

507

ส 3947

1-3

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู
และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ปริญญานิพนธ์

ของ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์

16 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2528

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177103

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญาโท
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒให้

กรรมการที่ปรึกษา

.....
..... ประธาน
..... กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.....
..... ประธาน
..... กรรมการ
..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนใหญ่ลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง กรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ ผู้ซึ่งได้ประสาทความรู้ ให้แนวคิด กำลังใจและ ตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความเมตตาใจและ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เปื้อง ภูมิธ รองศาสตราจารย์ สมจิต สมิตพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญมี ก้อนทอง อาจารย์เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ ที่ได้กรุณาแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร อาจารย์เนาวรัตน์ เพชรแสงใส อาจารย์ขวัญเย็น สีทาภา ที่ให้อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ เพื่อนนิสิตปริญญโท เอกการมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2526 ตลอดจนผู้ที่ เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ เป็นกำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลงลง ไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ ๆ ทุกท่านที่ได้สนับสนุน ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ขอขอบคุณ อาจารย์อังฉรา เขียนประสิทธิ์ และธิดา ที่มีความเข้าใจและอดทนตลอดระยะเวลา ที่ผู้วิจัยไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์

ตุลาคม 2528

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	สมมติฐานในการวิจัย	8
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	9
	เอกสารที่เกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	10
	เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	14
	เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	23
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้	29
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์	32
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	36
	กลุ่มตัวอย่าง	36
	แบบแผนการทดลอง	36
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	37
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	44
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	45
4	ผลการศึกษาค้นคว้า	47

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	54
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	54
กลุ่มตัวอย่าง	55
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	55
การวิเคราะห์ข้อมูล	56
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	56
อภิปรายผล	57
ข้อเสนอแนะ	60
- ข้อเสนอแนะทั่วไป	60
- ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย	60
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	70

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงแบบแผนการทดลอง	36
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ...	48
3	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	49
4	เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	50
5	เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคิดยืดหยุ่น ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	51
6	เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคล่องแคล่วในการคิด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	52
7	เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง	53
8	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	72

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว วิทยาการและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นอย่างมากมาย การที่จะถ่ายทอดความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้สะสมเอาไว้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้านเนื้อหาและข้อเท็จจริงทั้งหมดนั้น เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้นจนครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครอบคลุมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด จึงได้มีการพิจารณากันว่าความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร การค้นหาวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาที่จะกลายมาเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2523 : 1) ได้กล่าวสรุปว่าการสอนวิทยาศาสตร์ควรจะสอดคล้องกับปรัชญาและวิธีการเสาะแสวงหาความรู้กล่าวคือวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่หมายถึงตัวความรู้ แต่เป็นกระบวนการที่มีระบบที่นำไปสู่ขอบเขตอันกว้างขวาง เพื่อที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ นั่นคือ ใช้วิธีการอย่างมีระบบที่เรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 2) ได้วางจุดหมายทางการศึกษาที่สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิดและวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 7) ได้วางจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับยูเนสโก (อ้างอิงจาก สุนันท์ สังข์อ่อง 2523 : 337) ที่ได้ระบุวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ในหนังสือองค์ประกอบพื้นฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science in Basic Functional Education) คือการมุ่งพัฒนาความสามารถ ความสนใจ ความรู้ลึก-

มั่นใจในตนเองให้แก่ผู้เรียนและเตรียมผู้เรียนให้รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างไม่จบสิ้น เพื่อ
จะได้นำความรู้ไปใช้ปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เนื้อหา การอภิปรายและการทดลองเป็นสื่อเพื่อให้ผู้เรียน
เกิดแนวความคิดและวิธีการที่จะแสวงหาความรู้และสร้างสรรค์ในสิ่งใหม่ ๆ แต่ปรากฏว่า
นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่มาก ดังผล
การวิจัยของ มันทนา จงสุขสันติกุล (มันทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 42) ได้ศึกษา
พบว่า ปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรพุทธศักราช
2521 ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีน้อยทำให้นักเรียนเกิดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ มันทนา จงสุขสันติกุล (มันทนา
จงสุขสันติกุล 2524 : 41) ยังได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการเรียน การสอน
ปรากฏว่า ครูยังขาดทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์เป็นส่วนมากซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนได้รับความ
รู้ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อยลงไปด้วยและจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียน ฟิสท์และซันด์ (เบญจมาศ ธัญวงศ์ 2524 : 47 อ้างอิงจาก Piltz
and Sund. 1969) กล่าวว่าผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ควรจะได้รับการศึกษาฝึกหัดทักษะที่จะ
พัฒนาความคิดในเรื่องแปลกใหม่หรือมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นั่นเอง ก่อศักดิ์
ศรีน้อย (ก่อกศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 1 - 2) ได้กล่าวว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
จะต้องอาศัยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา
เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความสามารถ นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหในการเรียน
และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันรวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สภาพปัญหาการเรียนการสอนอีกประการหนึ่งก็คือครูคนหนึ่งต้องสอนนักเรียนในชั้น
มากกว่า 30 คนขึ้นไป การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามต้องการนั้นเป็นสิ่งที่
เป็นไปได้ยาก นักเรียนแต่ละคนมีความคิดอ่านไม่เหมือนกัน ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนหนึ่ง ๆ
ได้ในเวลาที่เท่ากัน นักเรียนบางคนเข้าใจบทเรียนได้ทันทีที่ครูอธิบายครั้งแรก บางคนไม่
เข้าใจบทเรียนแม้ว่าครูจะอธิบายซ้ำหลายหน ทำให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องนำเทคโนโลยี

ทางการศึกษามาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (นิยม ทองอุคม 2520 : คำนำ)

เทคโนโลยีทางการศึกษาก็นำมาใช้กันมากเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อมและการใช้เวลาเพื่อการศึกษา กระบวนการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (Individual Instruction) เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้เด็กเรียนช้าประสบความสำเร็จในการเรียนเช่นเดียวกันกับเด็กที่เรียนเร็วและมีกำลังใจเรียน ขณะเดียวกันเด็กที่เรียนเร็วก็ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย (ลัดดาวัลย์ กัดหสุวรรณ 2518 : 34)

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นชุดการเรียนรู้ที่จัดไว้สำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะ ผู้เรียนจะดำเนินการเรียนจากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดการเรียนนั้น โดยศึกษาไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง เมื่อศึกษาจบแล้วก็จะทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ เมื่อผ่านแบบทดสอบชุดแรกแล้วก็เรียนชุดต่อไปตามลำดับ และถ้ามีปัญหาระหว่างที่กำลังศึกษาอยู่ผู้เรียนจะปรึกษากันได้ หรือปรึกษาครูผู้สอนที่ประจำอยู่ ซึ่งจะให้ความช่วยเหลือทันที (สุวัฒน์ บัณฑาม 2519 : 18)

นาวาซและแทนเวียร์ (เชาวนีย์ อะยะวงค์ 2526 : 4 อ้างอิงจาก Nawaz and Tanveer. 1977) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถเรียนช้าหรือเร็วได้ตามสมรรถภาพของตน
2. ผู้เรียนเรียนได้ตามแบบ (Style) การเรียนของตน
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติม
4. เป็นการเรียนที่ยืดหยุ่น เปลี่ยนแปลงให้เข้ากับสภาพสังคมได้ดี
5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันตลอดเวลา
6. ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสพัฒนาการเรียนของตนเองจนเป็นที่พอใจ

การเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรเฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 124) ได้ให้ความเห็นว่าไม่มีวิธีสอนแบบใดที่ดีที่สุด แต่ละวิธีมีส่วนดีและส่วนเสียด้วยกันทั้งนั้น ในวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งก็เหมาะสมกับวิธีสอนอย่างหนึ่ง สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลองและการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง อย่างไรก็ตาม สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์

2526 : 31 - 32) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของนักเรียนในวัยมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ย่อมมีความ
 อยากรู้ อยากเห็น อยากเข้าใจ หรืออยากคิดค้นในสิ่งต่าง ๆ เป็นแรงผลักดันภายในอยู่แล้ว
 การเพิ่มพูนให้นักเรียนมีลักษณะนิสัยการเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างทำ ช่างเสาะแสวงหา
 ความรู้จะให้นักเรียนกล้าแสดงออกในสิ่งที่แปลกใหม่ ศิริอร ไขภูพิรัตน์ (ศิริอร ไขภูพิรัตน์
 2527 : 50) ได้ทำการศึกษารูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การฝึกแบบระดมพลังสมองและการฝึกเป็นรายบุคคล ผลการ
 ศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
 ที่มีการฝึกแบบระดมพลังสมองและการฝึกรายบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่
 แตกต่างกัน ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อกศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 79) ได้ศึกษาความคิด
 สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 และขั้นตอนการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดย
 ใช้คำถามเน้นทักษะขั้นตอนการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย
 ใช้คำถามเน้นทักษะขั้นพื้นฐาน ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ (ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66)
 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์
 ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

จากข้อความดังกล่าวจะเห็นว่าสภาพปัญหาการเรียนการสอน ครูคนหนึ่งต้องสอน
 นักเรียนในชั้นมากกว่า 30 คนขึ้นไป จำเป็นจะต้องนำนวัตกรรมทางการเรียนการสอนมา
 ใช้เป็นสื่อประกอบการสอน ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยประสงค์จะใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เรียน
 ด้วยตนเอง เป็นการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละคน
 มีโอกาสพัฒนาตนเอง เป็นคนกล้าคิดแสดงออกในสิ่งที่แปลกใหม่และเกิดความคิดสร้างสรรค์
 ทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่มีอยู่แล้วใน
 แต่ละบุคคล เพียงแต่ครูผู้สอนจะสามารถจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
 ทางวิทยาศาสตร์ได้มากน้อยเพียงไร ในขณะที่ตัวนักไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนตามคู่มือครู วิทยาศาสตร์และการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการ คิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการศึกษาจะเป็นรูปแบบหนึ่งของการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์สามารถ จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองให้กับนักเรียนได้อย่างทั่วถึง
2. ผลการศึกษาจะเป็นแนวทางแบบหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เพื่อแปรเปลี่ยนความสนใจจากการเรียนที่มีกิจกรรมทดลอง โดยมีครูเป็นผู้ร่วม ดำเนินการ มาเป็นการให้นักเรียนใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อศึกษาด้วยตนเอง
3. ได้ตัวอย่างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการ สอนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างและใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ที่ได้มาโดย การสุ่มแบบคลัสเตอร์ (Cluster sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จากนักเรียน 10 ห้องเรียน แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรต้นคือการสอนซึ่งจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสอนตามคู่มือครู วิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ตัวแปรตามมี 2 ด้าน คือ
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้านคือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากผลต่างของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการในบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงคัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แต่เดิมให้มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย
 - 2.1 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง
 - 2.2 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดาและแตกต่างจากบุคคลอื่น
 - 2.3 ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วัดได้จาก ผลต่างของคะแนนในการตอบแบบ
 สอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้
 ครั้งนี้ ใช้แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะกระบวนการที่ใช้ในการ
 ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากแบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร หมายถึง เฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการออกแบบการทดลอง

4.1 ทักษะการตั้งสมมติฐานคือข้อความจริงที่สมมติขึ้นโดยยังไม่มี การทดลอง
 รับรอง เพียงแต่เห็นว่าข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้

4.2 ทักษะการออกแบบการทดลองคือความสามารถในการคิดวางแผนออก
 แบบการทดลอง ระบุอุปกรณ์ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. การสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจัดทำ
 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

5.1 การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

5.2 การทดลอง

5.3 การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

6. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ชุดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย
 ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาในรูปแบบทเรียนโปรแกรม คำสั่ง กิจกรรมการทดลอง
 บทสรุปซึ่งมีทั้งแบบโปรแกรมและคำถามจากสถานการณ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่บูรณาการเข้า
 กับเนื้อหาที่มีลักษณะ เป็นบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อให้ให้นักเรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง สำหรับคำถาม
 จากสถานการณ์มีลักษณะ ดังนี้

6.1 คำถามที่ให้นักเรียนระบุปัญหา

6.2 คำถามที่ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

6.3 คำถามที่ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง สถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้จัดให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอำนวยความสะดวกตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่าง ๆ อันเกิดขึ้นจากการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน
4. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน
5. ความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัชร นิยมคำ (สุวัชร นิยมคำ 2517 : 125) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีสอนที่ย้ายผู้ให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการหาความรู้เอาเอง ซึ่งในที่สุดนักเรียนก็จะค้นพบความรู้เองและเป็นความรู้ที่มีค่ามากกว่าการสอนแบบบรรยายและเป็นการสร้างผู้นำด้วย เป็นการสอนที่ตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์

อนันต์ จันทรกีว (อนันต์ จันทรกีว 2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ 2525 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการสอนที่ทำให้

การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะเป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery mental process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัดการ-
ทำนาย การอธิบาย การอ้างอิง ฯลฯ รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ว่าได้แก่
การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และ
การแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนที่มีความคิดแบบวัตถุวิสัย (Objective)
อยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง และยอมรับแบบจำลองทางทฤษฎี (Sund and Trowbridge.
1973 : 53 - 55)

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหา
ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลองและการอภิปราย
หลังการทดลอง

การอภิปรายก่อนการทดลองถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการศึกษาและปลูกฝังให้ผู้เรียน
รู้จักใช้ความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ตลอดจนการหาแนวทาง
และวิธีการที่จะนำไปสู่การทดลอง

การทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพราะเป็นการนำไป
สู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังฝึกให้ผู้เข้าร่วมกัน
ทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

การอภิปรายหลังการทดลองเป็นการอภิปรายถึงผลที่เกิดจากการทดลองรวมทั้ง
อุปสรรคหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองเพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุป

2. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2518 : 4) ได้กล่าวว่า ชุดการ
เรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้
ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นิพนธ์ ศุขปริติ (นิพนธ์ ศุขปริติ 2525 : 74 - 75) คือ การรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากชุดการเรียนรู้ด้วยความสะดวก เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้จะห้องประกอบไปด้วยสื่อต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียน โดยอาจจะเป็นสื่อหลายอย่างตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อตรงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้รับ
4. เป็นสื่อพอที่จะจัดหาได้ไม่ยากนัก

วัตถุประสงค์ในการจัดทำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น สุนันท์ ปัทมาคม (สุนันท์ ปัทมาคม 2520 : 3 - 4) ได้กล่าวไว้ดังนี้ คือ

1. เพื่อใช้สอนเนื้อหา บทเรียนตามหลักสูตรและวัตถุประสงค์ทางการศึกษา
2. เพื่อเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปของครูที่สอนนักเรียน โดยที่ครูไม่จำเป็นต้องเตรียมอุปกรณ์ชุดการเรียนรู้หรือทำให้ผู้เรียนหยิบใช้ได้ทันที ฉะนั้นชุดการเรียนรู้จึงไม่คำนึงถึงความแตกต่างในความหมายทางการสอนของครู

3. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ชุดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการเรียนรู้นั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่อง ชุดการเรียนรู้จะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงลำดับกันตั้งแต่ง่ายไปหายากตามลำดับ ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อ ๆ กันไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน

ควน (Duann. 1973 : 169) ได้กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันของชุดการเรียนรู้แบบฉบับไว้ 6 ประการ คือ

1. วางจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่ต้องเรียน
2. บรรยายเนื้อหา

3. วางจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. เลือกกิจกรรมในการเรียน
5. วางกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ
6. จัดเครื่องมือวัดผลก่อนที่จะเรียน เครื่องมือวัดผลระหว่างเรียนและเครื่องมือ

วัดผลหลังการเรียน

ดีวิต และครอกโกเวอร์ (Divito and Krockover. 1976 : 388)

ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดและเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาอีก ชุดการเรียนนี้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้ครูมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์

ฮีเทอร์ส (Heathers. 1977 : 344) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง คือ

1. ศึกษาหลักสูตร ตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วจัดลำดับชั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก
2. ประเมินหาความรู้ขั้นพื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เลือกกิจกรรมการเรียน วิธีสอนและสื่อการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน
4. กำหนดรูปแบบของการเรียน
5. กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียน
6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่

คุณค่าของชุดการเรียน

Grinewald (เชาวินัย อะยะวงค์ 2524 : 32 อ้างอิงจาก Grinewald. 1975) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
 2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่ารู้อะไรบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก
 3. สื่อสารต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
 4. ชุดการเรียนรู้มีการแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุ-อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น
 5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้วย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือทำกิจกรรมต่อไป
- นิพนธ์ สุขปรีดี (นิพนธ์ สุขปรีดี 2525 : 76 - 77) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้
1. ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ชุดการสอนสำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการสอนนั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษาและเรียนรู้ตลอดจนตอบคำถามด้วยตนเอง
 2. สร้างขึ้นสำหรับการศึกษาค้นคว้า ชุดการสอนจะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาจะถูกแบ่งย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงลำดับตั้งแต่ง่ายไปหายากตามลำดับ ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละสาขาที่ตนชอบได้ตามความพอใจ จะเรียนอย่างไรก่อนและอย่างไรทีหลังและจะให้นักเรียนก้าวหน้าไปเท่าไรก็ได้ไม่มีขีดจำกัด แต่ละวิชามีหน่วยการสอนตามลำดับเมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามความต้องการและความสามารถของผู้เรียนนั้น ๆ
 3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตนเอง
 4. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนเพียงไรก็ได้

สรุปได้ว่า ชุติการเรียนด้วยตนเอง มีลักษณะและมีคุณค่าและความเหมาะสมเพียงพอ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการสอนนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำชุติการเรียนด้วยตนเองมาใช้ในการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศึกษาด้วยตนเอง เป็นการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสพัฒนาตนเอง เป็นคนกล้าคิดแสดงออกในสิ่งแปลกใหม่และเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงความรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงขบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาวินิจฉัยในการเรียนและใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อนันต์ จันทรกีว (อนันต์ จันทรกีว 2523 : 1) ที่ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ควรจะสอดคล้องกับปรัชญาและวิธีการแสวงหาความรู้กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่หมายถึงตัวความรู้แต่เป็นกระบวนการที่มีระบบที่นำไปสู่ขอบเขตอันกว้างขวาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์-กายภาพชีวภาพ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไว้ 5 ประการ (ประวิทย์ ชูสี 2523 : 1 - 2) ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพ

แวดล้อม

จากจุดหมายดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเป็นการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมิได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่ยังมุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ หรือที่เรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกาหรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ มีทั้งหมด 13 ทักษะกระบวนการ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น (Basic process skill) และทักษะเชิงซ้อน (Integrated process skill) สรุปได้ดังนี้ (AAAS. 1970 : 33 - 176)

ทักษะเบื้องต้น (Basic process skill)

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ
2. การวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้
3. การใช้จำนวนเลข (Using number) หมายถึง ความสามารถในการนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน
4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกันสัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจจะมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้
5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง ความสามารถในการพูดหรือแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using space time relationship) หมายถึง ความสามารถในการเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่มีมิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับ ความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของ วัตถุเมื่อให้แสงตกกระทบในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของ ลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่เมื่อเวลา เปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่ง ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกตหรือ การวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน (Integrated process skills)

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้ และบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกตหรือวิธีวัดสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying controlling and manipulating variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัว แปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการ ทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อ ตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data processing and interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ข้อความ ข้อความกึ่งตารางหรือกราฟและการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้วหรือการให้ความหมายของข้อมูล เชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and investigation) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานโดยคำนึงถึง

นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและอีกวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1 - 5)

ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Obsevation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตรน้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space/Space Relationship and Space/time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชั่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบรูป 3 มิติ

ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ)

ที่เบ่งดันกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่า

เป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Numbers)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทัดรัดจนสื่อ

ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๑
หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๑ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ทำให้
2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของ
ข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

- ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต
ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อยู่ไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ
กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง
ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบ
ได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่
แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต
ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐาน
ที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่า
เกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และ
วัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables)

หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง
 ว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็น
 สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย
 ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
 และ ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน
 การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผน การทดลองก่อนลงมือ
 ทดลองจริง เพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจัดทำบันทึกข้อมูลที่ได้จากการ
 ทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดย
 กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
- ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่สำคัญทักษะการคำนวณ)

- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะกระบวนการเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพฤติกรรมที่สามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ดังนั้นนักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงนำเอาทักษะกระบวนการดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

กิลฟอร์ด (Guilford. 1956 : 128) ได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเขากล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการศึกษาหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

2. ความยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบ่งบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

ทอร์เรนซ์ (Torrance, E.P. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สุดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วยกระบวนการของการคิด มี 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานี้
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น
4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) ได้กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิดซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับการคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการตั้งประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำ ก็หมายถึงว่าเป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึงเป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม การคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่วิชาหรือทักษะที่จะเรียนรู้ได้เหมือนประวัติศาสตร์หรือสาธิตให้ดูเหมือนการเล่นเบสบอล การคิดสร้างสรรค์เป็นเพียงคุณภาพที่พัฒนาได้เช่นเดียวกับความรัก ถ้าครูจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะต้องให้โอกาสแก่นักเรียนได้แสดงสิ่งเหล่านั้นออกมา แล้วจากนั้นจึงส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2523 : 10) ได้ให้คำจำกัดความของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแบบ เอนกนัยหรือความคิดหลายทิศทางที่นำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดและวิธีแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในด้านการคิดค้นพบทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ลักษณะความคิดแบบ เอนกนัย ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม นับเป็นความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำและแตกต่างจากผู้อื่น ความคล่องตัว หมายถึง ประสิทธิภาพของความคิด ความคิดคล่องตัว คือ ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกัน และความคิดละเอียดละออ คือ ความคิดในรายละเอียดที่ขยายความคิดริเริ่มให้สมบูรณ์

ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจจะใช้ระยะเวลาคิดค้นอันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้นหรือความคิดสร้างสรรค์ คือ การที่ยังไม่รู้จึงมีลำดับขั้นในการคิด ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูกและตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดฉับพลันขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

ดิวิตโต (Divito. 1971 : 208) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) คือ ขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่างๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงตัวปัญหาและส่วนประกอบ

2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาความคิดจะแก้ปัญหาก็จะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งต้องอาศัยความตั้งใจและความเข้าใจในปัญหา

3. ขั้นพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าการบางประการในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา

4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด หลังจากพบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ

5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออก เพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อรองรับหรือยืนยันความคิดดังกล่าว

ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความเข้าใจสภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง ควรฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้ (Carin and Sund. 1971 : 302)

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง แตกต่างจากความคิดของผู้อื่น

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

5. ความไวในการคิด (Sensitivity) คือ ความสามารถในการมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

คาร์นิน และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 307 - 308) ได้กล่าวถึงการสอนที่สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. ให้ความไว้วางใจและลดความหวาดระแวงในตัวนักเรียนในการประคองหรือค้นคิดสิ่งใหม่ ๆ รวมทั้งการกระตุ้นให้มีการคิด ใจกว้างยอมรับการคิดนั้น ๆ

2. ให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินและตัดสินใจด้วยตนเองเพื่อผู้เรียนจะได้มีความเป็นอิสระในการคิดโดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ

3. ไม่ควรควบคุมกวดขันนักเรียนจนเกินไป

4. สนับสนุนนักเรียนให้มีการคิดต่อกันอย่างอิสระ

กรมการฝึกหัดครู (กรมการฝึกหัดครู 2522 : 48) ให้นิยามการสอนเพื่อปลูกฝังและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. เลิกบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนช่างคิด ช่างซักถามและสนองตอบต่อคำถามด้วยความสนใจ
3. ตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ของนักเรียนและนับถือความคิดแปลก ๆ ของนักเรียน
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและประโยชน์
5. ยกย่องนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอยู่เสมอโดยไม่ใช้วิธีช่วยคะแนน
7. กระตุ้นให้มีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ด้วยการ

7.1 ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น

7.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้าคือ สัมผัส

สุดคม สัมผัส ฟัง และพินิจพิจารณา

7.3 ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง

7.4 ขจัดความกลัว ความก้าวร้าว แต่สร้าง ความเชื่อมั่นและความมั่นคง

ปลอดภัยให้แก่เด็ก

สมจิต สัมผัสพันธ์ (สมจิต สัมผัสพันธ์ 2522 : 62) ให้นิยามถึงเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เด็กจะต้องเป็นตัวของตัวเองอย่างสมบูรณ์ ในการแก้ปัญหา
2. ครูต้องรู้ว่าอะไรคือความคิดสร้างสรรค์ สภาพเช่นไรที่จะเอื้ออำนวยให้นักเรียน

ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์

3. ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์

4. ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

อรรถกถา หนึ่งจักร (อรรถกถา หนึ่งจักร 2524 : 14 - 15) ให้เสนอวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. พยายามศึกษาให้เข้าใจและรู้จักนักเรียนว่าเขามีความถนัด ความต้องการ ความสนใจ และมีแนวโน้มของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันเพียงไร เพื่อจะได้จัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม

