภาพแล้วทั้ง 14 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ

3. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูล

หลังจากนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างและนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนหรือข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coeficient) ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะกับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. หาค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะและทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coeficient) และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ในการแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และใช้ตารางสำเร็จของ จุง เตห์ ฟาน เปิดหาค่าความยากและอำนาจจำแนก

1.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 คำนวณค่าต่าง ๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์แบบพหุคูณ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรม SPSS (Statisticals Package for the Social Sciences) (SPSS Inc. 1993 : 304 - 365)

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน คำนวณโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coeficient) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 70) ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma xy - \Sigma x\Sigma y}{\sqrt{\left[N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\right]\left[N\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\right]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนชุด X

ΣY แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y

ΣX^2 แทน ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง

ΣY^2 แทน ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

ΣXY แทน ผลรวมของผลคูณของ X กับ Y ทุกคู่

N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ t-test (Edwards. 1954 : 303)

$$t = r\sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}}$$

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบ t

r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N แทน จำนวนในกลุ่ม

$df = N - 2$

2.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) คำนวณโดยใช้สูตร

2.4.1 ค่า Score Weight (b) (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 87)

$$b_i = r_{iy} \frac{S_y}{S_i}$$

เมื่อ b_i แทน ค่า Score Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

r_{iy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ i กับตัวเกณฑ์ (y)

S_y แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์

S_i แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ i

2.4.2 ค่า Beta - Weight (β) (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 25)

$$\beta_i = \frac{S_i}{S_y} b_i$$

เมื่อ β_i แทน ค่า Beta - Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

b_i แทน ค่า Score - Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

S_y แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์

S_i แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ i

2.5 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์คำนวณโดยใช้ t-test (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 119 - 120)

$$t_{bi} = \frac{b_i}{S_{bi}}$$

เมื่อ t_{bi} แทน ค่าสถิติที่มีการแจกแจงแบบ t

b_i แทน ค่า Score Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

S_{bi} แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ i

df เท่ากับ N - k - 1

2.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ จาก Beta - Weight โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 75) ดังนี้

$$R^2_{y.\ 1,2,3...n} = \Sigma B_i r_{iy}$$

$R_{y.1,2,3...n}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ถึง n กับตัวแปรตาม y

β_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i

r_{iy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระตัวที่ i กับตัวแปรตาม y

2.7 ทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 78) ดังนี้

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{N-n-1}{n}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติ F

R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่ต้องการทราบ

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ตัวทำนาย

$d_{f1} = k$

$d_{f2} = N-k-1$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
CV.	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
X_1	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต
X_2	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด
X_3	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจำแนกประเภท
X_4	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
X_5	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคำนวณ
X_6	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
X_7	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
X_8	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการพยากรณ์
X_9	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตั้งสมมติฐาน

X_{10} แทน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

X_{11} แทน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร

X_{12} แทน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลอง

X_{13} แทน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

Y แทน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

β แทน น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight)

b แทน น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ (Score Weight)

SE_b แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของน้ำหนักความสำคัญ

F แทน ค่าสถิติ F

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

R^2 แทน ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

<u>การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลเป็นลำดับ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนตามแผนการวิจัยที่ได้กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ปรากฏผล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่ละฉบับ ที่ได้จากการทดสอบกับนักเรียน 552 คน มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ซึ่งได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	k	$\overline{X}$	S.D.	CV.
X_1	5	3.74	0.99	26.47
X_2	5	3.54	1.18	33.33
X_3	5	4.00	1.05	26.25
X_4	5	3.78	1.03	27.25
X_5	5	4.16	1.14	27.40
X_6	5	3.07	1.32	43.00
X_7	5	3.46	1.10	31.79
X_8	5	3.87	1.16	29.97
X_9	5	3.83	1.36	35.51
X_{10}	5	2.95	1.42	48.47
X_{11}	5	3.63	1.13	31.13
X_{12}	5	2.94	1.07	36.39
X_{13}	5	3.83	1.43	37.34
Y	32	20.46	4.64	22.68

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.94 ถึง 4.16 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละทักษะมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของ

คะแนนเต็ม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแต่ละทักษะกับครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มแล้ว จะเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวน ด้านการจำแนกประเภท ด้านการพยากรณ์ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ด้านการสังเกต ด้านการวัด ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และด้านการทดลอง เป็นแบบทดสอบที่ยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 32 ข้อ คะแนนเต็ม 32 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.46 ซึ่งมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม จะเห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ฉบับ พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.99 ถึง 1.43 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีค่าสูงสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนมากกว่าฉบับอื่น ๆ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต มีค่าต่ำสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนน้อยกว่าฉบับอื่น ๆ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตฐานเท่ากับ 4.64 แสดงว่า มีการกระจายของคะแนนค่อนข้างมาก และเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การกระจายคะแนนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้วมีค่า 22.68 ถึง 48.47 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีการกระจายคะแนนสูงสุด แสดงว่าสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้ดีกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีการกระจายคะแนนต่ำสุด แสดงว่าสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้น้อยที่สุด

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	Y
X_1	1.000	.3649**	.2597**	.2799**	.1849**	.1280**	.1724**	.1584**	.1530**	.2565**	.2170**	.1334**	.1235**	.1776**
X_2		1.000	.3759**	.2497**	.3181**	.2675**	.2947**	.2323**	.2901**	.2444**	.2263**	.1258**	.2330**	.1314**
X_3			1.000	.4147**	.3919**	.1737**	.2538**	.2940**	.2436**	.2526**	.2061**	.1152**	.2103**	.2318**
X_4				1.000	.3300**	.2042**	.2292**	.3053**	.3272**	.2736**	.2241**	.1969**	.2765**	.1383**
X_5					1.000	.3778**	.3049**	.3958**	.4666**	.4747**	.3947**	.2224**	.3313**	.0824
X_6						1.000	.1692**	.2683**	.3527**	.3006**	.1709**	.1104**	.2164.**	.1454**
X_7							1.000	.3237**	.1932**	.1913**	.2057**	.1551 **	.2385**	.0477
X_8								1.000	.3866**	.3642**	.4054**	.2743**	.4025**	.1502**
X_9									1.000	.3616**	.3916**	.2864**	.4538**	.0902*
X_{10}										1.000	.3971**	.2788**	.3984**	.1616**
X_{11}											1.000	.4330**	.4611**	.1313**
X_{12}												1.000	.4946**	.1814**
X_{13}													1.000	.2115**
	$R = .3487$, $R^2 = .1216$, $F = 3.9491$**													

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .1104 ถึง .4946 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลอง กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลอง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกือบทุกค่า โดยมีค่าตั้งแต่ .1313 ถึง .2318 ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเท่ากับ .0902 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ และด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .3487 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .1216 ซึ่งแสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ วัดร่วมกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 12.16 เปอร์เซนต์

3. น้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในรูปคะแนนดิบ (b) และคะแนนมาตรฐาน (β) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 6

ตาราง 6 น้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	β	b	SE_b	t
X_1	.1083	.5007	.2528	1.982*
X_2	-.0024	-.0094	.2252	-.042
X_3	.1996	.8631	.2528	3.414**
X_4	-.0052	-.0233	.2559	-.091
X_5	-.1054	-.4252	.2617	-1.625
X_6	.1095	.3790	.1904	1.990*
X_7	-.0605	-.2490	.2225	-1.119
X_8	.0402	.1571	.2327	.675
X_9	-.0690	-.2299	.2061	-1.115
X_{10}	.0464	.1483	.1923	.771
X_{11}	-.0094	-.0378	.2478	-.152
X_{12}	.0986	.4167	.2464	1.691
X_{13}	.1359	.4332	.2047	2.117*

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางปรากฏว่า น้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน (β) ตั้งแต่ -.0024 ถึง .1996 และมีค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ (b) ตั้งแต่ -.0094 ถึง .8631 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภท ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 กรุงเทพมหานคร จำนวนโรงเรียน 9 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 11 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 552 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two - stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 13 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการวัด จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 7 แบบทดสอบวัดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 8 แบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์ จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 9 แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 10 แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 11 แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 12 แบบทดสอบวัดทักษะการทดลอง จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 13 แบบทดสอบวัดทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป จำนวน 5 ข้อ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา สถานการณ์ในแต่ละสถานการณ์ มีข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ข้อ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 สถานการณ์ จำนวนข้อสอบ 32 ข้อ

<u>วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนของโรงเรียนต่าง ๆ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการหาคุณภาพแล้วทั้ง 14 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างและนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนหรือข้อมูลที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coeficient) ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. หาค่าน้ำหนักความสำคัญ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะและทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .3487 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .1216 ซึ่งแสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ วัดร่วมกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 12.16 เปอร์เซนต์

2. น้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในรูปคะแนนดิบ(b) และคะแนนมาตรฐาน (β) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยฯสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต ด้านการวัด ด้านการจำแนกประเภท ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ด้านการพยากรณ์ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2521 : 77) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน (ทักษะการสังเกตและการสรุปอ้างอิง ทักษะการจัดจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการทำนาย) กับความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กัน แสดงว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีนั้น ย่อมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ด้านการวัด ด้านการจำแนกประเภท ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ด้านการพยากรณ์ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรจะเน้นทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อที่นักเรียนจะได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรจะสอนให้เด็กเรียนด้วยการกระทำ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปด้วย (นันทนา ศิริพละ.2522:99) สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ

และด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการคำนวณ และด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นทักษะกระบวนการขั้นผสม (The Integrated Process Skills) ซึ่งถือว่าเป็นทักษะกระบวนการขั้นสูง นักเรียนอาจจะไม่ค่อยมีโอกาสฝึกทักษะการคำนวณและทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลมากนัก การตอบข้อสอบจึงทำคะแนนได้ไม่ดีเท่าที่ควร และอาจเนื่องมาจากทักษะการคำนวณและทักษะการลงความคิดเห็น จากข้อมูล ครูนำไปใช้ในการสอนนักเรียนน้อยมาก ดังนั้นนักเรียนจึงไม่ได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผลการวิจัยเรื่องนี้น่าจะเป็นแนวทางให้ครูมัธยมศึกษานำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ จะเห็นได้ว่าในสังคมปัจจุบันของไทยเรามีแต่ความวุ่นวาย และมีปัญหารอบด้าน ในฐานะที่เราเป็นครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เราควรสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

2. น้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต ด้านการจำแนกประเภท ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในข้อที่ 2 ที่ว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งทักษะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (2527 : 73) ที่พบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้านนี้ มีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จริง ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ไม่ได้เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ถ้าต้องการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ครูผู้สอนจะต้องฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต ด้านการจำแนกประเภท ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. ควรทำการวิจัย ทำนองเดียวกันนี้ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในแผนการเรียนวิชาวิทยาศาตร์

บรรณานุกรม

ก่อ สวัสดิพานิชย์. ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2509.

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

กุศยา แสงเดช. การศึกษาเปรียบเทียบปัญหาการเรียน สังคม และส่วนตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานครและจังหวัดชัยภูมิ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518. อัดสำเนา.

จินตนา ราชรองเมือง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนวิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.

จิรภา หนูน้อย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบแก้ปัญหา ที่ใช้สื่อประสมกับการสอนแบบแก้ปัญหาตามคู่มือแนวการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

จำนง พรายแย้มแข. เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

จิรวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเขตการศึกษา 1 ปริญญานิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2507. อัดสำเนา.

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. พระนคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2516.

ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา. เด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปาณยา, 2531.

ต่าย เซี่ยงฉี่. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

ภาคผนวก ง

แผนการสอน

นงนุช วรรธนวหะ. ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2514. อัดสำเนา.

นันทเดษ โชคถาวร. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุทางแก้ปัญหา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นิดา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 (กรกฎาคม 2520)

นิพนธ์ จิตร์ภักดี. "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ประชาศึกษา (ธันวาคม 2517) : 30 - 33.

บุญชม ศรีสะอาด และนิสิตปริญญาโท ปีการศึกษา 2528. ปัญหาในระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2528.

บุญเลี้ยง พลอาวุธ. "การเรียนรู้การแก้ปัญหา, "มิตรครู. 10 : 23-45 ; พฤษภาคม-มิถุนายน 2511.

บุญส่ง นิยมสิทธิ์. สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 ในจังหวัดปราจีนบุรี. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2510 อัดสำเนา.

ประสาท อิศรปรีดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิคอาร์ต, 2523.

ประคอง กรรณสูตร. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

ประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2518.

พรรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน (จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน). พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

พิตร ทองชั้น สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.

พิทักษ์ รักษาพลเดช. นโยบายศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์. พระนคร : โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา, 2513.

พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาการวัดผล 10 (2517) : 49 - 59.

มณี วรศิริ การศึกษาตัวพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518. อัดสำเนา.

รุ่งชีวา สุขดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2522.

———. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.

ลิขิต เทอดสถีรศักดิ์. หลักสถิติ. พระนคร. สีลมการพิมพ์, 2513.

วินัย ดำสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ศิวพร เสนีวงศ์ ณ อยุธยา. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนตามขั้นทั้งสี่ของอริยสัจกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ. กระทรวง. กรมวิชาการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2534.

สุภาพ วาดเขียน. วิธีวิจัยเชิงการทดลองทางการศึกษา แผนกวิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.

สงบ ลักษณะ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบคัดเลือกคะแนนจากแบบทดสอบติดตามผลและผลการเรียนของนักเรียนฝึกหัดครู ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2509. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

สวนา พรพัฒน์กุล. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

สิปปนนท์ เกตุทัต. แนวคิดว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี นโยบายของวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาประเทศ กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.

————. ทิศทางการศึกษาของไทย สภาการศึกษา. 12 : 5-8 ; กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2521.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสิทธุ์, ธวัชชัย อาทรธุระสุข และพิสิฐ ศุกรียพงส์. สถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2516. อัดสำเนา.

สุชาติ ลี้ตระกูล. องค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1ในจังหวัดนครสวรรค์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

เสาวรัตน์ จุลรัตน์. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อนันต์ ศรีโสภา. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

American Association for the Advancement of Science. Science - A Process Approach. New York : Xerox, 1966, 1967, 1968, 1970.

Anderson, H.O. "An Analysis of a Method for Improving Problem - Solving Skills possessed by College Students Preparing to Pursue Science Teaching as a Profession," Dissertation Abstracts. 9-10(March - April 1967) : 3332-A.

Bhargava P.M., et al. Learning Science Part I. vol I. New Delhi : M/S India offset Press A-I, Mayapuri Industrial Area, 1977.

Blum, Milton L., and Balinsky Benjamin. Conseling and Psychology. New Jersey : Prentic - Hall, 1961.

Broom, B.S. and Broder, Lois J. "Priblem - Solving Processes of College Students, "Supplementary Educatoinal Monograhp. (University of Chicago 1950) : 1-109.

Brown, Stanley B. "Science Information and Attitudes Possessed by Selected Elementary School pupils," Science Education 39 (February 1955)

Butrow, John W. "The Process Learning Components of Introductorty Physecal Science : A Pilot Study," Research in Education 6 (October 1972)

Chung - Teh Fan. Item Analysis Table. New Jersey : Princeton, Educational Tesing Service, 1952.

Cross, K Patricia, and Gaier, Eugene L. " Teachnique in Problem Solving as a predictor of Education Achievement," The Journal of Educational Psychology. 46 (April 1955):193-206.

Czekanski, Owens J. "The ability to Recognize and Apply Scientific Principle in New Situations : An Experimental Investigation in High School Biology ans Chemistry." Science Education. 35 (October 1951)

De Cecco, John P., and Crawford, William R. The Psychology of Learning and Insteuction. New Jersey : Prentice-hall, 1974.

Ebel, Robert L. Essential of Educational Measurement. New Jerey: Prentice- Hall, 1971.

Fitts, Paul M., and Posner, Michael I. Human Performance. New York : McGraw-Hill, 1971

Fitts, Paul M., Posner, Michael I. Human Performance. California : Books / Cole Publishing, 1967.

Gronlund, Norman E. Constructing Achievement Test. New Jersey: Prentice-Hall, 1968

Harold Gulliksen. Theory of Mental Test. New York : John Wiley & Sons, 1967.

Harold, Owens J. "The ability to Recognize And Apply Scientific Principle in New Situations : An Experimental Investihation in High School Biolgy and Chemistry," Science Education. 35 (October 1951)

Huff Phyllis, and Languis, Marlin. "The Effects of the Use of Activities of SAPA on the Oral Communication Skill of Desadvantaged Kindergarten Children," Journal of Research in Science Teaching. 10 : 1973

Josuitas, Porfirio P., et al. Elementary School Science. 6 vols. Quezon City : Education Center University of Philippines, 1973.

John, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Tradetional and Stru1ctued Problem - Solving," Dissertation Abstracts 4 (October 1966) : 994-995A.

Kaur, Rajinder. "Evaluation of the Science Process Skills of Observation and Classification," Dissertation Abstracts 34 (July 1973) : 186-A.

Mahan, L.A. "The Effects of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem Solving Skill, Attitude, Intersts and Personal Adjustments," Dissertation Abstracts 3 (September 1963) : 1097-1098.

Sund, robert B., and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inguiry. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Book, 1967.

Woodruff, Asahel D. The Psychology of Teaching. New York : Longmans, 1948.

ภาคผนวก

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ตาราง 7 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			(1)	0.68	0.32
			2	0.06	0.04
1	0.68	0.32	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
2	0.70	0.24	(3)	0.70	0.24
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
3	0.19	0.09	(3)	0.19	0.09
			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
4	0.28	0.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
5	0.52	0.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
6	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
7	0.78	.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
8	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
9	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
10	0.76	.25	(3)	0.76	0.25
**			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
11	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
12	0.44	.32	3	0.04	0.06
			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
13	0.70	.29	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
14	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
15	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
16	0.43	.31	4	0.10	0.08
**			(5)	0.43	0.31
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
17	0.71	.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.70	0.29
			2	0.08	0.04
18	0.70	.29	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			(2)	0.70	0.29
19	0.70	.29	3	0.20	0.15
**			4	0.07	0.08
			5	0.01	0.02
			1	0.07	0.05
			2	0.02	0.02
20	0.70	.31	3	0.03	0.05
			(4)	0.70	0.31
			5	0.20	0.18

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
21	0.52	.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
22	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
23	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
24	0.58	.39	(3)	0.58	0.39
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
25	0.19	.09	(3)	0.19	0.09
			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
26	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.21	0.20
			(2)	0.61	0.43
27	0.61	.43	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
28	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
29	0.78	.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
30	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
31	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
32	0.71	.42	(3)	0.71	0.42
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
33	0.65	.31	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.65	0.31
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
34	0.44	.32	3	0.04	0.06
**			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
35	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
36	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
37	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
38	0.57	.29	4	0.10	0.08
**			(5)	0.57	0.29
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
39	0.71	.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.54	0.33
			2	0.08	0.04
40	0.54	.33	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r	ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.03				1	0.03	0.04
			(2)	0.70	0.29				2	0.00	0.00
41	0.70	.29	3	0.20	0.15	46	0.19	.09	(3)	0.19	0.09
**			4	0.07	0.08				4	0.72	0.07
			5	0.01	0.02				5	0.07	0.03
			1	0.07	0.05				1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02				2	0.02	0.02
42	0.70	.31	3	0.03	0.05	47	0.28	.17	3	0.02	0.04
**			(4)	0.70	0.31				4	0.67	0.10
			5	0.20	0.18				(5)	0.28	0.17
			1	0.21	0.20				1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41				(2)	0.57	0.49
43	0.52	.41	3	0.02	0.01	48	0.57	.49	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03	**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17				5	0.15	0.17
			(1)	0.52	0.41				1	0.01	0.02
			2	0.06	0.05				2	0.02	0.02
44	0.52	.41	3	0.24	0.22	49	0.28	.17	3	0.02	0.04
**			4	0.11	0.04				4	0.67	0.10
			5	0.08	0.10				(5)	0.28	0.17
			(1)	0.70	0.29				1	0.11	0.07
			2	0.06	0.04				2	0.02	0.04
45	0.70	.29	3	0.10	0.10	50	0.78	.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.01	0.02				4	0.07	0.07
			5	0.13	0.14				5	0.03	0.04

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
51	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
52	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
53	0.76	.21	(3)	0.76	0.21
**			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
54	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
55	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
56	0.67	.32	(3)	0.67	0.32
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
57	0.51	.28	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.51	0.28
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
58	0.44	.32	3	0.04	0.06
			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
59	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
60	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	.17

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
61	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
62	0.57	.29	4	0.10	0.08
**			(5)	0.57	0.29
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
63	0.71	.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.68	0.32
			2	0.08	0.04
64	0.68	.32	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
65	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
66	0.54	.41	(3)	0.76	0.20
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
67	0.61	.32	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.61	0.32
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
68	0.44	.32	3	0.04	0.06
			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.70	0.24
			2	0.06	0.04
69	0.70	.24	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
70	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			(1)	0.43	0.26
			2	0.06	0.05
71	0.43	.26	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
72	0.67	.31	4	0.10	0.08
**			(5)	0.67	0.31
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
73	0.71	.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.70	0.29
			2	0.08	0.04
74	0.70	.29	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
75	0.44	.32	3	0.04	0.06
			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
76	0.52	.41	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.52	0.41
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
77	0.44	.32	3	0.04	0.06
			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.69	0.32
			2	0.06	0.04
78	0.69	.32	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
79	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
80	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
81	0.70	.29	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
82	0.58	.39	(3)	0.58	0.39
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
83	0.19	.09	(3)	0.19	0.09
			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
84	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
85	0.52	.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
86	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
87	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
88	0.55	.41	(3)	0.55	0.41
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
89	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
90	0.51	.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
91	0.61	.47	(3)	0.61	0.47
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
92	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
93	0.44	.32	3	0.04	0.06
			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
94	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
95	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
96	0.28	0.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
97	0.52	0.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
98	0.57	0.29	4	0.10	0.08
**			(5)	0.57	0.29
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
99	0.71	0.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.58	0.42
			2	0.08	0.04
100	0.58	0.42	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
101	0.28	0.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
102	0.78	0.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
103	0.55	0.39	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.55	0.39
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
104	0.51	0.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
105	0.64	0.39	(3)	0.64	0.39
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
106	0.49	0.29	4	0.10	0.08
**			(5)	0.49	0.29
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
107	0.71	0.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.67	0.41
			2	0.08	0.04
108	0.67	.41	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			(2)	0.70	0.29
109	0.70	0.29	3	0.20	0.15
			4	0.07	0.08
			5	0.01	0.02
			1	0.07	0.05
			2	0.02	0.02
110	0.70	0.31	3	0.03	0.05
			(4)	0.70	0.31
			5	0.20	0.18

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
111	0.52	0.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
112	0.52	0.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
113	0.70	0.29	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
114	0.58	0.39	(3)	0.58	0.39
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
115	0.19	0.09	(3)	0.19	0.09
			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
116	0.28	0.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			(1)	0.57	0.43
			2	0.06	0.05
117	0.57	0.43	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
118	0.54	0.31	4	0.10	0.08
**			(5)	0.54	0.31
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
119	0.71	0.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.70	0.35
			2	0.08	0.04
120	0.70	0.35	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
121	0.28	0.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
122	0.78	0.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
123	0.61	0.42	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.61	0.42
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
124	0.51	0.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
125	0.57	0.43	(3)	0.57	0.43
			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
126	0.61	0.39	4	0.10	0.08
**			(5)	0.61	0.39
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
127	0.71	0.28	(3)	0.71	0.28
			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.70	0.29
			2	0.08	0.04
128	0.70	0.29	3	0.10	0.10
			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			(2)	0.70	0.31
129	0.70	0.31	3	0.20	0.15
**			4	0.07	0.08
			5	0.01	0.02
			1	0.07	0.05
			2	0.02	0.02
130	0.70	0.31	3	0.03	0.05
			(4)	0.70	0.31
			5	0.20	0.18

ตาราง 7 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
131	0.52	0.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			(1)	0.53	0.44
			2	0.06	0.05
132	0.53	0.44	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
133	0.70	0.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
134	0.58	0.39	(3)	0.58	0.39
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04

** ข้อสอบที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 8 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
1	0.52	.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
2	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
3	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
4	0.58	.39	(3)	0.58	0.39
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
5	0.19	.09	(3)	0.19	0.09
			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
6	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.21	0.20
			(2)	0.61	0.43
7	0.61	.43	3	0.02	0.01
			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
8	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
9	0.78	.22	(3)	0.78	0.22
**			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
10	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29

ตาราง 8 (ต่อ ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.03
			(2)	0.70	0.29
11	0.70	.29	3	0.20	0.15
**			4	0.07	0.08
			5	0.01	0.02
			1	0.07	0.05
			2	0.02	0.02
12	0.70	.31	3	0.03	0.05
**			(4)	0.70	0.31
			5	0.20	0.18
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
13	0.52	.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
14	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
15	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
16	0.59	.26	(3)	0.59	0.26
**			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
17	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.21	0.20
			(2)	0.57	0.49
18	0.57	.49	3	0.02	0.01
			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
19	0.28	.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
20	0.78	.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04

