

507.12

ปี 4674

9.3

ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปรีชา กันตรง

26 พ.ศ. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกกามมัธยมศึกษา

เมษายน 2534

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

174632

คณะกรรมการควบคุม และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... *ชติมา วัฒนศิริ* ประธาน
(ดร.ชติมา วัฒนศิริ)
..... *ทวงรัตน์ ทวีรัตน์* กรรมการ
(รศ.ทวงรัตน์ ทวีรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

..... *ชติมา วัฒนศิริ* ประธาน
(ดร.ชติมา วัฒนศิริ)
..... *ทวงรัตน์ ทวีรัตน์* กรรมการ
(รศ.ทวงรัตน์ ทวีรัตน์)
..... *สมจิต สวอนไพบลีย์* กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.สมจิต สวอนไพบลีย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... *สมพร บัวทอง* คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ. ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ ...๗... เดือน ...พฤษภาคม... พ.ศ. 2534

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนะศิริ รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวณทัญญู ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เกษ บุญเพ็ง อาจารย์สุธรรม อ่อนคำ อาจารย์ศรีผกา เจริญศ อาจารย์พิมพ์ฉิ่ง ปรารค์จันทร์ และอาจารย์สมาลี กาญจนชาติ ที่กรุณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และกรุณาให้นำเครื่องมือมาใช้

กราบขอบพระคุณ คุณเกรียงศักดิ์ กำเนิดเหมาะ คุณนุรอต บราวศรี คุณเจริญศรี ศรีวัฒนกุล คุณอุทัย ศรีสวัสดิ คุณศิริลักษณ์ นิลประพัฒน์และคณะอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี และขอขอบใจนักเรียนชั้น ม.1 (ปี 2532) ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการทดลองงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเหลือ - คุณแม่สุภี กันตรง คุณบ้าน้อย พิลาทอง คุณวีระ สมจรรยาและน้อง ๆ รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่านซึ่งมีอาจกล่าวนามในที่นี้ได้หมด ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณของบิดา - มารดา ครู - อาจารย์ทุกท่านที่วางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยและขออุทิศส่วนกุศลแก่ท่าน อาจารย์ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ ผู้ล่วงลับไปแล้ว

ปรีชา กันตรง

เมษายน 2534

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษา	4
	ความสำคัญของการศึกษา	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	ตัวแปรที่จะศึกษา	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	10
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	10
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	10
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้	10
	เอกสารเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	17
	เอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์	23
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	30
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	40
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .	48
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	51

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	52
	ประชากร	52
	กลุ่มตัวอย่าง	52
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	53
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	53
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	53
	การสร้างและทดลองใช้เครื่องมือ	53
	แบบแผนงานวิจัย	59
	วิธีดำเนินการทดลอง	60
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	61
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน	63
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	65
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	71
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	71
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	71
	วิธีดำเนินการทดลอง	72
	การวิเคราะห์ข้อมูล	73
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	73
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	74

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการศึกษา	79
ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	90
ประวัติย่อของผู้วิจัย	217

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การเปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลอง	9
2	แบบแผนการวิจัย	60
3	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงาน วิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงาน วิทยาศาสตร์	66
4	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด ยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงาน วิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงาน วิทยาศาสตร์	68
5	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน วิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์	69

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	15
2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	41

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาในทุกหน่วยงานและสังคม เพราะผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ย่อมไม่หยุดนิ่งหรือพึงพอใจในสภาพการทำงาน หรือสภาพความเป็นอยู่ที่ซ้ำซากจำเจ แต่จะพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขโดยคิดค้นหาวิธีการหรือหนทางที่ดีกว่าเหมาะสมกว่ามาประยุกต์ใช้ในกิจการงานหรือการดำรงชีวิตของตนเองและคนอื่น ๆ ในสังคมที่โลกเจริญก้าวหน้าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่ขึ้นมามากมายได้ ก็เพราะว่าเรามีผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ในสาขาวิชาการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ ศิลปศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ สังคมศาสตร์ และอื่น ๆ บุคคลเหล่านี้เป็นผู้บุกเบิกค้นคว้าและเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาคุณภาพของชีวิตและสังคมที่เขายู่ให้ดีขึ้นตลอดเวลา ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความต้องการสูงสุดและเป็นสิ่งมีคุณค่ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิเคราะห์ทางการศึกษาได้มีเป้าหมายไว้ว่า การเรียนการสอนแบบความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นรากฐานของกระบวนการศึกษาทั้งหมด (สุนทรี ดิษฐลักษณ์. 2529 : 1) และจากการสำรวจความมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2520 : 2) ข้อ 2 ที่กล่าวว่า "เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ทักษะ รู้จักคิดและวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์" และความมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2524 : 5) ข้อ 2 ที่กล่าวว่า "เพื่อให้รู้จักวิธีการเรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ มีนิสัยใฝ่หาความรู้และทักษะอยู่เสมอ" จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญอันดับต้น ๆ ของการศึกษา นอกจากนี้ยังให้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนได้เรียนเพื่อสนองจุดมุ่งหมายดังกล่าว

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในตัวคนทุกคน และสามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้ แต่จะพัฒนาได้มากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับวิธีการต่าง ๆ ที่แต่ละคนได้รับการฝึกฝนมา (อาร์ ริ่งลิ้นท์. 2527 : 1) ซึ่งสอดคล้องกับสมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 23) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ถ้าครูได้เริ่มจัดสถานการณ์ในการเรียนการสอนที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามแนวของการคิดอย่างสร้างสรรค์ การจัดสถานการณ์ในการเรียนการสอนนั้นควรทำในหลาย ๆ แนวทาง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาการคิดได้อย่างเต็มที่ (สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2527 : 12) การสอนที่มุ่งให้นักเรียนรู้จักคิดมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งครูควรได้จัดให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยอาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ขึ้นอยู่กับความสนใจและความสามารถของนักเรียนแต่ละคนแต่ละกลุ่ม การให้นักเรียนได้มีโอกาสทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู อาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่การคิดหัวเรื่องโครงการ การดำเนินการวางแผน การออกแบบประดิษฐ์ การทดลอง การสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผลและสรุปผล (สสวท. 2531 : 1 - 2)

การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอนดังนี้ (สสวท. 2531 : 17)

1. การคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ
4. การลงมือทำโครงการ
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

จากขั้นตอนการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้ว อีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 10 - 11) กล่าวว่า การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 18) กล่าวว่าว่าขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ก็คือ การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งตามหลักการแล้วนักเรียนจะเป็นผู้คิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งหัวเรื่องโครงงานนี้ส่วนใหญ่จะได้อาจมาจากปัญหา คำถาม หรือจากความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเอง ตลอดจนประสบการณ์ทั้งในและนอกห้องเรียน แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น สิ่งที่ครูควรปฏิบัติมีหลายประการซึ่ง อีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 15 - 16) ได้เสนอแนวปฏิบัติสำหรับครูไว้หลายขั้นตอนซึ่งขั้นตอนหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เกิดแนวคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองคือ การจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับปัญหาหรือมองเห็นปัญหาหรือคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการที่นักเรียนจะมองเห็นปัญหาหรือคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้นั้น นักเรียนจะต้องมองเห็นปัญหาที่เขากำลังจะรู้คำตอบ หรือได้สัมผัสกับสถานการณ์ที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นปัญหา หรือเกิดความสนใจใคร่รู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเสียก่อน.

ดังนั้น ครูจำเป็นจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับปัญหาหรือสถานการณ์ จนกระทั่งเขาคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 29 - 30) กล่าวว่าว่า หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนคิดขึ้นมาจะต้องมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องด้วย เรื่องที่ทำได้ต้องเป็นเรื่องที่แปลกใหม่หรือเคยมีผู้อื่นได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว และผู้ที่ศึกษาค้นคว้าใหม่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงเรื่องเดิมอีก อีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 19) ก็กล่าวในทำนองเดียวกันว่าหัวเรื่องที่จะเลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นควรมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

จะเห็นได้ว่า ในการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นจะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการคิดอย่างแนบเนียน เพื่อให้ได้หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

ที่แปลกใหม่ น่าสนใจด้วยเหตุผลดังกล่าวแล้วนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างแบบฝึกที่ใช้สถานการณ์ และมีแบบฝึกหัดปลายเปิดให้นักเรียนได้ศึกษา วรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 6) ได้กล่าวว่า แบบฝึกหัดปลายเปิดเป็นแบบฝึกที่ใช้คำถามในลักษณะที่สามารถให้คิดและตอบได้หลายแง่หลายมุม เป็นแบบฝึกหัดที่เปิดโอกาสให้นักได้มีโอกาสเพื่อค้นหาคำทายจินตนาการในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในระหว่างการใช้นี้จะไม่มีภาระประเมินผลซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ โรเจอร์ (1970 : 146) ที่พบว่าภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย รู้สึกตนเองว่ามีค่าได้รับการยอมรับ รวมทั้งภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์ หรือถูกประเมินผล การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการศึกษาของ คูณ (1957 : 79) ที่พบว่าวิธีแก้ปัญหาแบบกลุ่มที่เปิดโอกาสให้สมาชิกได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์หรือมีการประเมินผลนั้นเป็นวิธีการที่ช่วยเราให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ดี จากที่กล่าวมาข้างต้นและเนื่องจากผู้วิจัยได้ปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ด้วย จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อันจะนำไปสู่การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป
2. ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ทราบแนวทางการที่จะทำให้นักเรียนคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง และสนใจที่จะดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป
3. ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ รวมทั้งทำให้ได้แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องโลกสีเขียว

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 7 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 250 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี

จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 88 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน

ใช้เวลาในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที
รวมทั้งสิ้น 24 คาบ

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นเนื้อหาแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องโลกสีเขียว

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

- การสอนที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
- การสอนที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

5.2 ตัวแปรตาม

- ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความซึ่งเป็นคำจำกัดความที่นักเรียนหรือผู้ทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นผู้ตั้งขึ้นมาให้เหมาะสมเพื่อใช้เรียกชื่อกิจกรรมหรืองานที่เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ตามลักษณะของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ โครงงานประเภทการสำรวจ โครงงานประเภทการทดลอง โครงงานประเภทการประดิษฐ์ และโครงงานประเภททฤษฎี ซึ่งนักเรียนจะคิดขึ้นมาและเขียนตอบลงไปแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

2. การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมการทดลอง และกิจกรรมการอภิปรายหลังการทดลอง อันเป็นวิธีการที่จะได้ทั้งตัวความรู้และกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ และมีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ในช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการอภิปรายหลังการทดลอง

3. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 12 ชุด ใช้เวลาในการปฏิบัติการแบบฝึกแต่ละชุดประมาณ 15 - 20 นาที ประกอบด้วย

3.1 ชื่อแบบฝึก

3.2 คำนำ

3.3 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปขั้นตอนของกิจกรรมไว้ดังนี้

3.3.1 นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

3.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

3.3.2.1 สถานการณ์ หมายถึง สภาพการณ์หรือเงื่อนไขที่ผู้สอนจัดหาหรือสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแนวในการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นทั้งข้อความ และ/หรือรูปภาพ ที่เกี่ยวข้องและเสริมเนื้อหาแบบเรียน ลักษณะของสถานการณ์มี 2 แบบด้วยกันคือ แบบแรกเป็นเนื้อหาที่สมมติเรื่องขึ้นมาเอง และอีกแบบเป็นเนื้อหาที่ได้ประยุกต์ผลงานที่เคยมีผู้ทำการทดลองมาแล้ว มาจัดเรียบเรียงขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมที่จะให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางการฝึกคิดหัวเรื่องทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

3.3.2.2 คำถามที่นำไปสู่การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามปลายเปิดที่มุ่งให้นักเรียนคิดหาคำตอบ โดยใช้ความรู้จากสถานการณ์และประสบการณ์ของตนเองมาตอบคำถามอย่างอิสระเสรี

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถนี้ประกอบด้วย

4.1 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่มในทางวิทยาศาสตร์

4.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในทางวิทยาศาสตร์

4.3 ความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้มากในเวลากำหนดในทางวิทยาศาสตร์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิต

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยทักษะ การจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ตาราง 1 การเปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้การสอนของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
<u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ 1. ปัญหาตามที่ระบุไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู 2. จุดประสงค์ของการทดลอง 3. วิธีทดลอง 4. ข้อควรปฏิบัติขณะทดลอง	<u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ 1. ปัญหาตามที่ระบุไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู 2. จุดประสงค์ของการทดลอง 3. วิธีทดลอง 4. ข้อควรปฏิบัติขณะทดลอง
<u>ขั้นทดลอง</u> - นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน	<u>ขั้นทดลอง</u> - นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
<u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ - นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่กำหนดไว้ในบทเรียน	<u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ - นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์คือ 1. ศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกแต่ละชุด 2. ตอบคำถาม จากคำถามที่นำไปสู่การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกแต่ละชุด

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
มีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้ (2520 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

จากจุดประสงค์ดังกล่าว การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงต้องมุ่งให้ผู้เรียน ได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ การเรียนจะต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความต้องการของสังคมปัจจุบัน และเตรียมพร้อมเพื่ออนาคตด้วย การเรียนรู้จะเกิดผลดีที่สุดจะต้องจัดให้เหมาะกับระดับพัฒนาการของเด็ก ตามผลงานของนักศึกษาคณิตศาสตร์ที่สำคัญเช่น เพียเจต์ บรูเนอร์ (2521 : 35) ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้สอนในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสท.)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีมุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในแง่มุมต่าง ๆ กันดังนี้

คาร์นและซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 97 - 104) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการใช้องค์ความรู้ทางสมองของตนเองค้นหาความรู้ในลักษณะการกระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing adult) ในการแก้ปัญหา โดยมีการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากการค้นพบ (Discovery) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองในการตัดสินใจความคิดรวบยอดและหลักฐานต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับการสอนในระดับประถมศึกษา สำหรับชั้นมัศึกษานั้นการค้นพบ (Discovery) จะเป็นพื้นฐานของความรู้ที่มั่นคงที่จะเรียนในชั้นสูง ๆ ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็จะมีการออกแบบโดยเน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ซึ่งพฤติกรรมของเด็กจะออกมาในรูปการคิดปัญหามาเอง ออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะต้อง

ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้คือ ระดับการพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและสมรรถภาพของครู
ขั้นตอนการคิดของนักวิทยาศาสตร์

1. พบปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ออกแบบการทดลอง
4. ดำเนินการทดลอง
5. สังเคราะห์ความรู้
6. เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. เน้นตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะสร้างให้นักเรียนเกิดมโนคติด้วยตนเอง (Self - Concept)
3. เพิ่มระดับความคาดหวังให้นักเรียน หลังจากที่ได้ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งแล้ว
4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เราสามารถพัฒนาความสามารถพิเศษเฉพาะตัวได้ เช่น การวางแผนทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถทางวิชาการ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและมีโอกาสคิด
5. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้จากการบอกเล่าหรือการบรรยาย แต่จะเน้นกิจกรรมการทดลองให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง
6. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะมีเวลาให้นักเรียนคิด คิดซึม และปรับปรุงความรู้ใหม่เพื่อการเรียนรู้

ซันด์ (Sund. 1973 : 37) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นการค้นหาคำถามโดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวของความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษาค้นคว้า ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นการยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะได้ค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบ ซึ่งจะตรงกับ

เจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ ก็ต้องใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

จากความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวแล้ว มีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนการสอนไว้เป็นแนวทาง ดังนี้

ซันด์ และโทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 63) ได้กำหนดขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ให้คำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ
2. กำหนดปัญหา
3. สร้างสมมติฐาน
4. ออกแบบการทดลอง
5. ปฏิบัติการทดลอง
6. สรุปผลเป็นความรู้

เอเซป (ASEP) (Australian Science Education Project. 1974 : 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ในขั้นตอนทั้ง 3 ข้างต้น จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหาและการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา แทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนที่ 3 ด้วย

สullivan นิยมคำ (2517 : 125) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธียั่วยุให้นักเรียนได้วางแผน และกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอาเองเป็นการสร้างผู้นำ เป็นการสอนตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้ก็ใช้กระบวนการคิดหลายอย่าง

ลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูปสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ครูกำหนดปัญหา

2. เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามข้อ 2
4. เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก
5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยข้อมูลข้างต้น
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา อภิปรายหน้าชั้น

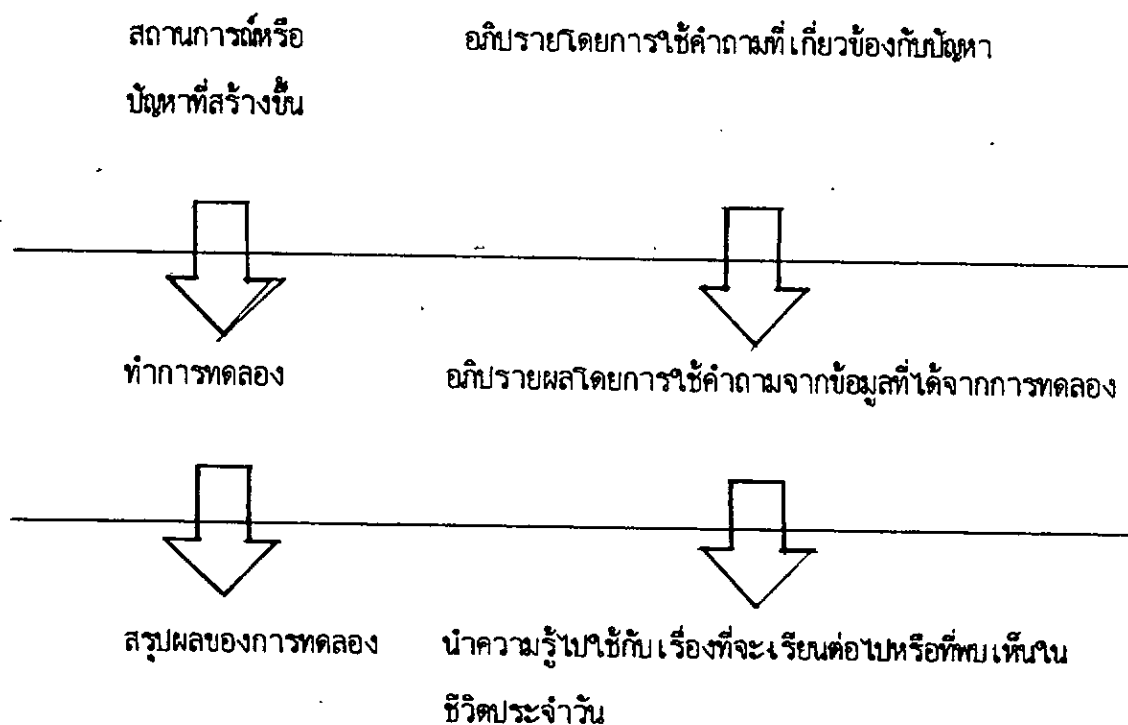
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา
2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดคอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในตอนนี้นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

ไชศรี อาภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการสอนที่จะทำให้เกิดการเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง การทดลองจะมีอยู่ตามแบบเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
2. การใช้คำถาม เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนชวนให้คิดได้ ทำได้ ผู้เรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

การสอนที่ดีจะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เกิดความสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่ง ประกอบด้วย การอภิปรายและการทดลอง ก็ควรจะสอดแทรกการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยทุกครั้งของการสอน การอภิปรายถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการศึกษา และปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรงมงาย ส่วนการทดลอง เป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนเป็นภาพประกอบได้ ดังนี้ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 118)



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นจะต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจใช้คำถาม ถามครูหรือถามนักเรียนด้วยกัน นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อไป เพื่อนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเรื่องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหานั้น
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การสอนวิทยาศาสตร์หลายวิธี ทุกวิธีมุ่งที่จะสอนให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีพุทธศักราช 2521 ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดให้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งในการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารดังกล่าวแล้วข้างต้น พิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่ามีส่วนที่คล้ายคลึงกันในส่วนที่สำคัญคือ มุ่งให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดหาเหตุผล ค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนต้องทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล และนำไปสู่การสรุปผลการแก้ปัญหา แล้วนำความรู้ใหม่ไปใช้ทั้งนี้จะใช้กิจกรรมใหญ่ที่เป็นหลัก 2 อย่าง คือการทดลองและการอภิปราย ซึ่งจะใช้คำถามเป็นหลัก