2. เสนอเนื้อหาและปัญหาที่เหมาะสมกับพัฒนาการ สติปัญญา

3. ควรตระหนักถึงความสามารถและความสนใจของนักเรียนแต่ละคนว่าชอบคิดแก้ปัญหาในแง่มุมเดียวหรือคิดหลายแง่หลายมุม

4. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล

5. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ

6. ควรสนใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นหลัก

7. ควรนำเอานวัตกรรมทางการศึกษามาใช้

8. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ควรมุ่งการเรียนรู้หลักการที่เป็น "แก่น" ของวิชาอย่างแท้จริง

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาและกระบวนการ หากนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ ดังนั้นในการคิดสร้างสรรค์จึงต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ซึ่ง อนันต์ จันทะกูรี (อนันต์ จันทะกูรี 2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธีซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์หรือคะแนนจากแบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วน ทศนิยม บุญเติม (ทศนิยม บุญเติม 2526 : 3) ได้ให้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการแสดงความคิด ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากทฤษฎีการค้นคว้าของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาดังกล่าวจะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกัน แต่ต่างกันที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความสามารถที่มีอยู่แล้วในแต่ละบุคคล เพียงแต่ครูผู้สอนจะมีวิธีการจัดกิจกรรมอย่างไรที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปขั้นตอนในการเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้ คือ

1. ขั้นรู้สึกว่าเกิดความยุ่งยากหรือขึ้นของการเกิดปัญหา
2. ขั้นของการคาดคะเนคำตอบหรือการตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นของการหาวิธีตรวจสอบสมมติฐานหรือการออกแบบการทดลอง

กิลล์ฟอร์ด ได้กล่าวสรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดแบบเอนกนัย ซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดละเอียดละออ สำหรับด้านความคิดละเอียดละออ นั้น อาร์ยี่ รังสินันท์ (อาร์ยี่ รังสินันท์ 2527 : 34) ได้กล่าวสรุปถึงการพัฒนาการของความคิดละเอียดละออไว้ดังนี้

1. การพัฒนาการของความคิดละเอียดละออจะขึ้นอยู่กับอายุ กล่าวคือ เด็กที่มีอายุมากจะมีความสามารถทางด้านนี้มากกว่าเด็กที่มีอายุน้อย
 2. เด็กหญิงจะมีความสามารถมากกว่าเด็กชาย ในด้านความคิดละเอียดละออ
- สำหรับในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาถึงระดับอายุ และเพศ เป็นตัวแปร อีกทั้งสภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นการสอนโดยส่วนรวมไม่ได้แยกเพศและระดับอายุ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพียง 3 ด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พฤษชลธาร มาใช้ในการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดศึกษา มีแต่ใช้ในการสอนเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ มีดังต่อไปนี้

ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 59) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติไม่แตกต่างกัน

นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 47) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "บรรยากาศ" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียน

สัญญา วันงาม (สัญญา วันงาม 2522 : 37) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองในด้านการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการสอนแบบปิดบังในวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษารายงานว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบเปิดเผยสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบปิดบัง ในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สืบศักดิ์ สาร (สืบศักดิ์ สาร 2523 : 43 - 44) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกันโดยการเรียนรู้จากชุดการเรียนด้วยตนเองและจากการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่มีการสอนปกติสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรรยา สุขพัฒน์ (จรรยา สุขพัฒน์ 2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภานุมาศ พานารณ (ภานุมาศ พานารณ 2523 : 45) ได้ทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จำนวน 120 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลาง และต่ำ กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลางไม่แตกต่างกัน แต่ผลของกลุ่มต่ำแตกต่างจากกลุ่มสูงและกลุ่มกลางที่มีระดับความมีนัยสำคัญ .05

สตรีกแลนด (Strickland. 1971 : 2510 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Coplan Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มสอนแบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์คเกอร์ (Parker. 1974 : 4914 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรม ของนักศึกษาที่เริ่มเรียนวิชาชีววิทยาในระดับมหาวิทยาลัย ใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา 90 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 45 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ของนักเรียนที่ Southern Colorado State College โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

เชาวนีย์ อะยะวงค์ (เชาวนีย์ อะยะวงค์ 2526 : 59) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยดังกล่าวพอสรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้หรือชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ และได้แพร่หลายมากในวงการศึกษาของไทยในทุกระดับ และจากผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้สูง

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ประทุม ทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 71) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนหลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตร 2503 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ 2503 ที่เน้นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

อีเกลตัน (Egelston. 1971 : 818 - A) ได้ใช้ระเบียบวิธีสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรม ศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการสอนในห้องปฏิบัติการวิชาชีพวิทย์ของครู ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยให้อิสระแก่นักเรียนในทางค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองกับครูในกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า การใช้วิธีสอนที่ให้อิสระแก่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มีผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านการแสดงความคิดริเริ่มและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

พินิกซ์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบ ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบคือ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Students Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่

สอนโดย SSLS และ TLSL ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal creativity) ส่วนความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องรูปภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TLSL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ก่อกักที ศรีน้อย (ก่อกักที ศรีน้อย 2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ (ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .001

เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทศนีย์ พุทธชลดธาร (ทศนีย์ พุทธชลดธาร 2518 : 73 - 76) ได้สร้างแบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และหาเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวของทอร์แรนซ์ (ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน) จำนวน 3 ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มี 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่หาเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ของโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 300 คน และกลุ่มที่ใช้ในการหาเกณฑ์การให้คะแนนความเที่ยงตรงและอำนาจการจำแนกของแบบสอบเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ของโรงเรียนตรอกจันทน์วิทยา จำนวนชั้นละ 25 คน การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงตรงโดยใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA) การหาความตรงของแบบสอบหาความตรงเฉพาะหน้าโดยให้นักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ประเมินค่าความตรงของแบบสอบและหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนน

จากแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ พงษ์ชัย
พัฒนาผลใหญ่ชัย คัดแปลงจากแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ของ วอลลาส และโคแกน กับแบบ
สอบความคิดสร้างสรรค์ของเกทเชลและแจคสัน พบว่า สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของแบบ
ทดสอบทั้ง 2 ฉบับเป็น .748 แบบสอบมีความเที่ยงตรงเฉพาะหน้าสูง กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญ
10 ใน 12 ท่าน เห็นว่าแบบทดสอบนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้
แบบสอบมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) อย่างมีนัยสำคัญที่
ระดับ .01 และข้อสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมาลี กาญจนชาตรี (สมาลี กาญจนชาตรี 2525 : 51 - 52) ได้ศึกษา
พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขต
กรุงเทพมหานคร โดยทำการศึกษากลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ในการหาเกณฑ์การให้
คะแนนความตรง อำนาจจำแนกของแบบทดสอบและศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาและชั้นมัธยมศึกษาในเขต กรุงเทพมหานคร จำนวน
1,120 คน กลุ่มที่ 2 ใช้หาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity)
เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย-
เกษตรศาสตร์ จำนวน 154 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การหาค่าความ
เชื่อมั่นของแบบสอบใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงตรงโดยใช้สูตรของฮอยท์ การหาค่า
ความเที่ยงตรงของแบบสอบหาความตรงเฉพาะหน้าโดยใช้นักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ และ
นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประเมินค่าความตรงของแบบสอบและหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง
(Construct Validity) โดยหาสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบสอบ-
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของทัศนีย์ พงษ์ชลธาร การหาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบแต่ละข้อ แต่ละฉบับโดยการทดสอบ
หาค่า t (t - test) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ
อายุต่างกันโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two way Analysis of Variance)
ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับอายุต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และ

จากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นโดยลำดับ นักเรียนชายมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับอายุไม่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ อันได้แก่สภาพแวดล้อมของนักเรียน สภาพการเรียนรู้การสอน ตัวนักเรียน ตัวครู โดยเฉพาะนักเรียนนั้นต้องเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความมั่นใจ ช่างซักช่างถาม ต้องการความเป็นอิสระและมีความรับผิดชอบในตัวเอง ส่วนตัวครูจะต้องลงบทบาทในการสอนลง ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยแนะ นำ ให้คำปรึกษาตลอดจนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนพระจักษ์ศิลปาคาร อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 512 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนพระจักษ์ศิลปาคาร อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบคลัสเตอร์ (Cluster Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จากนักเรียนจำนวน 10 ห้องเรียน แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

แบบแผนการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ (Randomized Control Group Pretest - Posttest Design)

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง	ความแตกต่าง
R_E	T_1E	X	T_2E	$T_2E - T_1E = D_E$
R_C	T_1C	$\sim X$	T_2C	$T_2C - T_1C = D_C$

E	แทน กลุ่มทดลอง
C	แทน กลุ่มควบคุม
T ₁ E	แทน สอบก่อนจัดกระทำของกลุ่มทดลอง
T ₁ C	แทน สอบก่อนจัดกระทำของกลุ่มควบคุม
X	แทน การจัดกระทำ
~X	แทน การไม่จัดกระทำ
T ₂ E	แทน การสอบครั้งสุดท้ายของกลุ่มทดลอง
T ₂ C	แทน การสอบครั้งสุดท้ายของกลุ่มควบคุม
D _E	แทน ความแตกต่างของคะแนนการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ กลุ่มทดลอง
D _C	แทน ความแตกต่างของคะแนนการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ กลุ่มควบคุม
R	แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง เราเริ่มต้นเรียนวิทยาศาสตร์กันอย่างไร ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้

- 1.1.1 นักวิทยาศาสตร์ทำงานกันอย่างไร
- 1.1.2 การสังเกตใช้อะไรบ้าง
- 1.1.3 เราเชื่อประสาทสัมผัสได้เสมอไปหรือไม่
- 1.1.4 ประสาทสัมผัสมีขอบเขตจำกัดหรือไม่
- 1.1.5 การใช้เครื่องมือช่วยขยายขอบเขตของประสาทสัมผัส
- 1.1.6 ประสาทสัมผัสต่าง ๆ บอกปริมาณได้ดีเพียงไร

จากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามคู่มือครูวิทยะศาสตร์ เรื่อง เราเริ่มต้นเรียน วิทยาศาสตร์กันอย่างไร ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
4. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. ทักษะการคำนวณ
6. ทักษะในการตั้งสมมติฐาน
7. ทักษะการทดลอง

1.2 การสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.2.1 โครงสร้างของชุดการเรียนรู้ ได้ดัดแปลงรูปแบบมาจาก โครงสร้างชุดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างของ คาร์ตาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ดังนี้

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายทั่วไป (General objective)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral objective)
5. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and self - evaluation)
6. คำถามจากสถานการณ์ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง

1.2.2 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนรู้จาก เอกสารตำราและงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด เนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสม

2.) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารตำราและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลักษณะให้เหมาะสมกับภูมิหลังและวัยของผู้เรียน

3.) ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้จากหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.) สร้างชุดการเรียนรู้โดยยึดรูปแบบการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้สื่อประสมตามแนวของ วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2522 : 28 - 31) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1) ขั้นตอนวางแผนทางวิชาการ (Planning stage)

ประกอบด้วย

4.1.1) กำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่อง และระดับชั้นเพื่อจะได้ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

4.1.2) การวางจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งแบ่งเป็นจุดมุ่งหมายทั่วไป (General objective) และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral objective)

- จุดมุ่งหมายทั่วไป (General objective) เป็นจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน

- จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral objective) เป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามที่วางไว้และจะทำให้ผู้เขียนดำเนินเรื่องได้ตามความมุ่งหมาย ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจได้ตรงกันและผู้วัดสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการจะวัด

4.2) ขั้นตอนการสร้าง (Developmental stage)

ในการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นประกอบด้วยจุดมุ่งหมายทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาในรูปแบบบทเรียน โปรแกรม คำสั่ง กิจกรรมการทดลอง บทสรุปซึ่งมีทั้งแบบโปรแกรมและคำถามจากสถานการณ์ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูป

หลังจากที่ได้ชุดการเรียนรู้แล้ว นำชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

4.3) นำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ได้รับการตรวจและแก้ไขไปทดลอง (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 โรงเรียนเทศบาล 5 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยดำเนินการดังนี้

4.3.1) ทดลองเป็นรายบุคคล (Individual tryout and revision) เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้ เช่น ภาษา เวลา ฯลฯ

4.3.2) ทดลองกลุ่มเล็ก (Small group tryout and revision) นำชุดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงจากการทดลองแบบรายบุคคลมาแล้วไปทดลองกับนักเรียนจำนวนประมาณ 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ และนำมาปรับปรุง

4.3.3) ทดลองภาคสนาม (Field tryout and revision) นำชุดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แล้วไปทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

5.) เกณฑ์ใช้ในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในส่วนที่เป็นแบบโปรแกรม ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถามในชุดการเรียนรู้ในส่วนที่เป็นแบบโปรแกรมได้อย่างน้อยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง นักเรียนสามารถทำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างน้อยร้อยละ 80

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับชั้น ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2516 : 152 - 275) หนังสือวิธีสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2518 : 1 - 161) หนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2522 : 1 - 405)

2.2 จากการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากหนังสือคู่มือครูวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เราเริ่มต้นเรียนวิทยาศาสตร์กันอย่างไร ให้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการคำนวณ ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลอง

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 5 ตัว เลือกโดยออกให้ครอบคลุมทุกทักษะ ทักษะละ 8 ข้อ รวม 56 ข้อ

2.4 นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดตรงตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ หรือไม่ ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนดังนี้

- + 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	ข้อสอบ	คะแนนในการพิจารณา		
		- 1	0	+ 1
1. ทักษะการสังเกต	1. ในการสังเกตเห็นเทียนไขก่อนจุดไฟ <u>ข้อมูลใด ที่ไม่ใช่ข้อมูล</u> <u>การสังเกต</u> ก. เทียนไขมีสีขาวขุ่น ข. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก ค. เทียนไขทำด้วยไขปลาวาฬ ง. ใส่เทียนไขทำด้วยเชือก จ. เทียนไขมีเนื้อละเอียด ผิวมันเรียบ			

2.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมา
หาค่าดัชนีความสอดคล้อง และนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ใน
การศึกษาต่อไป

$$\text{สูตรดัชนีความสอดคล้อง} \quad IC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนในการพิจารณาความสอดคล้องของ
ผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระจักษ์ศิลปาคาร อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 100 คน

2.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนนำมาตรวจให้คะแนนโดยให้ข้อที่ถูกข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือข้อที่ไม่ทำ ไม่ให้คะแนน เมื่อตรวจและรวบรวมคะแนนจากการตอบแบบทดสอบเรียนร้อยแล้ว จึงวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (R) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะจำนวน 42 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 42 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าเฉลี่ย 21.90 ความแปรปรวน 22.99 นำมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR - 20 ได้ค่าความเชื่อมั่น .736

แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนิยม พฤษชลธาร ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน) ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบชุดนี้สอบหลังจากจบสิ้นการสอนทั้งสองแบบ

ลักษณะของแบบทดสอบมีดังนี้ ข้อทดสอบมี 3 ข้อ แบบทดสอบทั้งฉบับมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ใช้สูตรของฮอยท์ มีค่า .748 สัมประสิทธิ์ของคะแนน ความคล่องของความคิด ความยืดหยุ่นของความคิดและความคิดริเริ่ม มีค่า .826 .517 และ .294 ตามลำดับ และจากการประเมินค่าความเที่ยงตรง เรียกว่า ความเที่ยงตรงเฉพาะหน้าของแบบทดสอบ โดยอาศัยความเห็นของนักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ท่าน ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญ 10 ใน 12 ท่าน ลงความเห็นว่าเป็น

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์เทียบ ใช้วิธีหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เทียบกับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ พงษ์ชัย หัตถผลไพบูลย์ คัดแปลงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ วอลเลซและโคแกนกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ เกทเชลและแจคสัน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่า .281 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบข้อละ 15 นาที รวม 45 นาที โดยการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในคู่มือให้คะแนนของ หัตถชัย พงษ์ชลธาร ทั้งนี้พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ และให้คะแนนดังนี้

1. คะแนนความคล่องในการคิด ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามแนววิสัยทัศน์ที่

แตกต่างกัน ให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความริเริ่ม หากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 5	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 4	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 3	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 2	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 1	ให้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด คะแนนความยืดหยุ่น และคะแนนความริเริ่ม คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทดสอบนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. หลังการทดสอบตามข้อ 1 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ของ สสท.

3. หลังการทดสอบตามข้อ 1 กลุ่มทดลองดำเนินการดังนี้

3.1 แนะนำวิธีการเรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง "คำชี้แจงในการเรียนด้วยตนเอง" ในครั้งแรก พร้อมทั้งให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับวิธีการเรียน

3.2 ให้นักเรียนเรียนและทำความเข้าใจกับคำแนะนำในการใช้บทเรียนตลอดจนวัสดุอุปกรณ์

3.3 สร้างบรรยากาศทางการเรียนที่ดีให้โดยอนุญาตให้นักเรียนปรึกษาตนเองได้บ้างเป็นครั้งคราว หรือถามครูได้ในกรณีที่มีปัญหาในการใช้วัสดุอุปกรณ์

3.4 ครูอนุญาตให้ผู้เรียนรับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองไปฝึกปฏิบัติที่ละชุด เมื่อผู้เรียนทำเสร็จในแต่ละชุดแล้วจึงรับชุดใหม่ไปศึกษา

4. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนจากการสอนทั้งสองแบบแล้ว จึงทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกันกับการสอบครั้งแรก

5. นำข้อมูลที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 4 มาวิเคราะห์ทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าอำนาจจำแนกและความง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิค 27% ของ จังก์ เท ฟาน (Pan. 1952 : 6 - 32)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ที่ 20 (KR - 20) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 168 - 170)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอบซ้ำ (Test - retest) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 163 - 164)

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนภายในกลุ่ม โดยใช้ t - test dependent (ส้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 220)
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test Independent (Edward. 1954 : 256)

ผลการศึกษาค้นคว้า

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน คะแนนเฉลี่ย
X_{T_1}	แทน คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง
X_{T_2}	แทน คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง
X_D	แทน คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างการทดสอบก่อนการทดลองกับ หลังการทดลอง
S_D^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการทดสอบก่อน การทดลองกับหลังการทดลอง
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอผลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของกลุ่มทดลอง

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{T_1}$	$\bar{X}_{T_2}$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	50	14.65	20.82	6.17	16.2959	.976
กลุ่มควบคุม	51	17.34	22.96	5.62	12.8820	

$$t_{.01, 118} = 2.6184$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 พบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองกับก่อนการทดลอง ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู วิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แตกต่างกัน

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกับปรากฏผลดังแสดงไว้ใน

ตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม-
ควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{T_1}$	$\bar{X}_{T_2}$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	50	19.8	31.30	11.5	82.9082	2.9622 ^{**}
กลุ่มควบคุม	51	28.49	31.47	4.98	162.508	

$$t_{.01, 19} = 2.861$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์

3. เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้านความคิดริเริ่มก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน
ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{T_1}$	$\bar{X}_{T_2}$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	50	4.06	7.06	3.0	25.09	2.6355*
กลุ่มควบคุม	51	8.67	8.12	- .55	66.67	

$$t_{.05, 46} = 2.0147$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้องค์ประกอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู
วิทยาศาสตร์

4. เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้านความคิดยืดหยุ่นก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน
ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด
ยืดหยุ่นระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{T_1}$	$\bar{X}_{T_2}$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	50	5.92	8.16	2.24	8.5127	1.165
กลุ่มควบคุม	51	6.94	8.53	1.59	7.1984	

$$t_{.05, 315} = 1.960$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง
สถิติ กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้องค์ประกอบความ
คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนไม่แตกต่างจากการสอนตาม
คู่มือครูวิทยาศาสตร์

5. เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{T_1}$	$\bar{X}_{T_2}$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	50	9.82	16.08	6.26	19.2576	2.516*
กลุ่มควบคุม	51	12.88	16.82	3.96	22.9584	

$$t_{.05, 118} = 1.981$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 6 พบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนสูงกว่าการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์

6. เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มทดลอง

องค์ประกอบความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	$\bar{X}_{T_1}$	$\bar{X}_{T_2}$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
ความคล่องแคล่วในการคิด	50	9.82	16.08	6.26	31.030	10.08**
ความคิดริเริ่ม	50	4.06	7.12	3.06	36.321	4.2125**
ความคิดยืดหยุ่น	50	5.92	8.16	2.24	20.63	5.4288**
รวมความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	50	19.80	31.30	11.50	64.385	8.90**

$$t_{.01, 49} = 2.6842$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 7 พบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สรุปลำดับขั้นและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เพื่อเปรียบเทียบความถี่เริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกัน
3. ความถี่เริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกัน
4. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกัน
5. ความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ที่ได้มาโดยการสุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน สุ่มเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม จำนวนนักเรียน 51 คน กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม จำนวนนักเรียน 50 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์
2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยทดสอบเป็นรายกลุ่ม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
2. ทดลองสอนใช้เวลาในการสอนแต่ละกลุ่ม 12 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 2.2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์
3. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยให้แบบทดสอบฉบับเดิม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. นำผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนความแปรปรวน ของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. เปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้

t - test Dependent

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test

Independent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ และที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด ก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่มทดลอง พบว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิดสูงขึ้น

3. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์

3.1 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์

3.2 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่น ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่น ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์

3.3 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิดสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์

อภิปรายผล

ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลการศึกษาค้นคว้า สามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์หาคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 อีกทั้งเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเรื่องเดียวกันและส่วนมากเป็นกิจกรรมการทดลอง การจัดกิจกรรม วิธีการ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ต่างกันแต่เพียงวิธีการเรียนของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะทำกิจกรรมด้วยตนเองตามข้อเสนอแนะที่ระบุไว้ในชุดการเรียนรู้

ส่วนการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะทำกิจกรรมโดยครูเป็นผู้แนะนำ ดังนั้นจึงสามารถนำชุดการเรียนรู้มาใช้แทนการสอนของครูได้ ถึงแม้ว่าผลการศึกษาครั้งนี้จะไม่ใช่ไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ก็สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภาณุมาศ พานารอด (ภาณุมาศ พานารอด 2523 : 45) ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ ของนักเรียนชั้น ม.3 ด้วยชุดการสอนตามเอกัตภาพกับการสอนตามปกติไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เชาวนีย์ อยะวงค์ (เชาวนีย์ อยะวงค์ 2526 : 59) ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และช่วยครูฝึกไม่แตกต่างกัน

2. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสของความเป็นอิสระแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูในด้านความเป็นอิสระของการคิด ความคิดไม่ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนแต่ละท่าน ซึ่งเป็นผู้ชี้นำในการอภิปรายและความสามารถในการให้แนวทางที่ต่างกัน ซึ่งมีอิทธิพลต่อแนวความคิดของนักเรียนให้คล้อยตามแนวความคิดของครูผู้สอน บรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีไม่มีความวิตกกังวลเนื่องจากการซักถามหรือถูกประเมินผลอยู่บ่อย ๆ ส่วนแต่มีส่วนส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนั้น ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองยังเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีความเป็นอิสระในการคิดอยู่บ่อย ๆ ไม่ถูกประเมิน เกิดความคล่องในการคิด สามารถคิดได้หลายแนวทาง ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ ๆ ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1975 : 307 - 308) สมจิต สมิตถพันธ์ (สมจิต สมิตถพันธ์ 2522 : 62) และกรมการฝึกหัดครู (กรมการฝึกหัดครู 2522 : 48) ซึ่งโดยสรุปกล่าวได้ว่า การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูต้องให้ความไว้วางใจและลดความหวาดระแวงในตัวนักเรียน ให้ความเป็นอิสระเล็กน้อยให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครู ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

3. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีช่วงอายุโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11 - 13 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงพัฒนาการที่กำลังเปลี่ยนจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง (Transition Period) และเป็นช่วงที่เด็กในวัยนี้เพิ่งย้ายเข้ามาเรียนในโรงเรียนมัธยมได้ไม่นาน เป็นระยะที่เด็กมีการแข่งขันและปรับตัวให้เข้ากับสังคมใหม่ ทำให้เด็กเกิดความวิตกกังวล รู้สึกไม่มั่นคงปลอดภัย ทำให้ ขบวนการคิดสับสน ดังนั้น ในช่วงนี้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กจะลดลง แต่ ก็จะลดลงเป็นการชั่วคราว หลังจากนั้นแล้วความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก็จะเพิ่มขึ้น อย่างสม่ำเสมอ แต่ถ้าพิจารณาจากผลต่างของคะแนนแล้วจะเห็นว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของ การพัฒนาสูงกว่ากลุ่มควบคุม กล่าวคือ ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเป็น 2.24 ส่วนกลุ่มควบคุมเป็น 1.59 ความแตกต่างของคะแนนดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคิดยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษารังนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ยามาโมโด้ (อารีย์ รังสินธ์ 2526 : 55 อ้างอิงจาก Yamamoto. 1960) ซึ่งได้ ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่าง ๆ พบว่า ความคิด- สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ จากการศึกษาค้นคว้าของ สุมาลี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 47) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี

4. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่ว ในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองสูงขึ้น ทั้งเป็นเพราะว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในแต่ละบุคคล เพียงแต่ว่าจะมีวิธีการ อย่างไร ที่จะทำให้นักเรียนเหล่านั้นได้แสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การเรียน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองนั้นก็ป็นวิธีหนึ่ง ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแก้ปัญหาหรือหา คำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากขึ้น รู้จักที่จะผสมผสานและบูรณาการทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ก็ย่อมจะส่งผลให้ความคิด- สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ

ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ซึ่งพบว่า หักกะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ลักษณะของชุดการเรียนรู้เช่นนี้สอดคล้องกับลักษณะนิสัยและความต้องการของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสได้คิด ได้ทำ และตัดสินใจด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาบุคลิกภาพไปในทางที่เหมาะสม

1.2 การใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเท่ากับการสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ ในขณะเดียวกันก็ยังส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ชุดการเรียนรู้น่าจะใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอนที่ช่วยแปรเปลี่ยนความสนใจของนักเรียนที่สอหดเลวสถานการณ์ได้หลายรูปแบบ ตลอดจนสามารถนำสื่อการสอนและเทคโนโลยีมาใช้ จึงเป็นการสะดวกต่อการสร้างแบบเรียนชนิดนี้เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยสอน

1.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดได้ในตัวผู้เรียน ดังนั้นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดอย่างอิสระ ให้ความไว้วางใจ และลดความหวาดระแวงในตัวผู้เรียน ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างแสวงแสวงหาความรู้ และกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์บทอื่น ๆ

2.2 ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในผู้เรียนต่างระดับความสามารถทางการเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.3 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเชาวน์ปัญญาของผู้เรียน ต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.4 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว กับผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.5 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูของครอบครัวที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ก้อยศักดิ์ ศรีน้อย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามในลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
พื้นฐานและขั้นบูรณาการ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 107 หน้า
- การฝึกหัดครู, กรม ศึกษาพิเศษ รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของ
นักศึกษาระดับอุดมศึกษา โรงพิมพ์จุฬาราชมนตรี 2524, 114 หน้า
- การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยระดับ ป.5 - มศ.3 กรุงเทพฯ 2522,
62 หน้า
- ไชยศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ "การสอนวิทยาการสืบเสาะหาความรู้"
ข่าวสาร สสวท. 9(4) : 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2524
- จรรยา สุขพัฒน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น ม.1 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการ
สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522,
219 หน้า
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "การปรับปรุงการสอนในมหาวิทยาลัยด้วยระบบสื่อการสอน"
ศรีนครินทรวิโรฒ 11 : 4 กันยายน 2518
- ชวาล แพ้ตฤณ เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์จุฬาราชมนตรี 2520, 407 หน้า
- _____ เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2516, 360 หน้า
- ชูศรี วงศ์รัตนะ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย กรุงเทพฯ โรงพิมพ์และสำนักกระจายผล
2525, 252 หน้า
- เชาวนีย์ อะยะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริญญาโท
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า

ทัศนีย์ บุญเติม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37(1) : 32 -

33 มกราคม 2526

ทัศนีย์ พฤษชลธาร การสร้างแบบสอวัตความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยม

ศึกษาตอนต้น แผนกวิชามัธยม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 104 หน้า

ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ในระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 105 หน้า

ดำรงศักดิ์ หมั่นจักร "สอนให้คิดสร้างสรรค์" ประชาศึกษา 9 : 12 - 15 มิถุนายน

2524

นิพนธ์ ศุภปริดี เทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิมพ์เทศ 2525, 198 หน้า

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง บรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 87 หน้า

บุญลือ ทองอยู่ "ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(7) : 15 - 18 เมษายน 2521

"ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(8) : 14 - 16 พฤษภาคม 2521

เบญจมาศ ัญญางค์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูกับความ

คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์

ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524, 86 หน้า

ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความ

คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า

ประทุม ทองพูน เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียน

หลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า

ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่ จงเจริญการพิมพ์ 2523,
104 หน้า

ผกามาศ วรานุสันติกุล ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการ
ประเมินของครู วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 97 หน้า
พงษ์ชัย พัฒมผลไพบูลย์ ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 104 หน้า
พัชรรา เรื่องรักมี ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย 2524, 61 หน้า

พิทยากรณ์ คำรงค์กุลรัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน
โมดูลกับการสอนปกติ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 209 หน้า

ภานุมาศ พานารถ การทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนต่ำกัน วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 62 หน้า
มันทนา จงสุขสันติกุล ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยม
ศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปรินญาณินท์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า

มาโนช บุญญานุวัตร, ผู้แปล วิธีจัดทำและเขียนบทเรียนสำเร็จรูป หน่วยศึกษานิเทศ
กรมสามัญศึกษา มปป. 198 หน้า

รัชณี ลาขโรจน์ "ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ : ข้อเสนอแนะสำหรับครูยุคปฏิรูป"
กทเศรษฐศาสตร์ 4 : 27 - 30 ตุลาคม 2526

ลัดดา อุตสาหะ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย 2518, 96 หน้า

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ "การเรียนรู้ตามความสามารถ" วิทยาศาสตร์ 29 : 34

พฤษภาคม 2518

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ทวีกิจการพิมพ์

2524, 286 หน้า

_____ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

วิชัย วงษ์ใหญ่ เอกสารประกอบการเรียน "กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน"

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2523, 68 หน้า

วาสนา ขาวหา เทคโนโลยีทางการศึกษา อักษรสยามการพิมพ์ 2522, 200 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ มงคลการพิมพ์ 2515, 161 หน้า

_____ คู่มือการวิจัย สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย กองการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการ

ศึกษาแห่งชาติ พิมพ์ครั้งที่ 7 2524, 181 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์คุรุสภา

2521, 252 หน้า

ศิริอร ไขภูพิรัตน์ การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดม

พลังสมองและแบบฝึกการบุคคล ปริณูณิพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2527, 101 หน้า

สัญญา วันงาม การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ชุด

การเรียนรู้ด้วยตนเอง ในด้านการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการตอบสนองแบบปิดทั้งวิชา

วิทยาศาสตร์ ปริณูณิพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2522, 219 หน้า

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, สถาบัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2521,

13 หน้า

สุนันท์ ปัทมาคม ลำดับขั้นในการทำและวางแผนงานทำชุดการสอน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519, 37 หน้า

- สุนันท์ สังข์อ่อง "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 34 : 337 เมษายน 2523
- สืบทักดิ์ สาร การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน
โดยการเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองและจากการสอนปกติ ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 210 หน้า
- สุปรียา ลำเจียก สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนกวิชามัธยมศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า
- สมจิต สัมตทพันธ์ "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" ครู
 4(3) : 61 - 63 ธันวาคม 2522
- สมจิต สวอนไพบุลย์ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 140 หน้า
- สุมาลี กาญจนชาติ ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ
11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 2525, 81 หน้า
- สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า
- อนันต์ จันทกรวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ค. มหาวิทยาลัย-
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า
- "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" วิทยาการ
 7(2) : 3 - 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525
- อัศวิน พรหมโสภา การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการ
จำในวิชาเทคโนโลยีทางการสอน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 90 หน้า
- อารีย์ รังสิมันท์ ความคิดสร้างสรรค์ ณะการพิมพ์ 2527, 205 หน้า

- American Association for the Advancement of Science "Science A Process Approach," : AAAS/serox, Corporation. 1970. 683 p.
- Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. Englewood Cliffs Prentice-Hall, 1970. 370 p.
- Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Material. New Jersey, Englewood Cliffs, 1973. 353 p.
- Carin, A.A. and R.B. Sund. Teaching Science Through Discovery. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1975. 710 p.
- _____. Developing Questioning Technique : A Self Concept Approaches. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1971. 169 p.
- Divito, Alfred. Recognized and Assessing Creativity Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs New Jersey, Prentice-Hall 1971. 321 p.
- Divito, Alfred and Krockover, Gerald H. Creative Sciencing Ideas. Activities for teacher and children little, Brown and Company (Inc), 1976. 388 p.
- Duann, James E. Individualized Instructional Programmed and Material. Englewood Cliffs, N.J., Educational Technology Publication. 1973. 169 p.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. n.p., Education Testing Service, 1952. 32 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill, 1976. 529 p.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York, McGraw-Hill, Book Co., 1967. 538 p.
- Fundamental Statistical in Psychology and Education. McGraw-Hill Book Co., New York, 1956. 579 p.
- Hutchinson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. Englewood Cliffs Prentice-Hall, 1970. 370 p.
- Okey, James R. and Ronald L. Fiel. Basic Process Skill Programmed. Bloomington. Indiana University, 1973. 483 p.
- Parker, Eugene Gary. "The Relationship of Programmed Instruction to Test and Discussion Performance among Beginning College Biology Student," Dissertation Abstracts International. 34 : 4914 - A, February, 1974.

- Penick, John E., Creatively in Fifth - Grade Science Students :
Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314, 1976.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by
Inquiry in the Secondary School. second edition. Publishes by
Charles E. Merrill Publishing Company, 1973. 631 p.
- Torrance E. Paul. Guiding Creative Talent. New Jersey, Prentice-
Hall Inc., Englewood Cliffs, 1962. 278 p.
- Van Dalen, D.B. and William J. Mayer. Understanding Educational
Research. New York, St. Louise, McGraw-Hill Book, 1966. 525 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง 8 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	p	r	Δ
1	.61	.39	11.9
2	.61	.39	11.9
3	.62	.57	11.7
4	.53	.21	12.7
5	.53	.21	12.7
6	.41	.43	13.9
7	.79	.42	9.8
8	.59	.26	12.1
9	.21	.42	16.2
10	.34	.49	14.7
11	.79	.41	9.8
12	.43	.30	13.7
13	.43	.30	13.7
14	.37	.35	14.3
15	.21	.42	16.2
16	.45	.58	13.5
17	.72	.41	10.6
18	.62	.57	11.7
19	.28	.54	15.3
20	.52	.38	12.8
21	.55	.26	12.5

ข้อ	p	r	Δ
22	.30	.57	15.1
23	.37	.35	14.3
24	.41	.43	13.9
25	.37	.35	14.3
26	.41	.43	13.9
27	.21	.42	16.2
28	.35	.40	14.6
29	.39	.39	14.1
30	.28	.39	15.3
31	.61	.31	11.9
32	.29	.20	15.2
33	.25	.48	15.7
34	.33	.28	14.8
35	.57	.54	12.3
36	.35	.23	14.5
37	.70	.57	10.9
38	.20	.23	16.3
39	.26	.36	15.5
40	.21	.42	16.2
41	.29	.20	15.2
42	.29	.20	15.2

ע חנאחא

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่องเราเริ่มต้นเรียนวิทยาศาสตร์กันอย่างไร

1. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดที่ใช้ทักษะการสังเกตแต่เพียงอย่างเดียว

1. เทียนไขทำด้วยไขปลาวาฬ
2. ใส่เทียนไขทำด้วยเชือกมะนิลา
3. ถ้าไม่มีออกซิเจนเทียนไขจะดับ
4. เทียนไขที่มีคุณภาพดีจะมีแสงสว่างมาก
5. เมื่อจุดเทียนไข เนื้อเทียนไขจะเยิ้มเหลว

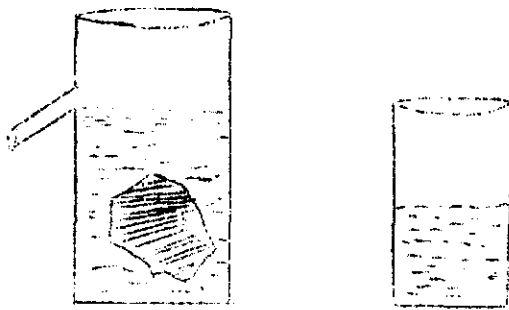
2. ข้อใดที่ไม่ใช่ทักษะการสังเกต

1. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
2. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
3. เทียนไขทำด้วยไขปลาวาฬ
4. เทียนไขมีไส้ทำด้วยเชือก
5. เทียนไขมีเนื้อละเอียดผิวมัน

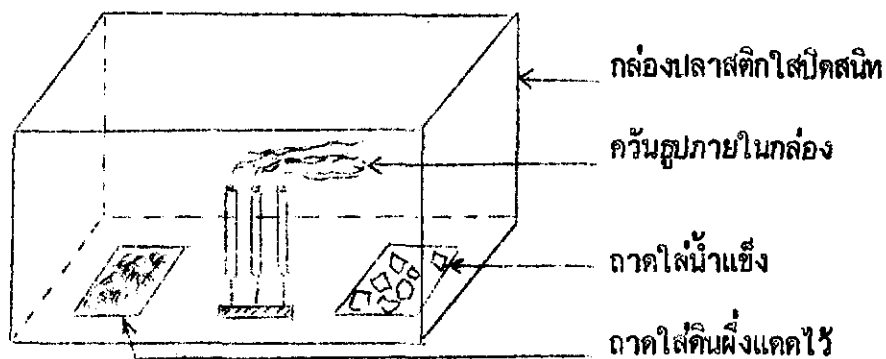
3. ข้อใดเป็นการสังเกตเชิงปริมาณของเทียนไข

1. เทียนไขกำลังลุกไหม้
2. เนื้อเทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
3. เทียนไขให้แสงสว่างและความร้อน
4. เทียนไขยาวประมาณ 5 เซนติเมตร
5. เบลวเทียนจนตะไค้ไฟจะเคลื่อนไหวไปมา

4. ข้อใดเป็นการสังเกตจากภาพโดยตรง

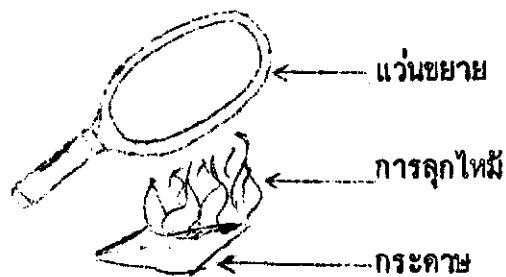


1. ภาพนี้เป็นการทดลองหาปริมาตรของวัตถุโดยการแทนที่น้ำ
 2. น้ำหนักของวัตถุจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวในภาชนะทางด้านขวา
 3. ผลการทดลองนี้สามารถนำไปหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุได้
 4. ขนาดของวัตถุจะเท่ากับปริมาตรของของเหลวในภาชนะทางด้านขวา
 5. วัตถุจมอยู่ในของเหลวในภาชนะทางด้านซ้ายมือและมีของเหลวอยู่ในภาชนะทางด้านขวามือ
5. จากภาพ ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรง



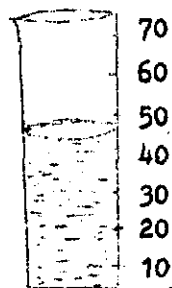
1. อีกลักครู่จะมีไอน้ำเกาะที่รอบกล่องพลาสติก
2. อุณหภูมิภายในกล่องพลาสติกจะเท่ากับภายในไม้ขีด
3. ควันธูปลอยไปอยู่เหนือถาดน้ำแข็งภายในกล่องพลาสติก
4. อุณหภูมิเหนือถาดใส่ดินสูงกว่าอุณหภูมิเหนือถาดใส่น้ำแข็ง
5. อุณหภูมิเหนือถาดใส่ดินและถาดใส่น้ำแข็งใกล้เคียงกัน

6. จากภาพ ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรง



1. กระดาษเกิดการลุกไหม้
 2. แว่นขยายรวมแสงตกที่จุดโฟกัส
 3. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง
 4. หลังจากการลุกไหม้จะเหลือแต่เศษขี้เถ้า
 5. กระดาษลุกไหม้ได้ต้องอาศัยออกซิเจนในอากาศ
7. ถ้านักเรียนจะวัดขนาดของห้องเรียน ควรจะเลือกใช้เครื่องมือชนิดใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
1. ไม้บรรทัด
 2. ไม้หลา
 3. ไม้เมตร
 4. ดลิบเมตร
 5. เทปวัดสนาม
8. เราจะเลือกเครื่องมือที่ระบุในข้อใดวัดเส้นรอบวงและความสูงของกระต๊อบข้าว
1. ไม้บรรทัด ดินสอ ลวด
 2. ไม้บรรทัด เชือก กาว
 3. ไม้บรรทัด เชือก ดินสอ
 4. ไม้บรรทัด เชือก วงเวียน
 5. ไม้บรรทัด ดินสอ กระดาษกาว

9. ข้อใดหน่วยของการวัดที่เหมือนกัน
1. ความหนาแน่นและน้ำหนักของวัตถุ
 2. เส้นรอบวงและความสูงของต้นไม้
 3. ความจุและความสูงของกระบอกลูกตุ้ม
 4. ความหนาแน่นและปริมาตรของน้ำ
 5. ความเร็วและระยะทางในการวิ่งแข่ง
10. ข้อใดไม่สามารถวัดได้โดยตรง
1. อุณหภูมิต่ำสุดวันน้ำวัดได้ 14 องศาเซลเซียส
 2. วันนี้อากาศร้อนมากถึง 41 องศาเซลเซียส
 3. ในรอบปีนี้อากาศร้อนสุดถึง 41.6 องศาเซลเซียส
 4. ในรอบปีอากาศร้อนโดยเฉลี่ย 25.6 องศาเซลเซียส
 5. ในรอบปีอุณหภูมิของอากาศอยู่ระหว่าง 25 - 35 องศาเซลเซียส
11. ระดับของเหลวในกระบอกลูกตุ้มอยู่ที่เลขใด



1. 30 มิลลิเมตร
2. 35 มิลลิเมตร
3. 40 มิลลิเมตร
4. 45 มิลลิเมตร
5. 70 มิลลิเมตร

12. ข้อใดแสดงถึงการใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม
1. ชั่งน้ำหนักของผลไม้ด้วยตาซึ่งสปริง
 2. วัดขนาดของห้องเรียนด้วยตลับเมตร
 3. ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิภายในห้องเรียน
 4. หาปริมาตรของน้ำในถ้วยแก้วด้วยหลอดฉีดยา
 5. หาปริมาตรของวัตถุรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยการแทนที่น้ำ
13. วัตถุในข้อใดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด
1. วัตถุ ก. หนัก 14 กรัม มีปริมาตร 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 2. วัตถุ ข. หนัก 17 กรัม มีปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 3. วัตถุ ค. หนัก 20 กรัม มีปริมาตร 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 4. วัตถุ ง. หนัก 25 กรัม มีปริมาตร 7 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 5. วัตถุ จ. หนัก 27 กรัม มีปริมาตร 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร
14. ในการทดลองชั่งน้ำหนักของวัตถุ นักเรียน 5 คน นำก้อนหินก้อนเดียวกันผลัดกันชั่ง
ปรากฏผลดังนี้ 51.0, 51.2, 51.5, 51.3 และ 51.4 กรัม หินก้อนนี้จะหนัก
กี่กรัม
1. 51.24
 2. 51.25
 3. 51.26
 4. 51.27
 5. 51.28

15. ชายหญิงคนหนึ่งกำลังสนทนาเกี่ยวกับค่าจ้างเงินเดือนดังนี้

..... ข. ตอนนั้นผมรับจ้างเขาชั่วคราวสองแถว

ญ. เขาให้ค่าจ้างเท่าไร

ข. วันละ 30 บาท แต่วันอาทิตย์หยุดเขาไม่จ่ายค่าจ้าง

ญ. ถ้าอย่างนั้นเดือนมิถุนายนทั้งเดือนคุณได้ค่าจ้างเท่าไร

ข. ยังไม่รู้เลย เดือนนั้นวันอาทิตย์เสียตั้ง 5 วัน

ชายคนนี้ให้ค่าจ้างเดือนมิถุนายนเป็นเงินเท่าไร

1. 750 บาท

2. 780 บาท

3. 810 บาท

4. 870 บาท

5. 900 บาท

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 16 - 17

ค่าประมาณและค่าที่วัดได้จริงของวัตถุอย่างหนึ่ง ปรากฏผลดังตาราง

	ขนาดของวัตถุ				
	กว้าง ซม.	ยาว ซม.	หนา ซม.	มวล กรัม	ปริมาตร ซม. ³
ค่าประมาณ	4.0	7.5	1.5	50.0	75.0
ค่าที่วัดได้จริง	5.4	8.5	1.2	89.1	52.0

16. ข้อมูลใดที่แตกต่างกันมากที่สุด

1. ความกว้าง

2. ความยาว

3. ความหนา

4. มวล

5. ปริมาตร

17. จากตาราง ข้อมูลค่าประมาณกับข้อมูลค่าการวัดจริง ค่าอะไรที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด
 1. ความกว้าง
 2. ความยาว
 3. ความหนา
 4. มวล
 5. ปริมาตร
18. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าความสูงของนักเรียนแตกต่างไปจากความสูงโดยเฉลี่ยของเพื่อนร่วมชั้นเรียน นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร
 1. เอาความสูงของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนนักเรียน
 2. เอาความสูงของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันหารด้วยจำนวนนักเรียนแล้วบวกด้วยความสูงของนักเรียน
 3. เอาความสูงของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันหารด้วยจำนวนนักเรียนแล้วลบด้วยความสูงของนักเรียน
 4. เอาความสูงของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันหารด้วยจำนวนนักเรียนแล้วคูณด้วยความสูงของนักเรียน
 5. เอาความสูงของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันหารด้วยจำนวนนักเรียนแล้วหารด้วยความสูงของนักเรียน
19. ข้อใดที่ใช้การสื่อความหมายโดยไม่ใช้ตาราง
 1. ปฏิทิน
 2. เกมหมากรูก
 3. ตารางสอน
 4. เครื่องหมายจราจร
 5. ระเบียบสุขภาพ

20. ถ้าต้องการจะเปรียบเทียบน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียน 10 คน จะเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการในข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
1. กราฟ
 2. ตาราง
 3. วงจร
 4. แผนภูมิ
 5. แผนภาพ
21. ถ้านักเรียนต้องการจะอธิบายการเจริญเติบโตของไหมนับตั้งแต่เป็นไข่ ตัวหนอน ตักแดจนกระทั่งเป็นตัวไหมวางไข่ได้อีกครั้งหนึ่ง นักเรียนจะเลือกวิธีการในข้อใดจึงจะดีที่สุด
1. เขียนเป็นวงจร
 2. เขียนเป็นสมการ
 3. เขียนเป็นตาราง
 4. เขียนเป็นแผนภาพ
 5. เขียนเป็นแผนภูมิ
22. ... "โรงเรียนอยู่ห่างจากถนน 2 กิโลเมตร บ้านอยู่ห่างจากโรงเรียน 200 เมตร สถานีตำรวจอยู่กึ่งกลางระหว่างถนนกับโรงเรียน ตลาดอยู่ไกลจากซอยโรงเรียนไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 1.5 กิโลเมตร" นักเรียนจะใช้วิธีการใดจึงจะสื่อความหมายได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว
1. อธิบายโดยใช้แผนที่
 2. อธิบายโดยใช้แผนภูมิ
 3. อธิบายโดยใช้แผนผัง
 4. อธิบายโดยใช้กราฟ
 5. อธิบายโดยใช้แผนภาพ

23. นักสัตววิทยาได้ออกไปสังเกตสัตว์ในป่าแห่งหนึ่งในระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีสัตว์ต่าง ๆ ดังนี้คือ หมูป่า 2 ตัว กวาง 5 ตัว กระรอก 11 ตัว นกยูง 2 ตัว เสือ 1 ตัว จากข้อมูลดังกล่าว จะนำเสนออย่างไรจึงจะสะดวกแก่ผู้ศึกษา

1.

ชนิดของสัตว์	จำนวน
หมูป่า	2
กวาง	5
กระรอก	11
นกยูง	2
เสือ	1

2. ชนิดของสัตว์ที่สังเกตได้ใน 24 ชั่วโมง

ชนิดของสัตว์	จำนวน (ตัว)
หมูป่า	2
กวาง	5
กระรอก	11
นกยูง	2
เสือ	1

3.

จำนวน (ตัว)	สัตว์
2	หมูป่า
5	กวาง
11	กระรอก
2	นกยูง
1	เสือ

4.

หมูป่า	2 ตัว
กวาง	5 ตัว
กระรอก	11 ตัว
นกยูง	2 ตัว
เสือ	1 ตัว

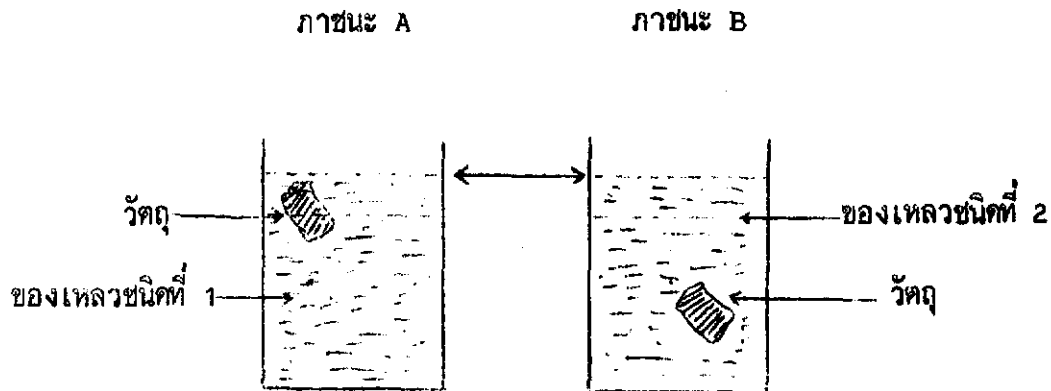
5.