ตาราง 8 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			(1)	0.52	0.41
			2	0.06	0.05
21	0.52	.41	3	0.24	0.22
**			4	0.11	0.04
			5	0.08	0.10
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
			3	0.25	0.08
22	0.57	.29	4	0.10	0.08
**			(5)	0.57	0.29
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.08
23	0.71	.28	(3)	0.71	0.28
**			4	0.19	0.17
			5	0.02	0.04
			(1)	0.68	0.32
			2	0.08	0.04
24	0.68	.32	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
25	0.51	.39	3	0.05	0.06
**			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
26	0.76	.33	(3)	0.76	0.33
**			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
27	0.61	.32	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.61	0.32
			1	0.01	0.00
			2	0.10	0.10
28	0.44	.32	3	0.04	0.06
**			4	0.41	0.16
			(5)	0.44	0.32
			(1)	0.70	0.24
			2	0.06	0.04
29	0.70	.24	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
30	0.61	.35	3	0.61	0.02
**			4	0.67	0.10
			(5)	0.61	0.35

ตาราง 8 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			(1)	0.70	0.29
			2	0.06	0.04
31	0.70	.29	3	0.10	0.10
**			4	0.01	0.02
			5	0.13	0.14
			1	0.03	0.03
			2	0.07	0.04
32	0.58	.39	(3)	0.58	0.39
**			4	0.30	0.27
			5	0.04	0.04
			1	0.03	0.04
			2	0.00	0.00
33	0.59	.49	(3)	0.59	0.49
**			4	0.72	0.07
			5	0.07	0.03
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
34	0.61	.40	3	0.02	0.04
**			4	0.67	0.10
			(5)	0.61	0.40
			1	0.21	0.20
			(2)	0.52	0.41
35	0.52	.41	3	0.02	0.01
**			4	0.12	0.03
			5	0.15	0.17

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
36	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
37	0.51	.39	3	0.05	0.06
**			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39
			1	0.01	0.01
			2	0.04	0.07
38	0.76	.20	(3)	0.76	0.20
**			4	0.02	0.04
			5	0.18	0.09
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
39	0.57	.29	3	0.25	0.08
**			4	0.10	0.08
			(5)	0.57	0.29
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
40	0.51	.39	3	0.05	0.06
**			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39

ตาราง 8 (ต่อ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r	ตัวเลือก	P	r
			1	0.01	0.02
			2	0.02	0.02
41	0.28	0.17	3	0.02	0.04
			4	0.67	0.10
			(5)	0.28	0.17
			1	0.11	0.07
			2	0.02	0.04
42	0.78	0.22	(3)	0.78	0.22
			4	0.07	0.07
			5	0.03	0.04
			1	0.03	0.01
			2	0.06	0.11
43	0.55	0.39	3	0.25	0.08
			4	0.10	0.08
			(5)	0.55	0.39
			1	0.02	0.01
			2	0.34	0.27
44	0.51	0.39	3	0.05	0.06
			4	0.09	0.04
			(5)	0.51	0.39

** ข้อสอบที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 9 ค่าความเที่ยงตรงของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ความเที่ยงตรง
1	0.80
2	1.00
3	0.80
4	1.00
5	0.80
6	0.80
7	1.00
8	1.00
9	1.00
10	1.00
11	1.00
12	1.00
13	0.80
14	1.00
15	0.80

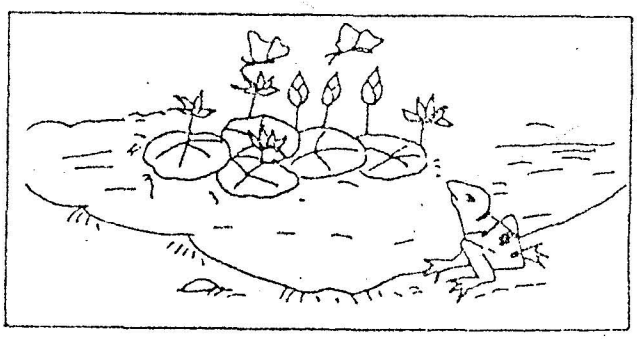
ข้อสอบที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบมีทั้งหมด 65 ข้อ เวลา 60 นาที

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X บนข้อที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ <u>ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความอื่นลงในแบบทดสอบ</u>

1. จงพิจารณารูปต่อไปนี้



ข้อใดบันทึกผลการสังเกตได้ถูกต้องมากที่สุด

1. ภาพนี้ มีทั้งพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันอย่างเหมาะสม
2. ผีเสื้อ 2 ตัว กำลังบินอยู่เหนือกอดอกบัวซึ่งมีทั้งดอกที่ตูม และดอกที่บานแล้ว
3. มีดอกบัวที่บานแล้ว 4 ดอก ดอกตูม 3 ดอก ผีเสื้อกำลังบิน 2 ตัว และมีกบ 1 ตัว
4. มีดอกบัวที่บานแล้วมากกว่าดอกบัวที่ยังตูม
5. มีผีเสื้อช่วยในการผสมเกสร และมีกบกำลังจะกระโดดลงไปในสระน้ำ

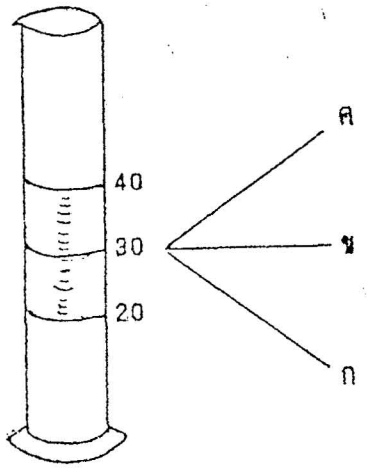
2.

จากรูป ข้อใดเป็นผลของการสังเกต

1. เด็กผู้หญิงกำลังจะซื้อขนม
2. แม่ค้าขายขนมใส่ไส้และกล้วย
3. เด็กคนนี้ชอบรับประทานขนมใส่ไส้
4. ใต้หน้าต่างมีป้ายเขียนว่า กรุงเทพ - สุราษฎร์ธานี
5. รถไฟขบวนนี้เป็นรถไฟสายใต้

3. ข้อใด <u>ไม่จัด</u> เป็นการสังเกต
   1. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
   2. เทียนไขมีเชือกสีขาว
   3. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
   4. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
   5. เทียนไขมีเนื้อละเอียด และผิวเรียบเป็นมัน
4. ในการสังเกตไข่ไก่ ข้อมูลใดที่ <u>ไม่ใช่</u> ข้อมูลการสังเกต
   1. เปลือกไข่ไก่เป็นสารพวกแคลเซี่ยม
   2. ไข่ไก่ด้านหนึ่งมนใหญ่อีกด้านแหลมเล็ก
   3. เปลือกไข่ไก่มีสีน้ำตาล
   4. ผิวเปลือกไข่ไก่มีลักษณะขรุขระ
   5. ไข่ไก่มีรูปวงรี
5. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อเป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส
   1. ลมหายใจมีส่วนประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน
   2. การหายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
   3. น้ำปูนใสมีคัลเซี่ยมเป็นองค์ประกอบ
   4. น้ำปูนใสจะขุ่นและมีฝ้าขาว
   5. น้ำปูนใสทำปฏิกิริยาได้ดีกับลมหายใจ

6. จากรูป เมื่อต้องการดูปริมาตรน้ำในกระบอกตวงเพื่ออ่านค่าและบันทึกผล ข้อใดเป็นการดูที่ถูกต้อง



1. ดูตรงตำแหน่ง ก
2. ดูตรงตำแหน่ง ข
3. ดูตรงตำแหน่ง ค
4. ดูตรงตำแหน่ง ก หรือ ข
5. ดูตรงตำแหน่งใดก็ได้

7. ถ้าต้องการใช้สารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรทำอย่างไร

1. ใช้ช้อนตักสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใช้กระบอกตวงตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ใช้ถ้วยตวงตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. ใช้หลอดหยดดูดสารละลายมาประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

8. มีธนบัตรใหม่ใบละ 20 บาท จำนวน 60 ใบ ถ้าต้องการทราบความหนาของธนบัตร 1 ใบ วัดอย่างไรจึงเหมาะสมที่สุด
   1. ใช้ไม้บรรทัดวัดครั้งละ 30 ใบ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
   2. ใช้ไม้บรรทัดวัดครั้งเดียว 60 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย
   3. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัด 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย
   4. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัด 3 ครั้ง ครั้งละ 60 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย
   5. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัด 6 ครั้ง ครั้งละ 10 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย
9. ข้อใดใช้หน่วยในระบบเอสไอ **ถูกต้อง**
   1. ชั่งเกลือแกง 2,500 มิลลิกรัม
   2. บ้านอยู่ห่างจากโรงเรียน 500 เมตร
   3. สนามหญ้ามีพื้นที่ 90,000 ตารางเซนติเมตร
   4. ตวงสารละลายกลูโคส 1/5 ลูกบาศก์เดซิเมตร
   5. น้ำมีความหนาแน่น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
10. นักเรียน 3 คน คือ ดำ แดง และ ขาว ทุ่มน้ำหนักคนละ 3 ครั้ง ได้ระยะทางดังตาราง

ชื่อ	ระยะทางที่ทุ่มน้ำหนักได้ (m)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ดำ	A	B	A
แดง	D	A	B
ขาว	A	C	D

ระยะทางเฉลี่ยของขาวที่ทุ่มน้ำหนักได้มีค่า ตรงตามข้อใด

1. $\frac{A + C + D}{3}$ m

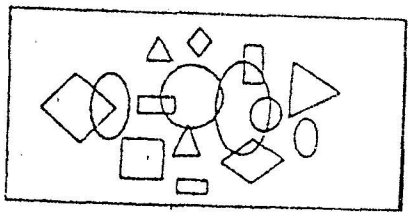
2. $\frac{A + B + C}{3}$ m

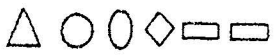
3. $\frac{A \times C \times D}{3}$ m

4. $\frac{A + B + C + D}{4}$ m

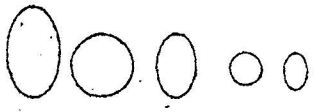
5. $\frac{A \times B \times C \times D}{4}$ m

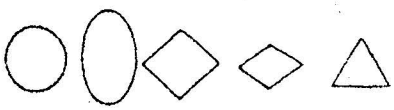
11. ถ้ามีการจำแนกรูปต่อไปนี้ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งในจำนวนนั้นคือข้อใด

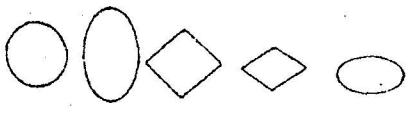


1. 

2.

3 

4. 

5. 

12. จากตารางแสดงการแบ่งสัตว์ออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1	งู เต่า ไก่ นก จิ้งจก ปลากัด
กลุ่มที่ 2	หนู แมว สุนัข กระรอก กระแต ช้าง

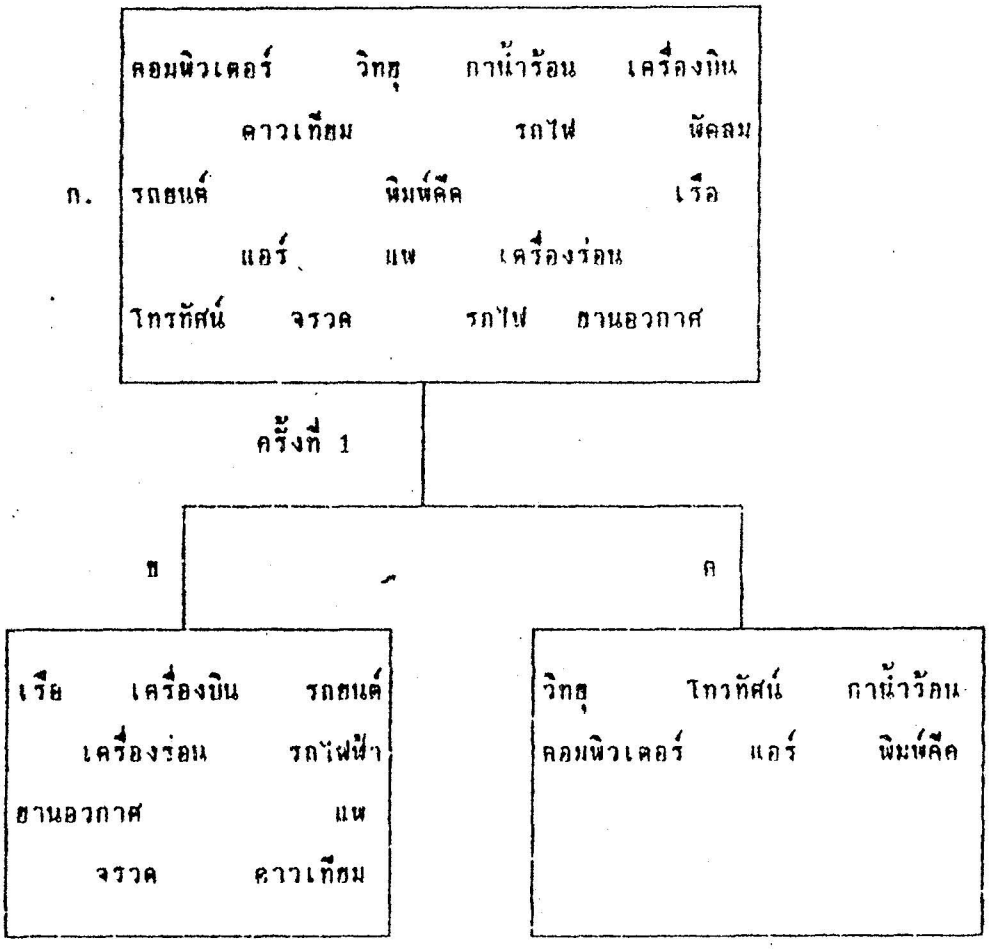
เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสัตว์เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือข้อใด

1. สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง
2. สัตว์เล็กและสัตว์ใหญ่
3. สัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช
4. สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
5. สัตว์ออกลูกเป็นตัวและสัตว์ออกลูกเป็นไข่

13. การจัดกลุ่มสิ่งของกับเกณฑ์ที่ใช้ในข้อใด **ไม่สอดคล้องกัน**

กลุ่มสิ่งของ	เกณฑ์
1.วิทยุ มอเตอร์ โทรศัพท์	ให้เสียง
2.เตารีด กาต้มน้ำไฟฟ้า เตาไฟฟ้า	ให้ความร้อน
3.ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ไดนาโม	ให้พลังงานไฟฟ้า
4.หลอดนีออน เทียนไข ไฟฉาย	ให้แสงสว่าง
5.พัดลม ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น	ให้พลังงานกล

ให้นักเรียนศึกษาการจำแนกเครื่องมือเครื่องใช้ในกรอบ ซึ่งได้จำแนกออกเป็นกลุ่ม ๆ แล้วตอบคำถามข้อ 14



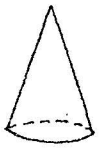
14. การจำแนกครั้งที่ 1 ใช้เกณฑ์อะไร

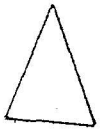
1. ต้นทุนการผลิต
2. การใช้ประโยชน์
3. เครื่องอำนวยความสะดวก
4. ขนาดของเครื่องมือเครื่องใช้
5. การคมนาคม เครื่องอำนวยความสะดวก

15. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจัดกล้องส่องทางไกล กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ไว้พวกเดียวกัน

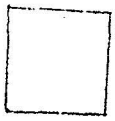
1. ความกลมของเลนส์
2. มีเลนส์เป็นส่วนประกอบ
3. การขยายขนาดของวัตถุ
4. ส่วนประกอบเป็นสีดำทั้งหมด
5. ราคาแพง

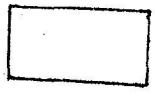
16. รูปใดที่เป็นภาพของวัตถุ 3 มิติ

1 

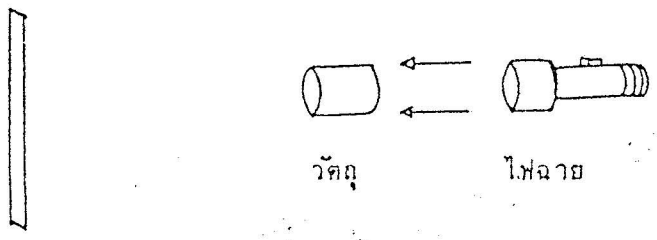
2. 

3.

4. 

5. 

17. ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุดังภาพ



เงาที่ปรากฏบนจอรับภาพ จะมีรูปร่างอย่างไร

1.

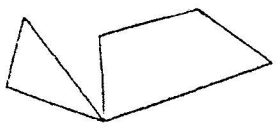
2

3.

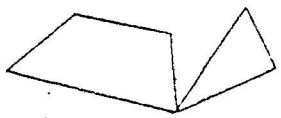
4.

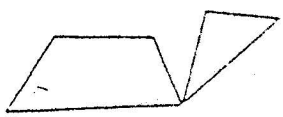
5.

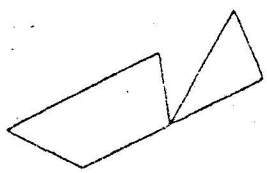
18. ภาพที่เห็นจากกระจกเงาระนาบ จะเป็นภาพกลับซ้ายเป็นขวา ดังภาพ

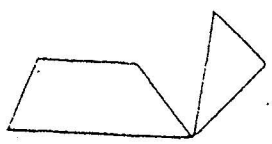


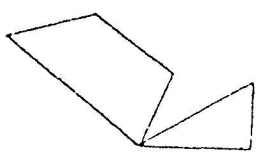
เมื่อมองในกระจกจะเป็นเหมือนภาพในข้อใด

1 

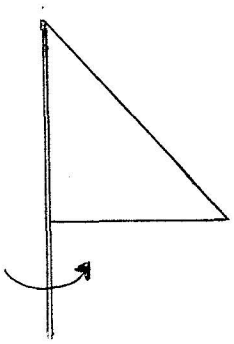
2. 

3. 

4. 

5. 

19. จากภาพถ้าหมุนแผ่นไม้ดังภาพนี้เร็ว ๆ รอบแกน หมุนทวนเข็มนาฬิกา จะมองเห็นเป็นรูปใด



1. รูปปิระมิด
2. รูปทรงกรวย
3. รูปสามเหลี่ยม
4. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
5. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

20. วัตถุในข้อใดที่มีสเปสต่างจากพวก
1. ภาพคนในแผ่นฟิล์ม
2. ตัวหนังสือที่ทำจากแผ่นโฟม
3. ผ้าสำหรับตัดเสื้อ
4. กระจกเงา
5. ภาพเขียนในแผ่นกระดาษ

21. นักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 5 คน วัดความสูงของแต่ละคนได้ดังนี้ 150, 152, 153, 154 และ 152 เซนติเมตร ตามลำดับ อยากทราบว่าความสูงเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าใด
1. 150.0 เซนติเมตร
2. 152.0 เซนติเมตร
3. 152.2 เซนติเมตร
4. 153.5 เซนติเมตร
5. 153.7 เซนติเมตร

22. อุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์วัด ได้ดังนี้

เวลาบ่ายโมงวัดอุณหภูมิได้ 30.4 ^{o}C

เวลาบ่ายสองโมงวัดอุณหภูมิได้ 34.7 ^{o}C

เวลาบ่ายสามโมงวัดอุณหภูมิได้ 33.5 ^{o}C

เวลาบ่ายสี่โมงวัดอุณหภูมิได้ 30.8 ^{o}C

ดังนั้น อุณหภูมิของห้องปฏิบัติการในช่วงบ่าย โดยเฉลี่ยควรเป็นเท่าใด

1. 30.6 ^{o}C
2. 31.6 ^{o}C
3. 32.6 ^{o}C
4. 33.6 ^{o}C
5. 34.6 ^{o}C

23. อุณหภูมิปกติของร่างกาย 98.6 องศาฟาเรนไฮต์ อยากทราบว่าเท่ากับกี่องศาเซลเซียส

1. 35
2. 36
3. 37
4. 38
5. 39

24. กระบวกตวงใบหนึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ 50 cm^3 เมื่อหย่อนก้อนหินลงไป ปรากฏว่าระดับน้ำสูงขึ้นจนถึงขีด 84 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนหินก้อนนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 34
2. 43
3. 50
4. 67
5. 84

25. ใบเรือมีพื้นที่ 12 ตารางเมตร มีลมพัดมาปะทะผ้าใบด้วยแรง 1,080 นิวตัน จงหา ความดันบนผืนผ้าใบ

1. 12 นิวตัน/ตารางเมตร
2. 90 นิวตัน/ตารางเมตร
3. 180 นิวตัน/ตารางเมตร
4. 1,068 นิวตัน/ตารางเมตร
5. 12,960 นิวตัน/ตารางเมตร

26. ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณของนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย ชั้น ม.3 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2527 ถึงปี พ.ศ. 2530 ควรนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตามที่ต้องการ

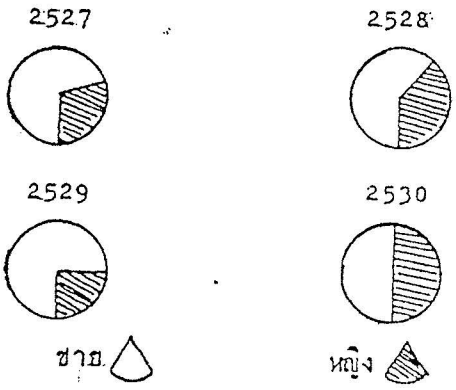
1.

พ.ศ. / นักเรียน	2527	2528	2529	2530
ชาย				
หญิง				

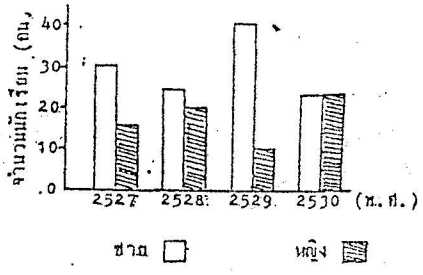
2.

นักเรียน / พ.ศ.	ชาย	หญิง
2527		
2528		
2529		
2530		

3.



4.



5. แบบ 1 หรือ 3

จงพิจารณาตัวเลือกต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 27

1. เขียนเป็นกราฟ
2. เขียนเป็นวงจร
3. เขียนเป็นตาราง
4. เขียนเป็นสมการ
5. เขียนเป็นข้อความ

27. ถ้าต้องการอธิบายถึงการเจริญเติบโตของผีเสื้อนับตั้งแต่เป็นไข่-->ตัวหนอน--> ดักแด้-->ผีเสื้อ-->และวางไข่อีกครั้งหนึ่ง จะเลือกใช้วิธีในข้อใด

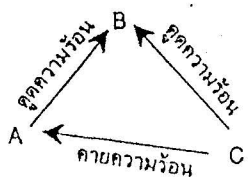
28. กำหนดข้อความให้ดังนี้

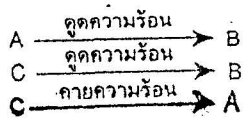
ก. สาร A เปลี่ยนไปเป็นสาร B เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน

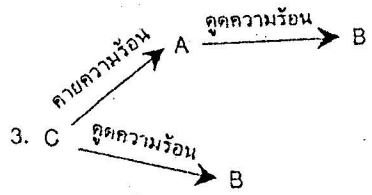
ข. สาร C เปลี่ยนไปเป็นสาร B เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน

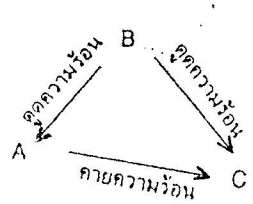
ค. สาร C เปลี่ยนไปเป็นสาร A เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

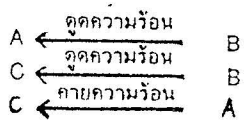
แผนภาพในข้อใดสื่อความหมายได้ถูกต้อง

1. 

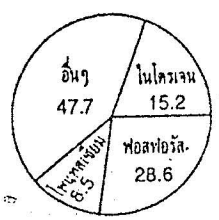
2. 

3. 

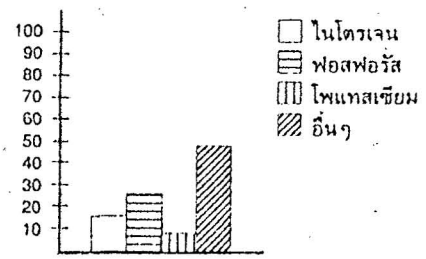
4. 

5. 

29. การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในดินตัวอย่างพบว่าธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คิดเป็นร้อยละ 15.2, 28.6 และ 8.5 โดยมวลตามลำดับ นอกนั้นเป็นแร่ธาตุอื่น ๆ ข้อใดเป็นการจัดกระทำต่อข้อมูลที่ดีที่สุด

ก. 

ข.



ค.

	ชนิดของแร่			
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	อื่นๆ
มวลร้อยละ	15.2	28.6	8.5	47.7

ง.

