

การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK. THAILAND

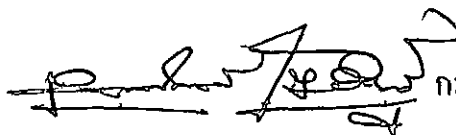
ปริญญาโท
ของ
สัญญา ทิพเสนา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาบัณฑิต
สิงหาคม ๒๕๑๑

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญหานี้แล้ว เห็นควรรับเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

พ.ท.อ. อิมว. - ประธาน

พ.ท.อ. อิมว. กรรมการ

 กรรมการ

สิงหาคม ๒๕๖๓

ประกาศคุณูปการ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. พัทธ์กัมภ์ รักรับพลเดช รองศาสตราจารย์
สุนทรี พิริยกิจ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ และอาจารย์เชิดศักดิ์ โฉวาสินธุ์ เป็นอย่างสูง ที่
ได้กรุณาให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ และอาจารย์ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม ที่ได้อำนวยความสะดวกให้เป็นอย่างดีในการดำเนินการทดลองสอนของผู้เขียน

ขอขอบคุณ คุณหนู ประชาน คุณกรรณิการ์ เทศธรรม และเพื่อน ๆ ทุก ๆ คนที่ได้
ให้ความช่วยเหลือจนกระทั่งปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณสุวรรณี ชีวะชนรักษ์ ที่ได้ช่วยเหลือในด้านการพิมพ์เป็นอย่างดี
ยิ่ง.

สัญญา ทิพเสนา

สารบัญ

		หน้า
บทที่ ๑	บทนำ	๑
	ภูมิหลัง	๑
	+ ความมุ่งหมายของการวิจัย	๔
	+ ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้	๔
	ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้	๕
	นิยามปฏิบัติการ และศัพท์เฉพาะ	๖
	- ทฤษฎี เอกสาร และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๘
	+ สมมุติฐานในการทดลอง	๓๓
บทที่ ๒	วิธีดำเนินการ	๓๔
	+ กลุ่มตัวอย่าง	๓๔
	การเตรียมตัวก่อนการทดลอง	๓๔
	การดำเนินการทดลอง	๔๔
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	๔๔
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	๕๐
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๕๔
บทที่ ๓	+ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๖๐
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์	๖๐
	+ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๖๑
	- ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปร	๖๑
	- ความสัมพันธ์ของตัวแปร	๖๔
	- พัฒนาการของคะแนนของตัวแปร	๗๓
	- การเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	๗๖

	หน้า
บทที่ ๔ .๕ สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	๘๓
ความมุ่งหมายในการศึกษา	๘๓
กลุ่มตัวอย่าง	๘๓
วิธีดำเนินการศึกษา	๘๓
การเก็บรวบรวมข้อมูล	๘๓
การวิเคราะห์ข้อมูล	๘๔
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๘๔
อภิปรายผล	๘๕
ข้อเสนอแนะ	๘๘
บรรณานุกรม	๙๙
ภาคผนวก	๑๐๓

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

๑	รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง	๓๙
๒	การวิเคราะห์หาค่าสถิติทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕	๕๕
๓	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการสอน	๖๒
๔	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มควบคุม ก่อนทำการสอน	๖๕
๕	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มควบคุม หลังการสอน	๖๗
๖	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลอง ก่อนการสอน	๖๙
๗	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลอง หลังการสอน	๗๑
๘	พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๗๕
๙	พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลอง เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๗๕
๑๐	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะเบื้องต้น ของขบวนการวิทยาศาสตร์	๗๗
๑๑	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความมีวินัยในตนเอง	๗๗
๑๒	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบเอคินัย	๗๘
๑๓	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวม	๗๘
๑๔	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำ	๗๙

บัญชีภาพประกอบ

ภาพ		หน้า
๑	โครงสร้าง การสอนแบบสืบสวนสอบสวน	๑๑
๒	ทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน	๒๔
๓	ขั้นตอนในการทดลอง	๔๕

ภูมิหลัง

* การศึกษาอย่างเป็นทางการ (Formal Education) ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ว่าไม่เหมาะสมกับสังคมในปัจจุบันเป็นอย่างมาก ดังที่อิวาน อิลลิช (Ivan Illich) (รังสรรค์ ชนะพรพันธุ์ ๒๕๑๕:๑๔) กล่าวว่า "ระบบโรงเรียนเป็นระบบที่ปราศจากประสิทธิภาพ เพราะเท่าที่ผ่านมาโรงเรียนสอนแต่ความรู้ที่ตายแล้ว เน้นให้เด็กรู้จักวิธีวิ่งตามหลังความรู้ แต่ไม่เคยชี้ให้เห็นแนวทางวิ่งนำหน้าความรู้" นั่นคือระบบโรงเรียนได้รับการโจมตีในแง่วิธีสอนว่า สอนใหญ่เรียนรับแต่เนื้อหา ไม่ได้สอนหรือเน้นใหญ่เรียนใ้รู้จักวิธีที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ใหญ่เรียนไม่มีประสิทธิภาพในการคิด และขาดอิสระภาพทางความคิด ดังที่ไพฑูรย์ สีนารัตน์ (ไพฑูรย์ สีนารัตน์, ๒๕๑๔: ๒๓-๒๔) กล่าวว่า "การศึกษาในโรงเรียนจำเป็นที่จะต้องจำกัดขอบเขตแห่งสติปัญญาของมนุษย์ไว้ด้วยหลักสูตรและแบบเรียนที่ตายตัวหรือไม่ ความเป็นอิสระของมนุษย์คืออะไร การศึกษาจะสร้างและสอนใหญ่จักความเป็นอิสระได้อย่างไรจริงหรือไม่ ถ้าการศึกษายังเป็นอยู่อย่างในปัจจุบัน"

วิธีสอนโดยทั่ว ๆ ไปในระบบโรงเรียนของไทยส่วนใหญ่เป็นไปดังที่ได้รับการตำหนิ ทั้งนี้เพราะส่วนใหญ่ครูมักจะสอนโดยวิธีบอกเนื้อหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนมีหน้าที่ท่องจำเนื้อหาที่ครูให้มาเพื่อนำไปสอบ ตามที่ ผสม เพชรจำรัส (ผสม เพชรจำรัส, ๒๕๑๖ : ๑๐๗) กล่าวว่า "การสอนก็มีลักษณะบอกให้จดและท่องจำตามที่ครูมอบให้ . . . การเรียนเน้นหนักที่จะเอาจริงเอาจัง เรื่องคะแนนผ่าน มากกว่าที่จะก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์" ลักษณะของการสอนแบบนี้ทำให้เด็กเรียนไม่รู้จักวิธีการเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ต้องมีคนบอกให้ เน้นให้ หรือต้องพึ่งพาคนอื่นอยู่เสมอ

ในการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปที่ใช้วิธีบอกเล่าใหญ่เรียนท่องจำนั้น นอกจากจะส่งผลใหญ่เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองไม่เป็นแล้ว การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการบอกเล่า ก็จะทำให้ใหญ่เรียนไม่สามารถปรับตัวเข้ากับเหตุการณ์ในปัจจุบันของโลกอย่างทันท่วงทีได้ เพราะในปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ได้เป็นไปอย่างรวดเร็วจนคนทั่ว ๆ ไปตามไม่ค่อยจะทัน ดังที่ พิทักษ์ รัชพลเดช (พิทักษ์ รัชพลเดช, ๒๕๑๓ : ๑๑) กล่าวว่า "ผลแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์นี้เรามีส่วนเกี่ยวข้องกับ การดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ในด้านผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ต่าง ๆ ดังนั้น เพื่อการอยู่ควยความสุขสบาย สามารถนำความรู้จากวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นประโยชน์ได้เต็มที่ ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของมนุษย์จึงไม่ควรหยุดนิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าอยู่เสมอ" การที่จะก้าวตามให้ทัน

กับวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องรู้จักวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพราะการเรียนรู้วิทยาการใหม่ ๆ เหล่านี้ จากหลักสูตรหรือแบบเรียนนั้นย่อมไม่ทันการ เนื่องจากวิทยาการใหม่ ๆ เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงไป รวดเร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรหรือแบบเรียน และอีกประการหนึ่งหลักสูตรหรือแบบเรียนไม่สามารถครอบคลุมเนื้อหาวิทยาการใหม่ ๆ ทุกชนิดไว้ได้หมด จึงไม่อาจสนองความต้องการของทุก ๆ คนได้ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องรู้จักการค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการ ความสนใจของตน และเพื่อปรับตัวให้ทันการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์

วิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าด้วยตนเอง คือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยขบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, 1970 : 1) ซึ่งเป็นขบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้า วิจัย หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ดังนั้นผู้เรียนจึงควรฝึกฝนขบวนการสืบสวนสอบสวนนี้ เพราะขบวนการนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในการวางแผนที่จะค้นพบสาเหตุของปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยตนเอง ไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายและการตีความหมายของครูทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนมากยิ่งขึ้น (Surd and Trowbridge, 1967 : 37-43) เพื่อที่จะให้ขบวนการสืบสวนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้เรียนควรจะได้รับ การฝึกฝนเกี่ยวกับทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย เพราะทักษะเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนดำเนินการตามขบวนการสืบสวนสอบสวนอย่างใดละเต็มที่ควรหาให้ผู้เรียนจึงเห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนั้นควรใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองแล้ว ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นยังมีจุดมุ่งหมายเฉพาะที่แบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท (พิทักษ์ วัชรพล เกษ, ๒๕๑๓ : ๒๕-๓๑) คือ

๑. ความมุ่งหมายในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์
๒. ความมุ่งหมายให้นักเรียนมีทัศนคติที่ต้องการ
๓. ความมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาหรือใช้วิธีวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายประการที่ ๓ นั้นคือการสอนให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองนั่นเอง ส่วนจุดมุ่งหมายประการแรกนั้นเกี่ยวกับด้านผลสัมฤทธิ์ในการเรียน คือ ให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ ซึ่งโรงเรียนต่าง ๆ ก็ยึดถือเป็นจุดมุ่งหมายหลักตามที่กล่าวมาแล้ว และจุดมุ่งหมายประการที่ ๒ คือ ให้นักเรียนมีทัศนคติที่ต้องการนั้นเป็นสิ่งที่ไม่ค่อยได้รับการคำนึงถึงในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบันนี้ โดยเฉพาะการสอนวิทยาศาสตร์แบบบอกให้จด ให้ท่องจำ อย่างที่กระทำกันอยู่ใน

ปัจจุบัน ก็ยอมไม่เอื้อต่อการพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างยิ่ง ทรงข้ามกลับ เป็นอุปสรรคต่อการ
เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เสียอีก ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ จึงควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายเฉพาะทั้ง ๓
ประการนี้ด้วย มิใช่เน้นหนักอยู่แต่ในด้าน เนื้อหาตามหลักสูตร เท่านั้น

การสอนวิทยาศาสตร์ เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบการศึกษาของประเทศ และระบบการศึกษา
ของประเทศมีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือผลิตคนเพื่อให้เป็นพลเมืองดีของประเทศ ดังที่ปรากฏในแผนการ
ศึกษาชาติ ฉบับ พ.ศ. ๒๕๐๓ (กรมวิชาการ, ๒๕๐๔ : ๑๖๓) ว่า "รัฐมีความมุ่งหมายให้พลเมืองทุกคนได้
รับการศึกษามากพอแก่สภาพ เพื่อเป็นพลเมืองดี" ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากจะคำนึงถึงจุด
มุ่งหมายเฉพาะ ๓ ประการดังที่กล่าวมาแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการสอนคนให้เป็นพลเมืองดีอีกด้วย

การเป็นพลเมืองดีในสังคมระบอบประชาธิปไตยนั้นประกอบไปด้วยคุณลักษณะหลายประการ ที่
สำคัญคือ บุคคลจะต้องมีความสามารถปกครองตนเอง ต้องรู้จักคิด รู้จักการใช้เหตุผล เพราะถ้าคนไม่รู้
จักคิดหรือคิดไม่เป็นจะทำให้เกิดผลร้ายต่อการปกครองในระบอบนี้ เพราะแทนที่จะเป็นการ Pooling of
Collective Wisdom ก็จะกลายเป็น Pooling of Collective Ignorance ซึ่งเป็นปัญหาในการ
ใช้วิถีแบบประชาธิปไตย (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๒๒) ดังนั้นการศึกษาจึงควรช่วยผู้ใหญ่เรียนได้
พัฒนาความคิดและการใช้เหตุผล เกรียงศักดิ์ พราวศรี (เกรียงศักดิ์ พราวศรี, ๒๕๑๖ : ๗) ได้กล่าว
ไว้ว่า "การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) ก็คือการให้เหตุผลวิธีหนึ่ง โดยให้เหตุผลจาก
หลักเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปมายังลักษณะเฉพาะกรณี" ส่วนคาร์เตอร์ (Carter, 1968 : 38) ได้กล่าวว่า
"ครูที่โหมบรรยายในการสอนในห้องเรียนโดยใช้วิธีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Thinking)
จะช่วยให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความอยากรู้อยากเห็น และจะเจริญเติบโตต่อไปในอนาคตเป็น
พลเมืองดีของสังคมเสรี (Free Society)" ดังนั้นเพื่อที่จะให้ผู้ใหญ่เรียนได้เป็น รู้จักการใช้เหตุผล จึง
ควรที่จะส่งเสริมให้ผู้ใหญ่เรียนได้ฝึกการคิดแบบเอกนัยและแบบสืบสวนสอบสวน

คุณลักษณะอีกอย่างหนึ่งของการเป็นพลเมืองดีในสังคมระบอบประชาธิปไตยก็คือ บุคลิกภาพความ
มีวินัยในตนเอง (Self-Discipline) มึ้นนับเป็นบุคลิกภาพอันหนึ่งที่สำคัญยิ่งสำหรับบุคคลในสังคมระบอบ
ประชาธิปไตย ดังที่ วีรยุทธ วิเชียรโชติ (๒๕๑๓ : ๓) กล่าวว่า "เกณฑ์การเป็นประชาธิปไตยนั้น
วินัยธรรมเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่ง วินัยธรรมนี้แบ่งออกเป็น ๓ ระดับคือ วินัยในตนเอง วินัยต่อหมู่คณะ
และวินัยต่อสังคม" ดังนั้น การศึกษาจึงควรมุ่งสร้างวินัยให้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะวินัยในตนเอง

นอกจากนี้ สไตร์ (Stires, 1970 : 3551-A) ได้ทดลองเกี่ยวกับความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) พบว่า ผู้นำเป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และถ้ามีความเชื่อมั่นในตนเองสูงมากเท่าใดก็จะเรียกทรัพยากรจากผูรร่วมงานได้มากเท่านั้น ปกติคนที่จะเป็นผู้นำและได้รับทรัพยากรจากบุคคลอื่นนั้น ย่อมจะได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่นในเรื่องคุณความดี ความถูกต้องเหมาะสมในการกระทำสิ่งต่าง ๆ ซึ่งก่อการ เป็นคนมีคุณธรรมแห่งพลเมืองที่ดีสังคมต้องการนั้นเอง ดังนั้น การปลูกฝังให้นักเรียนมีบุคลิกภาพที่เหมาะสมกับสังคมระบบประชาธิปไตยนั้น จึงควรส่งเสริมให้เด็กได้มีความเชื่อมั่นในตนเอง

จากจุดมุ่งหมายทั่วไปของการศึกษาและจุดมุ่งหมายเฉพาะของการสอนวิทยาศาสตร์ทำให้เห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์นั้นการมุ่งใหญ่เรียนเป็นพลเมืองดีของสังคมระบบประชาธิปไตย มีความรู้และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เขียนจึงต้องการที่จะศึกษาว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ จะส่งผลต่อ การคิดแบบเอहनัย การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง แตกต่างจากการสอนแบบเดิมหรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษานี้มีความมุ่งหมายดังนี้

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์) ที่มีต่อทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอहनัย การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง
๒. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ที่มีต่อตัวแปรทั้งหมดตามที่กล่าวไว้ในข้อ ๑.
๓. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดตามที่กล่าวมาในข้อ ๑.

ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้

๑. เพื่อเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาในการปรับปรุงจุดมุ่งหมายหลักสูตร และวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม เพราะสังคมไทยในปัจจุบันกำลังส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยกันมากขึ้น ดังนั้นการศึกษาจึงควรส่งเสริมให้

บุคคลมีคุณภาพที่เหมาะสมกับการปกครองระบอบประชาธิปไตย คือมีปัญญาวรรม รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

๒. เป็นการช่วยให้นักศึกษาในสถาบันฝึกหัดครูได้ฝึกทักษะและมีวิธีการที่เป็นระบบที่จะใช้สอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น วิธีการที่เน้นระบบในที่นี้หมายถึง การรู้จักวิเคราะห์เนื้อหา การสร้างปัญหาของจิต การวิเคราะห์หลังกับแนวทางหรือความรู้ที่นักเรียนต้องมีมาก่อนสำหรับการเรียนเนื้อหาตอนนั้น และการดำเนินการสอนตามขั้นทั้งสี่ คือ สังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุม และการนำไปใช้

๓. เป็นการกระตุ้นให้สถาบันฝึกหัดครูหันมาสนใจกับการค้นหา ปรับปรุงวิธีสอนต่าง ๆ เพื่อให้สามารถนำมาใช้กับสังคมไทยอย่างได้ผล เพราะการเรียนการสอนโดยทั่วไปในสถาบันฝึกหัดครูนั้น เป็นเพียงการเรียนทฤษฎีของสังคมชาวตะวันตกเท่านั้น จึงสมควรจะให้นำทฤษฎีเหล่านั้นมาทดลองใช้กับสังคมไทยอย่างแท้จริง เพื่อค้นหาปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น จะได้แก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

๑. การศึกษาครั้งนี้จัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งสุ่มมาจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษา ชั้นปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ ของวิทยาลัยครูจันทระ เกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน ๖๕ คน เป็นชาย ๒๑ คน หญิง ๔๔ คน และแยกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน ๓๓ คน และกลุ่มทดลองจำนวน ๓๒ คน

๒. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) ในที่นี้เป็นการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

๓. การศึกษาเกี่ยวกับทักษะของขบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มุ่งศึกษาเฉพาะทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

๔. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

๔.๑ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ วิธีสอน ซึ่งในที่นี้มีอยู่ ๒ แบบ คือ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม

๔.๒ ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

- ๔.๒.๑ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)
- ๔.๒.๒ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Thinking)
- ๔.๒.๓ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Science Achievement)
- ๔.๒.๔ ทักษะคติทางวิทยาศาสตร์ (Science Attitude)
- ๔.๒.๕ ความมีวินัยในตนเอง (Self-Discipline)
- ๔.๒.๖ ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence)

นิยามปฏิบัติการและกัณฑ์เฉพาะ

๑. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) หมายถึง วิธีสอนที่ให้นักเรียนใช้วิธีสืบสวน ถาม ตอบ อภิปราย และสรุปผลด้วยตนเอง เป็นส่วนใหญ่เพื่อเสาะหาความรู้จากสิ่งที่ไม่ชัดเจน และขณะเดียวกันนักเรียนก็จะต้องฝึกฝนทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย

๒. การสอนแบบเกมหมายถึง วิธีสอนที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งครูจะบอกความรู้ให้แก่นักเรียนโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ และนักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้

๓. ทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Basic Science Process Skills) หมายถึง ความสามารถทั้งทางสมองและร่างกายที่ต้องใช้ในการวิจัย ค้นคว้า และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่ ๘ ประการด้วยกัน คือ

- ๑. การสังเกต (Observation)
- ๒. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ เวลา (Using Space-Time Relationships)
- ๓. การจัดจำพวก (Classifying)
- ๔. การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)
- ๕. การวัด (Measuring)
- ๖. การสื่อความหมาย (Communication)
- ๗. การทำนาย (Predicting)
- ๘. การสรุปอ้างอิง (Inferring)

ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์นี้สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบทักษะของขบวนการวิทยาศาสตร์

๔. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง ความสามารถในการตั้งคำถามหรือสมมุติฐานจากปัญหาที่ประสบ เพื่อที่จะตอบปัญหานั้น และสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบสืบสวนสอบสวนแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ ประเภทจำนวนได้แก่ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ และประเภทคุณภาพซึ่งได้แก่ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ

๕. การคิดแบบเอกลัษณ์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งที่ถูกต้องตามความเป็นจริง ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปเพียงสิ่งเดียว จากสิ่งเร้าหลาย ๆ อย่างที่กำหนดให้ และสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบการคิดแบบเอกลัษณ์

๖. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (๕) ผู้ที่ตอบได้คะแนนมากถือว่าเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์สูงในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ที่ตอบได้คะแนนน้อยถือว่าเป็นผู้มีความสัมฤทธิ์ผลต่ำในการเรียนวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นี้แบ่งออกเป็น ๓ ประเภทคือ ประเภทความจำ ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ซึ่งได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการประเมินผล และประเภทเมื่อคิดคะแนนรวมซึ่งได้แก่ผลรวมของคะแนนประเภทความจำและประเภทไม่ใช่ความจำ

๗. ทักษะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่เป็นผลรวมของทักษะคติใน ๒ กรณีนี้ คือ

๗.๑ ทักษะคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะคติที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาพิจารณาของตอบข้อสิ่งเรอย่างมีหลักเกณฑ์เหตุผลและถูกต้องตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

๗.๒ ทักษะคติค่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ลึกที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเกณฑ์เหตุผล วิธีการ และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ทักษะคติทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะวัดได้โดยแบบสอบถามทักษะคติทางวิทยาศาสตร์

๘. ความมีวินัยในตนเอง หมายถึง การบังคับควบคุมพฤติกรรมของบุคคลโดยอำนาจภายในของบุคคลนั้น อำนาจภายในนี้เกิดจากการเรียนรู้หรือยอมรับในคุณค่าอันใดอันหนึ่งของบุคคล ความมีวินัยในตนเองสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวินัยในตนเอง

๙. ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ความกล้าของบุคคลที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้สำเร็จไปตามที่ตนตั้งใจไว้หลังจากที่ตนพิจารณาถึงความถูกต้องแล้วเป็นอย่างดี เมื่อมีอุปสรรคก็ไม่ท้อถอยยังคงกระทำต่อไป โดยแน่ใจว่าตนสามารถกระทำสิ่งนั้นให้สำเร็จไปได้โดยความถูกต้องเหมาะสม ความเชื่อมั่นในตนเองนี้วัดได้โดยแบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเอง

๑๐. กลุ่มทดลองหมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ เบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์)

๑๑. กลุ่มควบคุมหมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์แบบเดิม

ทฤษฎี เอกสาร และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ✓

กระบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process)

กระบวนการสืบสวนสอบสวน คือ ขบวนการ เพื่อค้นหา ลักษณะ คุณสมบัติ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ และผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ (วีรยุทธ วิเชษฐ์โชติ, ๒๕๑๔ : ๓) ขบวนการนี้จะเน้นในการค้นหาว่าในปรากฏการณ์นั้น ๆ ประกอบไปด้วยตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปร เหล่านั้นมีคุณสมบัติอย่างไร จากนั้นจึงจะพยายามสืบเสาะหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อันจะนำไปสู่การตั้งสมมุติฐานหรือทฤษฎีเพื่อ อธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ต่อไป กล่าวโดยง่ายหนึ่งว่ากระบวนการ สืบสวนสอบสวนก็คือขบวนการที่ค้นหาคุณสมบัติ และความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุและผล เพื่อที่จะสรุปออกมาในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ซึ่งจะทำให้สามารถเขียนได้ในรูปของ $Y = f(x)$ นั่นเอง

กระบวนการสืบสวนสอบสวนนี้พัฒนามาจากทฤษฎีของเพียเจท์ (Piaget) ซึ่งกล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ โดยเพียเจท์ได้เสนอว่าคนมีความคิดที่ประกอบไปด้วยโครงสร้าง ๒ ประการคือ

๑. Assimilative Structure เป็นโครงสร้างที่เราให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้ เด็กจะเรียนรู้ได้โดยการนำความรู้เดิมเป็นแนวคิด เช่น ครูถามว่า "สัตว์อะไรที่มีสี่ขาชอบกินปลาเป็นอาหาร" เด็กอาจจะตอบว่า "แมว" การที่เด็กตอบเช่นนั้นก็เพราะนำความรู้เดิมเกี่ยวกับแมวมาใช้ ถ้าครูตอบว่า "ไม่ใช่" ก็จะก่อให้เกิดปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) ขึ้นแก่เด็ก ซึ่งจะทำให้เด็กตระหนักว่า ความรู้เดิมนั้นไม่สามารถจะนำมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้ การเกิดปัญหาของจิตนี้จะนำไปสู่โครงสร้างประการที่สอง คือ

๒. Accommodative Structure คือ การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม เพื่อให้สามารถเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่ประสบได้ ทั้งนี้การ เปลี่ยนแปลงและปรับปรุงนั้นต้องนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม เช่น ตัวอย่างที่กล่าวมานั้น เด็กอาจจะขยายสังกัดของสัตว์ชนิดที่กินปลามีหลายชนิดไม่ใช่มีแต่แมว เด็กก็ทราบว่าแมวมีแต่แมวก็ต้องขยายสังกัดหรือโครงสร้าง เดิมขึ้นมาเพื่อรับความรู้ใหม่ ๆ

จากโครงสร้าง ๒ ประการของเพียเจท์ ได้นำมาเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบสวนสอบสวน ซึ่งประกอบไปด้วยขบวนการต่าง ๆ ๔ อย่างดังนี้

๑. ขบวนการสร้างสังกัด (Concept-formation Process) คือ ขบวนการ
เรี้นรู้ลักษณะนิยาม (defining attributes) ของสังกัดต่าง ๆ

๒. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) คือ ขบวนการแก้ปัญหา
โดยการตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างสังกัดหรือตัวแปร

๓. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) เป็นขบวนการ
การสำหรับทดสอบและพิสูจน์สมมุติฐานที่ได้จากทฤษฎี โดยการทดลองซักถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วมาประเมิน
ผลสรุปว่า สมมุติฐานนั้นใช่หรือไม่

๔. ขบวนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือ ขบวนการที่นำความรู้
พื้นฐานที่ได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ หลายวิธีและแนวทางใหม่ ๆ อันจะเป็นสื่อไปสู่การ
สอบสวนขั้นต่อ ๆ ไปอีก

ขบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ก็เกี่ยวเนื่องกับการ สังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุม โดย
เริ่มต้นจากการค้นพบแล้วเกิดปัญหาของจิต ซึ่งจะนำไปสู่การสอบสวนสืบสวนเพื่อหาก่ออธิบาย แล้วสามารถ
ทำนายปรากฏการณ์อื่น และสามารถนำไปใช้ได้

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็คือขบวนการวิจัยเบื้องต้น (วีรบุทช วิเชียรโชติ, ๒๕๐๔ : ๓)
ซึ่งประกอบไปด้วย

๑. การสังเกต (Observation) เน้นการสร้างสังกัดและการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ
ซึ่งได้มาจากการสังเกต

๒. อธิบาย (Explanation) ใช้ขบวนการสร้างทฤษฎีจากการหาเหตุผลเพื่ออธิบาย

๓. ทำนาย (Prediction) เป็นขบวนการพิสูจน์สมมุติฐานโดยใช้วิธีการทำนาย เพื่อ
ผู้คิดจะใคร่รวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐานนั้น

๔. การคิดสร้างสรรค์ (Control and Creativity) คือ การนำความรู้ที่ได้รับมา
ผสมกันเป็นโครงสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ แบ่งออกได้เป็น ๓ ชนิดด้วยกัน คือ

๑. Active Inquiry การสอนแบบนี้ นักเรียนจะเป็นผู้ถามและตอบเป็นส่วนใหญ่ ครูมีหน้าที่แนะนำแนวทางหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้ามไปโดยไม่คอยช่วยก็อย่างเพียงพอ ส่วนใหญ่ในการสอนประเภทนี้จะตอบเพียงว่าใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น

๒. Passive Inquiry การสอนแบบนี้ครูจะเป็นผู้ถามนำโดยมีนักเรียนเป็นฝ่ายตอบเป็นส่วนใหญ่ แต่ครูจะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ

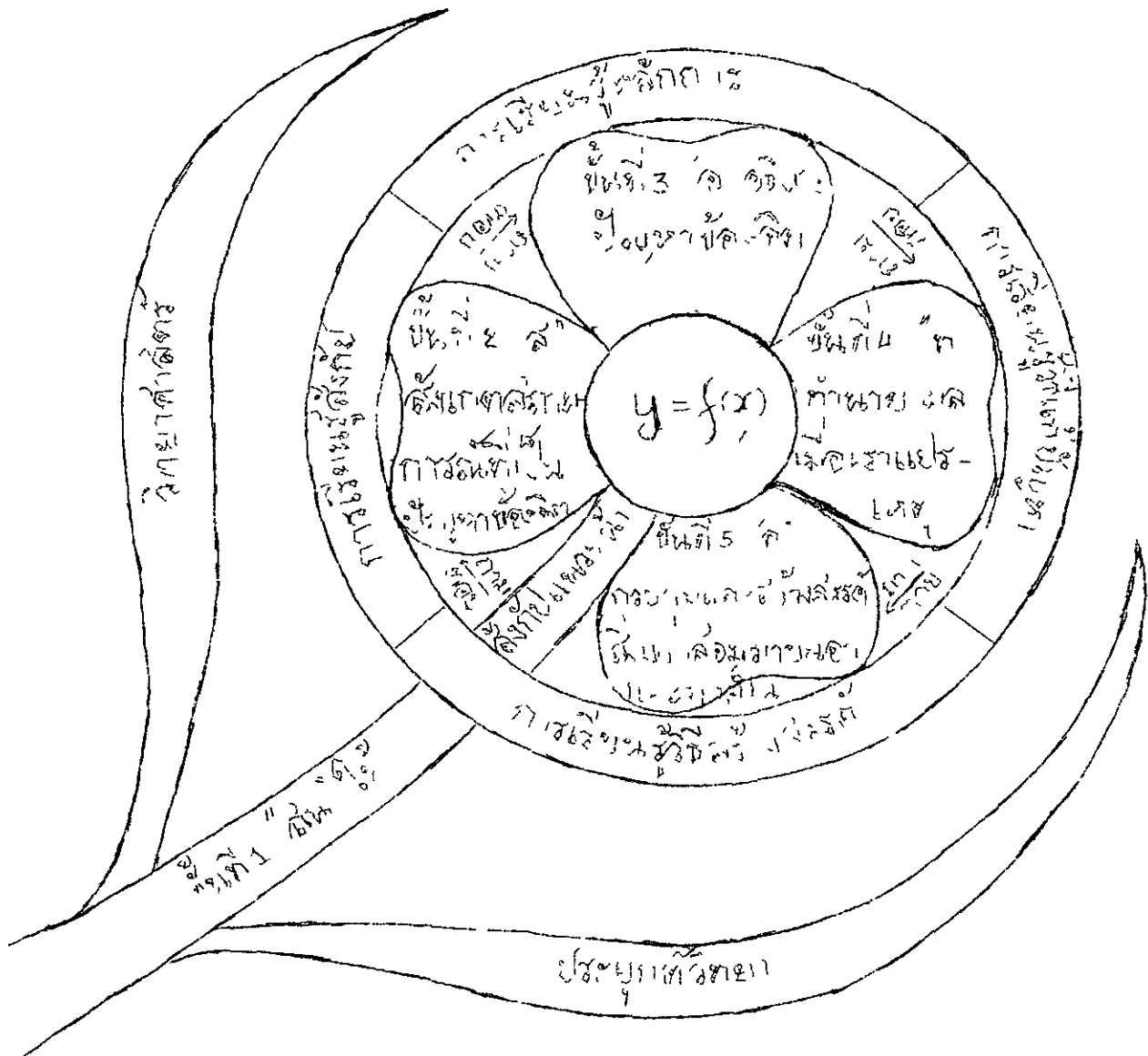
๓. Combined Inquiry คือ วิธีสอนที่นำเอา Active และ Passive Inquiry มาผสมเข้าด้วยกัน ทั้งครูและนักเรียนจะช่วยกันถาม

การสร้างโครงการสอน

๑. วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา คือการศึกษาจุดมุ่งหมาย และแปลจุดมุ่งหมายไปในรูปพฤติกรรมที่ปฏิบัติตามได้ เมื่อแปลเป็นพฤติกรรมแล้วจะทำให้รู้ว่ามีเนื้อหา วิธีสอน อุปกรณ์ และการประเมินผลอย่างไร

๒. ขบวนการสอน เด็กเสริมสร้างความรู้เดิมควบคู่กับใหม่ ความรู้เดิมที่เด็กมีอยู่แล้วเรียกว่าคลังกับแนวหน้า ซึ่งจำเป็นสำหรับการสอนแบบนี้ แล้วจึงเริ่มวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนต่อไป

ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีอยู่ ๕ ขั้นตอน (ธีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓:๖) ดังแสดงไว้ในภาพ ๑.