2 ตัว	5 ตัว	11 ตัว	2 ตัว	1 ตัว
หมูป่า	กวาง	กระรอก	นกยูง	เสือ

24. สมศักดิ์ตัดกิ่งโกสนมา 6 กิ่ง ขนาดเท่า ๆ กัน เขานำ 3 กิ่งแรกไปแช่น้ำธรรมดา อีก 3 กิ่งนำไปแช่ในสารละลายกลูโคส เพื่อดูการงอกของราก สมศักดิ์ต้องการทดสอบสมมติฐานข้อใด

1. สารละลายกลูโคสทำให้กิ่งโกสนเน่า
2. สารละลายกลูโคสทำให้กิ่งโกสนดูดน้ำได้ดีขึ้น
3. สารละลายกลูโคสทำให้กิ่งโกสนตายเร็วขึ้น

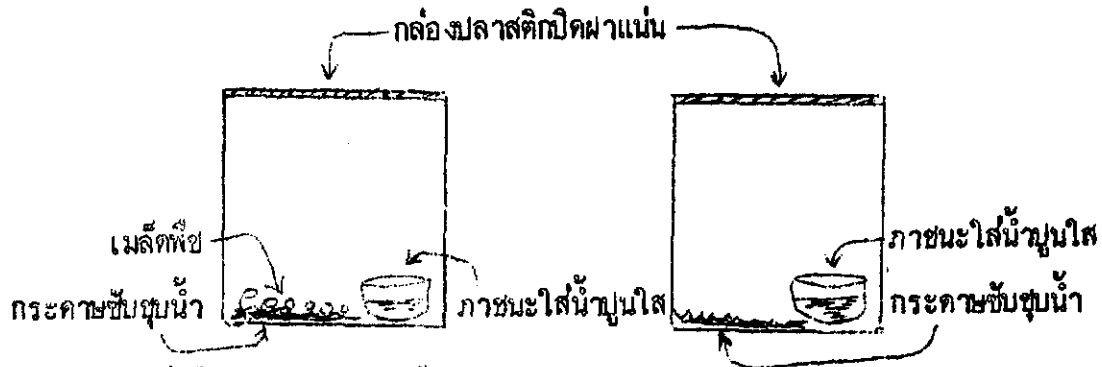
4. สารละลายกลูโคสทำให้โกสนงอกรากเร็วขึ้น
 5. สารละลายกลูโคสทำให้กิ่งโกสนแตกยอดเร็วขึ้น
25. จากรูป



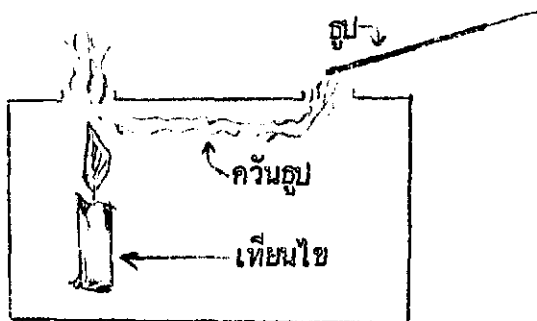
วัตถุชนิดเดียวกันมีขนาดเท่ากัน 2 ชิ้น เมื่อนำไปใส่ในภาชนะ A และภาชนะ B ซึ่งมีขนาดเท่ากัน (จตุรัส) และมีของเหลว 2 ชนิดอยู่ในระดับที่เท่ากัน ปรากฏว่าวัตถุที่อยู่ในภาชนะ A จมอยู่ในของเหลวน้อยกว่าวัตถุที่อยู่ในภาชนะ B จากสถานการณ์นี้เป็น การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อ

1. ของเหลวในภาชนะ A หนักกว่าของเหลวในภาชนะ B
 2. วัตถุในภาชนะ A ลอยตัวในของเหลวได้ดีกว่าวัตถุในภาชนะ B
 3. ปริมาตรของวัตถุ A และวัตถุ B ไม่เท่ากัน
 4. ความหนาแน่นของของเหลวในภาชนะ A และ B ไม่เท่ากัน
 5. วัตถุในภาชนะ A และภาชนะ B มีความหนาแน่นแตกต่างกัน
26. เมื่อต้มน้ำที่ชายทะเลแห่งหนึ่งปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมื่อต้มที่เนินเขาแห่งหนึ่งน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และเมื่อต้มน้ำที่ยอดคอคอยอินทนนท์ ซึ่งเป็นจุดสูงสุดในประเทศไทย ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส อยากทราบว่าจุดเดือดของของเหลวอย่างอื่นนอกจากน้ำจะอยู่ภายใต้หลักการเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานที่สมควรเป็นอย่างไร
1. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อต้มในที่สูงขึ้น
 2. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเปลี่ยนไปจากเดิมเมื่อต้มในที่ต่าง ๆ กัน

3. จุดเดือดของของเหลวอย่างเดียวกันจะลดลงจากเดิมเท่าใดเท่ากัน
 4. จุดเดือดของของเหลวอย่างเดียวกันจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมถ้าต้มในที่ต่างกัน
 5. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงจากเดิมเท่าใดละ 5 องศาเซลเซียส
27. จากภาพควรเป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานใด

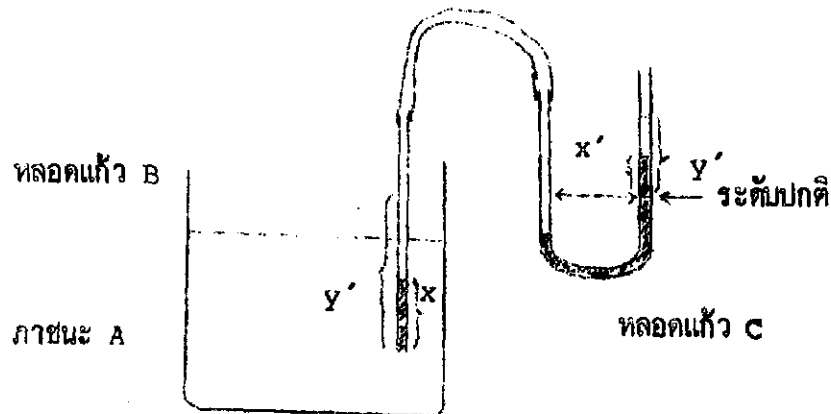


1. เมล็ดพืชจะงอกถ้ามีน้ำ
 2. เมล็ดพืชจะงอกได้ถ้ามีน้ำอยู่ด้วย
 3. น้ำในภาชนะใส่น้ำจะมีผลต่อการงอกของเมล็ด
 4. น้ำในภาชนะใส่น้ำมีความจำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
 5. การหายใจของพืชจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
28. จากการทดลองดังภาพ เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานใด



1. อากาศร้อนจะขยายตัวและลอยสูงขึ้น
2. อุณหภูมิในกล่องและนอกกล่องแตกต่างกัน
3. อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อการลุกไหม้ของเทียนไข
4. การลุกไหม้ของเทียนไขต้องการออกซิเจน
5. คาร์บอนไดออกไซด์จากควันเทียนทำให้เทียนไขลดความสว่างลง

29. จากการวัดแรงกดดันโดยใช้เครื่องมือชนิดหนึ่ง (ดังภาพ) ปรากฏว่าเมื่อจุ่มหลอดแก้ว B ลงในภาชนะ A ที่ระดับความลึก x ปรากฏว่าของเหลวในหลอดแก้ว C เพิ่มขึ้นถึงระดับ x' และเมื่อจุ่มหลอดแก้ว B ลงไปถึงระดับ y ปรากฏว่าของเหลวในหลอดแก้ว C สูงขึ้นถึงระดับ y'



ของเหลว

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อใด

1. น้ำมีแรงกดดัน
 2. อากาศมีแรงกดดัน
 3. ที่ระดับความลึกมากขึ้นแรงกดดันยิ่งมากขึ้น
 4. แรงกดดันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับของของเหลวในหลอดแก้ว
 5. แรงกดดันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของหลอดแก้ว
30. เมื่อเทน้ำในปริมาณที่เท่ากันลงในดินทั้ง 3 ชนิด ปรากฏผลดังภาพ การทดลองดังกล่าวเป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อใด



1. ดินต่างชนิดกันจะดูดน้ำได้ต่างกันอย่างเห็นได้ชัด
2. ดินต่างชนิดกันจะดูดน้ำได้มากน้อยต่างกัน
3. ดินต่างชนิดกันจะมีความเป็นกรดต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

4. ดินต่างชนิดกันจะมีความเหนียวแตกต่างกัน
 5. ดินต่างชนิดกันจะมีจุลินทรีย์แตกต่างกัน
31. ถ้าท่านจะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าแรงดันของน้ำที่ระดับต่าง ๆ กัน ไม่เท่ากัน ท่านจะต้อง
1. บรรจุน้ำในถังที่เจาะรูให้น้ำไหลออกได้ 3 รู แล้วเปรียบเทียบกัน
 2. ปลี่ยนน้ำจากระดับที่ต่างกัน 3 ระดับ ระดับละครั้งแล้วเปรียบเทียบกัน
 3. ปลี่ยนน้ำจากที่ระดับต่าง ๆ กัน ระดับละ 1 ครั้ง แล้วเปรียบเทียบกัน
 4. ปลี่ยนน้ำออกจากกระป๋องซึ่งเจาะรูที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ ระดับละครั้งแล้วเปรียบเทียบกัน
 5. ปลี่ยนน้ำออกจากกระป๋องที่เจาะรูให้น้ำออกได้ 3 รูที่ระดับเดียวกันแล้วเปรียบเทียบกัน
32. ในการทดลองเพื่อหาค่าความหนาแน่นของวัตถุโดยการแทนที่น้ำ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดบ้าง
1. ถ้วยยูรีกา ปีกเกอร์ หลอดคณิดยา คีมคีม
 2. ถ้วยยูรีกา ปีกเกอร์ ขาดัง ด้วยกระเบื้อง
 3. ถ้วยยูรีกา ปีกเกอร์ หลอดทดลอง ขาดัง
 4. ถ้วยยูรีกา ปีกเกอร์ หลอดคณิดยา คาชั่ง
 5. ถ้วยยูรีกา ปีกเกอร์ หลอดทดลอง คาชั่ง
33. เครื่องมือที่ช่วยขยายขอบเขตการรับสัมผัสของนัยน์ตาให้สามารถมองเห็นวัตถุที่มีขนาดเล็กและวัตถุที่อยู่ไกลคือข้อใด
1. แว่นขยาย เลนส์
 2. แว่นขยาย กล้องจุลทัศน์
 3. กล้องปริทัศน์ กล้องโทรทัศน์
 4. กล้องโทรทัศน์ กล้องจุลทัศน์
 5. กล้องส่องตา กล้องโทรทัศน์

34. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยไม่เท่ากัน จะต้องทำอย่างไร
1. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เท่ากันลงในภาชนะที่มีขนาดต่างกัน
 2. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เท่ากันลงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน
 3. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกันลงในภาชนะที่แตกต่างกัน
 4. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกันลงในภาชนะที่เท่ากัน
 5. ใส่ของเหลวจำนวนต่างกันในภาชนะที่มีรูปร่างแตกต่างกัน
35. วัตถุในข้อใดที่เหมาะสมสำหรับใช้หาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ
1. อิฐ
 2. สารส้ม
 3. ไม้
 4. ดินเหนียว
 5. ก้อนหิน
36. ถ้าต้องการทำการรศเข็มชั้นให้เจือจางควรทำเช่นไร
1. ผสมกรดลงในน้ำปูนใส
 2. รินกรดและน้ำผสมลงไปพร้อม ๆ กัน
 3. ค่อย ๆ ผสมกรดและน้ำสลับกัน
 4. ค่อย ๆ รินน้ำลงในกรดแล้วคนให้ทั่ว
 5. ค่อย ๆ รินกรดลงในน้ำที่เตรียมไว้แล้วให้ทั่ว
37. ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของทารกขณะเจริญเติบโต

อายุ (เดือน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
แรกเกิด	4
6	8
9	10
12	12
15	14

เด็กอายุ 9 เดือน จะหนักกี่กิโลกรัม

1. 8

2. 9

3. 10

4. 11

5. 12

38. เมื่อนักเรียนใส่เกลือลงในน้ำอัดลมปรากฏว่าเกิดฟองพุ่งขึ้นออกมานอกขวด ถ้านักเรียนสรุปผลว่า เมื่อเกลือปนถูกกาขยายในน้ำอัดลมเกาะรวมกันแล้วลอยตัวขึ้นเป็นฟองขึ้นออกมา คำตอบข้อใดที่สนับสนุนการสรุปผลของนักเรียน

1. ใส่น้ำตาลในน้ำอัดลมแล้วมีฟองขึ้นออกมา

2. เติมน้ำอัดลมลงในแก้วแล้วมีฟองขึ้นออกมา

3. อุณหภูมิของน้ำอัดลมแล้วเขย่าเมื่อเปิดขวดมีฟองขึ้นออกมา

4. ใส่ทรายละเอียดลงในน้ำอัดลมแล้วมีฟองขึ้นออกมา

5. ใช้หลอดกาแก๊สในน้ำอัดลมหลาย ๆ ครั้งแล้วมีฟองขึ้นออกมา

39. จากการทดลองสรุปผลได้ว่าต้นไม้จะสูงขึ้นถ้ารดน้ำและใส่ปุ๋ยพอเหมาะหมายถึงความสัมพันธ์ในข้อใด

1. ปริมาณน้ำและปุ๋ยไม่มีผลต่อความสูงของต้นไม้

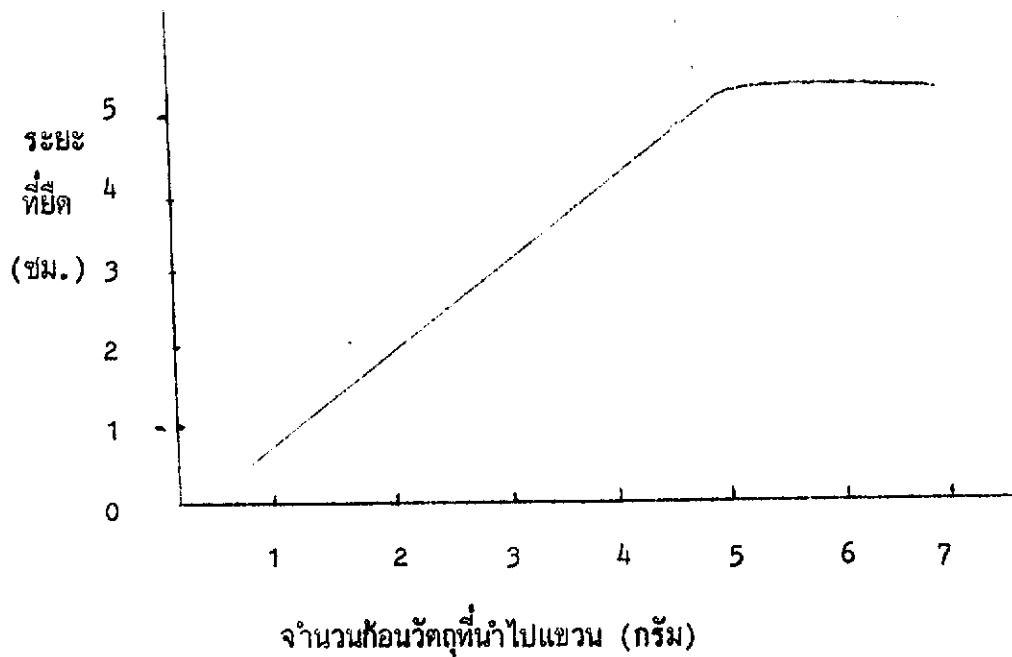
2. ปริมาณน้ำและปุ๋ยจะเปลี่ยนแปลงไปตามความสูงของต้นไม้

3. ความสูงของต้นไม้จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสม

4. ปริมาณปุ๋ยจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำและความสูงของต้นไม้

5. ความสูงของต้นไม้จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณภาพของปุ๋ยและปริมาณของน้ำที่เหมาะสม

40. กราฟข้างล่างได้มาจากการทดลองหาการยืดของสปริงเมื่อนำวัตถุที่มีมวลเท่ากันไปแขวนไว้



ถ้านำวัตถุ 3 ก้อน ไปแขวนไว้ที่ตาซึ่งสปริง สปริงจะยืดออกกี่เซนติเมตร

- | | |
|--------|--------|
| 1. 2.5 | 4. 4.0 |
| 2. 3.0 | 5. 5.0 |
| 3. 3.5 | |
41. จากการทดลองนำหลอดกาเพจุ่มน้ำเล็กน้อยโดยใช้นิ้วบีบปลายข้างหนึ่งโดยถือให้หลอดตั้งตรงพบว่า มีหยดน้ำค้างอยู่ในหลอด นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร
1. อากาศมีแรงดัน
 2. โลกมีแรงดึงดูด
 3. หลอดมีแรงดึงดูด
 4. น้ำมีแรงดึงดูด
 5. น้ำไม่ไหลออกจากหลอดจนหมด

42. จากตารางบันทึกผลการทดลอง

กล่องที่	ปริมาตรของน้ำ ซม. ³	ปริมาณของแคลเซียม คลอไรด์ (ซีอน)	อุณหภูมิ °C		อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป °C
			น้ำ	สารละลาย	
1	20	2	31	34	3
2	20	4	31	36	5
3	20	6	31	39	8

ข้อความใดที่สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

1. ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น
2. ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ลดลงอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น
3. ปริมาณของสารละลายเพิ่มขึ้นอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น
4. ปริมาณของสารละลายลดลงอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น
5. ปริมาณของน้ำที่ใช้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของสารละลาย

คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

แบบเรียนที่นักเรียนจะได้เรียนนี้เรียกว่า "ชุดการเรียนรู้" เป็นแบบเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง แบบเรียนนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียน โดยที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำในการเรียนอย่างเคร่งครัด จึงจะได้ผลเต็มที่

ในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้มีข้อแนะนำแก่นักเรียนดังนี้

1. อ่านแบบเรียนทีละกรอบ ขณะอ่านควรจะต้องสังเกตและทำความเข้าใจในแต่ละกรอบ แล้วตอบคำถามทุกคำถาม หรือทุกแบบฝึกหัดลงในเอกสารที่เรียกว่า "แบบฝึกปฏิบัติ" ที่แนบมาพร้อมแบบเรียน

2. ในแบบเรียนบางกรอบจะเสนอแนะให้ทำปฏิบัติการขอให้ นักเรียนศึกษาจาก บัตรคำสั่งปฏิบัติการ ที่อยู่ในช่อง

3. เมื่อนักเรียนทำแบบเรียนเสร็จในแต่ละข้อ ให้ตรวจคำตอบในแต่ละข้อในช่องสี่เหลี่ยมใต้กรอบแต่ละกรอบ

4. อย่าอ่านคำตอบก่อนที่จะเติมคำตอบลงในกระดาษคำตอบเป็นอันขาด เพราะจะไม่ทำให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นมาเลย

5. ถ้านักเรียนทำข้อใดผิด ไม่ควรเสียใจหรือเป็นกังวล ให้ย้อนกลับไปศึกษาข้อนั้นอีกครั้งแล้วแก้คำตอบที่ผิดให้ถูกต้องเสียก่อนที่จะทำข้อใหม่ โดยขีดคร่อมคำตอบเดิม แล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงไปแทน

6. การเรียนแบบเรียนนี้ ไม่จำเป็นต้องเรียนเสร็จพร้อมคนอื่น จึงขอให้ นักเรียนเรียนไปตามความสามารถ ถ้าเหน็ดเหนื่อยก็หยุดพักแล้วค่อยทำต่อภายหลังหรือจะทบทวนทำความเข้าใจแบบเรียนที่เรียนมาก่อนแล้วก็ได้

7. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในการเรียน นักเรียนสามารถถามอาจารย์ได้เสมอ

การเรียนแบบเรียนด้วยตนเองจะเป็นการฝึกให้

นักเรียนสนใจตนเอง และจะเป็นผู้มี

วินัยในตนเองเป็นอย่างดี

บทที่ 1

เราเริ่มต้นเรียนวิทยาศาสตร์กันอย่างไร

1. นักวิทยาศาสตร์คือ บุคคลที่คิดค้นและประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ เช่น วิศวกร สร้างถนน สะพาน รถยนต์ เกษตรกร หาวิธีเพิ่มผลผลิต แพทย์หาวิธีการรักษาโรคใหม่ ๆ เกษีกรค้นหาตัวยาเพื่อบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ เป็นต้น

ดังนั้น บุคคลต่าง ๆ ที่คิดค้น ประดิษฐ์ในสิ่งใหม่ ๆ เช่น วิศวกร เกษตรกร แพทย์ เกษีกร ดังที่กล่าวมาแล้ว เราเรียกบุคคลเหล่านี้ว่าเป็น.....

นักวิทยาศาสตร์

2. นักวิทยาศาสตร์พวกหนึ่ง พยายามค้นคว้าในสิ่งใหม่ ๆ หรือความรู้ใหม่ ๆ โดยไม่คำนึงถึงว่าจะนำความรู้มาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ก็ตามนักวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ เรียกว่า นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ส่วนนักวิทยาศาสตร์อีกประเภทหนึ่งนั้นได้พยายามนำความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ค้นพบมาปรับปรุงและใช้ให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์ นักวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ เรียกว่า นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์

นักเรียนคงทราบแล้วว่า นักวิทยาศาสตร์มี.....ประเภท

นักวิทยาศาสตร์มี 2 ประเภท

3. ใช่แล้ว... นักวิทยาศาสตร์ 2 ประเภท คือ

ก.

ข.

ถ้านักเรียนตอบถูกต้องตามคำเฉลยข้างล่างนี้ ให้อ่านกรอบที่ 4 ต่อไป แต่ถ้านักเรียนตอบผิด ไม่ต้องเสียใจ ลองกลับไปอ่านกรอบที่ 2 อีกครั้งหนึ่ง

ก. นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์

ข. นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์

4. นักเรียนทราบแล้วว่านักวิทยาศาสตร์มี 2 ประเภท
ลองตอบอีกครั้งชื่อว่า

ก. นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ คือ

.....

ข. นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คือ

.....

ก. นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ คือ บุคคลที่คิดค้น ทฤษฎี หลักการ หรือ
กฎเกณฑ์ หรือสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมา

ข. นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คือ บุคคลที่ใช้ความรู้จากนักวิทยาศาสตร์
บริสุทธิ์มาประยุกต์หรือคิดแปลงใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์

5. คุณลักษณะที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์คือ การค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ
 ให้แก่ การทดลอง ซึ่งต้องอาศัยการสังเกต เป็นอันดับแรก

นักเรียนคงอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ ถ้าหากนักเรียนจะเป็นนักวิทยาศาสตร์
 นักเรียนควรจะเป็นคนที่ช่าง.....เป็นอันดับแรก

สังเกต

6. ใช่แล้ว การเป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้เราสามารถบอกรูปร่างลักษณะของ
 สิ่งที่สังเกต รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

เอาละทีนี้ นักเรียนลองมาหัดสังเกตของจริงดูบ้างซิ

ให้นักเรียนทำการทดลองสังเกตตามขั้นตอนการทดลองที่ 1.1

การทดลองที่ 1.1

การทดลองเรื่อง

การสังเกตเหียนไข

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อให้ นักเรียน ได้ฝึกหัดสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสบอกลักษณะของเหียนไขก่อนจุด และขณะกำลังลุกไหม้

อุปกรณ์

1. เหียนไข
2. ไม้ขีดไฟ

วิธีทดลอง

1. ตรวจสอบลักษณะของเหียนไขก่อนจุดแล้วบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ให้มากที่สุด
2. เมื่อปฏิบัติตามข้อ 1 เรียบร้อยแล้วให้นักเรียนจุดเหียนไขตั้งบนโต๊ะแล้วบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ให้มากที่สุด

(ให้บันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผลหน้าถัดไป)

คำถามเพื่อเป็นแนวทางในการสังเกต

นักเรียนควรสังเกตลักษณะต่าง ๆ ของเหียนไขดังต่อไปนี้

- สีของเหียนไข
- กลิ่นของเหียนไข
- ไล่เหียนไขสีอะไร
- ลักษณะเนื้อของเหียนไขหยาบหรือละเอียด
- ส่วนไหนของเหียนไขที่ลุกไหม้
- เปลวเหียนสีอะไร
- นักเรียนสังเกตเห็นอะไรอยู่เหนือเหียนไข
- เนื้อเหียนไขตอนจุดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เหียนไขไหม้เหลวไหลไปไหน
- บอกลักษณะอื่น ๆ ที่นักเรียนสังเกตเห็นนอกเหนือไปจากที่กล่าวมานี้ให้มากที่สุด

ตารางบันทึกผลการทดลอง.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง 1

ลักษณะของเทียนไขที่นักเรียนสังเกต (นักเรียนพยายามเขียนสิ่งที่สังเกตให้มากที่สุด)

1.
2.
3.
4.
5.