ชนิดของแร่ธาตุ	มวลร้อยละ
ไนโตรเจน	15.2
ฟอสฟอรัส	28.6
โพแทสเซียม	8.5
อื่น ๆ	47.7

1. ก และ ข
2. ข และ ค
3. ก และ ง
4. ค และ ง
5. ก และ ค

30. ดำทำการทดลองดังนี้

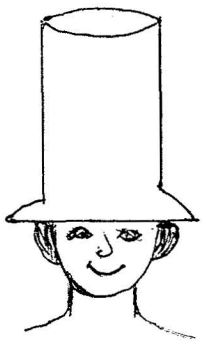
1. แช่ถั่วเขียว 1 คืน
2. นำมาเพาะบนกระดาษชำระในกล่องพลาสติก รดน้ำ
3. วันที่ 2 เลือกถั่วเขียวที่มีรากยาว 2 เซนติเมตรมาจำนวน 4 เมล็ด ใช้ปากกาทำเครื่องหมาย 4 ขีด เท่า ๆ กันจากปลายรากทั้ง 4 เมล็ด วางไว้ที่เดิมรดน้ำ
4. ในวันต่อ ๆ มา จึงวัดความยาวในแต่ละช่วง บันทึกผล

จากการทดลองของดำ ควรบันทึกข้อมูลในรูปใด

1. กราฟ
2. แผนภูมิ
3. แผนภาพ
4. ตาราง
5. เขียนเป็นข้อความ

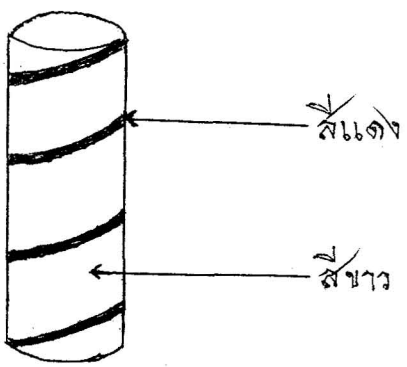
31. ภาพที่เห็นความสูงกับความกว้างของหมวกเท่ากันหรือไม่

จากภาพทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงสิ่งใด



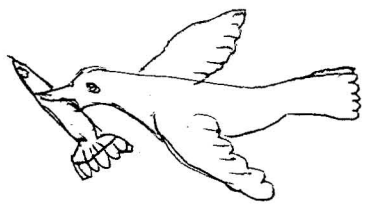
1. ความสูงกับความกว้างของหมวกเท่ากัน
2. ความสูงกับความกว้างของหมวกไม่เท่ากัน
3. ประสาทสัมผัสทางตา บางครั้งเชื่อถือไม่ได้
4. ประสาทสัมผัสทางตา มีขอบเขตจำกัด
5. รูปภาพมีผลต่อประสาทสัมผัสทางตา

32. เมื่อนักเรียนเดินผ่านร้านค้าที่มีเครื่องหมายตามภาพ นักเรียนคิดว่าคนในร้านค้านั้นประกอบอาชีพอะไร



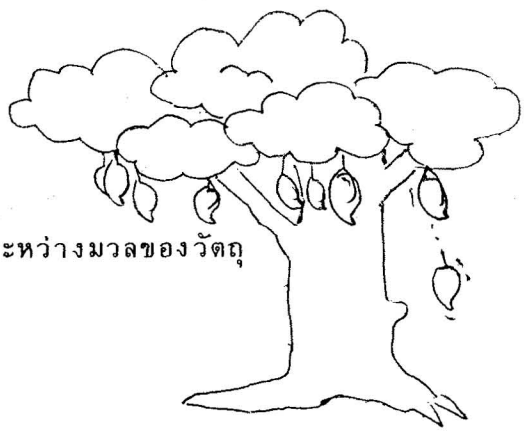
1. ตัดผม
2. ตัดเสื้อผ้า
3. ร้านทำฟัน
4. ร้านขายยา
5. รักษาพยาบาล

33. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



1. นกคาบปลาไว้ในปาก
2. นกกินปลา คาบปลาไว้ในปาก
3. นกคาบปลากระดี่ไว้ในปาก
4. นกกินปลาเป็นอาหาร
5. ข้อ ข และ ค ถูกต้อง

34. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



1. มะม่วงลงสู่พื้นดิน เนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ
2. มะม่วงต้นนี้มีผลดกมาก
3. มะม่วงสุกงอมหล่นจากต้น
4. มีนกมาจิกกิน มะม่วงจึงหล่นจากต้น
5. มะม่วงต้นนี้มีรสหวานมาก

35. หลังจากเล่นกีฬาเหนื่อย ๆ นักเรียนหาน้ำดื่มไม่ได้ มีแต่ผลไม้ที่จัดเตรียมไว้ให้ นักเรียนคิดว่าผลไม้ใดควรเลือกรับประทานแทนการดื่มน้ำ

1. ส้มสุก
2. แตงโม
3. มะละกอ
4. สับปะรด
5. ส้มเขียวหวาน

36. <u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่าง ๆ แล้วตอบคำถามข้อ 36

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	อุณหภูมิของอากาศ(^{O}C)
0	27.5
2	16.5
4	5.5
6	– 5.5
8	– 16.5
10	– 27.5

ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 km อุณหภูมิ ของอากาศควรจะอ่านได้เท่าไร

1. 0 ^{O}C
2. 5.5 ^{O}C
3. -27.5 ^{O}C
4. -5.5 ^{O}C
5. 27.5 ^{O}C

37. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 37

อายุ (เดือน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
แรกเกิด	4
6	8
12	12

เด็กที่มีอายุ 9 เดือน จะมีน้ำหนักเท่าใด

1. 8 กิโลกรัม

2. 9 กิโลกรัม

3. 10 กิโลกรัม

4. 11 กิโลกรัม

5. 12 กิโลกรัม

38. จากข้อมูลแสดงความหนาแน่นของอากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเล(km)	ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)
0	1.22
4	0.81
8	0.52
12	X
16	0.16
20	0.08

X ควรมีค่าประมาณกี่กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1. 0.19

2. 0.21

3. 0.31

4. 0.44

5. บอกไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

39. <u>คำชี้แจง</u> จงใช้ข้อมูลการละลายของสาร A และ B ในน้ำ 50 กรัม ประกอบการตอบคำถามข้อ 39

อุณภูมิของน้ำ (^{O}C)	ปริมาณการละลายของสาร (g) ในน้ำ 50 กรัม	
	สาร A	สาร B
60	47	12
70	39	25
80	31	38
90	23	51

ถ้าน้ำเดือดการละลายของสาร A และ B จะเป็นอย่างไร

1. A และ B ลดลง
2. A และ B เพิ่มขึ้น
3. A เพิ่มขึ้น B ลดลง
4. A ลดลง B เพิ่มขึ้น
5. บอกไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

40. ถ้าอุณหภูมิของน้ำเป็น 75 ^{O}C สาร A และ B จะละลายได้ประมาณกี่กรัม

1. สาร A ละลาย 21 กรัม และสาร B ละลาย 43 กรัม
2. สาร A ละลาย 27 กรัม และสาร B ละลาย 44 กรัม
3. สาร A ละลาย 35 กรัม และสาร B ละลาย 31.5 กรัม
4. สาร A ละลาย 34 กรัม และสาร B ละลาย 44.5 กรัม
5. สาร A ละลาย 43 กรัม และสาร B ละลาย 21 กรัม

41. นำลูกไก่ที่มีความสมบูรณ์เหมือนกันจำนวน 40 ตัว นำมาแบ่งเป็นสองพวก พวกแรกให้กินข้าวเปลือก พวกที่สองให้กินอาหารสำเร็จรูป โดยให้ทั้งสองพวกอยู่ในสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน นักเรียนควรตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร

1. อาหารสำเร็จรูปทำให้ไก่แข็งแรง
2. อาหารสำเร็จรูปราคาแพงกว่าข้าวเปลือก
3. ไก่ชอบกินข้าวเปลือกมากกว่าอาหารสำเร็จรูป
4. ไก่ที่กินอาหารสำเร็จรูปโตกว่าไก่ที่กินข้าวเปลือก
5. ข้าวเปลือกและอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารของไก่

42. มารินดาเอาสบู่ ก. ล้างแก้มข้างซ้าย และเอาสบู่ ข. ล้างแก้มข้างขวา เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพในการถนอมผิวหน้าของสบู่ทั้งสองชนิด สมมติฐานของการทดลองนี้ควรเป็นข้อใด

1. สบู่ ก. มีฟองมากกว่าสบู่ ข.
2. สบู่ ก. ใช้ประหยัดกว่าสบู่ ข.
3. สบู่ ก. มีสารพิษมากกว่าสบู่ ข.
4. สบู่ ก. ทำให้ผิวเนียนกว่าสบู่ ข.
5. มารินดาชอบใช้สบู่ ก. มากกว่า สบู่ ข.

43. มารดาคนหนึ่งทดลองเลี้ยงทารกฝาแฝดของตนซึ่งเป็นชายทั้งคู่ โดยคนหนึ่งให้กินนมของตนเอง อีกคนหนึ่งให้กินนมผง เมื่อครบสามเดือนนำเด็กมาชั่งเปรียบเทียบการเพิ่มของน้ำหนัก การทดลองนี้ทำเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อใด

1. นมมารดามีภูมิคุ้มกันโรคดีกว่านมผง
2. นมมารดามีประโยชน์มากกว่านมผง
3. นมมารดาทำให้ทารกโตเร็วกว่านมผง
4. นมมารดามีโปรตีนและไขมันมากกว่านมผง
5. นมมารดาปลอดภัยจากสารพิษมากกว่านมผง

44. ทดลองปลูกมะเขือเทศสองแปลง แปลงหนึ่งรดด้วยน้ำจากถังส้วม อีกแปลงหนึ่งรดด้วยน้ำธรรมดา สังเกตการเจริญเติบโตของทั้งสองแปลง ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้

1. พืชทุกชนิดต้องการน้ำ
2. น้ำจากถังส้วมทำให้ดินดีกว่าน้ำธรรมดา
3. น้ำจากถังส้วมและน้ำธรรมดามีความจำเป็นต่อพืช
4. น้ำจากถึงส้วมทำให้พืชงอกงามดีกว่าน้ำธรรมดา
5. พืชที่รดด้วยน้ำจากถังส้วมราคาดีกว่าพืชที่รดด้วยน้ำธรรมดา

45. ในการทดลองปลูกมะลิพันธุ์เดียวกัน ขนาดและอายุเท่ากัน 2 กิ่ง ในกระถาง 2 กระถาง โดยปลูกกระถางละหนึ่งกิ่ง แล้วตั้งไว้ในที่เดียวกัน รดน้ำเท่ากัน บันทึกผลโดยใช้ตารางข้างล่างนี้

กระถางที่	ดิน	การเจริญเติบโต
1	ดินขุยไผ่	
2	ดินธรรมดา	

จากตาราง ข้อใดเป็นสมมุติฐานของการทดลองนี้

1. น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิ
2. แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นมะลิ
3. ดินและน้ำต่างมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นมะลิ
4. ชนิดของดินต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิต่างกัน
5. ต้นมะลิที่ปลูกในกระถางมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่ามะลิที่ปลูกในแปลงดิน

46. จากคำกล่าวที่ว่า แรงเสียดทานเป็นอุปสรรคต่อการขนส่ง "การขนส่ง" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร

1. การติดต่อส่งข่าวถึงกันและกันทั้งในระยะใกล้และไกล
2. การบรรทุกสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ผู้บริโภคด้วยยานพาหนะ
3. การใช้ยานพาหนะลำเลียงคน สัตว์ สิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง
4. การบรรทุกสิ่งของด้วยยานพาหนะ ทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ
5. การขนถ่ายสิ่งของจากประเทศหนึ่งสู่ประเทศหนึ่งด้วยอากาศยาน

47. เราสามารถทำน้ำทะเลให้กลายเป็นน้ำจืดได้ โดยการกลั่น "การกลั่น" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร

1. การแยกเกลือออกจากน้ำทะเล
2. การทำให้น้ำเปลี่ยนจากน้ำเค็มเป็นน้ำจืด
3. การลดปริมาณเกลือในน้ำทะเลโดยการต้ม
4. การเติมกรดลงในน้ำทะเลเพื่อลดความเป็นเบสของน้ำทะเล
5. การต้มน้ำทะเลให้กลายเป็นไอ และผ่านไอน้ำให้ควบแน่นกลายเป็นของเหลวในหลอดแก้วที่แช่ในน้ำเย็น

48. สิ่งมีชีวิตมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้า กับสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน "การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม" ในที่นี้หมายถึงลักษณะดังข้อใด

1. มนุษย์ทำสภาพแวดล้อมให้เหมาะแก่การอยู่อาศัย
2. การอพยพย้ายถิ่นเพื่อหาแหล่งอาหารใหม่ ๆ
3. ค้างคาวเพิ่มอวัยวะบางอย่างเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
4. ลูกอ๊อดลดหน้าที่ส่วนประกอบที่ไม่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตลง เช่นหางหดหายไป
5. จิ้งจกสีตัวเข้มจะมีสีตัวจางลงเมื่อจับลงเลี้ยงในกล่องเลี้ยงสีขาว

49. จะรู้ได้อย่างไรว่ามีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น

1. ตรวจสอบกับสารละลายไอโอดีน
2. วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ
3. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลและแป้งในใบ
4. คำนวณหาคลอโรฟิลล์มาตรวจสอบหาอัตราการสังเคราะห์แสง
5. เมื่อนำใบไม้มาต้มในแอลกอฮอล์และหยดไอโอดีนลงไป ใบไม้จะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงิน

50. จากคำกล่าวที่ว่า ร่างกายของคนเราถ้ามีอุณหภูมิปกติแล้วจะไม่มีไข้ ข้อใดต่อไปนี้ที่เป็นคำนิยามของอุณหภูมิปกติที่เข้าใจได้ตรงกัน