ภาพ ๑ โครงสร้างการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

จากภาพที่ ๑ ชั้นที่ ๑ "สน." คือขั้นของการให้สิ่งกับแนวทาง เป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับบทเรียนนั้น ๆ โดยการฟื้นฟูความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่จะต้องนำมาเกี่ยวข้องกับสิ่งที่สอน หรือให้ความรู้ใหม่ที่จะต้องใช้เป็นพื้นฐานสำหรับเรื่องที่จะสอน ในขั้นของการให้สิ่งกับแนวทางนั้นนอกจากจะเป็นการปูความรู้พื้นฐานให้แก่นักเรียนแล้ว ยังเป็นการจูงใจให้พร้อมที่จะเรียนอีกด้วย

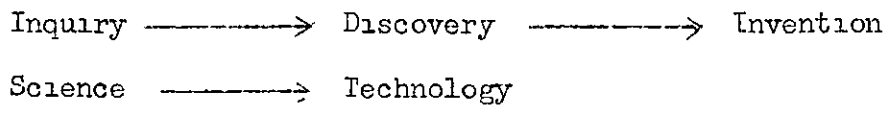
ชั้นที่ ๒ "ส." คือขั้นของการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิต ในขั้นนี้ผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิตขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้คือการเรียนรู้สิ่งกับ (ความหมายสรุปรวม) ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิต

ชั้นที่ ๓ "อ." คือขั้นของการอธิบายปัญหาของจิต โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหาของจิต ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของการสร้างทฤษฎี และกฎเกณฑ์ของความสัมพันธ์ การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้หลักการว่า เมื่อมีผลปรากฏออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้ อะไรควรจะเป็นสาเหตุ

ชั้นที่ ๔ "ท." คือขั้นของการทำนายผลเมื่อแปรเหตุ เป็นขั้นของการตั้งสมมุติฐานและพิสูจน์สมมุติฐาน เพื่อจะทดสอบดูว่าคำอธิบายในชั้นที่ ๓ นั้นถูกต้องมากน้อยประการใด นอกจากนั้นยังเป็นการคาดคะเนผลของสาเหตุต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบเสียก่อนแล้วจึงลงมือปฏิบัติการ การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้ คือการเรียนรู้วิธีแก้ปัญหามาโดยนำเอาหลักการที่เรียนรู้ในชั้นที่ ๓ มาใช้

ชั้นที่ ๕ "ค." คือขั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายนอกและภายใน เป็นขั้นการนำผลของการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอก (ทางสังคม) และควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฉะนั้นการเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้คือการเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์

โดยสรุป การสอนการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนนี้เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีการถาม-การตอบ เป็นสื่อกลางที่สำคัญของการสอนแบบนี้ นอกจากนั้นการสอนแบบนี้ยังเน้นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหา นำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Science) และนำกฎเกณฑ์เหล่านั้นไปทำให้เกิดประโยชน์ในรูปของประยุกต์วิทยา (Technology)



จะเห็นว่าการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ นอกจากจะก่อให้เกิดประโยชน์โดยตรงแก่ตัวผู้เรียนแล้ว ยังจะทำให้เกิดประยุกต์วิทยา (Technology) ขึ้นมาอีก ซึ่งผลที่ตามมาอีกก็จะก่อให้เกิดอาชีพใหม่ ๆ ขึ้นมาอันเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศ

๑) อนึ่ง เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เน้นหนักในด้านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงดูเหมือนว่าการสอนแบบนี้จะทำให้คนหันไปนิยมทางด้านวัตถุ หรือมีความนึกคิดแบบวัตถุนิยม (Materialism) มุ่งเอาประโยชน์การใช้สอย หรือเหตุผลความตรงไปตรงมามากเกินไป ทำให้คำนึงถึงจิตใจของบุคคลอื่น มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ เมตตา กรุณา น้อยลงไปในั้น เมื่อพิจารณาให้ละเอียดแล้วจะเห็นว่าการวิธีสอนแบบนี้มีการควบคุมไม่ให้เกิดความคิดแบบวัตถุนิยมมากเกินไปก็ นั่นคือในขั้นที่ ๕ อันเป็นขั้นการควบคุม ซึ่งประกอบไปด้วยการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอก (ทางสังคม) และสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ครูสามารถที่จะนำเอาธรรมชาติต่าง ๆ เข้าไปปลูกฝังให้แก่เด็กได้เป็นอย่างดีในขั้นการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน ซึ่งจะเป็นการทำให้เกิดสมดุลกับความคิดแบบวัตถุนิยม

ทักษะเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ (Basic Science Process Skills)

พญ. ประธาน (พญ. ประธาน, ๒๕๑๙ : ๑) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์เป็นระเบียบวิธีอย่างหนึ่งที่มนุษย์ใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมที่ขึ้น และในขณะที่เดียวกันก็ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวเขากับสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ด้วย วิทยาศาสตร์เริ่มต้นขึ้นและพัฒนาเรื่อยมาด้วยการทดลองเพื่อหาหลักฐานต่าง ๆ มาสนับสนุน และนำไปสู่ข้อสรุป ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์กำลังค้นคว้าหาข้อเท็จจริงนั้น จะต้องทำอะไรบางอย่างที่ต้องใช้ทั้งความสามารถทางสมองและร่างกายเข้า ๆ อยู่เสมอ สิ่งนั้นก็คือ "ทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" จากคำกล่าวนี้เราจะเห็นว่า ทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความสามารถทางสมองและร่างกายที่ต้องอาศัยการค้นคว้าด้วยตนเอง หรือผู้ที่ต้องการเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงต้องใช้ ดังนั้นทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะสำหรับนักเรียน

โอเค และ ฟิเอล (Okey and Fiel, 1971 : 1-101) ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสอนวิทยาศาสตร์ควรจะมี และได้สรุปไว้ ๑๐ ประการด้วยกันคือ

๑. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) คือความสามารถที่จะกำหนดลงไปว่า อะไร เป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent or Manipulated Variables) และ อะไร เป็นตัวแปรตาม (Dependent or Responding Variables) หรืออะไรบางอย่างที่เป็นเหตุซึ่งก่อให้เกิดผลนั้น ๆ นั้นเอง

๒. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) คือ ความสามารถที่จะสร้างตารางข้อมูลจากกราฟหรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดในการทดลองแต่ละครั้งได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างตารางข้อมูลนั้นส่วนมากนิยมเขียนต้นกวยตัวแปรอิสระแล้วต่อมาเป็นตัวแปรตาม และตัวเลข (ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการทดลอง) ที่เป็นค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระนั้น นิยมจัดเรียงลำดับกันจากน้อยมาหามาก

๓. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) คือ ความสามารถที่จะเขียนกราฟได้เมื่อได้รับคำอธิบายอย่างสั้น ๆ เกี่ยวกับการทดลองและมีตารางข้อมูลให้ใบการเขียนกราฟนั้นนิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกนขน (X-axis) และตัวแปรตามอยู่บนแกนตั้ง (Y-axis)

๔. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) คือความสามารถที่จะลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (best-fit line) และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้ กฎของการลากเส้นที่เหมาะสมที่สุดบนกราฟมีดังนี้ คือ

๑. เส้นที่ลากควรจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งที่เรียบ (Smooth-Curve)
๒. ทุก ๆ จุดควรอยู่บนเส้นที่ลากหรืออยู่ใกล้ที่สุด
๓. จำนวนจุดที่อยู่แต่ละข้างของเส้นที่ลากควรมีจำนวนเท่า ๆ กันโดยเฉลี่ย
๔. เส้นที่ลากระหว่างจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งนั้น ต้องไม่กระโดด (Jump) หรือหักมุม

หลักการในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟ มีดังนี้คือ

๑. ลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (best-fit line) ก่อน
๒. ถ้าเส้นที่ลากเป็นเส้นตรงไหนมากกว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไป

๓. ถ้าเป็นเส้นโค้งให้แบ่งการอธิบายออกเป็น ๒ ตอน

- ก. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดที่เหมาะสมที่สุดกำลังจะเปลี่ยนทิศทาง
- ข. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากจุดที่เหมาะสมที่สุดกำลังจะเปลี่ยนทิศทางไปยังจุดสุดท้าย

๕. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) คือความสามารถที่จะดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ โดยปกติแล้วการทดลองจะเริ่มตนด้วยปัญหา คือ สังเกตปรากฏการณ์ก่อน แล้วเกิดความสงสัยว่า "ทำไม" จึงเป็นเช่นนั้น ในการทดลองนี้ผู้กระทำต้องมีทักษะด้านการวัดมาก่อน

๖. การวิเคราะห์ขบวนการทำการทดลอง (Analyzing Investigations) คือความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลองนั้น และการบ่งชี้สมมุติฐานที่จะทดสอบเมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระอาจจะเข้ามามีส่วนหรือส่งผลกระทบต่อผลของการทดลองที่จะได้มา ตัวแปรเหล่านี้เรียกว่า ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) ซึ่งในการทดลองทุกครั้งเราต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปรภายนอกเข้ามาส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง ตัวแปรภายนอกมี ๒ ชนิดคือ แบบที่ควบคุมได้ (explicit) กับแบบที่ควบคุมไปให้ส่งผลการทดลองไม่ได้ (implicit) หลักเกณฑ์ในการควบคุมตัวแปรภายนอกก็คล้ายๆกันถ้าหากไม่สามารถกำจัดออกไปจากการทดลองได้ ก็ทำให้มันมีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่า ๆ กัน

สมมุติฐานคือการคาดคะเนเกี่ยวกับผลของตัวแปรอิสระที่จะมีต่อตัวแปรตามและก่อนที่จะทำการทดสอบสมมุติฐานนั้นต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด ให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ก่อให้เกิดผลอันนั้นขึ้นมา

๗. การตั้งสมมุติฐาน (Constructing Hypotheses) คือ ความสามารถที่จะตั้งสมมุติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหาให้

ก่อนที่จะตั้งสมมุติฐานนั้นต้องตรวจดูก่อนว่า มีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของวัตถุ (Object) ของการทดลองนั้น และมีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อม (environment) ของการทดลอง แล้วจัดหมวดหมู่ของตัวแปรทั้งสามชนิด และในการตั้งสมมุติฐานแต่ละข้อนั้น ต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดสอบ การตั้งสมมุติฐานก็คือการคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อ

เปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น ประสบการณ์ ฯลฯ

๘. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือการกำหนดลงไปว่า ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร

๙. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมุติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองนั้นประกอบไปด้วยสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

๑. การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
๒. การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
๓. การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

๑๐. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามแผนการทดลอง เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมุติฐาน เมื่อกำหนดปัญหาให้

สมาคม AAAS (American Association for Advancement of Science, 1970 : 33-176) กล่าวว่า การเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนไม่ควรจะรับเอาแต่ความจริง (fact) หรือหลักการ (principle) แต่เพียงอย่างเดียว แต่ควรจะได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ และทักษะสำหรับขั้นตอนการนี้ แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. ทักษะขั้นต้น (Basic Skills) ประกอบด้วย
 - ๑.๑ การสังเกต (Observing)
 - ๑.๒ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา
(Using Space/Time Relationships)
 - ๑.๓ การจัดจำพวก (Classifying)
 - ๑.๔ การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)
 - ๑.๕ การวัด (Measuring)
 - ๑.๖ การสื่อความหมาย (Communication)
 - ๑.๗ การทำนาย (Predicting)
 - ๑.๘ การสรุปอ้างอิง (Inferring)

๒. ทักษะขั้นสูง (Integrated Skills) ประกอบด้วย

- ๒.๑ การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
- ๒.๒ การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
- ๒.๓ การสร้างสมมุติฐานเพื่อทำการทดลอง (Constructing Hypotheses)
- ๒.๔ การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- ๒.๕ การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้เขียนมุ่งศึกษาเฉพาะทักษะเบื้องต้น คือ

๑. การสังเกต คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

๑.๑ บ่งชี้ (Identify) และ บอกชื่อ (Name) คุณสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์โดย
ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า อันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง

๑.๒ รายงานผลของการสังเกตออกมาในรูปของจำนวน (Quantitative Terms)

ผลการสังเกตที่จะปรากฏออกมาในรูปของจำนวนไ้้นั้นต้องเกิดจากการสังเกตที่อ้างอิงไปถึงหน่วยมาตรฐาน
ต่าง ๆ เช่น หน่วยของ ขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิ ฯลฯ ในการสังเกตทางวิทยาศาสตร์นั้น การอ้างอิงถึง
หน่วยมาตรฐานจะมีความหมายมากกว่าการประมาณอย่างธรรมดา เช่น ประโยคที่ว่า "ห้องนี้มีขนาดใหญ่"
กับ "ห้องนี้มีขนาด 4×6 เมตร" ประโยคหลังจะให้ความหมายที่แน่นอนชัดเจนไปมากกว่าประโยคแรก
เพราะประโยคแรกนั้นต้องมาตีความหมายของคำว่า "ใหญ่" อีก เพื่อให้ได้ภาพพจน์ของห้องที่แท้จริง และ
ก็ไม่เป็นที่แน่นอนว่าผู้พูดและผู้ฟังจะมีความเข้าใจตรงกันในเรื่องขนาดของห้อง เพราะการตีความคำว่า
"ใหญ่" นั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความนึกคิดของแต่ละบุคคล ไม่มีเกณฑ์อันเป็นที่ยอมรับร่วมกันสำหรับที่จะ
ใช้ในการตัดสิน

๑.๓ อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตได้ (Observable Changes) ของ

คุณสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์ การสังเกตโดยทั่วไปมักจะเกี่ยวข้องกับการกระทำบางอย่างที่ก่อให้เกิด
การเปลี่ยนแปลงขึ้นแก่วัตถุอยู่เสมอ ดังนั้นสิ่งที่ควรสังเกตอย่างระมัดระวังก็คือ คุณลักษณะของสถานการณ์ที่
ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง กับลำดับก่อนหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

๑.๔ แยกการสังเกตจากการสรุปอ้างอิง (Inferences) ได้ การสังเกตคือการบ่งชี้ถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดมาจากการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าโดยตรง แต่การสรุปอ้างอิงนั้นเกี่ยวข้องกับการตีความผลของการสังเกตที่ได้นั้น เช่น เมื่อเห็นถนนเปียกเราก็คงเดาได้ว่า ฝนคงจะตกก่อนหน้านี้ การที่รู้ว่าถนนเปียกนั้นเป็นผลของการสังเกต แต่การที่บอกว่า ฝนคงจะตกก่อนหน้านี้ เป็นการสรุปอ้างอิง ซึ่งเพื่อนอาจจะถามเราได้ว่า อาจจะไม่ใช่ฝนตกอาจจะเกิดจากการล้างถนนก็ได้ จะเห็นได้ว่าการสรุปอ้างอิงนั้นก่อให้เกิดการชักแย้งได้มากกว่าการสังเกต

๒. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา ก็คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๒.๑ วาดภาพสามมิติของวัตถุธรรมดาได้

๒.๑ บ่งชี้ บอกชื่อ และแสดงให้เห็น (Demonstrate) ถึงสมมาตรของเส้น (Line Symmetry) ของวัตถุ ๒ มิติ และสมมาตรของระนาบ (Plane Symmetry) ของวัตถุ ๓ มิติได้

๒.๓ สร้างภาพ ๓ มิติจากภาพ ๒ มิติรูปสี่เหลี่ยมได้

๒.๔ สร้างภาพ ๒ มิติจากภาพ ๓ มิติของกล่องสี่เหลี่ยมลงบนระนาบ (Plane) ได้ ๆ

๒.๕ จับเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ ออกมาเป็นนาฬิกาและวินาทีได้

๒.๖ บอกและใช้กฎเพื่อหาความเร็วตามแนวเส้น (Linear Speed) ของจุดบนเส้นรอบวงของวัตถุทรงกลมที่กำลังหมุนได้

๒.๗ สร้างเวกเตอร์เพื่อแสดงการเคลื่อนที่สัมพันธ์ได้

๓. การจัดจำพวก คือ ความสามารถในการแยกวัตถุต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คุณสมบัติที่เหมือนกันหรือต่างกันหรือความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม การจัดจำพวกนั้นต้องอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐาน และในการฝึกทักษะประเภทนี้ควรเริ่มต้นด้วยการแบ่งกลุ่มของวัตถุที่มีอยู่ออกเป็น ๒ พวก โดยใช้ลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ จากนั้นก็แบ่งวัตถุในแต่ละพวกออกเป็นอีกอย่างละ ๒ พวก โดยใช้ลักษณะอย่างอื่นเป็นเกณฑ์และสามารถแบ่งออกไปได้เรื่อย ๆ ตามความประสงค์ของผู้แบ่ง การแบ่งออกเป็นทีละส่วนเช่นนี้เรียกว่า จัดโดยวิธี Binary Classification และคุณสมบัติที่นิยมใช้จัดจำพวกแบบ Binary มักจะเป็นประเภท "ใช่" กับ "ไม่ใช่"

เช่น ไม้ขีดไฟ สมบัติ วัตถุถูกดัดกับไม้กลม สีขาวกับไม้ขาว ฯลฯ คุณสมบัติทั้งหมดที่ใช้ในการจัดจำพวกแต่ละครั้ง เมื่อเขียนเป็นแผนภูมิเรียงกันออกมาแล้ว เรียกแผนภูมินี้ว่า Classification Scheme

๔. การใช้จำนวนเลข คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. บอกหรือจุดบนเส้นจำนวน (Number Line) โดยใช้เลขจำนวนเต็มบวก ลบ และ ศูนย์ และเลขทศนิยม

๒. บ่งชี้จุดบนเส้นจำนวนใดเมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็ม บวก ลบ และ ศูนย์ และเลขทศนิยมให้

๓. บวก ลบ คูณ หาร จำนวน ๒ จำนวน บนเส้นจำนวนใด

๔. บอกและใช้กฎเกณฑ์สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของจำนวนชุดหนึ่งใดและสามารถเขียนออกมาในรูปของเส้นตรงของจำนวนใด หาอัตราการเปลี่ยนแปลงในรูปของอัตราส่วนได้ และแปลงอัตราส่วนให้เป็นทศนิยมได้

๕. การวัด คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. ใช้เครื่องมือธรรมดาเพื่อวัด ความยาว มวล และเวลาได้ ค่าที่วัดได้เรียกว่า จำนวนหลักมูล

๒. สามารถใช้กฎเกณฑ์เพื่อกำหนดหา จำนวนอนุพันธ์ (derived quantities) จากการวัดทั้งแต่สองครั้งขึ้นไป จำนวนอนุพันธ์โดยปกติแล้วไม่สามารถวัดโดยตรงได้ ต้องใช้การวัดในข้อ ๑. หลาย ๆ อย่างประกอบกันแล้วจึงคำนวณหาค่าออกมา ตัวอย่างของจำนวนอนุพันธ์ เช่น ความเร็ว ความหนาแน่น พื้นที่ ความร้อน ฯลฯ การวัดแบบนี้เราเรียกว่า การวัดทางอ้อม (Indirect Measurements)

๓. แยกความหมายของความเที่ยงตรง (accuracy) และความเชื่อถือได้ (precision) ออกจากกันได้ ความเที่ยงตรงหมายถึงผลของการวัดที่สอดคล้องหรือตรงกับความจริง (actual or true value) มากที่สุด ถ้าจริงนี้อาจจะได้มาจากการวัดโดยระบุมัดที่วัดโดยเครื่องมือที่ดีที่สุดหรือถือเป็นมาตรฐาน สิ่งที่มีผลกระทบกระเทือนคือ accuracy คือ การใช้เครื่องมือวัด และธรรมชาติของเครื่องมือที่ใช้วัด

ความเชื่อถือได้ หมายถึงความสอดคล้องหรือตรงกันของผลการวัดซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง โดยปกติแล้วการวัดซ้ำกันนี้มักจะไม่ได้ค่าเดียวกันเสมอไป ดังนั้นในการรายงานผลการวัดจึงมักจะรายงานในรูปของความเฉลี่ย $\pm$ ค่าความผิดพลาดในการวัด ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเทคนิคในการใช้เครื่องมือของผู้วัด ถ้าค่าความผิดพลาดน้อยก็แสดงว่า การวัดนั้นมี precision สูง จะเห็นได้ว่าค่า precision จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการใช้เครื่องมือวัดเท่านั้น

๔. ภาคคะเนหรือประมาณการของการวัดใดก็ได้ก็ยังคงแท้จริง โดยปกติเราจะประมาณค่า $\frac{90}{100}$ ของสเกลที่เล็กที่สุดที่แบ่งไว้บนเครื่องมือวัดนั้น ๆ

ในการวัดแต่ละครั้งนั้นต้องรู้จักเลือกวัดให้ใดค่าเพียงครั้งหรือเชื่อถือได้หรือเพียงแต่การประมาณ ซึ่งพนักขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการวัด

๕. การสื่อความหมาย คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. อธิบายคุณสมบัติหรือลักษณะของวัตถุควรรายละเอียดที่พอเพียง สามารถกระทำให้บุคคลอื่นบางข้อออกมาได้ทันทีเมื่อเห็นวัตถุนั้น
๒. อธิบายการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของสารได้
๓. สร้างแผนที่เพื่อแสดงตำแหน่งและขนาดสัมพัทธ์ (relative position and size) ของวัตถุได้ และสามารถบ่งชี้วัตถุและระยะทางบนแผนที่ได้

๔. อธิบายความสัมพันธ์และแนวโน้ม (trends) ของตัวแปรบนกราฟได้ ในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรบนกราฟนี้สามารถอธิบายได้ทั้งกราฟแบบตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่องกัน (continuous variables) ซึ่งได้แก่กราฟเส้นกับตัวแปรที่มีค่าไม่ต่อเนื่องกัน (discontinuous variables) ซึ่งได้แก่ กราฟแท่ง การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรจากกราฟนี้ได้อธิบายไว้แล้วในผลการศึกษาของโอเคและฟิล

๕. การทำนาย คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นในระหว่างช่วงของค่าต่าง ๆ ที่สังเกตได้ ซึ่งจัดไว้ในตารางข้อมูล การทำนายแบบนี้เรียกว่า Interpolating เช่น เราสังเกตและบันทึกไว้ว่า วันที่ ๑ เมษายน พระอาทิตย์ขึ้นเวลา ๕:๔๔ น. วันที่ ๑ พฤษภาคม ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลา ๕:๐๐ น. เราต้องการทำนายว่าวันที่ ๑๕ เมษายน ดวงอาทิตย์จะขึ้นเวลาใด ซึ่งก็คือการทำนายค่าที่ยังไม่ได้บันทึกลงไว้ในตารางข้อมูล แต่เราได้สร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากตารางข้อมูลนั้นไว้แล้ว การทำนายแบบ Interpolating นี้ ค่าที่สังเกตได้ต้องเป็นไปตามแบบแผนปกติ (regular pattern) มิฉะนั้นแล้วการทำนายแบบนี้จะไม่แม่นยำ

๒. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นโดยการยืดอกว่าสัมพันธ์ของตัวแปรออกไปนอกเหนือขอบเขตของค่าต่าง ๆ ที่สังเกตได้และจัดไว้ในตารางข้อมูล การทำนายแบบนี้เรียกว่า Extrapolating เช่น นำคูน้ำหนัก ๑ กรัมไปแขวนไว้ที่ปลายสปริง แล้ววัดส่วนที่ยืดออกมา จากนั้นก็เพิ่มคูน้ำหนักเข้าไปอีกทีละ ๑ กรัม พร้อมกับวัดส่วนที่ยืดออกมาไว้ทำเช่นนี้ทั้งหมด ๔ ครั้ง นำน้ำหนักและส่วนที่ยืดของสปริงไปเขียนกราฟ แล้วทำนายว่า ถ้านำคูน้ำหนัก ๑๐ กรัมไปแขวน ลวดสปริงนั้นจะยืดออกมาเท่าใด การทำนายแบบนี้การทำนายผลที่ห่างออกไปจากจุดสังเกตถูกหยาบเท่าใด โอกาสที่จะผิดพลาดก็มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้น จึงถือกันว่า Extrapolating มีพื้นฐานในการทำนายเชื่อถือได้น้อยกว่า Interpolating อย่างไรก็ตามการทำนายทั้ง ๒ แบบนี้ จะมีความแม่นยำก็ต่อเมื่อความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตนั้นเป็นไปแบบเส้นตรง (Linear function) เท่านั้น ถ้าไม่เป็นสมการเส้นตรงแล้ว Interpolating และ Extrapolating ก็เป็นการเดาหรือนั่นเอง

๓. ทดสอบผลการทำนายได้ คือ การสังเกตซ้ำอีกครั้งหนึ่งนั่นเอง เพราะว่าการทำนายเป็นการคาดคะเนว่าผลการสังเกตในอนาคตจะเป็นเช่นไรนั่นเอง การทำนายมีพื้นฐานอยู่บนการสังเกตการวัดและการสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกต การทำนายที่ไม่ได้มาจากการสังเกตก็คือ การเดาอย่างธรรมดา นั่นเอง ดังนั้นผลของการทำนายจะเที่ยงตรงแม่นยำได้ก็ต่อเมื่อสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบและมีกระวัง และวัดอย่างเที่ยงตรง

การทำนายที่จะให้ผลเป็นที่สนใจได้มากที่สุดก็คือ การทำนายที่ตัวแปรอื่น ๆ ได้รับความคุมเข้มงวด ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น แต่ในบางชนิดของการทำนายก็มีตัวแปรมากกว่า ๒ ตัวขึ้นไปที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ในการทำนายว่าใครจะชนะการเลือกตั้ง การทำนายกาลอากาศ ฯลฯ การทำนายแบบนี้จะมีความผิดพลาดเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของตัวแปรที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ สำหรับนักเรียนนั้นควรฝึกทักษะด้านการทำนายเฉพาะที่มีตัวแปร ๒ ตัวเปลี่ยนแปลงเท่านั้น

๔. การสรุปอ้างอิง คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้

๑. ทำการสรุปอ้างอิงหลาย ๆ แบบจากข้อมูลที่สังเกตมาได้ ๑ ชุด
๒. บ่งชี้การสังเกตที่สนับสนุนการสรุปอ้างอิงนั้น ๆ
๓. อธิบายและแสดงให้เห็นการสังเกตเพิ่มเติมเพื่อทดสอบการสรุปอ้างอิง
๔. บ่งชี้การสรุปอ้างอิงที่ควรยอมรับ ไม่ยอมรับ หรือควรปรับปรุงภายหลังจากที่

ได้สังเกตเพิ่มเติม

พื้นฐานของการคิดอย่างกระจ่างแจ้งและถูกต้องตามตรรกวิทยาเน้นการแยกการสรุปอ้างอิง
 ออกจากการสังเกต เพราะว่าสรุปอ้างอิงคือการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ ส่วนการสังเกตนั้นเป็น
ประสบการณ์ ได้มาจากการใช้ประสาทสัมผัส เช่น เรานั่งอยู่ในบ้าน มองเห็นน้ำฝนไหลลงมาตามชายคา
 มองเห็นแสงสว่างขึ้นมา แล้วได้ยินเสียงกังสนันติดตามมาสัมผัสที่หู เราจึงรู้ว่าฟ้าผ่าอะไรอย่างหนึ่ง
 ใด ๆ บ้านเรา การที่เรารู้ว่าฟ้าผ่าอะไรอย่างหนึ่งนั้นเป็นการสรุปอ้างอิงของเรา ซึ่งไม่จำเป็นว่าจะถูก
 ต้องหรือตรงกับคนอื่นเสมอไป ดังเช่นในตัวอย่างที่กล่าวมานี้ ถ้าเป็นทหารที่เพิ่งจะกลับมาจากสนามรบ
 เขาอาจจะไม่คิดว่าเกิดฟ้าผ่าอย่างเราขึ้นก็ได้ เพราะการสรุปอ้างอิงนั้นมีประสบการณ์เดิมของแต่ละคน
 เป็นพื้นฐาน ดังนั้นจึงต้องแยกการสรุปอ้างอิงออกจากการสังเกตให้เด็ดขาด

เนื่องจากประสบการณ์เดิมที่ใช้สำหรับเป็นพื้นฐานของการอ้างอิงของแต่ละคนนั้นไม่เหมือนกัน
 ดังนั้น การสรุปอ้างอิงข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ จึงอาจสรุปได้หลายอย่าง และย่อมมีทั้งการสรุปอ้างอิงที่ถูกและผิด
 ไปจากข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น เพราะฉะนั้นสรุปอ้างอิงจึงต้องทำการสังเกตเพิ่มเติมเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม
 การสรุปอ้างอิงของตน ดังนั้นนักเรียนจึงควรฝึกการสรุปอ้างอิงหลาย ๆ แบบจากข้อมูลชุดเดียว เพื่อที่จะ
 ได้สังเกตเพิ่มเติม นำข้อมูลเพิ่มเติมมาพิสูจน์การสรุปอ้างอิง จะใคร่ขอฝึกผลการสรุปอ้างอิงของตน และจะหา
 ให้สามารถสรุปอ้างอิงใดแม่นยำยิ่งขึ้นต่อไป

โคล (Cole, 1971 : 049514) ได้ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
 (Basic Process) และได้สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายและกิจกรรมส่วนใหญ่ในขั้นตอนการเบื้องต้นของ
 วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานอยู่ในการวิจัยทางจิตวิทยา (Psychological Research) มาก

โคลีแมส (Kolebas, 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด ๓ ที่เรียน
 วิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการ
 สอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ระดับสติปัญญา
 (Intelligence) และความสนใจในวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

เวเบอร์ (Weber, 1972 : 3582-A) ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น ๒ กลุ่ม
 กลุ่มละ ๓๐ คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement
 Study) เพื่อพัฒนาทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ทักษะ
 ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้ประกอบไปด้วย การสังเกต การจัดจำพวก การวัด และการทำนาย
 ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทาง
 สถิติที่ระดับ .๐๑

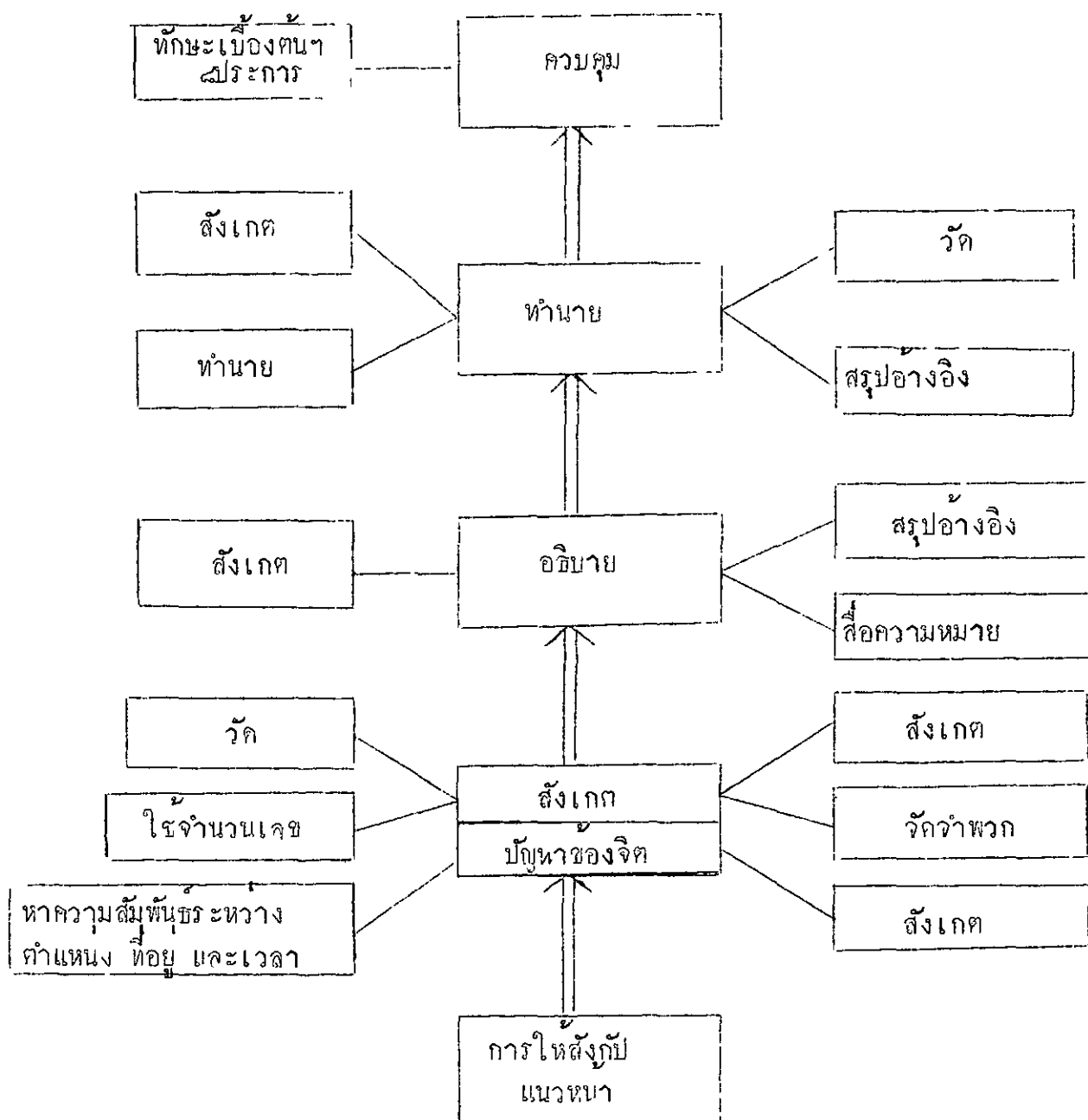
วิกีน (Widdeen, 1972 : 3583-A) ได้ทำการศึกษากับนักเรียนจำนวน ๕๕ คน และครู ๒ คน จากโรงเรียนสเปียร์ฟิช (Spearfish) และโรงเรียนสเตอร์กิส (Sturgis) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science - A Process Approach) และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะที่เกี่ยวข้องกับความรู้หรือความคิด (Cognitive Domain) สูงกว่ากลุ่มทดลอง และความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูนั้นมีผลต่อการลงนามทางคาความรู้นักเรียน

บูโทรว์ (Butrow, 1971 : 052047) ได้นำแบบทดสอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบก่อนและหลังการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชา Introductory Physical Science จำนวน ๕ บทแรกกับนักเรียนเกรด ๔ จำนวน ๘๒ คน พบว่า นักเรียนมีความสามารถสูงขึ้นในการสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำพวก การวัด และการสรุปอ้างอิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะเหล่านี้กับระดับสติปัญญา

จากผลการวิจัยที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า การสอนโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะทางวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลต่อระดับสติปัญญา ความรู้ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการของทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนและทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากทฤษฎีและผลการวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็คือกระบวนการวิจัยเบื้องต้น ส่วนทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทักษะที่ส่งเสริมให้การวิจัยดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ทำให้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนดำเนินไปอย่างใดคดียิ่งขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือทักษะเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยแบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้ครูและนักเรียนใ้รู้ว่ในแต่ละขั้นนั้นมีเป้าหมายอะไร และต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง ซึ่งขั้นตอนในการสอนนั้นสามารถแสดงได้ดังในภาพ ๒



ภาพ ๒ ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ในขั้นตอนต่างๆ
ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