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พอสรุป ได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. มีการปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา
3. มีการสรุปผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ไปใช้

ซึ่งก็ตรงกับขั้นตอนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของไทยตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. อภิปรายก่อนการทดลอง
2. ปฏิบัติการทดลอง
3. อภิปรายหลังการทดลอง

เอกสารเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์ (Science Project) เป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนชนิดหนึ่ง อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยจำกัดสถานที่กิจกรรมนี้อาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้

โครงงานวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครู อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ อาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุผลตามวัตถุประสงค์

กิจกรรมหรืองานที่เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ อาจเป็นการสำรวจ รวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติ การทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือปรับปรุงแก้ไขพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เดิม การคิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ การสร้างแบบจำลอง การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ ฯลฯ (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 1)

จุดหมายของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 4) กล่าวไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้นขอบเขตของความรู้และประสบการณ์ตามระดับชั้นของตน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และมีโอกาสที่จะแสดงออก
4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าโครงงานวิทยาศาสตร์มีขอบข่ายกว้างขวางมาก กิจกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มลงมือศึกษาและปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปช่วยในการศึกษาค้นคว้านั้นถือเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงลักษณะที่ร่วมกันบางประการของโครงงานวิทยาศาสตร์แล้วอาจแบ่งโครงงานได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ (สสวท. 2531 : 7 - 17)

1. โครงงานประเภทการทดลอง
2. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
3. โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. โครงงานประเภททฤษฎี

โครงงานประเภทการทดลอง (Experimental Research Project)

โครงงานประเภทนี้ เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่งโดยมีการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบหรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงงานประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลอง มีการจัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม การแปรผลและสรุปผลของการทดลอง

โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล (Survey Research Project)

โครงการประเภทนี้เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ (Invention Research Project)

โครงการประเภทนี้ เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อน หรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิมก็ได้ นอกจากนี้ อาจเป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งก็ได้

โครงการประเภททฤษฎี (Theoretical Research Project)

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวความคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปแบบของคำอธิบาย สูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุนอ้างอิง ผู้ที่ทำโครงการประเภทนี้จะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และต้องค้นคว้าศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้ โดยทั่ว ๆ ไปโครงการประเภทนี้มักเป็นโครงการทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์

วิธีการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มจนถึงขั้นสุดท้ายของการทำโครงการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 17) ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การคิดหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงงาน
4. การลงมือทำโครงงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

จากขั้นตอนในการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้วนั้น จำเป็นที่จะต้องใช้เวลา ความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านอื่น ๆ จึงจะสามารถทำโครงงานได้สำเร็จตามเป้าหมาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เพื่งแต่ขั้นตอนของการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เท่านั้น คือขั้นตอนการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นมา เพื่อจะได้ทำการเลือกหัวเรื่องโครงงานมาดำเนินการทำโครงงานต่อไป ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากที่สุด (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 10) ซึ่งตามหลักการแล้วตัวนักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่คิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงานด้วยตนเอง โดยครูหรือผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ คอยให้คำปรึกษา

แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ในการสอนนักเรียนให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น สิ่งทีครูควรปฏิบัติมีหลายประการ ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 15) ได้เสนอแนวปฏิบัติเป็นขั้นตอนไว้ ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. แนะนำให้นักเรียนรู้จักหลักการและวิธีการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. จัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับปัญหาหรือมองเห็นปัญหา
4. แนะนำทางแก่นักเรียนในการเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
5. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนดำเนินการโครงงานวิทยาศาสตร์
6. อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำโครงงาน

7. ติดตามการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกระยะ และให้คำแนะนำปรึกษา หรือช่วยเหลือเมื่อจำเป็น
8. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
9. ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงานของตนแก่ผู้อื่น ในโอกาสและรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
10. ประเมินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์

การประเมินผลโครงงานเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นอีกประการหนึ่งในการะบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ปกติครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินโครงงาน เพื่อเก็บคะแนนเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ตามปกติ ถ้าได้กำหนดให้การทำโครงงานเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ หรือประเมินโดยคณะกรรมการของโรงเรียนเพื่อคัดเลือกโครงงานไปแสดงในโอกาสอื่น ๆ ต่อไป ส่วนการประเมินผลโครงงานเพื่อตัดสินให้รางวัลในวันแสดงโครงงานส่วนใหญ่ประเมินโดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากบุคคลภายนอกที่ได้รับเชิญ การประเมินผลไม่ว่าจะเพื่อวัตถุประสงค์ใด จะมีหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ ที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดและแบบที่ใช้ประเมิน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 52 - 54) ได้เสนอแบบการประเมินผลโครงงานไว้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์

ชื่อผู้ทำโครงงาน

.....

ชั้น / ห้อง โรงเรียน

ชื่อโครงงาน

คะแนนที่ได้

ชื่อผู้ประเมินโครงงาน

ข้าพเจ้าขอมลัทธิยอมรับคะแนนที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมในตารางข้างล่างนี้

รายการพิจารณา	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้
1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1
2. การใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการทำ โครงงานหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ใน การประดิษฐ์	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1
3. การเขียนรายงาน การจัดแสดง โครงงานและการอธิบายปากเปล่า	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1
4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1

การที่นักเรียนสามารถทำโครงงานจนสำเร็จ และนำมาแสดงในงานได้แสดงว่า นักเรียนได้ใช้สติปัญญา กำลังความสามารถและได้เกิดการเรียนรู้แล้ว การประเมินผลโครงงานจึงไม่ควรมีค่าว่าต่ำ หรือใช้ไม่ได้ หรือไม่ผ่าน ทุกโครงงานที่นำมาแสดงถือว่าอย่างน้อยอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

แล้ว ดังนั้นการแปลความหมายของคะแนนที่ได้จึงอาจแปลได้ ดังนี้

36 - 40	ดียอดเยี่ยม	24 - 35	ดีเยี่ยม
12 - 23	ดี	4 - 11	พอใช้

เอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

หลักการสร้างแบบฝึก

บาร์เน็ต และคนอื่น (Barnet and Others. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อเสนอแนะการใช้ ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัดและแบบตอบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกที่ไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

บัทส์ (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในงานกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้นแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. ประเมินผลจะประเมินผลก่อนเรียนหรือหลังเรียน

เนลสันและลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครูซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียนหรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติม ใช้แบบฝึกฝนทักษะการทำโครงงานในการสร้างชุดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วยปัญหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยคำถาม การ

ที่มีปัญหาและคำถามจะช่วยให้นักครูเลือกกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของเด็ก ๆ ได้ คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวมไว้ในท้ายกิจกรรมแต่ละกิจกรรม คำถามเหล่านี้จะชักจูงเด็ก แนะนำเด็กและครูให้คิดวิพากษ์วิจารณ์ ให้มีการทดลองกว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นครูสามารถขยายกิจกรรมต่าง ๆ ให้ง่ายขึ้นหรือซับซ้อนยากขึ้น ย่อมน้อยอยู่กับระดับชั้นเรียน กลุ่มและความสนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดการเรียนรู้กิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์และ

คำแนะนำต่าง ๆ ในการศึกษาต่อไป

เดอวิตและครอกโกเวอร์ (Devito and Krockover, 1976 : 388) ได้จัดทำชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้กระบวน การทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่าน เกิดความคิดและเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาอีก ชุดการเรียนรู้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายช่วย ให้ครูมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ

รูปแบบในการสร้างชุดกิจกรรม ประกอบด้วย

1. ปัญหาเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ซึ่งเป็นการบรรยาย หรือกำหนดกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการให้สถานการณ์หรือการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามนั้นไม่มีคำตอบ

เด็กจะตอบอย่างไรก็ได้ คำตอบของเด็กอยู่ในรูปการตั้งสมมติฐาน

4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเพื่อแนะนำเด็กให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก
5. คำถามเพื่อให้เด็กเกิดความคิดและสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการ

ทางวิทยาศาสตร์

วรรณาท พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาเนื้อหาในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึก สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินททรัพย์ (2522 : 52 - 62) กล่าวว่า ต้องยึดตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของตอนโดต์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดีในทางตรงกันข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถ และความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมคือ ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป และความมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้คิดตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาประกอบด้วย คือ

1. ความใกล้ชิด (Contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน
2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ
3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผลการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย
4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีการประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ฮาร์เรส (Haress. n.d. : 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องเน้นใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนอง ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิดเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความรู้สึก
 2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
 3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
 4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก
 5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด
- ริเวอร์ (River. 1968 : 97 - 105) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมาพอสมควรในเรื่องนั้น ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป
2. แต่ละบทฝึกควรรู้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่ดี นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้ ใช้หลักจิตวิทยาสำนวนภาษาง่าย ๆ ให้ความหมายต่อชีวิต คิดได้เร็วและสนุก ปลูกความสนใจ อาจศึกษาได้ด้วยตนเอง

เช่นเดียวกับ นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

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

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ตตี (Petty. 1968 : 469 - 472) กล่าวไว้ว่า

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มากเพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากผู้สอน
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จ

ด้านจิตวิทยามากขึ้น

4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน โดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวน

ด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้นักเรียนทำแบบฝึกช่วยยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของนักเรียน ได้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้ทัน่วงที
8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้แล้วเรียบร้อยจะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลา ในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น
10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอน ลงทุนต่ำกว่าที่จะพิมพ์ในกระดาษทุกครั้งและผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

ในเรื่องนี้ บิลโล (Billow. 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

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

6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยา

ตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

จากหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมในแบบฝึก
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่จะทำแบบฝึกเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมในแบบฝึก .
3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกจากเอกสาร งานวิจัยและตำราต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวางโครงสร้างของแบบฝึก
5. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
6. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
7. สร้างแบบฝึก โดยยึดหลักการสร้างของ เดอวิตและครอกโกเวอร์ (Devito and Krockover)
8. นำแบบฝึกไปทดลองเพื่อหาข้อบกพร่อง
9. นำแบบฝึกมาปรับปรุง พร้อมทั้งนำไปปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ในแบบฝึกแต่ละชุดจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นสถานการณ์ให้ผู้สอนจัดหาหรือสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแนวในการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจเป็นข้อความและ/หรือรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียนและส่วนที่เป็นคำถามที่นำไปสู่การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด

วิธีดำเนินการฝึก

กำหนดให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกแต่ละชุด
2. ตอบคำถาม จากคำถามที่นำไปสู่การคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกแต่ละชุด

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้อธิบายและสรุปแนวความคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายรูปแบบด้วยกัน กล่าวคือ

ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่จะใช้ระยะเวลาคิดอันรวดเร็วหรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้นหรือความคิดสร้างสรรค์ก็คือ การหยั่งรู้ ซึ่งมีลำดับขั้นการคิดดังนี้คือ

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกถึงเครียดอันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหา แต่ยังคิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดฉับพลันขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูคำตอบที่ออกมาเป็นจริงหรือไม่

กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 389) ได้ศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทั่วไปในการทำงานของสมอง เป็นความคิดได้หลายทิศทาง เรียกว่า ความคิดแบบอบเนกนัย

(Divergent Thinking) ความสามารถที่ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิด ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว แคล่วคล่อง และมีการตอบสนองในปริมาณมาก
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดได้อย่างกว้างขวาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของสมองของมนุษย์ในการคิดสิ่งแปลกใหม่ และเป็นการตอบสนองที่ไม่ซ้ำกับคนอื่น
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิด และทำงานด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นมีด้วยกัน 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

/ ทอแรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูป กระบวนการของความรู้สึกรู้ว่าต้องปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สุดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลิตผลใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยกระบวนการคิด 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกรู้ว่าต้องปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing Guesses)
4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา (Communicating The Results)

/ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) พบว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical Thinking) ตรงที่ว่าความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของการตั้งประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำก็หมายถึงว่า เป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึงความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

/ แมคแคนเลส และอีวานส์ (Mc Candless and Evans. 1973 : 216 - 217) ได้เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต พฤติกรรมในแง่กระบวนการ คือความสามารถในการคิดขั้นขั้นสามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานและรายงานผล ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ยังได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการ คือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปการณ์อย่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญญา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความบ่อยในการคิด
3. ความสามารถในการสร้างสรรค์ สามารถจะพัฒนาขึ้นได้
4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษาควมมีการสนับสนุนและกระตุ้น

ให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน

5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์ คือ การมีความคิดได้หลายแง่หลายมุม
- สำหรับความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์จะครอบคลุมความคิดหลายแง่มุมหรือ

ความคิดอเนกนัย 7 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความสามารถในการประดิษฐ์
5. ความสามารถในการวางเค้าโครง

6. ความสามารถในการตั้งคำถาม

7. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (2524 : 10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นลักษณะของการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หรือความคิดหลายทิศทางที่จะนำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดและค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในการคิดค้นพบทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ซึ่งลักษณะของความคิดอเนกนัยประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำและแตกต่างไปจากคนอื่น ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทของความคิด ความคิดคล่องตัว คือปริมาณความคิดไม่ซ้ำกัน และความคิดละเอียดลออ คือความคิดในรายละเอียดที่ขยายความคิดริเริ่มให้สมบูรณ์

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 4) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุม ประสมประสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

/อารี รังสิมันท์ (2526 : 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัยอันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้มีมิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดค้นหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้ผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

ความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้ 3 ลักษณะ (อาร์/ รังสินท์. 2526 : 21) คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีขั้นตอน มีระบบและนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป
2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการและมีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ เป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจและไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก
3. ลักษณะทางผลผลิต หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของคนที่แสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำจนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและค่อยคิดได้เองจนถึงระดับคิดค้น พบทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์ต่าง ๆ

สมจิต สวณไพบุลย์ (2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระ โดยจะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งในใจขึ้น
2. เป็นจินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเองแม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม
4. เป็นผลงานที่ไม่มีผู้อื่นจัดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดออกแบบประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม
6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้
7. เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน และรายงานถึงผลผลิตความคิดใหม่ ๆ
8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ตามแนวความคิดของตน หรือเป็นการกระทำที่ดัดประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและเป็นการกระทำของการเลือกที่สร้างแบบแผนใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้น หมายถึงใหม่สำหรับตัวเองหรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้หลาย ๆ ลักษณะ เช่น

พิลทซ์ และซันด์ (สุริยา ล้ำเจียก. 2522 : 8 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทางของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหา รวมทั้งค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การตั้งปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลอง ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม

ฮันต์ จันทรทวี (2525 : 3 - 10) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม การตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเต็ม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐานและทักษะในการออกแบบและวางแผนการทดลอง

สมจิต สวชนไพฑูรย์ (2527 : 2) ได้กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเกิดจากความช่างสังเกต ความช่างประดิษฐ์คิดค้น และความคิดที่จะแก้ปัญหาในสถานการณ์และรูปแบบต่าง ๆ นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ความคิดในลักษณะนี้เป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทอแรนซ์ และไมเยอร์ (สมจิต สวชนไพฑูรย์. 2527 : 10 - 11 อ้างอิงมาจาก Torrance and Myers. 1972) ได้ระบุว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ และเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง (Fact - Finding) เป็นขั้นที่ค้นหาว่าข้อมูลใดบ้างที่จะเป็นสาเหตุของความรู้สึกลึกลับสับสน วุ่นวาย (Mass) ในสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา (Problem - Finding) เมื่อได้ข้อมูลจากข้อ 1 แล้วก็จะประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของปัญหาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การค้นหาแนวความคิด (Idea - Finding) เป็นขั้นที่จะต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาในรูปแบบของการใช้ความคิดหลายแง่หลายมุม แล้วประมวลแนวความคิดที่เห็นว่าเหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 4 การค้นหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา (Solution - Finding) เป็นขั้นดำเนินการแก้ปัญหาดตามแนวความคิดที่ประมวลเอาไว้ จนถึงขั้นที่ได้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 5 การค้นหาความยอมรับ (Acceptance - Finding) เป็นขั้นที่นำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายคลึงกัน เพื่อเป็นการยอมรับในวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบ และอาจจะก่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป

จากที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองที่จะทำให้เกิดการคิด แก้ปัญหาดต่าง ๆ ได้หลายแนวทาง และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อสังคม ซึ่งจะเป็นส่วนผลักดันให้โลกเจริญก้าวหน้าต่อไป

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในทุกคน สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน ซึ่งได้มีผู้เสนอแนวคิดในการพัฒนาไว้หลาย ๆ ลักษณะ เช่น

เดอร์ ซีโคโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาได้และได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. จัด ปัญหาให้นักเรียนแก้ ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ที่ครูเตรียมปัญหาไว้ให้แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าใด นักเรียนจะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง

3. ให้งานวัด เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 32) กล่าวว่าในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความเข้าใจในสภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง ควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันได้หลายประเภท และหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตน แตกต่างไปจากความคิดของผู้อื่น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิด เพื่อบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

5. ความไวในการคิด (Sensitivity) คือ ความสามารถในการมองเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

✓ สมจิต สมิตพันธ์ (2522 : 62) ได้กล่าวถึงเทคนิคของการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. เด็กจะต้องเป็นตัวของตัวเองอย่างสมบูรณ์ในการแก้ปัญหา
2. ครูต้องรู้ว่าอะไรคือ ความคิดสร้างสรรค์ สภาพที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์
3. ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อความคิดสร้างสรรค์
4. ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 62 - 63) ได้เสนอแนะว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนนั้น ควรจะผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหลักสูตร เพื่อให้มีความยืดหยุ่น
2. วางแผนการทดลองระยะยาวพร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ต่าง ๆ ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นค้นหากิจกรรมที่เหมาะสม
3. วิธีสอนควรเป็นแบบสืบเสาะ การทดลองเป็นแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาตลอดจนสร้างสถานการณ์การสอนแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน
4. เน้นความสนใจไปสู่กระบวนการ ให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าจะจดจำเนื้อหา
5. ให้คุณค่าในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากกว่าจะดูผลงานที่สำเร็จรูปแล้ว นั่นคือควรพิจารณาที่กระบวนการคิด

สมจิต สวณโพบูลย์ (2527 : 30 - 34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ *Principles of Science*

1. จัดสถานการณ์ยั่วยุ ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วยุเพื่อเป็นสื่อนำไปสู่การฝึกที่จะคิดแก้ปัญหา หรือก่อให้เกิดความสนใจที่จะเสาะหาความรู้ต่อไป ลักษณะของสถานการณ์ยั่วยุอาจประกอบด้วย ข้อความ คำถาม รูปภาพ อุปกรณ์ของจริง ฯลฯ การใช้สถานการณ์ยั่วยุนั้น อาจจะเริ่มจากการระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อเมื่อเห็นว่านักเรียนมีความคิดขั้นสูงขึ้นจึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้ต้องใช้เวลาแก่นักเรียนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการสอนที่ครูมีส่วนช่วยเหลืออย่างมากและการจัดสถานการณ์ยั่วยุตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนอาจจะจัดช่วงใด ช่วงหนึ่งหรือจะ

กำหนดไว้หลายตอนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนของครู โดยทั่วไปครูวิทยาศาสตร์จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูสามารถที่จะสอดแทรกหรือจัดสถานการณ์ย่อยทั้ง 3 ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ได้

2. การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง (Brain storming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ซึ่งการจัดกิจกรรมลักษณะนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด คิดได้มากในเวลาจำกัด และเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process)

3. จัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้ กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม หรืออาจจะกำหนดข้อความให้แล้ว นักเรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจจะกระทำได้โดยใช้ กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้จะเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถแห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญา และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล คือ

5.1 เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

5.2 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ความรู้ลึก เกิดความพึงพอใจ สนใจ ต้องการ ความรู้สึกชื่นชม ฯลฯ ต่อผลงานของตนเอง

5.3 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้าแสดงออก มีนิสัยช่างเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ ฯลฯ