ฯลฯ

ตารางบันทึกผลการทดลอง 2

ลักษณะของเทียนไขขณะกำลังลุกไหม้ (นักเรียนเขียนสิ่งที่สังเกตให้ได้มากที่สุด)

1.
2.
3.
4.
5.

ฯลฯ

7. เราจะนักเรียนก็ได้สังเกตลักษณะของเทียนไขก่อนจุดไฟและลักษณะของเทียนไขขณะกำลังลุกไหม้มาแล้ว ที่นี้ลองทบทวนดูว่านักเรียนพอจะจำอะไรได้บ้าง

- ก. เทียนไขที่นักเรียนสังเกตมีสี.....
- ข. นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทาง.....สังเกตสีของเทียนไข

ก. สีขาว

ข. ตา

8. เนื้อเหียนไขที่นักเรียนสังเกตมีลักษณะหนาหรือละเอียด.....
 นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทาง.....จึงรู้ว่าเนื้อเหียนไข.....

ละเอียด

ผิวหนัง (เส้น, มือ), ละเอียด

9. เหียนไขที่นักเรียนสังเกตมีกลิ่นหรือไม่.....
 นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทาง.....ในการดมกลิ่น

มีกลิ่น

จมูก

10. จากกรอบที่ 7, 8 และ 9 ที่ผ่านมาจะเห็นว่าใช้ประสาทสัมผัสทาง ตา
 ผิวกาย และจมูก ในการสังเกตลักษณะของเหียนไข
 แสดงว่าการสังเกตเหียนไขจากการทดลองที่ผ่านมานักเรียนใช้ประสาทสัมผัส
 ทาง.....

ตา, ผิวกาย, จมูก

11. เก่งมาก

การสังเกตนอกจากจะใช้ประสาทสัมผัสทางตา ผิวกายและจมูกแล้ว นักเรียน
 คิดว่า มีประสาทสัมผัสทางอื่นอีกหรือไม่ นักเรียนลองอ่านกรอบที่ 12 ต่อไป

12. วันหนึ่งขณะที่เด็กชายหนุมานกำลังนั่งทำการบ้านอยู่ในห้อง ทันใดนั้นก็มีความเสียงเรียกขึ้นว่า "หนุมาน..... หนุมาน....." เพียงกว่าแล้วกินข้าวก่อนเดะลูก" เด็กชายหนุมานได้ยินเสียงก็จำได้ทันทีว่าเป็นเสียงคุณแม่ของเขาเอง เด็กชายหนุมานจึงลุกขึ้นเดินไปกินข้าวอย่างเอร็ดอร่อย

ก. เมื่อเด็กชายหนุมาน ได้ยินเสียงเรียก ก็จำได้ทันทีว่าเป็นเสียงคุณแม่ของเขาเอง แสดงว่าเด็กชายหนุมานใช้ประสาทสัมผัสทาง.....

ข. หลังจากนั้นเด็กชายหนุมานก็เดินไปกินข้าวอย่างเอร็ดอร่อย เด็กชายหนุมานใช้ประสาทสัมผัสทาง.....

ก. หู

ข. ลิ้น

13. ไข่แล้ว เด็กชายหนุมานใช้ประสาทสัมผัสทางหูและทางลิ้น นักเรียนยังคงพอจำได้ไหมว่าการสังเกตเขียนไขที่ผ่านมาใช้ประสาทสัมผัสทางใดบ้าง ถ้ายังไม่ออกลองกลับไปเปิดกรอบที่ 10 ดูซิ

จากการสังเกตเขียนไขที่ผ่านมาและจาก เรื่องของเด็กชายหนุมาน นักเรียนจะบอกได้แล้วว่า การสังเกตใช้ประสาทสัมผัสทาง.....

ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง

14. การใช้ประสาทสัมผัสทางตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง รวบรวมสิ่งที่สังเกตได้โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป เรียกว่า การสังเกต

ดังนั้นการสังเกตจึงเป็นการใช้..... บรรยายลักษณะของวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยไม่เพิ่ม.....

ประสาธ

ความคิดเห็นส่วนตัว

15. จากการสังเกตที่ผ่านมาทำให้นักเรียนได้ทราบว่าการสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัส บรรยาย อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป แต่บางครั้งเมื่อเราสังเกตแล้วไม่สามารถหาคำตอบหรือหาเหตุผลมาอธิบายได้ ก็ก่อให้เกิดความสับสนหรือก่อให้เกิดปัญหานั้นเอง

เมื่อเกิดปัญหาขึ้นถ้าหากเราอยากรู้ต่อไปว่าเราจะแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างไร นักเรียนคงอยากรับทราบว่าจะมีวิธีการอย่างไร

ให้นักเรียนศึกษากรอบที่ 16 ต่อไป

16. การค้นพบยาเพนนิซิลินของเฟรมมิ่ง

เฟรมมิ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่งในจานเลี้ยงเชื้อซึ่งปิดมิดชิด เขาสังเกตการเปลี่ยนแปลงทุกวัน

วันหนึ่งเขาพบว่ามี รา เกิดขึ้นในจานเพาะเลี้ยงเชื้อดังกล่าวและจากการสังเกตต่อมาพบว่า แบคทีเรียที่อยู่บริเวณที่มีราขึ้นนั้นตายหมด นักเรียนสงสัยไหมว่าทำไมแบคทีเรียที่อยู่บริเวณนั้นจึงตายหมด นักเรียนลองอ่านกรอบต่อไปซิ

17. เฟรมมิ่งเกิดความสงสัยว่า ทำไมแบคทีเรียที่อยู่บริเวณที่มีราขึ้นจึงตาย เขาได้พยายามคาดคะเนถึงสาเหตุการตายของแบคทีเรียไว้ต่าง ๆ กันหลายสาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นเฟรมมิ่ง นักเรียนจะคาดคะเนว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้แบคทีเรียตาย

..... เป็นสาเหตุที่ทำให้แบคทีเรียตาย

เอาละคำตอบของนักเรียนอาจจะแตกต่างกัน ฉะนั้นในการตอบครั้งนี้ยังสรุปไม่ได้ว่าคำตอบใดจะดีกว่ากัน แต่ละคนอาจจะมีเหตุผลในการคาดคะเนต่างกัน

18. จากการคาดคะเนคำตอบหนึ่งของเฟรมมิ่งก็คือ ราน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ แมคที่เรียดาย (ทั้งนี้เพราะการเลี้ยงเชื้อแมคที่เรียด เฟรมมิ่งได้กระทำอย่างระมัดระวัง แต่ปรากฏว่าแมคที่เรียดเพาะตรงที่มีราขึ้นเท่านั้นที่ตาย)

จากความคิดที่ว่า "ราน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้แมคที่เรียดาย" เป็นการคาดคะเน คำตอบหรือการอธิบายโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกต เรียกว่า สมมติฐาน นั่นเอง

ดังนั้นสมมติฐาน คือ

การคาดคะเนคำตอบหรือการอธิบายโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกต

19. ไม่ว่าจะเป็นการตั้งสมมติฐานหรือการคาดคะเนคำตอบก็ตามจะต้องคำนึงถึง ความเป็นไปได้ด้วย เมื่อเฟรมมิ่งคิดว่าราน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้แมคที่เรียดาย เขาจึงคิด หาวิธีการตรวจสอบว่าราทำให้แมคที่เรียดายจริง ในที่สุดเขาก็พบวิธีการตรวจสอบโดยนำ แมคที่เรียดมาเลี้ยงในจานเลี้ยงเชื้อหลาย ๆ จาน เมื่อแมคที่เรียดเจริญเติบโตดีแล้ว จึงนำ เชื้อรากังกล่าวใส่ลงไปในจานเลี้ยงเชื้อ ผลการสังเกตต่อมาพบว่าแมคที่เรียดดังกล่าวตามหมก แสดงว่า รา ทำให้แมคที่เรียดายจริง ซึ่งต่อมาเฟรมมิ่งก็ได้นำราชนิดนี้มาสกัดสาร และผลิตเป็นยาเพนนิซิลินนั่นเอง

20. เรื่องการค้นพบยาเพนนิซิลิน เฟรมมิ่งสังเกตพบว่ามีราเกิดขึ้นในจานเลี้ยงเชื้อ แมคที่เรียดนั้นก็คือ การพบปัญหาโดยการสังเกตนั่นเอง ต่อมาเขาก็คาดคะเนว่าราน่าจะเป็น สาเหตุที่ทำให้แมคที่เรียดาย การคาดคะเนคำตอบโดยคำนึงถึงสาเหตุและขอบเขตของความ เป็นไปได้นี้เรียกว่า การตั้งสมมติฐาน จากนั้นเขาก็หาวิธีการทดลองจนประสบความสำเร็จ ซึ่ง วิธีการของเฟรมมิ่งนี้ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันนั่นเอง

ดังนั้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์พอจะสรุปเป็นขั้นใหญ่ ๆ ได้ 3 ขั้น คือ

1. ระบุปัญหาจากการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐานจากปัญหา
3. ออกแบบการทดลองทดลองจนมั่นใจที่ผลและสรุปผลการทดลอง

21. เอาละ เพื่อเป็นการทบทวนเพื่อให้นักเรียนได้ทราบบทว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์
ว่าประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 3 ขั้นตอน คือ

1.
2.
3.

1. ระบุปัญหาจากการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐานจากปัญหา
3. การออกแบบการทดลองทดลองจนการบันทึกผลและการสรุปผลการทดลอง

22. เอาละ นักเรียนคงจะรู้จักขั้นตอนในการค้นคว้าหาความรู้หรือใช้วิธีการทาง
วิทยาศาสตร์แล้วซึ่งประกอบไปด้วยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานจากปัญหา การออกแบบการ
ทดลองการบันทึกผลทดลองจนการสรุปผลจากการทดลอง เพื่อเป็นการแสดงว่านักเรียนได้รู้จัก
วิธีการทางวิทยาศาสตร์จริง ให้นักเรียนลองตอบคำถามจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์

สมศักดิ์เดินลงไปในเรื่องเพาะชำของโรงเรียนหลังจากฝนตกแล้วใหม่ ๆ เขาได้สังเกตเห็นว่าในกระถางต้นไม้ที่มีดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย มีปริมาณของน้ำที่ขังอยู่แตกต่างกัน ซึ่งกระถางทั้งสามมีขนาดเท่ากันและปลูกต้นไม้ชนิดเดียวกัน

จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาให้มากที่สุด
2. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อมูลที่ระบุ
3. ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น โปรดบอกวิธีการทดลอง ระบุอุปกรณ์หรืออาจจะวาดภาพประกอบด้วยก็ได้

ชุดการเรียนรู้ที่ 2

1. เราทราบแล้วว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์คือระบุปัญหาจากการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง ตลอดจนการบันทึกผลและการสรุปผล เพื่อให้นักเรียนเกิดความเคยชินกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนอ่านกรอบต่อไปนี้

2. นอกจากการสังเกตแล้วลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์ก็คือ การพบปัญหาหรือสงสัยในสิ่งที่พบเห็น นักเรียนอาจจะสงสัยว่าปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหาต่าง ๆ เกิดจากความอยากรู้อยากเห็น

ฉะนั้นเมื่อคนเราเกิดความอยากรู้อยากเห็นและไม่ได้รับคำตอบในข้อสงสัยที่ถูกต้อง จึงก่อให้เกิด

ปัญหา

ใช่แล้ว ลองอ่านกรอบต่อไปซิ

3. ขณะที่เด็กชายกลิ้งเตะฟุตบอลกับเพื่อน ๆ บังเอิญลูกฟุตบอลกลิ้งไปถูกคันไถของคันไถไม่ทราบคันไถของคันไถไม่ทราบคันไถ ทุบลง เด็กชายกลิ้งเกิดความสงสัยว่าทำไมคันไถไม่ทราบจึงทุบลง แสดงว่าเด็กชายกลิ้งเกิดความสงสัยหรือเกิด.....นั่นเอง

ปัญหา

4. เด็กชายกลืนเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาว่าทำไมเมื่อลูกฟุตบอลกลิ้งไปถูก ต้นไมยราบจึงทำให้ใบไมยราบหุบ เมื่อเขาพิจารณาจากข้อมูลต่าง ๆ แล้ว เขาก็คาดคะเนว่า <u>ลูกฟุตบอลไปกระทบต้นไมยราบทำให้ต้นไมยราบสะเทือนและหุบใบในที่สุด</u> การคาดคะเนคำตอบ ที่อาจจะเป็นไปได้โดยอาศัยข้อมูลการสังเกตของเด็กชายกลืนเรียกว่าการตั้งสมมติฐาน ดังนั้น การตั้งสมมติฐานก็คือ.....
การคาดคะเนคำตอบที่อาจจะเป็นไปได้โดยอาศัยข้อมูลและการสังเกต
5. การคาดคะเนหรือการตั้งสมมติฐานอาจจะเป็นไปได้โดยอาศัยข้อมูล และการสังเกต ซึ่ง<u>ไม่จำเป็นว่าสมมติฐานนั้นจะต้องถูกต้องเสมอไป</u>
6. เด็กชายกลืนอยากรู้ต่อไปอีกว่า แรงสั่นสะเทือนดังกล่าวกว่า ทำให้ใบไมยราบหุบจริงหรือไม่ เขาจึง<u>คิดหาวิธีการเพื่อตรวจสอบข้อสงสัย</u> ในที่สุดเขาก็คิดได้ว่า "เขาจะเอาไม้ไปลองเคาะต้นไมยราบดูว่าใบของมันจะหุบจริงหรือไม่" การคิดหาวิธีดังกล่าวกว่าเพื่อตรวจสอบข้อสงสัย แสดงว่าเด็กชายกลืน<u>พยายามหาวิธีการทดลอง</u> หรือที่เรียกว่า <u>การออกแบบการทดลอง</u> นั้นเอง ดังนั้นการออกแบบการทดลองจึงเป็นการ.....
คิดหาวิธีการเพื่อตรวจสอบข้อสงสัยหรือสมมติฐาน
7. ต่อมาเด็กชายกลืนจึงนำไม้ท่อนหนึ่งไปเคาะต้นไมยราบทั้งสองสามครั้ง ปรากฏว่าใบไมยราบค่อย ๆ หุบลง แสดงว่า แรงสั่นสะเทือนทำให้.....

ใบของคันไถ รามบุลง
8. แสดงว่าผลการตรวจสอบของเด็กชายกลืนถูกต้องใช่หรือไม่.....
ใช่
9. จะเห็นว่าเด็กชายกลืนเป็นบุคคลที่ช่างสังเกต เมื่อสังเกตแล้วก็พบกับปัญหาจาก นี้ก็มี การคาดคะเนคำตอบและมีการตรวจสอบ ทำให้เด็กชายกลืนได้รับทราบความจริงดังกล่าว
10. จากเรื่องราวของเด็กชายกลืนที่สังเกตคันไถ รามบุลง และ เกิดปัญหานั้นกระทั้งค้น พบความจริง ขบวนการดังกล่าวก็เป็นส่วนหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ หลาย ๆ ท่านได้ใช้ในการ แก้ปัญหาแล้ว ซึ่งประกอบด้วยการระบุปัญหาจากการสังเกต การตั้งสมมติฐานและการ ทดลองทดลองจนการบันทึกผลและสรุปผลจากการทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงนั่นเอง ซึ่งวิธีการ ดังกล่าวนี้เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงประกอบไปด้วยขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน คือ ก. ข. ค.
ก. ระบุปัญหาจากการสังเกต ข. การตั้งสมมติฐาน ค. การทดลองทดลองจนการบันทึกผลและสรุปผลจากการทดลอง

11. เอาละเมื่อเราเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ลองมาทำการทดลองดูซิว่า
เรามีความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงไร

การทดลองที่ 1.2

การทดลองเรื่อง

การเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อฝึกให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
2. เพื่อให้นักเรียนฝึกหัดตั้งสมมติฐาน

อุปกรณ์

1. โต้ะ
 2. เทียนไข ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.9 ซม. ยาว 6. ซม.
 3. ไม้ขีดไฟ
 4. แท่งปริซึม สามเหลี่ยม
สี่เหลี่ยม
หกเหลี่ยม
รูปทรงกระบอก
- ขนาดสูง 12 ซม.
พ.ท.หน้าตัดขนาด
กว้าง 7.5 ซม.

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 1. วางวัตถุชิ้นหนึ่งบนโต้ะให้ส่วนกว้างที่สุดของวัตถุอยู่ในแนวตั้งได้ฉากกับทิศทางที่จะเป่า และให้ด้านที่จะหันเข้าหาผู้เป่าอยู่ห่างจากโต้ะ 4 ซม.

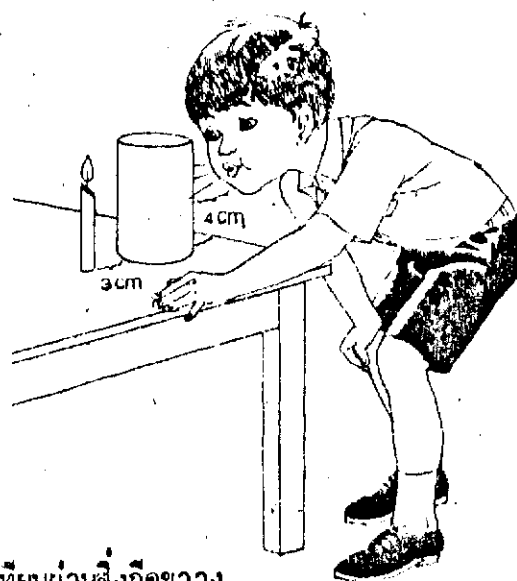
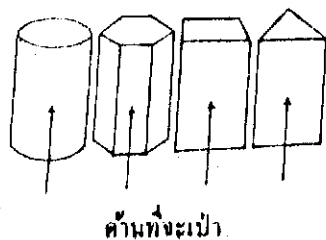
2. ตั้งเทียนไขไว้ข้างหลังวัตถุให้ห่างจากของอีกด้านหนึ่งของวัตถุ 3 ซม.

ตั้งรูปแล้วจุดเทียนไข

3. เป่าอย่างแรงผ่านวัตถุนั้น โดยให้ปากอยู่ห่างจากวัตถุประมาณ 4 ซม. และให้ปากอยู่ระดับเดียวกับเปลวเทียน แล้วทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วบันทึกผลลงในตาราง

4. เปลี่ยนใช้วัตถุอื่น ๆ อีก 3 ชิ้น ที่ครูกำหนดให้แล้วทำการทดลอง ตาม ข้อ 2, 3 สังเกตเปลวเทียนและบันทึกผลลงในตาราง

รูปแสดงการเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง



รูป แสดงการเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง

ตารางบันทึกผลการทดลอง 1.2

	รูปร่างของวัตถุ	ขนาดของวัตถุ		จำนวนครั้งที่เป่าเทียน	จำนวนครั้งที่เทียนดับ
		สูง (cm)	ขนาดกว้างที่สุดของพื้นที่หน้าตัด (cm)		
ตอน 1	ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมสี่เหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม				
ตอน 2	ทรงกรวยนอก				

* cm ย่อมาจาก centimetre หรือเซนติเมตร

คำถามประกอบการทดลอง

1. จากการทดลองเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง เทียนดับทุกครั้งหรือไม่
.....
 2. ปริซึมรูปทรงแบบใดที่ใช้เป็นสิ่งกีดขวางแล้วเป่าเทียนไม่ดับ
.....
 3. ให้นักเรียนเขียนรูปแสดงทิศทางของลมที่เป่าผ่านสิ่งกีดขวางรูปสามเหลี่ยม
สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม และรูปทรงกลม ตามที่นักเรียนได้ทำการทดลองมาแล้ว
.....
 4. รูปร่างของสิ่งกีดขวางมีผลต่อการดับของเทียนหรือไม่
.....
 5. จากการทดลองการ เป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางและการดับของเทียน นักเรียน
จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
.....
 6. นักเรียนคิดว่าหากใช้สิ่งกีดขวางที่มีขนาดแตกต่างไปจากปริซึมในการทดลอง
ที่ 1.2 ขนาดของสิ่งกีดขวางจะมีผลต่อการดับของเทียนหรือไม่
.....
 7. จากข้อ 6 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
.....
- (เมื่อนักเรียนตอบคำถามนี้เสร็จแล้วให้นักเรียนทำการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 2 ต่อไป)

การทดลองที่ 1.2

ตอนที่ 2

การทดลองเรื่อง

การเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อฝึกให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้อากการทดลอง
2. เพื่อให้นักเรียนฝึกหัดตั้งสมมติฐาน

อุปกรณ์

ปริซึมรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม และรูปทรงกระบอก ซึ่งมีความสูง 12 ซม. และมีขนาดกว้างที่สุดของพื้นที่หน้าตัด 5.5 ซม.

วิธีดำเนินการทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 1 แต่เปลี่ยนมาใช้วัตถุที่มีขนาดเล็กลงตามที่กำหนด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอน 2

รูปร่างของวัตถุ	ขนาดของวัตถุ		จำนวนครั้งที่เป่าเทียน	จำนวนครั้งที่เทียนดับ
	สูง (ซ.ม.)	ขนาดกว้างที่สุดของพื้นที่หน้าตัด (ซ.ม.)		
ปริซึมฐานสามเหลี่ยม				
ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม				
ปริซึมฐานหกเหลี่ยม				
ทรงกระบอก				

12. จากการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 1 เมื่อนักเรียนเป่าเทียนผ่านแท่งปริซึมรูป.....
.....ทำให้เทียนดับ

ปริซึมรูปทรงกระบอก

13. จากการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 2 เมื่อนักเรียนเป่าเทียนผ่านแท่งปริซึมรูป.... ทำให้เทียนดับ
รูปทรงกระบอก
14. จะเห็นว่าปริซึมรูปทรงกระบอกที่ใช้เป็นสิ่งที่ขวางในการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 <u>ทำให้เทียนดับ</u>
15. แท่งปริซึมรูปทรงกระบอก ที่ใช้ในการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 มีขนาดกว้างที่สุดของพื้นที่หน้าตัดเท่ากันหรือไม่ (.....)
ไม่เท่ากัน
16. นักเรียนทราบแล้วว่าปริซึมรูปทรงกระบอกในการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 <u>มีขนาดเท่ากันหรือไม่</u> (.....) <u>แต่เมื่อเราเป่าลมผ่านทำให้เทียนดับเหมือนกัน</u> แสดงว่าขนาดของปริซึม 'ไม่มีผลต่อการดับ' ของเทียน
ไม่เท่ากัน

17. จากการทดลองที่ 1.2 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ถ้าเรานำมาเปรียบเทียบกัน แล้วจะเห็นว่า ปริซึมมี<u>รูปทรง</u>ต่างกัน คือ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม และ รูปทรงกระบอก แต่เมื่อเราเป่าลมผ่านปริซึมเหล่านี้พบว่าเทียบเมื่อเราเป่าลมผ่านปริซึม รูปทรงกระบอก แสดงว่า..... ของปริซึมมีผลต่อการค้ำของเทียน
รูปทรง
18. ดังนั้นเราพอสรุปได้ว่ารูปร่างของวัตถุที่ใช้เป็นสิ่งที่ค้ำขวาง จะมีผลต่อการค้ำ ของเทียน
19. สำหรับการทดลองเราหยุดไว้ตรงนี้นก่อน ให้นักเรียนมาลองฝึกใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ดู

สถานการณ์

ถ้านักเรียนเคยนั่งเล่นตามไม้ไผ่ที่มีร่มแผ่เป็นบริเวณกว้าง จะสังเกตเห็นว่าในบริเวณร่มไม้ไผ่นั้นไม่ค่อยจะมีต้นหญ้า ซึ่งแตกต่างจากบริเวณนอกร่มไม้ไผ่ทั้ง ๆ ที่ความสมบูรณ์ของดินบริเวณนั้นไม่แตกต่างกัน

จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์มาให้มากที่สุด
2. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่นักเรียนระบุในข้อที่ 1
3. ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการทดลอง พร้อมทั้งระบุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง หรืออาจจะมีการวาดภาพประกอบด้วยก็ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดการเรียนรู้ที่ 3

1. จากชุดการเรียนรู้ 2 ชุดที่ผ่านมา นักเรียนคงจะทราบแล้วว่าการสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าคือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยที่ไม่ใช่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลในการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ได้แก่ การขึ้นและบรรยายสมบัติของวัตถุ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ การบรรยายสมบัติของวัตถุโดยการกะประมาณ
- และ 3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ การบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. นักเรียนทุกคนคงจะรู้จักมะนาว เมื่อนักเรียนผ่ามะนาวแล้วชิมดู นักเรียนทุกคนคงจะรู้ว่ามะนาวมีรส..... ในการชิมครั้งนี้ นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทาง.....