จากภาพที่ ๒ จะเห็นได้ว่าในขั้นที่ ๒ อันเป็นขั้นของการสังเกตนั้นประกอบด้วยสถานการณ์ ๒ อย่างคือ การสร้างปัญหาของจิต และการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิต ทักษะที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดปัญหาของจิตก็คือ การสังเกต เพราะถ้าหากผู้เรียนขาดการสังเกตหรือมีทักษะในด้านนั้นอยู่แล้วจะทำให้มองไม่เห็นปัญหา ซึ่งถ้าหากผู้เรียนมองไม่เห็นปัญหาแล้วการเรียนรู้ในขั้นต่อไปก็ไร้ประโยชน์หรือไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือเกิดจากสิ่งที่ผู้เรียนชอบหรือเป็นนามธรรมมาก ๆ นั้นยิ่งต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการสังเกตให้มากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะได้เข้าใจปัญหานั้น

เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาของจิตแล้วขั้นต่อไปคือการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิต หรือคือการรวบรวมข้อมูลนั่นเอง และทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยในการดำเนินการขั้นนี้ก็คือ การสังเกต การจับคู่ภาพ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา การวัดและการใช้จำนวนเลข ทักษะทั้ง ๕ ประการนี้เป็นทักษะที่ผู้เรียนต้องเลือกใช้อยู่เสมอสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลของแต่ละสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิต ดังนั้นการจะเลือกข้อมูลมาถูกต้อง เพียงพอหรือไม่จึงขึ้นอยู่กับทักษะเบื้องต้นเหล่านี้

ขั้นที่ ๓ คือขั้นของการอธิบายปัญหาของจิต ซึ่งการอธิบายส่วนมากมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล หรือคือการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามนั่นเอง ทักษะที่สำคัญประการหนึ่งของขั้นนี้คือการสรุปอ้างอิง เพราะว่าการสรุปอ้างอิงเป็นการอธิบายข้อมูลที่ได้ออกจากการสังเกต ดังนั้นการสรุปอ้างอิงจึงเป็นสิ่งที่หนึ่งที่จะนำไปสู่การค้นพบความสัมพันธ์ของตัวแปร และในการอธิบายปัญหาของจิตนั้นผู้เขียนจะต้องแสดงความคิดเห็นของตนออกมาให้ผู้อื่นรู้ ดังนั้นทักษะในการสื่อความหมายจึงเป็นสิ่งจำเป็นอีกประการหนึ่งในขั้นของการอธิบายปัญหาของจิต อันนี้ในการสรุปอ้างอิงนั้นต้องอาศัยประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการโต้แย้งขึ้นได้ เพื่อที่จะหาข้อสรุปหรือคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สังเกตได้ จำต้องทำการสังเกตเพิ่มเติมเพื่อพิสูจน์การสรุปอ้างอิงแต่ละอัน การสังเกตจึงเป็นทักษะที่จำเป็นอีกประการหนึ่งสำหรับขั้นที่ ๓ ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่า ทักษะที่จำเป็นสำหรับการอธิบายปัญหาของจิต ก็คือ การสรุปอ้างอิง การสื่อความหมาย และการสังเกต

ขั้นที่ ๔ คือขั้นของการทำนาย ซึ่งก็คือการคาดคะเนผลเมื่อเราแปรเหตุ ดังนั้นทักษะในการทำนายจึงเป็นทักษะที่ต้องใช้โดยตรงในขั้นที่ ๔ ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ แต่จากเรื่องของทักษะในการทำตามที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นจะเห็นได้ว่า ทักษะประเภทนี้จะต้องมีการสังเกตสถานการณ์อย่างละเอียดรอบคอบ การวัดอย่างเที่ยงตรงและการสรุปอ้างอิงที่ถูกต้องเป็นพื้นฐาน ถ้าหากปราศจาก

๓ อย่างนี้แล้ว การทำนายก็คือการ เดาอย่างธรรมดาตนเอง นอกจากนั้นในทักษะของการทำนายนั้นต้องมี การสังเกตเพื่อทดสอบความแม่นยำของผลการทำนายอีก ดังนั้นทักษะที่จำเป็นสำหรับขั้นที่ ๔ ของขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจึงประกอบไปด้วย การสังเกต การวัด การสรุปอ้างอิง และการทำนาย ขั้นที่ ๕ คือ ขั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์ ทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายใน การควบคุมและสร้างสรรค์ในชั้นนี้คือการ เอาผลที่ได้ในขั้นต้นทั้ง ๔ นั้นมาปรับปรุงใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และการปรับปรุงหรือนำมาใช้นี้จะก่อให้เกิดการทดลอง เกิดแนวทางใหม่สำหรับการสืบสวนสอบสวน ดังนั้นจึงต้องนำทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง ๔ ประการมาใช้ในขั้นนี้

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าทักษะเบื้องต้นทั้ง ๔ ประการนั้นต่างมีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่าง ๆ ของขบวนการสืบสวนสอบสวน แต่ทักษะที่ต้องนำไปใช้ในทุก ๆ ขั้นตอนก็คือการสังเกต ดังนั้น การสังเกตจึงเป็นทักษะที่จำเป็นที่สุดสำหรับขบวนการสืบสวนสอบสวน ดังที่สมาคม AAAS

(American Association for Advancement of Science, 1970 : 33) กล่าวไว้ว่า การสังเกตจะเกิดขึ้นในการสืบสวนสอบสวนสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวเราทุกครั้ง และจะเป็นพื้นฐานของทุก ๆ ขั้นตอนของขบวนการนี้ ดังนั้นการสังเกตจึงเป็นขบวนการพื้นฐานที่สุดของวิทยาศาสตร์

การคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Thinking)

หนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๔) ได้ให้นิยามของการคิดแบบสืบสวนไว้ว่า คือ ความสามารถในการตั้งคำถามหรือสมมุติฐานจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อที่จะตอบปัญหานั้น

คำถามอันเป็นผลจากการคิดแบบสืบสวนสอบสวนแบ่งออกเป็น ๔ ลักษณะด้วยกัน คือ

๑. คำถามในลักษณะการสังเกต คือ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

๑.๑ ถามเพื่อให้ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง ๕ ค้นหา คุณสมบัติ โครงสร้าง และปริมาณของวัตถุหรือสถานการณ์นั้น ๆ

๑.๒ ถามเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูล เช่น การจัดเข้าพวก จัดประเภทและชนิดของข้อมูล

๑.๓ ถามเพื่อให้ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง ๕ ค้นหาการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือสถานการณ์นั้น ๆ

คำถามในลักษณะการสังเกตนี้มักจะมีคำว่า เหนือไร? อะไร? อย่างไร? อย่างไร? และเกี่ยวข้องกับการสังเกต การวัด การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา การจัดจำพวก และการใช้จำนวนเลข

๒. คำถามในลักษณะการอธิบาย ก็คือ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

๒.๑ ถามเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิงหรืออธิบายข้อมูลที่ได้ออกจากการสังเกต

๒.๒ ถามเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดผล ความสัมพันธ์ของตัวแปร

๒.๓ ถามเกี่ยวกับทฤษฎี กฎเกณฑ์ และวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ

๒.๔ ถามเกี่ยวกับขบวนการของการ เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ และเพื่อเปรียบเทียบระหว่าง

ขบวนการนั้น ๆ

คำถามในลักษณะการอธิบายนี้มักจะมีคำว่า ทำไม? อะไร เป็นสาเหตุ? อย่างไร?

อธิบาย

๓. คำถามในลักษณะการทำนาย คือถามเกี่ยวกับการคาดการณ์ล่วงหน้าหรือย้อนหลังถึงผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ ถามเกี่ยวกับการนำความสัมพันธ์หรือทฤษฎีที่ค้นพบไปใช้ในอนาคต และถามในเชิงตั้งสมมุติฐาน เพื่อทำการทดสอบต่อไป คำถามในลักษณะของการทำนายนี้มักจะอยู่ในรูปของ ถ้า เป็นอย่างนั้นแล้ว จะเกิดอะไรขึ้น?

๔. คำถามในลักษณะการควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการถามถึงประโยชน์ที่จะได้จากทฤษฎี กฎเกณฑ์ค้นพบ วิธีการจะนำเอาทฤษฎีไปใช้ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกตแบบใหม่ การตั้งสมมุติฐานแนวใหม่ ฯลฯ ส่วนใหญ่คำถามประเภทนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับประยุกต์วิทยา (Technology) คือการนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้งานจริง ๆ

ซุคแมน (Suchman, 1962 : 1-4) กล่าวว่าผู้ที่เรียนแบบสืบสวนสอบสวนจะมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหาความรู้และทราบดีว่าเขาจะไปตามต้องการและควาอยากทราบดีเห็นของตน นอกจากนี้นักคิดแบบสืบสวนสอบสวนยังเป็นรากฐานที่จะก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการก่อให้เกิดความสงสัย แปลกใจ และเปิดให้ถามอย่างมีอิสระโดยทั่วไปแล้ว จะทำให้ผู้เรียนมีระบบแบบแผนที่จะคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ยุพา อานันท์พิทธี (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๖) ทำการทดลองสอนการ สอนแบบสืบสวน สอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โรงเรียนประถมสาธิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา- ประสานมิตร นครหลวงกรุงเทพมหานคร จำนวน ๖๔ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองสามารถแสดงความคิดสืบสวนสอบสวนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ

บำรุง บุญยงค์ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๘) ทำการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิด Active Inquiry กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โรงเรียนสาธิตนำทิพย์ นครหลวงกรุงเทพมหานคร จำนวน ๒ ห้องเรียน ห้องเรียนละ ๓๔ คน โดยห้องแรกสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นกลุ่มทดลอง และอีก ห้องหนึ่งสอนแบบเดิมเป็นกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕

ทัศนีย์ คุณาวัดนาวุณี (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๙) ทำการทดลองกับนักเรียน ชั้น ประถมปีที่ ๗ โรงเรียนสาธิตนำทิพย์ จำนวน ๑๐๒ คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ของโรงเรียน ประถมสาธิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร จำนวน ๗๒ คน พบว่าภายหลังจากที่ทำการสอนแบบ สืบสวนสอบสวนแบบที่ครู เป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้ถามประมาณ ๒๕% และ ๕๐% กับการสอนแบบเดิมแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมศักดิ์ สุนทรสุข (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๑๑) ทำการทดลองกับนักเรียน ชั้น ประถมปีที่ ๗ โรงเรียนสาธิตนำทิพย์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดแบบสืบสวน สอบสวนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทิพา เพชรดี (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๑๔) ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โรงเรียนประถมสาธิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร จำนวน ๓๔ คน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการ สอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการ สอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ

หนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๖๒๔) ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ โรงเรียนสายน้ำทิพย์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อคำถามสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม ผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้โรงเรียนมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนดีขึ้น และสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิมที่ใช้โดยทั่วไป

การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 145) ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of Intellect Theory) และอธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นโครงหน้าสามมิติ (Three Faces of Intellect Model) ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

๑. เนื้อหา (Contents)
 - ๑.๑ ภาพ (Figural)
 - ๑.๒ สัญลักษณ์ (Symbol)
 - ๑.๓ ภาษา (Semantic)
 - ๑.๔ พฤติกรรม (Behavioral)
๒. ผลิตภัณฑ์ (Products)
 - ๒.๑ หน่วย (Unit)
 - ๒.๒ จำพวก (Classes)
 - ๒.๓ ความสัมพันธ์ (Relations)
 - ๒.๔ ระบบ (Systems)
 - ๒.๕ การแปลงรูป (Transformation)
 - ๒.๖ การประยุกต์ (Implications)

๓. การปฏิบัติการ (Operations)

๓.๑ การรู้และเข้าใจ (Cognition)

๓.๒ การจำ (Memory)

๓.๓ การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking)

๓.๔ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)

๓.๕ การประเมินผล (Evaluation)

และกิลฟอร์ดได้ให้คำนิยามของการคิดแบบเอกนัยไว้ว่า หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลหลักที่สุดและถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

คลอสเมียร์ (Klausmeier, 1971 : 81-83) อธิบายการคิดแบบเอกนัยว่า เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลหลักที่สุดและถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ เช่น สามารถบอกได้ว่าเลขตัวแรกที่ได้จาก ๒, ๔, ๘ คือ ๒

วินด์โฮล์ (Windholz, 1967 : 393-400) ได้นิยามการคิดแบบเอกนัยว่า เป็นการเกิดต่อเนื่องกันของความรู้จากข้อสนเทศต่าง ๆ (Informations) ที่กำหนดให้

จากคำนิยามดังกล่าว จะเห็นว่าการคิดแบบเอกนัยเป็นการคิดจากหลาย ๆ ด้านมุ่งตรงเข้าหาจุด ๆ เดียว ซึ่งตรงข้ามกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ กับการคิดที่กระจายออกไปจากจุด ๆ หนึ่งที่กำหนดให้

แมคเคย์ และคามีรอน (McKay and Cameron, 1968 : 315-318) อ้างถึงการศึกษานของฮัดสัน (Hudson) ว่า บุคคลที่มีความคิดแบบเอกนัยมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาสูง

วอร์ด (Ward, 1971 : 118) ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด ๔ - ๕ - ๖ พบว่า การคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับระดับสติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โกรฟเวอร์ (Grover, 1966 : 402-405) ทำการค้นคว้าวาระหว่างการสอนที่เน้นการตอบ-ถาม โดยให้เด็กฝึกแบบอเนกนัยกับแบบเอกนัยนั้น วิธีใดจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมากกว่ากัน โดยทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่กำลังเรียนในเกรด ๕ จำนวน ๑๐๐ คน และแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการเน้นให้คิดแบบเอกนัย กลุ่มที่สองได้รับการเน้นให้คิดแบบอเนกนัย พบว่าการเน้นให้คิดแบบเอกนัยจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ มากกว่าการเน้นให้คิดแบบอเนกนัย

ผลการศึกษาของแมกเคย์ วอร์ด และโกรฟเวอร์ ตามที่กล่าวมานั้นเป็นการสนับสนุนว่าการ
 กิจแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แมกคอรแมก (McCormack, 1969 : 119) ทำการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนใน
 ด้านสืบสวนสอบสวน วิเคราะห์ปัญหา และคิดอย่างริเริ่มสร้างสรรค์นั้น จะคิดในสิ่งต่าง ๆ ใคอย่างคล่อง
 แฉว (Fluency) ก็อย่างยืดหยุ่น (Flexibility) และคิดอย่างริเริ่ม (Originality) ซึ่งเป็น
 ลักษณะหนึ่งของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบธรรมดา

แมกคอรแมก (McCormack, 1971 : 301-305) เสนอความเห็นว่ วิธีการจัดทเรียน
 เพื่อพัฒนาขบวนการสืบสวนสอบสวนของซุกแมน (Suchman) เป็นการส่งเสริมปฏิบัติการการคิดแบบ
 อเนกนัย

บารุง บุญยงค์ (บารุง บุญยงค์, ๒๕๑๕ : ๘) ศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิด
 ครู-นักเรียน เป็นดูลาม จะมีผลในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ที่แสดงออกทางความความคิดแบบอเนกนัย

จากการศึกษาของแมกคอรแมกและบารุง บุญยงค์ ชี้ให้เห็นว่ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผล
 ต่อความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความคิดแบบอเนกนัย

นอกจากนี้ เทลโฟลด์ และซอร์เวย์ (Telfold and Sawray, 1967 : 137) กล่าวว่า
 การคิดแบบเอกนัยเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการคิดสร้างสรรค์ เพราะส่วนประกอบของการปฏิบัติการคิด
 แบบเอกนัยจะปรากฏขึ้นก่อนที่ขบวนการคิดสร้างสรรค์จะสำเร็จ

นอกจากนี้ เกรียงศักดิ์ พราวตรี (เกรียงศักดิ์ พราวตรี, ๒๕๑๖ : ๑๐๐) ทำการศึกษา
 กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ปีการศึกษา ๒๕๐๖ จำนวน ๓๒๐ คน พบว่ การคิดแบบเอกนัยกับแบบอเนกนัย
 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ จากผลการศึกษาของเกรียงศักดิ์ พราวตรี
 บารุง บุญยงค์ เทลโฟลด์ และ แมกคอรแมก ชี้ให้เห็นว่ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นนอกจากจะมีผล
 ต่อการคิดแบบอเนกนัยแล้ว ยังส่งผลต่อการคิดแบบเอกนัยด้วย

ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Science Attitude)

รชฏ กาญจนวิชัย (รชฏ กาญจนวิชัย, ๒๕๑๔ : ๒๔-๒๕) กล่าวว่า เหตุที่คนไทยยังไม่
 ริเริ่มในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเพราะคนไทยยังไม่เปลี่ยนทัศนคติให้เป็นวิทยาศาสตร์ ยังมีความ
 คิดพัวพันอยู่กับขบวนการ ขนบธรรมเนียม และความเชื่อกันที่ไม่มีเหตุผล . การขาดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
 นอกจากจะทำให้ขาดการริเริ่มในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้ว ยังมีผลต่อชีวิตประจำวันอีกหลายด้าน

เช่น การเชื่อถือในโชคกลาง การยึดถือในสิ่งที่ผิดหรือพิสูจน์ไม่ได้ ฯลฯ ทำให้เกิดปัญหาในการพัฒนาประสิทธิภาพของคน อันเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ ดังนั้นจึงควรดำเนินการให้บุคคลมีทัศนคติที่เป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น

อาเบย์ (Aiken and Aiken, 1969 : 295-305) ให้ความสำคัญว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถที่จะสอนและเรียนรู้กันได้ และ อิงลิชและอิงลิช (English and English, 1958 : 480) ให้นิยามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เน้นทัศนคติเกี่ยวกับการค้นคว้าหรือแสวงหาความจริง ยิ่งกว่าที่จะหวังว่าสิ่งใดเป็นจริง นอกจากนี้ เฮนรี (Henry, 1960 : 36) กล่าวว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คือการมีจิตใจกว้างขวาง (Open-mindedness) มีความปรารถนาที่จะแสวงหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความเชื่อมั่นในกระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้และพร้อมเสมอที่จะพิสูจน์หรือทดสอบความรู้ที่ได้นั้น ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ พัททิกซ์ รัชชพลเดช (พัททิษ รัชชพลเดช, ๒๕๑๔ : ๒๘) ที่กล่าวว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณธรรมที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ คนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จะไม่เชื่อเรื่องผี ไม่ถือโชคกลาง ไม่เชื่อคำทำนายของหมอดู เพราะสิ่งเหล่านี้ไม่ได้อาศัยเหตุผลที่เชื่อถือได้

แอสเซพ (ASEP, 1970 : 4) ซึ่งเห็นโครงการศึกษาวิทยาศาสตร์ของออสเตรเลีย (Australian Science Education Project) ได้ชี้ให้เห็นว่า บุคคลที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

๑. มีหลักฐานมาสนับสนุนคำพูด
๒. ไม่ตัดสินใจลงไปจนกว่าจะมีหลักฐานมาประกอบเพียงพอ
๓. ยอมเปลี่ยนความคิด เห็นเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า
๔. มีความเชื่อมั่นในการขบคิดปัญหาใหม่ ๆ
๕. พยายามหาคำอธิบายที่มีเหตุผล
๖. ชอบที่จะแสดงผลในรูปปริมาณ
๗. ยอมเปลี่ยนแปลงหรือคล้อยตามเมื่อมีการพิสูจน์ให้เห็น
๘. อดทน
๙. ให้ความสนับสนุนต่อการศึกษาค้นคว้าความรู้
๑๐. ให้ความร่วมมือ

๑๑. มีความอดทนต่อการแสดงความคิดเห็นหรือการวิพากษ์วิจารณ์ของคนอื่น
๑๒. สังเกตสิ่งต่าง ๆ ด้วยความซื่อสัตย์
๑๓. ยอมรับขอบกพร่องถ่าปี
๑๔. มีความรับผิดชอบในการกระทำและผลที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาลักษณะสำคัญ ๆ แล้วจะเห็นว่าสอดคล้องกับความเห็นของ พัทธกิจ รัชพลเดช (พัทธกิจ รัชพลเดช, ๒๕๑๔ : ๒๕) ซึ่งกล่าวว่า องค์ประกอบของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้ คือ

๑. อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม
๒. เชื่อว่าผลต่าง ๆ จะเกิดขึ้นได้เพราะเหตุ
๓. เป็นคนที่ยอมรับฟังความจริงใหม่ ๆ
๔. ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
๕. ไม่เชื่อในโชคดวงหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล
๖. พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
๗. พร้อมที่จะยอมรับความจริงเมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
๘. ยอมรับนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น
๙. เป็นผู้ที่มีชีวิตริ่ อดทน ยุติธรรม และละเอียดละออ

เวลดเลอร์ (Raun and Butts, 1971 : 206-207) ได้วิจัยพบว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายข้อความจริงต่าง ๆ (facts) ให้แก่เด็กฟังและเข้าใจนั้นจะไม่ช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเลย

การเคนเนธและเบอร์ต (Raun and Butts, 1971 : 206-207) ได้วิจัยกันพบว่า ความตั้งใจเรียนในวิชาต่าง ๆ กับทัศนคติของนักเรียนมีผลต่อกันมาก และได้เสนอแนะว่าถ้าต้องการให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชานั้น ๆ ควรจะให้เด็กเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนอย่างเต็มที่ ไม่ควรจะให้เด็กเรียนนั่งรับความรู้ (Passive) แต่เพียงอย่างเดียว

จากผลการวิจัยของเวลดเลอร์ และการเคนเนธและเบอร์ต นี้ แสดงให้เห็นว่าการที่จะสอนและให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนนั้นอย่างเต็มที่ และการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์) นี้ก็ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการสอนวิธีนี้จึงน่าจะส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

หนู ประชาน (หนู ประชาน, ๒๕๑๖ : ๑๒๒) ได้ทำการวิจัยพบว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมพงษ์ รุจิรวรรณ (สมพงษ์ รุจิรวรรณ, ๒๕๑๖ : ๕๑) ได้ทำการวิจัยกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ จากโรงเรียนหลวง กรุงเทพมหานคร โรงเรียนปากช่อง และโรงเรียนรุ่งอรุณวิทยา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๔๑๗ คน พบว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์กับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Achievement)

ยังส์ (Youngs, 1970 : 53) ได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวิธีสอนสำหรับการพัฒนาการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Development Program) โดยทดลองกับเด็กนักเรียนเกรด ๔ จำนวน ๗๒ คน โปรแกรมนี้ใช้สอนนักเรียนให้รู้จักการเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ผลปรากฏว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบส่งเสริมการคิดแบบสืบสวนสอบสวนสามารถอธิบายปัญหาที่ต้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมศักดิ์ สุนทรสุข (วิรุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๑๑) ได้ทำการศึกษากับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนโดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Active Inquiry) มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ บุญลือ ทองอัญ (บุญลือ ทองอัญ, ๒๕๑๔ : ๕๘) ที่ได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โรงเรียนยอธรรมาคารักษ์ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ จำนวน ๑๔๓ คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และ อรทัย เกรษฐศักดิ์โก (อรทัย เกรษฐศักดิ์โก, ๒๕๑๔ : ๖๒) ได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ โรงเรียนคอนเฝ้าปัญญคุณแวนต์ สามเแต่น พระนคร จำนวน ๑๒๗ คน พบว่า ความสามารถด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนสูง มีมากกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ แสดงว่าการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีส่วนส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้น และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์กับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ความมีวินัยในตนเอง (Self-Discipline)

พรพิมล เพ็ชรทอง (พรพิมล เพ็ชรทอง, ๒๕๑๕ : ๒๔๗) ได้ให้นิยามของวินัยในตนเองว่า หมายถึงความสามารถในตัวของบุคคลที่ควบคุมตนเองได้ ทั้งในกานอารมณ์และพฤติกรรม ผู้ที่มีวินัยในตนเองจะเป็นบุคคลที่รู้จักกาลเทศะ สนใจและเอาใจใส่ต่อสังคม เป็นผู้ที่มีระเบียบและปฏิบัติตามกฎของสังคม กูด (Good, 1959 : 676) ได้กล่าวว่า วินัยในตนเองหมายถึงการบังคับควบคุมพฤติกรรมของบุคคล ไม่ให้ขัดกับโดยอำนาจภายนอก หากหมายถึงบังคับโดยอำนาจภายในบุคคลนั้นเอง และเป็นอำนาจอันเกิดจากการเรียนรู้หรือการยอมรับในคุณค่าอันใดอันหนึ่ง ซึ่งทำให้บุคคลสามารถควบคุมบังคับพฤติกรรมของตนเองได้

วิกกินส์ (Wiggins, 1971 : 389) ได้อ้างถึงผลการศึกษาของ โก (Gough) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมตนเองหรือวินัยแห่งตนเองของผู้ที่มีปัญหาทางความประพฤติ ๔ กลุ่ม พบว่า ผู้ที่มีระดับของวินัยแห่งตนสูง จะมีความรับผิดชอบมากกว่า ไม่กังวล มีความอดทนมากกว่า มีเหตุผลที่ตนเป็นของตนเอง และมีความยืดหยุ่นในทางความคิด

ซีแมนและอีวานส์ (Rotter, 1971 : 58) ได้ทำการศึกษาพบว่า คนไข้ที่มีทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายใน จะใส่ใจศึกษารายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการรักษา การปฏิบัติตัวให้เหมาะสม โดยชักถามแพทย์และพยาบาลอยู่เสมอ แสดงว่าบุคคลที่มีการควบคุมภายในอยู่ในระดับสูง เป็นผู้ที่มีใฝ่ใฝ่ในการควบคุมหาความรู้อยู่เสมอ นั่นคือ มีการเรียนรู้ควบคุมตนเองมาก

บำรุง บุญยงค์ (บำรุง บุญยงค์, ๒๕๑๕ : ๘๒) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โรงเรียนสาธิตนำทัพย์ พระนครฯ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๘๒ คน พบว่า กลุ่มที่เรียนโดยวิธีสืบสวนสอบสวน มีทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายในมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ จะเห็นได้ว่า ผลการศึกษาของซีแมนและอีวานส์ กับ บำรุง บุญยงค์ นี้สอดคล้องกัน เพราะว่าบุคคลที่มีทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายในนั้นเป็นผู้ที่สนใจศึกษากว่าควบคุมตนเองอยู่เสมอ และการ

สอนแบบสืบสวนสอบสวนก็สนับสนุนให้บุคคลใดรู้จักการควบคุมตนเอง ดังนั้นการสอนแบบนี้จึงส่งเสริมทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายในให้มากขึ้น

ฟิลลิส (Phyllis, 1965 : 5764-A) ใช้แบบสอบถาม Guilford Zimmerman Temperament Survey (GZTS) ไปศึกษากับนักเรียนฝึกสอนพบว่า ความสามารถในการควบคุมตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการฝึกสอน

✧ วรณวิภา ทองงอก (วรณวิภา ทองงอก, ๒๕๑๙ : ๕๗) ซึ่งทำการวิจัยกับนิสิตชั้นปีที่ ๔ วิทยาลัยวิชาการศึกษาศาสตร์โลก ปีการศึกษา ๒๕๑๖ จำนวน ๓๑๐ คน และพบว่า วินัยในตนเองไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวินัยในตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการฝึกสอน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence)

เบรคเคนริดจ์ (Breckenridge, 1955 : 80, 249) อ้างถึงการศึกษานักเรียนของสโตรเธอร์ (Strother) แจ็ค (Jack) และ เพจ (Page) ซึ่งพบว่าการได้รับการยอมรับจากครอบครัวจะเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เด็กสามารถพัฒนาความคิดเรื่องการนับถือตนเองและความเชื่อมั่นในตนเอง เด็กที่มีความเชื่อมั่นในตนเองจะมีความสามารถในการควบคุมตนเอง มีความรับผิดชอบและสามารถแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมด้วย สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เด็กเกิดความเชื่อมั่นในตนเองได้แก่ การฝึกฝนเพิ่มเติมเป็นพิเศษอยู่เสมอ . . . เด็กที่ขาดความเชื่อมั่นในตนเองคือเด็กที่ไม่ยอมต่อสู้กับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับตนเอง

แบลร์ (Blair, 1968 : 138) กล่าวว่า คนที่ยอมรับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ตนประสบโดยปราศจากความกลัวในความล้มเหลว จะเห็นบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง

บาร์ช (Baruch, 1949 : 4-5) พบว่า ผู้นำจะกองมีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานักเรียนของดักเกอร์ (Dugger, 1969 : 1817-A) ที่พบว่า ผู้นำจะมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และมีบุคลิกภาพแห่งความดี และสไตรส์ (Stires, 1970 : 3511-A) ก็ศึกษาพบว่า ผู้นำเป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง ยิ่งมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงเท่าใดก็ยิ่งได้รับอิทธิพลจากคนอื่นมากเท่านั้น

จากผลการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วนี้ชี้ให้เห็นว่าความเชื่อมั่นในตนเองนั้นทำให้บุคคลมีความรับผิดชอบ กล้าที่จะแสดงออกซึ่งความคิดเห็นของตน กล้าที่จะเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ โดยไม่ย่อท้ออุปสรรคและเป็นที่ศรัทธา เชื่อถือของบุคคลอื่น

สมาคมเพื่อการศึกษาเด็กแห่งอเมริกา (Child Study Association of America, 1952 : 185-186) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า ความเชื่อมั่นในตนเองจะเกิดขึ้นกับเด็กที่ประสบผลสำเร็จในการกระทำสิ่งต่าง ๆ เสมอ ๆ บุคคลยิ่งประสบความสำเร็จมากเท่าใดก็ย่อมจะมีความเชื่อมั่นในตนเองมากเท่านั้น

สมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science, 1970 : 4) กล่าวว่า เด็กสามารถที่จะทดลองใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้ เมื่อประสบผลสำเร็จเขาจะชื่นชมในคุณค่าของการสืบสวนสอบสวน และเมื่อไม่ประสบผลกระบวนการสืบสวนสอบสวนก็จะสอนให้เด็กยอมรับว่ามีสิ่งที่เรายังไม่รู้อีกมากมาย และก็ต้องไม่ห่อหุ้ม ต้องพยายามขจัดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ออกไป เพื่อที่จะสนองความต้องการของเราในการดำเนินค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใหม่ ๆ ครั่ง ค่อย ๆ ไป

เมื่อพิจารณาถึงคำกล่าวของสองสมาคมนี้แล้วก็จะเห็นได้ว่า ขบวนการสืบสวนสอบสวนนั้นช่วยให้เด็กไม่ท้อถอยต่อปัญหา และขณะเดียวกันก็สอนให้เด็กมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในการดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลมีโอกาสได้ประสบผลสำเร็จมากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองขึ้น และการศึกษาของ สามารถ ศรีจันทร์ (สามารถ ศรีจันทร์, ๒๕๑๖ : ๑๐๓) ก็แสดงให้เห็นว่าขบวนการสืบสวนสอบสวนจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองในตัวบุคคลขึ้น โดยที่สมารถ ศรีจันทร์ ได้ทำการสอนโดยใช้วิธีสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนสาธิตน้ำทิพย์ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๓๔ คน และพบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีพฤติกรรมด้านความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

สมมุติฐานในการทดลอง

จากทฤษฎีและผลการวิจัยต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปเป็นสมมุติฐานในการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

๑. กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกลัษณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเภท ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเองสูงขึ้น หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์)

๒. กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกลัษณ์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ก่อนสอนและภายหลังการสอนไม่แตกต่างกัน

๓. กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเภทภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน

๔. กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกลัษณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเภท ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม

๕. ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกลัษณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเภท ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง จะมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกัน (Inter Correlation) ในทางบวก.