1. อุณหภูมิปกติคืออุณหภูมิที่ร่างกายของเราทุกคนต้องเท่ากัน
2. อุณหภูมิปกติ คืออุณหภูมิที่เราสามารถวัดได้จากปรอทวัดไข้ประมาณ 37 ^{o}C
3. อุณหภูมิปกติ คือ อุณหภูมิที่คนส่วนใหญ่มีเท่ากันซึ่งเป็นอุณหภูมิมาตรฐานใช้โดยทั่วไป
4. อุณหภูมิปกติ คือ อุณหภูมิที่หมอใช้ตรวจดูคนไข้ว่าหายเป็นปกติหรือยังมีไข้อยู่
5. อุณหภูมิปกติ คือ อุณหภูมิที่เราสามารถรู้ได้โดยการใช้มือสัมผัสที่ร่างกายหรือหน้าผาก ถ้าตัวไม่ร้อนแสดงว่าไม่มีไข้

51. ในการทดลองครั้งหนึ่ง มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เตรียมดิน 2 กระถาง กระถางที่ 1ไม่ผสมฮิวมัส กระถางที่ 2 ผสมฮิวมัส
2. ปลูกต้นพริกขนาดเท่ากัน กระถางละ 1 ต้น
3. วางไว้ในที่ได้รับแสงแดด
4. รดน้ำต้นพริกทั้ง 2 ต้น ปริมาณเท่ากันทุกวัน
5. สังเกตการเจริญเติบโตของต้นพริกทั้ง 2 ต้น บันทึกผลทุก ๆ วัน เป็นเวลา 15 วัน

ขั้นตอนใดดังกล่าวข้างต้นเป็นตัวแปรตาม

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

52. ถ้าเราตั้งสมมติฐานว่า "เนื้อที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช" ในการทดลองนี้สิ่งที่**ไม่ต้อง**ควบคุมคืออะไร

1. ขนาดของพื้นที่
2. ปริมาณน้ำที่รด
3. ความเข้มของแสงแดด
4. อุณหภูมิของบริเวณทดลอง
5. ชนิด ขนาด และอายุของพืช

53. ในการทดลองเรื่องการตกผลึกของสารส้มปรากฏว่า ผลึกสารส้มที่มาลีทำการทดลองเลี้ยง มีขนาดไม่โตขึ้นเหมือนของสีดา มาลีพบว่าการทดลองต่างจากของสีดา คือมาลีใช้ด้ายผูกแกนผลึกและวางถ้วยสารละลายไว้บนโต๊ะกินข้าว ส่วนสีดาใช้เอ็นไนล่อนผูกแกนผลึกและวางสารละลายไว้หลังตู้เก็บของ จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเป็นสาเหตุให้ผลการทดลองต่างกัน

1. แกนผลึก
2. ผู้ทำการทดลอง
3. สถานที่ที่วางผลึก
4. ถ้วยใส่สารละลาย
5. ความเข้มข้นของสารละลาย

54. ตุ๊ดตู่ ต้องการจะพิสูจน์ว่า ชนิดของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหรือไม่ โดยการนำน้ำจากสระและน้ำประปาปริมาณเท่ากัน มาเลี้ยงปลาหางนกยูง ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวแปรตามในการทดลองนี้

1. ชนิดของน้ำ
2. อาหารที่ใช้เลี้ยง
3. ปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยง
4. ชนิดของภาชนะที่ใช้เลี้ยง
5. การเจริญเติบโตของปลา

55. ใส่ตัวอย่างดิน 3 ชนิด คือ ดินเหนียว ดินทราย ดินร่วน ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ชนิดละหลอด อย่างละประมาณครึ่งหลอดแล้วรินน้ำลงในดินเขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้ จุ่มกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ลงไปหลอดละ 1 ชิ้น เทียบสีของกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเตอร์ กับแถบสีแสดงค่า PH ข้อใดต่อไปนี้คือตัวแปรต้น

1. น้ำ
2. ค่า PH
3. ชนิดของดิน
4. กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์
5. การเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์

56. กรดเข้มข้น ถ้าต้องการทำให้เจือจาง นักเรียนจะเลือกวิธีใดดีที่สุด

1. เติมเบสเข้มข้นลงในกรด
2. ใส่เบสลงไปนิดหน่อยแล้วใช้แท่งแก้วคน
3. เทกรดลงในน้ำโดยให้กรดผ่านแท่งแก้วคน
4. ค่อย ๆ เทกรดและน้ำลงในบิกเกอร์ใบใหญ่
5. เทน้ำลงในกรดโดยให้น้ำผ่านแท่งแก้วคน

57. การหาปริมาตรของวัตถุในข้อใดสามารถหาได้ด้วยวิธีการแทนที่น้ำ

1. สารส้ม
2. ก้อนหิน
3. ดินเหนียว
4. น้ำตาลปึก
5. โฟม

58. ในการทดลองเรื่องไข่จม-ไข่ลอย หากนักเรียนหาไข่ไม่ได้ นักเรียนเลือกวัตถุใดแทนก็ได้ <u>ยกเว้น</u>

1. ใบไม้
2. มะนาว
3. ยางลบ
4. ดินน้ำมัน
5. มะปราง

59. วีระยุทธพบว่าในบ่อหลังบ้านมีไข่ของสัตว์ชนิดหนึ่งวางไข่ไว้ตามขอนไม้ ใบหญ้า และซอกหิน เพื่อจะพิสูจน์ว่าเป็นสัตว์ชนิดใด วีระยุทธควรดำเนินการพิสูจน์ได้อย่างไร

1. สังเกตการพักตัวของตัวอ่อน
2. สังเกตลักษณะสีของเปลือกไข่
3. นำไข่ไปทดสอบหาปริมาณโปรตีน
4. สังเกตลักษณะการเรียงตัวของไข่
5. เปรียบเทียบขนาดของไข่กับสัตว์ที่รู้จัก

60. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยต่างกัน จะต้องทำตามข้อใด

1. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้แห่งเดียวกัน
2. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งแห่งไว้เดียวกัน เป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
3. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งไว้แห่งเดียวกัน เป็นเวลาต่าง ๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
4. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้แห่งเดียวกัน เป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
5. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้แห่งเดียวกัน เป็นเวลาต่าง ๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ

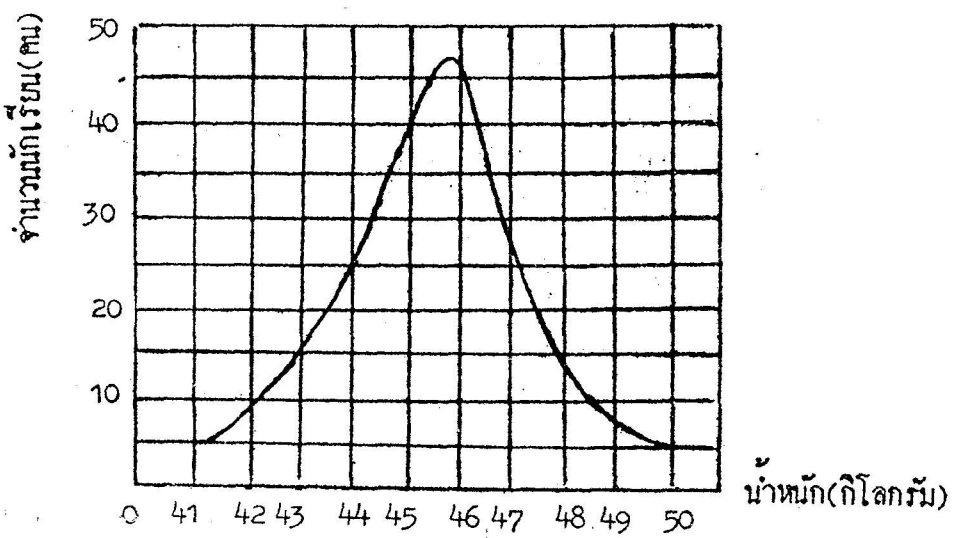
61. ตารางแสดงชนิดของอาหารสัตว์ที่บริโภคมีดังนี้

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

ข้อมูลที่ได้จะลงข้อสรุปว่าอย่างไรจึงจะเหมาะสม

1. พืชเป็นผู้ผลิต สัตว์เป็นผู้บริโภค
2. นกและแมวกินแต่สัตว์ ก็มีชีวิตอยู่ได้
3. วัว ควาย เป็นสัตว์ใหญ่ จึงกินพืชเป็นอาหาร
4. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวก คือ พวกกินพืช พวกกินสัตว์ พวกกินทั้งพืชและสัตว์
5. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะกินเฉพาะพืช แต่สัตว์เลื้อยคลานจะกินเฉพาะสัตว์ และสัตว์ปีกกินทั้งพืชและสัตว์

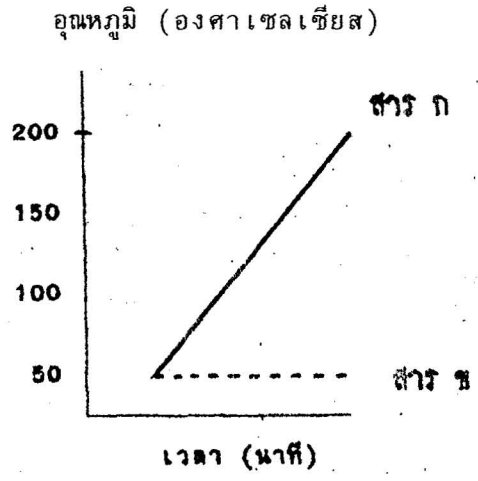
62. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักเรียนและน้ำหนัก (กิโลกรัม) มีดังนี้



ข้อมูลใดเป็นการอ่านกราฟได้ถูกต้อง

1. จำนวนนักเรียนทั้งหมดมี 45 คน
2. จำนวนน้ำหนักทั้งหมดมี 50 กิโลกรัม
3. นักเรียนหนัก 42 กิโลกรัม มี 5 คน
4. นักเรียนหนัก 50 กิโลกรัม มี 5 คน
5. นักเรียนหนัก 45 กิโลกรัม มี 10 คน

63.



จากกราฟที่กำหนดให้ อุณหภูมิของสาร ก. เปลี่ยนแปลงไปเท่าใด

1. 0 องศาเซลเซียส
2. 50 องศาเซลเซียส
3. 100 องศาเซลเซียส
4. 150 องศาเซลเซีย
5. 200 องศาเซลเซียส

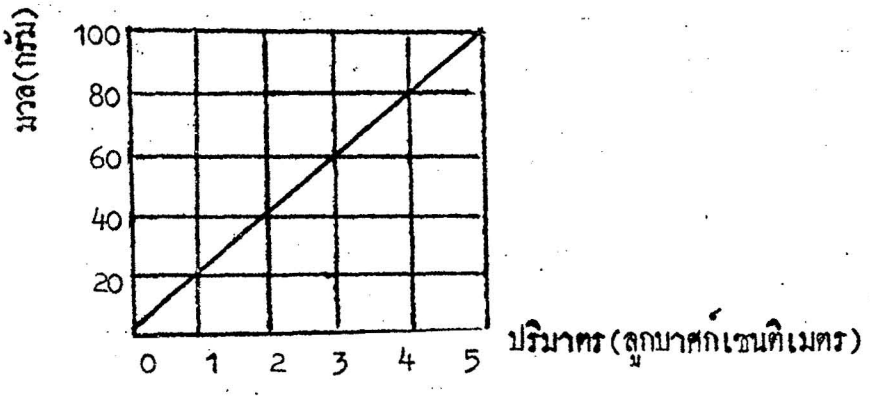
64. ผลการทดลองหาจุดเดือดของของเหลวชนิดหนึ่งที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน ดังตารางที่กำหนดให้

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

ควรสรุปข้อมูลว่าอย่างไร

1. ของเหลวย่อมต้มให้เดือดได้
2. จุดเดือดของเหลวไม่คงที่
3. ของเหลวนี้มีจุดเดือดเท่ากับน้ำ
4. ระดับความสูงเพิ่มขึ้นจุดเดือดยิ่งต่ำลง
5. ของเหลวเดือดได้ในระดับความสูงต่างกัน

65. <u>คำชี้แจง</u> ใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตรของวัตถุ ตอบคำถาม



ถ้าวัตถุมีปริมาตร 4 cm^3 จะมีมวลเท่าไร

1. 40 กรัม
2. 50 กรัม
3. 60 กรัม
4. 70 กรัม
5. 80 กรัม

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่เป็นสถานการณ์ จำนวน 8 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีคำถามอยู่ 4 คำถาม รวมทั้งหมดมี 32 ข้อ

2. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์ตามลำดับข้อสอบ โดยพิจารณาจากตัวเลือก ก ถึง จ ลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1