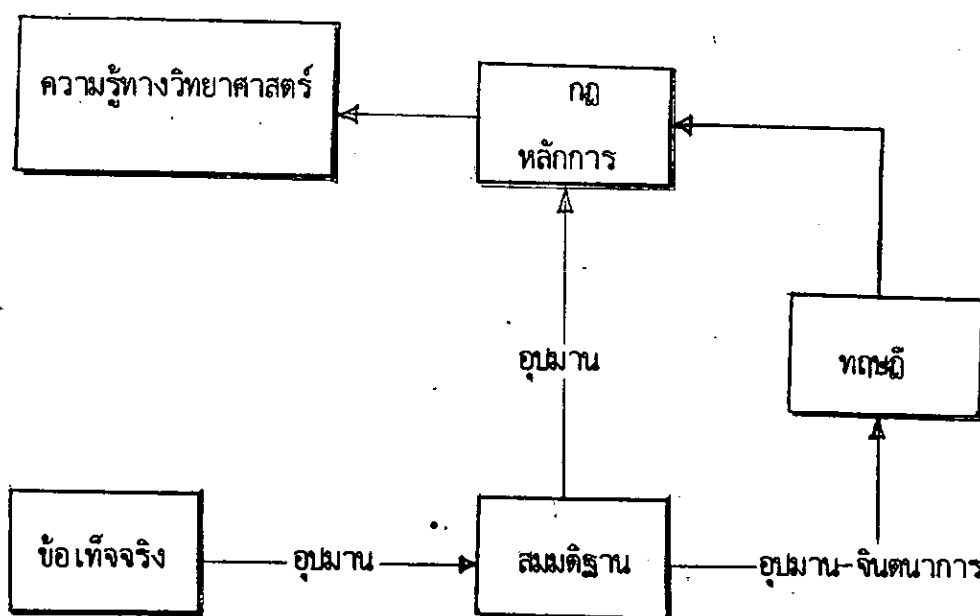
ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ดียิ่งจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ซึ่ง ประทุม ทองทุน (2522 : 19) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลองเพื่อแก้ปัญหา และควรจะเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชา

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร วิธีสอน ตัวครูตัวนักเรียน ตลอดจนบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ควรจะเน้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเสรีภาพที่จะคิดโดยไม่ถูกประเมินและที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตัวครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่น และยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ตลอดจนมีความเข้าใจในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 1 - 15) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 8 - 13) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวณใหญ่ลย์ (2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำ อย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ ธรรมชาติและจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นดังนี้ คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ ความอดทน ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สสว. ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 66 - 69) คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์เพื่อหารายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง
2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ
3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่ย่อยในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
 สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง
 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง
 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา
5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงอันดับ จัด

แยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.1 การลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่ละอย่างที่เกิดขึ้นได้โดยมีข้อมูลไม่เพียงพอ

7.2 การลงข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ อธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่ซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม คำตอบที่คิดหาล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นมักจะกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม และสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขังตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีอยู่

กล่าวได้ว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ของประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 21 - 31) ไปสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปรความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ

ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อ การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้านั้นผู้วิจัยได้จัดเป็นงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ ในส่วนที่เกี่ยวกับการศึกษาดังนี้

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 453) ได้ทำการศึกษาการเชิญชวนให้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Invitation to Inquiry) กับกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบธรรมดา (Simple Inquiry) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาไฮสคูลปีแรก ในรัฐอิลลินอยส์ จำนวน 46 คน ทั้งสองห้องใช้ครูคนเดียวกันแต่ละชั้นสอนวันละ 40 นาที 3 วัน และ 80 นาที 2 วัน ผลการศึกษาพบว่าการสอนวิธี Invitation to Inquiry และวิธี Simple Inquiry ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับชีววิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทำให้พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

โจนส์ และยังส์ (Jones and Youngs. 1970 : 41) ได้ทำการทดลองใช้อุปกรณ์การสอนในการพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดให้นักเรียนเกรด 6 จำนวน 6 คน ซึ่งมี I.Q. เป็นเยี่ยมของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสืบเสาะหาความรู้ในลำดับที่หนึ่ง จัดวัสดุพิเศษให้ 2 ครั้ง 1 ละ 40 นาที เป็นเวลา 6 เดือน ส่วนนักเรียนอีก 6 คน ซึ่งมี I.Q. พอ ๆ กับกลุ่มแรกให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ แล้วทดสอบทั้งสองกลุ่มเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้และวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างคำถามของนักเรียนและครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้สามารถถามคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลด้านอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ยังส์ (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Develop Program) ซึ่งสอนให้นักเรียนรู้จักเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขัดแย้งกัน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาคำอธิบายเหตุการณ์นี้ได้จัดผู้ทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยสอบก่อนและหลังเรียนพบว่ากลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนผลอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

สมศักดิ์ สุนทรีย (2515 : 82 - 84) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Active Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 สำหรับตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้กลุ่มตัวอย่าง 153 คน เป็นชาย 91 คน หญิง 62 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จินตนา พุทธิพันธ์ (2523 : 52 - 63) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สมบัติของสาร โดยใช้คำถามที่ต่างระดับกัน ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยครูใช้คำถามระดับต่ำ กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้คำถามตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และคำถามตามปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยงยุทธ สายคง (2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นิตยา กิจโร (2530 : 101) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามและกลุ่มควบคุมได้รับการสอน

ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทั้งสองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าแม้การสอนจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่ถ้ากิจกรรมและอุปกรณ์ต่างกัน อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และนี่แตกต่างกัน และจากการศึกษาจะพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นครูควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บิลล์ (Bills. 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน และหญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน และเป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูง กลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังสอนด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสำเร็จของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและนักเรียนหญิงมีสติปัญญาสูงขึ้น ทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พินิคส์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบคือ การสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน และการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และกลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม ไม่มีความแตกต่างในเรื่องภาษา ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ พบว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

✓ มาเรีย (Maria. 1981 : 624) ได้ประเมินประสิทธิภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 - 6 โดยศึกษาจากครูที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เกรด 5 - 6 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

✓ สมใจ อ่องสุวรรณ (2515 : 94 - 96) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้ถาม (Pessive Inquiry) นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และการสอนแบบเดิม ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 138 คน กลุ่มทดลองที่ 1 มีจำนวน 35 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 37 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถาม กลุ่มที่ 3 จำนวน 34 คน ได้รับการสอนที่ครูเป็นผู้ถามและกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน ได้รับการสอนปกติ ผลปรากฏว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

✓ พงษ์ชัย พัฒนผลใหญ่ (2515 : 62) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนในหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์สูง จะมีพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนในหมวดวิชาเดียวกันต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

✓ ลัดดา อุตสาหะ (2518 : 31 - 32) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 สำหรับในด้านความคิดริเริ่มมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

✓ สุปรียา ลำเจียก (2522 : 49 - 50) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย หญิงและทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 65 - 72) ได้เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการประเมิน และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึก โดยใช้แบบทดสอบของสุมาลี กาญจนชาติ พบว่า ภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินผลทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

พรพนา หิมารัตน์ (2527 : 53 - 54) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อนุกรมวิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อนุกรมวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริอร งามพิพัฒน์ (2527 : 52 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองกับแบบรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัชชัย เบียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนโดยการเรียนรู้ตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิตยา กิจโร (2530 : 101) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะ การตั้งคำถามและกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้พัฒนาขึ้นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งโดยส่วนรวมแล้วบุคคลที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงก็จะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีด้วย นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ ค้นหาคำตอบด้วยตนเองและการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากเอกสารและงานวิจัยจะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะให้พัฒนาสูงขึ้นได้ ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบส่วนสำคัญ โดยเฉพาะตัวนักเรียนต้องเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง ช่างซักช่างถาม ต้องมีการฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งวิธีฝึกคิดที่น่าจะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิธีหนึ่งก็คือ การฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยจะทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหว่าเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ซึ่งมี 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 250 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 มีนักเรียน 2 ห้องเรียน จำนวน 88 คน

การสุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สุ่มมาโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของตัวอย่าง (Sampling Unit) โดยการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากประชากร 7 ห้องเรียน ได้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างประมาณ 88 คน แล้วจัดเข้ากลุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการจับฉลาก

กลุ่มทดลองได้รับสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุมได้รับสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากหนังสือแบบเรียน วิทยาศาสตร์ เล่ม 2 (ว 102) ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่องโลกสีเขียว

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ใช้เวลาในการค้นคว้าทดลอง 24 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมเป็น 6 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว 2 แผน คือ
 - 1.1 แผนการสอนที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างและทดลองใช้เครื่องมือ

การสร้างแผนการสอน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียวสำหรับใช้สอนกลุ่มทดลองดำเนินการสร้าง ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู แบบเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องโลกสีเขียว
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอดจากเนื้อเรื่องโลกสีเขียว
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์
6. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
7. สร้างแผนการสอนโดยมีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย รายละเอียด ดังนี้
 - 7.1 ความคิดรวบยอด
 - 7.2 จุดประสงค์
 - 7.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 7.3.1 ขั้นตอนปกรายก่อนการทดลอง
 - 7.3.2 ขั้นตอนการทดลอง
 - 7.3.3 ขั้นตอนปกรายหลังการทดลอง
 - 7.4 สื่อการเรียนการสอน
 - 7.5 การประเมินผลการเรียนการสอน
8. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
9. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน ประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอบางขันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ที่ไม่ใช่งานกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง เกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนด ฯลฯ

10. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ส่วนแผนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเช่นเดียวกับแผนการสอนที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ จะต่างกันเพียงแต่กิจกรรมในขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งนักเรียนในกลุ่มที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะมีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์จากแบบฝึกที่กำหนดให้ และกลุ่มที่สอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์จะมีการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ตามหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว

การสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมในแบบฝึก
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่จะทำแบบฝึกเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมในแบบฝึก
3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกจากเอกสาร งานวิจัย และตำราต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวางโครงสร้างของแบบฝึก
5. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
6. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
7. สร้างแบบฝึก โดยยึดหลักการสร้างของ เดอวิตและครอกเกอร์ (Devito and Crockover)
8. นำแบบฝึกไปทดลองเพื่อหาข้อบกพร่อง
9. นำแบบฝึกมาปรับปรุง พร้อมทั้งนำไปปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสมาธิ
กาญจนชาติ (2525 : 65 - 72)

1. ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบที่ใช้นักเรียน
ตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1.1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้นัก
ประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

1.2 "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ที่ให้ ให้นักเลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้มาประกอบ
เป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

1.3 "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้นักวางแผนและออกแบบการทดลอง
เพื่อแก้ปัญหา

2. การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ
แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้านความ
คิดริเริ่ม

2.1 ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบ
ทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคะแนนนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2.2 ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธี
ที่จะแตกต่างกันแล้วให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

✓ 2.3 ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้คะแนน 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อ ได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดของนักเรียน หาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

3. คุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมาลิ กาญจนชาติ (2525 : 31 - 38) ได้วิเคราะห์แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ด้วยกันคือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

3.1 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มี 2 ตอนคือ

3.1.1 ใช้สูตรของฮอยท์ (Hoytt's) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.5599

3.1.2 ใช้สูตรของฮอยท์ (Hoytt's) หาค่าความเชื่อมั่นของโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.5688, 0.5589 และ 0.4917 ตามลำดับ

3.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค 25% แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้ t - test ผลปรากฏว่าข้อทดสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการคิดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

3.3 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบมี 2 ตอน คือ

3.3.1 หาค่าความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า (Face Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ท่าน ประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่ามีผู้ทรงคุณวุฒิ 16 ท่าน (คิดเป็นร้อยละ 60) เห็นว่าแบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปีได้

3.3.2 หาความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) โดยนำไปหาสหสัมพันธ์กับคะแนนทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พฤษชลธาร ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.4706 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

ในการนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ มาใช้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบชุดนี้ไปหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่ง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีช่วงกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 คน โรงเรียนพระจันทรานุรักษ์ แล้วนำมาตรวจหาคะแนนและใช้วิธีแบบชอยท์ (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 172) แล้วคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.6472

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกำหนดตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยแบ่งพฤติกรรมเป็น 4 ด้านคือ

- 2.1 ด้านความรู้ความจำ
- 2.2 ด้านความเข้าใจ
- 2.3 ด้านการนำไปใช้
- 2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ตามตารางวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไข

ปรับปรุง

5. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532

6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ดังต่อไปนี้

6.1 หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยการใช้การตัดกลุ่ม 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

6.2 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .08 เอาไว้และ คัดเลือกแบบทดสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ จากจำนวน 100 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 50 คน ตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทั้งฉบับโดยใช้สูตร Kr - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ลิ้น สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168) มีค่าความเชื่อมั่น 0.8786

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัย Nonrandomized Control - Group Pretest Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 121 - 122) ตามแผนผังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	$\sim X$	T_2

ความหมายของสัญลักษณ์ ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X แทน ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัว เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

$\sim X$ แทน ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัว เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

E , C แทน กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมตามลำดับ

T_1, T_2 ... แทน คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนทดลองและหลังการทดลอง

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความช่วยเหลือ
2. สุ่มนักเรียนมาจำนวน 2 ห้องเรียน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน โดย

วิธีจับฉลาก

3. สุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการจับฉลากดังกล่าวแล้วในการเลือกตัวอย่าง

4. ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกันในระยะเวลา กลุ่ม 24 คาบ ทำการสอน 6 สัปดาห์

5.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

5.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

6. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนในครั้งแรก

7. ตรวจสอบผลการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 :

59)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ.
2528 : 63)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

1.3.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของ Hoytt's ANOVA Procedure (ลัวัน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2528 : 172)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between People)

1.3.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

1.3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{kk} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{pq}{S^2_x} \right)$$

เมื่อ r_{kk} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1 - p$

S^2_x แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 และ 3 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test Independent ในรูป Different Score (Scot. 1962 : 264) ซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}, \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที
	n_1	แทน	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มควบคุม
	D_1	แทน	ผลต่างของคะแนนในกลุ่มทดลอง
	D_2	แทน	ผลต่างของคะแนนในกลุ่มควบคุม
	MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนในกลุ่มทดลอง
	MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนในกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1 - MD_2}$		แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที
S^2_D	แทน	ความแปรปรวนของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบ หลังการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้ตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	N	X_1	X_2	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	44	27.75	40.77	13.02	1.3201	2.1362*
กลุ่มควบคุม	44	20.39	30.59	10.20		

$$t (.05, 86) = 2.000 \quad * \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .05$$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์

ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้ตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ
แต่ละด้านคือด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้าน
ความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิด
หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงาน
วิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ แต่ละด้าน	กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	44	6.25	10.61	4.36	0.7755	0.2837
	กลุ่มควบคุม	44	3.98	8.07	4.11		
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	44	6.39	9.45	3.07	0.5661	1.4838
	กลุ่มควบคุม	44	5.95	8.18	2.23		
ความคล่องในการคิด ทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	44	15.11	20.23	5.11	0.2308	2.8026**
	กลุ่มควบคุม	44	10.91	14.34	3.43		

$t (.01, 86) = 2.660$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 4 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ
ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ
การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการ
ฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการ

สอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันเพียงด้านเดียว คือความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนอีกสองด้าน คือด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้ตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	44	16.56	31.56	15.00	0.6570	3.2876**
กลุ่มควบคุม	44	15.16	28.00	12.84		

$t (.01, 86) = 2.660$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระจันทรามหาบุรุษ อำเภอพระจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 88 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของตัวอย่าง (sampling unit) โดยการจับฉลาก 2 ห้องเรียนจากประชากร 7 ห้องเรียน ได้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วจัดเข้าเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการจับฉลากกลุ่มละ 44 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอน 2 แผน คือ

2.1.1 แผนการสอนที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

2.1.2 แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

2.2 แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 ทำการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

3.2.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

3.2.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

3.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนน ความแปรปรวนของคะแนน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 และ 3 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียว คือด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนอีกสองด้านคือความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาผลของการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังนี้

ตอนที่ 1

1. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยกลุ่มทดลองจะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอีกด้านหนึ่งคือด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองจะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อันเป็นสาเหตุทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันดังกล่าว

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก อาจเป็นเพราะว่าสถานการณ์ของแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ในบางชุดนั้นมีเนื้อหาหรือบทความที่ยาวเกินไป ทำให้นักเรียนต้องใช้เวลาในการศึกษามาก จึงไม่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ อีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าลักษณะสถานการณ์ของแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละชุดนั้นเป็นเพียงชุดเอกสารที่เป็นข้อความ และ/หรือรูปภาพเท่านั้น ไม่มีสื่อการเรียนชนิดอื่น ๆ เช่น สไลด์ เทป หรือแผ่นใส มาใช้ประกอบในแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดและการกระทำ จึงไม่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบบางด้านสูงขึ้น ประการสุดท้ายเป็นเพราะว่านักเรียนในกลุ่มทดลองอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีช่วงอายุเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11 - 13 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงพัฒนาการที่กำลังเปลี่ยนจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง (Transition Period) เป็นช่วงที่นักเรียนเพิ่งเข้ามาอยู่ในโรงเรียนได้ไม่นานนัก จะต้องมีการแข่งขันและปรับตัวให้เข้ากับสังคมใหม่ จึงทำให้นักเรียนเกิดความวิตกกังวลรู้สึกไม่มั่นคงปลอดภัย จึงทำให้กระบวนการคิดกลับสน จึงส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบบางด้านลดลง แต่ก็เป็นการลดลงชั่วคราวหลังจากนั้นแล้วความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบบางด้านดังกล่าวก็จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เพราะเมื่อพิจารณาผลต่างของคะแนนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะเห็นว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการพัฒนาสูงกว่ากลุ่มทดลอง กล่าวคือผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเป็น 4.3 และ 3.06 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมเป็น 4.14 และ 2.23 ตามลำดับ ความแตกต่างของคะแนนดังกล่าว จึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบทั้งสองด้านดังกล่าวของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษารังนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ยามาโมโต้ (ฮาริ รังสินท์. 2527 : 55 ; อ้างอิงมาจาก Yamamoto. 1960) ซึ่งได้ทำการศึกษาคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่าง ๆ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 และจากการศึกษาของสมาลี กาญจนชาติ (2527 : 47) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี จากเหตุผลดังกล่าวมาจึงเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยที่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

สำหรับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การให้นักเรียนกลุ่มทดลองได้ฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ทุกครั้งของการเรียนการสอนอย่างอิสระ ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการคิดมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม ที่คอยแต่จะคิดเฉพาะในขอบเขตของคำถามแบบฝึกหัดที่กำหนดไว้ในแบบเรียนเท่านั้น และในแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ในแต่ละชุดที่นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ฝึกคิดนั้นก็ได้มีการกำหนดขั้นตอนของสถานการณ์และปัญหาที่เป็นคำถามปลายเปิดไว้ในลักษณะเดียวกัน รวมทั้งมีคำอธิบายแนะนำที่เอื้อต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดมากกว่าในด้านอื่น ๆ จึงทำให้นักเรียนเข้าใจระบบการคิดเร็วขึ้น จึงทำให้การคิดคล่องตัวมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่แม้ว่าจะทราบระบบการคิดแต่ก็ต้องรอคอยตอบคำถามที่กำหนดไว้ในแบบฝึกหัด นักเรียนจะเป็นเพียงผู้เข้าร่วมกระบวนการเพื่อฝึกคิดเท่านั้น ต่างกับนักเรียนกลุ่มทดลองที่นอกจากจะร่วมกระบวนการคิดแล้วยังดำเนินการคิดด้วยตัวของตนเอง ซึ่ง ทอแรนซ์ (Torrance, 1964 : 56 - 58) กล่าวว่าหลักการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ว่าลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถในการคิดด้วยตัวของตนเอง จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยที่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกประการหนึ่ง นักเรียนในกลุ่มทดลอง