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองครั้งนี้กระทำกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยครูจันทระเกษม ปีการศึกษา ๒๕๑๖ การเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยอาศัยตาราง Random Number กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีจำนวน ๖๕ คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตาราง ๑ : รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	วิธีสอน	จำนวนนักเรียน		
		ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มควบคุม	แบบเดิม	๑๒	๒๑	๓๓
กลุ่มทดลอง	Passive Inquiry	๔	๒๓	๓๒

การดำเนินการวิจัย

ผู้เขียนดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นดังนี้

๑. การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

๑.๑ ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน จากทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑.๒ นำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕ ของกรมการฝึกหัดครูมาวิเคราะห์โดยแยกวิเคราะห์ดังนี้

๑.๒.๑ วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร พร้อมทั้งกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังจากจุดมุ่งหมายที่กำหนดขึ้น จุดมุ่งหมายในที่นี้แยกออกเป็น ๕ ชนิด ดังที่วีรบุรุษ วิเชียรโชติ เสนอไว้ดังนี้

ก. ความคิด (Cognitive Domain : C) แบ่งเป็น

- เนื้อหา (ความรู้ ความจำ)
- ขบวนการ ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินผล

ข. อารมณ์ (Affective Domain : A) แบ่งเป็น

- ทัศนคติและค่านิยม
- ความสนใจ
- ความซาบซึ้งในคุณค่า

ค. การเคลื่อนไหว (Psychomotor or Behavior : B) แบ่งเป็น

- ทักษะ
- การพัฒนาภาษาและการสื่อสาร

ง. แรงขับ (Drive : D) แบ่งเป็น

- แรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งได้แก่ แรงจูงใจใฝ่รู้อยู่ แรงจูงใจใฝ่สังคม แรงจูงใจใฝ่สัมพันธภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแรงจูงใจอาวเอค
- Incentive คือสิ่งที่มีผลกระทบทำให้บุคคลเกิดแรงจูงใจ

จ. พัฒนาการทางบุคลิกภาพ (Personality Development or Ego : E) แบ่งเป็น

- บุคลิกภาพแบบประชาธิปไตย
- บุคลิกภาพที่สนใจหาความรู้อยู่เสมอ

จุดมุ่งหมายและพฤติกรรมที่คาดหวังซึ่งได้วิเคราะห์มาจากความมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์

๔ และ ๕ มีดังนี้ คือ

ทางด้านความคิด (Cognitive Domain)

C₁ : มีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕ ความรู้ในขั้นประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับพืชเฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่ว ๆ ไป และขบวนการต่าง ๆ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₁

๑. จำและระลึกค่านิยามได้
๒. สามารถแยก จัดประเภท และเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้ที่ได้รับจากบทเรียน
๓. สามารถบอกได้ว่า ความรู้ที่ได้รับนั้นถูกหรือผิด
๔. สามารถแยกข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็นได้

C₂ : มีความเข้าใจในความรู้ คือ ศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไป วิธีการและขั้นตอนการต่าง ๆ รวมทั้งวิธีคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งจะหาความจริงเพิ่มเติม

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₂

๑. สามารถแปลความของเรื่องราวหรือความรู้ได้
๒. สามารถตีความของเรื่องราวหรือความรู้ได้
๓. สามารถขยายความจากความรู้เดิมได้
๔. สามารถนำความรู้ไปใช้ในรูปประโยคหรือข้อความอื่นได้โดยถูกต้อง

C₃ : นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₃

๑. สามารถเลือกใช้สารเคมีที่ใช้ในบ้านได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
๒. สามารถใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านและเครื่องแสงใดอย่างถูกต้องและปลอดภัย
๓. สามารถบำรุงรักษาเครื่องใช้ในบ้านชนิดต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพดีได้

C₄ : นำความรู้ที่ได้รับไปสอนในชั้นประถมศึกษาได้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₄

๑. สามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้คนอื่นเข้าใจได้
๒. สาธิตการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้
๓. สามารถแนะแนวทางหรือวิธีดำเนินการทดลองได้
๔. สามารถกระตุ้นหรือนำให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

C₅ : เข้าใจผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านที่เป็นคุณและโทษต่อตนเอง สังคม และโลก
พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₅

๑. สามารถแปลความผลงานนั้นได้
๒. สามารถก็ความผลงานนั้นได้
๓. สามารถขยายความผลงานนั้นได้

C₆ : รู้จักใช้วิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้
พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₆

๑. สามารถกำหนดปัญหาในชีวิตประจำวันได้
๒. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในชีวิตประจำวันได้
๓. รวบรวมข้อมูล เพื่อแก้ไขปัญหในชีวิตประจำวันได้
๔. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้
๕. สรุปประเมินผลการทดสอบสมมุติฐานและเสนอแนะการแก้ปัญหาได้

C₇ : มีทักษะในการค้นพบกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในธรรมชาติโดยการใช้ความคิดแบบ

สืบสวนสอบสวน

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₇

ตั้งคำถามตามลำดับขั้น โดยใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

C₈ : ทราบลักษณะโครงสร้างของการวิจัยเบื้องต้น ในด้านความรู้ ทักษะ และการนำไปใช้
พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₈

๑. อธิบายลักษณะการวิจัยเบื้องต้นได้
๒. วางแผนการวิจัยเบื้องต้นได้
๓. ดำเนินการวิจัยเบื้องต้นอย่างถูกต้องและรวดเร็ว
๔. เขียนรายงานการวิจัยเบื้องต้นเป็น

C_9 : มีการคิดแบบเอहनัย

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C_9

๑. บอกความสัมพันธ์ของรูปภาพจำนวนหลาย ๆ รูปที่กำหนดให้ไว้
๒. บอกความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตหลาย ๆ รูปที่กำหนดให้ไว้
๓. บอกความสัมพันธ์ของคำหรือข้อความหลาย ๆ ประการที่กำหนดให้ไว้
๔. บอกความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์หลาย ๆ อย่างที่กำหนดให้ไว้
๕. สามารถคิดหาสิ่งที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียวจากสิ่งเร้าหลาย ๆ อย่างที่กำหนดให้ไว้

C_{10} : มีทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ ๔ ประการ

หมายเหตุ พฤติกรรมที่คาดหวังของความมุ่งหมาย C_{10} ดูจากข้อ ๑ เรื่องทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์

ทางกานอารมณ์ (Affective Domain)

A_1 : มีความสนใจและรับผิดชอบในงานอดิเรกทางด้านวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย A_1

๑. เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ต้องบังคับทั้งภายนอกและภายในโรงเรียน
๒. ขวนขวายหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการอ่าน ฟัง พูด และรวมอภิปราย
๓. จัดตั้งหรือเข้าร่วมชุมนุมวิทยาศาสตร์
๔. ทำงานอดิเรกทางวิทยาศาสตร์

A_2 : มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย A_2

๑. อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม
๒. ยึดหลักเหตุผล
๓. ยึดหลักความจริง
๔. ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อพบหลักฐานใหม่ที่ดีกว่าและถูกต้องกว่า

๕. ยอมรับนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น
๖. ให้ความร่วมมือ
๗. ไม่เชื่อใจกลาง
๘. อคทน
๙. ซื่อตรง ยุติธรรม
๑๐. มีความรับผิดชอบ

ทางด้านการเคลื่อนไหว (Psychomotor Domain)

B_1 : มีทักษะในการทดลองวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย B_1

๑. ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และเที่ยงตรง
๒. เก็บรักษาเครื่องมือได้ถูกต้อง รวดเร็ว
๓. สร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ ใช้ได้

ทางด้านแรงขับ (Drive)

D_1 : นำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนและของชุมชนให้ดีขึ้นตามความเหมาะสมของท้องถิ่น

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย D_1

๑. นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในเรื่องราวใหม่ ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น
๒. รักษาความสะอาดของชุมชน
๓. บำรุงรักษาสาธารณะสมบัติ

พัฒนาการทางบุคลิกภาพ (Personality Development)

E_1 : มีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และรู้จักสังเกตธรรมชาติที่แวดล้อมตนอยู่

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_1

๑. ซักถามความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ
๒. รู้จักเขียนจดหมายเหตุทางวิทยาศาสตร์
๓. ดานเอกสารหรือนิยายสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประจำ

E_2 : มีนิสัยในการริเริ่มและสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมทางด้านวิชาการ ทักษะ การ
ประดิษฐ์ การนำไปใช้ และการประกอบสัมมาอาชีพ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_2

๑. รู้จักปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือเครื่องใช้ให้ดีขึ้น
๒. นำวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบกันขึ้นเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
๓. บอกประโยชน์ของสิ่งต่าง ๆ ได้มากที่สุด
๔. สามารถเสนอความคิดใหม่ทางด้านวิทยาศาสตร์

E_3 : มีวินัยในตนเอง

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_3

๑. ซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น
๒. ดำเนินการตามที่ตั้งใจไว้อย่างเคร่งครัด
๓. เคารพและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่ตนยอมรับอย่างเคร่งครัด
๔. แสดงออกตรงตามที่ตนเองคิดไว้

E_4 : มีความเชื่อมั่นในตนเอง

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_4

๑. กล้าในการคิด การพูด และการกระทำ
๒. ใจคอกมั่นคง ไม่เขินอายง่าย มีเหตุผล
๓. รอบคอบ มีแผนงาน
๔. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ชอบทำสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ
๕. กล้าเสี่ยง (กล้าได้กล้าเสีย)
๖. ชอบแสดงตัว
๗. ไม่วิตกกังวลจนเกินไป
๘. เป็นผู้นำ
๙. รักความยุติธรรม
๑๐. ชอบช่วยเหลือผู้อื่น
๑๑. ชอบอิสระ ไม่โอ้อวด
๑๒. ตั้งจุดมุ่งหมายไวสูงและคิดว่าจะทำสำเร็จ
๑๓. มีความเกรงใจและเห็นใจผู้อื่น

๑.๒.๒ ทำการวิเคราะห์เนื้อหา โดยดำเนินการดังนี้

– วิเคราะห์เนื้อหาวิทยาคาสตร์ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ว่ามีตอนใดบ้างที่ซ้ำกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ๔ และ ๕ และมีตอนใดบ้างที่ต้องนำมาใช้เป็นสื่อกับแนวทางในการสอนวิทยาศาสตร์ ๔ และ ๕

– วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ๔ และ ๕ และแบ่งออกเป็นหน่วยต่างๆที่จะใช้ทดลองสอนดังนี้

๑. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเคมี

๒. สารเคมีที่ใช้ในบ้าน

๓. พลังงานอะตอม

๔. คลื่น

๕. เชื้อเพลิง

๖. การอุตสาหกรรม

๗. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

๘. วงจรอิเล็กทรอนิกส์

๙. อุปกรณ์เกี่ยวกับแสง

๑๐. การลอยตัวของวัตถุ

๑๑. เครื่องกลที่ใช้ความร้อน

๑.๒.๓ สร้างโครงงานการสอน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ

๑. Model แบ่งออกเป็น ๓ ชนิด ได้แก่

๑.๑ Model A เป็นโครงงานประเภทนามธรรม โดยครูเล่าเรื่องหรือสถานการณ์ให้นักศึกษาฟัง สร้างสถานการณ์ให้นักศึกษาเกิดความสงสัย

๑.๒ Model B เป็นโครงงานที่ใช้ภาพหรือแผนภูมิแสดงให้นักเรียนดู เพื่อให้นักศึกษาได้ซักถามและตีความหมายจากข้อมูลนั้น

๑.๓ Model C เป็นโครงงานประเภทรูปธรรม คือมีการทดลองประกอบให้นักศึกษาดู

๒. **อันดับการสอน** คืออันดับก่อนหลังของการสอน โดยสอนไปที่ระดับเรียงกันไป โดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของความรู้ที่นักศึกษาจะได้รับไป
 ๓. **การนำเสนอ Model** เพื่อให้นักศึกษาได้สังเกตและคิดจนเกิดความสงสัย หรือ **ปัญหาของจิต (Conceptual Conflict)** ขึ้นมา
 ๔. **จุดมุ่งหมาย** ในแต่ละโครงหนการสอนจะระบุไว้ว่ามีจุดมุ่งหมายให้นักศึกษาเกิดอะไรบางอย่าง ซึ่งจะบอกไว้เป็นพฤติกรรม และพฤติกรรมเหล่านี้วิเคราะห์ออกมาจากจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตร
 ๕. **ทักษะเบื้องต้น**ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละโครงหนจะระบุไว้ว่า นักศึกษาต้องใช้ทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง
 ๖. **สิ่งก้ำกั้ว** เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่จำเป็นสำหรับการเรียนในแต่ละโครงหน
 ๗. **เนื้อหา (Content)** หรือ **สิ่งก้ำกั้ว (Concept)** ที่ต้องการให้นักศึกษาเข้าใจ และนำไปใช้ได้
 ๘. **พฤติกรรมที่คาดหวัง** เป็นรายละเอียดของพฤติกรรมที่ควรเกิดขึ้นในนักเรียน หลังจากเรียนจากโครงหนการสอนนั้น ๆ ไปแล้ว
 ๙. **อุปกรณ์** คือ สิ่งที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักศึกษาเกิดปัญหาของจิต
 ๑๐. **พฤติกรรมการสอน** ได้แก่ พฤติกรรมของครูซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ อย่าง คือ
 - ๑๐.๑ **พฤติกรรมการพูด** ได้แก่ การถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น หรือตั้งคำถามขึ้นมา พฤติกรรมการพูดของครูนี้จะช่วยชี้แนะจุดที่นักศึกษาควรสังเกต หรือติดตามเป็นพิเศษ
 - ๑๐.๒ **พฤติกรรมการทำ** คือ ครูทำการทดลองใหญ่
 ๑๑. **พฤติกรรมการเรียน** คือ พฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นการตอบคำถามของครูซึ่งจะนำไปสู่การสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปร การอธิบายเพื่อที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง การสรุปหาความสัมพันธ์ของตัวแปร รวมทั้งการตั้งคำถามตามขั้นตอนของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
 ๑๒. **การประเมินผล** ในแต่ละโครงหนการสอนจะมีการประเมินผลโดยวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ การเขียนรายงาน การให้การบ้านไปทำ ฯลฯ
- หมายเหตุ** ตัวอย่างของโครงหนการสอนมีแสดงไว้ในภาคผนวก

๒. ดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ผู้เขียนได้ใช้วิธีสอน ๒ แบบ คือ วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเดิม ทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยดำเนินการสอนดังนี้

๒.๑ กลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) ชนิด Passive Inquiry ซึ่งผู้เขียนทำการสอนด้วยตนเอง

๒.๒ กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบเดิม ซึ่งมีอาจารย์ประจำวิชาอีกท่านหนึ่งเป็นผู้สอน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเป็นเวลา ๒ ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ ๒ และภาคเรียนที่ ๓ ของปีการศึกษา ๒๕๑๖ และเนื้อหาในการสอนเป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕

๓. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

๓.๑ ก่อนทำการสอนในภาคเรียนที่ ๒ ผู้เขียนนำแบบทดสอบ ๖ ฉบับ คือ แบบทดสอบทักษะขั้นต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบเอกนัย หัตถ์คึกทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ส่วนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ นั้น ทำการทดสอบเมื่อสิ้นภาคเรียนที่ ๒

๓.๒ แบบทดสอบทั้ง ๖ ฉบับ ได้นำมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่งเมื่อสิ้นภาคเรียนที่ ๓ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ขั้นตอนต่าง ๆ ของการทดลองแสดงไว้อย่างชัดเจนในภาพ ๓

ภาพ ๓ ขั้นตอนในการทดลอง

กลุ่ม-สอบ ตัวอย่าง	สอบก่อน สอน	สอนภาค- เรียนที่ ๒	สอบก่อน สอน	สอนภาค- เรียนที่ ๓	สอบหลัง สอน
กลุ่มเขา กลุ่ม	ฉบับที่	สอน	ฉบับที่	สอน	ฉบับที่
	๑	วิทยาศาสตร์	๔	วิทยาศาสตร์	๑
	๒	ทั่วไป ๔		ทั่วไป ๕	๒
	๓	(แบบสืบสวนฯ)		(แบบสืบสวนฯ)	๓
	๔				๔
	๕				๕
	๖				๖
	๗				๗
	ฉบับที่	สอน	ฉบับที่	สอน	ฉบับที่
	๑	วิทยาศาสตร์	๔	วิทยาศาสตร์	๑
	๒	ทั่วไป ๔		ทั่วไป ๕	๒
	๓	(แบบเดิม)		(แบบเดิม)	๓
	๔				๔
	๕				๕
	๖				๖
	๗				๗

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

หมายเหตุ

- ฉบับที่ ๑ คือ แบบทดสอบทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์
- ฉบับที่ ๒ คือ แบบทดสอบการฝึกแบบสืบสวนสอบสวน
- ฉบับที่ ๓ คือ แบบทดสอบการฝึกแบบเอกฉันท์
- ฉบับที่ ๔ คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ๕
- ฉบับที่ ๕ คือ แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- ฉบับที่ ๖ คือ แบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเอง
- ฉบับที่ ๗ คือ แบบทดสอบความมีวินัยในตนเอง

๔. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

๑. แบบทดสอบทักษะขั้นต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบทักษะขั้นต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบทดสอบที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำขึ้น ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม และวิทยาลัยครูพระนคร จำนวน ๓๘ คน และ ๔๒ คน ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจการจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๐ ข้อ ซึ่งแบ่งตามทักษะต่าง ๆ ได้ดังนี้ การสังเกตข้อ ๑-๓ การจำพวกข้อ ๔-๗ การวัดข้อ ๘-๑๑ การใช้จำนวนเลขข้อ ๑๒-๑๔ การสื่อความหมายข้อ ๑๕-๑๘ การใช้ตำแหน่งที่อยู่และเวลาข้อ ๑๙-๒๒ การสรุปอ้างอิงข้อ ๒๓-๒๖ และการทำนายข้อ ๒๗-๓๐

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากจำนวนตัวเลือก ๕ ตัว และการให้คะแนนของแต่ละข้อเป็นแบบ ๐, ๑ กล่าวคือ ตอบถูกได้ ๑ คะแนน แต่ตอบผิดให้ ๐ คะแนน

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R.21 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๘๙๒

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

เนื่องจากทักษะเหล่านี้เป็นตัวแปรใหม่ ยากต่อการที่จะหาแบบทดสอบอื่น ๆ มาเป็นเกณฑ์ในการหาความเที่ยงตรงโดยวิธีการ Posteriori Approach ผู้เขียนจึงหาความเที่ยงตรงเป็นแบบ face validity โดยให้ผู้เชี่ยวชาญของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้พิจารณาว่า ข้อคำถามแต่ละข้อวัดตรงตามคุณลักษณะหรือทักษะต่าง ๆ ตามนิยามที่ให้ไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นการดำเนินการตามวิธี Priori Approach

๒. แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนนี้ เป็นแบบทดสอบที่ อรรถัย เกรษฐศักดิ์โก และ บุญลือ ทองอยู่ ได้จัดทำขึ้น เป็นแบบทดสอบวัดข้อความจำนวน ๑๐ ข้อ ซึ่งได้ทำการวิจัยไว้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘ ผู้เขียนนำไปทดสอบเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ วิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน ๘๔ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจการจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๘ ข้อคำถาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

ในแต่ละข้อคำถามของแบบทดสอบฉบับนี้จะกำหนดข้อความให้ ๑ ข้อความ แล้วให้นักศึกษาพยายามหาคำถามเกี่ยวกับข้อความที่กำหนดให้ในมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

การให้คะแนนแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๑. คะแนนประเภทจำนวน ได้แก่ จำนวนคำถามทั้งหมดที่นักศึกษาตั้งขึ้นมา ซึ่งได้แก่คำถามแบบ สังเกต อธิบาย ทำนาย และการควบคุม คำถามทุกลักษณะให้คะแนน ๑ คะแนน ๓๑ ๑ ข้อ แล้วรวมคะแนนทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นคะแนนประเภทจำนวน

๒. คะแนนประเภทคุณภาพ ให้คะแนนตามลักษณะคำถามดังนี้ คือ

- คำถามประเภทสังเกต ให้ ๑ คะแนน
- คำถามประเภทอธิบาย ให้ ๒ คะแนน
- คำถามประเภททำนาย ให้ ๓ คะแนน
- คำถามประเภทควบคุมหรือนำไปใช้ ให้ ๔ คะแนน

การที่ให้คะแนนตามลำดับเช่นนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถภาพในการคิด ซึ่งเริ่มต้นจากการคิดแบบสังเกตเป็นแบบที่ง่ายที่สุด ประเภทอธิบาย ทำนาย และนำไปใช้ยากเป็นลำดับขึ้นมา นำคะแนนที่ได้รวมกันเข้าเป็นคะแนนประเภทคุณภาพ และคำถามใดจะให้คะแนนก็ต่อเมื่ออยู่ใน ๔ ลักษณะดังกล่าวแล้ว

ก. คำถามประเภทการสังเกต ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

— ถามเกี่ยวกับการสังเกตคุณภาพของข้อมูล เช่น จัดเข้าพวก จัดประเภทของ

ข้อมูล

— ถามเกี่ยวกับการสังเกตปริมาณของข้อมูล เป็นคำถามที่เกี่ยวกับการวัด

— ถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเท่าที่สังเกตได้ครบประสาทสัมผัสทั้งห้า

คำถามประเภทส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า และมักจะมี

คำว่า เท่าไร? อะไร? เมื่อไร? ที่ไหน? อยู่ควย

ข. คำถามประเภทอธิบาย ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะดังนี้

— ถามหาสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

— ถามหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

— ถามหา ทฤษฎี วิธีการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ และความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

ที่จะอธิบายข้อสงสัยที่เกิดขึ้น

— ถามถึงขอบเขตของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อน

— ถามเพื่อเปรียบเทียบขอบเขตของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

ส่วนใหญ่ของคำถามประเภทนี้มักจะเกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ในรูปของ

$y = f(x)$ ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และในคำถามนั้นมักจะมีคำว่า ทำไม? อย่างไร?

เพราะอะไร? อยู่ควย

ค. คำถามประเภทคำทำนาย มีลักษณะดังนี้คือ

— ถามในรูปของการคาดคะเนล่วงหน้าหรือข้อหลัง การเดา การเก็ง

— ถามถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งหรือหลาย ๆ ตัว

— ถามในเชิงตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดสอบต่อไป

คำถามประเภทนี้อาจจะตอบได้หรือบางที่ยังตอบไม่ได้ แต่จะถามเช่นนี้ใดของ

อาศัยข้อมูลที่ใดจากการสังเกตหรือทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ตั้งขึ้นมาในชั้นการอธิบาย คำถามประเภทส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการนำเอาความสัมพันธ์ที่ค้นพบนั้นไปไว้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่าง ออก

ไปจากเดิม และมักจะมีคำว่า ถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเป็นอย่างไรต่อไป? อยู่ควย

ง. คำถามประเภทควบคุมหรือนำไปใช้ มีลักษณะดังนี้

- ถามเกี่ยวกับการควบคุมสิ่งแวดล้อมหรือธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการของมนุษย์
- ถามเกี่ยวกับการปรับปรุง แกไขของเดิมให้ดียิ่งขึ้น
- ถามถึงวิธีการที่จะนำเอาความรู้ที่ค้นพบไปใช้ให้เป็นประโยชน์
- ถามในแนวของความคิดสร้างสรรค์

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R.20 ของกูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๖๓๐๘

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

การคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ผู้เขียนได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่ได้จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๕ ($r = 0.37$) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลงานวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูงสามารถนำไปใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการ วิจัยครั้งนี้ได้

๓. แบบทดสอบการคิดแบบเอนกนิย

แบบทดสอบการคิดแบบเอนกนิยนี้เป็นแบบทดสอบที่ เกรียงศักดิ์ พราวทวี ได้จัดสร้างขึ้นจำนวน ๔๘ ข้อ และได้ทำการวิจัยไว้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาระดับปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๖ วิทยาลัยครูอุตรธานี จำนวน ๔๘ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และมีอำนาจจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๒ ข้อ ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ เป็นดังนี้

แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิด เลือกคำตอบที่ถูกต้องจากจำนวนตัวเลือก ๕ ตัว และการให้คะแนนของแต่ละข้อเป็นแบบ ๐, ๑ กล่าวคือ คอบถูกต้อง ๑ คะแนน ผิดคำตอบให้ ๐ คะแนน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R.21 ของคูเตอร์ วิชาสถิติ
ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๕๕๘๘

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ผู้เขียนได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์
ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอกโดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ
ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนการคิดแบบเอกลัทธิที่ได้จากแบบทดสอบมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง
กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๕ ($r=0.43$)
ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลงานวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบการคิดแบบเอกลัทธิมีความเที่ยงตรง
เชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๔. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕

ผู้เขียนได้ร่วมมือกับ อุตัย จีวะชนรักษ์ สร้างขึ้นโดยการดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้ คือ

๑. วิเคราะห์หลักสูตร

๒. สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

๓. นำข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนมาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ ที่เคยเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ มาแล้ว โดยทดสอบกับนักเรียนจากวิทยาลัยครูพระนคร จำนวน ๒๒ คน และจาก
วิทยาลัยครูนครปฐม จำนวน ๓๔ คน

๔. นำข้อคำถาม (Items) มาวิเคราะห์โดยใช้ตารางของ จูง เท ฟาน
(Fan's Table) และเลือกไว้เฉพาะข้อที่มีค่า p ตั้งแต่ .๒ - .๔ และค่า r มากกว่า .๒ ขึ้นไป
จำนวนข้อสอบที่เลือกไว้ทั้งหมดเป็นจำนวน ๔๐ ข้อ

ตาราง ๒ การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕

เนื้อหา	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การคิด วิเคราะห์	การคิด สังเคราะห์	การประ- เมินผล	รวม
๑. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้	๔	๖	๔	๒	๑	๑	๒๒
๒. วงจรอิเล็กทรอนิกส์	๔	๖	๔	๒	๑	๑	๒๒
๓. นวัตกรรม	๒	๓	๓	๑	๑	๑	๑๑
๔. กล้องถ่ายรูป	๒	๓	๒	๑	๑	๑	๑๐
๕. เครื่องฉาย	๓	๒	๒	๑	๑	๑	๑๐
๖. การลอยตัว	๔	๕	๒	๑	๑	๒	๑๕
๗. เครื่องกลที่ใช้ความร้อน	๒	๓	๒	๑	๑	๑	๑๐
รวม	๒๑	๒๘	๒๗	๙	๗	๘	๑๐๐

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากจำนวนตัวเลือก ๕ ตัว และการให้คะแนนของแต่ละข้อเป็นแบบ ๐, ๑ กล่าวคือ ตอบถูกได้ ๑ คะแนน หากตอบผิดได้ ๐ คะแนน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R.21 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๘๙๕

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content-Validity) ของแบบทดสอบ

เนื่องจากแบบทดสอบนี้สร้างขึ้นตามตารางการวิเคราะห์หลักสูตร จึงถือได้ว่ามีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ผู้เขียนได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอกโดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๕ ($r=0.37$) กับคะแนนเฉลี่ย (Grade) ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลงานวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๕. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบทดสอบที่สมพงษ์ รุจิวรรณชน ได้จัดสร้างขึ้นจำนวน ๔๐ ข้อ และได้ทำการวิจัยไว้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยโดยนำไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ ของวิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน ๔๕ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจการจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๐ ข้อคำถาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบทัศนคตินี้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งมีข้อความทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางค่านบวกและค่านลบ ข้อความใดที่แสดงพฤติกรรมทางค่านบวกต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก็ให้คะแนน ๔, ๓, ๒, ๑, ๐ เมื่อทำเครื่องหมายตรงของเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ ส่วนข้อความใดที่แสดงพฤติกรรมทางค่านลบต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้คะแนน ๐, ๑, ๒, ๓, ๔, เมื่อทำเครื่องหมายตรงของเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเตอร์ วิธาร์ คตัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๘๖๘

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .005 ($r = 0.68$) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลการวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นี้มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๖. แบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเอง

แบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเองนี้เป็นแบบทดสอบที่ สุชีพ อ่อนโคกสูง ได้จัดสร้างขึ้นจำนวน ๔๙ ข้อ ซึ่งได้ทำการวิจัยไว้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบ เพื่อทำการวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ วิทยาลัยการอุดรธานี จำนวน ๔๙ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าชอค่าถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๐ ข้อคำถาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งค่าตอบใดที่ตรงกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองให้ ๒ คะแนน ค่าตอบที่ตรงกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองเป็นบางส่วนให้ ๑ คะแนน และถ้าไม่ตรงกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองเลยก็ไม่ได้คะแนน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R.20 ของกูเกอ์ วิซาร์คสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น ๐.๙๖๔๒

การหาความเที่ยงตรง เชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การกำหนดหาความเที่ยงตรง เชิงทฤษฎีของเครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการที่เรียกว่า Known-Group Technique โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๒ กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และกลุ่มที่มีความเชื่อมั่นในตนเองต่ำ (การแบ่งกลุ่มอาศัยนักศึกษาในการวิจัยเป็นผู้ประเมิน นักศึกษาอื่น ๆ ในกลุ่ม ว่าใคร เป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง)

จากนั้นทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ t -test ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีภายในแบบทดสอบสูง

๓. แบบทดสอบความมีวินัยในตนเอง

แบบทดสอบความมีวินัยในตนเองนี้เป็นแบบทดสอบที่คณะนิติปรัชญาโทปีที่ ๒ แผนก วิชาและจิตวิทยาการศึกษา ปีการศึกษา ๒๕๑๕ ได้จัดสร้างขึ้น จำนวน ๕๐ ข้อ และได้ทำการ วิจัยไว้กับนิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์ และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ วิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน ๔๔ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่า t ของค่า t ที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจ การจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๒ ข้อค่า t ตาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า ซึ่งถ้าหากบุคคลเลือกทิศทาง ของพฤติกรรมที่แสดงถึงลักษณะความมีวินัยในตนเองไปในทางบวกทั้งหมดให้ ๕ คะแนน ถ้าเลือก ทิศทางไปในทางบวกเป็นบางส่วนก็ให้คะแนนลดหลั่นลงมาเป็น ๓, ๒, ๑ ตามลำดับ และให้ คะแนน ๐ เมื่อเลือกแสดงพฤติกรรมไปในทางลบทั้งหมด

การประเมินความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R. 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น ๐.๘๒๔๔

การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้เขียน ใช้วิธีการที่เรียกว่า Known-Group Technique โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๒ กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างที่มีวินัยในตนเองสูงและกลุ่มที่มีวินัยในตนเองต่ำ (การแบ่งกลุ่มอาศัยนักศึกษาในการวิจัยเป็นผู้ประเมินนักศึกษาอื่น ๆ ในกลุ่ม ว่าใครเป็นผู้ที่มีความมีวินัยในตนเองสูง)

จากนั้นทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ กลุ่มโดยใช้ t - test ซึ่งพบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ($t = ๑.๗๕๒$) แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีภายในแบบทดสอบสูง

๕. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๕.๑ หากาสถิติพื้นฐาน (Guilford, 1960 : 44) คือ

- คะแนนเฉลี่ย
- ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

๕.๒ หากาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยวิธี Product Moment Correlation (Garrett, 1966 : 143)

๕.๓ ทดสอบความแตกต่างของคะแนนหลังการของตัวอย่าง โดยใช้ t - statistic ชนิด Related Sample (Ferguson, 1966 : 154)

๕.๔ เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) (Lindquist, 1956 : 319-323).