อักษรสังเกตว่าฟักทองพันธุ์ดีที่เขานำมาปลูกไว้ในไร่ของเขาถูกแมลงกัดกิน เขาจึงใช้ยาปราบศัตรูพืชฉีดพ่นเป็นประจำ พบว่าฟักทองเจริญเติบโตงอกงามดี ปราศจากโรคและแมลงมารบกวน แต่เขาก็ต้องแปลกใจเมื่อฟักทองติดผลน้อยมากทั้ง ๆ ที่ฟักทองออกดอกมากมาย

1. นักเรียนคิดว่า ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
   ก. ฟักทองติดผลน้อย
   ข. มีแมลงมากัดกินฟักทอง
   ค. การกำจัดแมลงศัตรูพืช
   ง. ฟักทองมีดอกมากเกินไป
   จ. ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงเกินไป
2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) ในสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร
   ก. ฟักทองพันธุ์ไม่ดีจริง
   ข. ขาดปุ๋ยที่ทำให้เกิดผล
   ค. ขาดแมลงช่วยผสมเกสร
   ง. ดินเป็นกรดหรือเบสมากเกินไป
   จ. มีแมลงมารบกวนมากเกิดจากการดื้อยา

3. นักเรียนคิดว่าจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา
   ก. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งไม่ปรับสภาพดิน อีกแปลงหนึ่งปรับสภาพดินให้เป็นกลาง
   ข. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งกางมุ้งป้องกันแมลง อีกแปลงหนึ่งไม่กางมุ้งป้องกันแมลง
   ค. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งพันธุ์เดิม แต่อีกแปลงหนึ่งหาฟักทองพันธุ์ดีกว่าเดิมมาปลูก
   ง. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งไม่ใส่ปุ๋ย ไม่ใส่สารเร่งดอกเร่งผล อีกแปลงหนึ่งใส่ปุ๋ย ใส่สารเร่งดอกเร่งผล
   จ. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดเดิม อีกแปลงหนึ่งใช้ยาปราบศัตรูพืชที่มีฤทธิ์ร้ายแรงกว่าเดิม
4. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร
   ก. แปลงฟักทองที่ไม่กางมุ้งจะติดลูกมากกว่า
   ข. แปลงฟักทองพันธุ์ดีกว่าเดิมจะติดลูกมากกว่า
   ค. แปลงฟักทองที่ปรับสภาพดินให้เป็นกลางจะติดลูกมากกว่า
   ง. แปลงฟักทองที่ใส่ปุ๋ย ใส่สารเร่งดอกเร่งผลจะติดลูกมากกว่า
   จ. แปลงฟักทองที่ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงกว่าเดิม จะติดลูกมากกว่า

สถานการณ์ที่ 2

อิ่มทิพย์มีอาชีพเลี้ยงปลาและปลูกผักขาย โดยใช้น้ำในบ่อปลารดผักซึ่งอยู่ติดกับบ่อตลอดจนใช้ล้างผักก่อนที่จะนำไปขายในเมือง ซึ่งปีที่ผ่าน ๆ มาเคยมีรายได้จากการขายปลาและปลูกผักสูงมาก แต่ปีนี้รายได้จากการขายผักลดลง ขณะเดียวกันต้นทุนในการปลูกผักก็สูงขึ้นด้วย เนื่องจากมีแมลงหลายชนิดมารบกวน ทำให้ผักไม่เจริญงอกงาม อิ่มทิพย์จึงแก้ปัญหาโดยใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่นเป็นประจำ ซึ่งก็ทำให้ผักเจริญงอกงาม แต่อีกห้าเดือนต่อมา อิ่มทิพย์สังเกตเห็นว่ามีปลาตัวเล็ก ๆ ตายลอยมาติดริมบ่อบ่อย ๆ

5. นักเรียนคิดว่า ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้

ก. ผักไม่เจริญงอกงาม

ข. การตายของปลาในบ่อ

ค. การใช้ยาฆ่าแมลงไม่ถูกวิธี

ง. รายได้จากการขายผักลดลง

จ. มีแมลงหลายชนิดมารบกวน

6. นักเรียน จะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) ในสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร

ก. มีแมลงมารบกวนผัก

ข. แมลงเกิดการดื้อยา

ค. การนำผักไปล้างน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

ง. ยาฆ่าแมลงไหลลงน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

จ. การใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่นผักเป็นประจำ

7. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

ก. ปลูกผัก 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้วิธีกางมุ้งให้ผัก อีกแปลงหนึ่งไม่ต้องกางมุ้งให้ผัก

ข. ปลูกผัก 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่นผักเป็นประจำ อีกแปลงหนึ่งไม่ฉีดพ่นยาฆ่าแมลง

ค. นำแมลงหลายชนิดมาแบ่งให้เหมือน ๆ กัน เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งฉีดยาฆ่าแมลงเป็นประจำ อีกกลุ่มหนึ่งฉีดยาฆ่าแมลงครั้งเดียว

ง. นำปลามาเลี้ยงไว้ 2 อ่าง โดยควบคุมทุกอย่างให้เหมือนกัน เช่น ขนาด ชนิด ปริมาณน้ำและการดูแล ยกเว้นน้ำที่นำมาใช้เลี้ยงปลาโดยใช้น้ำจากโอ่งในบ้านกับน้ำที่ผสมยาฆ่าแมลง

จ. นำปลามาเลี้ยงไว้ 3 อ่าง โดยควบคุมทุกอย่างให้เหมือนกัน เช่น ขนาด ชนิด ปริมาณน้ำและการดูแล ยกเว้นน้ำที่นำมาใช้เลี้ยงปลา โดยใช้น้ำจากโอ่งในบ้าน น้ำจากบ่อล้างผักและน้ำจากบ่ออื่นที่ไม่ได้ล้างผัก

8. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

ก. ผักกางมุ้งเจริญงอกงามดี

ข. แมลงที่ถูกฉีดพ่นยาเป็นประจำเกิดการดื้อยา

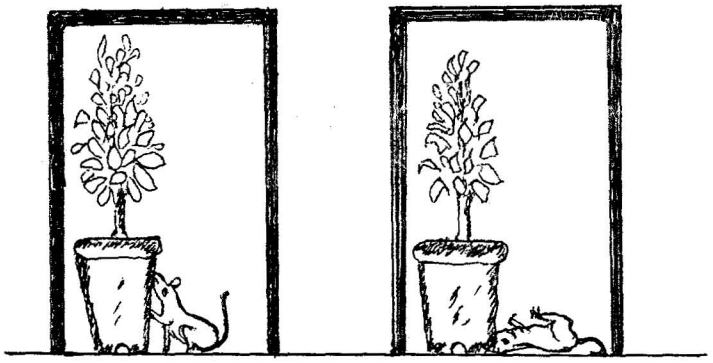
ค. ผักที่ถูกฉีดพ่นยาฆ่าแมลงเป็นประจำงอกงามดี

ง. ปลาตายเนื่องจากยาฆ่าแมลงไหลลงในบ่อเลี้ยงปลา

จ. ปลาตายเนื่องจากการนำผักไปล้างในบ่อเลี้ยงปลา

สถานการณ์ที่ 3

นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งได้ทำการทดลองโดยตั้งตู้มืดไว้กลางแดดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังภาพข้างล่างนี้



9. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. ทำไมหนูจึงตาย

ข. พืชไม่ได้รับแสงแดด

ค. ต้นไม้แย่งอากาศหนูหายใจ

ง. ภายในตู้มืดไม่มีอากาศ

จ. ต้นไม้เจริญเติบโตผิดปกติ

10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์

ก. หนูตัวนี้ขาดอาหาร

ข. ต้นไม้ต้นนี้เป็นต้นไม้มีพิษ

ค. ต้นไม้ไม่ได้สังเคราะห์แสง

ง. หนูตัวนี้ขาดแสงแดดจึงหยุดหายใจ

จ. หนูตัวนี้ขาดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. นำต้นไม้ออก

ข. ทาสีตู้มืดให้เป็นสีขาว

ค. ใช้ตู้ที่เป็นตู้โปร่งแสง

ง. นำอาหารใส่ไว้ให้หนูกิน

จ. ใช้แสงไฟสว่าง ๆ ส่องภายนอกตู้แทนแสงแดด

12. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

ก. หนูตัวนี้จะไม่ตาย

ข. ต้นไม้เจริญงอกงามดี

ค. การเปลี่ยนสีตู้มืดทำให้ต้นไม้สังเคราะห์แสงได้

ง. ต้นไม้ใช้แสงที่ส่องจากภายนอกตู้มืดแทนแสงอาทิตย์

จ. หนูที่อยู่ในตู้มืดเพียงอย่างเดียวมีอากาศพอแก่การหายใจ

สถานการณ์ที่ 4

อักษร เป็นชาวประมงออกเรือจับปลาในทะเล ได้ปลาเป็นจำนวนมาก โดยออกทะเลไปเป็นเวลา 5 วัน เมื่อกลับมาถึงบ้านปรากฏว่า ปลาที่จับได้เน่าเหม็น ทำให้อักษรขายปลาไม่ได้ เขาจึงขาดทุนมาก

13. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้

ก. ปลาเน่าหมด

ข. ปลาขายไม่ได้เลย

ค. เรือลำเล็กเกินไป

ง. จับปลาได้มากเกินไป

จ. ออกไปจับปลานานเกินไป

14. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) ในสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร

ก. ปลาเน่าเหม็นมาก

ข. ขายปลาในราคาถูก

ค. แบคทีเรียทำให้ปลาเน่า

ง. อากาศถ่ายเทไม่สะดวก

จ. ปลาอยู่ในเรือนานเกินไป

15. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

ก. นำปลาที่หามาได้แบ่งเป็น 2 ถัง ถังที่ 1 ใส่ปลาเต็มถัง ถังที่ 2 ใส่ปลาครึ่งถัง

ข. นำปลาที่หามาได้แบ่งเป็น 2 ถัง เท่า ๆ กัน ถังที่ 1 ใส่เกลือ ถังที่ 2 แช่น้ำแข็ง

ค. นำปลาที่หามาได้แบ่งเป็น 3 ถัง เท่า ๆ กัน ถังที่ 1 ใส่เกลือ ถังที่ 2 และ ถังที่ 3 แช่น้ำแข็ง

ง. นำปลาที่หามาได้แบ่งเป็น 3 ถัง เท่า ๆ กัน ถังที่ 1 ใส่น้ำแข็ง ถังที่ 2 และ ถังที่ 3 ใส่เกลือ

จ. นำปลาที่หามาได้แบ่งเป็น 3 ถัง เท่า ๆ กัน ถังที่ 1 ใส่เกลือ ถังที่ 2 แช่น้ำแข็ง ถังที่ 3 ไม่ใส่อะไรเลย

16. นักเรียนสรุปผลทดลองนี้อย่างไร

ก. ปลาที่แช่น้ำเกลือและน้ำแข็งเน่าเหม็น

ข. ปลาที่แช่น้ำเกลือและน้ำแข็งจะไม่เน่าเหม็น

ค. อากาศที่ถ่ายเทได้สะดวกจะทำให้ปลาไม่เน่าเหม็น

ง. ปลาที่ใส่เกลือจะไม่เน่าเหม็น แต่ปลาที่แช่แข็งจะเน่าเหม็น

จ. ปลาที่ใส่เกลือจะเน่าเหม็น แต่ปลาที่แช่น้ำแข็งจะไม่เน่าเหม็น

สถานการณ์ที่ 5

อิ่มทิพย์ ประกอบอาชีพทำนา เธอมีนาอยู่ 10 ไร่ ในปีแรกเธอปลูกข้าวพันธุ์หนึ่งในที่นาแห่งนั้นต้นข้าวงอกงามดี และให้ผลิตผลสูง ในปีที่สองเธอปลูกข้าวพันธุ์เดิม ต้นข้าวมีลักษณะลำต้นเล็กลงให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก ต่อมาในปีที่สามปรากฏว่าข้าวพันธุ์เดิมที่เธอใช้ปลูกนั้นลำต้นแคระแกร็นลงและให้ผลผลิตต่ำกว่าทุก ๆ ปี ที่ผ่านมา ทั้ง ๆ ที่น้ำอุดมสมบูรณ์และไม่มีแมลงมารบกวนต้นข้าวเลย

17. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
    ก. รวงข้าวไม่ติดผล
    ข. ต้นข้าวแคระแกร็น
    ค. การทำนาได้ผลผลิตต่ำ
    ง. การใช้พันธุ์ข้าวซ้ำเดิม
    จ. การปลูกข้าวซ้ำ ๆ กันหลายปี
18. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) นี้ว่าอย่างไร
    ก. ดินเสื่อมคุณภาพ
    ข. ไม่มีแมลงผสมเกสร
    ค. ข้าวพันธุ์นี้ไม่ชอบน้ำ
    ง. พันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพ
    จ. การใช้ยาฆ่าแมลงมากไป
19. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา
    ก. ปลูกข้าวพันธุ์ใหม่ทั้ง 2 แปลง ในที่นาเดิม
    ข. ปลูกข้าวพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงหนึ่งให้น้ำอุดมสมบูรณ์ อีกแปลงหนึ่งขาดแคลนน้ำ
    ค. ปลูกข้าวพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใส่ปุ๋ย อีกแปลงหนึ่งไม่ใส่ปุ๋ย
    ง. ปลูกข้าวพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้พันธุ์ข้าวชนิดใหม่ อีกแปลงหนึ่งใช้พันธุ์ข้าวเดิม
    จ. ปลูกข้าวพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงหนึ่งฉีดพ่นด้วยยาฆ่าแมลง อีกแปลงหนึ่งไม่ฉีดอะไรเลย

20. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

ก. ต้นข้าวที่ปลูกพันธุ์ไม่ดี

ข. ข้าวพันธุ์นี้ต้องการปริมาณน้ำน้อย ๆ

ค. การใส่ปุ๋ยช่วยให้ข้าวได้ผลผลิตมากขึ้น

ง. แมลงช่วยผสมเกสรทำให้ข้าวได้ผลผลิตมากขึ้น

จ. ข้าวพันธุ์นี้ไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกกับที่นาของอิ่มทิพย์

สถานการณ์ที่ 6

ระหว่างปิดภาคฤดูร้อน อักษรและครอบครัวไปเที่ยวพักผ่อนที่น้ำตกวังก้านเหลือง จังหวัดลพบุรี เมื่อไปถึงอากาศร้อนมาก อักษรจึงลงไปอาบน้ำในบริเวณที่น้ำตกไหลไม่แรง น้ำในลำธารใสสะอาดและเย็นมาก อักษรหยิบสบู่ที่เตรียมไว้ขึ้นมาฟอกตัว แต่ฟอกและถูเท่าไร สบู่นั้นก็ไม่มีฟองออกมาเลย มีแต่คราบลื่น ๆ ของสบู่จับอยู่ตามลำตัวซึ่งล้างออกได้ยากมาก

21. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สำคัญในสถานการณ์นี้

ก. น้ำตกไหลแรงมาก

ข. น้ำในลำธารเย็นมาก

ค. สบู่ไม่มีฟองเมื่อฟอกในน้ำตก

ง. บริเวณน้ำตกมีอากาศร้อนมาก

จ. ตามลำตัวมีแต่คราบลื่น ๆ ของสบู่

22. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) ในสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร

ก. สบู่ที่อักษรใช้เสื่อมคุณภาพ

ข. น้ำในลำธารตกมาจากที่สูงมาก

ค. น้ำในลำธารไม่ทำปฏิกิริยากับสบู่

ง. ต้นไม้บริเวณน้ำตกถูกชาวบ้านตัดทำลายไปมาก

จ. น้ำในลำธารที่ไหลผ่านก้อนหินและมีต้นไม้กั้นแสงแดดจะเย็นมาก

23. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

ก. วัดอุณหภูมิบริเวณน้ำตก 2 แหล่ง แหล่งแรกไม่มีต้นไม้ แหล่งที่สองมีต้นไม้มาก แล้วนำอุณหภูมิเปรียบเทียบกัน

ข. นำน้ำจากน้ำตกกับน้ำในโอ่งที่บ้านในปริมาณเท่ากันมาทำปฏิกิริยากับสบู่ที่อักษรใช้เขย่าแล้วสังเกตการเกิดฟอง

ค. นำน้ำมาใส่โหลทั้ง 2 ใบในปริมาณที่เท่ากัน เทน้ำจากที่สูงและต่ำต่างกันให้ถูกกังหัน สังเกตความเร็วของกังหันที่หมุน

ง. นำน้ำในลำธารมาแบ่งใส่หลอดทดลอง 2 หลอด ในปริมาณเท่ากัน หลอดหนึ่งมาทำปฏิกิริยากับสบู่ที่อักษรใช้ อีกหลอดหนึ่งมาทำปฏิกิริยากับผงซักฟอก เขย่าแล้วสังเกตการเกิดฟอง

จ. นำน้ำชนิดเดียวกันมาแบ่งใส่โหล 2 ใบ ใบหนึ่งใส่หินลงไปแล้วนำไปวางไว้ใต้ต้นไม้ อีกใบหนึ่งไม่ใส่หินแล้วตั้งไว้กลางสนาม วัดอุณหภูมิของน้ำทั้ง 2 โหลเปรียบเทียบกัน

24. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

ก. สบู่อักษรใช้เสื่อมคุณภาพ

ข. บริเวณน้ำตกที่มีต้นไม้มาก อากาศจะเย็น

ค. น้ำตกมาจากที่สูงจะไหลแรงกว่าน้ำที่ตกมาจากที่ต่ำ

ง. น้ำเย็นมากเมื่อไหลผ่านก้อนหินและไม่ได้รับแสงแดด

จ. น้ำจากน้ำตกไม่ทำปฏิกิริยากับสบู่เมื่อนำมาฟอกตัวจึงไม่มีฟอง

สถานการณ์ที่ 7

อักษรได้ขุดบ่อเลี้ยงปลามีขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 8 เมตร และลึก 2 เมตร หลังจากนั้นได้ใส่น้ำลงไปในบ่อและปล่อยลูกปลาจำนวน 300 ตัวลงไป สองวันต่อมาลูกปลาที่ปล่อยลงไปตายและลอยขึ้นมา เขาจึงได้ลองวัดค่า ph ของน้ำในบ่อ ปรากฏว่าน้ำในบ่อมีค่า PH ประมาณ 3 - 4

25. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้

ก. ลูกปลาจมน้ำตาย

ข. ลูกปลาที่ปล่อยลงในบ่อตาย

ค. น้ำที่ใส่ลงไปในบ่อมีค่า ph ประมาณ 3 - 4

ง. บริเวณที่ขุดบ่อเลี้ยงปลา ดินมีสารพิษตกค้างอยู่

จ. ขนาดของบ่อไม่เหมาะสมกับจำนวนลูกปลาที่ปล่อยลงไป

26. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) ในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. ขุดบ่อเลี้ยงปลาลึกเกินไป

ข. น้ำมีสารที่เป็นพิษต่อลูกปลา

ค. น้ำที่ใส่ลงไปในบ่อมีสภาพเป็นกรด

ง. น้ำที่ใส่ลงไปในบ่อมีสภาพเป็นเบส

จ. จำนวนลูกปลาที่ปล่อยลงไปมีมากเกินไป

27. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

ก. นำลูกปลามาเลี้ยงในภาชนะที่มีขนาดและปริมาณน้ำเท่ากัน แต่มีจำนวนลูกปลาแตกต่างกัน

ข. นำลูกปลามาเลี้ยงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนลูกปลาเท่ากัน แต่ปริมาณน้ำต่างกัน

ค. นำลูกปลามาเลี้ยงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนลูกปลาเท่ากัน ภาชนะหนึ่งใส่ปูนขาวปริมาณที่เหมาะสม อีกภาชนะหนึ่งไม่ใส่ปูนขาว

ง. นำลูกปลามาเลี้ยงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนลูกปลาเท่ากัน ภาชนะหนึ่งใส่น้ำจากในบ่อ

อีกภาชนะหนึ่งใส่น้ำที่ยังไม่ได้ใส่ลงไปในบ่อ

จ. นำลูกปลามาเลี้ยงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนลูกปลาเท่ากัน ภาชนะหนึ่งใส่น้ำส้มสายชู ปริมาณที่เหมาะสม อีกภาชนะหนึ่งไม่ใส่น้ำส้มสายชู

28. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

ก. น้ำในบ่อเป็นพิษต่อลูกปลา

ข. ความลึกของน้ำทำให้ลูกปลาจมน้ำตาย

ค. จำนวนลูกปลามีมากเกินไปทำให้ลูกปลาตาย

ง. น้ำที่มีสภาพเป็นกรดมากเกินไปทำให้ลูกปลาตาย

จ. น้ำที่มีสภาพเป็นเบสมากเกินไปทำให้ลูกปลาตาย

สถานการณ์ที่ 8

อักษร จอดรถทิ้งไว้หน้าสำนักงาน ก่อนลงรถ เขาได้ไขกระจกขึ้นทั้งหมด หลังจากเขาไปทำธุระ 3 ชั่วโมง เมื่อกลับมาพบว่า กระจกรถด้านข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่ใกล้เคียงทราบว่าไม่มีใครขว้างกระจกเลย เมื่อเปิดเข้าไปในรถ เขาสังเกตเห็นดินน้ำมันที่วางอยู่ในรถเยิ้มเหลว

29. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้

ก. ใครเป็นคนทุบกระจก

ข. กระจกแตกเพราะอะไร

ค. ผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงพูดโกหก

ง. ทำไมแสงแดดทำให้กระจกแตก

จ. ทำไมดินน้ำมันเกิดการเยิ้มเหลว

30. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหา (สมมติฐาน) นี้ว่าอย่างไร

ก. ผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง กลัวมีความผิด

ข. ดินน้ำมันได้รับความร้อนจึงเยิ้มเหลว

ค. แสงแดดทำให้กระจกร้อนจึงขยายตัวทำให้กระจกแตก

ง. อุณหภูมิของอากาศนอกรถสูงขึ้นจึงขยายตัวทำให้กระจกแตก

จ. อุณหภูมิของอากาศในรถสูงขึ้นขยายตัวทำให้กระจกแตก

31. นักเรียนจะมีวิธีการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

ก. จ้างคนแอบเฝ้าดูขณะไปธุระ

ข. นำกระจก 2 บาน ขนาดเท่ากัน หนาเท่ากัน บานหนึ่งวางไว้กลางแดด อีกบานหนึ่งวางไว้ในที่ร่ม

ค. นำดินน้ำมันมา 2 ก้อน ขนาดเท่ากัน ก้อนหนึ่งวางไว้กลางแดด อีกก้อนหนึ่งวางไว้ในที่ร่ม

ง. นำขวดชนิดเดียวกันขนาดเท่ากันมา 2 ขวด ขวดหนึ่งนำไปต้มในน้ำร้อน อีกขวดหนึ่งไปแช่ในน้ำธรรมดา

จ. นำขวดชนิดเดียวกันขนาดเท่ากันมา 2 ขวด นำไปต้มในน้ำร้อน ขวดหนึ่งปิดฝาให้แน่น อีกขวดหนึ่งไม่ต้องปิดฝา

32. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

ก. มีคนแอบทุบกระจก

ข. กระจกที่ได้รับความร้อนจะแตก

ค. ความร้อนทำให้ดินน้ำมันเยิ้มเหลว

ง. กระจกที่ได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้กระจกแตก

จ. อากาศที่ได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รศ.อังคณา สายยศ	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.นิภา ศรีไพโรจน์	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.วัญญา วิศาลาภรณ์	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.อาวุธ วัฒนสิน	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางมนวิภา อ่อนศรี
เกิดวันที่	14 พฤศจิกายน 2507
สถานที่เกิด	อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	975 หมู่บ้านบดินทรรักษา ถนนรามคำแหง43/1 แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ถนนรามคำแหง 43/1 แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2521	จบชั้นประถมศึกษา จากโรงเรียนวัดหลักช้าง อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2524	จบชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนวิมุตยารามพิทยาคม เชิงสะพานพระราม 6 ถ.จรัลสนิทวงศ์ แขวงบางอ้อ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2526	จบชั้นมัธยมศึกษษตอนปลาย จากโรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม ถ.จรัลสนิทวงศ์ 32 แขวงศิริราช กรุงเทพมหานคร อำเภอบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2530	ครุศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2541	การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

มนวิภา อ่อนศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2541

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และหาค่าน้ำหนักความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 จำนวน 552 คน โดยวิธีสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN THE SCIENCE PROCESS SKILLS WITH SCIENCE PROBLEM SOLVING ABILITY OF MATHAYOM SUKSA III STUDENTS.

AN ABSTRACT

BY

MONVIPA ONSRI

Presented in partial fulfillment of requirements for the Master of Education degree in Education Measurement at Srinakharinwirot University

May 1998

The research of this study to find the relationship between science process skills and science problem solving ability and to find beta - weight of each science process skills which contributed to science problem ability of Mathayom Suksa III students. The sample consisted of 552 Mathayom Suksa III students in second semester of the academic year 1997 from the fifth group central schools under the Department of General Education. These samples were randomized by two - stage random Sampling. The instrument for collecting data included of science process skills test concerning observation, measurement, classification, space/space relationship and space/time relationship, using numbers,organizing data and communication, inferring, prediction, formulating hypothesis, defining operationally, identifying and controlling variables, experimenting,interpretting data conclution and science problem solving ability test.

The results revealed that there were significant positive correlation at .01 level among science process skills and science problem solving ability. Science process skills on classification significantly contributed to science problem solving ability at.01 level, While science process skills on observation, organizing data and communication and interpretting data conclution significantly contributed to science problem solving ability at .05 level and the other of science process skills were not significantly contributed to science problem solving ability.