ได้มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีการตอบสนองอย่างเปิดเผยคือนอกจากจะได้คิดแล้วยังได้เขียนความคิดหรือแนวคิดของตนออกมาอย่างอิสระและปราศจากการประเมินอีกด้วย จึงทำให้นักเรียนคิดได้มากและทำให้ความคล่องในการที่จะคิดมากขึ้น ซึ่งต่างกับนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ความคิดของเขานั้นไม่ได้รับการตอบสนอง เนื่องจากการถามของคำถามที่กำหนดไว้ในแบบฝึกหัดนั้นไม่ทั่วถึง จากเหตุผลดังกล่าวมาจึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยา กิจวัร (2530 : 101 - 102) ที่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์โดยมีการฝึกการตั้งคำถามสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ตอนที่ 2

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก อาจจะเป็นเพราะว่าแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้นเป็นเอกสารที่เข้าประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดให้นักเรียนได้ร่วมกันทำในช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนการสอนคือขั้นอภิปรายผลหลังการทดลอง ซึ่งลักษณะของแบบฝึกนี้ได้จัดเนื้อหาของสถานการณ์ให้มีความสอดคล้องและเสริมเนื้อหาที่เรียนในหนังสือเรียนตลอดจนมีปัญหาคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้รู้จักใช้ความคิดของตนเอง ได้คิดอย่างอิสระ

จึงทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนขึ้น อีกทั้งแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้เป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ และลักษณะของแบบฝึกแต่ละชุดก็มีรูปแบบที่แตกต่างไปจากหนังสือเรียน จึงจูงใจให้นักเรียนสนใจที่จะศึกษาหาความรู้จากแบบฝึก จนทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนตลอดจนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้ จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้น ประการสุดท้ายแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นได้จัดเป็นรูปเล่มหรือเป็นชุดเพื่อให้นักเรียนสามารถเก็บไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อการทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะในช่วงของขั้นการอภิปรายผลหลังการทดลอง เพราะจากงานวิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจในการเรียน กระตือรือร้นที่จะฝึกฝนตนเองให้มีความสามารถในการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่จะคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้มีหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้คัดเลือกและดำเนินการทำเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ในขั้นต่อไป

1.2 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรให้ความสำคัญกับกิจกรรมการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาจจะให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้ในเวลาเรียนปกติหรือให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้นอกเวลาเรียนปกติก็ได้ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีเวลาคิดมากขึ้น เพราะจากการติดตามในเวลาต่อมา พบว่านักเรียนที่เคยผ่านการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

มาแล้ว สามารถเข้าใจวิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

1.3 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรมีการนำเอาการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน เพราะทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกคิดในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดในรูปแบบอนैनัย เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.4 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรให้ความสนใจต่อแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์อื่น ๆ แต่เกี่ยวข้องกันหลักวิชาการตามเนื้อหาที่ระบุไว้ในหลักสูตร เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิประจำวัน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาลักษณะการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาลักษณะการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์โดยให้ใช้รูปแบบที่ใช้ในการฝึกที่แตกต่างกันออกไป เช่น ใช้แผ่นใส ใช้สไลด์เทป วิดีโอ ชุดอุปกรณ์ที่นำไปสู่การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาจจะให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นในเวลาเรียนปกติหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

2.3 ควรมีการศึกษาลักษณะการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น ๆ หรือกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

2.4 ควรมีการศึกษาลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงาน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เนื้อหาในบทเรียนอื่น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ใบศรี อามารรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้"
ข่าวสาร สสวท. 9(4) : 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- จินตนา พุทธิรักษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของ
 น้ำ โดยใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ชุด
 เสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. 2525.
- ทัศนีย์ บุญเต็ม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 -
 33 มกราคม 2526.
- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้
 ด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ธีระชัย บุญโชติ. "การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์" คู่มือสำหรับครู. คณะครูศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มี
 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการชี้แจงฝึกเป็นรายบุคคลและ เป็นกลุ่ม
 ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขต
 บัณฑิตมหานาค. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- นิตยา เทธียะ. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.
- หน่วยงานนิเทศก์, กรมการฝึกหัดครู. รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับอุดมศึกษา. โรงพิมพ์จุฬินไทย, 2524.
- ประทุม ทองทุน. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนหลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 ภาควิชาตำราและเอกสารหน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- เพียว ทักษิณ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- พรวณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

พงษ์ชัย พัฒนาผลใหญ่. การคิดสร้างสรรค์และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.

ถ่ายเอกสาร.

มังกร ทองสุตติ. โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. หน่วยงานพิเศษ กรมการฝึกหัดครู, 2521.

โมหัมมัด อับดุลกาเดร์. จิตวิทยาและเทคนิคการศึกษานอกระบบโรงเรียน. โรงพิมพ์คุรุสัมพันธ์, 2517.

ยงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ลัดดา อุตสาหะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. ถ่ายเอกสาร.

เลขา ปิยะอัจฉริยะ. การสอนตามเอกัตภาพ วารสารครูศาสตร์. 2 : 19 - 29
กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2517.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. ศึกษาพร, 2528.

วรรณาด พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. ถ่ายเอกสาร.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
อัดสำเนา.

วิชัย วงษ์ใหญ่. เอกสารประกอบการเรียน "กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน"

ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยสำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.
ถ่ายเอกสาร.

ศิริพร ไข่มุกพัฒนา. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกกระตุ้นหลังสมองและแบบฝึกรายบุคคล. ปริณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. โรงพิมพ์คุรุสภา, 2524.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน เอกสารสำหรับครู : คู่มือการทำและการ จัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531.

_____. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 คุรุสภา, 2531.

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 คุรุสภา, 2531.

สุจิต เพียรชอบและสายใจ อินทนิมพรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

สมาลี กามจนชาตรี. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. ถ่ายเอกสาร.

สุปรียา ลำเจียก. การศึกษาคือความสัมพันธ์ภาพระหว่างสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. ถ่ายเอกสาร.

๔ สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. วัฒนาพานิช, 2517.

สุนทร ดิษฐลักษณ์. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ. ปริณวนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2527.

สมจิต สมิตถพันธ์. "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" ครู. 4(3) : 61 - 63 ธันวาคม 2522.

สมจิต สวชนไพบลีย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

สมใจ อ่องสุวรรณ. การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Active Inquiry) ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปริณวนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

สมศักดิ์ สุนทรสุข. การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Active Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในสัมฤทธิ์. ปริณวนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2515. อัดสำเนา.

ยันทน์ จันทร์กวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2 ปริณวนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

อารี รังสินนท์. ความคิดสร้างสรรค์. ธนะการพิมพ์, 2527.

_____. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

- Anderson, D. Ronald and others. Developing Children Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, Inc., 1970
- Barnett, J.A., Geoffrey Broughton and Thomas Greenwood. Teacher's Hand Book 2. Success with English the Penguin Course. Middleses, Penguin Book Company, 1969.
- Bills, Frank Lynn. "Developing Creative Though Inquiry," Seience Education. 60(3) : 417 - 421, July - September, 1976.
- Billow, F.L. "The Teacher Work Out His Own Exercises," The Techniques of Language Teaching London. Longman, Green and Company Ltd., 1962.
- Butts, David. The teaching of Science A Self Directed Planding Guide. New York, Harper & Row Publisher, 1974.
- Carin, A.A. and R.B. Sund Teaching Science Through Discovery. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1975.
- Coon, Arther M. Brainstorming : A Creative Problem Solving Technique, in Psychology Abstracts. 3 : 79 June, 1959.
- Dececco, John P, The Psychology of Learning and Instruction, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968.
- Devito, Alfred and Krockover, Gerald H. Creative Sciencing Ideas. Activitys for teacher and children Little, Brown and Company (Inc), 1976.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Educational Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952.
- / Guidford, J.P., Fundamental Statistics in Psychological and Education. McGraw-Hall Book Co., New York, 1950.
- Harless, Green. "Language Workbooks and Practice Materials" A Handbook of Programmed Learning. Indiana and Press no date P. 93 - 94.
- / Hutchinson, E.D. How to Think Creatively. New York Abingdon Press. 1949.
- Maria, Carl J. "An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediats Grace Student," Dissertation Abstracts International. 42(2) : 642-A August, 1981.
- Mocandless, Boyd R. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York, Holy, 1978.
- Meyer, James H. "The Influence of Invitation to Inauiry," American Bilolgy Teacher. 31(71) : 451 - 453, October 1969.

- Nellson, Leslie W. and Lorbeer, George C. Science Activities elementary Children. Iowa, W.C. Brown 1955.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts Internation. 39(8) : 4848-A, February, 1978.
- Petty, Green. "Language Workbook and Practices Materials," Developing Language Skills in the Elementary School. New York, Allyn and Bacon, 1968.
- Penick, John E. "Creative in Fifth - Grade Science Stucents, The Effect of two Paterns of Instructions," Journal of Research in Science Teaching. 13(4) : 307 - 314, 1976.
- River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. The University of Chicaco Press, 1968.
- Roger, G.P. "Towards a Theory of Creative," in Creativity. Harmonsworth, Penquin Books, Ltd., 5 : 146 - 149, 1970.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4 th.ed., New York, John Wiley and son, Inc., 1962.
- Sund, Robert B. and Trowbrige, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publishes by Charles .E. Marril Publishing Company, 1973.
- Torrance, E. paul. Education and the Creation Potential. Minneapolis, The University of Minnisota Press, Inc., 1946.
- Younge, Richard C. "The Nuturance of Independence and Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development, Final Report," Research in Educational. 5(2) : 53 Februaty, 1970.

การคำนวณ

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตารางแสดงคะแนนวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ข้อที่	1	2	3	P ₁	คนที่	ข้อที่	1	2	3	P ₁
1		20	4	7	31	26		17	12	4	33
2		15	7	9	31	27		15	9	9	33
3		14	9	4	27	28		14	8	15	37
4		18	4	2	24	29		13	5	7	25
5		9	2	0	11	30		10	3	8	21
6		6	1	2	9	31		6	5	4	15
7		10	5	3	18	32		7	7	9	23
8		8	7	5	20	33		12	6	6	21
9		15	10	4	29	34		14	9	6	29
10		6	2	4	12	35		14	7	11	32
11		10	8	9	27	36		8	3	4	15
12		12	7	5	24	37		10	8	7	25
13		9	4	2	15	38		9	2	4	15
14		7	5	1	13	39		13	9	7	29
15		14	9	7	30	40		16	10	1	27
16		17	13	8	38	41		7	2	5	14
17		8	2	0	10	42		16	13	9	38
18		17	4	5	26	43		6	2	10	18
19		16	8	7	31	44		10	5	0	15
20		10	4	11	25	45		4	3	3	10
21		13	6	5	21	46		13	4	6	23
22		12	5	7	24	47		17	9	2	28
23		8	2	1	11	48		14	11	7	32
24		6	1	2	9	49		8	5	9	22
25		13	8	5	26	50		14	8	1	23
						T.		580	302	269	1151

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้

สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure)

$$\begin{aligned}
 SS_t &= \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N X_{ij}^2 - \frac{T.^2}{K_n} \\
 &= (20)^2 + (15)^2 + (14)^2 + \dots + (1)^2 - \frac{(1151)^2}{3 \times 50} \\
 &= 2968.99
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_k &= \frac{\sum T.^2}{n_1} - \frac{T.^2}{K_n} \\
 &= \frac{(580)^2 + (302)^2 + (269)^2}{50} - \frac{(1151)^2}{3 \times 50} \\
 &= 1167.29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_p &= \frac{\sum P_1^2}{K} - \frac{T.^2}{K_n} \\
 &= \frac{(31)^2 + (31)^2 + (27)^2 + \dots + (23)^2}{3} - \frac{(1151)^2}{3 \times 50} \\
 &= 1056.33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_e &= SS_t - SS_k - SS_p \\
 &= 2968.99 - 1167.29 - 1056.33 = 745.33
 \end{aligned}$$

$$MS_P = \frac{SS_P}{df_P} = \frac{1056.33}{50 - 1} = \frac{1056.33}{49} = 21.556$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{745.33}{(50-1)(3-1)} = \frac{745.33}{98} = 7.605$$

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P} = 1 - \frac{7.605}{21.556} = 1 - 0.353$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.6472

ตารางแสดง ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว

ข้อที่	P	r	Δ	ข้อที่	P	r	Δ
1	.30	.41	15.0	26	.41	.58	13.9
2	.65	.32	11.4	27	.63	.28	11.6
3	.28	.35	15.4	28	.62	.38	11.8
4	.37	.52	14.3	29	.60	.72	12.0
5	.64	.68	11.6	30	.30	.41	15.0
6	.79	.21	9.8	31	.63	.52	11.7
7	.63	.52	11.7	32	.20	.42	16.4
8	.43	.28	13.7	33	.38	.38	14.2
9	.72	.35	10.6	34	.34	.47	14.6
10	.30	.41	15.0	35	.35	.21	14.5
11	.32	.24	14.9	36	.23	.48	16.0
12	.50	.42	13.0	37	.25	.25	15.6
13	.68	.63	11.2	38	.65	.32	11.4
14	.24	.29	15.8	39	.57	.29	12.3
15	.60	.56	11.9	40	.21	.21	16.2
16	.34	.47	14.6	41	.63	.68	11.6
17	.29	.32	15.2	42	.29	.58	15.2
18	.28	.35	15.4	43	.34	.47	14.6
19	.32	.63	14.8	44	.42	.44	13.8
20	.32	.63	14.8	45	.50	.57	13.0
21	.37	.68	14.4	46	.51	.55	12.9
22	.40	.72	14.0	47	.32	.63	14.8
23	.28	.35	15.4	48	.42	.44	13.8
24	.39	.40	14.1	49	.32	.38	14.9
25	.54	.35	12.6	50	.21	.21	16.2

ตารางแสดง ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องโลกสีเขียว

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.56	.44	.25	26	.18	.82	.15
2	.70	.30	.21	27	.42	.58	.37
3	.24	.76	.18	28	.64	.36	.23
4	.36	.64	.23	29	.34	.66	.22
5	.58	.42	.24	30	.68	.32	.22
6	.82	.18	.12	31	.34	.66	.22
7	.64	.36	.23	32	.44	.56	.25
8	.26	.74	.19	33	.28	.72	.20
9	.12	.88	.11	34	.04	.96	.04
10	.48	.52	.25	35	.40	.60	.24
11	.56	.44	.25	36	.36	.64	.23
12	.54	.46	.25	37	.32	.68	.22
13	.42	.58	.24	38	.22	.78	.17
14	.40	.60	.24	39	.24	.76	.18
15	.62	.38	.24	40	.30	.70	.21
16	.54	.46	.25	41	.34	.66	.22
17	.34	.66	.22	42	.48	.52	.25
18	.34	.66	.22	43	.14	.86	.12
19	.58	.42	.24	44	.60	.40	.24
20	.40	.60	.24	45	.40	.60	.24
21	.76	.24	.18	46	.74	.26	.19
22	.42	.58	.24	47	.52	.48	.25
23	.20	.80	.16	48	.58	.42	.24
24	.20	.80	.16	49	.32	.68	.22
25	.44	.56	.25	50	.46	.54	.25

ตารางแสดง คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	28	784	26	9	81
2	35	1225	27	21	441
3	12	144	28	32	1024
4	18	324	29	17	284
5	29	841	30	34	1156
6	41	1681	31	17	289
7	32	1024	32	22	484
8	13	169	33	14	196
9	6	36	34	2	4
10	24	576	35	20	400
11	28	784	36	18	324
12	27	729	37	16	256
13	21	441	38	11	121
14	20	400	39	12	144
15	31	961	40	15	225
16	27	729	41	17	289
17	17	289	42	24	576
18	17	289	43	7	49
19	29	841	44	30	900
20	20	400	45	20	400
21	38	1444	46	37	1369
22	21	441	47	26	676
23	10	100	48	29	841
24	10	100	49	16	256
25	22	484	50	23	529
			Σ	1056	26555

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง โลกสีเขียว โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ริชาร์ดสัน

(Kuder - Richardson)

$$pq = 10.76$$

$$\sum X = 1065$$

$$\sum X^2 = 26555$$

$$\text{จากสูตร } S^2_t = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N - 1)}$$

$$= \frac{(50 \times 26555) - (1065)^2}{50 \times 50}$$

$$= \frac{1327750 - 1134225}{2500}$$

$$= 77.41$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left[\frac{1 - \sum pq}{S^2_t} \right]$$

$$= \frac{50}{50 - 1} \left[\frac{1 - 10.76}{77.41} \right]$$

$$= 1.0204 \times 0.8610$$

$$= 0.8786$$

ภาคผนวก ข.

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง โลกสีเขียว

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ คະแนนจากแบบทดสอบ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอนกลุ่มทดลอง เรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 1 - 2

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 1)

ความคิดรวบยอด

พืชจะประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อพืช หน่วยดังกล่าวนี้เรียกว่าเซลล์ ซึ่งเซลล์มีอยู่ในทุกส่วนของพืช

เซลล์พืชโดยทั่วไปแล้วประกอบด้วยผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาสซึม นิวเคลียส และคลอโรพลาสต์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ และใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายความหมายของคำว่า "เซลล์พืช" ได้
3. สังเกต วาดรูปและบันทึกลักษณะของเซลล์พืชได้
4. บอกส่วนประกอบของเซลล์พืชได้
5. บอกส่วนประกอบของเซลล์พืชที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูอธิบายแนะนำและสาธิตการใช้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งให้นักเรียนดูส่วนประกอบ วิธีการใช้และข้อควรระวังในการใช้กล้องจุลทรรศน์จากเอกสารที่ครูแจกให้

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของพืชที่มีต่อมนุษย์และสัตว์

1.3 ครูอธิบายเกี่ยวกับเซลล์ พร้อมทั้งให้นักเรียนดูรูปภาพส่วนประกอบของเซลล์บนแผ่นชาร์ต

1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติกิจกรรม 4.1

1.5 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลองของนักเรียน

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 4.1 : ส่วนประกอบของเซลล์พืช

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้

ใหม่

3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารประกอบที่แจก

ให้นักเรียน

3.3 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

3.4 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิด

หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 1

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารแนะนำการใช้กล้องจุลทรรศน์
2. แผ่นชาร์ตแสดงรูปภาพส่วนประกอบของเซลล์
3. เอกสารแนะนำการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 1

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะนักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 3 - 4

ความคิดรวบยอด

คลอโรฟิลล์เป็นเม็ดสีเขียวที่อยู่ภายในไซโทพลาสซึมของเซลล์พืช ซึ่งเซลล์สัตว์จะไม่มีคลอโรฟิลล์ แสงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะได้ แป้ง ก๊าซออกซิเจนและน้ำ

ในการดำรงชีวิตของพืชนอกจากพืชต้องการน้ำ แสง และก๊าซบางชนิดแล้ว พืชยังต้องการแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ อีกด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกปัจจัยที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
2. บอกผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
3. สรุปเกี่ยวกับความสำคัญของแสงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
4. บอกส่วนของพืชที่สามารถใช้สังเคราะห์ด้วยแสงได้
5. บอกชื่อแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในด้านต่าง ๆ ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติกิจกรรม 4.2 และ 4.3

ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ตามลำดับ

1.3 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

2.1 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 4.2 : คลอโรฟิลล์กับการสร้างอาหารของพืช

2.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 4.3 : สิ่งจำเป็นอื่น ๆ ในการสร้างอาหารของพืช
 ดังนี้คือ ตอนที่ 1 แสงกับการสร้างอาหารของพืช ตอนที่ 2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับการสร้างอาหารของพืช

แผนการสอนกลุ่มทดลอง เรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 5 - 6

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 2 และ 3)

3. ขั้นตอนปรัยหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจากการปฏิบัติกิจกรรม 4.2 และ 4.3 ทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ตามลำดับ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 3.3 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 2
- 3.4 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 2
- 3.5 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 3
- 3.6 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 3

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 2
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 3

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 7 - 8

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 4)

ความคิดรวบยอด

บนเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากมายที่อยู่รอบ ๆ ปลายรากของพืช เรียกว่า หนราก ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุจากบริเวณรอบข้างเข้าสู่พืช

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนที่เป็นหนรากได้
2. อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของหนรากได้
3. เขียนรูปแสดงหนรากที่สังเกตได้จากแว่นขยายได้
4. สรุปถึงความสำคัญของหนรากที่มีต่อการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูอธิบายเกี่ยวกับวิธีการใช้แว่นขยาย
- 1.2 ครูอธิบายถึงลักษณะของต้นถั่วที่นักเรียนเพาะมา
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายถึงวิธีปฏิบัติกิจกรรม 4.4
- 1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.4 : หนรากมีลักษณะอย่างไร

3. ขั้นอธิบายหลังการทดลอง

- 3.1 ครูให้นักเรียนดูรูปภาพแสดงลักษณะของหนราก
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลอง เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.3 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 4

3.4 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 4 .