บทที่ ๓
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์และความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ดังนั้นในการวิเคราะห์ผลและแปลความหมายข้อมูลที่จะกล่าวในบทนี้ จึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

X, Y	แทน	คะแนนจากการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้ง หลัง (Post-Test) ตามลำดับ
D	แทน	ผลต่างของ X และ Y
$\bar{X}, \bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบ ครั้งหลัง (Post-Test) ตามลำดับ
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่ม
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
df	แทน	degrec of freedom
S_D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบ ก่อนและหลังการสอน
SS	แทน	Sum Square
SP	แทน	Sum Product
MS	แทน	Mean Square
SS'	แทน	Adjusted Sum Square
MS'	แทน	Adjusted Mean Square
$\bar{Y}'$	แทน	Adjusted Mean Y
BS	แทน	ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์
DI	แทน	ความมีวินัยในตนเอง
CV	แทน	การคิดแบบเอกลัษณ์

AC	แทน	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อฝึกคะแนนรวม
MM	แทน	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ
AP	แทน	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ
CF	แทน	ความเชื่อมั่นในตนเอง
AT	แทน	ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
QL	แทน	การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ
QT	แทน	การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์และการแปลความหมายของข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้เขียน
แบ่งการนำเสนอออกเป็นตอน ๆ ดังต่อไปนี้

๑. คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ

๒. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของทักษะเบื้องต้นของขบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบเอเจนซี่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์
ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง

๓. ศึกษาพัฒนาการ ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดตามระยะเวลาข้อ ๑-๓ ทั้งของก่อน
ควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

๔. เปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นต้นของ
ขบวนการวิทยาศาสตร์) กับผลของการสอนแบบเดิมที่มีต่อตัวแปรทั้งหมดด้วยวิธีการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนรวม (Analysis of Covariance)

๕. คำสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับคำสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ปรากฏผลดังตาราง ๓

ตาราง ๓ ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แบบ ทดสอบ	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง			
	ก่อนสอน		หลังสอน		ก่อนสอน		หลังสอน	
	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S
BS	๑๔.๕๓๓๓	๓.๒๒๔๒	๑๘.๒๖๖๗	๔.๕๑๖๑	๑๕.๘๐๐๐	๓.๕๐๙๘	๑๘.๕๐๐๐	๔.๐๘๐๔
DI	๗๖.๘๓๓๓	๙.๐๑๑๔	๖๙.๘๐๐๐	๑๖.๑๙๖๗	๗๕.๕๓๓๓	๑๖.๙๕๘๒	๗๗.๖๓๓๓	๑๓.๒๘๓๓
CV	๒๑.๒๐๐๐	๒.๙๓๓๑	๒๑.๗๐๐๐	๓.๗๗๘๔	๒๑.๕๖๖๗	๓.๕๑๘๘	๒๒.๙๖๖๗	๓.๑๒๕๐
AC	๒๕.๒๖๖๗	๖.๒๓๔๐	๓๒.๓๖๖๗	๗.๒๙๖๐	๒๘.๒๖๖๗	๖.๗๕๒๕	๔๑.๕๖๖๗	๗.๐๑๔๕
CF	๔๐.๑๖๖๗	๕.๒๒๘๗	๓๙.๘๖๖๗	๖.๑๐๓๒	๓๖.๖๐๐๐	๕.๘๒๕๙	๓๘.๒๖๖๗	๗.๑๓๑๘
AT	๘๒.๓๐๐๐	๘.๐๙๕๙	๘๔.๔๓๓๓	๗.๗๗๕๐	๘๕.๒๖๖๗	๙.๒๕๙๖	๘๘.๓๓๓๓	๙.๗๘๘๙
QT	๖๘.๒๐๐๐	๑๔.๔๕๕๕	๐๕.๑๖๖๗	๑๐.๖๗๑๑	๕๑.๙๖๖๗	๑๕.๑๕๘๘	๗๑.๕๐๐๐	๒๐.๒๐๑๑
QL	๕๓.๕๐๐๐	๑๓.๒๕๒๕	๕๔.๕๓๓๓	๑๐.๓๒๓๓	๓๙.๗๐๐๐	๑๖.๗๘๒๒	๕๖.๗๐๐๐	๑๔.๖๔๐๕
MM	๔.๐๓๓๓	๒.๑๘๓๐	๕.๙๖๖๗	๒.๑๓๖๗	๕.๑๐๐๐	๑.๗๐๐๐	๘.๓๐๐๐	๒.๖๓๔๐
AP	๒๑.๕๐๐๐	๕.๑๓๖๕	๒๖.๕๓๓๓	๕.๘๘๐๖	๒๓.๑๐๐๐	๕.๘๗๒๘	๓๓.๒๖๖๗	๕.๘๐๗๘

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังสอนของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งแยกพิจารณาแต่ละตัวได้ดังนี้

- คะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมลดลงภายหลังการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ภายหลังการสอน

- คะแนนความมีวินัยในตนเอง (DI) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมลดลง ภายหลังการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น ภายหลังการสอน

- คะแนนการคิดแบบเอกนัย (CV) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น เพียง

เล็กน้อย และคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุมภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายหลังการสอน แต่การกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อยภายหลังการสอน

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อศึกษาคะแนนรวม (AC) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นกว่าเกณฑ์ภายหลังการสอน และคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นสูงกว่าของกลุ่มควบคุม การกระจายของคะแนนทั้งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายหลังการสอน

- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเอง (CE) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมลดลงเล็กน้อยภายหลังการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนทั้งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน

- คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (AT) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมลดลงภายหลังการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมลดลงเล็กน้อยภายหลังการสอน แต่การกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายหลังการสอน

- คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน (QT) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมลดลงภายหลังการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมลดลงภายหลังการสอน แต่การกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน

- คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ (QL) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุมภายหลังการสอน การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมลดลงภายหลังการสอน แต่การกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ (FT) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน และคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

เพิ่มมากกว่าของกลุ่มควบคุม การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมลดลงเพียงเล็กน้อยภายหลังการสอน แต่การกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ (AP)

พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นภายหลังการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มมากกว่าของกลุ่มควบคุม การกระจายของคะแนนของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายหลังการสอน แต่การกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อยภายหลังการสอน

๒. ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ

การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานข้อที่ ๕ ซึ่งผู้เขียนได้ตั้งไว้ว่า

“ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกลัษณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวิสัยในตนเอง จะมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกันในทางบวก”

ในการตรวจสอบสมมุติฐานข้อนี้ผู้เขียนใช้ Product Moment Correlation เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ และแยกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามประเภทของกลุ่มในการทดลอง แต่ละกลุ่มนี้แยกวิเคราะห์ออกเป็น ๒ ตอน คือก่อนการสอน และหลังสอน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังต่อไปนี้

๒.๑ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการศึกษาของกลุ่มควบคุมก่อนทำการสอน ปรากฏดังตาราง ๔

ตาราง ๔ แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มความถนัด ก่อนการสอน

ตัวแปร	BS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
BS	-	.๔๔๔๘**	.๑๔๕๗	.๐๔๐๗	-.๐๑๗๖	.๑๘๑๐	-.๓๔๘๗*	-.๓๘๓๑*	.๐๐๐๓	.๐๘๘๖
DI		-	.๐๔๒๘	.๑๖๕๘	.๐๘๔๘	-.๐๑๙๔	-.๑๓๒๐	.๐๒๒๖	.๐๗๑๔	.๑๔๘๕
CV			-	.๐๔๐๘	.๑๔๕๘	.๑๔๖๑	-.๐๒๘๔	-.๐๕๐๙	.๑๗๕๗	-.๐๒๘๗
AC				-	.๔๒๗๑**	-.๐๒๘๓	-.๐๘๐๕	-.๐๗๒๗	.๖๔๖๐*	.๕๑๑๕*
CF					-	.๐๗๖๘	-.๓๕๔๑*	-.๓๐๓๑	.๑๔๘๓	.๓๘๖๕*
AT						-	.๖๕๕๕*	-.๖๗๕๕	-.๖๖๕๕	-.๖๖๕๕
QT							-	.๕๖๖๗*	-.๐๗๒๐	-.๐๐๗๖
QL								-	.๐๐๘๗	-.๑๕๓๓
MM									-	.๓๕๘๖*
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มความถนัดก่อนดำเนินการสอนจากตาราง ๔ พบว่า

- ทักษะขั้นต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบ
 เอกลักษณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวม ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
 ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ และความเชื่อมั่นในตนเองอย่างไม่มี
 นัยสำคัญทางสถิติเลย แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความมีวินัยในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 ที่ระดับ .๐๑ และสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนและคุณภาพอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

- ความมีวินัยในตนเอง (DI) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทักษะขั้นต้นของ

ขบวนการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ นอกนั้นสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบเอกนัย (CV) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นทั้งหมด อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อศึกษาคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑, .๐๑ และ.๐๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความเชื่อมั่นในตนเอง (CT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาคะแนนรวม และประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ และ.๐๕ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ นอกจากนี้ไม่พบว่าสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ทักษะทางวิทยาศาสตร์ (AT) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งหมด อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน (QT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ และสัมพันธ์ในทางลบกับทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ (QL) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ และสัมพันธ์ในทางลบกับทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำและเมื่อศึกษาคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ และ.๐๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และเมื่อ剔คะแนนรวมและความเชื่อมั่นในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 .001 และ .01 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ภายใต้การสอน ปรากฏดังตาราง ๕

ตาราง ๕ แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มควบคุม หลังการสอน

ตัวแปร	BS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
BS	-	.๒๔๔๘	.๓๐๑๖	.๓๒๖๘	.๑๐๕๓	.๔๕๕๖	-.๑๑๐๘	-.๐๕๕๕	.๒๘๔๑	.๓๓๔๕
DI		-	-.๐๐๓๕	.๑๓๑๖	.๑๕๔๖	.๒๑๓๕	-.๐๕๓๑	-.๑๕๕๓	.๐๗๑๘	.๑๓๓๖
CV			-	.๐๒๔๕	.๓๘๘๕	-.๐๕๕๑	.๒๕๕๖	.๒๒๓๓	.๑๕๕๓	-.๐๓๓๕
AC				-	-.๑๒๓๕	.๒๕๕๑	.๒๒๓๓	.๒๒๓๓	.๑๕๕๓	.๑๕๕๓
CF					-	.๐๕๕๑	-.๐๕๕๑	-.๑๕๕๓	-.๑๕๕๓	-.๑๕๕๓
AT						-	-.๐๕๕๑	-.๑๕๕๓	.๑๕๕๓	.๑๕๕๓
QT							-	.๑๕๕๓	.๑๕๕๓	.๑๕๕๓
QL								-	.๑๕๕๓	.๑๕๕๓
MM									-	.๑๕๕๓
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

การวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มควบคุมภายหลังการสอน จากตาราง ๕ พบว่า

- ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาระดับรวมและประเภทที่ไม่ใช่ความจำ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕, .๐๕ และ .๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่นใด

- ความมีวินัยในตนเอง (DI) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นทั้งหมดอย่างไร้
นัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบเอเจนซี (CV) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาระดับรวม (AC) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและไม่ใช้ความจำ และทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑, .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น

- ความเชื่อมั่นในตนเอง (CF) ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากการคิดแบบเอเจนซี

- ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (AT) ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน (QT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ (QJ) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ (MJ) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ฯ ประเภทไม่ใช่ความจำและเมื่อศึกษาระดับรวมและการคิดแบบสืบสวน-

สอบสวนประเภทจำนวนและคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑, .๐๐๑, .๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาทาสตรประเภทที่ไม่ใช่ความจำ (AP) มีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น ๆ นอกจากทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาทาสตร ผลสัมฤทธิ์ เมื่ออีกคะแนนรวมและประเภทความจำ

๒.๒ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการศึกษาของกลุ่มทดลอง ก่อนทำการสอน ปรากฏผลดังตาราง ๖

ตาราง ๖ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลอง ก่อนการสอน

ตัวแปร	BS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AF
BS	-	.๐๘๐๙	-.๑๔๘๘	.๐๘๑๙	-.๑๑๖๐	-.๒๒๘๘	-.๐๕๘๘	-.๑๑๓๐	-.๐๐๒๓	.๐๙๙๕
DI		-	.๐๑๓๒	.๑๘๒๒	.๔๖๓๘*	.๓๖๖๙*	-.๐๙๒๑	-.๑๖๕๙	.๑๑๒๖๖	.๑๘๘๑
CV			-	.๑๖๖๖	.๒๔๙๖	.๒๙๖๖	.๐๖๔๙	.๐๓๙๙	-.๐๙๓๑	.๒๔๒๕
AC				-	.๓๙๖๙*	-.๐๑๑๓	.๑๙๘๙	.๐๙๕๙	.๖๓๓๖***	.๙๙๐๖*
CF					-	.๒๔๑๑	-.๑๑๖๖	.๒๕๖๖	.๖๘๙๙	.๘๓๙๙*
AT						-	.๓๑๕๖*	.๒๙๐๑	-.๑๐๙๕	.๐๑๘๓
QT							-	.๙๕๓๓***	-.๑๓๙๕	.๒๔๐๙
QL								-	-.๑๕๖๖	.๑๘๓๘
MM									-	.๕๓๓๐**
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

การวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มทดลองก่อนการ สอนจากตาราง ๖ พบว่า

- ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) มีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่นทั้งหมด
- ความมีวินัยในตนเอง (DI) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- การคิดแบบเจกนัย (CV) มีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่นทั้งหมด
- ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียบนิวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวม (AC) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ที่ประเภทความจำและไม่ใช้ความจำ และความเชื่อมั่นในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑, .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ความเชื่อมั่นในตนเอง (CF) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ที่ ประเภทไม่ใช้ความจำ และเมื่อคิดคะแนนรวม และความมีวินัยในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑, .๐๕ และ .๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (AT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการ คิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนและความมีวินัยในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ทั้งคู่ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน (QT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น
- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ (QL) ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน
- ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียบนิวิทยาศาสตร์ประเภทความจำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ที่ ประเภทไม่ใช้ความจำและเมื่อคิดคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และ .๐๐๑ ตามลำดับ
- ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียบนิวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำ ไม่พบความสัมพันธ์กับ

ตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากผลสัมฤทธิ์ฯ ประเภทความจำและเมื่อคิดคะแนนรวม และความเชื่อมั่นในตนเอง

และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ภายหลังการสอนแล้ว ปรากฏผลการวิเคราะห์ ดังตาราง ๗

ตาราง ๗ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลอง หลังการสอน

ตัวแปร	BS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
BS	~	.๐๑๐๑	-.๐๒๗๔	.๑๔๔๔	-.๒๒๓๔	-.๒๖๔๕	-.๒๐๗๖	-.๒๒๔๑	.๑๒๒๔	.๑๐๕๕
DI		-	-.๑๒๓๕	-.๐๓๔๗	.๕๖๐๖ ^{***}	.๔๓๓๗ ^{**}	.๓๓๔๕ [*]	.๑๔๔๑	-.๑๑๔๑	.๐๑๒๒
CV			-	-.๑๑๑๖	-.๒๓๑๔	.๒๑๗๒	-.๐๒๕๖	.๑๐๔๘	-.๓๓๔๕ [*]	.๐๑๗๐
AC				-	-.๑๑๔๖	-.๒๐๓๑	-.๐๗๔๔	-.๐๔๕๑	.๒๐๗๒ ^{**}	.๔๓๓๗ ^{***}
CF					-	.๕๖๑๓ ^{**}	.๒๑๖๓	.๐๒๔๗	.๐๕๗๘	-.๑๗๐๗
AT						-	.๒๔๗๘	.๒๖๗๒	-.๒๗๔๑	.๑๑๔๘
QT							-	.๔๐๑๓ ^{***}	-.๑๑๕๕	-.๐๔๓๕
QL								-	.๑๐๖๐	-.๐๐๖๔
MM									-	.๒๔๐๑
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

การวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มทดลองภายหลังการสอนจากการตาราง ๗ พบว่า

- ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) สัมพันธ์กับตัวแปรอื่นทั้งหมด

อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความมีวินัยในตนเอง (DI) สัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง

ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑,.๐๑ และ.๐๕ ตามลำดับ นอกนั้นไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น

- การคิดแบบเอกนัย (CV) สัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับตัวแปรอื่น

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวม (AC) สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์า ประเภทความจำและไม่ใช้ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ทั้งคู่ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความเชื่อมั่นในตนเอง (CF) สัมพันธ์ในทางบวกกับความมีวินัยในตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ และ.๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น

- ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (AT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ ทั้งคู่ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน (QT) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความมีวินัยในตนเองและการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ และ.๐๐๑ ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ (QL) ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรอื่น นอกจากการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ (MM) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์า เมื่อคิดคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ และสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบเอกนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำ (AP) ไม่พบว่ามี 'ความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากผลสัมฤทธิ์เมื่อคิดคะแนนรวม

๓. การศึกษาพัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งแยกกล่าวดังนี้

๓.๑ พัฒนาการของกลุ่มควบคุม

การศึกษาพัฒนาการของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุม เป็นการตรวจสอบสมมุติฐาน ซึ่งผู้เขียนได้ตั้งไว้ดังนี้

สมมุติฐานข้อ ๒ "กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ก่อนสอนและภายหลังการสอนไม่แตกต่างกัน"

สมมุติฐานข้อ ๓ "กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน"

ในการตรวจสอบสมมุติฐานเหล่านี้ผู้เขียนใช้ t - statistic เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุมปรากฏดังตาราง ๔

ตาราง ๘ พัฒนาการ ของคะแนนของตัวแปร ทั้งหมดของกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและ
หลังสอน

ตัวแปร	N	ΣD	$\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}$	t
BS	๓๐	๔๐	๑๘.๔๕๕	๒.๑๖๓*
DI	๓๐	-๕๑	๒๓.๘๕๐	-๑.๔๒๕
CV	๓๐	๑๕	๑๘.๔๐๖	๐.๘๑๕
AC	๓๐	๒๑๓	๓๘.๑๙๔	๕.๕๘๐***
CF	๓๐	-๕	๓๗.๕๖๘	-๐.๒๔๐
AT	๓๐	-๘๖	๔๕.๔๓๔	-๑.๘๔๓
QT	๓๐	-๕๑	๔๔.๕๔๓	-๑.๐๗๑
QL	๓๐	๓๔	๓๐.๑๒๔	๐.๔๘๕
MM	๓๐	๕๘	๑๑.๕๐๑	๕.๐๔๓***
AP	๓๐	๑๕๔	๓๓.๓๘๖	๔.๖๑๓***

*P < .05

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการ ของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุม จาก
ตาราง ๘ พบว่า

- ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) ก่อนสอนและภายหลังการ
สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๒ ที่ตั้งไว้
- ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวม (AC) ประเภทความจำ
(MM) และประเภทไม่ใช้ความจำ (AP) ภายหลังการสอนมีคะแนนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๓ ที่ตั้งไว้
- นอกจากนั้นคะแนนของตัวแปรก่อนสอนและภายหลังการสอนแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๒ ที่ตั้งไว้

๓.๒ พัฒนาการ ของกลุ่มทดลอง

การศึกษาพัฒนาการของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง เป็นการตรวจสอบ สมมุติฐานซึ่งผู้เขียนได้ตั้งไว้ดังนี้

สมมุติฐานข้อ ๑ "กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเองสูงขึ้น หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์)"

ในการตรวจสอบสมมุติฐานข้อนี้ ผู้เขียนใช้ t - statistic เป็นสถิติในการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองปรากฏผลดังตาราง ๔

ตาราง ๔ พัฒนาการ ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของ กลุ่มทดลองเมื่อทดสอบก่อนและ หลังสอน

ตัวแปร	N	ΣD	$\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}$	t
BS	๓๐	๘๑	๒๒.๑๕๑	๓.๖๔๗***
DI	๓๐	๖๐	๒๑.๑๑๓	๑.๓๒๕
CV	๓๐	๕๒	๑๘.๐๕๗	๒.๓๒๖**
AC	๓๐	๓๔๔	๔๒.๒๑	๔.๔๕๓***
CF	๓๐	๕๐	๒๖.๔๒๓	๑.๘๕๗*
AT	๓๐	๔๒	๔๔.๘๔๓	๒.๐๕๖*
QT	๓๐	๕๘๖	๑๐๔.๐๗	๕.๖๓๑***
QL	๓๐	๓๗๘	๖๘.๒๒๓	๕.๕๔๑***
MM	๓๐	๔๖	๑๕.๓๑๗	๖.๒๖๗***
AP	๓๐	๓๐๕	๓๖.๔๕๕	๘.๒๕๓***

*P < .05

**P < .01

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองจาก ตาราง ๔ พบว่า

- คะแนนความมีวินัยในตนเอง (DI) ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๑ ที่ตั้งไว้
- คะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ (BS) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวม (AC) ประเภทความจำ (MM) และประเภทไม่ใช้ความจำ (AP) การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน (QT) และประเภทคุณภาพ (QL) ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๑ ที่ตั้งไว้
- คะแนนการคิดแบบเอกนัย (CV) และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (AT) ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ทั้งคู่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๑ ที่ตั้งไว้

๔. การศึกษาเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานซึ่งผู้เขียนได้ตั้งไว้ดังนี้

สมมุติฐานข้อ ๔ "กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม"

ในการตรวจสอบสมมุติฐานข้อนี้ ผู้เขียนใช้วิธีการ Analysis of Covariance ตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเดิมที่มีต่อคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง ๑๐

ตาราง ๑๐ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการ
วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๕.๒๗	๓.๗๔	-๔.๕๐	๒๕.๐๗	๑	๒๕.๐๗	๒.๓๗๗๔	๑๗.๕๕	๑๔.๕๑
Error	๒๖๐.๖๔	๕๓๕.๕๐	๔๗๓.๐๐	๒๐๐.๔๖	๕๗	๑๐.๕๔			
Total	๒๗๕.๙๑	๕๓๙.๒๔	๔๖๘.๕๐	๒๒๕.๕๓	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๐ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งลองแบบส่งผลต่อคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ไปแตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบเกมที่มีต่อคะแนนความมีวินัยในตนเองของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๑

ตาราง ๑๑ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความมีวินัยในตนเองของกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๔๓.๓๕	๘๒๔.๘๒	๑๘๕.๕๕	๕๕๔.๐๕	๑	๕๕๔.๐๕	๕.๑๔๗๓*	๗๐.๓๕	๗๖.๖๔
Error	๗๔๗๓.๖๓	๕๗๕๖.๑๗	๔๔๓๕.๒๗	๖๖๖๒.๖๔	๕๗	๑๑๖.๖๔			
Total	๗๕๑๖.๙๘	๑๐๕๘๑.๙๙	๕๐๒๑.๘๒	๗๒๑๖.๗๙	๕๘				

* $P < .05$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๑ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ส่งผลต่อคะแนนความมีวินัยในตนเองสูงกว่าวิธีสอนแบบเกม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบเกมที่มีต่อคะแนนการคิดแบบเอกนัยของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๒

ตาราง ๑๒ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบเอกนัยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๒.๐๒	๒๔.๐๓	๖.๕๓	๑๖.๔๒	๑	๑๖.๔๒	๑.๔๓๖๒	๒๑.๔๐	๒๒.๔๖
Error	๒๓๐.๑๓	๓๒๑.๒๓	๓๕๕.๓๓	๕๒๑.๕๕	๕๓	๙.๑๖			
Total	๒๓๒.๑๕	๓๔๕.๓๔	๓๖๑.๘๖	๕๓๘.๙๗	๕๔				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๒ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบนี้ส่งผลต่อคะแนนการคิดแบบเอกนัยของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบเกมที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๓

ตาราง ๑๓ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๓๕.๐๐	๑๓๖๓.๒๓	๔๒๕.๐๐	๕๕๕.๕๕	๑	๕๕๕.๕๕	๒๐.๐๓๕๒	๓๑.๓๐	๔๐.๕๐
Error	๒๕๓๓.๓๓	๓๒๖๕.๓๓	๑๑๖๑.๖๐	๒๗๒๒.๑๕	๕๓	๕๑.๓๖			
Total	๒๖๖๘.๓๓	๔๕๘๘.๖๐	๑๕๘๖.๖๐	๓๒๗๗.๗๐	๕๔				

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๓ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อคิด-

คะแนนรวมสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ และวิธีสอนแบบเดิมที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๔

ตาราง ๑๔ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
Treatment	๓๔.๔๐	๕๕๕.๓๕	๑๕๑.๒๐	๔๖๔.๐๗	๑	๔๖๔.๐๗	๑๐.๔๗๕๗	๒๗.๓๑	๓๕.๔๓
Error	๑๔๒๖.๒๐	๒๑๕๖.๘๓	๗๗๕.๗๐	๑๔๒๗.๓๕	๕๗	๓๒.๐๖			
Total	๑๔๖๐.๖๐	๒๗๑๒.๑๘	๙๒๖.๙๐	๒๘๙๑.๔๒	๕๘				

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๔ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแก้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ และวิธีสอนแบบเดิมที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๕

ตาราง ๑๕ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์
ประเภทความจำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๓.๐๓	๔๑.๖๓	๓๓.๓๓	๔๖.๓๔	๑	๔๖.๓๔	๔.๐๓๒๒	๖.๒๒	๘.๐๔
Error	๒๒๕.๖๓	๓๔๕.๒๓	๑๑๐.๑๓	๒๕๒.๔๕	๕๓	๔.๑๓			
Total	๒๓๘.๖๖	๓๘๖.๘๖	๑๔๓.๔๖	๓๓๘.๗๙	๕๔				

*** $p < .001$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๕ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบเดิม ที่มีต่อคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๖

ตาราง ๑๖ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความเชื่อมั่นในตนเอง
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๕๖.๘๒	๓๔.๔๐	๓๓.๖๐	๖.๑๑	๑	๖.๑๑	๐.๑๔๔๐	๓๔.๓๓	๓๕.๔๐
Error	๑๖๐๔.๐๓	๒๖๔๓.๓๓	๑๑๒๔.๖๐	๑๔๕๑.๓๔	๕๓	๓๒.๔			
Total	๑๗๖๐.๘๕	๒๖๗๗.๗๓	๑๒๐๕.๘๐	๑๕๕๗.๖๕	๕๔				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๖ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบนี้ส่งผลต่อคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ และวิธีสอนแบบเดิม ที่มีต่อคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๗

ตาราง ๑๗ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๓๔๒.๐๒	๑๘.๑๘	๑๑๖.๐๕	๑๑๔.๖๔	๑	๑๑๔.๖๔	๒.๑๐๘๒	๘๓.๕๐	๕๐.๓๓
Error	๔๓๔๘.๑๓	๔๖๕๐.๐๓	๒๓๗๕.๕๓	๓๐๕๓.๕๓	๕๓	๕๕.๓๕			
Total	๔๕๙๐.๑๕	๔๗๖๘.๑๕	๒๔๙๑.๕๘	๓๑๖๘.๑๗	๕๔				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๗ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบนี้ส่งผลต่อคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ กับวิธีสอนแบบเดิม ที่มีต่อคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๘

ตาราง ๑๘ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}'$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๒๔๑๕.๓๕	๓๔.๘๒	๔๔๘.๕๕	๒๓๘.๕๕	๑	๒๓๘.๕๕	๒.๓๐๓๑	๕๐.๕๔	๕๕.๔๖
Error	๑๐๑๓๑.๕๐	๕๖๒๓.๓๓	๕๖๓๓.๓๐	๖๔๕๓.๘๘	๕๓	๑๒๐.๕๕			
Total	๑๒๕๔๖.๘๕	๕๖๕๘.๑๕	๕๖๘๑.๖๕	๖๖๙๒.๔๓	๕๔				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๔ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบนี้ส่งผลต่อคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับวิธีสอนแบบเดิม ที่มีต่อ

คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๕

ตาราง ๑๕ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
reatment	๓๔๕๒.๘๒	๒๐๑.๒๓	-๑๕๕๒.๑๓	๒๐๕๙.๘๕	๑	๒๐๕๙.๘๕	๘.๙๐๓๐***	๖๑.๖๖	๗๕.๐๑
Error	๑๓๒๔๓.๗๗	๑๕๖๕๙.๖๓	๕๓๓๐.๕๐	๑๓๑๔๑.๙๘	๕๗	๒๓๑.๓๖			
Total	๑๗๖๙๖.๕๙	๑๖๖๖๑.๓๘	๔๑๘๒.๓๓	๑๕๖๕๑.๘๓	๕๘				

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๕ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ส่งผลต่อคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

บทที่ ๔

สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษา

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) ที่มีต่อทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอกลั การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง

๒. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ที่มีต่อตัวแปรทั้งหมดตามที่กล่าวมาในข้อ ๑.

๓. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดตามที่กล่าวมาในข้อ ๑.

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งสุ่มมาจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษา ชั้นปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน ๖๕ คน เป็นชาย ๒๑ คน และหญิง ๔๔ คน

วิธีดำเนินการศึกษา

ผู้เขียนทำการทดลองสอนห้องทดลองในภาคเรียนที่ ๒ และที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และมีอาจารย์ประจำวิชาท่านหนึ่งสอนห้องควบคุมทั้งภาคเรียนที่ ๒ และที่ ๓ โดยใช้วิธีสอนแบบเดิม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดแบบเอกลั การคิดแบบสืบสวนสอบสวน และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนได้นำแบบทดสอบเกี่ยวกับตัวแปรทั้งหกนี้ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเป็นครั้งแรก (Pretest) ก่อนเริ่มการเรียนภาคที่ ๒ ส่วนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างภายหลังการเรียนภาค ๒ เสร็จสิ้นลงและนำแบบทดสอบทั้ง ๘ ฉบับที่กล่าวมานี้ กลับมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง (Post - Test) เมื่อการเรียนในภาคเรียนที่ ๓ เสร็จสิ้นลงแล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป.

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้ Product - Moment Correlation
๒. วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลองและความคุมโดยใช้ t - statistic
๓. เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธี Analysis of Covariance

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

๑. จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร ปรากฏผลดังนี้

- ๑.๑ ความสัมพันธ์ของตัวแปรในกลุ่มทดลอง

- ๑.๑.๑ ก่อนทำการสอน

-ความมีวินัยในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ

-ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อศึกษาคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ , .๐๑ , และ .๐๐ ตามลำดับ

-ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

-ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

-การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- ๑.๑.๒ ภายหลังการสอน

-ความมีวินัยในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑, .๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ

-การคิดแบบเอนกนัยมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์

ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวม มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและไม่ใช้ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๐๑ ตามลำดับ

- ความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๑.๒ ความสัมพันธ์ของตัวแปรในกลุ่มควบคุม

๑.๒.๑ ก่อนทำการสอน

- ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความมีวินัยในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และมีความสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนและคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและไม่ใช้ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และ .๐๐๐ ตามลำดับ

- ความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และมีความสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนมีความสัมพันธ์กับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและไม่ใช้ความจำมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปรคู่อื่น

๑.๒.๒ ภายหลังการสอน

- ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวม ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภท

ไม่ใช่ความจำ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕, .๐๕ และ .๐๑ ตามลำดับ

-การคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

-ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อฝึกคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและไม่ใช่ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๑ ตามลำดับ

-การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

-ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและประเภทไม่ใช่ความจำมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปรคู่อื่น ๆ

๒. การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้

๒.๑ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลอง

-คะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนความมีวินัยในตนเองภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนการคิดแบบเอกนัยภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

-คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อฝึกคะแนนรวมภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

-คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

-คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช่ความจำภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๒.๒ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มควบคุม

-คะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

-คะแนนความมีวินัยในตนเองภายหลังการสอนและก่อนสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนการคิดแบบเอกลัทธิภายหลังการสอนและก่อนสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อเกิดคะแนนรวมภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังการสอนและก่อนการสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนทักษะทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนและก่อนสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนภายหลังการสอนและก่อนสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพภายหลังการสอนและก่อนการสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๓. จากการเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองปรากฏผลดังนี้

-กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-กลุ่มทดลองมีความมีวินัยในตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

-กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการคิดแบบเจกนัยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเชื่อมั่นในตนเองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

-กลุ่มทดลองมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

-กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการศึกษาค้างนี้ ผู้เขียนจะแยกกล่าวเป็นตอน ๆ ตามลักษณะของการศึกษาค้างนี้

๑. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

๑.๑ ความสัมพันธ์ของทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น พบว่าก่อนทำการสอนกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์สัมพันธ์ในทางบวกกับความมีวินัยในตนเองและสัมพันธ์ในทางลบการกิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทจำนวนและคุณภาพ แต่ภายหลังสอนปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนในกลุ่มทดลองปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นใดทั้งในก่อนสอนและหลังสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว แสดงว่าธรรมชาติของทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในตอนเริ่มต้นนั้นไม่เหมือนกัน ทั้งนี้อาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้ แต่เมื่อพิจารณาทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแล้ว เห็นว่าทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์นั้นสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ อย่างไม่เป็นระบบ ดังนั้นจึงไม่สามารถกล่าวได้ว่าทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ อย่างแท้จริง ความสัมพันธ์ที่พบอาจจะเป็นผลเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างเท่านั้น

๑.๒ ความสัมพันธ์ของความมีวินัยในตนเองกับตัวแปรอื่น พบว่าความมีวินัยในตนเองของกลุ่มควบคุมไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นทั้งก่อนและหลังสอน ส่วนในกลุ่มทดลองนั้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในก่อนสอน และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และการกิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวน ภายหลังการสอนซึ่งแสดงว่า ธรรมชาติของความมีวินัยในตนเองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในตอนเริ่มต้นนั้นแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเกิดจากความผิดพลาดในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้ แต่เมื่อพิจารณากลุ่มควบคุมจะเห็นว่าวิธีสอนแบบเดิมนั้นไม่ได้เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของความมีวินัยในตนเอง และในกลุ่มทดลองนั้นความสัมพันธ์ของความมีวินัยในตนเองกับตัวแปรอื่นทั้งก่อนและหลังการสอนโดยทั่วไปแล้วก็คงที่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า วิธีสอนแบบเดิมและแบบสืบสวนสอบสวนไม่ได้ส่งผลต่อโครงสร้างความสัมพันธ์ของความมีวินัยในตนเองกับตัว

แปรอื่น ๆ

๑.๓ ความสัมพันธ์ของการคิดแบบเอกนัยกับตัวแปรอื่น พบว่าการคิดแบบเอกนัยของกลุ่มควบคุม ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นในทอนก่อนสอน แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตัวเองภายหลังการสอนและในกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นในทอนก่อนสอน แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ แสดงว่าวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิมกับแบบสืบสวนสอบสวนนี้ส่งผลต่อโครงสร้างของการคิดแบบเอกนัยแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการสอนแบบเกิมนั้น ส่วนใหญ่เน้นในด้านคะแนนผลสัมฤทธิ์ จึงทำให้นักเรียนมุ่งหาแต่คำตอบที่ถูกตอ้งเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะประสมผลสำเร็จในการเรียนและการคิดแบบเอกนัยก็เป็นการมุ่งหาแต่สิ่งที่ถูกตอ้งตามหลักเกณฑ์เพียงอย่างเดียวเช่นกัน จึงทำให้พบความสัมพันธ์ และตามแนวคิดของสมาคมเพื่อการศึกษาเด็กแห่งอเมริกา(๑๙๕๒ : ๑๔๔-๑๔๖) ที่ว่าบุคคลยิ่งประสมผลสำเร็จมากเท่าใดก็ย่อมจะมีความเชื่อมั่นในตนเองมากเท่านั้น การที่พบว่าการคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองในการศึกษาครั้งนี้ จึงสอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมเพื่อการศึกษาเด็กแห่งอเมริกา

สำหรับกลุ่มทดลองการสอนไม่ได้เน้นในด้านคะแนนผลสัมฤทธิ์ แต่เน้นหนักไปในด้านการค้นพบกฎเกณฑ์ การเข้าใจสิ่งกัป และการนำกฎเกณฑ์หรือสิ่งกัปนั้นไปใช้ และในการคิดแบบเอกนัยนั้นเป็นขบวนการที่ตอ้งนำเอาสิ่งกัปไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อค้นหาสิ่งที่ถูกตอ้ง ซึ่งตรงกันข้ามกับการจำคำตอบหรือสิ่งที่ถูกตอ้งสำหรับสถานการณ์แต่ละอย่างไว้ ดังนั้นผลการศึกษาก็พบว่าการคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ

๑.๔ ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวมกับตัวแปรอื่น ๆ พบว่าในกลุ่มควบคุมผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตัวเองในทอนก่อนสอน แต่ภายหลังการสอนไม่พบความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์กับตัวแปรอื่น และในกลุ่มทดลองก็พบความสัมพันธ์เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้แสดงว่าก่อนสอนนั้นทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างก็ถือว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็นเครื่องบอกผลสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จึงก่อให้เกิดความมั่นใจในตนเองขึ้นมา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมเพื่อการศึกษาเด็กแห่งอเมริกาดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ ๑.๓ แต่ภายหลังการสอนแล้วอาจกล่าวได้ว่า ในกลุ่มควบคุมนั้นสิ่งที่มีซึ่งถึงผลสำเร็จ

ในการเรียนนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับคะแนนผลสัมฤทธิ์แต่เพียงอย่างเดียวแต่ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการในห้องทดลองและการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงด้วย ดังนั้นจึงไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาระดับคะแนนรวมกับความเชื่อมั่นในตนเอง และในกลุ่มทดลองนั้นการสอนไม่ไ้มุ่งที่จะเน้นผลสัมฤทธิ์แต่เน้นหนักในด้านการค้นพบทฤษฎี และการนำทฤษฎีไปใช้ ดังนั้นจึงไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาระดับคะแนนรวมกับความเชื่อมั่นในตนเองเช่นกัน จึงสรุปได้ว่าทั้งสองแบบมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์กับความเชื่อมั่นในตนเอง เช่นเดียวกัน

๑.๕ ความสัมพันธ์ของความเชื่อมั่นในตนเองกับตัวแปรอื่น พบว่ากลุ่มควบคุมมีความเชื่อมั่นในตนเองสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ และสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนในตอนก่อนสอนและไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรใดภายหลังการสอน ส่วนกลุ่มทดลองนั้นพบว่าความเชื่อมั่นในตนเองสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำในตอนก่อนสอน และพบความสัมพันธ์ในทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่าความสัมพันธ์ของความเชื่อมั่นในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมเปลี่ยนแปลงไปหลังจากได้รับการสอน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาเหตุดังที่ได้อธิบายไว้ในข้อ ๑.๔ ส่วนกลุ่มทดลองพบว่าความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนในตอนก่อนสอน แต่ภายหลังสอนพบว่าความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีสอนนั้นเน้นหนักไปในการค้นหากความจริงทาง ๆ และความอยากรู้อยากเห็น ต้องการสืบค้นหาที่มาของผลที่ปรากฏ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (พิทักษ์รักษพล เกษ, ๒๕๑๔: ๒๔) ดังนั้นความสำเร็จของนักศึกษาจึงขึ้นอยู่กับวิธีการค้นพบจึงทำให้พบว่าความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แทนที่จะมีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ ๆ

๑.๖ ความสัมพันธ์ของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่นพบว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งก่อนและหลังสอน ส่วนกลุ่มทดลองนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนในตอนก่อนสอน แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรใดภายหลังการสอน

การที่ธรรมชาติของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในตอน

เริ่มต้นแตกต่างกันนั้น อาจจะเป็นเพราะความกลายเคลื่อนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้ แต่เมื่อพิจารณาโดยทั่วไปแล้วอาจจะกล่าวได้ว่า วิธีสอนแบบเดิมและแบบสืบสวนนั้น ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ยานากิเดท (Yanagidate, 1972: ๓๕.061040) ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนวิธีสอนจากวิธี Concept Approach มาเป็นวิธีสืบสวนสอบสวนของขบวนการวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้ทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปแต่ประการใด

๑.๓ ความสัมพันธ์ของการคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับตัวแปรอื่นพบว่าในกลุ่มควบคุมไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ในตอนก่อนสอน แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ประเภทความจำภายหลังการสอน ในกลุ่มทดลองนั้นไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งก่อนและหลังการสอน

การที่พบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มควบคุมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนประเภทความจำภายหลังการสอน อาจเป็นเพราะการสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิมนั้นทำให้นักเรียนพยายามจดจำเอาเนื้อหา วิธีการแบบเดิมไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่เสมอๆ ส่วนวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นไม่มีผลต่อโครงสร้างของขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๑.๔ ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนประเภทความจำ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนประเภทไม่ใช้ความจำ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เมื่อคิดคะแนนรวม พบว่าตัวแปรทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างกันทั้งก่อนการสอนและภายหลังการสอน ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิม วิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ไม่ส่งผลต่อโครงสร้างภายในของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์

๒. คะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่าง

๒.๑ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มควบคุม

๒.๑.๑ กลุ่มควบคุมมีทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก อาจารย์ที่สอนห้องควบคุมนั้นตระหนักว่าต้องนำผลการสอนทั้งในกรณีวิธีสอนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนไปเปรียบเทียบกับห้องทดลอง ดังนั้นจึงได้กวัดข้นและเน้นในการใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนและการดำเนินการทดลองเป็นพิเศษ เป็นผลให้ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอน

สูงกว่าก่อนสอน

๒.๑.๒ กลุ่มควบคุมมีความมีวินัยในตนเองก่อนและหลังสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๑.๓ กลุ่มควบคุมมีการคิดแบบเอกลัคนัย ก่อนและหลัง สอนไม่แตกต่างกัน . ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๑.๔ กลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเภท ความจาและที่ไม่ใช้ความจำภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่ง สอดคล้องกันสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๑.๕ กลุ่มควบคุมมีความเชื่อมั่นในตนเองก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่ง สอดคล้องกันสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๑.๖ กลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่ง สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๑.๗ กลุ่มควบคุมมีทักษะการคิดแบบมีตรรกะก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่ง สอดคล้องกันสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์แบบ เดิมนั้นมุ่งส่งเสริมหรืออาจส่งผลกระทบในดานผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเท่านั้น

๒.๒ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลอง

๒.๒.๑ กลุ่มทดลองมีทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๒.๒ กลุ่มทดลองมีความมีวินัยในตนเองก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความมีวินัยในตนเอง เป็นการบังคับควบคุมพฤติกรรมโดยอำนาจภายในของบุคคล (Good, 1959 : 676) แก่นักศึกษาก่อนเคยกับวิธีสอนแบบ เดิมมานาน ซึ่งครูเป็นผู้บอกเนื้อหาให้ และเน้นหนักในเรื่องคะแนน (ผสม เพชรจำรัส, ๒๕๖๖:๑๐๙) จึงทำให้พฤติกรรมของนักศึกษาที่แสดงออกเป็นการถูกบังคับจากอำนาจภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการสอนวิธีนี้ ดังนั้นการย้ำหรือกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความอยากรู้ อยากเห็นและดำเนินการกันกว่าด้วยตนเอง อันเป็นสิ่งที่ต้องอาศัยอำนาจภายในควบคุมตนเองในชั่วโงมของการ เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ในระยะเวลา ๒ ภาคเรียนอาจจะเป็นระยะเวลาที่สั้นเกินไป ไม่เพียงพอที่จะทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลง

บุคคลิกภาพทางท้านนี้ได้

๒.๒.๓ กลุ่มทดลองมีการคิดแบบเอกลัทธิภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนสอนซึ่ง
เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๒.๔ กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนน
รวม ประเภทความจำ และประเภทไม่ใช้ความจำ ภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไป
ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๒.๕ กลุ่มทดลองมีความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนสอน
ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๒.๖ กลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อน
สอน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๒.๒.๗ กลุ่มทดลองมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทจำนวนและคุณภาพ
ภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอน
แบบสืบสวนสอบสวนฯ ช่วยให้นักศึกษามีทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอกลั
ทธิ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์
และความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง

๓. เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่ากลุ่มทดลองมีความมีวินัยในตนเองผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศา
สตร์เมื่อคิดคะแนนรวม ประเภทความจำและประเภทไม่ใช้ความจำและการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ประเภทจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และจะได้แยกอภิปราย
ผลไปตามลำดับดังนี้

การที่ความมีวินัยในตนเองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้นอาจเป็นเพราะว่า
กลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่ง
ธรรมชาติของการสอนแบบนี้จะกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความอยากรู้อยากเห็น รู้จักค้นคว้าหาความ
รู้ด้วยตนเอง และการไต่หาคำถามรู้ด้วยตนเองนี้เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของความมีวินัยในตนเอง
ตามพีชแมนและอีวานส์ (Rotter, 1971 : 58) ได้ทำการวิจัยไว้ ดังนั้นการสอนแบบนี้จึง
ส่งเสริมให้นักศึกษามีความมีวินัยในตนเองเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นใช้วิธีสอนแบบเดิม ผู้สอน

เป็นผู้กำหนดว่า ผู้เรียนควรจะรู้อะไรบ้างและบอกความรู้นั้น ๆ ให้แก่ผู้เรียนโดยตรง การสอนแบบนี้จึงไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใคร่จึกการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดการเรียนรู้และไต่หาความรู้ด้วยตนเองน้อย ดังนั้นควมมีวินัยในตนเองของผู้เรียนจึงไม่เปลี่ยนแปลง

และการผลิตสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้นอาจเนื่องมาจาก วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น นักศึกษาต้องลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ของการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ต้องใช้ประสาททั้งห้าเพื่อการสังเกต พิจารณาอย่างเต็มที่ในการดำเนินการทดลองหรือค้นคว้าหาความรู้ดังนั้นจึงสามารถระลึกเนื้อหาที่ได้รับมาไว้ได้ดี เพราะได้ลงมือค้นคว้าและใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ด้านเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ นั้น ซึ่งแตกต่างกับนักศึกษาในกลุ่มควบคุมที่ได้รับความรู้มาโดยวิธีการรับฟังเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้กลุ่มควบคุมระลึกเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ได้น้อยกว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงว่าการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของเอมมิงเฮาส์ (Ebbinghaus) (คณีย วิโรจน์อุไรเรือง, ๒๕๑๖:๑๖) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธี Active Learning คือตนเองเป็นผู้กระทำเป็นส่วนใหญ่ในการค้นคว้า เรียบเรียง และนำความรู้ไปใช้ สามารถจำได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธี Passive Learning คือผู้เรียนจะถูกบังคับให้รับแต่ฝ่ายเดียว

นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำของกลุ่มทดลองยังสูงกว่าของกลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำนั้นเป็นการใช้สมรรถภาพทางสมองในด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการประเมินผล ซึ่งขบวนการของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ก็ได้เน้นและส่งเสริมให้นักศึกษาได้เกิดและมีขึ้นซึ่งสมรรถภาพทางสมองตามที่กล่าวมานั้นในตัวผู้เรียน แต่การสอนแบบเดิมนี้จะเน้นหนักในด้านการป้อนเนื้อหาให้ผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงทำให้พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทไม่ใช้ความจำสูงกว่ากลุ่มทดลอง

เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทความจำและไม่ใช้ความจำของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมดังกล่าวมาแล้วนั้น จึงทำให้พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเป็นไปดังเหตุผลตามที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น

นอกจากนี้ยังพบว่าการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้นเป็นเพราะว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเน้นหนักในด้านการสังเกตเป็นสำคัญ

ฝึกฝนให้มีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ พิจารณาสິงต่าง ๆ อย่างละเอียดรอบคอบทุกแง่มุมและจะยอมรับความรู้นั้นก็ต่อเมื่อได้พิสูจน์แล้ว จึงทำให้นักศึกษากลุ่มทดลองสามารถที่จะตั้งคำถามประเภทการสังเกตหรือประเภทอื่นใดละเอียดถี่ถ้วนกว่า ทำให้มีจำนวนข้อคำถามมากกว่า. ทั้งนี้เพราะกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดย วิธีสอนแบบเดิมซึ่งไม่ไ้ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พิจารณาความรู้ที่ได้มาทุกแง่มุม ยอมรับสิ่งที่ผู้สอนบอกให้โดยไม่คำนึงถึงวิธีการที่ได้มา และความสมบูรณ์ ถูกต้องของความรู้ นั้น ๆ ดังนั้นจึงทำให้พบว่า กลุ่มทดลองมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อย่างไรก็ตามการศึกษากครั้งนี้ยังพบว่า ทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอกนัย ความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพนั้น ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกันจึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคะแนนพัฒนาการของทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างก็มีทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแ่่นวานิยามของวิธีสอนแบบเดิมนั้นจะนิยามไว้ว่า ครู เป็นผู้ป้อนความรู้ให้แก่นักศึกษา นักศึกษาเป็นฝ่ายรับ มีโอกาสที่จะกระทำการทดลองหรือพิจารณาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองน้อยมาก แต่ในการสอนจริงอาจารย์ที่สอนห้องควบคุมมีความรู้สึกลัวว่าการแข่งขันกันขึ้นระหว่างห้องควบคุมและห้องทดลองเพราะทราบว่าจะมีการเปรียบเทียบผลการสอนของสองห้องนี้ จึงไ้เน้นเป็นพิเศในด้านการจับคู่กรณีประกอบการสอน และให้นักศึกษาได้ทำการทดลองมากขึ้น เพื่อที่จะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าวิธีสอนที่ไ้เน้นไม่ไ้ดล่ล่สมัยเกินไปนัก ยังคงมีความถูกต้องตามหลักการสอนและจิตวิทยาในการ เรียนรู้ ด้วยเหตุนี้อาจทำให้กลุ่มควบคุมมีทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นทัดเทียมกับกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ส่วนที่พบว่าการคิดแบบเอกนัยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันนั้นอาจเนื่องมาจากลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนส่วนใหญ่ในทุก ๆ วิชาของระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับชั้นนั้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ คือกำหนดสถานการณ์ให้แล้วให้เลือกหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวจากหลาย ๆ ตัวเลือกที่กำหนดให้ และจากนิยามปฏิบัติการการคิดแบบเอกนัยก็คือการคิดหาสิ่งที่ถูกต้องตามความเป็นจริงจากสิ่งเร้า ๆ หลาย ๆ อย่างที่กำหนดให้ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่านักศึกษได้รับการฝึกได้คิดแบบเอกนัยโดยทางอ้อมมาก่อนแล้วจากก ารทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ดังนั้นการสอนทั้งสองแบบจึงส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

มีการคิดแบบเอก-สูงขึ้นกว่าเดิม และเพิ่มขึ้นในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

และการที่พบว่าความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันนั้นอาจเป็นเพราะว่า ความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์สูงกับการประสบความสำเร็จในการทำสิ่งต่างๆ (สมาคมเพื่อการศึกษาดึกแดงอเมริกา ๑๙๕๖:๑๘๕-๑๘๖) ถึงแม้ว่าการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น สิ่งซึ่งบอกถึงความสำเร็จในการเรียนก็คือการดำเนินการทดลอง การค้นพบความสัมพันธ์ และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ แต่เพียงอย่างเดียว แต่การสอนแบบเดิมก็เน้นหนักในด้านการทดลองดังที่โคอีปรายไว้ในเรื่องทักษะเบื้องต้นของชบวนการวิทยาศาสตร์ ดังนั้นคะแนนผลสัมฤทธิ์จึงลดน้ำหนักความสำคัญในการเป็นสิ่งซึ่งบอกความสำเร็จในการเรียนลงไป ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่านักกักกันทั้งสองกลุ่มยึดถือเอาสิ่งเดียวกันเป็นเกร็ดมีอรรถความสำเร็จในการเรียน และเมื่อพิจารณาโดยรวม ๆ แล้วการทำทดลองและความสำคัญของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก็มีอยู่ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันเท่าใดนักทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ดังนั้นจึงทำให้ไม่พบความแตกต่างในความเชื่อมั่นในตนเองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ส่วนการที่พบว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน เป็นการค้นพบที่สอดคล้องกับ การศึกษาของสตาาร์ (Starr, 1971:070617) ที่พบว่า การใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่ได้พัฒนาทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อวิชาชีววิทยาให้ดีขึ้นแต่อย่างใด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าวิธีสอนแบบต่าง ๆ ไม่ส่งผลต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้การที่การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันนั้นอาจเนื่องมาจาก การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพประกอบไปด้วย การอธิบายความสำคัญของตัวแปร การทำนาย และการควบคุมหรือนำไปใช้ ซึ่งเป็นสมรรถภาพทางสมองที่สูงกว่าการสังเกตธรรมดา แต่กลุ่มทดลองนั้นก็ได้รับการสอนแบบเดิมมาเป็นเวลานานทำให้เกิดความคุ้นเคยกับการยอมรับความรู้จากครูสอนโดยตรงโดยไม่ได้อภิปรายความรู้นั้นอย่างถ่องแท้ ฉะนั้นช่วงเวลาในการฝึกฝนให้เกิดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีคุณภาพสูงห้วงระยะเวลา ๒ ภาคเรียนจึงอาจจะสั้นเกินไปไม่เพียงพอที่จะทำให้สามารถคิดแบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีคุณภาพสูงได้ จึงทำให้ไม่พบความแตกต่างในการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ข้อเสนอแนะ

๑. ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

๑.๑ เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน สูงขึ้นกว่าวิธีสอนแบบเดิม จึงควรที่จะให้นำวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาต่อไป

๑.๒ ควรจะได้ปรับปรุงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ของระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาโดยเน้นในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันให้มากขึ้น และในค่านี้อาจหาเน้นไม่ควรที่จะให้ซ้ำกับที่กำหนดไว้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมากนัก ขณะเดียวกันก็ควรที่จะเน้นหนักความสำคัญของ เนื้อหาแต่ละตอน ตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น

๑.๓ ควรจะเน้นหนักให้นักศึกษาได้ฝึกฝนการใช้และสร้างอุปกรณ์อย่างง่าย ๆ สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

๑.๔ ควรจะส่งเสริมให้นักศึกษาได้เรียนรู้และทดลองสอนวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิธีสอน

๒. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย

๒.๑ ถ้าจะมีการวิจัยในเรื่องนี้ต่อไป ผู้ทำการวิจัยควรจะได้ทดลองทั้งห้องควบคุมและทดลอง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาในการดำเนินการทดสอบในกรณีมีแบบทดสอบหลายฉบับและการควบคุมวิธีสอนแบบเดิมให้ตรงตามความเป็นจริง

๒.๒ ควรยืดเวลาทำการวิจัยเรื่องนี้ให้ยาวออกไปเป็น 3 ภาคเรียน เพื่อตรวจสอบผลที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้เวลานานขึ้นดังที่ได้อภิปรายไว้

๒.๓ เนื่องจากทักษะการสังเกตของนักศึกษาอยู่ในระดับต่ำมาก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นผู้สอนจึงควรให้นัก

นักศึกษาได้ฝึกฝนการสังเกตให้มากเป็นพิเศษ

๒.๔ ในระยะต้น ๆ ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น นักศึกษามักจะไม่สามารถจดเนื้อหาที่เรียนไปได้ ทำให้เกิดความวิตกกังวลสูง ผู้สอนจึงควรช่วยเหลือในการเรียบเรียงเนื้อหาให้นักศึกษาเป็นพิเศษภายหลังที่ดำเนินการสอนจบชั้นไปแล้ว

๒.๕ ในระยะต้น ๆ ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น นักศึกษาไม่คุ้นเคยกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ไม่สามารถที่จะค้นพบความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ทำให้เกิดความท้อใจในการเรียน ผู้สอนจึงควรใช้คำถามประเภทสังเกตให้มาก และให้ติดต่อกันเป็นอย่างดี และเน้นในคำถามที่จะนำไปสู่การค้นพบเป็นพิเศษ

๒.๖ ในการทดลองนั้นควรจะให้ นักศึกษาทุกคนได้มีส่วนร่วมในการดำเนินการด้วยตนเอง เพื่อที่จะสังเกตได้ดีขึ้น และสามารถค้นพบความสัมพันธ์ได้ง่ายขึ้น

๒.๗ ควรที่จะให้นักศึกษาทุกคนได้รวมในการค้นคว้าหาข้ออธิบาย โดยการถามให้ทั่วถึง โดยเฉพาะเจาะจงอยู่ที่คนเก่งชอบไขว่คว้าหาให้ชัดเจนเร็วเท่านั้น

๒.๘ ผู้สอนไม่ควรจะตัดสินว่าคำตอบของนักศึกษาถูกหรือผิด แต่ควรให้นักศึกษาค้นคว้าพิจารณาว่าคำตอบนั้นเป็นอย่างไร

๒.๙ การบ้านที่ให้นักศึกษาทำนั้น ควรเน้นหนักไปในด้านการทำนาย และนำไปใช้เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้ค้นคว้านอกห้องเรียนเพิ่มเติมมากขึ้น

บรรณานุกรม

เกรียงศักดิ์ พราวศรี ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย การฝึกแบบเอกนัย และการสร้างบโนภาพ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๖, ๑๓๖ หน้า.

ณัฏฐ์ วิโรจน์ไกรเรือง การวิจัยเรื่องการจำและการลืมของเอมบิงเฮาส์ ๒๕๑๖, ๒๓ หน้า (อัครสำเนา)

บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวน(Inquiry) กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๔, ๗๒ หน้า.

พรพิมล เฟื่องศรีทอง การศึกษาเปรียบเทียบบุคลิกภาพของครูกับนักวิทยาศาสตร์ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๔, ๒๔๗ หน้า.

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา พระนคร ๒๕๑๓, ๗๔ หน้า.

ไพฑูรย์ สีนลารักษ์ "การศึกษาในปัจจุบัน: แนวโน้มแห่งการทำลายบุคคลและสังคม" สังคมศาสตร์ปริทัศน์ ๔ : ๒๐ - ๒๔, ตุลาคม ๒๕๑๔.

รชฏ กาญจนวนิชย์ "ทัศนคติวิทยาศาสตร์" ปัจจุบันและอนาคตของสังคมไทย หน้า ๒๔๔ - ๒๔๖ สมาคมนิสิตเกาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์ ๒๕๑๔.

วรรณวิภา ทองจอก ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่ออาชีพครู วินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและการสอน ของนิสิตฝึกสอนวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก ปรินทิพนิพนธ์ กศ. ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๗, ๗๐ หน้า

วิรัช วัชรไชติ "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน : วิธีสอนให้คิด" พัฒนาวิทย์ ๗ ๒๕๑๔, หน้า ๔๖ - ๖๐.

วิรัช วัชรไชติ รายงานผลการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒๕๑๕, ๒๐ หน้า (อัครสำเนา)

วิรัช วัชรไชติ การสอนประชาธิปไตยในโรงเรียน ๒๕๑๗, ๔ หน้า (อัครสำเนา)

วิรัช วัชรไชติ และ นวลัทธ์ วิเชียรไชติ อารยประชาธิปไตย บริษัทประชาชนจำกัด กรุงเทพฯ ๒๕๑๗, ๑๒๕ หน้า.

✓ ฉบับ รุจิรวรรณ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัย วิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี ๒๕๑๖, ๘๓ หน้า.

สามารถ ธีรจันทร์ ผลของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อพฤติกรรมในชั้นเรียน ของนักเรียน ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี ๒๕๑๖, ๑๘๓ หน้า.

✓ หนู ประธาน การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการ- ศึกษาระดับปริญญาตรี ๒๕๑๖, ๑๘๓ หน้า.

อรทัย เกรซสุลักโก การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับความคิดแบบ อื่นๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี ๒๕๑๘, ๘๓ หน้า.

Aiken, Lewis and Aiken, Dorothy, "Recent Research on Attitudes Concerning Science," Science Education, 53(4) : 295 - 305, October 1969.

American Association for the Advancement of Science, Science - A Process Approach, AAAS/ZEROX Corporation, 1970, 316 pp.

Australian Science Education Project (ASEP), Newsletter, 2:4 November 1970.

Baruch, D., How Ways in discipline, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1949, 280 pp.

Blair, Glenn Myers, Educational Psychology, The Macmillan Company, New York, 1968, 650 pp.

Brockenridge, Marian Edgar, Child Development, W.D. Saunders Company, London, 1955, 497 pp.

- Butrow, John W., "The Process Learning Components of Introductory Physical Science : A Pilot Study," Research in Education, Vol.6, No.10, October 1971, 85 pp.
- Cart er, J.C., "The Authoritarian VS the Inquiry Approach," School Science & Mathematic, 33(6) : 36-39, February 1968.
- Child Study Association of America, Our Children Today, The Viking Press, New York, 1952, 366 pp.
- Cole, Henry, "An Interpretation of the Science--A process Approach Objectives in terms of Existing Psychological and Experimentation," Research in Education, Vol. 6, No. 8, August 1971, 20 pp.
- Dugger, James A., "A Study of Measurable Personal Factors of Leaders and Non - Leaders Among University Women ;" Dissertation Abstract, 30 : 1817 - A, 1969.
- Ferguson, G., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw Hill Book Co., New York, 1971, 492 pp.
- Fyffe, Darrel Wayne, The Development of Test Items for the Integrated Science Processes : Formulating Hypothesis and Devining Operationally, Research in Education, Vol. 8, No. 4, April 1973, 89 pp.
- Garrett, H.E., Statistics in Psychology and Education, Vakans, Peffer and Simons Privated Ltd., Bombay, 1966, 491 pp.
- Good, Carter V., Dictionary of Education, McGrawHill Book Co., New York, 1959, 676 pp.
- Grover, Burton L., "Prediction of Achievement in Divergent and Convergent Learning Situation," The Journal of Educational Research, 59 : 9, 1966, 402 - 405 pp.

- Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw - Hill Books Co., New York, 1965, 633 pp.
- Klausmeier, Herbert J., and Ripple, Richard E., Learning and Human Abilities : Educational Psychology, Harper and Row, Publisher, New York, 1971, 180 pp.
- Kolebas, Patricia, "The Effects on the Intelligence, Reading, Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students who have Participated in Science - A Process Approach Since First Entering School", Dissertation Abstract, Vol. 32, No. 8, February 1972, 4167 A pp.
- Lindquist, E. F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, Houghton Mifflin, Co., Boston, 1956, 393 pp.
- McCormack, Alan J., "Effects of Selected teaching Methods on Creative Thinking, Self-Evaluation, and Achievement of Students Enrolled in an Elementary Science Education Method Course", Science Education, Vol. 55, July-September 1971, 301-306 pp.
- McKay and Cameron, Marion B., "Cognitive Bias In Scottish First-Year Science and Arts Undergraduates" The British Journal of Education Psychology, Vol., 38, Part 3, November 1968, 315-318 pp.
- Okey, James R., and Fiel, Ronald L., Science Process Skills Program, Laboratory for Educational Development (Experimental Edition) Indiana University, Bloomington, Indiana, 1971.
- Phyllis, Polwers Green House, "A Comparison of Selected Personality Traits of Student Teachers and Supervising Teachers", Dissertation Abstracts, 25 : 5764 - A, 1965.

- ✓ Raun and Butts, "The Relationship Between the Strategies of Inquiry in Science and Student Cognitive and Affective Behavioral Change," Current Research in Elementary School Science, The Macmillan Company, New York, 1971, p. 204 - 214.
- Starr, Robert James, "A Study of the Behavioral Outcomes Related to Science Process of Ninth Grade BSCD Students", Research in Education, Vol. 8, No. 4, April 1973, 93 pp.
- Stires, Kenneth Loyd, "Leadership Designation and Perceived Ability as Determinants of Tactical Use of Modesty and Self Enhancement," Dissertation Abstract, 30 : 3551 - A, 1970.
- Suchman, J., Richard, Inquiry Development Program : Developing Inquiry, Science Research Association, Inc., Chicago, 1966, 73 pp.
- Surd and Trowbridge, Leslie W., Teaching Science By Inquiry in the Secondary School, Charles E. Merrill Publishing Co., Ohio, 1967, 357 pp.
- Telford and Sawray, Exceptional Individual ; Psychological and Educational Aspects, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1967, 482 pp.
- Wiggins, Jerry S. and others, The Psychology of Personality, Addison Wesley, 1971, 705 pp.
- Yanagidate, May Darto, "A Study in Student Attitude Change Resulting from Non-Sequential Curriculum Modification Measured By Semantic Differential", Vol. 7 , No. 7, July 1972, 115 pp.

ភាគដង្វក

ตัวอย่างโครงงานการสอนเรื่องกับเสียง

1	2	3	4	5
โครงสร้าง หน่วย	อันดับ	การทดลอง	วัตถุประสงค์	ทักษะ ของ ผู้เรียน
Model C	2	1. ศึกษาสาระ สำคัญ ของ บทเรียน โดย ศึกษา จาก สื่อ ต่าง ๆ ที่ มี ใน บทเรียน 2. ศึกษา บทเรียน โดย ศึกษา จาก สื่อ ต่าง ๆ ที่ มี ใน บทเรียน 3. ศึกษา บทเรียน โดย ศึกษา จาก สื่อ ต่าง ๆ ที่ มี ใน บทเรียน	1. ศึกษา สื่อ ต่าง ๆ ที่ มี ใน บทเรียน 2. ศึกษา บทเรียน โดย ศึกษา จาก สื่อ ต่าง ๆ ที่ มี ใน บทเรียน 3. ศึกษา บทเรียน โดย ศึกษา จาก สื่อ ต่าง ๆ ที่ มี ใน บทเรียน	1. การ สังเกต 2. การ วัด 3. การ สรุป 4. การ ทำ นาย

4	5	6		7	
พฤติกรรมที่คาดหวัง	ผู้ประเมิน บางคนๆ	พฤติกรรมที่สอดคล้องกับที่คาดหวัง		พฤติกรรมที่สวนทางกับที่คาดหวัง	
		พูด	ทำ	พูด	ทำ
-สามารถชี้แจงหรืออธิบายความต้องการเพื่อวัดความยาวมากและเวลาได้ -สามารถปฏิบัติตามเพื่อคำนวณหาจำนวนอันหนึ่งจากการวัด -แสดงออกถึงสนใจที่จะเรียนรู้ในระหว่างของคลาต่าง ๆ ที่สังเกตได้ -สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นโดยการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรออกไป -นอกเหนือขอบเขตของคลาต่าง ๆ ที่สังเกต		-เข้าใจของของสาย -สนใจและสังเกต -จะมีความละเอียดเป็นอย่างไร -ระดับเสียงสัมพันธ์กับระยะทาง -ความยาวของสายสัมพันธ์อย่างไร 5. คำแนะนำการทดลอง 2 แนวทาง -ระดับเสียงต่างกันหรือไม่ -ความถี่ของสายและการจะเป็นอย่างไรเมื่อระดับเสียงต่างกัน -ในการสังเกตการณ์การขึ้นและลงของสายจะดูอย่างไร 6. ไร 4. คำแนะนำการทดลอง 3 แล้ว ถาม -ระดับเสียงต่างกันหรือไม่			

4	5	6 หลักการการขอใบคัดห่วง		หลักการประเมินผลห่วง
วิธีการเก็บค่าห่วง	ลักษณะห่วง	พูด	ทำ	พูด
- ค่ามาตรฐานค่าการ รูปห่วง - ค่าขาย อุปกรณ์จาก เครื่องมือช่างเหล็ก ได้ 1 ชุด - ค่าการขนส่งค่าการ ส่งเหล็กแต่ละแบบ - ค่าการรูปห่วงของ บน ๆ - ค่าการขนส่ง - ค่าการรูปห่วงของ การจะขอรับหรือ ไม่ขอรับหรือควร ปรับปรุงภายหลังจาก ที่ได้ส่งเหล็กเป็นเดิม - ค่าการบริการทาง วิชาการต่าง ๆ		การจะไม่อย่างใด ๆ หรือจะ เสียต่างกัน - ในการขอใบห่วงอยู่ด้วย 5. ครูชี้แจงให้เด็กเรียนรู้ว่า การรู้ตัวว่าห่วงว่านักเรียนรู้จะ สรุปเป็นความรู้ได้อย่างไร 6. เมื่อเด็ก 2 ห่วงมาถาม เด็กจะสนใจหรือไม่ การแต่ต่างไปจากเดิม ๆ เหนือด้วยที่จะ ทดสอบและทดสอบจะ เสียเป็นอย่างไร 7. เราจะถามกับระดับเสียงของ เครื่องดนตรีชนิดใด อย่างไร 8. เราจะถามกับระดับเสียงของ เครื่องดนตรีชนิดใดอย่างไร		ทำ

[illegible]

[illegible]

แบบทดสอบทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

ควรทำความเข้าใจคำชี้แจงนี้ก่อนลงมือทำข้อสอบ

๑. ข้อทดสอบนี้มุ่งที่จะวัดความชำนาญหรือทักษะต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบ ๑ ชุด ภาระคำตอบ ๑ แผน และภาระทศ ๑ แผน

๒. ข้อสอบมี ๓๐ ข้อ ให้เวลาทำ ๕๕ นาที บางข้ออาจยากบางข้ออาจง่าย นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อหนึ่งข้อใดมากเกินไป ถ้าไม่แน่ใจอาจเดาได้ โดยไม่เสียคะแนนติดลบถ้าเดาผิด

๓. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย X บนตัวอักษรตรงกับข้อที่เลือกในภาระคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ (๐) ถ้าแรงโน้มถ่วงของโลกลดลงกว่าปัจจุบัน ผลจะเป็นอย่างไร

ก. วัตถุจะเบาลง

ข. วัตถุจะตกเร็วขึ้น

ค. น้ำจะบินไต่ต่ำลงกว่าเดิม

ง. ผิวโลกจะมีอากาศมากขึ้น

จ. คนจะกระโดดไต่ต่ำลงกว่าเดิม

ในที่นี้คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือ ข้อ ก. วัตถุจะเบาลงนักเรียนจึงควรเลือกข้อ ก. และทำเครื่องหมาย X ลงบนอักษร ก. ในภาระคำตอบในข้อที่ต่างกัน ดังนี้

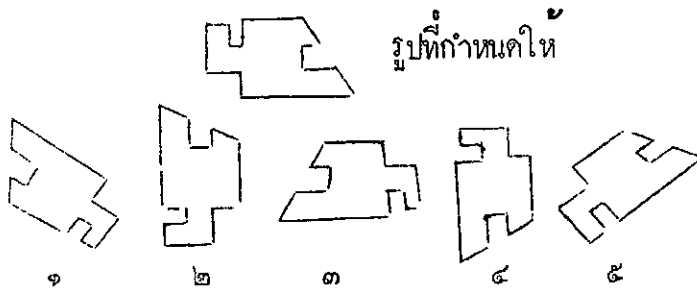
ข้อ (๐) ~~ก.~~ ข. ค. ง. จ.

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ นักเรียนขีดฆ่าคำตอบเดิมออกเสียก่อน ดังตัวอย่าง นักเรียนเปลี่ยนจากคำตอบ ข. เป็นคำตอบ ง.

ข้อ (๐๐) ก. ข. ค. ~~ข.~~ จ.

หมายเหตุ ข้อในภาระคำตอบทั้งในแบบทดสอบต้องตรงกัน ถ้ามีปัญหอะไรขอให้ถามผู้คุมสอบก่อนลงมือทำ

๑. จากภาพ รูปไหนมีรูปร่างเหมือนกับรูปที่กำหนดให้



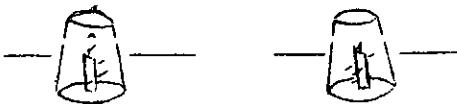
- ก. ๑
- ข. ๒
- ค. ๓
- ง. ๔
- จ. ๕

๓. ข้อใดบ้างที่บรรยายสิ่งที่สังเกตได้จากภาพนี้



- ก. ฝนกำลังตก
- ข. อากาศร้อนมาก
- ค. ร่มนั้นสีแดง
- ง. แดดกำลังออก
- จ. ร่มกำลังกาง

๒. จากภาพการทดลองดังต่อไปนี้ ข้อใดเป็นการ
บรรยายสิ่งที่สังเกตได้โดยตรง



ภาพที่ ๑ เริ่มทดลอง ภาพที่ ๒ หนึ่งนาทีต่อมา

- ก. เห็นในภาพที่ ๒ ไม่มีเปลวไฟ
- ข. ไม่มีออกซิเจนในแก้วในภาพที่ ๒
- ค. ภายในแก้วในภาพทั้งสองมีไอน้ำเท่ากัน
- ง. อากาศร้อน ขยายตัวและลอยตัวสูงขึ้น
- จ. มีคาร์บอนไดออกไซด์ในแก้วในภาพที่ ๒
มากกว่าในแก้วภาพที่ ๑

๔. จากการทดลองครั้งหนึ่ง พบปฏิกริยาระหว่างของเหลวกับแป้งชนิดต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ชนิดของแป้ง ของเหลว	ชนิดที่ ๑	ชนิดที่ ๒	ชนิดที่ ๓
ขวดที่ ๑	เกิดฟอง	สีเปลี่ยน	ไม่ตกตะกอน
ขวดที่ ๒	เกิดฟอง	สีไม่เปลี่ยน	ไม่ตกตะกอน
ขวดที่ ๓	ไม่เกิดฟอง	สีไม่เปลี่ยน	ไม่ตกตะกอน
ขวดที่ ๔	ไม่เกิดฟอง	สีไม่เปลี่ยน	ตกตะกอน

จากตารางนี้ ลักษณะที่เกิดขึ้นมีอะไรบ้าง

ขวดที่ ๑ ต่างกับของเหลวขวดที่ ๒ เมื่อผสมกับแป้งทั้ง ๓ ชนิด

- ก. การเกิดฟอง
- ข. การตกตะกอน
- ค. การเปลี่ยนสี
- ง. การเกิดฟองและการตกตะกอน
- จ. การเปลี่ยนสี และการตกตะกอน

๕. สัตว์ต่อไปนี้ คือ นกแก้ว ไก่ เป็ด มีอะไรที่เหมือนกัน

- ก. บินได้ก็พอ ๆ กัน
- ข. จำนวนปีกเท่ากัน
- ค. สืบพันธุ์ด้วยการออกไข่เหมือนกัน
- ง. มีจะงอยปากรูปร่างเหมือนกัน
- จ. ขอ ข. และ ค.