เปรี้ยว

-

ลิ้น

3. จากกรอบที่ 2 นักเรียนสามารถบรรยายสมบัติของมะนาวได้ว่ามะนาวมีรสเปรี้ยว นั่นคือ นักเรียนได้สังเกตและบรรยายเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของมะนาวนั่นเอง

4. เอาละทีนี้ นักเรียนลองกะประมาณดูว่ากระดาษหน้านี้มีกว้าง.....นิ้ว ยาว.....นิ้ว (โดยที่ไม่ใช้เครื่องมือวัด)

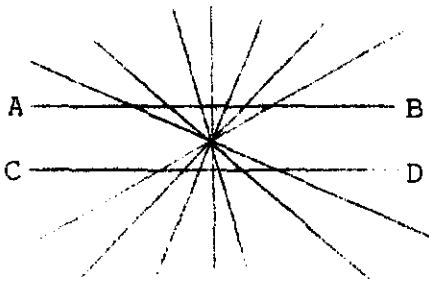
5. นักเรียนอาจจะได้คำตอบที่แตกต่างกัน ลองมาใช้ไม้บรรทัดวัดดูซิว่า กระดาษหน้านี้มี ความกว้างและความยาว ประมาณกี่นิ้ว
กว้างประมาณ $8\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาวประมาณ $10\frac{1}{2}$ นิ้ว
6. นักเรียนได้คำตอบใกล้เคียงนี้หรือไม่ คือ กว้างประมาณ $8\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาวประมาณ $10\frac{1}{2}$ นิ้ว ได้หรือไม่ ไม่เป็นไร เพียงแต่อยากให้นักเรียนได้ฝึกหัดการกะประมาณค่าเท่านั้นเอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสังเกตเชิงปริมาณ ดังนั้นการสังเกตเชิงปริมาณจึงเป็นการบรรยายสมบัติของวัตถุโดยการ
กะประมาณ
7. ในชีวิตประจำวัน นักเรียนต้องใช้การสังเกตอยู่ตลอดเวลาเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ สำหรับตอบปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแน่ใจไหมว่าประสาทสัมผัสทั้งห้าบอกผลการสังเกตได้ถูกต้องเสมอไป (แน่ใจ ไม่แน่ใจ)
(.....แน่ใจ, ไม่แน่ใจ)
8. นักเรียนบางคนอาจจะตอบว่าแน่ใจ บางคนอาจจะตอบว่าไม่แน่ใจ เราลองมาศึกษาดูดีกว่าว่าคำตอบไหนน่าจะถูกต้องมากกว่ากัน

การทดลองที่ 1.3

สายตาของคนเราเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่

วิธีทำ ตอนที่ 1

ให้นักเรียนดูรูปต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม (ห้ามใช้อุปกรณ์วัด.....เพราะต้องการให้นักเรียนฝึกหัดการสังเกต)



1. เส้นตรง AB และ CD ในแนวนอนขนานกันหรือไม่

ตอบ

- นักเรียนลองใช้ไม้บรรทัดวัดระยะห่างระหว่างเส้น AB

และ CD ว่าขนานกันหรือไม่

- จากการสังเกต โดยการใช้สายตากับการวัดจริง

จะพบว่าเส้นตรง AB และ CD ขนานกันหรือไม่

.....

- แสดงว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้เสมอไป

หรือไม่

2. วงกลมสองวง วงไหนใหญ่กว่ากัน

ตอบ

- นักเรียนลองใช้เครื่องมือดูซิว่าวงกลมทั้งสองวง

เท่ากันหรือแตกต่างกัน

- แสดงว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้เสมอไป

หรือไม่

3. เส้นตรง AB และ CD ยาวเท่ากันหรือไม่

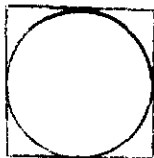
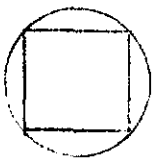
ตอบ

- นักเรียนลองใช้ไม้บรรทัดวัดดูซิว่า เส้นตรง AB

และ CD ยาวเท่ากันหรือไม่

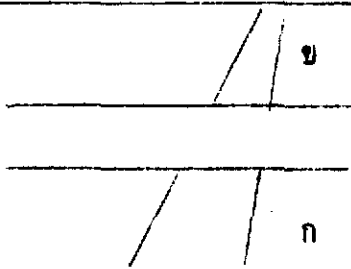
- แสดงว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้เสมอไป

หรือไม่



A $\longleftrightarrow$ B

C $\longleftrightarrow$ D



4. ก ข อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหรือไม่

ตอบ

- นักเรียนลองใช้ไม้บรรทัดหาตามแนว ก ข ว่าอยู่ในเส้นตรงเดียวกันหรือไม่

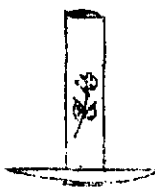
- แสดงว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้หรือไม่.....

5. ความสูงของแก้วเท่ากับความกว้างของจานรองหรือไม่

ตอบ

- นักเรียนลองใช้ไม้บรรทัดวัดดูความสูงของแก้วกับความกว้างของจานรองว่าเท่ากันหรือไม่

- แสดงว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่



9. นักเรียนจะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนจากการสังเกตกับการวัดจริงบางข้อไม่ตรง ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อเป็นการตรวจสอบประสาทสัมผัสทางตาของนักเรียนให้แน่ใจอีกครั้งหนึ่งให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

ก. ลากเส้น AB และ CD จากจุดที่กำหนดให้ A. B.
นักเรียนคิดว่า AB และ CD ขนานกันหรือไม่ O.
..... C. D.

ข. ลากเส้นผ่านจุด O ประมาณ 8 - 10 เส้น ให้

ตัดกับเส้น AB และ CD ให้เหมือนกับรูปในข้อที่ 1

การทดลอง 1.3 ที่ผ่านมา นักเรียนสังเกตเห็นเส้น AB และ CD มีลักษณะเป็นอย่างไรตรงตามความเป็นจริงหรือไม่

.....

- เมื่อนักเรียนได้ลองเขียนรูปเองแล้วคงจะเห็นว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่

10. แสดงว่าประสาธน์สัมพัทธ์ของคนเราเชื่อถือได้ไม่เสมอไป นักเรียนทำการทดลอง
ตอนที่ 2 ต่อไปนี้

วิธีทำ ตอนที่ 2



รูป 1.5 แสดงการสำยมือ

1. ยกมือข้างหนึ่งไปด้านหน้าให้อยู่ในระดับสายตา
ให้ปลายนิ้วชี้ขึ้นทั้ง 5 นิ้ว แล้วกางนิ้วมือแผ่ให้
มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ดังรูป
2. ให้นักเรียนมองสิ่งอื่นผ่านนิ้วมือจะเห็นภาพนิ้ว
มือเป็นอย่างไร
3. ค่อย ๆ สำยข้อมือจากซ้ายไปขวาและจากขวา
ไปซ้ายช้า ๆ ก่อน แล้วสำยเร็วขึ้นจนเร็วที่สุด
เท่าที่นักเรียนจะทำได้ จะเห็นนิ้วมือมากหรือ
น้อยลงขณะสำยมือเร็วขึ้น

คำถาม 1. นักเรียนเห็นภาพนิ้วมือที่ปรากฏแตกต่างไปจากข้อเท็จจริงเพียงไร

2. จากการทดลองทั้งสองตอนนี้ นักเรียนคิดว่าจะเชื่อถือประสาทสัมผัสทางตาได้
เสมอไปหรือไม่

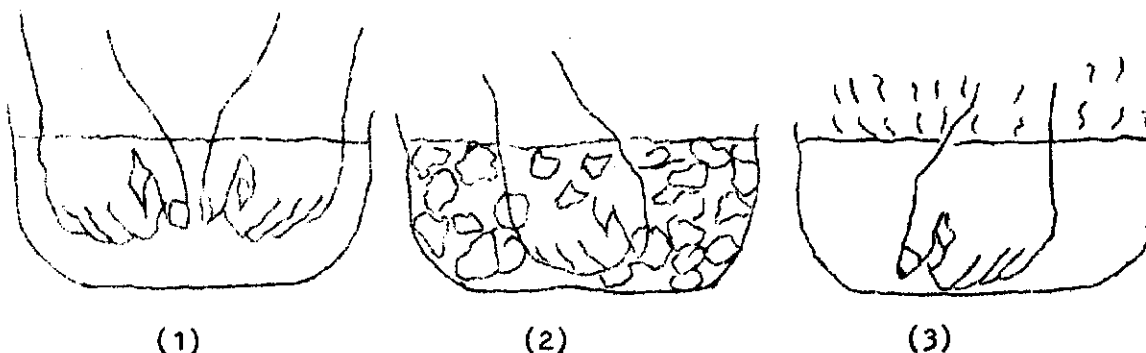
11. จากการทดลองที่ผ่านมา ทั้ง 2 ตอนนักเรียนคงจะเห็นแล้วว่าประสาทสัมผัสทาง
ตาไม่สามารถเชื่อถือได้เสมอไปทุกครั้ง

12. เอาละ นักเรียนคงจะพอเข้าใจแล้วใช่ไหมว่า ประสาทสัมผัสทางตาไม่สามารถเชื่อถือได้เสมอไป ย่อมมีข้อจำกัดต่าง ๆ อยู่มาก นักเรียนลองมาศึกษาดูถึงประสาทสัมผัสทางผิวหนังดูบ้างซิว่าจะเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่

การทดลองที่ 1.4

การสัมผัสเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่

- วิธีทดลอง
1. ใช้ขันน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร 3 ใบ ใบที่ 1 ใส่ น้ำที่อุณหภูมิห้อง ใบที่ 2 ใส่ น้ำผสมน้ำแข็ง ใบที่ 3 ใส่ น้ำอุ่น ประมาณชั้นละ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 2. จุ่มมือข้างหนึ่งลงในขันใบที่ 2 และอีกข้างหนึ่งลงในขันใบที่ 3 พร้อม ๆ กัน ใช้เวลาประมาณครึ่งนาที
 3. ยกมือทั้งสองข้างจุ่มในขันใบที่ 1 พร้อมกับบันทึกผลว่ามือทั้งสองรู้สึกเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร



รูป แสดงการจุ่มมือในขันน้ำ

- คำถาม
1. ถ้าไม่จุ่มมือลงในขันน้ำร้อนหรือน้ำเย็นมาก่อน แต่จุ่มลงในขันน้ำที่อุณหภูมิห้องทั้งสองมือ พร้อมกันจะรู้สึกเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 3 หรือไม่ อย่างไร
-
-

2. การใช้มือสัมผัสความร้อนและความเย็นของน้ำค่อเนื่องกันในการทดลองนี้
เชื่อถือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

3. ถ้ามือไม่สามารถบอกระดับความร้อนได้ละเอียดถูกต้อง คิดว่าควรทำอย่างไร

.....

13. จากการทดลองที่ 1.3 เพื่อทดสอบว่าประสาทสัมผัสทางตาเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่ และการทดลองที่ 1.4 ที่ว่ากายสัมผัสเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่ ที่ผ่านมานักเรียนพอจะตอบได้แล้วใช่ไหมว่า ประสาทสัมผัสทางตาและกายสัมผัสเชื่อถือได้เป็นบางครั้ง ทั้งนี้ อาจจะขึ้นอยู่กับข้อจำกัดต่าง ๆ ซึ่งเราจะให้เรียนต่อไปว่าข้อจำกัดต่าง ๆ นั้นมีอะไรบ้าง นักเรียนลองดูต่อไปอีกสักนิดว่า ประสาทสัมผัสทางลิ้นเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่ ทำการทดลองดูซิ

การทดลองที่ 1.5

เราเชื่อประสาทสัมผัสทางลิ้นได้เสมอไปหรือไม่

วิธีทำ ตอนที่ 1

1. ชิมส้มกลีบหนึ่ง แล้วชิมขนมหวาน (เช่น ลูกกวาด)
2. ชิมส้มผลเดิมอีกครั้งหนึ่ง

คำถาม

1. รสส้มชิมครั้งแรกและครั้งหลังเหมือนกันหรือไม่ รสต่างกันอย่างไร

.....

.....

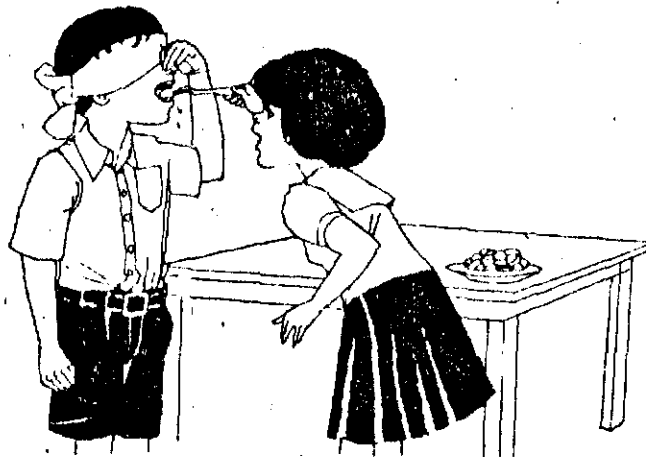
2. จากการทดลองนักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าลิ้นบอกรสอาหารได้ดีเพียงไร

.....

.....

ตอนที่ 2 (อ่านให้จบก่อนทำการทดลอง)

1. ให้นักเรียนจับคู่กับคนที่ทำชุดการเรียนรู้ใกล้เคียงกัน
2. ใช้ผ้าปิดตานักเรียนคนที่จะชิมผลไม้และนับจุกคนที่ชิมช่วยกราว
3. ป้อนอาหารหรือผลไม้ซึ่งหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้ชิมทีละอย่าง โดยไม่บอกให้ทราบก่อนว่าเป็นอะไร
4. หลังจากชิมแต่ละอย่างให้นักเรียนบอกเพื่อนว่าอาหารหรือผลไม้แต่ละอย่างคืออะไร



รูป แสดงการชิมขณะปิดตาและจุก

- คำถาม
1. นักเรียนทราบหรือไม่ที่กำลังชิมอะไร ขณะที่ถูกปิดตาและจุกจุก
.....
 2. จากการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่ารสชาติสัมผัสอย่างเดียวเชื่อถือได้เสมอไปหรือไม่
.....

14. จากการทดลองเรื่องการสังเกตที่ผ่านมา จะเห็นว่าประสาทสัมผัสคือ ตา หู ปลาย ลิ้น และจมูก บางครั้งไม่สามารถบอกหรืออธิบายชนิดหรือคุณสมบัติของวัตถุต่าง ๆ ให้เสมอไปในบางครั้งจึงต้องใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ อย่าง เพื่อจะอธิบายลักษณะสมบัติ, ประมาณ และรายละเอียดของวัตถุหรือสิ่งที่พบเห็นนั้น ๆ ได้ อย่างไรก็ตามความมนุษย์ต้องใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตอยู่เสมอ

เอาละนักเรียนลองมาฝึกตอบคำถามจากสถานการณ์ที่ถือว่า

สถานการณ์

นักเรียนคนหนึ่งสังเกตพบว่าถ้าใส่เสื้อผ้าสีดำ สีน้ำตาล และสีขาวเล่นกีฬากลางแจ้งแล้วปรากฏว่าจะร้อนมากน้อยแตกต่างกันตามลำดับทั้ง ๆ ที่เสื้อผ้าทั้งสามตัวนี้ทำจากผ้าฝ้ายชนิดเดียวกัน

จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ให้มากที่สุด
2. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหาในข้อที่ 1
3. ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการทดลองในห้องปฏิบัติการ โปรดบอกวิธีการว่าจะทำอย่างไร พร้อมทั้งบอกอุปกรณ์หรืออาจจะวาดภาพประกอบคำอธิบายเพื่อให้เห็นชัดด้วยก็ได้

ชุดการเรียนรู้ที่ 4

1. จากการสังเกตที่ผ่านมาจะเห็นว่าประสาทสัมผัสทางตา ผิวกาย หู และจมูก บางครั้งไม่สามารถอธิบายหรือบอกชนิดหรือคุณภาพของวัตถุต่าง ๆ ได้เสมอไป บางครั้งจึงต้องใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ อย่างเข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อที่จะอธิบายลักษณะสมบัติ, ปริมาณและรายละเอียดของวัตถุหรือสิ่งที่พบเห็นนั้น ๆ ได้ อย่างไรก็ตามคนเราก็คงใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตอยู่เป็นประจำ

2. นักเรียนเคยสังเกตบ้างหรือไม่ว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ห่างจากตัวเราออกไป เช่น รถ ยิ่งแล่นห่างจากตัวเราไปมากเท่าไร จะยิ่งมีขนาด มากเท่านั้น

เล็กลง

3. ใช่แล้ว เล็กลง เก่งมากแสดงว่านักเรียนก็เป็นคนช่างสังเกตเช่นเดียวกัน เมื่อรถแล่นห่างออกไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเรามองเห็นหรือไม่.....

ไม่เห็น

4. แสดงว่าสายตาของคนเรามีขอบเขตจำกัดใช่ไหม.....

ใช่

5. นักเรียนพอจะบอกได้หรือไม่ว่าอะไรคือข้อจำกัดที่ทำให้ลายตาของคนเราไม่สามารถมองเห็นรถคันดังกล่าวได้ ลองเดาดูซิ

ระยะทาง

นักเรียนตอบถูกหรือไม่ ถ้าไม่ถูกก็ไม่ใช่ไรแถมให้ถูก แล้วอย่าลืมคิดความไปด้วยละ
ที่นี้เรามาดูองสัยเกิดสิ่งใดได้ ๆ คิวในท้องหกลองบู๊ว

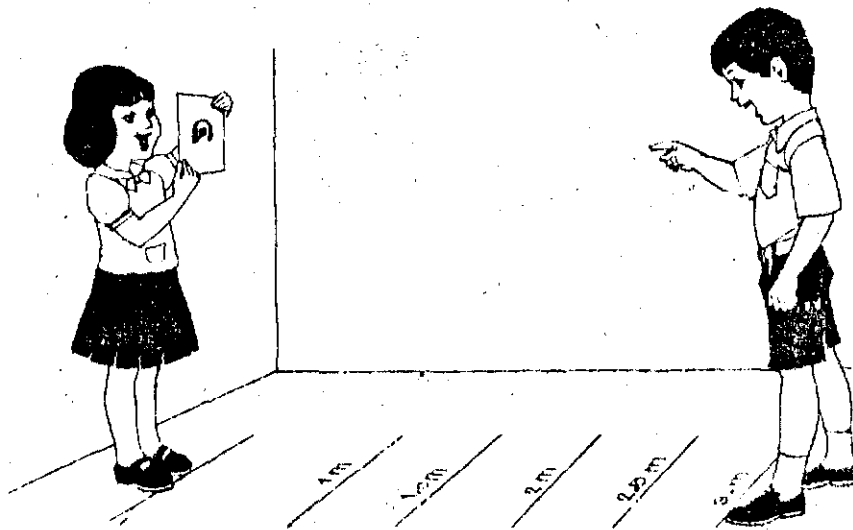
การทดลองที่ 1.6

เรื่อง นักเรียนสามารถมองเห็นได้ไกลเพียงไร

อุปกรณ์ ตัวอักษรขนาดต่าง ๆ

วิธีทดลอง (กรุณาอ่านวิธีการให้เข้าใจก่อนทำการทดลอง)

1. ทำเครื่องหมายระยะบนพื้นตั้งฉากจากแผ่นกระดานดำหรือฝาห้องด้านหนึ่งไปยังด้านตรงข้ามระยะละ 50 ซม. อย่างน้อยเป็นระยะทาง 8 เมตร
2. ยืนตรงตำแหน่งที่มีเครื่องหมายระยะ 1 เมตร หันหน้าเข้าหาฝาห้องหรือกระดานดำที่เริ่มต้นระยะ (ถ้านักเรียนสวมแว่นตาควรถอดแว่นออกเสียก่อน)
3. ให้เพื่อนยึดติดกระดานดำหรือฝาห้องด้านที่เริ่มต้นระยะและหันหน้าเข้าหา นักเรียน ยกแผ่นกระดาษที่มีตัวอักษรซึ่งครูทำให้ให้เสมอกับระดับสายตาของนักเรียนแล้วให้อ่านว่าเป็นอักษรอะไร



รูป แสดงการทดลองหาระยะไกลที่มองเห็นได้ชัดเจน

* m ย่อมาจาก metre หรือเมตร

4. ถ้านักเรียนอ่านถูกให้เพื่อนทำสัญญาณบอกให้ทราบแล้วนักเรียนถอยหลังไป 50 ซม. ให้เพื่อนยกแผ่นกระดาษที่มีตัวอักษรอื่น ๆ สลับข้าง ถ้ายังอ่านได้ถูก ถอยไปเรื่อย ๆ ครั้งละ 50 ซม. จนกระทั่งอ่านไม่ถูก
5. ให้นักเรียนย้อนกลับไปยืนตรงตำแหน่งที่มองเห็นตัวอักษรชัดครั้งสุดท้ายแล้วให้เพื่อนยกแผ่นกระดาษตัวอักษรให้นักเรียนอ่านสลับกันอย่างน้อย 3 ตัว เพื่อให้แน่ใจว่า ระยะนี้เป็นระยะที่ไกลที่สุดที่นักเรียนเห็นชัดเจน
6. วัดระยะทางจากตำแหน่งที่นักเรียนมองเห็นชัดเจนครั้งสุดท้ายไปยังตำแหน่งที่เพื่อนยกกระดาษตัวอักษร แล้วบันทึกผลลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1.6

ชื่อนักเรียน	ระยะไกลสุดที่มองเห็นตัวอักษรชัดเจน (เมตร)

6. ในการทดลองนี้กำหนดให้..... เป็นตัวคงที่และ.....
เป็นตัวที่เปลี่ยนแปลง

ตัวอักษร

ระยะทาง

7. ตัวอักษรที่ใช้ในการทดลองนี้มีขนาดความสูง.....เซนติเมตร ถ้าตัวอักษรมีขนาดเล็กลง นักเรียนคิดว่าระยะไกลสุดที่สามารถเห็นตัวอักษรได้ชัดเจนจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ (เปลี่ยนแปลง, ไม่เปลี่ยนแปลง) และนักเรียนคิดว่าระยะไกลสุดที่สามารถเห็นตัวอักษรได้ชัดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง (เพิ่มขึ้น, ลดลง)

- ความสูง 1.5 เซนติเมตร
- เปลี่ยนแปลง
- ลดลง

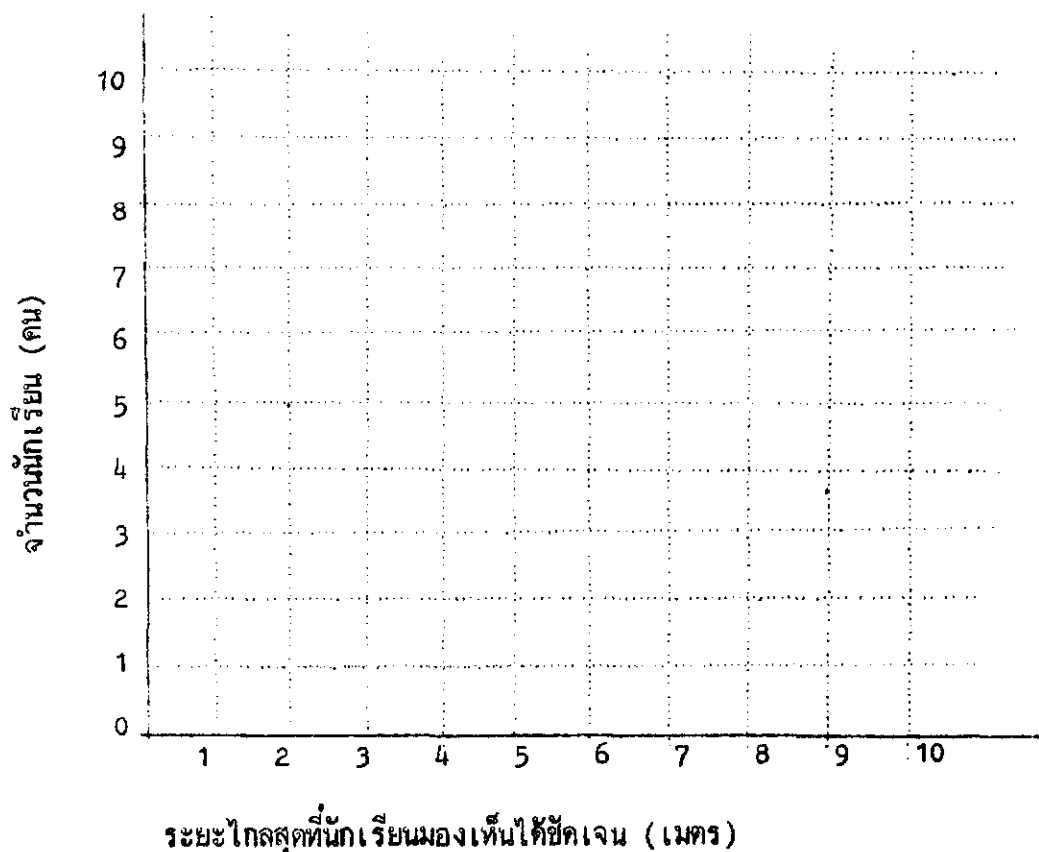
8. นักเรียนทุกคนคงอยากทราบว่าระยะที่สายตาของคนเรามองเห็นชัดที่สุด แตกต่างจากเพื่อนมากน้อยเท่าไร ลองดูซิว่าจะทำอย่างไรดี ให้นักเรียนนำผลการทดลองจาก ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1.6 ของเพื่อนนักเรียนด้วยกันมา 4 คน รวมทั้งของนักเรียนเองด้วยเป็น 5 คน แล้วนำผลบันทึกลงในตารางข้างล่างนี้