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. รูปภาพแสดงลักษณะของบนราก
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 4

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะนักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 9 - 10

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 5)

ความคิดรวบยอด

บนรากทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุจากบริเวณรอบข้างเข้าสู่ลำต้นพืช โดยวิธีการแพร่ผ่านผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า การแพร่ การออสโมซิสได้
2. ยกตัวอย่างการแพร่ที่พบในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนถึงความรู้เดิมจากกิจกรรม 4.4
- 1.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการแพร่
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีปฏิบัติกิจกรรม 4.5
- 1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.5 : การแพร่ของสาร

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.2 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี ชุดที่ 5

3.3 นักเรียนคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 5

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นชาร์ตแสดงการแพร่ของสาร
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 5

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สิ่งเกิดจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สิ่งเกิดจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สิ่งเกิดจากการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 11 - 12

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 6)

ความคิดรวบยอด

กลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุมีอยู่เฉพาะที่ และติดต่อกันเป็นท่อตั้งแต่ราก ลำต้น และใบ เรียกว่าท่อลำเลียงน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนของพืชที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุได้
2. อธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุในพืชได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้เดิมจากกิจกรรม 4.5
- 1.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร พร้อมทั้งให้นักเรียน

ดูรูปภาพบนแผ่นชาร์ตประกอบ

- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการปฏิบัติกิจกรรม 4.6
- 1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.6 : ส่วนของพืชที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้

3.2 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชุดที่ 6

3.3 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 6 .

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นชาร์ตแสดงลักษณะของท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 6

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง เรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 13 - 14

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 7)

ความคิดรวบยอด

การคายน้ำของพืชเป็นการขับน้ำส่วนเกินออกสู่ภายนอก นอกจากนั้นยังช่วยทำให้เกิดแรงดึงน้ำจากส่วนล่างขึ้นสู่ส่วนบนของพืชและช่วยลดอุณหภูมิในลำต้นอีกด้วย

อาหารที่พืชสร้างขึ้นมาสักส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงาน อีกส่วนจะถูกนำไปใช้สร้างส่วนต่าง ๆ ของพืชให้มีการเจริญเติบโต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนของพืชที่ทำหน้าที่คายน้ำได้
2. อธิบายกระบวนการคายน้ำของพืชได้
3. อธิบายความสำคัญของการคายน้ำของพืชได้
4. สรุปเกี่ยวกับกระบวนการลำเลียงอาหารในพืชได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง
 - 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายถึงความรู้เดิมจากกิจกรรม 4.1 - 4.6
 - 1.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช
 - 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายถึงวิธีปฏิบัติกิจกรรม 4.7
 - 1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง
2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.7 : การคายน้ำของพืช

3. ข้อเสนอแนะหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการลำเลียงอาหารในพืช
- 3.3 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 7

เทคโนโลยี ชุดที่ 7

3.4 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 7

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 7

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมการอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 15 - 16

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 8)

ความคิดรวบยอด

ภายในเมล็ดพืชประกอบด้วยต้นอ่อนและเฮนโดสเปิร์ม และต้นอ่อนยังประกอบด้วยใบเลี้ยงยอดแรกเกิดและรากแรกเกิด

รากและลำต้นเจริญมาจากต้นอ่อนซึ่งอยู่ระหว่างใบเลี้ยง รากเป็นส่วนแรกที่งอกพ้นเมล็ดออกมาก่อนและยอดเป็นส่วนหนึ่งที่ยงอกต่อมา

การเจริญเติบโตของพืชจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ในระยะแรก แล้วจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะต่อมาจนกระทั่งคงที่หรือเกือบคงที่ในที่สุด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบภายในเมล็ดได้
2. บอกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตได้
3. เขียนกราฟแสดงการเจริญเติบโตของพืชได้ และแปลความหมายได้
4. บอกเกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของพืชได้
5. สรุปการเปลี่ยนแปลงของราก ลำต้นและใบของพืช ขณะที่มีการเจริญเติบโตได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความรู้เดิมที่เรียนผ่านมา
 - 1.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช
 - 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการปฏิบัติกิจกรรม 4.8
 - 1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.8 : การเจริญเติบโตของต้นถั่ว

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.2 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 8

3.3 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 8

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 8

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง เรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 17 - 18

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 9)

ความคิดรวบยอด

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่การเพิ่มจำนวนเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ที่เกิดขึ้นมาใหม่เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าตำแหน่งใดของสาหร่ายไฟจัดเป็น 1 เซลล์
2. วาดรูปและแสดงลักษณะเซลล์สาหร่ายไฟได้
3. สรุปเกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ที่เกิดขึ้นมาใหม่เพื่อทำหน้าที่เฉพาะได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความรู้เดิมจากกิจกรรม 4.8
- 1.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับเซลล์สาหร่ายไฟ และเซลล์มะนาว พร้อมทั้งให้นักเรียน

ดูของจริงประกอบ

- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีปฏิบัติกิจกรรม 4.9
- 1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.9 : การเจริญเติบโตของสาหร่ายไฟ

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้

ใหม่

3.2 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 9

3.3 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 9

สื่อการเรียนการสอน

1. เซลล์สาหร่ายไฟ และเซลล์ของมะนาว (ของจริง)
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 9

การประเมินการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 19 - 20

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 10)

ความคิดรวบยอด

พืชเจริญเติบโตจนกระทั่งเต็มที่แล้วจะมีการสืบพันธุ์ การสืบพันธุ์ของพืชมีทั้งแบบอาศัยเพศ และแบบไม่อาศัยเพศ

ดอกพืชเป็นอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืช ดอกพืชบางชนิดทั้งเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมีย บางชนิดแต่เกสรตัวผู้หรือเกสรตัวเมียเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง ดอกพืชบางชนิดมีชั้นของกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ครบ 4 ชั้น และดอกพืชบางชนิดมีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ชั้น เกสรตัวผู้ประกอบด้วยก้านชูอับละอองเรณู อับละอองเรณูซึ่งภายในมีละอองเรณู เกสรตัวเมียประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมีย ก้านเกสรตัวเมียและรังไข่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกไม้ได้
2. วาดรูปแสดงตำแหน่งของละอองเรณู รังไข่และใวูลได้
3. สรุปเกี่ยวกับรูปร่างและส่วนประกอบของดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ได้
4. อธิบายความหมายของคำว่า ดอกครบส่วน ดอกไม่ครบส่วน ดอกสมบูรณ์เพศและ ดอกไม่สมบูรณ์เพศได้
5. จำแนกประเภทของดอกไม้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง
 - 1.1 ครูอธิบายเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับดอกพืชแต่ละชนิดที่นักเรียนเก็บหามา

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติกิจกรรม 4.10

1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. บันทึกผล

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม : ส่วนประกอบของดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

3. บันทึกผลหลังการทดลอง

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.2 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 10

3.3 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 10

สื่อการเรียนการสอน

1. ดอกไม้ชนิดต่าง ๆ
2. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 10

การประเมินการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 21 - 22

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 11)

ความคิดรวบยอด

ละอองเรณูของเกสรตัวผู้สามารถงอกในสารละลายน้ำตาลได้ การที่ละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย ซึ่งอาจเกิดขึ้นภายในดอกเดียวกันหรือระหว่างดอกของต้นเดียวกันหรือข้ามต้น เรียกว่า การถ่ายละอองเรณู

การสืบพันธุ์โดยอาศัยดอกของพืช เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ส่วนการสืบพันธุ์โดยใช้ส่วนอื่น ๆ ของพืชนอกเหนือจากดอก เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า การถ่ายละอองเรณู การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการบานตาของพืชได้
2. เตรียมสไลด์ละอองเรณูเพื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้
3. อธิบายลักษณะและวาดรูปภาพแสดงการงอกของละอองเรณูได้
4. สรุปเกี่ยวกับความสำคัญของสารละลายน้ำตาลต่อการงอกของละอองเรณูได้
5. เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบต่าง ๆ ของพืชได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความรู้เดิมของกิจกรรม 1.10
- 1.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับการงอกของละอองเรณู การบานตา การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติกิจกรรม 4.11

1.4 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการทดลอง

2. บันทึกผล

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม 4.11 : การงอกของละอองเรณู

3. บันทึกปรัยหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนดูสไลด์เรื่องการถ่ายละอองเรณู

3.2 นักเรียนดูวิดีโอเรื่องการสืบพันธุ์ของกล้วยไม้

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ครูอธิบายแนะนำแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชุดที่ 11

3.5 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึกคิด

หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 11

สื่อการเรียนการสอน

1. สไลด์เพื่การถ่ายละอองเรณู
2. วิดีโอเรื่องการสืบพันธุ์ของกล้วยไม้
3. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 11

การประเมินการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลองเรื่องโลกสีเขียว

คาบที่ 23 - 24

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 12)

ความคิดรวบยอด

ต้นไม้มีคุณค่าต่อมนุษย์ในทุกด้าน เราจึงช่วยกันอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรป่าไม้ไว้ให้ได้มากที่สุด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ปลุกต้นไม้ได้
2. อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคุณค่าและความสำคัญของต้นไม้
- 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงพันธุ์และวิธีการปลูกพืชที่กำหนด
- 1.3 ครูให้ข้อเสนอแนะข้อควรปฏิบัติในการปลูกพืช

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนลงมือปลูกพืช และจดบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเจริญเติบโตลงในทะเบียนปลูกพืช

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาหรืออุปสรรคในการปลูกพืช
- 3.2 นักเรียนดูสไลด์ เรื่องฉันรักต้นไม้
- 3.3 ครูอธิบายแนะนำเกี่ยวกับแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 12

- 3.4 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแบบฝึก

คิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 12

สื่อการเรียนการสอน

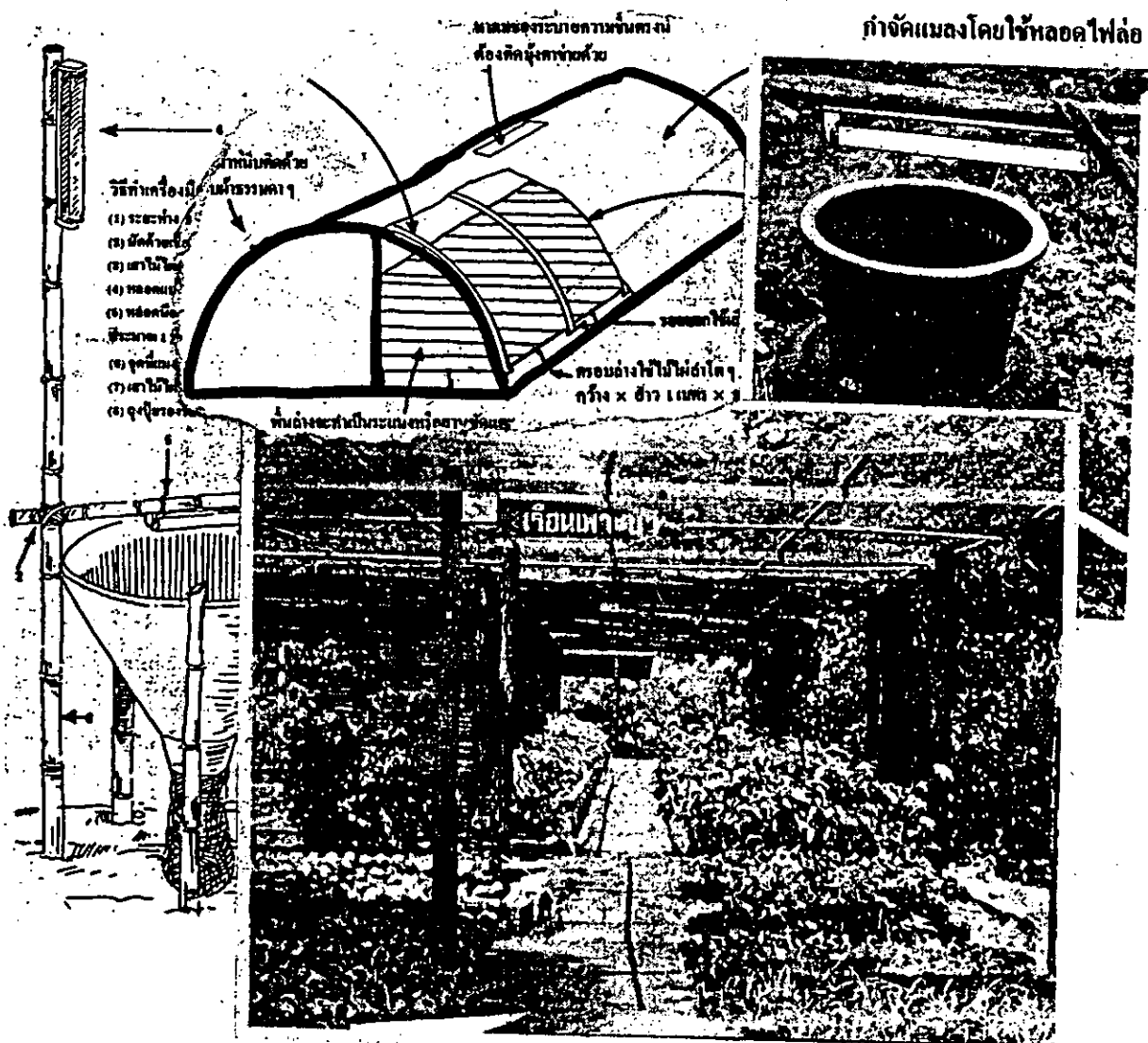
1. ต้นไม้
2. slide เรื่อง จันทรักต้นไม้
3. แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 12

การประเมินการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากการลงมือเตรียมปลูกต้นไม้ของนักเรียน
3. สังเกตจากต้นไม้ที่นักเรียนปลูกไว้เป็นระยะ ๆ ทุกสัปดาห์
4. สังเกตจากการทำแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ

นักเรียน

แบบฝึกคิดหัว เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



คำนำ

ในการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในปัจจุบัน ปัญหาที่สำคัญคือ การที่นักเรียนไม่สามารถคิดหัวเรื่องที่จะทำเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ คิดว่าโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเรื่องที่ยากและซับซ้อนเลยไม่สนใจที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์กัน ซึ่งเป็นผลทำให้ไม่มีโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ขึ้นในโรงเรียนของเรา ดังนั้น จึงได้จัดสร้างแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นมาเพื่อให้ประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หวังว่าอย่างยั้งว่า เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์จากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แล้วคงได้หัวเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นมาอย่างมากมาย ขอให้ความสำเร็จและสมหวังจงเป็นของนักเรียนทุกคน

ปรีชา กันตรง

ผู้จัดทำ

คำชี้แจง

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้จัดสร้างขึ้นมาจำนวน 12 ชุด แต่ละชุดจะ
ใช้ประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโลกสีเขียวที่ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนย่อย 12 ตอน
ใช้เวลาเรียนตอนละ 2 คาบ รวม 24 คาบ คาบละ 50 นาที นักเรียนจะใช้แบบฝึกในช่วง
สุดท้ายของกิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละตอน โดยใช้เวลาทำกิจกรรมในแบบฝึกประมาณ
15 - 20 นาที ให้นักเรียนทำกิจกรรมดังนี้ ตามลำดับดังนี้

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มละประมาณ 4 - 5 คน เพื่อช่วยกันทำกิจกรรมนี้

1.1 จัดแบ่งหน้าที่ของกลุ่มดังนี้

- ประธาน 1 คน
- เลขานุการ 1 คน
- นอกนั้นเป็นสมาชิกกลุ่ม

1.2 ช่วยกันระดมความคิดออกมาให้มากที่สุด นำโดยประธานให้ทุกคน สมาชิก
และเลขานุการ เลขานุการมีหน้าที่จดบันทึกความคิดของทุกคนไว้

1.3 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างอิสระ ทุกคนต้องให้เกียรติและยอมรับ
ความคิดของทุกคน

2. ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากเอกสารแนะนำการ
ทำโครงงานวิทยาศาสตร์

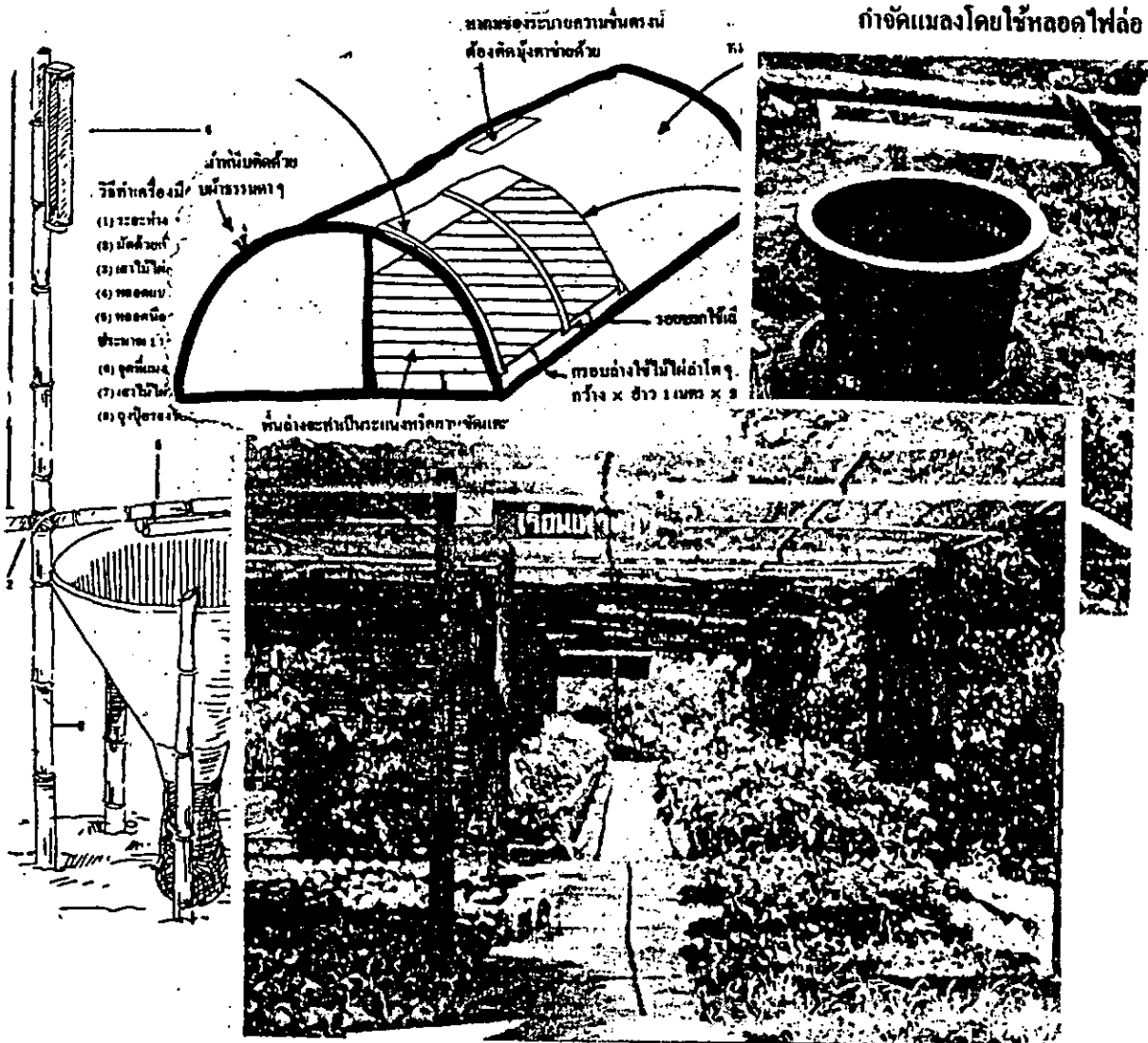
3. ศึกษาแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 - 12 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละ
ชุดมีกิจกรรมดังนี้