๖. ที่ตลาดแห่งหนึ่งมีเค้กหนึ่ง และหนึ่งสาวอายุตั้งแต่ ๕-๒๕ ปี และมีเค้กขายกับชายหนุ่มอายุ ๕-๒๕ ปี เราจะแบ่งพวกคนเหล่านี้ได้อย่างไร

- ก. คนหนุ่มกับคนสาว
- ข. เค้กขายกับเค้กหนึ่ง
- ค. ผู้ชายกับไม่ใช่ผู้ชาย
- ง. หนุ่มสาวกับเด็กชาย
- จ. ถูกหมดทุกข้อ

๗.  ถ้าสิ่งนี้เรียกว่า "สัตว์" และภาพที่ ๓ ของข้างล่างนี้เรียกว่า "สัตว์" ด้วยอะไรคือลักษณะสำคัญของ "สัตว์"



- ก. ลักษณะของเส้นรอบรูป
- ข. เส้นที่มีลักษณะคล้ายหนวดของรูป
- ค. สีของจุดในรูป
- ง. ตำแหน่งของจุดในรูป
- จ. ขอ ค. และ ง.

๔. สิ่งของในข้อใดที่จะใช้หาความยาวของเส้นข้างล่างนี้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

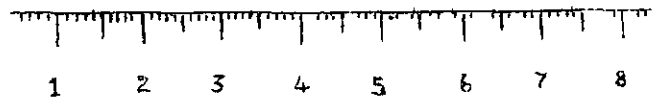


- ก. ไมมรรทัดกับวงเวียน
- ข. วงเวียนกับคานเส้นเล็ก
- ค. คานเส้นเล็ก ๆ กับเหรียญ ๑ เหรียญ
- ง. เหรียญ ๑ เหรียญกับวงเวียน
- จ. คานเส้นเล็ก ๆ กับไมมรรทัด

๕. เด็กชายคำใช้ไมมรรทัดขนาด ๑ ฟุตวัดความยาวของโต๊ะตัวหนึ่งได้ ๕๕.๔ เซนติเมตร เด็กชายขาวใช้ไมมรรทัดขนาด ๑ เมตร วัดความยาวของโต๊ะตัวเดียวกันได้ ๕๕.๒ เซนติเมตร เหตุที่เด็กทั้งสองคนวัดความยาวของโต๊ะตัวเดียวกันได้ไม่เท่ากัน น่าจะเป็นเพราะข้อใดมากที่สุด

- ก. โต๊ะคานนั้นยาวไม่ถึง ๑ เมตร
- ข. อาจจะเป็นเพราะมุมของการอ่านตัวเลขบนไมมรรทัดของเด็กทั้งสองต่างกัน
- ค. เด็กชายคำตองใช้ไมมรรทัดขนาด ๑ ฟุต วัดหลายครั้งอาจจะผิดพลาดได้
- ง. คำหรือขาวคนใดคนหนึ่งสายตาผิดปกติ
- จ. อาจจะเป็นข้อ ข. หรือ ค. หรือทั้งสองข้อ

๑๐.



จากภาพนี้ แมเหล็กยาวกี่เซนติเมตร

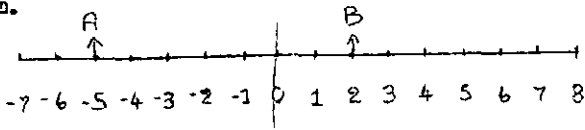
- ก. ๕.๕ ซม.
- ข. ๕.๗ ซม.
- ค. ๖.๓ ซม.
- ง. ๖.๗ ซม.
- จ. ๗.๗ ซม.

๑๑.

ต่อไปนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับอัตราเร็วและระยะทาง

- ก. พื้นที่ กับปริมาตรของน้ำ
- ข. ความยาวและความหนาของตู้โทรศัพท์
- ค. อัตราเร็วและระยะทางในการวิ่งแข่งขึ้น
- ง. อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนต้องแห้งเผาไฟ
- จ. ความจุและความสูงของกระบอกควง

๑๒.



จากภาพนี้ ถ้าท่านเดินจากจุดเริ่มต้น มาถึงจุด A แล้วเดินกลับไปถึงจุด B ระยะทางที่ท่านเดินได้ทางจากจุดเริ่มต้นเท่าใด

ก. $-5 - 0 - 2$

ข. $-5 - 7$

ค. $-5 + 5 + 2$

ง. $5 + 0 - 2$

จ. $5 - 7$

๑๓. เอาผงสีแดง ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในน้ำ ๔๔ ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน แล้วเอาน้ำสีนี้ ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร ไปผสมกับน้ำ ๔ ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าถามว่าน้ำผสมสองครั้งจะมีสีเข้มเท่าไร เป็นสี เป็นเศษส่วนเท่าไร ของน้ำสี

ก. $๑/๑๐๐๐$

ข. $๑/๑๑๐$

ค. $๑/๑๐$

ง. $๑/๑๐๐$

จ. $๒/๑๐๐๐$

๑๔. สร้อยมุกขเส้นหนึ่งมีมุกขเม็ดขนาดเท่า ๆ กัน นับจำนวนได้ ๓๐ เม็ด ซึ่งมีมวลรวมกันได้ ๑๕ กรัม มุกขเม็ดหนึ่ง ๆ ควรจะมีมวลประมาณกี่กรัม

ก. ๔๕๐ กรัม

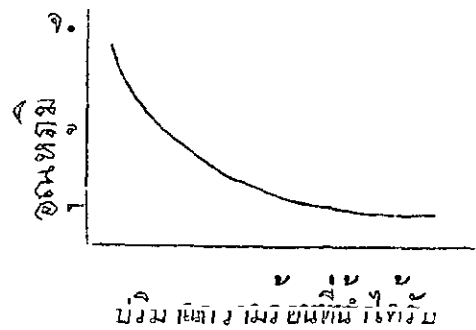
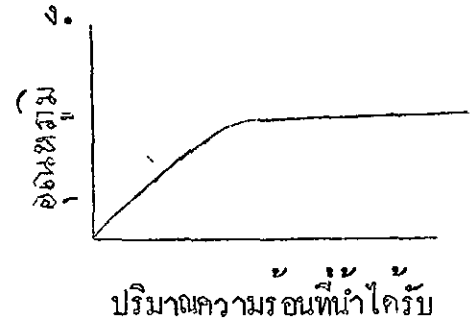
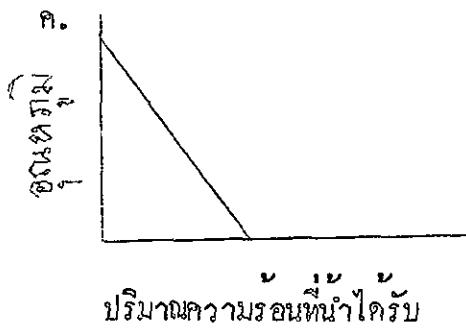
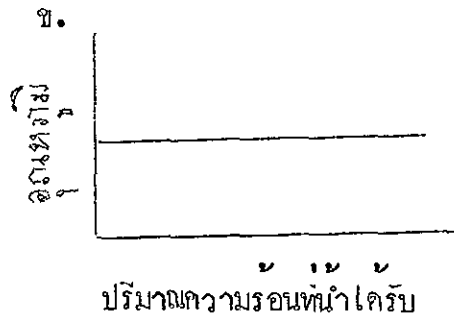
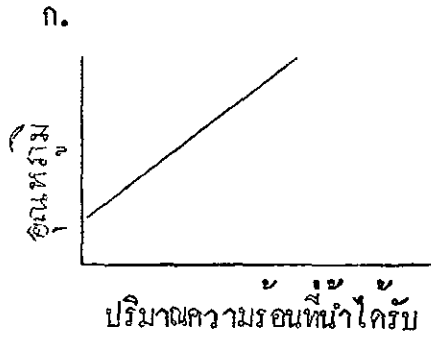
ข. ๔๕ กรัม

ค. ๑๕ กรัม

ง. ๒.๐ กรัม

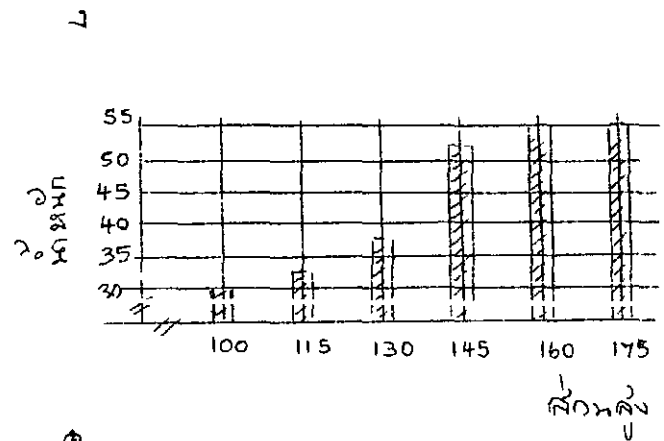
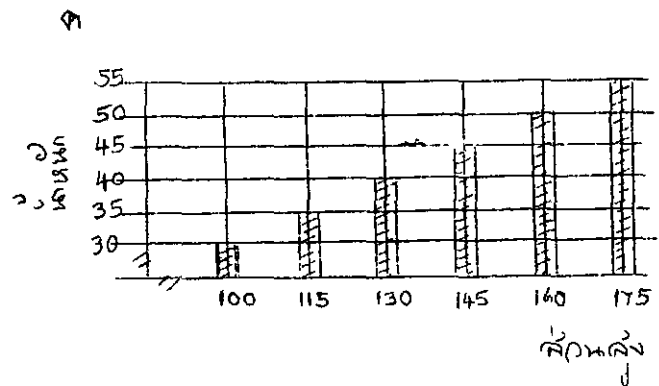
จ. ๐.๕ กรัม

๑๕. ท่อต่อไปนี้กราฟข้อใดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิยังไม่เดือด

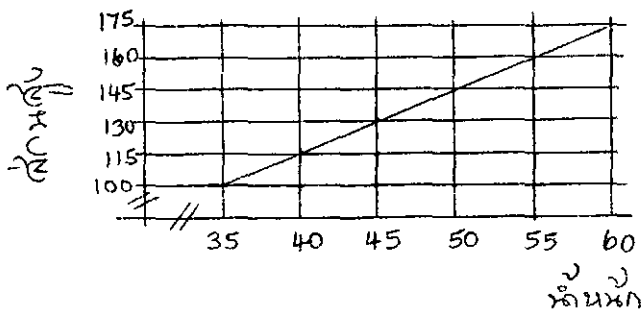


๑๖. ในตารางต่อไปนี้แสดงส่วนสูงและน้ำหนักของเด็กชาย ๖ คน กราฟรูปใดที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในตารางที่กำหนดให้

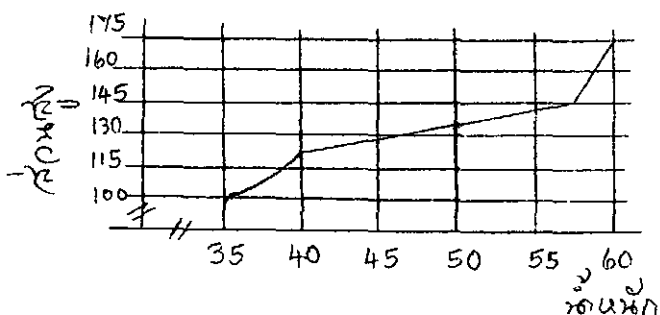
คนที่	ส่วนสูง (ซ.ม.)	น้ำหนัก (กก.)
๑	๑๐๐	๓๐
๒	๑๑๕	๓๕
๓	๑๓๐	๔๐
๔	๑๔๕	๔๕
๕	๑๖๐	๕๐
๖	๑๗๕	๕๕



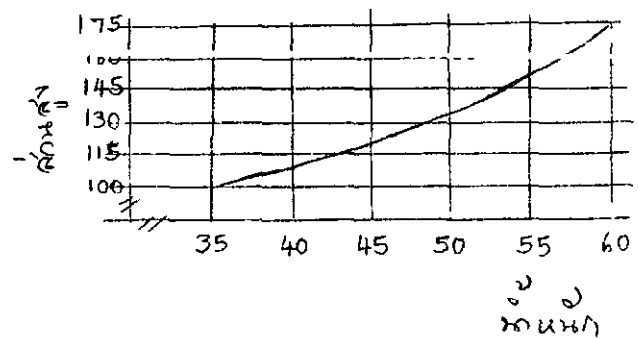
๕



๖

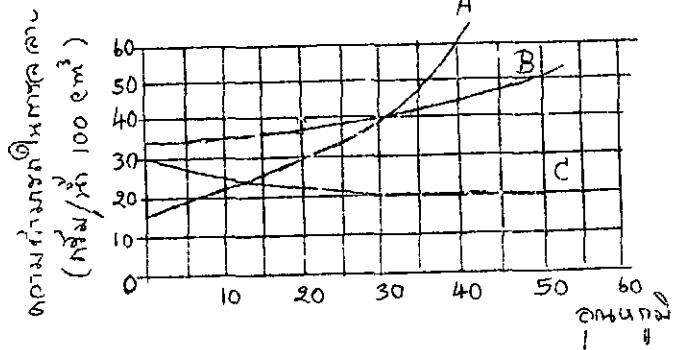


๗



๑๗. กราฟต่อไปนี้แสดงความสามารถในการละลาย
ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิระดับต่าง ๆ ของสาร

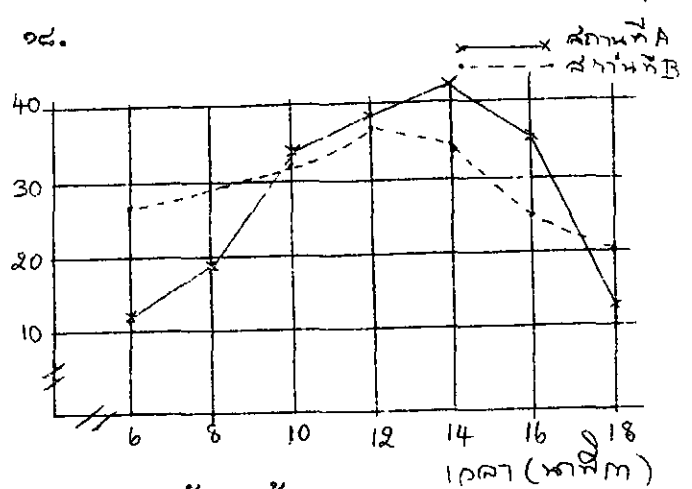
๓ ชนิด คือ A, B และ C



สารชนิด C จะสามารถละลายในน้ำ 100 cm^3
ที่อุณหภูมิ 30°C ได้มากที่สุดกี่กรัม

- ก. ๕ กรัม
- ข. ๔ กรัม
- ค. ๒๐ กรัม
- ง. ๓๔ กรัม
- จ. ๕๕ กรัม

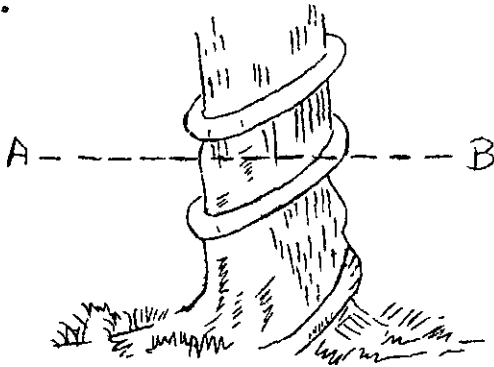
๑๘.



กราฟนี้บอกให้เราทราบอะไร

- ก. ในเวลา ๖ นาฬิกา สถานที่ A มี
อุณหภูมิสูงกว่าสถานที่ B
- ข. เวลา ๑๔ นาฬิกา สถานที่ A มีอุณหภูมิ
สูงกว่าสถานที่ B
- ค. วันที่วัดนี้เป็นวันหนึ่งในฤดูร้อน
- ง. ในเวลา ๑๒ นาฬิกา อุณหภูมิทั้งสองแห่ง
ต่างกันน้อยกว่าในเวลา ๖ และ ๑๔
นาฬิกา
- จ. สถานที่ B มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก

๑๙.



ถ้าตัดตามแนว AB หน้าตัดของท่อจะมีลักษณะ
อย่างไร

ก.



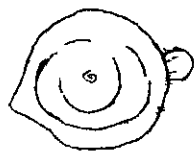
ข.



ค.



ง.



จ.



๒๐. สมมุติว่าตำรวจขับรถไล่ตามคนร้ายด้วยความเร็ว
๑๐๐ กม.ต่อชั่วโมง รถคนร้ายแล่นไปด้วยความ
เร็ว ๘๖ กม.ต่อชั่วโมง กรณีใดที่รถตำรวจจะ
ตามทันรถคนร้าย ถ้าคนร้ายออกจากรถวงแหวน
ตำรวจไป ๑๕ นาที และรถทั้งสองแล่นด้วย
ความเร็วสม่ำเสมอ

ก. เมื่อรถตำรวจวิ่งไปได้ ๕๕๕ กม.

ข. เมื่อรถตำรวจวิ่งไปได้ ๔ ชั่วโมง

ค. เมื่อรถตำรวจวิ่งไปได้ ๖ ชั่วโมง

ง. เมื่อรถตำรวจวิ่งไปได้ ๖๐๕ กม.

จ. ไม่มีข้อใดถูก

๒๑. ถ้าเอาแผ่นโลหะรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังภาพ ซึ่ง
มีแกน AB เสียบลงในซี่งัดแล้วหมุน ๑ รอบ รอบ
แกน AB เนื้อของซี่งัดจะถูกตัดออกเป็นรูปอะไร



ก. ปริซึม

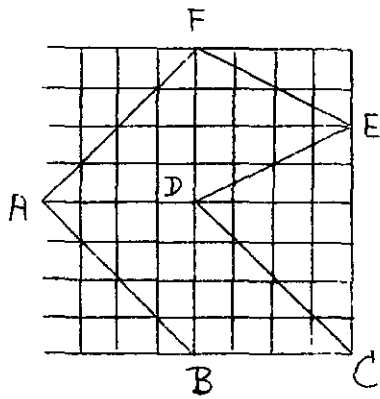
ข. ลูกบาศก์

ค. ทรงกระบอก

ง. ทรงกระบอกผ่าซีก

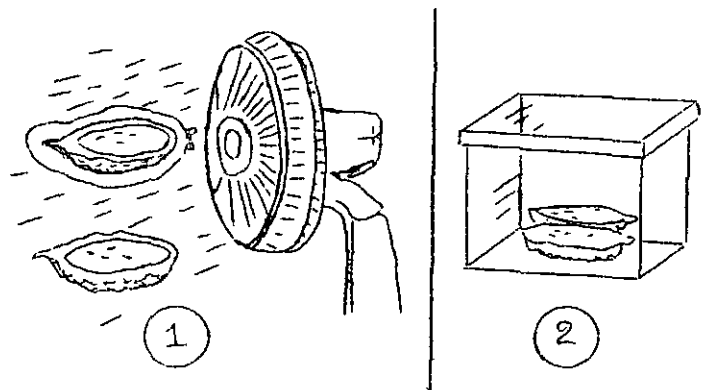
จ. กลองสี่เหลี่ยมผืนผ้า

๒๒. พื้นที่ในรูปสี่เหลี่ยม ABCDEF เป็นกี่ตารางหน่วย

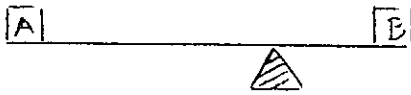


- ก. ๓๐
- ข. ๓๑
- ค. ๓๒
- ง. ๓๓
- จ. ๓๔

๒๓. จากการสรุปที่ว่า "ความชื้นที่อุบรอบ ๆ ผลมะระ
เผาะครั้ง มีส่วนทำให้น้ำหนักของผลมะระเผาะครั้งนั้น
เปลี่ยนแปลงไป" เมื่อคุณภาพทั้งสองต่อไปนี้แล้ว
ขอความใดน่าจะถูกต้องมากที่สุด



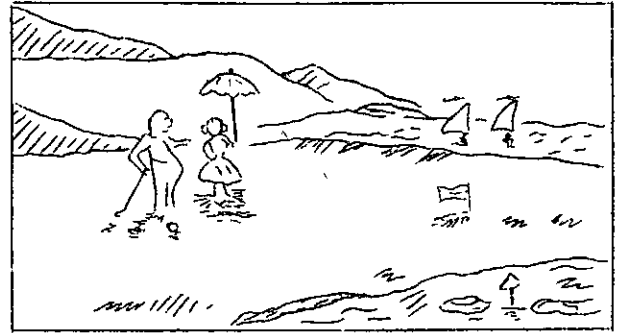
- ก. สถานการณ์ในภาพ ๑ สนับสนุนการสรุปนั้น
- ข. สถานการณ์ในภาพ ๒ สนับสนุนการสรุปนั้น
- ค. สถานการณ์ในภาพทั้งสองสนับสนุนการสรุปนั้น
- ง. สถานการณ์ในภาพ ๑ ถ้าเอาถุงพลาสติกออก
จะสนับสนุนการสรุปนั้น
- จ. ทั้งสองสถานการณ์นำมาใช้สนับสนุนการสรุป
นั้นไม่ได้



จากภาพนี้ถ้าน้ำหนักสมดุล เราจะสรุปเกี่ยวกับวัตถุ A และ B ได้อย่างไร ถ้าวัตถุ A มีขนาดเท่ากับวัตถุ B และคานก็สมดุล

- ก. A และ B เป็นวัตถุชนิดเดียวกัน แต่ A หนักกว่า B
- ข. A และ B เป็นวัตถุต่างชนิดกัน แต่ A หนักเท่ากัน B
- ค. A และ B เป็นวัตถุชนิดเดียวกัน แต่ A เบากว่า B
- ง. A และ B เป็นวัตถุชนิดเดียวกัน แต่ B หนักกว่า A
- จ. A และ B เป็นวัตถุต่างชนิดกัน แต่ A เบากว่า B

ภาพต่อไปนี้ใช้ตอบปัญหาข้อ ๒๕ - ๒๖



๒๕. สภาพทั่วไปของอากาศในภาพเป็นอย่างไร

- ก. ลมแรงจัด
- ข. แดดจัด
- ค. ฝนจะตก
- ง. อากาศหนาว
- จ. หมอกจึก

๒๖. ลมพัดมาจากทางใด

- ก. ข้างหลังของคนถือร่ม
- ข. ทางซ้ายของคนถือร่ม
- ค. ทางขวาของคนถือร่ม
- ง. คานหนาของคนถือร่ม
- จ. ไม่มีลม

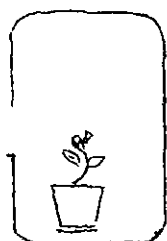
๒๓.

คนที่	ส่วนสูง (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)
๑	๑๐๐	๓๐
๒	๑๑๕	๓๕
๓	๑๓๐	๔๐
๔	๑๔๕	๔๕
๕	๑๖๐	๕๐
๖	๑๗๕	๕๕

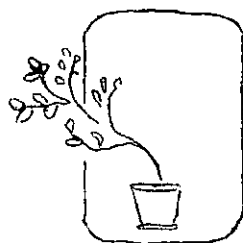
จากตารางนี้ ถ้าเด็กชายคนหนึ่งหนัก ๖๐ กิโลกรัม
เขาจะสูงประมาณกี่เซ็นติเมตร

- ก. ๑๖๗ ซม.
- ข. ๑๘๓ ซม.
- ค. ๑๗๖ ซม.
- ง. ๑๕๑ ซม.
- จ. ๑๗๓ ซม.

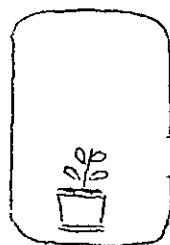
๒๔. เมื่อเอาต้นไม้ต้นหนึ่งใส่ไว้ในกล่อง ซึ่งเจาะรู
ดังในภาพ (๑) สองอาทิตย์ต่อมาต้นไม้จะงอกโตขึ้น
ดังในภาพ (๒)



(๑)

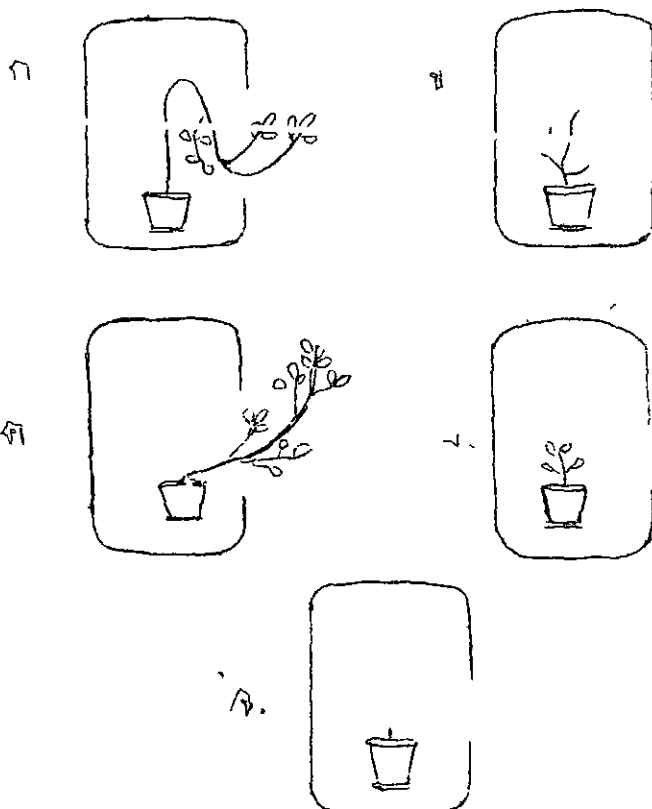


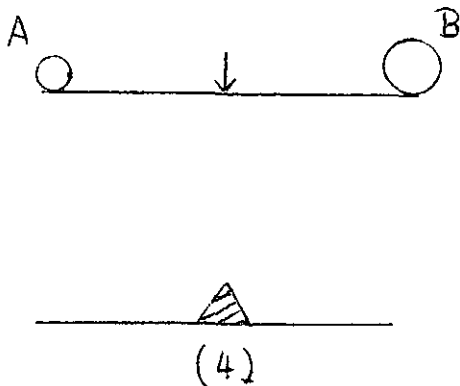
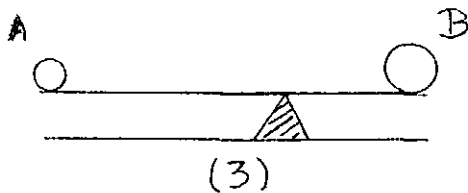
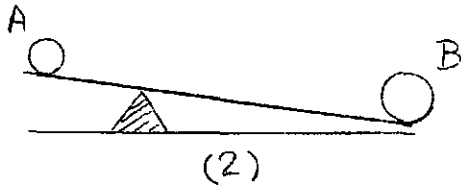
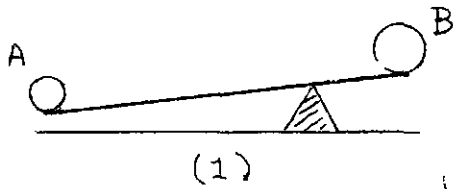
(๒)



(๓)

ถ้าเอาต้นไม้ชนิดเดียวกันไปใส่กล่องดังภาพ (๓)
สองอาทิตย์ต่อมาต้นไม้จะมีลักษณะอย่างไร

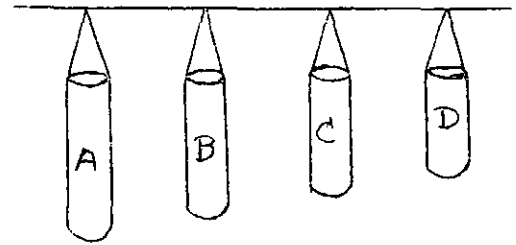




จากภาพที่ ๔ ถ้าวางคานตรงตำแหน่งลูกศรชี้
ลงบนจุดหมุนคานจะเอียงไปทางใด

- ก. คานจะสมดุล
- ข. คานจะเอียงลงทาง A
- ค. คานจะเอียงลงทาง B
- ง. คานจะเอียงไปทาง A แล้วเอียงกลับม
ทาง B
- จ. อาจจะเอียงไปทางใดก็ได้

๓๐. จากการทดลองพบว่า เมื่อค้ำลูกชนิกเดียวกัน
ขนาดโตเท่ากันและซึ่งตั้งเท่ากันสองเส้น เส้นที่
สั้นกว่าจะให้เสียงสูงกว่า ถ้าตัดท่อโลหะอันหนึ่ง
ออกเป็น ๔ ท่อนดังรูป และเคาะควยฆอนเล็ก ๆ
โหวะท่อนใดจะมีเสียงต่ำที่สุด



- ก. ท่อน A
- ข. ท่อน B
- ค. ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เคาะ
- ง. ทุกท่อนจะมีเสียงสูงต่ำเท่ากัน
- จ. ยังสรุปไม่ได้

កំរាតឈ្មោះព្រះពុទ្ធ

១. ពិ	២. ពិ	៣. ទ	៤. ពិ
៥. ទ	៦. ពិ	៧. ទ	៨. ទ
៩. ពិ	១០. ឡ	១១. ឡ	១២. ពិ
១៣. ពិ	១៤. ទ	១៥. ពិ	១៦. ពិ
១៧. ពិ	១៨. ពិ	១៩. ពិ	២០. ពិ
២១. ពិ	២២. ពិ	២៣. ពិ	២៤. ទ
២៥. ឡ	២៦. ឡ	២៧. ១	២៨. ពិ
២៩. ពិ	៣០. ពិ		

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ ๕

คำชี้แจง

๑. ข้อสอบทั้งหมดมี ๔๐ ข้อ ให้เวลาทำ ๖๐ นาที
๒. การตอบให้นักศึกษาอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง
คำตอบเดียวโดยกาเครื่องหมาย X บนตัวอักษรตรงกับข้อที่เลือกในกระดาน
คำตอบ
๓. บางข้ออาจยากบางข้ออาจง่าย นักศึกษาไม่ควรเสียเวลากับข้อหนึ่งข้อใดมากเกินไป
ถ้าไม่แน่ใจอาจเดาได้โดยไม่เสียคะแนนติดลบใด ๆ
๔. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงบนกระดาษคำถาม

๑. ข้อใดต่อไปนี้ที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงได้เพียงอย่างเดียว?

- ก. ปฏิกิริยาเคมี
- ข. ไคนาโมและเซลล์ปรุณภูมิ
- ค. มอเตอร์และเซลล์ทิตินภูมิ
- ง. เจเนอเรเตอร์และเซลล์แห้ง
- จ. โรงไฟฟ้าที่ไร้พลังงานน้ำตก

๒. การที่ขดลวดหมุนรอบแกนที่ขนาบกับสนามแม่เหล็ก ท่านคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นในขดลวดนั้น?

- ก. กระแสตรง
- ข. กระแสสลับ
- ค. เส้นแรงแม่เหล็ก
- ง. ความต้านทานภายใน
- จ. ความต้านทานภายนอก

๓. ทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดจะขึ้นอยู่กับข้อใด?

- ก. จำนวนรอบของขดลวด
- ข. พื้นที่หน้าตัดของขดลวด
- ค. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก
- ง. ความเร็วในการหมุนของขดลวด
- จ. แนวทางการเคลื่อนที่ของขดลวด

๔. ปริมาณของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับข้อใด?

- ก. ความเร็วในการหมุนของขดลวด
- ข. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก
- ค. จำนวนรอบของขดลวด
- ง. พื้นที่หน้าตัดของขดลวด
- จ. ถูกทั้งหมด

๕. ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กผ่านตัวนำด้วยจำนวนคงที่ตลอดเวลา จะเกิดอะไรขึ้นที่ตัวนำ?

- ก. เกิดกระแสตรง
- ข. เกิดกระแสสลับ
- ค. เกิดกระแสเหนี่ยวนำ
- ง. ไม่เกิดกระแสเหนี่ยวนำ
- จ. เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำ

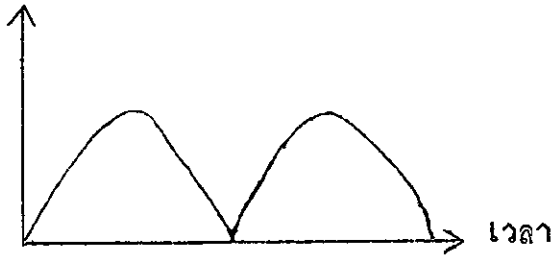
๖. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้ที่สนับสนุนหลักการที่ว่า "พลังงานเปลี่ยนรูปได้"?

- ก. ปลั๊ก
- ข. สวิตช์
- ค. ขดลวด
- ง. แม่เหล็ก
- จ. ไคนาโม

๗. ข้อใดคือข้อแตกต่างระหว่างไคนาโม ๒ Phase และ Phase เดียว?

- ก. ชนิดของประจุ
- ข. ชนิดของกระแส
- ค. ชนิดของแรงเคลื่อน
- ง. ความเร็วของกระแส
- จ. ความเร็วของกระแส

๘. กระแส



กราฟรูปนี้แสดงถึงอะไร?