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ระยะไกลสุดที่มองเห็นได้ชัดเจน (เมตร)
1		
2		
3		
4		
5		

9. การใช้ตารางบันทึกข้อมูลในกรอบที่ 8 เป็นวิธีการหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เสนอข้อมูล สำหรับวิธีอื่น ๆ นั้น นักเรียนได้มีโอกาสใช้มาบ้างแล้ว เช่น การเสนอข้อมูลในลักษณะการบรรยาย นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่น ๆ อีก ซึ่งนักเรียน จะได้ฝึกฝนเพิ่มเติมในเรื่องต่อไป

10. ให้นักเรียนนำผลจากการบันทึกในตารางในรอบที่ 8 มาเขียนกราฟข้างล่าง โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ให้แกนยืน (แกนตั้ง) แสดงจำนวนนักเรียนและแกนนอนแสดงระยะไกลสุดที่นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจน
2. เขียนหน่วยและมาตราส่วนกำกับแกนทั้งสอง ดังรูป
3. ทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งของกราฟ โดยเริ่มจากจุดที่แกนตัวกันนี้ ระยะไปตามแกนนอนเท่ากับค่าซึ่งแสดงระยะไกลสุดที่นักเรียน (ในตารางในรอบที่ 8) สามารถเห็นได้ชัดเจน และจากจุดบนแกนนอนนี้ระยะขึ้นไปตามแนวตั้งฉากกับแกนนอนเท่ากับจำนวนนักเรียนที่เห็นได้ไกลสุดของระยะนั้น ทำเครื่องหมาย . (จุด) หรือ $\times$ (กากบาท) และดำเนินการตามนี้กับค่าอื่น ๆ
4. ลากเส้นกราฟผ่านจุดต่าง ๆ



11. การบันทึกข้อมูลโดยใช้กราฟตามกรอบที่ 10 เป็นวิธีการหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสนอข้อมูลเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ศึกษาและมีความเข้าใจมากขึ้น	
12. จากกราฟตามกรอบที่ 10 นักเรียนบอกได้ไหมว่า มีนักเรียน.....คน ที่มองเห็นได้ชัดเจนและเป็นระยะใกล้สุด..... เมตร มีนักเรียน.....คน ที่มองเห็นได้ในระยะใกล้..... เมตร ตัวนักเรียนเองมองเห็นได้ชัดเจนในระยะ..... เมตรและอยู่ในลำดับที่.....	
คำตอบของนักเรียนแต่ละคนอาจจะไม่เหมือนกัน เพราะข้อมูลแต่ละคนไม่เหมือนกัน แต่ก็เชื่อว่าทุกคนตอบถูกหมด	
13. การวัดระยะทางที่นักเรียนมองเห็นได้ใกล้สุด แต่ยังชัดเจนตามการทดลองนั้น เป็นการวัดระยะไกลของสายตาวีธีหนึ่ง สำหรับวิธีที่ใช้วัดสายตาทางการแพทย์โดยทั่วไปนั้น ให้ผู้ที่ต้องการวัดสายตานั่งหรือยืนอยู่ที่เดิม แล้วขนาดของตัวอักษรที่อ่านให้เล็กลง นั่นก็คือให้.....เป็นตัวคงที่ แต่เปลี่ยนขนาดของ.....ให้เล็กลง	
ระยะทาง	ตัวอักษร
14. นักเรียนทราบไหมว่าบุคคลซึ่งมองเห็นวัตถุซึ่งอยู่ในระยะไกล ๆ ได้ชัดเจน แต่ในระยะใกล้ ๆ มองไม่เห็น เราเรียกบุคคลประเภทนี้ว่าเป็นบุคคลที่มีสายตา.....	
สายตายาว	

15. เก่งมาก แล้วบุคคลที่มองเห็นได้ในระยะใกล้ ๆ ระยะไกลมองไม่เห็น เราเรียกบุคคลประเภทนี้ว่ามัยดา.....
สายตาสั้น
16. นักเรียนทราบไหมว่าถ้าจะทำให้บุคคลซึ่งมีสายตาสั้นและสายตายาวสามารถมองเห็นเป็นปกติเหมือนกับคนทั่ว ๆ ไป บุคคลเหล่านี้จะต้องใช้อะไรช่วย.....
แว่นตา
17. นักเรียนทุกคนคงตอบถูกว่า "<u>แว่นตา</u>" บางคนก็กำลังใส่อ่านหนังสือเสียด้วยซ้ำไป คงพอจะบอกได้แล้วใช่ไหมว่าคนที่สายตาไม่ปกติคือสายตาสั้นและสายตายาวจำเป็นจะต้องใช้แว่นตา เพื่อช่วยให้สายตามองเห็นเป็นปกติเหมือนกับคนทั่ว ๆ ไป
18. แว่นตาทำจากเลนส์ 2 ชนิด คือ เลนส์นูนและเลนส์เว้า - เลนส์นูนใช้ทำแว่นตาสำหรับ<u>ผู้ที่มีสายตายาว</u> ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นไปตกที่จอรับภาพในลูกตาพอดี ทำให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนเหมือนคนสายตาปกติ - เลนส์เว้าใช้ทำแว่นตาสำหรับ<u>ผู้ที่มีสายตาสั้น</u> ซึ่งจะทำให้ภาพไปตกที่จอรับภาพในลูกตาพอดี ทำให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนเหมือนกับคนสายตาปกติ
19. เอาะลองทดสอบดูซิว่าถ้าหากนักเรียนเป็นคนสายตาสั้น แล้วนักเรียนไปตัดแว่นข้างทำแว่นตาจะใช้เลนส์.....ทำแว่นให้นักเรียน

เลนส์ไว้

20. นักเรียนคงเข้าใจแล้วใช่ไหมว่าบางครั้งประสิทธิภาพของคนเราก็ไม่สามารถบอกสิ่งที่พบเห็นหรือสัมผัสได้ทั้งหมดคนจากนั้นก็ยังมีข้อจำกัดต่าง ๆ ทางร่างกาย เช่น สายตาสั้น, สายตายาว เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการขยายขอบเขตของประสิทธิภาพดังกล่าว

21. จะเห็นว่าประสิทธิภาพทางตา ลิ่น ผิวกาย ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว ส่วนแต่มีข้อจำกัดต่าง ๆ ไม่สามารถเชื่อถือได้เสมอไป ลองพิจารณตารางต่อไปนี้ดูซิว่าประสิทธิภาพมีขอบเขตจำกัดหรือไม่

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณตารางซึ่งแสดงจำนวนนักเรียนที่ได้ยินเสียงนาฬิกาซัดเจนในระยะต่าง ๆ

ระยะที่ได้ยินเสียงนาฬิกา (เมตร)	จำนวนนักเรียน (คน)
2	1
3	4
4	13
5	6
6	2
7	1
8	1

* แหล่งที่มาของข้อมูล หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. เล่มหนึ่ง หน้า 33

22. จากตารางระยะใกล้ที่สุดและระยะไกลที่สุดซึ่งนักเรียนได้ยินเสียงนาฬิกาชัดเจนที่สุด คือ.....เมตร และ.....เมตร มีนักเรียนอย่างละ.....คน ที่ได้ยินเสียงในระยะทั้งสองนี้
2 เมตร, 8 เมตร, และอย่างละ 1 คน
23. นักเรียนส่วนใหญ่ได้ยินเสียงนาฬิกาที่ระยะ.....เมตร
4 เมตร
24. ประสาทหูของนักเรียนแต่ละคนสามารถรับฟังเสียงได้ไม่เท่ากัน ถ้าใช้เครื่องทำเสียงดังหรือค่อยกว่านี้ระยะการรับฟังเสียงให้ชัดเจนจะเปลี่ยนไปหรือไม่ (เปลี่ยน, ไม่เปลี่ยน)
เปลี่ยน
25. แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจแล้วว่าประสาทสัมผัสทางหูก็มีขอบเขตจำกัดเช่นเดียวกับประสาทสัมผัสอื่น ๆ สำหรับการเรียนในครั้งนี้จะยุติเพียงเท่านั้น.....ก่อนจะยุติอยากให้นักเรียนลองฝึกตอบปัญหาจากสถานการณ์ก่อน

สถานการณ์

มีชาย 3 คน ด้มรถจักรยานไปตามถนน 2 คัน โดยที่จักรยานคันที่ 1 มีคนนั่งซ้อนกันไป 2 คน รถทั้งสองคันนี้เป็นยี่ห้อเดียวกัน รถทั้งสองคันถีบขึ้นไปถึงจุดสูงสุดของสะพาน คนที่จักรยานทั้งสองคันจึงหยุดถีบปล่อยให้รถเคลื่อนที่ไปเอง ปรากฏว่าจักรยานคันที่หนึ่งซ้อนกัน 2 คน เคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่ารถจักรยานคันที่หนึ่งคนเดียว

คำถาม

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ในเรื่องนี้ให้มากที่สุด
2. จากปัญหานั้นนักเรียนระบุในข้อ 1 สิ่งใดน่าจะเป็นสาเหตุ
นักเรียนควรจะต้องสมมติฐานว่าอย่างไร
3. นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นอย่างไร
(โปรดบอกวิธีการทดลองอย่างคร่าว ๆ พร้อมทั้งบอกอุปกรณ์ที่นักเรียนจะใช้
ในการทดลอง หรือนักเรียนอาจจะวาดภาพประกอบด้วยก็ได้)

ชุดการเรียนรู้ที่ 5

1. นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่าประสาทสัมผัสของคนเรานั้น จากการทดลองที่ผ่านมาพบว่ามีขอบเขตจำกัด ไม่สามารถบอกผลได้แน่นอนเสมอไป จึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือช่วยขยายขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานในการวัดซึ่งมีใช้กันอยู่หลายระบบ เช่น ระบบเมตริก ระบบอังกฤษ และระบบหน่วยระหว่างชาติหรือระบบเอสไอ สำหรับในชั้นนี้จะใช้ทั้งระบบเมตริกและระบบเอสไอ ให้นักเรียนทวนหน่วยของการวัดในระบบต่าง ๆ จากตารางข้างล่าง

ตาราง 1 แสดงหน่วยของการวัดในระบบเอสไอและระบบเมตริก

ลำดับ	หน่วยของการวัด	หน่วยที่ใช้ชื่อเต็ม		สัญลักษณ์หรือตัวย่อ	
		ระบบเอสไอ	ระบบเมตริก	ระบบเอสไอ	ระบบเมตริก
1	มวล	กิโลกรัม	กรัม	Kg	g
2	ความยาว	เมตร	เซนติเมตร	m	cm
3	เวลา	วินาที	วินาที	s	s
4	ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เซนติเมตร	m ³	cm ³
5	อุณหภูมิ	เคลวิน	เซลเซียส	K	°C

* สำหรับในประเทศไทยทางราชการได้กำหนดไว้ว่าการใช้ตัวอักษรย่อในวิชาวิทยาศาสตร์ จะต้องใช้สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษและถ้าต้องการเขียนเป็นภาษาไทยต้องเขียนด้วยหน่วยที่ใช้ชื่อเต็มเสมอ

ตัวอย่าง เช่น ในลำดับที่ 1 จะเห็นว่า มวล ในระบบเอสไอจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ถ้าใช้สัญลักษณ์จะต้องใช้ Kg ส่วนในระบบเมตริกจะใช้หน่วยเป็น กรัม หรือถ้าใช้สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษจะเป็น gm เป็นต้น

2. ให้นักเรียนศึกษาหน่วยแสดงปริมาณการวัดอื่น ๆ จากตารางให้เข้าใจ พร้อมทั้งทั้งหน่วยของการวัดปริมาณทั้งในระบบเอสไอและระบบเมตริก รวมทั้งสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ด้วยด้วย เพราะนักเรียนจะต้องนำไปใช้ในการศึกษาในขั้นต่อไป

3. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาจากตารางแล้ว ไม่ทราบว่าทำความเข้าใจได้มากน้อยเพียงไรลองฝึกดูซิ ให้นักเรียนเติมส่วนที่ขาดหายไปจากตาราง ซึ่งจะเป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับหน่วยของการวัดและจะได้นำไปใช้จริงต่อไป

หน่วยของการวัด	หน่วยที่ใช้ชื่อเต็ม		สัญลักษณ์หรือตัวย่อ	
	ระบบเอสไอ	ระบบเมตริก	ระบบเอสไอ	ระบบเมตริก
_____	กิโลกรัม	_____	_____	_____
ความยาว	_____	_____	_____	_____
เวลา	_____	_____	_____	_____
ปริมาตร	_____	_____	_____	_____
อุณหภูมิ	_____	_____	_____	_____

เมื่อนักเรียนเติมส่วนที่ขาดหายไปแล้วลองกลับไปเปรียบเทียบดูกับตารางในกรอบที่ 1 ที่ผ่านมา ส่วนที่นักเรียนเติมลงไปนั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องพยายามทำความเข้าใจและแก้ไขให้ถูกต้อง

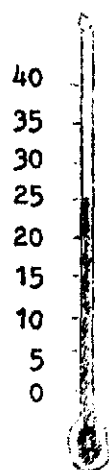
4. จากการทดลองที่นักเรียนจุ่มมือลงในน้ำอุ่น น้ำแข็ง และน้ำธรรมดา นักเรียนบอกได้เพียงแต่ว่าน้ำในภาชนะไหนร้อนหรือเย็นกว่ากันเท่านั้น แต่ไม่ทราบว่าร้อนหรือเย็นมากกว่ากันเท่าไร ดังนั้นหากนักเรียนต้องการทราบว่าน้ำร้อนหรือเย็นมากกว่ากันเท่าไรนักเรียนจะต้องใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณความร้อนที่มีชื่อเรียกว่า.....

เทอร์โมมิเตอร์

5. ไขแล้ว เทอร์โมมิเตอร์ นักเรียนคงจะจำได้เมื่อนักเรียนเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาว่าเทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดปริมาณความร้อน ลักษณะของเทอร์โมมิเตอร์เป็นหลอดแก้วยาวตรงกลางมีรูเล็ก ๆ ปลายทั้งสองข้างปิด ปลายข้างหนึ่งโปร่งเป็นกระเปาะสำหรับบรรจุปรอทหรือแอลกอฮอล์ บนหลอดแก้วมีขีดมาตราส่วนนอกอุณหภูมิ ซึ่งจะมีขีดตั้งแต่ 0 - 100 ขีด สำหรับมาตราส่วนแบบเซลเซียส (การใช้ชื่อมาตราส่วนแบบเซลเซียสนี้ก็เพื่อเป็นการให้เกียรติแก่นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน ซึ่งคิดวิธีการแบ่งมาตราส่วนออกเป็นช่อง ๆ ดังกล่าว)

6. เมื่อต้องการวัดอุณหภูมิของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ต้องให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งนั้น และในก้านเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง เมื่อระดับของของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์หยุดนิ่งแล้ว จึงอ่านตัวเลขตรงขีดที่ตรงกับระดับของของเหลว ต้องให้สายตาดูอยู่ในระดับเดียวกันกับระดับของของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์นั้น ขณะอ่านอุณหภูมิให้อ่านขณะที่เทอร์โมมิเตอร์ยังสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด

จากภาพนี้ อ่านค่าอุณหภูมิได้เท่าไร



อุณหภูมิ.....องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

7. เนื่องจากของเหลวเมื่อขยายตัวและเนื่องจากแรงตึงผิวจึงทำให้ลักษณะของของเหลวในหลอดแก้วมีลักษณะเป็นส่วนโค้ง ดังนั้นจึงให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับส่วนโค้งที่อยู่ต่ำสุด แล้วจึงอ่านค่าในขณะที่กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ยังสัมผัสอยู่กับสิ่งที่ต้องการจะวัด

8. เมื่อนักเรียนรู้จักวิธีการใช้เทอร์โมมิเตอร์แล้ว ลองมาทดลองใช้เทอร์โมมิเตอร์เพื่อจะได้เกิดความชำนาญ

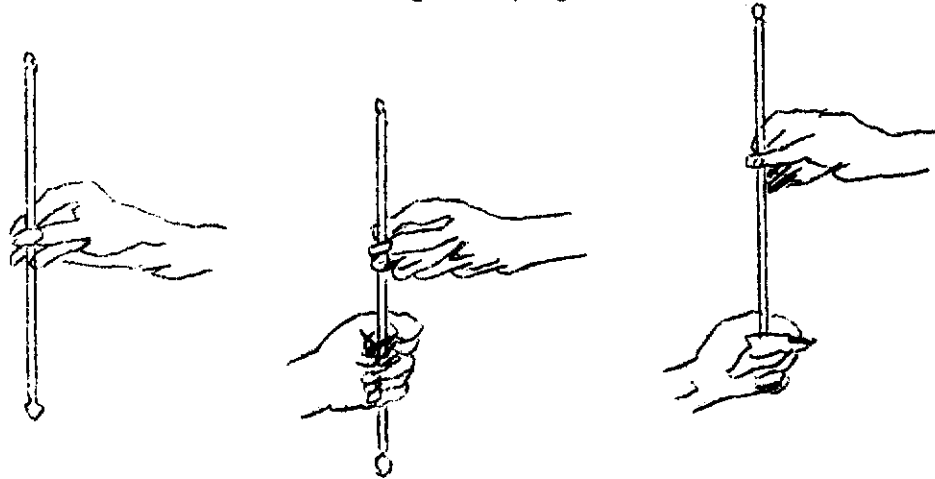
- ข้อควรระวัง**
1. เทอร์โมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์แต่แตกง่าย ดังนั้นเวลาใช้จึงควรระมัดระวังและเก็บรักษาให้ดีที่สุด
 2. ห้ามใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดสิ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก ๆ ในเวลาต่อเนื่องกัน เช่น วัดอุณหภูมิของน้ำเดือดแล้วนำไปวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งในทันทีทันใด เพราะเทอร์โมมิเตอร์ส่วนที่เป็นหลอดแก้วจะแตกได้ทันที จะทำให้เทอร์โมมิเตอร์แตก

การทดลองที่ 1.7

เรื่อง การใช้เทอร์โมมิเตอร์

อุปกรณ์ เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส

วิธีทำ 1. จับเทอร์โมมิเตอร์ให้หลอดแก้วตั้งตรงรูป อ่านอุณหภูมิ บันทึกผล



รูป แสดงการใช้เทอร์โมมิเตอร์

2. ใช้มือข้างหนึ่งกำก้านเทอร์โมมิเตอร์เหนือกระเปาะประมาณ 3 ซม. เป็นเวลา 1 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง อ่านอุณหภูมิ บันทึกผล

3. เอามือออกจากก้านเทอร์โมมิเตอร์ที่ตั้งไว้ เมื่ออุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้อง จึงเอามือจับกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์กุมไว้ 1 นาที สังเกตระดับของเหลว อ่านอุณหภูมิ บันทึกผล

คำถาม 1. อุณหภูมิของห้องที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์เป็นก้องศาเซลเซียส

.....

2. อุณหภูมิที่อ่านได้เมื่อกำก้านเทอร์โมมิเตอร์เป็นเท่าไร

.....

3. อุณหภูมิที่อ่านได้เมื่อเอามือกำกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์เป็นเท่าไร

.....

4. เมื่อเทอร์โมมิเตอร์ได้รับความร้อนจากมือเท่ากัน ส่วนไหนของเทอร์โมมิเตอร์ที่บอกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดีกว่า

.....

9. จากการทดลองจะเห็นว่าเทอร์โมมิเตอร์ส่วนที่เป็นกระเปาะนั้นจะบอกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดีกว่าส่วนอื่น ๆ ดังนั้นในการวัดอุณหภูมิจึงจำเป็นต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัดและอ่านค่าขณะที่กระเปาะยังสัมผัสกับสิ่งนั้น ๆ อยู่

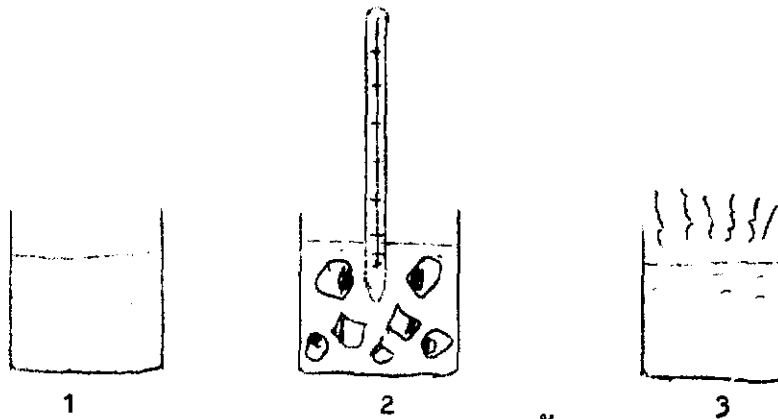
การทดลองที่ 1.7 ตอนที่ 2

เรื่อง การใช้เทอร์โมมิเตอร์

อุปกรณ์ - ถังพลาสติกเบอร์ 1 จำนวน 3 ใบ
 - เทอร์โมมิเตอร์
 - น้ำแข็ง น้ำอุ่น น้ำธรรมดา

วิธีทดลอง

1. ใช้ถังพลาสติกเบอร์ 1 จำนวน 3 ถัง ถังที่ 1 ใส่น้ำที่อุณหภูมิห้อง ถังที่ 2 ใส่น้ำผสมน้ำแข็ง ถังที่ 3 ใส่น้ำอุ่น ประมาณถังละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในถังที่ 1 สังเกตระดับของของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ อ่านอุณหภูมิ บันทึกผลลงในตาราง การอ่านอุณหภูมิทุกครั้งจะต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในน้ำเสมอ
3. จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในถังที่ 2 สังเกตระดับของของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์เมื่อระดับคงที่อ่านอุณหภูมิ แล้วบันทึกผล
4. นำเทอร์โมมิเตอร์มาจุ่มในถังใบที่ 1 อีก เมื่อระดับของของเหลวไม่เปลี่ยนแปลง อ่านอุณหภูมิ แล้วบันทึกผล
5. นำเทอร์โมมิเตอร์มาจุ่มในถังใบที่ 3 อ่านอุณหภูมิ บันทึกผล
6. ยกเทอร์โมมิเตอร์มาจุ่มในถังใบที่ 1 อีกครั้งหนึ่ง สังเกตและบันทึกผลครั้งสุดท้าย



รูป แสดงการวัดอุณหภูมิของน้ำ

ตารางบันทึกผลการทดลอง 1.7

	กล่องใบที่ 1 (น้ำที่อุณหภูมิห้อง)			กล่องใบที่ 2	กล่องใบที่ 3
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(น้ำผสมน้ำแข็ง)	(น้ำอุ่น)
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	_____	_____	_____	_____	_____

คำถาม 1. อุณหภูมิของน้ำในกล่องใบที่ 1 ที่วัดได้ทั้งสามครั้งเป็นเท่าไร
เท่ากันหรือไม่

วัดครั้งที่ 1 _____ องศาเซลเซียส

วัดครั้งที่ 2 _____ องศาเซลเซียส

วัดครั้งที่ 3 _____ องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่วัดทั้งสามครั้งเท่ากันหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

2. จากการทดลองนี้ นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า การใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดระดับความร้อนกับการใช้มือวัด อย่างไหนจะให้ผลเชื่อถือได้ดีกว่ากัน 3. เทอร์โมมิเตอร์ที่นักเรียนใช้มีขีดวัดอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเท่าไร 4. ถ้าต้องการวัดอุณหภูมิของสิ่งของที่มีอุณหภูมิค่าหรือสูงกว่า 0 - 100 องศาเซลเซียส จะใช้เทอร์โมมิเตอร์อันนี้ให้หรือไม่ 5. นอกจากเทอร์โมมิเตอร์จะใช้วัดอุณหภูมิทั่ว ๆ ไปแล้ว นักเรียนเคยเห็นแพทย์ใช้เทอร์โมมิเตอร์ทำอะไร ? 	10. เนื่องจากประสาทสัมผัสไม่สามารถบอกอุณหภูมิได้แน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้..... วัดอุณหภูมิเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาด
เทอร์โมมิเตอร์	
11. การวัดอุณหภูมิของร่างกายซึ่งมีค่าเฉพาะอุณหภูมิบางช่วง จึงไม่จำเป็นต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีค่ามาตราส่วน 0 - 100 องศาเซลเซียส เช่น เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้จะมีขีดบอกอุณหภูมิระหว่าง 35 - 42 องศาเซลเซียส นักเรียนทราบไหมว่าอุณหภูมิปกติของร่างกายของคนเรามีค่าประมาณ..... องศาเซลเซียส	