3.1 สถานการณ์

3.2 คำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดและเขียนแนวคิดของนักเรียนลงไป

เอกสารแนะนำ

ภาควิชาวิศวกรรมวิทยาศาสตร์



ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์ (Science Project) เป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่จัดให้นักเรียนทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ที่จะทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึงการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยอาศัย "วิธีการทางวิทยาศาสตร์" ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ และอาจใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ช่วยในการศึกษา

กิจกรรมหรืองานที่เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์อาจเป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติ การทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ การคิดค้นวิธีใหม่ ๆ การสร้างแบบจำลอง การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ ฯลฯ

จะเห็นแล้วว่า "การทำโครงงานวิทยาศาสตร์" นั้น ก็คือ การทำงานวิจัยเบื้องต้นนั่นเอง แล้วคุณละ พร้อมทั้งจะทำโครงงานหรือยัง



ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ฯ แบ่งได้ดังนี้ คือ

1. โครงการประเภทสำรวจ : เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ศึกษา ทั้งนี้ไม่มีการกำหนดตัวแปรอิสระ และไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมตัวแปร อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น

- เก็บรวบรวมข้อมูลที่มีในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ทันที โดยไม่ต้องนำวัสดุตัวอย่างมาศึกษาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- เก็บวัสดุมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- จำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการและทำการศึกษาสังเกตและรวบรวมข้อมูล

2. โครงการประเภททดลอง : เป็นกิจกรรมที่ศึกษาหาคำตอบของปัญหา โดยมีการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองเพื่อตอบปัญหาที่ต้องการทราบ

การทำโครงการประเภทนี้มีขั้นตอน ดังนี้คือ

- กำหนดปัญหาหรือชื่อหัวเรื่องที่จะศึกษา
- การตั้งสมมติฐาน
- การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลอง มีการจัดกระทำตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น แล้วทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม

- การแปลผลและสรุปผลการทดลอง

ตัวอย่าง ของโครงการประเภทนี้ เช่น

- การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนเพศผู้ในไก่ตัวเมีย
- การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด
- การใช้ผักตบชวาในการกำจัดน้ำเสีย
- การเจริญเติบโตของพืชในสนามแม่เหล็ก
- การศึกษาสารจากสมุนไพรเพื่อใช้กำจัดแมลง

- การศึกษาหาระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิตของดอกกุหลาบ

ฯลฯ

3. โครงการประเภทการประดิษฐ์ : เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่มีใครเคยมีมาก่อน หรือการปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิมก็ได้ นอกจากนั้นอาจเป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาในปัญหาหนึ่งก็ได้

ตัวอย่าง โครงการประเภทนี้ เช่น

- กลจักรพลังงานแสง
- รถพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า
- ยานขนส่งไร้แรงเสียดทาน
- เครื่องกันบมย
- กระโถนไฟฟ้าใช้พลังงานคลื่นน้ำ
- มือกล
- มือจับระบบไฮดรอลิก

ฯลฯ

4. โครงการประเภททฤษฎี : เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน การอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปแบบของคำอธิบาย สูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุนอ้างอิง การทำโครงการนี้ผู้ทำจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และต้องค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมากจึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้ เช่น กำเนิดของทวีปและมหาสมุทร ฯลฯ

วิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์

วิธีทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนสำคัญ คือ

1. การคิดหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผนในการทำโครงงาน
3. การลงมือทำโครงงาน
4. การเขียนรายงาน
5. การแสดงผลงาน

สำหรับขั้นตอนที่ 1 นั้นเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดและเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษาได้เป็นอย่างดี อาจทำได้ดังนี้

1. อ่านหนังสือต่าง ๆ เช่น ตำรา วารสาร เป็นต้น
2. เยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ เช่น วนอุทยานสวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงานวิจัย ห้องปฏิบัติการ สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์ เป็นต้น
3. ฟังบรรยายทางวิชาการ
4. ทำงานอดิเรกเป็นโครงงานขึ้นมา
5. ศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว
6. สนทนากับครูอาจารย์ เพื่อน ๆ หรือบุคคลอื่น ๆ
7. สังเกตปรากฏการณ์รอบ ๆ ตัว
8. เยี่ยมชมงานนิทรรศการต่าง ๆ
9. ศึกษาเอกสารอาจจะเป็นชุดการเรียนรู้หรือแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ซึ่งเมื่อนักเรียนผ่านขั้นตอนที่ 1 แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การวางแผนในการทำโครงงานฯ และขั้นอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งมีครูที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ศึกษาคอยช่วยเหลือแนะนำนักเรียนอยู่แล้ว

เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้ด้วยตัวของตนเอง ขอนักเรียนศึกษาแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 - 12 ตามลำดับต่อไป

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 1

สถานการณ์

กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่องดูรายละเอียดของสิ่งที่มีขนาดเล็ก ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ในปัจจุบันกล้องจุลทรรศน์ที่ประดิษฐ์ขึ้นให้มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ

1. กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา

กล้องจุลทรรศน์แบบนี้มีกำลังขยายสูงสุดประมาณ 1,000 เท่าของวัตถุที่ส่องดู ซึ่งมีใช้กันอยู่ 2 ชนิดคือ

1.1 กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา ชนิดที่ใช้กระจกเงาส่องแสงอาทิตย์ให้ส่องผ่านวัตถุที่วางบนแท่น ผ่านเข้ามายังเลนส์วัตถุและส่งผ่านมายังเลนส์ตา จึงทำให้เราสามารถมองเห็นภาพวัตถุขยายใหญ่ขึ้นมานั่นเอง กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้มิใช่ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาและหน่วยงานอื่น ๆ ทั่วไป

1.2 กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา ชนิดที่ใช้แสงจากหลอดไฟฟ้าส่องที่วัตถุที่วางบนแท่น ผ่านเข้ามายังเลนส์วัตถุและส่งผ่านมายังเลนส์ตา จึงทำให้เราสามารถมองเห็นภาพวัตถุขยายใหญ่ขึ้นมานั่นเอง กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้สามารถใช้ได้ทุกเวลาที่ต้องการไม่จำเป็นต้องรอแสงจากดวงอาทิตย์ มิใช่ในห้องปฏิบัติการตามโรงพยาบาล สถาบันการศึกษาระดับสูงและหน่วยงานอื่น ๆ

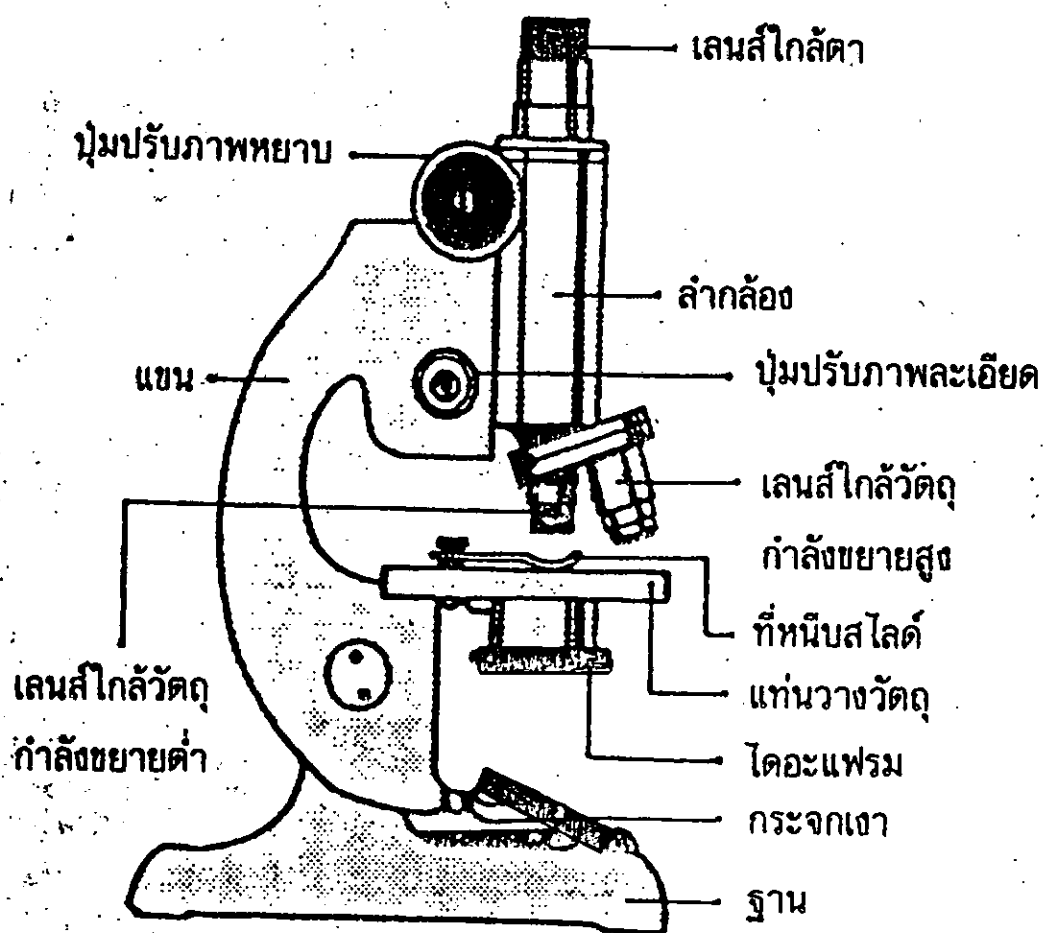
2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงมากในปัจจุบันคือประมาณ 500,000 เท่าของวัตถุที่ส่องดู มีราคาแพงมากจึงมิใช่เฉพาะห้องปฏิบัติการที่จำเป็นและสำคัญของหน่วยงานในระดับสูงของประเทศเท่านั้น

ฉะนั้น จะเห็นได้ว่ากล้องจุลทรรศน์นี้มีอยู่หลายแบบหลายชนิด หลายราคา แต่ละชนิดก็มีกำลังขยายแตกต่างกันไป ตลอดจนราคาและความสะดวกในการนำไปใช้ก็แตกต่างกัน แต่ก็นำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกันคือใช้ส่องดูรายละเอียดของสิ่งที่มีขนาดเล็ก ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้

ตัวอย่าง กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดานิดใช้กระจกเงาสะท้อนแสง

ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ ดังนี้คือ



ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

กำลังขยายของภาพ = กำลังขยายของเลนส์ตา X กำลังขยายของเลนส์วัตถุ

วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดานิดำใช้กระจกเงาส่องแสง

1. วางกล้องจุลทรรศน์ในที่มีแสงสว่างเพียงพอแล้วปรับกระจกใต้กล้องเพื่อรับแสงสว่างสะท้อนผ่านวัตถุเข้ามายังลำกล้องให้พอเหมาะ
2. วางสไลด์ที่เตรียมไว้บนแท่นวางสไลด์โดยจัดให้วัตถุที่จะดูอยู่ตรงตำแหน่งที่มีแสงจากใต้กล้องผ่านได้
3. หมุนเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดให้มาอยู่ตรงตำแหน่งวัตถุที่จะดู
4. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อเลื่อนเลนส์วัตถุให้ลงไปต่ำสุดก่อน แล้วจึงค่อย ๆ เลื่อนขึ้นเพื่อหาภาพขณะดูกล้องควรรีบบ้าง 2 บ้าง
5. เมื่อหาภาพได้แล้วจึงหมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์วัตถุ เพื่อขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยไม่ต้องเลื่อนสไลด์
6. หมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้ภาพชัดเจน

ข้อควรระวังในการใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้

1. การยกกล้องควรรีบบ้างหนึ่งจับที่แขนกล้อง และอีกมือหนึ่งรองที่ฐานกล้อง
2. สไลด์และกระจกปิดสไลด์ต้องไม่เปียก เพราะอาจทำให้แท่นวางเกิดสนิม
3. ขณะที่ตามองผ่านเลนส์ใกล้ตา เมื่อหมุนปุ่มปรับภาพหยาบต้องหมุนขึ้นเท่านั้น
4. การหาภาพต้องเริ่มต้นด้วยเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดก่อนเสมอ
5. เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูง ถ้าจะปรับภาพให้ชัดเจนให้หมุนเฉพาะปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น
6. ห้ามใช้มือแตะเลนส์ ให้ใช้กระดาษสำหรับเช็ดเลนส์เช็ดเท่านั้น
7. เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องเอาวัตถุที่ศึกษาออก เช็ดแท่นวางวัตถุและเช็ดเลนส์ให้สะอาด หมุนเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดให้มาอยู่ตรงกับลำกล้อง และเลื่อนลำกล้องลงต่ำสุด ปรับกระจกสะท้อนแสงให้อยู่ในแนวตั้งเพื่อไม่ให้ฝุ่นลง แล้วเก็บใส่ตู้ให้เรียบร้อย

สมมติว่านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ ประจำหน่วยงานทางสาธารณสุขแห่งหนึ่งมีความต้องการที่จะใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้ได้เพื่อศึกษารายละเอียดของสิ่งที่มีขนาดเล็ก ๆ ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตก็ได้ ตามสถานที่หรือแหล่งต่าง ๆ

นักเรียนจะใช้ชื่อหัวเรื่องที่จะศึกษาว่าอะไรบ้าง ให้ออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ถ้าเป็นเรื่องที่แปลก ๆ ใหม ๆ ยิงดี แต่ก็ขอให้มีความเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ตัวอย่าง

ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ "การใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจหาสิ่งมีชีวิตและสิ่งเจือปนในแหล่งน้ำ
ที่นำมาใช้ในการทำน้ำประปาของอำเภอยะนิงคคาม จังหวัดปราจีนบุรี"

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 2

สถานการณ์

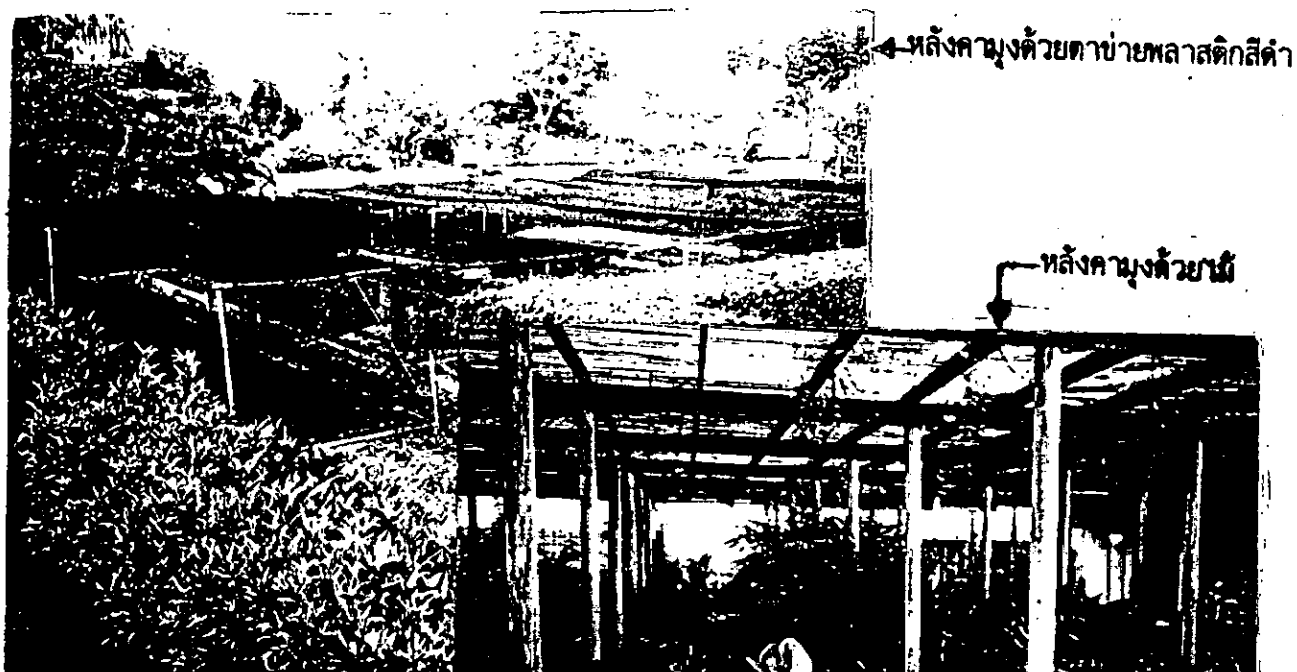
แสงมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมากมาย โดยเฉพาะพืชนั้นจะสามารถสังเคราะห์แสงหรือสร้างอาหารได้นั้นก็ต้องอาศัยแสงซึ่งเป็นปัจจัยที่จำเป็นและสำคัญ พืชแต่ละชนิดนั้นก็ต้องการปริมาณความเข้มของแสงแตกต่างกันไป มากบ้าง ปานกลาง และน้อยบ้าง

เด็กชายแก่นวิทย์ ได้เคยไปเที่ยวพักผ่อนตามสวนสาธารณะและแหล่งเพาะพันธุ์พืชมาหลายแห่ง เขาสังเกตพบว่าการปลูกหรือเพาะพันธุ์พืชต่าง ๆ นั้น จะมีการสร้างโรงเรือนเพื่อใช้ปลูกและเพาะพันธุ์พืชบางชนิด และหลังคาของโรงเรือนด้านบนและด้านข้าง ๆ ที่มุ่งเพื่อให้แสงแดดส่องผ่านไปยังพืชที่ปลูกนั้นจะทำด้วย

1. วัสดุที่แตกต่างกัน เช่น มุงด้วยแผ่นพลาสติกแข็งใสหรือโปร่งแสง มุงด้วยแผ่นพลาสติกบาง ๆ และใส มุงด้วยตาข่ายพลาสติก มุงด้วยทางมะพร้าว มุงด้วยไม้ และมุงด้วยวัสดุอื่น ๆ อีก

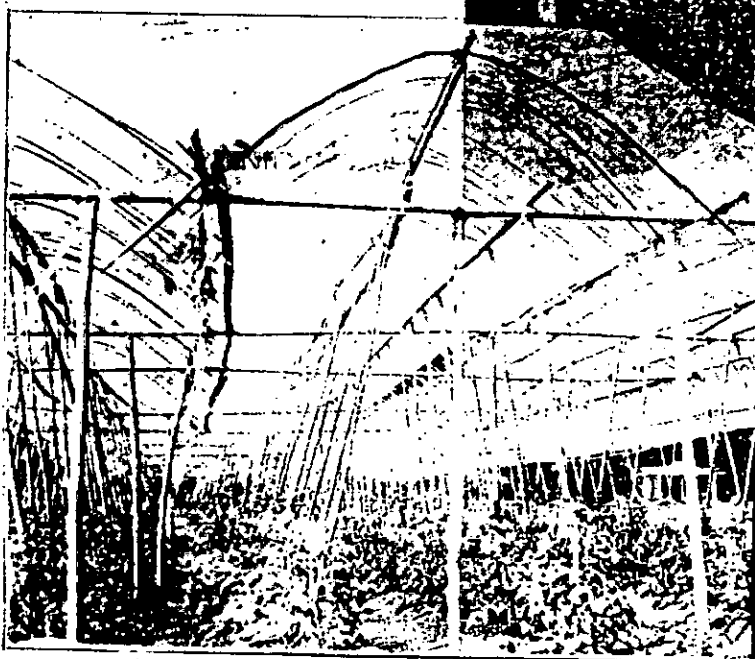
2. วัสดุชนิดเดียวกันแต่สีต่างกัน เช่น มุงด้วยตาข่ายพลาสติกสีดำบ้าง มุงด้วยตาข่ายพลาสติกสีน้ำเงินบ้าง มุงด้วยตาข่ายพลาสติกสีเขียวบ้าง และมุงด้วยตาข่ายพลาสติกสีอื่น ๆ เป็นต้น

เขายังสังเกตพบอีกว่า พืชแต่ละชนิดที่อยู่ภายใต้หลังคาที่มุงด้วยวัสดุต่างชนิดและต่างสีกัน จะมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ประกอบกับทางโรงเรียนที่แก่นวิทย์ เรียนอยู่ได้จัดให้มีการปลูกผักกางมุ้ง (ผักโรงเรือน) เพื่อจะได้ผลิตผลผักที่ปลอดสารพิษหรือยาฆ่าแมลงไว้จำหน่ายและบริโภค เขาจึงมีความสงสัยว่าวัสดุต่างชนิดกัน และวัสดุชนิดเดียวกันแต่ต่างสีกัน ที่นำมามุงหลังคาโรงเรือนนี้ น่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน



← หลังคามุงด้วยตาข่ายพลาสติกสีดำ

หลังคามุงด้วยหญ้า



หลังคามุงด้วยตาข่ายพลาสติกใส

หลังคามุงด้วยพลาสติกใสและ
ด้านข้างเป็นตาข่ายพลาสติกสีเงิน

ถ้าหากนักเรียนเป็นเด็กชายแก่นวิทย์ มีความต้องการที่จะศึกษาว่าสีหรือชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ทำ
หลังคาโรงเรียนเพื่อใช้ปลูกพืชและเพาะพันธุ์พืชแบบใดที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิด
ต่าง ๆ ได้ดีที่สุด เพื่อเป็นการตอบข้อสงสัยของเด็กชายแก่นวิทย์อีกด้วย ให้นักเรียนคิดชื่อหัวเรื่อง
ที่จะศึกษามาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ถ้าเป็นหัวเรื่องที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ จะดีมาก

ตัวอย่าง

ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ "การศึกษาถึงชนิดของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำหลังคาโรงเรียนที่มีผลต่อ
การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์กะทอนพันธุ์ทับทิมและพันธุ์อื่น ๆ"

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

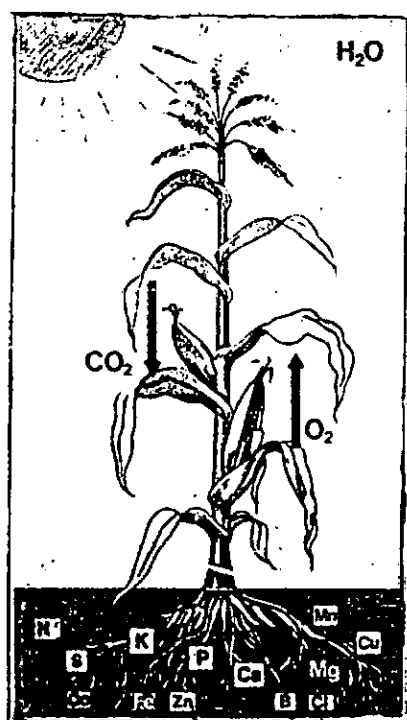
ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 3

สถานการณ์

ในการดำรงชีวิตของพืชนั้นนอกจากพืชจะต้องการแสงแดดแล้ว พืชยังต้องการแร่ธาตุหรือธาตุอาหาร หรือที่เราเรียกกันว่าปุ๋ยนั่นเอง พืชสามารถรับแร่ธาตุหรือธาตุอาหารจากสิ่งแวดล้อมได้ 3 ทางด้วยกัน คือ



1. ทางอากาศ ในอากาศโดยทั่วไปจะมี ธาตุไนโตรเจน (N) อยู่มาก พืชบางตระกูล เช่น พืชตระกูลถั่วสามารถดูดเอาไนโตรเจนในอากาศมาใช้ได้ ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งมีธาตุองค์ประกอบคือ ธาตุคาร์บอน (C) และธาตุออกซิเจน (O) พืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นต้น

2. ทางน้ำ พืชต้องการน้ำ (H_2O) ปริมาณมากที่สุดของบรรดาธาตุอาหารอื่น ๆ น้ำ (H_2O) มีธาตุองค์ประกอบคือธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O)

3. ทางดิน ในดินนี้มี ธาตุอาหารที่พืชต้องการมากกว่าที่มีอยู่ในน้ำและในอากาศ ธาตุที่พืชต้องการมีประมาณ 16 ชนิดนั้น ส่วนมากจะมีอยู่ในดินเกือบทั้งหมด แต่ในสภาพดินที่แตกต่างกัน

กัน จะมีธาตุอาหารของพืชไม่เหมือนกัน เช่นในสภาพดินบางแห่งอาจจะมีธาตุอาหารบางชนิดไม่เพียงพอต่อพืช เป็นต้น

ธาตุอาหารที่สำคัญและพืชต้องการในปริมาณค่อนข้างมากรองจากน้ำ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) ธาตุโพแทสเซียม (K) ธาตุแคลเซียม (Ca) ธาตุแมกนีเซียม (Mg) และ ธาตุกำมะถัน (S)

ธาตุอาหารที่พืชต้องการเพียงเล็กน้อยซึ่งโดยทั่วไปมีในดินอยู่แล้ว ได้แก่ ธาตุเหล็ก (Fe) ธาตุสังกะสี (Zn) ธาตุทองแดง (Cu) ธาตุโบรอน (B) ธาตุแมงกานีส (Mn) ธาตุโมลิบดีนัม (Mo) และธาตุคลอรีน (Cl)

ความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดหรือแต่ละตระกูลนั้นก็แตกต่างกันไป เช่น ผักกินใบต้องการธาตุไนโตรเจนมาก ขณะที่พืชตระกูลถั่วต้องการธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียมมาก และพืชตระกูลอื่นหรือชนิดอื่นที่ต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วนั้น คล้ายกันหรือแตกต่างกันไปบ้าง ในการให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารแก่พืชนั้นเราควรพิจารณาเสียก่อนว่า พืชที่ปลูกหรือปลูกแล้วนั้น ต้องการธาตุอาหารชนิดใด ขนาดความเข้มข้นเท่าใดและในปริมาณมากน้อยเพียงใด (ซึ่งธาตุอาหารต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็นตัวทำละลายแล้วพืชจึงดูดเข้าไปในลำต้นของพืชต่อไป)

ฉะนั้น เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่าในการปลูกพืชตระกูลหรือชนิดต่าง ๆ ลงในดินนั้น ดินเป็นฐานให้พืชใช้เป็นที่ยึดเกาะ เป็นแหล่งให้น้ำให้ธาตุอาหารและอากาศแก่พืช ถ้าหากว่าต่อไปในอนาคตพื้นที่หรือที่ดินสำหรับใช้ทำการเกษตรกรรมของประเทศไทยมีเหลือน้อยมาก หรือมีเหลืออยู่บ้างแต่พื้นที่หรือที่ดินเหล่านั้นอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถจะปลูกพืชให้เจริญงอกงามได้

ดังนั้น เพื่อให้มีพืชหรือผักชนิดต่าง ๆ ไว้ใช้บริโภคของประชากรภายในประเทศอย่างเพียงพอ หรืออาจจัดส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ถ้าหากนักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่มึนหน้าที่เกี่ยวกับการส่งเสริมการปลูกพืชหรือผัก นักเรียนจะให้ข้อหัวเรื่องที่จะศึกษาว่าจะใช้ธาตุอาหารชนิดใดบ้าง มีความเข้มข้นเท่าใดและในปริมาณมากน้อยเพียงใดแก่พืชหรือผักชนิดต่าง ๆ จึงจะทำให้พืชหรือผักชนิดต่าง ๆ เหล่านั้นเจริญเติบโตงอกงามดีที่สุดในขณะที่ในการปลูกพืชของนักเรียนนั้นจำเป็นต้องปลูกลงในดิน นักเรียนอาจจะปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์คือปลูกลงในสารละลายแร่ธาตุที่พืชต้องการภายในท่อพลาสติกหรือวัสดุอื่น ๆ ก็ได้ สำหรับที่ยึดเกาะของพืชนั้นอาจใช้วัสดุอื่นแทนดินก็ได้

ตัวอย่าง ข้อหัวเรื่องที่ 1 คือ "การเตรียมสารละลายแร่ธาตุหรือธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญ

เติบโตของผักคะน้า ผักกาดขาวห่อ"

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

จากหัวเรื่องที่นักเรียนคิดขึ้นมาทั้งหมดนั้น ให้ทำการคัดเลือกมาเพียง 1 หัวเรื่อง เพื่อทำการออกแบบการสำรวจหรือการทดลองต่อไป

ชื่อหัวเรื่องที่คัดเลือกมาคือ หัวเรื่องที่

ชื่อหัวเรื่องคือ

วิธีดำเนินการสำรวจหรือการทดลอง คือ

.....

.....

Country	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Japan	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
Germany	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
France	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
Italy	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0
Spain	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0
Sweden	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
United Kingdom	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0
United States	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0
Canada	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0
Poland	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0
China	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
India	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0
Brazil	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0
South Africa	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0
South Korea	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0
Indonesia	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0
Philippines	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5			

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

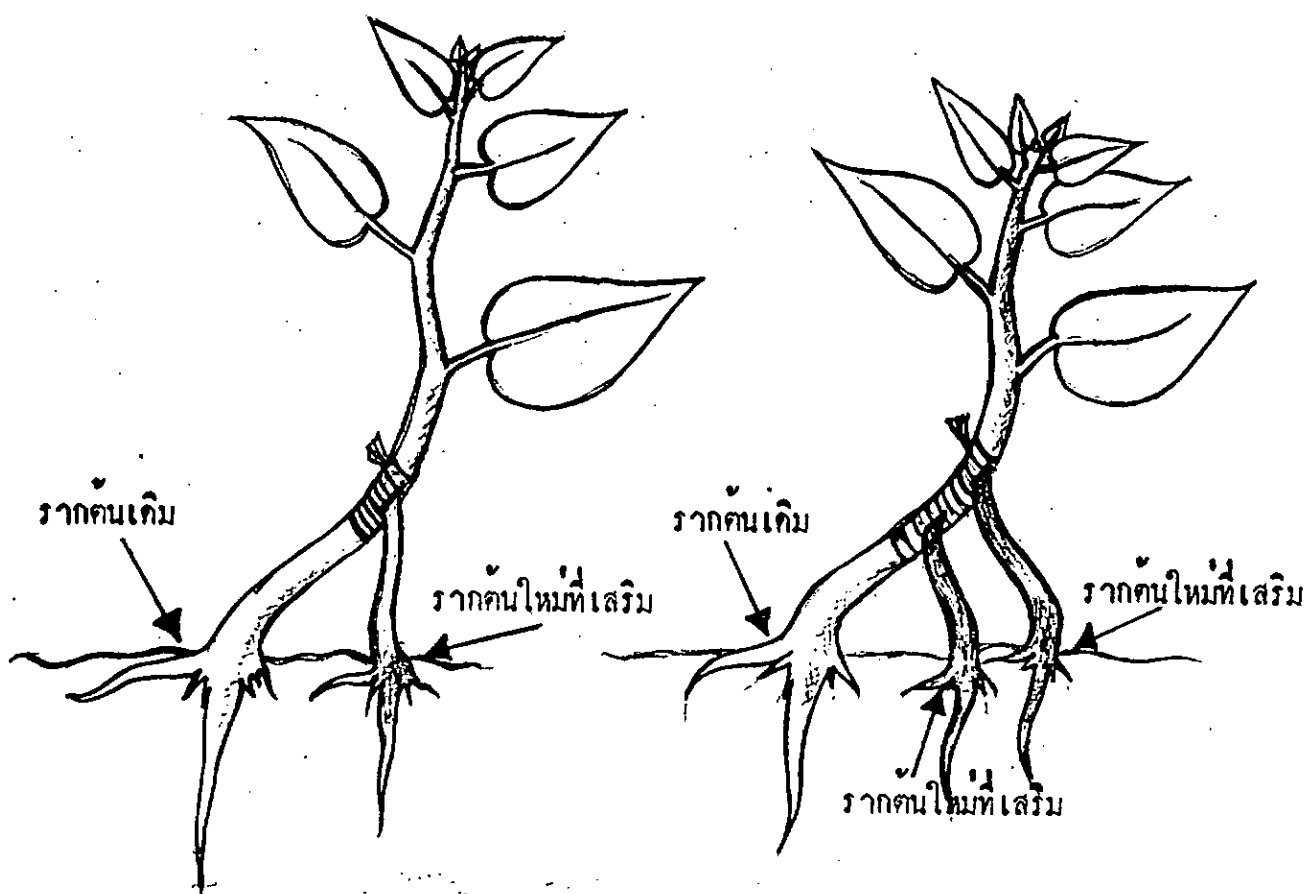
.....

.....

แบบฝึกคิดหัว เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 4

สถานการณ์

ขนรากของพืชทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ เพื่อใช้ในกระบวนการเจริญเติบโต ปกติพืชใบเลี้ยงคู่จะมีรากแก้วและมีขนรากแตกออกมาครอบรากแก้ว พืชที่เราปลูกกันโดยทั่วไปนั้นบางชนิดเราสามารถทำการเสริมรากต้นเดิมให้เพิ่มขึ้นได้โดยอาศัยหลักการของการทาบกิ่ง ดังแผนภาพ



การเสริมรากแก่พืชบางชนิดนั้นสามารถเสริมได้มากกว่า 1 รากก็ได้ รากที่เสริมขึ้นใหม่นี้ก็จะช่วยทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุเพิ่มขึ้นจากรากต้นเดิมด้วย ฉะนั้นถ้ามีการเสริมรากแก่พืชบางชนิดนั้นจึงน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในส่วนต่าง ๆ เช่น ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล

ถ้าหากนักเรียนมีหน้าที่เกี่ยวกับเรื่องนี้ มีความต้องการที่จะศึกษาเกี่ยวกับการเสริมรากของพืชบางชนิดว่าจะมีผลทำให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชเจริญเติบโตได้หรือไม่อย่างไร ให้นักเรียนช่วยกันคิดหัวเรื่องที่จะทำการศึกษามาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ "การเพิ่มขนาดของผลัทกทองโดยการเสริมราก"

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 5

สถานการณ์

การแพร่คือ การกระจายอนุภาคของสารจากที่ที่มีความเข้มข้นของอนุภาคของสารมาก ไปสู่ที่ที่มีความเข้มข้นของอนุภาคของสารน้อย เช่น การแพร่ของโปรตีนเซียมเปอร์มังกาเนต (ด่างทับทิม) เป็นต้น

การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรพอนิกส์ (Hydroponics) คือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นการ ปลูกพืชในถังหรือท่อซึ่งภายในมีสารละลายแร่ธาตุที่พืชต้องการอยู่ ซึ่งพืชบางชนิดอาจใช้ทรายหรือ กรวดเป็นฐานให้พืชชนิดนั้นยึดเกาะด้วย สำหรับสารละลายแร่ธาตุที่พืชต้องการนั้นก็ต้องมีการเตรียม สารละลายแร่ธาตุ (ธาตุอาหารของพืชหรือปุ๋ย) ที่พืชต้องการโดยใช้หลักการของการแพร่ นั่นเอง



พืชที่ปลูกในท่อ

ท่อพลาสติก

ภาพรูปแบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ในท่อพลาสติกซึ่งมีสารละลายแร่ธาตุ

การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินนั้น อาจจะใช้กรวด ทราย แกลบหรือวัสดุอื่น ๆ เป็นฐานให้พืชที่ปลูกนั้นยึดเกาะ โดยปลูกลงในภาชนะที่ใช้ปลูกที่มีรูปแบบแตกต่างกันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างการปลูกผักบุ้งจีนแบบไม่ใช้ดิน

การปลูกผักบุ้งจีนวิธีนี้เป็นแบบไม่จ่อดินหรือแปลงปลูกขนาดใหญ่ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของภาควิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นไฮเทคบ้านเรานี้แหละ

วิธีการปลูกผักบุ้งจีนแบบนี้มีขั้นตอนง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากมากนักและเป็นแบบไม่ใช้ดิน เพียงแต่มีวัสดุปลูกที่มาจากทรายผสมแกลบในอัตราส่วน 1 : 1 สำหรับภาชนะที่ใส่หรือถาดปลูกนั้นอาจจะใช้กระเบื้องไม้ กระเบื้องพลาสติก หรือจะปลูกในถุงพลาสติกทั่วไปก็ย่อมได้

แต่เงื่อนไขสำคัญมีอยู่ว่า น้ำที่ใช้รดต้นผักบุ้งต้องเป็น "น้ำปุ๋ย" หรือที่เรียกกันตามหมู่คนทั่วไปว่า สารละลายสูตร "มก. 1301"

วิธีการปลูก

ให้เตรียมกล่องสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 4 X 6 นิ้ว ใส่วัสดุปลูกลงในประมาณครึ่งกล่อง แล้วรดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งที่แช่น้ำไว้แล้ว 1 คืนมาเพาะเพื่อให้เป็นต้นกล้า

เมื่อต้นกล้าผักบุ้งจีนมีอายุได้ 3 - 5 วัน ก็สามารถย้ายลงปลูกในภาชนะที่ได้เตรียมไว้ โดยปลูกให้ห่างกันต้นละ 2 นิ้ว ก่อนปลูกรดสารละลายสูตร มก. 1301 ลงในวัสดุปลูกให้ชุ่มเสียก่อน

การดูแลรักษา

หลังจากปลูกผักบุ้งจีนแล้ว รดด้วยสารละลาย มก. 1301 ทุกวันถ้าปลูกในถุงที่มีผักบุ้งจีนประมาณ 20 ต้นต่อถุงจะต้องใช้สารละลายประมาณ 1 ถ้วยแก้ว (250 cm³) ถ้าปลูกในกระบะที่มีผักบุ้งจีนประมาณ 100 ต้นต่อกระบะ จะต้องใช้สารละลายประมาณ 4 ถ้วยแก้ว (1,000 cm³) หรือ 1 ลิตร แต่ถ้าในกรณีที่มีอากาศร้อน ถ้ารดสารละลายในตอนเช้า ช่วงเวลาตอนเย็นควรรดด้วยน้ำธรรมดาในปริมาณที่เท่ากันอีกครั้งหนึ่ง

การเก็บเกี่ยว

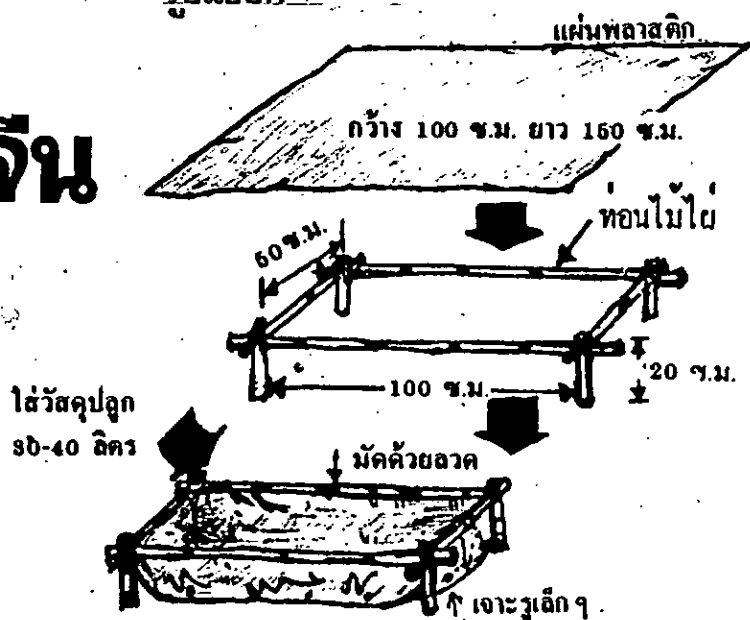
หลังจากปลูกไปได้ 15 วัน ผักบั้งจีนจะโตเต็มที่ และสามารถเก็บมารับประทานได้ ถ้าเก็บโดยวิธีถอนต้นเลยก็ใช้เครื่องนํ้าปลูกผักบั้งจีนใหม่ต่อไปได้ แต่ถ้าตัดต้นไม้เหลือบ่ออยู่ 2 บ่อ แล้วรดสารละลายต่อไปนี้ ก็สามารถตัดมารับประทานได้อีกถึง 2 - 3 ครั้ง

สารละลาย มก. 1301 นี้สามารถที่จะนำไปปลูกพืชรับประทานในชนิดอื่นได้อีก เช่น ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักชี และหอมก็ได้ ดังแผนภาพตามรูปแบบต่อไปนี้

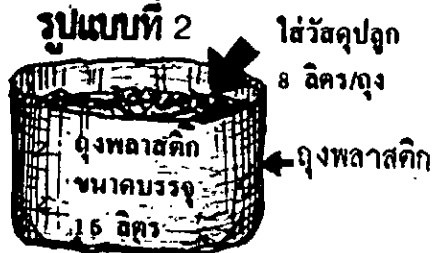
ตัวอย่าง

การปลูกผักบั้งจีน แบบไม่ใช้ดิน

รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2



หมายเหตุ น้ำปุ๋ยหรือสารละลายแร่ธาตุหรือธาตุอาหารของพืชนั้นเอง

นายแก่นเกษร มีความสามารถในการเตรียมสารละลายแร่ธาตุหรือธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ว่าเขายังไม่มีรูปแบบหรืออุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ปลูกพืชชนิดต่าง ๆ แบบไฮโดรพอนิกส์

ฉะนั้น เพื่อให้แน่ใจแก่นเกษตรมีรูปแบบต่าง ๆ ที่จะใช้ปลูกพืชชนิดต่าง ๆ โดยวิธีไฮโดรพอนิกส์หรือแบบไม่ใช้ดิน ให้นักเรียนช่วยกันคิดรูปแบบหรืออุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ปลูกพืชชนิดต่าง ๆ มาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ตัวอย่าง ชื่อรูปแบบที่ 1 คือ "การปลูกผักคะน้าโดยไม่ใช้ดินในกระบอกน้ำโฟมชนิดต่าง ๆ"

ชื่อรูปแบบที่ 2 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 3 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 4 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 5 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 6 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 7 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 8 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 9 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 10 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 11 คือ

.....