- ก. กระแสสลับทางเดียว
 - ข. กระแสตรง ๑ Phase
 - ค. กระแสสลับ ๑ Phase
 - ง. กระแสตรง ๒ Phase
 - จ. กระแสสลับ ๒ Phase
๙. ความเร็วของขดลวดในไดนาโมนั้น นอกจากมีผลต่อปริมาณของกระแสที่เหนี่ยวนำแล้ว ยังมีผลต่ออะไรของกระแสที่เหนี่ยวนำอีก?
- ก. ชนิด
 - ข. ความถี่
 - ค. แอมพลิจูด
 - ง. ทิศทางการไหล
 - จ. ความยาวของขดลวด
๑๐. สิ่งใดที่จะต้องเหมือนกันทั้งในขดปฐมภูมิและทุติยภูมิในหม้อแปลงไฟฟ้า?
- ก. กำลังไฟฟ้า
 - ข. ปริมาณกระแส
 - ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ง. จำนวนรอบของขดลวด
 - จ. พื้นที่หน้าตัดของขดลวด

๑๑. ถ้าป้อนกระแสแรงเคลื่อน ๒๒๐ V. เข้าไปที่ขดปฐมภูมิจำนวน ๑๐๐ รอบ ของหม้อแปลงลงที่ขดทุติยภูมิมี ๒๕ รอบ จะได้แรงเคลื่อนออกมาเท่าใด?

- ก. ๕๕ V.
 - ข. ๖๐ V.
 - ค. ๑๑๐ V.
 - ง. ๑๑๕ V.
 - จ. ๑๒๕ V.
๑๒. เหตุใดจึงต้องแปลงแรงเคลื่อนขึ้นที่สูง ๆ ในการส่งไฟฟ้าจากเขื่อนมายังเมืองต่าง ๆ?
- ก. เพื่อให้กระแสวิ่งไปได้ไกล ๆ
 - ข. เพื่อให้เกิดความรบกวนน้อย
 - ค. เพื่อให้ใช้สายไฟเส้นเล็ก ๆ ได้
 - ง. เพื่อลดการสูญเสียพลังงานตามสาย
 - จ. เพื่อให้ประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง
๑๓. การทำงานของฟิวส์ใช้หลักการอะไร?
- ก. กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 - ข. เกิดวงจรลัดเมื่อกระแสไม่ผ่านความต้านทาน
 - ค. สารต่าง ๆ ยอมให้กระแสผ่านได้ไม่เท่ากัน
 - ง. ความต้านทานสูงทำให้เกิดความร้อนมาก
 - จ. สารต่าง ๆ มีจุดหลอมเหลวไม่เท่ากัน

๑๔. ฟิวส์ทำหน้าที่อะไร?

- ก. เป็นสวิตช์ปิดเปิดวงจร
- ข. ควบคุมแรงเคลื่อนในวงจร
- ค. ป้องกันไม่ให้เกิดวงจรลัด
- ง. เป็นสะพานไฟให้กระแสผ่าน
- จ. ป้องกันอันตรายจากการเกิดวงจรลัด

๑๕. ถ้าสายไฟในบ้านใช้เส้นเล็กเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ใช้ฟิวส์ขนาดเล็กลงได้
- ข. เสียพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น
- ค. หลอดไฟไม่สว่างเต็มที่
- ง. ต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามากขึ้น
- จ. เกิดความร้อนสูงจนเป็นอันตรายได้

๑๖. ถ้าหากต่อสวิตช์ขนานกับดวงไฟดวงหนึ่งจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ใช้ปิด-เปิดไฟดวงนั้นไม่ได้
- ข. มีกระแสไฟไหลจากหลอดไฟมากขึ้น
- ค. หลอดไฟมีความต้านทานมากขึ้น
- ง. หลอดไฟจะร้อนมากขึ้นกว่าปกติ
- จ. แสงที่ได้จากหลอดไฟจะกระพริบตลอดเวลา

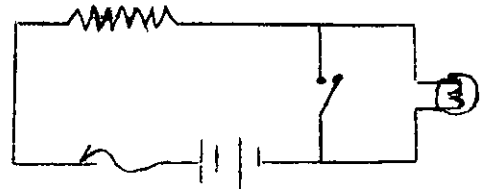
๑๗. ถ้าหากต่อปลั๊กกับดวงไฟดวงหนึ่งแบบอนุกรมแล้วจะเกิดผลอย่างไร เมื่อเปิดหลอดไฟและพัดลมที่เสียบกับปลั๊กนั้น?

- ก. เกิดวงจรลัด
- ข. ฟิวส์ขาดทันที
- ค. หลอดไฟขาดทันที
- ง. มีผลเหมือนกับต่อแบบขนาน
- จ. หลอดไฟสว่างไม่เต็มที่หรือไม่สว่าง

๑๘. เหตุใดเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านประเภทให้แสงสว่างหรือความร้อนจึงต้องต่อแบบขนาน?

- ก. เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนมาก
- ข. เพื่อป้องกันการเกิดวงจรลัด
- ค. เพื่อจะได้ใช้สายเส้นเล็ก
- ง. เพราะแต่ละอันต้องการกระแสเท่า ๆ กัน
- จ. เพราะแต่ละอันต้องการแรงเคลื่อนเท่า ๆ กัน

๑๙.



ในวงจรนี้ อุปกรณ์ที่วัดค่าคือ

- ก. ฟิวส์
- ข. สวิตช์
- ค. หลอดไฟ
- ง. แบตเตอรี่
- จ. ความต้านทาน

๒๐. ถ้าใช้กระแสไฟ ๑ แอมแปร์ กับกาต้มน้ำไฟฟ้าที่มีกำลัง ๔๔๐ วัตต์ กานี้จะต้องใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าใด?

- ก. ๑๑๐ V.
- ข. ๒๒๐ V.
- ค. ๓๓๐ V.
- ง. ๔๔๐ V.
- จ. ๕๕๐ V.

๒๑. ถ้าเสียบค่าไฟฟ้าชนิดละ ๑ บาท ใช้ภายในข้อ ๒๐. เป็นเวลา ๕ ชั่วโมง จะเสียบค่าไฟฟ้าเท่าไร

- ก. ๑.๖๐ บาท
- ข. ๒.๒๐ บาท
- ค. ๓.๔๐ บาท
- ง. ๔.๒๐ บาท
- จ. ๕.๓๐ บาท

๒๒. หลอดไฟฟ้า ๒ หลอด ตางกันไฟ ๔๐ วัตต์เท่ากัน แต่ใช้แรงเคลื่อนต่างกันคือ ๒๒๐ และ ๑๑๐ โวลต์ หลอดทั้งสองนี้ต้องการกระแสไฟอย่างไร

- ก. ใช้กระแสเป็น ๒ เท่าของอีกหลอดหนึ่ง
- ข. ใช้กับกระแสจำนวนเท่าใดก็ได้
- ค. ใช้กับกระแสจำนวนต่างกัน
- ง. ใช้กับกระแสจำนวนเท่ากัน
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

๒๓. เราใช้หลักการอะไรที่ปรับเตาไฟฟ้าให้มีความร้อนตามต้องการได้

- ก. แฉนโลหะแต่ละชนิดขยายตัวได้ไม่เท่ากัน
- ข. แฉนเหล็กพันเตาไฟฟ้ารับความร้อนได้จำกัด
- ค. กระแสไฟฟ้าจะลดลงเมื่อใช้เตาไฟนานขึ้น
- ง. แฉนนวนภายในระบายความร้อนให้อากาศ
- จ. อากาศแม่เหล็กต้านทานการไหลของกระแส

๒๔. เทอร์โมสแตท (Thermostat) มีหน้าที่อย่างไร

- ก. ป้องกันไฟช็อต
- ข. ปรับกำลังไฟในวงจร
- ค. ใหกระแสผ่านไ้มาก
- ง. ปรับความร้อนในวงจร
- จ. ปรับให้กระแสไหลเข้าอย่างสม่ำเสมอ

๒๕. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนทำงานโดยวิธีใด

- ก. โลหะทางชนิดกันจะขยายตัวได้ไม่เท่ากัน
- ข. ใหกระแสที่มีแรงเคลื่อนสูงมากผ่านเส้นลวด
- ค. เทอร์โมสแตทจะขยายตัว คายความร้อนออกมา

- ง. ลวดที่มีความต้านทานน้อยเมื่อกระแสผ่านจะเกิดความร้อนมาก
- จ. ลวดที่มีความต้านทานมากเมื่อกระแสผ่านจะเกิดความร้อนมาก

๒๖. เหตุใดจึงต้องใช้บัลลาสต์ (Ballast) กับหลอดฟลูออเรสเซนต์

- ก. เพื่อต้องการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ
- ข. เพื่อต้องการให้หลอดสว่างมากขึ้น
- ค. เพื่อต้องการให้ภายในหลอดไม่สูงไป
- ง. เพื่อต้องการให้กระแสเข้าหลอดมาก
- จ. เพื่อต้องการให้หลอดมีความต้านทานมากขึ้น

๒๗. เพราะเหตุใดบัลลาสต์จึงต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ

- ก. เพื่อให้เกิดความต้านทานสูง
- ข. เพื่อใช้หลอดไฟได้ทนทาน
- ค. เพื่อให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
- ง. เพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- จ. เพื่อให้กระแสไฟเข้าหลอดมากยิ่งขึ้น

๒๒. สตาร์ทเตอร์ (Starter) มีหน้าที่อย่างไร

- ก. เพื่อช่วยให้หลอดสว่างยิ่งขึ้น
- ข. เพื่อเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
- ค. เพื่อให้เกิดความต้านทานสูง
- ง. เพื่อช่วยให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น
- จ. เพื่อช่วยตัดกระแสไม่ให้ไหลผ่านไส้หลอดเมื่อไส้หลอดร้อน

๒๓. ถ้ามีอากาศอยู่ในหลอดไฟฟ้าแบบธรรมดาจะมีผลอะไร

- ก. หลอดจะสว่างมาก
- ข. ต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้า
- ค. ไส้หลอดไหม้และชากาย
- ง. หลอดจะร้อนจัดมาก
- จ. หลอดจะต้องใช้กระแสอย่างมากยิ่งขึ้น

๓๐. เพราะเหตุใดไส้หลอดไฟฟ้าแบบธรรมดาจึงกร่อนเมื่อภายในหลอดเป็นสุญญากาศ

- ก. เพราะไส้หลอดขางมาก
- ข. เพราะไส้หลอดระเหยไถ่กาย
- ค. เพราะไส้หลอดมีจุดหลอมเหลวต่ำ
- ง. เพราะมีกระแสไหลเข้ามามาก
- จ. เพราะไส้หลอดมีความต้านทานน้อย

๓๑. หลอดไฟฟ้าจะสว่างขึ้นได้เนื่องจากอะไร

- ก. ไส้หลอดขางมาก
- ข. ไส้หลอดไถ่รับความร้อนมาก
- ค. ไส้หลอดมีความต้านทานน้อย
- ง. กระแสที่เข้ามายังหลอดมีแรงเคลื่อนสูง
- จ. ไส้หลอดทำให่การชนาร่อกันกระจายแสงออกมา

๓๒. หลอดไฟฟ้าในบ้านควรจะใช้หลอดประเภทใดที่ประหยัด

- ก. หลอดธรรมดา
- ข. หลอดนีออน
- ค. หลอดเรืองแสง
- ง. หลอดไฟแสงจันทร์
- จ. หลอดฟลูออเรสเซนต์

๓๓. หลอดไฟฟ้า ๕๕ วัตต์ ใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ กระแสจะผ่านไส้หลอดเท่าใด

- ก. ๐.๒๕ แอมแปร์
- ข. ๕.๕ แอมแปร์
- ค. ๕๕ แอมแปร์
- ง. ๑๐๐ แอมแปร์
- จ. ๒๒๐ แอมแปร์

๓๔. สารเรืองแสงในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะเกิดเรืองแสงสว่างเมื่อใด

- ก. ไส้หลอดร้อน
- ข. สตาร์ทเตอร์ทำงาน
- ค. อิเล็กตรอนชนไอปรอท
- ง. อิเล็กตรอนชนสารเรืองแสง
- จ. รั้งสีอุลตราไวโอเลตกระทบสารเรืองแสง

๓๕. เหตุใดภายในหลอดไฟฟ้าธรรมดาจึงมีอากาศอยู่ไม่ไถ่

- ก. จะทำให้เกิดไฟช๊อต
- ข. จะทำให้ไส้หลอดไหม้
- ค. จะทำให้เกิดแสงสว่างน้อย
- ง. จะทำให้หม้อแปลงไฟค์ ๆ ติค ๆ
- จ. จะทำให้เกิดแสงสว่างมากกว่าปกติ

๓๖. เหตุใดโรงไฟฟ้าจึงส่งไฟแบบกระแสสลับ?

- ก. สูญเสียพลังงานน้อย
- ข. เกิดความรบกวนตามสายน้อย
- ค. จะใช้สายเส้นเล็ก ๆ ได้
- ง. ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไ้สะดวก
- จ. เปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนได้สะดวก

๓๗. คลื่นพาต่างจากคลื่นเสียงในข้อใด?

- ก. หูรับคลื่นเสียงได้ แต่รับคลื่นพาไม่ได้
- ข. คลื่นพามีความถี่ไม่คงที่ แต่คลื่นเสียงคงที่
- ค. คลื่นพามีแอมพลิจูดน้อย แต่คลื่นเสียงมีมาก
- ง. คลื่นพาเป็นแบบ A.M. คลื่นเสียงเป็นแบบ F.M.
- จ. คลื่นพากระจายออกไปทุก ๆ ทิศ แต่คลื่นเสียงไม่ทุกทิศทาง

๓๘. ในวันที่ฝนตก เบิกวิทยุแล้วมีเสียงโครกคราก แสดงว่าวิทยุนี้รับคลื่นแบบอะไร?

- ก. U.H.F.
- ข. V.H.F.
- ค. A.M.
- ง. F.M.
- จ. S.W.

๓๙. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่ของเครื่องขยายเสียง?

- ก. ขยายความถี่ของสัญญาณไฟฟ้า
- ข. ขยายแอมพลิจูดของสัญญาณไฟฟ้า
- ค. เพิ่มความเร็วของสัญญาณไฟฟ้า
- ง. ป้อนสัญญาณให้ลำโพงทำงาน
- จ. ถายทอดสัญญาณจากไมโครโฟนไปลำโพง

๔๐. ถ้าต้องการ เปลี่ยนพลังงานเสียง เป็นพลังงานไฟฟ้าจะต้องใช้เครื่องมืออะไร?

- ก. ลำโพง
- ข. ไมโครโฟน
- ค. แอมพลิไฟร์
- ง. สายอากาศ
- จ. โฟโตอิเล็กทริกเซลล์

๔๑. ทำไมลำโพงที่มีกรวยกระดาษใหญ่จึงมีเสียงทุ้มกว่าลำโพงที่มีกรวยกระดาษขนาดเล็ก?

- ก. กรวยขนาดใหญ่มีกำลังมากกว่า
- ข. กรวยขนาดใหญ่สั่นไ้ช้ากว่าขนาดเล็ก
- ค. กรวยขนาดใหญ่สั่นไ้เร็วกว่าขนาดเล็ก
- ง. กรวยขนาดใหญ่ทำให้อากาศสั่นสะเทือนได้มากกว่า
- จ. เกิดเสียงก้องในกรวยขนาดใหญ่ดีกว่าขนาดเล็ก

๔๒. ร่องจานเสียงแบบสเตอริโอต่างจากแบบโมนอในข้อใด?

- ก. ร่องลึกกว่า
- ข. ร่องตื้นกว่า
- ค. ร่องกว้างกว่า
- ง. ชอบรองขนานกัน
- จ. ชอบรองไม่ขนานกัน

๔๓. ถ้าเราเปิดแผ่นเสียงด้วยความเร็วสูงกว่าตอนที่บันทึกเสียงไว้จะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. เสียงทุ้มกว่าปกติ
- ข. เสียงดังกว่าปกติ
- ค. เสียงแหลมกว่าปกติ
- ง. เสียงค่อยกว่าปกติ
- จ. ไม่เกิดเสียง

๔๔. ถ้าเอาแม่เหล็กไปถูกลับไปที่กลับมานบนแถบบันทึกเสียงที่บันทึกไว้แล้วหลาย ๆ เที้ยวจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. สัญญาณที่บันทึกไว้ลบหมด
- ข. ความถี่ของสัญญาณจะเพิ่มขึ้น

- ค. แอมพลิจูดของเสียงจะลดลง
- ง. ทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำมากขึ้น
- จ. ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะลดลง

๔๕. มีภาพหนึ่งภาพซึ่งมีขนาด ๖ เซนติเมตรโดยเส้นด้านยาว ๔ เซนติเมตรโดยเส้นด้านกว้าง ถ้าถ่ายภาพด้วยเลนส์นูนโดยวางวัตถุไว้ที่ระยะ ๑๐ เซนติเมตรจากเลนส์จะได้ภาพที่มีลักษณะอย่างไร?

- ก. สี่เหลี่ยม
- ข. ขนาด
- ค. ทิศทางของภาพ
- ง. จำนวนจุดบนภาพ
- จ. รายละเอียดของภาพ

๔๖. ภาพเสมือน เป็นภาพที่เกิดจากอะไร?

- ก. กล้องจุลทรรศน์
- ข. กล้องถ่ายภาพ
- ค. เรซินภายในตา
- ง. กระดาษเงาฉาย
- จ. ภาพบนจอเครื่องฉายภาพนิ่ง

๔๗. การใช้แว่นขยายจะต้องวางวัตถุไว้ที่ใด?

- ก. ที่จุดโฟกัส
- ข. นอกจุดโฟกัสออกไป
- ค. ระหว่างเลนส์กับโฟกัส
- ง. ที่จุดระยะสองเท่าของโฟกัส
- จ. ระหว่างโฟกัสกับจุดศูนย์กลางความโค้ง

๔๘. ถ้ามีตาข้างเดียวจะต่างจากมีตาสองข้างอย่างไร?

- ก. มองในที่มืดแสงน้อย ๆ ไม่ชัดเท่าที่มีตาสองข้าง
- ข. สามารถเล็งแนวทางได้แม่นยำกว่ามีตาสองข้าง
- ค. มองเห็นไม่ไกลเท่ากับมีตาสองข้าง
- ง. ระยะเวลาที่ปิดพลาจมากกว่ามีตาสองข้าง

๔๙. ทำไมจึงต้องปรับโฟกัสหรือระยะหน้ากล้องทุกครั้งที่เราถ่ายรูป?

๕๐. ทำไมจึงต้องปรับโฟกัสหรือระยะหน้ากล้องทุกครั้งที่เราถ่ายรูป?

- ก. เพื่อปรับโฟกัสของภาพให้ชัด
- ข. เพื่อปรับขนาดของภาพให้พอเหมาะ
- ค. เพื่อควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ากล้อง
- ง. เพื่อควบคุมเวลาที่ให้แสงผ่านเข้ากล้อง
- จ. เพื่อให้ความเข้มของแสงที่ตกบนฟิล์มเท่ากันทุกจุด

๕๐. เลนส์กล้องถ่ายรูปต่างจากเลนส์ตาอย่างไร?
- เลนส์ตามีรัศมีความโค้งมากกว่าเลนส์กล้อง
 - เลนส์ตากระจายแสงแต่เลนส์กล้องรวมแสง
 - เลนส์ตาความยาวโฟกัสไม่คงที่แต่เลนส์กล้องคงที่
 - เลนส์กล้องเป็นเลนส์เว้าส่วนเลนส์ตาเป็นเลนส์นูน
 - เลนส์กล้องรับภาพได้ทุกขนาดแต่เลนส์ตารับไม่ได้ทุกขนาด
๕๑. ถ้าใช้เลนส์เว้าทำเป็นเลนส์กล้องถ่ายรูปจะเกิดอะไรขึ้น?
- ถ่ายภาพได้ชัดเกินขึ้น
 - ถ่ายภาพไม่ชัดหรือไม่ชัด
 - ถ่ายภาพในที่มืดแสงน้อย ๆ ได้ดี
 - ถ่ายภาพที่กำลังเคลื่อนไหวนิ่งได้ดี
 - ถ่ายภาพได้ดีกว่าใช้เลนส์นูน
๕๒. คุณสมบัติข้อใดของซิลเวอร์ไนเตรทบนแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการรับภาพ?
- ดูดกลืนแสงไวได้ดี
 - ไม่ทำปฏิกิริยากับแสง
 - เมื่อถูกแสงจะเปลี่ยนสี
 - ล้างออกจากแผ่นฟิล์มได้
 - เกาะติดแผ่นฟิล์มอย่างหนาแน่น

๕๓. ถ้าภาพยนตร์ฟิล์มภาพยนตร์เลื่อนด้วยความเร็วต่ำกว่า ๑๐ ภาพต่อวินาที จะเกิดอะไรขึ้น?
- ภาพบนจอจะมีตึกปักคิ
 - จะเห็นภาพบนจอไม่เคลื่อนไหว
 - จะเห็นภาพบนจอไม่ชัดเจน
 - จะเห็นภาพเคลื่อนไหวตามปกติ
 - ภาพบนจอจะเคลื่อนไหวเร็วจนดูไม่ทัน
๕๔. ข้อใดเป็นข้อแตกต่างของการบันทึกเสียงลงบนฟิล์มภาพยนตร์กับบนแผ่นเทป?
- บันทึกลงบนฟิล์มมี ๒ track แผ่นเทปมี track เดียว
 - บันทึกลงบนฟิล์มเป็นแบบโมโน แผ่นเทปแบบสเตอริโอ
 - บันทึกลงบนฟิล์มใช้แสงบนเทปใช้แม่เหล็ก
 - บันทึกลงบนฟิล์มใช้ไฟฟ้าแผ่นเทปใช้ประจุ
 - ใช้เทปคดลงบนฟิล์มได้ยาวได้ แต่เทปคดลงได้
๕๕. ถ้าต้องการดูภาพขาวของการยิงประตูฟุตบอล จะกองทำอย่างไร?
- เปลี่ยนโฟกัสของเลนส์ฉาย
 - เพิ่มความเร็วของแสงที่ผ่านฟิล์ม
 - ลดแรงเคลื่อนของโฟโตอิเล็กทริกเซลล์
 - เพิ่มความเร็วของฟิล์มทอนฉายให้มากกว่าตอนถ่ายภาพ
 - ลดความเร็วของฟิล์มทอนฉายให้ช้ากว่าตอนถ่ายภาพ

๕๖. ถ้าเราใช้กล้องโทรทรรศน์ดูจูลินทรีย์ผลจะเป็นอย่างไร?

- ก. มองเห็นจูลินทรีย์หัวกลับ
- ข. จะเห็นจูลินทรีย์ขนาดเท่าตัวจริง
- ค. ไม่สามารถเห็นสีของจูลินทรีย์ได้
- ง. ไม่แตกต่างจากใช้กล้องจุลทรรศน์ดู
- จ. มองไม่เห็นเพราะโฟกัสของเลนส์วัตถุยาวเกินไป

๕๗. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ขึ้นอยู่กับข้อใด?

- ก. ความหนาของเลนส์วัตถุ
- ข. ความโค้งของเลนส์วัตถุ
- ค. กำลังรวมแสงของเลนส์ตา
- ง. กำลังรวมแสงของเลนส์วัตถุ
- จ. ระยะทางระหว่างเลนส์วัตถุกับเลนส์ตา

๕๘. ทำไมเราจึงไม่ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุใกล้ๆ ?

- ก. มีกำลังขยายน้อย
- ข. มีกำลังรวมแสงต่ำ
- ค. จะมองเห็นภาพหัวกลับ
- ง. มองเห็นได้เป็นบริเวณแคบมาก
- จ. ความยาวโฟกัสของเลนส์สั้นเกินไป

๕๙. ข้อใดที่มีหน้าที่เหมือนกับโฟโตอิเล็กทริกเซลล์มากที่สุด?

- ก. สวิตช์
- ข. บัลลัสต์
- ค. แบตเตอรี่
- ง. เทอร์โมสแตท
- จ. หลอดเรืองแสง

๖๐. ถ้าอุณหภูมิของเครื่องยนต์สูงผิดปกติขณะรถวิ่ง ทัศนคติว่าอาจเกิดจากสาเหตุข้อใดต่อไปนี้?

- ก. น้ำมัน เบรคหมด
- ข. น้ำมันเครื่องมากเกินไป
- ค. มีน้ำในหม้อน้ำน้อยเกินไป
- ง. เหยียบครัชแช่ไว้นานเกินไป
- จ. วิ่งรถด้วยเกียร์ต่ำนานเกินไป

๖๑. ถ้าจะจอดรถไว้ในที่ลาดชันมาก ๆ เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง เราควรจะทำอย่างไร?

- ก. เหยียบเบรคไว้
- ข. เช่าเกียร์หนึ่งไว้
- ค. โตะเบรคมือไว้
- ง. เหยียบครัชไว้
- จ. เช่าเกียร์ว่างแล้วติดเครื่องไว้

๖๒. ครัททำหน้าที่อะไร?

- ก. ทดรับการหมุนของเครื่องยนต์
- ข. ควบคุมความเร็วการหมุนของล้อ
- ค. ไม่ให้เครื่องดับเวลารถวิ่งช้า
- ง. ช่วยเหลือการทำงานของเบรค
- จ. ถ่ายหรือตัดพลังงานไปยังเกียร์

๖๓. ถ้าท่อไอเสียอุดตันจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. รถจะวิ่งช้าลง
- ข. ไอเสียออกได้มากขึ้น
- ค. เกิดการคาร์บอนมอนอกไซด์มากขึ้น
- ง. เชื้อเพลิงจะเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์
- จ. เสียงเครื่องยนต์ดังมากขึ้นผิดปกติ

๒๔. อุปกรณ์ใดที่มีในกลจักร เบนซิน แต่ไม่มีใน
กลจักรดีเซล?

- ก. หัวเทียน
- ข. เกียร์
- ค. หัวฉีด
- ง. ลูกสูบ
- จ. crankshaft

๒๕. เครื่องยนต์ดีเซลดีกว่าเครื่องยนต์ เบนซินใน
ข้อใด?

- ก. ราคาถูกกว่า
- ข. การบำรุงรักษาง่ายกว่า
- ค. กินน้ำมันน้อยกว่าและทนทานกว่า
- ง. เครื่องเดินเรียบไม่สั่นสะเทือนมาก
- จ. ขนาดและน้ำหนักเบากว่าเมื่อแรงม้าเท่ากัน

๒๖. ส่วนใดของรถยนต์ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการ
เคลื่อนที่ของตัวรถ?

- ก. เบรค
- ข. crankshaft
- ค. ล้อหลัง
- ง. ล้อหน้า

จ. เพลากลาง

๒๗. ถ้าน้ำมันเครื่องแห้งแล้วยังให้รถวิ่งต่อไปอีก
จะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ไม่เกิดอะไรขึ้น
- ข. เครื่องยนต์พังทันที
- ค. เวลาเบรคจะผิดมาก
- ง. เครื่องยนต์จะร้อนผิดปกติ
- จ. เครื่องจะมีเสียงดังมากขึ้น

๒๘. ทำไมขณะวิ่งเราจึงไม่ใช่เบรคมือเพื่อหยุดรถ?

- ก. เพราะรถจะไม่หยุดนิ่งทันที
- ข. เพราะจะทำให้ครีshaftเสียหาย
- ค. เพราะรถจะหยุดอย่างกะทันหัน
- ง. เพราะรถจะไม่หยุดหมุนทั้งล้อ
- จ. เพราะเสียเวลาของเหยียบครีshaftไทนาน ๆ

๒๙. ข้อใดต่อไปนี้ที่รถยนต์จะอยู่ในสภาพที่ลื่นกว่า
ความเร็วที่ต่ำหรือเท่ากับความเร็วของ
กลจักร?

- ก. เมื่อใช้เกียร์ ๑
- ข. เมื่อใช้เกียร์ ๒
- ค. เมื่อใช้เกียร์ ๓
- ง. เมื่อใช้เกียร์ ๔
- จ. เมื่อใช้เกียร์ถอยหลัง

๓๐. ถ้าเครื่องยนต์มีความเร็วเท่ากับเสียงจะเกิด
อะไรขึ้น?

- ก. มีแรงต้านทานน้อย
- ข. มีแรงขับเคลื่อนเพิ่มขึ้น
- ค. จะบินช้าลงกว่าเดิม
- ง. จะบินผ่านอากาศได้เร็วขึ้น
- จ. อากาศจะสั่นสะเทือนมาก อาจทำให้
เครื่องยนต์ระเบิดได้

๗๑. ข้อใดที่สามารถอธิบายได้โดยหลักของเบอร์นูลลี (Bernoulli's Principles)?

- ก. รถวิ่งด้วยความเร็วสูงจะทรงตัวไม่ดี
- ข. ปลุกตีกีฬาจะทำให้ตีกีฬาดีขึ้น
- ค. เครื่องบินที่บินด้วยความเร็วสูงจะมีความดันสูง
- ง. กระแสน้ำไหลด้วยความเร็วสูงจะมีความดันไม่เท่ากัน
- จ. ปลุกตีกีฬาทำให้ไม้ของแคบระหว่างตีกทั้งสอง เมื่อลมเป่าผ่านของระหว่างตีกจะทำให้ตีกพังเขาหากัน

๗๒. เพราะเหตุใดเครื่องบินจะขึ้นจึงต้องแล่นบนลม?

- ก. เพราะกระแสลมจะช่วยให้เกิดแรงยก
- ข. เพราะจะทำให้เครื่องบินไม่มีแรงเสียดทาน
- ค. เพราะเครื่องบินจะทรงตัวดีขึ้น
- ง. เพราะจะทำให้เครื่องบินบินได้เร็ว
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

๗๓. เราจะลดแรงต้านทานของอากาศได้อย่างไร?

- ก. ให้บินเร็วขึ้น
- ข. ลดความเร็วลง
- ค. เพิ่มแรงยกมากขึ้น
- ง. ปรับความดันภายในและภายนอกให้เท่ากัน
- จ. ออกแบบเครื่องบินให้เพรียวลม ผิวเกลี้ยง

๗๔. เครื่องบินจะบินได้ต้องอาศัยแรงอะไร?

- ก. แรงดูดและแรงกด
- ข. แรงลอยตัวและแรงยก
- ค. แรงโน้มถ่วงและแรงดัน
- ง. แรงดูดและแรงโน้มถ่วง
- จ. แรงขับเคลื่อนและแรงลอยตัว

๗๕. ทำไมจึงทำปีกเครื่องบินเป็นแผนอากาศ?

- ก. ทำให้เกิดแรงยก
- ข. ทำให้เครื่องบิน
- ค. ทำให้เกิดความสวยงาม
- ง. ทำให้เครื่องบินทรงตัวได้ดี
- จ. ทำให้เกิดแรงผลักดันไปข้างหน้า

๗๖. เฮลิคอปเตอร์มีข้อดีกว่าอากาศยานแบบอื่น ๆ อย่างไร?

- ก. บินได้ไกล
- ข. ไม่สิ้นเปลือง
- ค. ประหยัดเชื้อเพลิง
- ง. หนุ่กนึ่งในอากาศได้
- จ. ตานทานกระแสลมแรงได้ดี

๗๗. ถ้ารู้สึกหูอื้อในขณะที่เครื่องบินกำลังบินขึ้นหรือลงจะแก้ไขได้อย่างไร?

- ก. บ้วนน้ำลาย
- ข. กลืนน้ำลาย
- ค. โคลงศีรษะไปมา
- ง. หายใจเข้าออกช้า ๆ
- จ. หายใจเข้าออกเร็ว ๆ

๓๘. การบินแบบซูเปอร์โซนิก (Super Sonic)

เป็นการบินแบบใด?

ก. ชากว่าเสียง

ข. เร็วกว่าเสียง

ค. เท่ากับเสียง

ง. บินสูงกว่า ๒๐,๐๐๐ ฟุต

จ. บินแล้วเกิดเสียงดังมาก

๓๙. จรวดต่างกับไอพ่นอย่างไร?

ก. จรวดช้ากว่าไอพ่น

ข. จรวดใช้เชื้อเพลิงแข็ง ไอพ่นเหลว

ค. จรวดใช้อากาศในการสันดาป ไอพ่นไม่ตอง

ง. จรวดไม่ตองการอากาศ ไอพ่นตองการ

จ. จรวดเร็วกว่าเสียง ไอพ่นช้ากว่าเสียง

๔๐. ทำไมเครื่องบินขนาดใหญ่ ๆ จึงตองใช้รันเวย์ยาว

กว่าเครื่องบินเล็กในขณะบินขึ้น?

ก. เพราะวิ่งไต่ช้ากว่า

ข. เพราะมีพื้นที่ปีกมากกว่า

ค. เพราะตองการแรงดันมากกว่า

ง. เพราะตองการแรงยกมากกว่า

จ. เพราะแผนอากาศมีมุมเอียงน้อยกว่า

កំណត់ត្រា

១. ១	២១. ២	៤១. ៣	៦១. ៤
២. ៣	២២. ៤	៤២. ៥	៦២. ៥
៣. ៥	២៣. ៥	៤៣. ៦	៦៣. ៦
៤. ៦	២៤. ៦	៤៤. ៧	៦៤. ៧
៥. ៧	២៥. ៧	៤៥. ៨	៦៥. ៨
៦. ៨	២៦. ៨	៤៦. ៩	៦៦. ៩
៧. ៩	២៧. ៩	៤៧. ១០	៦៧. ១០
៨. ១០	២៨. ១០	៤៨. ១១	៦៨. ១១
៩. ១១	២៩. ១១	៤៩. ១២	៦៩. ១២
១០. ១២	៣០. ១២	៥០. ១៣	៧០. ១៣
១១. ១៣	៣១. ១៣	៥១. ១៤	៧១. ១៤
១២. ១៤	៣២. ១៤	៥២. ១៥	៧២. ១៥
១៣. ១៥	៣៣. ១៥	៥៣. ១៦	៧៣. ១៦
១៤. ១៦	៣៤. ១៦	៥៤. ១៧	៧៤. ១៧
១៥. ១៧	៣៥. ១៧	៥៥. ១៨	៧៥. ១៨
១៦. ១៨	៣៦. ១៨	៥៦. ១៩	៧៦. ១៩
១៧. ១៩	៣៧. ១៩	៥៧. ២០	៧៧. ២០
១៨. ២០	៣៨. ២០	៥៨. ២១	៧៨. ២១
១៩. ២១	៣៩. ២១	៥៩. ២២	៧៩. ២២
២០. ២២	៤០. ២២	៦០. ២៣	៨០. ២៣