37 องค์าเซลเซียส

12. เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้มีขีดบอกอุณหภูมิระหว่าง 35 - 42 องศาเซลเซียส เพราะอุณหภูมิปกติของร่างกายของคนเรา ประมาณ 37 องศาเซลเซียสเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ต่างจากเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาตรงที่ว่า เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ที่เห็นอุณหภูมิลอดแก้วเล็กน้อยจะมีลักษณะเป็นรูค้ำ เพราะเมื่อนำไปวัดอุณหภูมิของร่างกายแล้ว เมื่อนำเทอร์โมมิเตอร์ออกจากผู้ป่วย ของเหลวในหลอดแก้วจะยังคงค้างอยู่ที่ระดับเดิมทำให้สามารถอ่านอุณหภูมิได้ถูกต้อง และเมื่อต้องการจะใช้วัดใหม่ก็ต้องจับเทอร์โมมิเตอร์ที่ปลายแล้วสลัดของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ ของเหลวจะกลับไปอยู่ในกระเปาะดังเดิม

สำหรับชุดการเรียนรู้จะหยุดไว้เท่านี้ก่อน ให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานพร้อมทั้งออกแบบการทดลอง

สถานการณ์

เมื่อสมคิดไปโรงเรียนเขาสังเกตพบว่า จิ้งจกที่อาศัยอยู่บริเวณโรงเรียนมีลักษณะสีของลำตัวแตกต่างไปจากจิ้งจกที่อาศัยอยู่บริเวณบ้านของเขา ทั้ง ๆ ที่จิ้งจกที่เขาพบทั้งสองแห่งเป็นจิ้งจกพันธุ์เดียวกัน

จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาที่นักเรียน พบจากสถานการณ์
3. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่นักเรียนระบุ
3. ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น โปรดบอกวิธีการทดลอง พร้อมทั้งระบุอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ หรืออาจจะวาดภาพประกอบคำอธิบายด้วยก็ได้

ชุดการเรียนรู้ที่ 6

1. จากชุดการเรียนรู้ที่ผ่านมาจะเห็นว่าประสาทสัมผัสทางกายไม่สามารถที่จะบอก
ระดับความร้อนเป็นค่าที่แน่นอนได้ เพียงแต่บอกจากความรู้สึกว่าร้อนหรือหนาวหรือธรรมดา
เท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องใช้.....เพื่อวัดค่าอุณหภูมิ

เทอร์โมมิเตอร์

2. นักเรียนคงทราบแล้วว่าการใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมินั้นจะต้องให้ส่วน
..... ของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด และจะต้องให้ส่วนที่เป็น
ก้านของเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง เมื่อระดับของของเหลวในหลอดแก้วหยุดแล้วจึงอ่านตัวเลข
ตรงขีดที่ตรงกับระดับของของเหลว

กระเปาะ

3. จะเห็นว่าเทอร์โมมิเตอร์ที่นักเรียนได้ทำความรู้จักและทดลองใช้มาแล้วนั้น
เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยขยายขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัสทางกาย ซึ่งจะทำให้ได้
ค่าของการวัดที่แน่นอนและสามารถวัดได้อย่างต่อเนื่อง

4. นักเรียนทุกคนคงเคยสังเกตสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ และอยู่ใกล้ตัวหรือบางครั้ง
อาจจะมองวัตถุที่อยู่ไกลจากตัวเรา ภาพที่เราเห็นนั้นอาจจะเลือนลางเห็นไม่ชัดเจนหรือบาง
ครั้งอาจจะมองไม่เห็นเลย ซึ่งเป็นข้อจำกัดของสายตากคนเรา ปัจจุบันความก้าวหน้าทาง
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีส่วนช่วยให้ข้อจำกัดต่าง ๆ ดังกล่าวลดลง เราลองมา
พิจารณาดูว่ามีเครื่องมืออะไรบ้างที่ช่วยให้เราสามารถเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

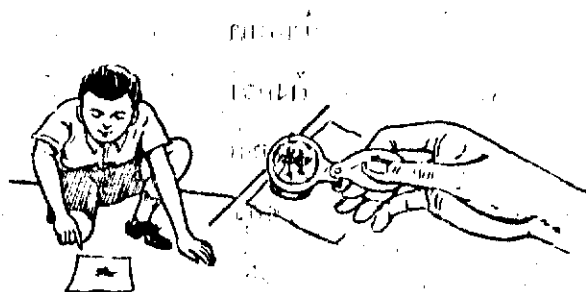
การทดลองที่ 1.8

เรื่อง เครื่องมือช่วยประสาทสัมผัสทางตา

วัตถุประสงค์ 1. เพื่ออธิบายถึงขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัสทางตา
2. สามารถบอกอุปกรณ์ที่ช่วยขยายขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัสทางตา

อุปกรณ์ 1. แว่นขยาย
2. แมลงตัวเล็ก ๆ เช่น มดหรือยุง เป็นต้น

วิธีทดลอง 1. สังเกตลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของยุงหรือมดอย่างละเอียดด้วยตาเปล่า
2. ใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะและส่วนต่าง ๆ ตามที่สังเกตมาแล้วในข้อ 1
ปรับระยะโดยการขยับแว่นขยายขึ้นลง จนเห็นชัดที่สุดแล้วสังเกตอย่าง
ถี่ถ้วนว่าเห็นอะไรเพิ่มขึ้นหรือชัดเจนกว่าเดิมหรือไม่ บันทึกผลในตาราง



รูป 1.14 แสดงการใช้เครื่องมือช่วยประสาทสัมผัสทางตา

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ส่วนต่าง ๆ ของ.....		ลักษณะของสิ่งที่สังเกตเห็น	
		เมื่อมองด้วยตาเปล่า	เมื่อใช้แว่นขยาย
ส่วนหัว	หนวด	.....	.....
	ปาก	.....	.....
	ตา	.....	.....
ส่วนอก	ปีก	.....	.....
	ขา	.....	.....
ส่วนท้อง		.....	.....

คำถาม 1. ลักษณะต่าง ๆ ที่ดูด้วยตาเปล่ากับที่ส่องดูด้วยแว่นขยายแตกต่างกันอย่างไร

.....

2. สัตว์ที่นักเรียนสังเกตเห็นมีขากี่คู่ มีข้อต่อหรือไม่ ถ้ามีความยาวแต่ละช่วงระหว่างข้อต่อเท่ากันหรือไม่อย่างไร

.....

3. ลักษณะส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องต่างกันอย่างไร

.....

4. ปากของสัตว์ที่นักเรียนสังเกตเห็นมีลักษณะอย่างไร

.....

5. มีปีกหรือไม่ ถ้ามี ปีกติดอยู่กับส่วนไหน

.....

6. มีหนวดกี่เส้น หนวดมีลักษณะอย่างไร

.....

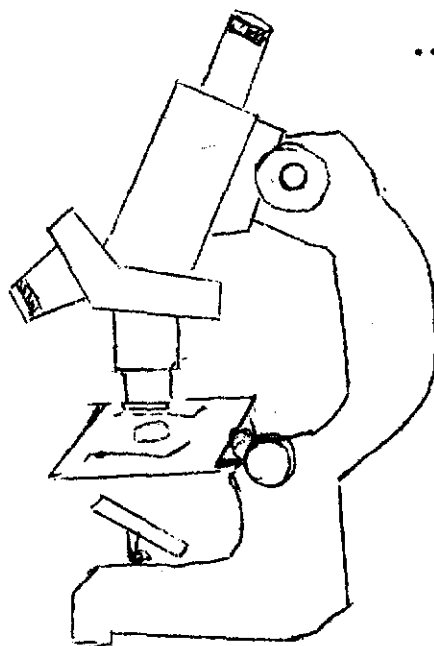
5. จากการที่นักเรียนใช้แว่นขยายส่องดู นักเรียนจะเห็นว่าความชัดเจนที่ปรากฏ
 แก่สายตานักเรียนแตกต่างกันหรือไม่.....
 สังเกตโดยใช้สายตาหรือว่าใช้แว่นขยายเห็นชัดเจนกว่ากัน.....

แตกต่างกัน

ใช้แว่นขยายชัดเจนกว่า

6. เนื่องจากประสาธสัมผัสทางตามีขอบเขตจำกัด จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือช่วย เพื่อให้มองเห็นวัตถุที่อยู่นอกเหนือไปจากขอบเขตของประสาทสัมผัส สำหรับวัตถุที่มีขนาดเล็กและอยู่ในระยะใกล้ก็ใช้แว่นขยายช่วยให้มองเห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น หรือถ้าวัตถุที่มีขนาดเล็กมากบางครั้งมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ก็ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วยให้มองเห็นรายละเอียดเพิ่มขึ้น

7. จากรูปนักเรียนทราบไหมว่าเครื่องมือนี้คืออะไร



8. นักเรียนบอกได้ไหมว่ากล้องจุลทรรศน์นี้ใช้สำหรับทำอะไร ?

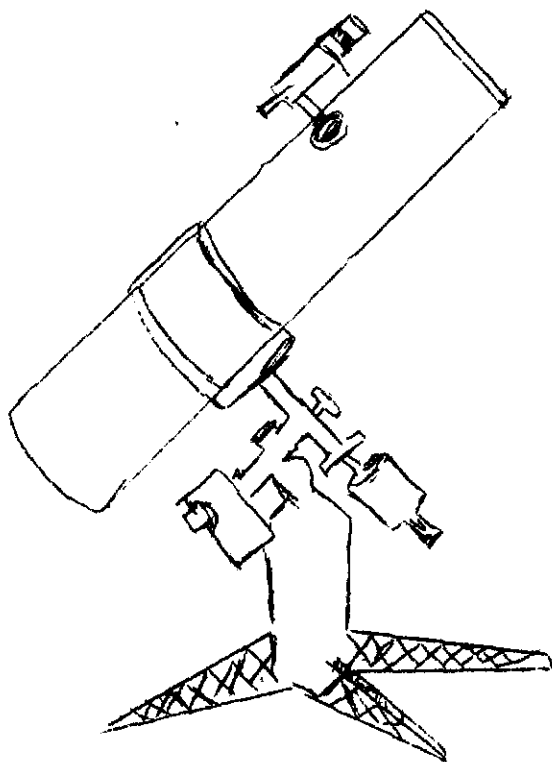
ตรวจดูวัตถุหรือเชื้อโรคที่มีขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

9. นักเรียนคงตอบถูกใช่ไหมว่า "กล้องจุลทรรศน์ใช้สำหรับตรวจดูวัตถุหรือเชื้อโรคที่มีขนาดเล็กที่มองดูด้วยตาเปล่าไม่เห็น" นักเรียนลองยกตัวอย่างสัก 3 ชื่อ

1..... 2..... 3.....

อะไรก็ได้ที่นักเรียนไม่สามารถมองดูด้วยตาเปล่าเห็น ก็นับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งสิ้น

10. เอาละคำตอบของนักเรียนอาจจะแตกต่างกันแต่ก็เชื่อว่านักเรียนทุกคนตอบถูกต้อง นักเรียนลองดูภาพต่อไปชื่อว่าเครื่องมือนี้มีชื่อเรียกว่าอะไร



.....

กล้องโทรทรรศน์

11. นักเรียนตอบถูกใหม่ว่าภาพที่นักเรียนเห็นนี้คือกล้องโทรทัศน์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจดูวัตถุที่อยู่ไกลมาก ๆ เช่น ดวงดาวต่าง ๆ เป็นต้น

12. สำหรับคนที่ใช้ประสาทสัมผัสทางตาไม่ได้เลย เช่น คนตาบอด ก็อาจจะใช้ประสาทสัมผัสอย่างอื่นแทน เช่น ใช้ปลายนิ้วคลำตัวอักษรเบรลล์ ซึ่งก็เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางกายแทนประสาทสัมผัสทางตา ลองมาคุยต่อไปชื่อว่าประสาทสัมผัสบอกปริมาณได้กี่เพียงไร

13. จากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นว่าประสาทสัมผัสนั้นเชื่อถือได้เป็นบางครั้ง เนื่องจากมีข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย ดังนั้นในการทดลองวิทยาศาสตร์การใช้ประสาทสัมผัสช่วยในการสังเกตจึงได้ผลไม่แน่นอนเท่ากับการใช้เครื่องมือวัด เช่น การหาค่ามวลของสาร ความกว้าง ความยาว ความหนา เป็นต้น ก่อนอื่นอย่าให้นักเรียนทำความเข้าใจเสียก่อนว่าคำว่า มวล และ น้ำหนัก เสียก่อนว่า

- มวลคือปริมาณของวัตถุนั้น ๆ มวลของวัตถุหนึ่ง ๆ ย่อมมีค่าคงที่
- น้ำหนักคือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากก็จะมีน้ำหนักมาก วัตถุที่มีมวลน้อยก็จะมีน้ำหนักน้อย ในทางปฏิบัติ เราหาค่ามวลโดยการชั่งน้ำหนัก (ถือว่ามวลกับน้ำหนักคืออย่างเดียวกัน)

การทดลองที่ 1.9

เรื่อง

การหาปริมาตรของสิ่งต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนฝึกหัดหาค่าปริมาตรของสารต่าง ๆ
2. เพื่อฝึกให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือวัดปริมาตรของสิ่งต่าง ๆ
3. เพื่อให้นักเรียนได้หาคำนวณหาปริมาตร ความหนาแน่นและน้ำหนักของสารต่าง ๆ

อุปกรณ์

ดินน้ำมัน ไม้บรรทัด คาชั่ง หลอดจลิตยา ถ้วยพลาสติก

วิธีทดลอง

1. ให้นักเรียนกะประมาณด้วยสายตาว่าก้อนดินน้ำมันที่ครูกำหนดให้มีความกว้าง ความยาว และความหนาเป็นเท่าไร บันทึกผลลงในตาราง
2. ใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้าง ความยาว ความหนาของดินน้ำมันก้อนเดิม ทำซ้ำอีกสองครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยแล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลลง และเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่ประมาณด้วยสายตาว่าใกล้เคียงกันเพียงไร
3. ใช้มือประมาณค่ามวลของดินน้ำมันก้อนเดิมว่าเป็นกี่กรัม บันทึกผล
4. ชั่งหามวลของดินน้ำมัน บันทึกผลแล้วเปรียบเทียบกับค่ามวลที่นักเรียนกะประมาณไว้
5. ประมาณด้วยสายตาว่าน้ำในถ้วยพลาสติกที่ครูกำหนดให้มีปริมาตรเท่าไร บันทึกผล
6. ใช้หลอดจลิตยาวัดปริมาตรของน้ำในถ้วยพลาสติก บันทึกผลแล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ประมาณด้วยสายตา

ตารางบันทึกผลการทดลอง

	ดินน้ำมัน					ปริมาตรน้ำ cm^3
	ยาว cm	กว้าง cm	หนา cm	มวล gm	ปริมาตร cm^3	
ค่าประมาณ						
ค่าที่วัดได้						

14. นักเรียนอาจจะเห็นแล้วว่าค่าประมาณกับค่าที่วัดได้จริงนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือเพื่อช่วยขยายขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัส การวัดหลาย ๆ ครั้ง ทำให้ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น เช่น นักเรียน 5 คน ซึ่งดินน้ำมันก้อนเดียวกัน ปรากฏได้ผลดังนี้ 50, 51, 52, 52, และ 51 กรัม ดังนั้นค่าเฉลี่ยจึงควรเป็น กรัม

51.2 กรัม

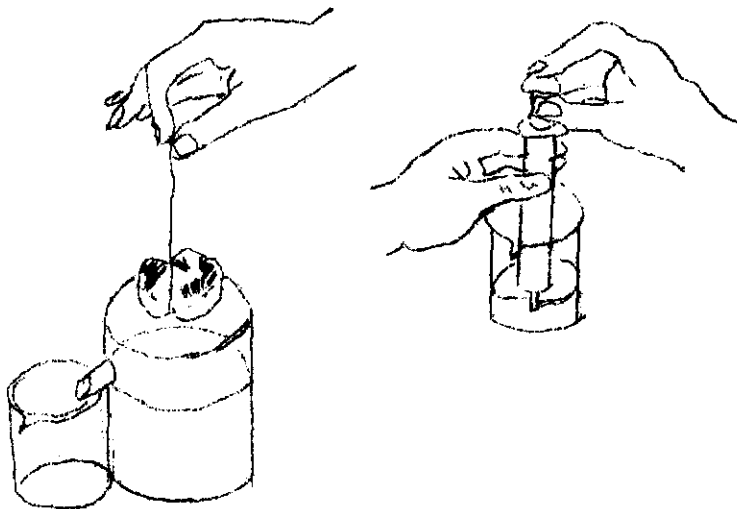
การทดลองที่ 1.10

เรื่อง การหามวลและปริมาตรของสิ่งต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ เพื่อฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกคำนวณการหาปริมาตรของสิ่งต่าง ๆ

อุปกรณ์ ดินน้ำมัน ก้อนหิน ด้วยยูรีก้า ด้วยพลาสติก ปีกเกอร์ หลอดคณิตยา
ตาชั่ง

- วิธีทดลอง
1. ชั่งดินน้ำมัน และก้อนหินที่ละเอียดแล้วบันทึกผลลงในตาราง
 2. นำด้วยพลาสติก มารองรับที่ปากด้วยยูรีก้า เทน้ำลงไปในด้วยยูรีก้าจนเต็มหลอดจนกระทั่งน้ำหยุดไหล จึงยกด้วยพลาสติกที่รองรับน้ำออก แล้วนำปีกเกอร์มารองรับแทน
 3. ใช้คานยาว 25 เซนติเมตร ผูกปลายข้างหนึ่งตรงกลางก้อนดินน้ำมัน แล้วจับปลายเชือกอีกด้านหนึ่ง ค่อย ๆ หย่อนดินน้ำมันให้จมมิดน้ำในด้วยยูรีก้าจนกระทั่งน้ำหยุดไหล จึงใช้หลอดคณิตยาวัดปริมาตรของน้ำในปีกเกอร์ ดังรูป บันทึกผลลงในตาราง



รูป แสดงการหาปริมาตรโดยใช้ด้วยยูรีก้า

4. ใช้วิธีเดียวกันกับข้อ 2 -- 3 หาปริมาตรของก้อนหิน บันทึกผล
5. คำนวณหาค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของดินน้ำมันและก้อนหิน บันทึกผล
6. นำค่าความกว้าง ความยาว ความหนาและมวลของดินน้ำมันอีกก้อนหนึ่ง บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

รายการ	มวล (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (กรัม/ลบ.ซม.)
ดินน้ำมันก้อนที่ 1			
ดินน้ำมันก้อนที่ 2			
ก้อนหิน			

คำถามประกอบการทดลอง

- จากการทดลองนักเรียนทราบหรือไม่ว่าการหาปริมาตรของของแข็งทำได้กี่วิธี อะไรบ้าง
.....
.....
- ถ้าต้องการหาปริมาตรของสิ่งอื่น ๆ ที่ไม่มีรูปทรงเรขาคณิต นักเรียนจะใช้วิธีใด
.....
.....
- ดินน้ำมัน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับก้อนหิน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างไหนจะหนักกว่ากัน เพราะเหตุใด
.....
.....

15. ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของสารใด ๆ ก็ตามเราเรียกว่าความหนาแน่นของสาร มีหน่วยเป็น กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (อ่านว่ากรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร) ถ้าจะเขียนเป็นสูตรเพื่อหาค่าความหนาแน่นของสารได้ดังนี้

ให้ D แทนความหนาแน่นของสาร มีหน่วยเป็น gm/cm^3 (กรัม/ลบ.ซม.)

M แทนมวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น gm (กรัม)

V แทนปริมาตรของวัตถุ มีหน่วยเป็น cm^3 (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ดังนั้น สูตรหาค่าความหนาแน่นของสารใด ๆ

$$D = \frac{M}{V}$$

16. ตัวอย่าง เหล็กมีปริมาตร 10 ลบ.ซม. มีมวล 78 กรัม เหล็กจะมีความหนาแน่นเท่าไร ?

วิธีทำ จากสูตร

เมื่อ D คือความหนาแน่นของเหล็ก มีหน่วยเป็น กรัม/ลบ.ซม.

M คือมวลของเหล็ก 78 กรัม

V คือปริมาตรของเหล็ก 10 ลบ.ซม.

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} &= \frac{78}{10} \\ &= 7.8 \text{ กรัม/ลบ.ซม.} \end{aligned}$$

นั่นคือ เหล็กมีความหนาแน่น 7.8 กรัม/ลบ.ซม.

ในทำนองเดียวกันถ้าโจทย์กำหนดค่าความหนาแน่นและปริมาตรมาให้เราก็สามารถคำนวณหามวลได้เช่นเดียวกัน เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วถึงวิธีการหาค่าความหนาแน่น มวล หรือปริมาตรแล้วนักเรียนลองทำดูซิ

1. วัตถุ ก. มีมวล 495 กรัม มีความหนาแน่น 5 กรัม/ลบ.ซม. วัตถุ ก. จะมีปริมาตร..... ลบ.ซม.
2. วัตถุชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 6.8 กรัม/ลบ.ซม. และมีปริมาตร 5 ลบ.ซม. วัตถุชนิดนี้จะมีน้ำหนักเท่าไร..... กรัม
3. วัตถุชนิดหนึ่งมีมวล 980 กรัม มีความหนาแน่น 9.8 กรัม/ลบ.ซม. วัตถุชนิดนี้จะมีปริมาตรเท่าไร..... ลบ.ซม.
4. เหล็กมีความหนาแน่น 7.8 กรัม/ลบ.ซม.) มีปริมาตร 15 ลบ.ซม. เหล็กจะหนัก..... กรัม

(ข้อ 1 - 99 ลบ.ซม., ข้อ 2 - 34 กรัม, ข้อ 3 - 100 ลบ.ซม.,
ข้อ 4 - 117 กรัม)

17. จากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นว่าประสิทธิภาพของคนเรามีขอบเขตจำกัด ไม่สามารถเชื่อถือได้ทุกครั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิ ไม่บรรทัดวัดความกว้างความยาวของวัตถุ ด้วยวิธีการใช้หาปริมาตรของวัตถุโดยการแทนที่น้ำ ฯลฯ เป็นต้น เพื่อให้ได้ค่าที่วัดใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงอีกทั้งการวัดนั้นจะต้องมีหน่วยกำกับเสมอ เพื่อให้เข้าใจเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และเป็นสากลจึงใช้หน่วยในระบบเอสไอและระบบเมตริก สำหรับเรื่องเราเริ่มต้นเรียนวิทยาศาสตร์กันอย่างไรนั้น ก็คงจะให้แนวทางวิธีการแสวงหาความรู้รวมทั้งทักษะต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป แต่ก่อนที่จะจบชุดการเรียนรู้สุดท้ายนี้ ก็ขอให้นักเรียนได้ลองตอบคำถามจากสถานการณ์อีกครั้งหนึ่ง

สถานการณ์

เรือเตินทะเลบรรทุกสินค้าเต็มลำแล่นจากทะเลเข้าสู่ปากแม่น้ำ ปรากฏว่า เรือ
กินน้ำลึกมากกว่าเมื่อแล่นอยู่ในทะเล

จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาให้มากที่สุด
2. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหาในข้อที่ 1
3. ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการทดลองในห้องปฏิบัติการ โปรดบอกวิธีการ
ว่าจะทำอย่างไร พร้อมทั้งบอกอุปกรณ์หรืออาจจะวาดภาพประกอบคำอธิบาย
ด้วยก็ได้

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู
และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บทคัดย่อ
ของ
ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ตุลาคม 2528

✓

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่ว
ในการคิดทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2528
โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร ที่ได้มาโดยการสุ่มจำนวน 101 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุด
การเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized
Control Group Pretest Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t - test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่ม
ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม และ
ความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05
4. องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของ
กลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF THE ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC CREATIVE THINKING OF
MATTAYOM SUKSA I STUDENTS THROUGH THE TEACHER'S MANUAL
AND SELF - LEARNING PACKAGE APPROACHES.

AN ABSTRACT

BY

THAWATCHAI KEANPRASIT

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

October 1985

The purpose of this study was to study the academic achievement in science, scientific creative thinking, originality, flexibility and fluency in scientific thinking

The subjects were 101 students randomly selected from Mattayom Suksa I students of Prajaksilapakran School in the 1985 academic year. The experimental group was taught through Self Learning Packages. The control group was taught through IPST manual. The research design of this study was Randomized Control Group Pretest Posttest Design. The statistical technique used in data analysis was t-test.

The results of this study indicated that :-

1. The academic achievement in science of the experimental and control group was not significantly different.
2. The scientific creative thinking of the experimental group was significantly different and higher than the control group at the .01 level.
3. The components of scientific creative thinking, originality and fluency of the experimental group were significantly different and higher than those of the control group at the .05 level.
4. The components of scientific creative thinking, the flexibility of the both groups were not significantly different.