ชื่อรูปแบบที่ 12 คือ

.....

จากรูปแบบที่นักเรียนคิดขึ้นมาทั้งหมด ให้ทำการคัดเลือกมา 1 รูปแบบ เพื่อทำการออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์หรือภาชนะตามรูปแบบที่คิดขึ้นมา และให้เหมาะสมที่จะใช้ปลูกพืชต่าง ๆ ได้เป็นจำนวนมากอีกด้วย

ชื่อรูปแบบที่นักเรียนคัดเลือกคือ

.....

การออกแบบประดิษฐ์ขั้นตอนดังนี้คือ

รูปภาพประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

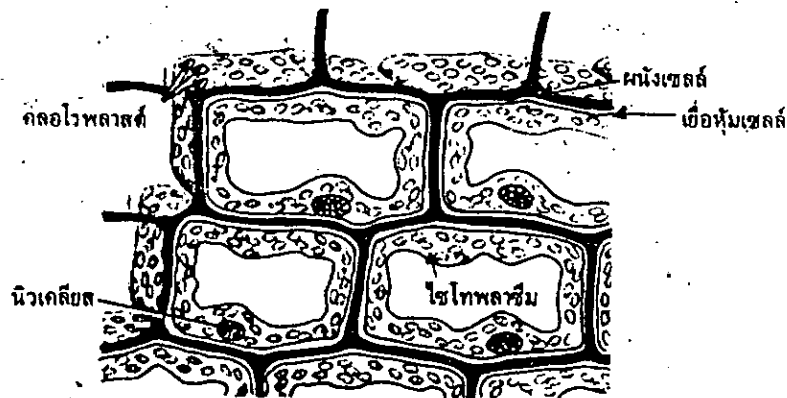
.....

.....

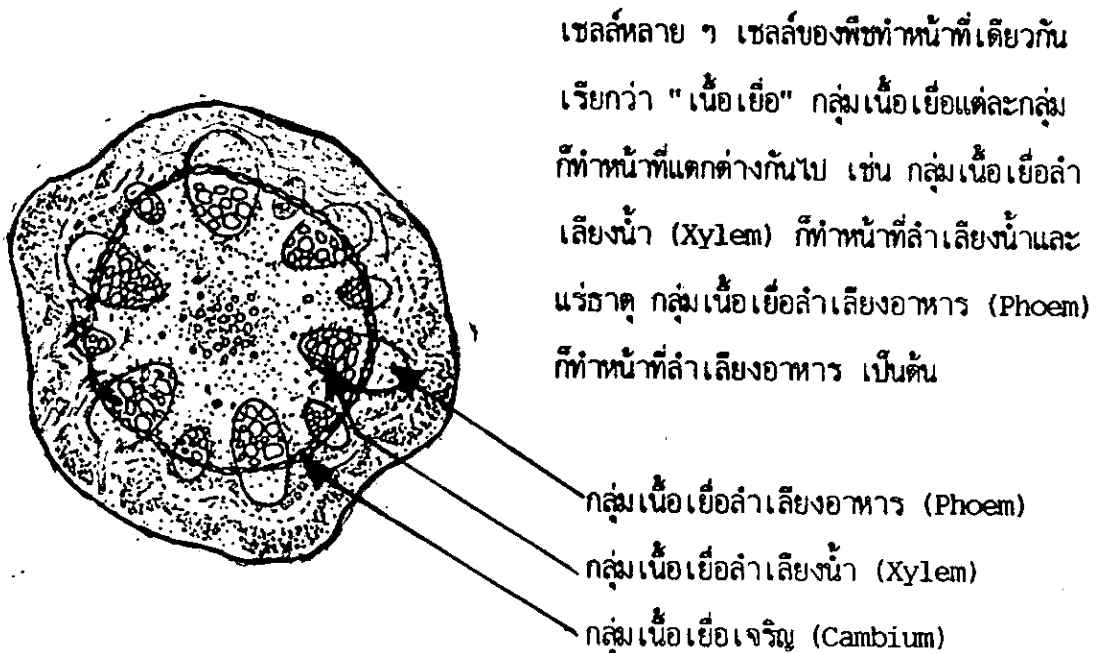
แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 6

สถานการณ์

สิ่งมีชีวิตทุกชีวิตจะประกอบขึ้นด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์ ซึ่งเซลล์ก็คือหน่วยที่เล็กที่สุดและสำคัญของชีวิต พืชก็เป็นสิ่งมีชีวิตจึงประกอบไปด้วยเซลล์ ซึ่งมีส่วนประกอบของเซลล์ดังภาพต่อไปนี้



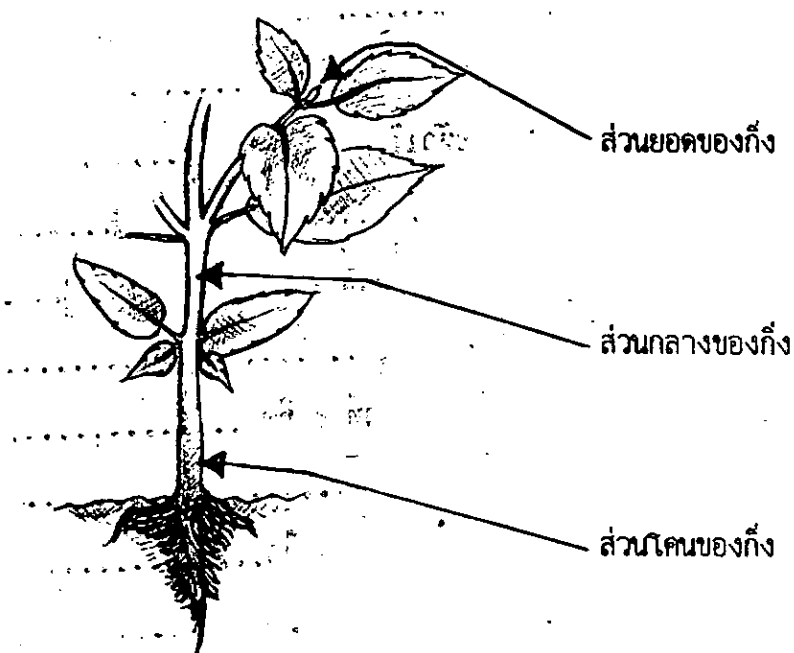
ภาพแสดงส่วนประกอบของเซลล์พืช



ภาพแสดงกลุ่มเซลล์ของลำต้นพืชหรือกิ่งพืช

กลุ่มเนื้อเยื่อหลาย ๆ กลุ่มทำหน้าที่ร่วมกัน รวมเรียกว่า "อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นเอง เช่น ราก ลำต้น กิ่ง ใบ ดอกและผล"

เกษตรกรท่านหนึ่งมีความสงสัยว่าจะใช้ส่วนของพืชคือลำต้น กิ่งและยอด ตรงช่วงใดของพืชชนิดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาเพาะชำได้มาเพาะชำจึงจะเหมาะต่อการออกรากและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด



สมมติว่านักเรียนเป็นเกษตรกรท่านนั้น ให้นักเรียนลองคิดชื่อหัวเรื่องที่จะทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่องนี้มาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ (กำหนดให้ใช้กล่องจุลทรรศน์หรืออุปกรณ์ชนิดอื่นช่วยในการทดลองได้)

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ "การศึกษาถึงรูปร่างของกลุ่มเซลล์หรือเนื้อเยื่อของท่อน้ำเลี้ยงน้ำ และท่อน้ำเลี้ยงอาหาร ตรงช่วงโคน ช่วงกลาง และช่วงยอดของกิ่ง
พืชสมุนไพรบางชนิด ที่มีผลต่อการออกราก และเจริญเติบโตดีที่สุด
เมื่อนำมาเพาะชำ"

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

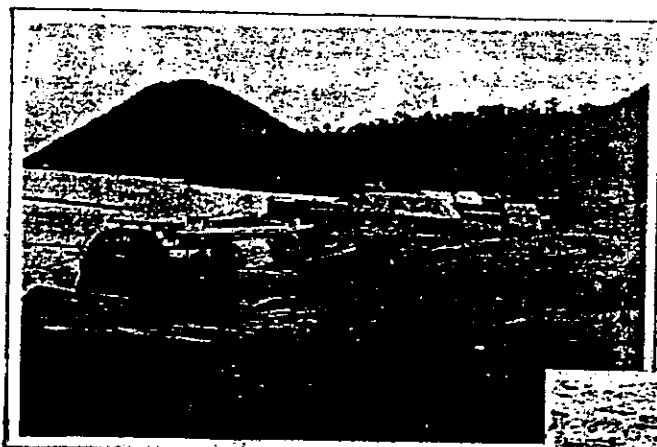
.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 7

สถานการณ์

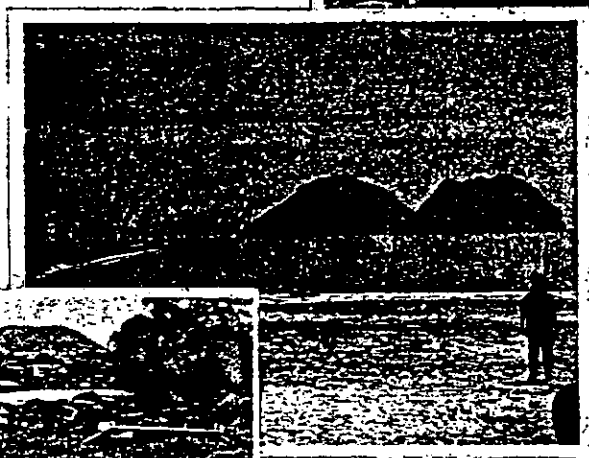
การคายน้ำของพืชเป็นการขับน้ำออกสู่ภายนอก ซึ่งมีส่วนช่วยในการลำเลียงน้ำ คือทำให้เกิดแรงดึงน้ำจากส่วนล่างขึ้นมาส่วนบนของพืช นอกจากนี้ยังช่วยให้ใบของพืชมีความชุ่มชื้น และช่วยลดอุณหภูมิภายในลำต้นและที่ใบด้วย . การคายน้ำของพืชจึงมีผลต่อปริมาณของไอน้ำหรือปริมาณความชื้นในบรรยากาศ นักเรียนเคยทราบมาแล้วว่า "ป่าไม้มีส่วนช่วยทำให้ฝนตก" ก็เพราะเหตุผลดังกล่าวนั่นเอง

ให้นักเรียนศึกษาภาพในหน้าต่อไปนี้ประกอบ



← บริเวณตอนต้นแม่น้ำและภูเขา

บริเวณที่ราบและป่า



บริเวณริมทะเลและเขตเขาริมทะเล



บริเวณป่าและแม่น้ำตอนช่วงกลาง
ของลำน้ำ

สมมติว่านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ ประจำสถานียุทนิยมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีความต้องการที่จะทำการสำรวจปริมาณไอน้ำหรือปริมาณความชื้นในบริเวณต่าง ๆ ดังรูป หรืออาจแตกต่างกันไปก็ได้คือ บริเวณทะเล บริเวณริมทะเลหรือแหล่งน้ำต่าง ๆ บริเวณทุ่งโล่งหรือที่ราบ บริเวณท้องนา บริเวณป่าไม้บนภูเขาในระดับความสูงต่าง ๆ กัน และบริเวณอื่น ๆ อีก (ทั้งนี้ มีเครื่องมือสำหรับใช้วัดปริมาณไอน้ำหรือปริมาณความชื้นในการสำรวจอยู่แล้ว)

ให้นักเรียนช่วยกันคิดหัวเรื่องที่จะทำการสำรวจมาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ "การสำรวจปริมาณความชื้นบริเวณภูเขาในระดับความสูงต่าง ๆ กัน ในช่วงเวลาต่าง ๆ กันในฤดูร้อนและฤดูฝน"

- ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ
-
- ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ
-

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

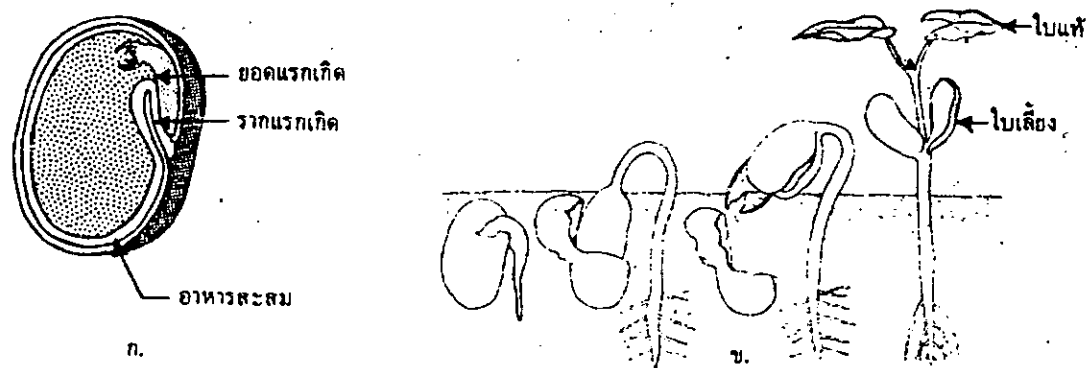
ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 8

สถานการณ์

พืชมีการเจริญเติบโตตั้งแต่เมล็ดได้รับความชื้น โดยมีต้นอ่อนซึ่งประกอบด้วยรากแรกเกิดและยอดอ่อน ส่วนของรากจะโผล่พ้นเมล็ดออกมาก่อนแล้วส่วนอื่น ๆ จึงค่อยเจริญออกจากเมล็ดและเจริญเติบโตต่อไป ดังภาพ



ลักษณะของต้นอ่อนภายในเมล็ดถั่ว (ก) และขั้นตอนในการเจริญเติบโตของต้นถั่ว (ข)

ปกรณ มีมารดาขายผักในตลาดทุกวัน ซึ่งผักที่นำมาขายนั้นบิดาและพี่ของเขาเป็นคนปลูก ซึ่งบางครั้งปกรณว่างจากการเรียนก็จะออกไปช่วยบิดาและพี่ของเขาปลูกผักด้วยในการปลูกผักนั้น เขาสังเกตเห็นว่าในการเพาะเมล็ดผักชนิดต่าง ๆ นั้นจะใช้ระยะเวลาในการงอกแตกต่างกัน ฉะนั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วต่อการงอกของเมล็ดพืชผักชนิดต่าง ๆ เขาจึงพยายามที่จะศึกษาหาวิธีการเพาะเมล็ดพืชผักชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมขึ้นมา

ถ้าหากนักเรียนเป็นปกรณ จงช่วยกันคิดหัวเรื่องที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการที่เพาะเมล็ดผักต่าง ๆ เพื่อให้งอกได้เร็วและเหมาะสม มาให้มากวิธีเท่าที่จะทำได้

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ "ผลของการรอกของเมล็ดพันธุ์พืชชื่อ โดยนำเมล็ดไปแช่
น้ำร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ก่อนนำไปเพาะในแปลง"

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 9

สถานการณ์

การเจริญเติบโตของพืชนั้นต้องมีการเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ที่เกิดขึ้นมาใหม่เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ เช่นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มเซลล์เพื่อทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและลำเลียงน้ำ เป็นต้น ส่วนสูง จำนวนรากและใบของพืชจะเพิ่มขึ้น

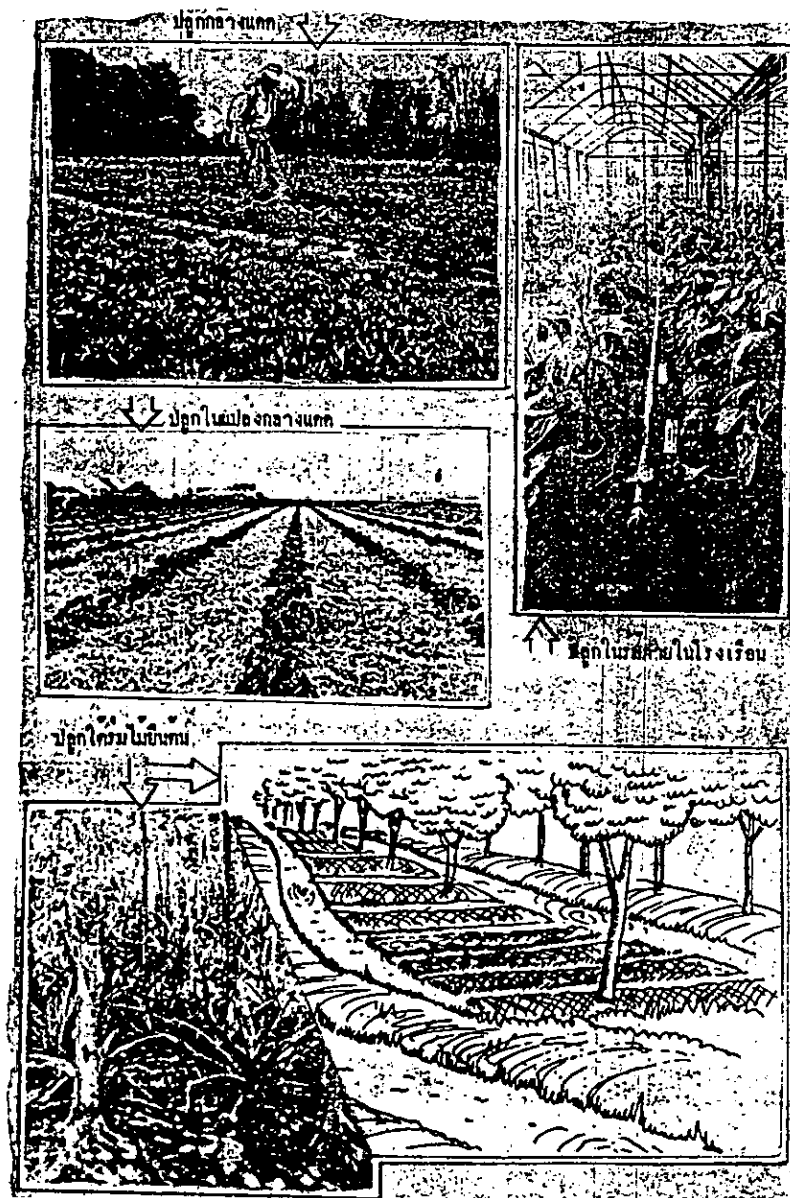
พืชนั้นจะเจริญเติบโตงอกงามดีนั้นจำเป็นต้องได้รับน้ำ ปุ๋ยหรือแร่ธาตุที่พืชต้องการอย่างเพียงพอ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น อากาศ ฯลฯ ที่พอเหมาะ

ปัจจุบันนี้รัฐบาลมีนโยบายที่จะให้ประชาชนได้มีการนำเอาพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ มาใช้ในการรักษาตนเอง โดยมีการส่งเสริมเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการนำยาสมุนไพรมาใช้แก่ประชาชนทั่วไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้มีการจัดสวนสมุนไพรขึ้นมาเพื่อรวบรวมเอาพันธุ์พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่มีในและนอกท้องถิ่นเพื่อทำการปลูกและขยายพันธุ์เผยแพร่แจกจ่ายแก่ประชาชนและให้ความรู้เกี่ยวกับชื่อชนิดของพืชสมุนไพร สรรพคุณและประโยชน์ทางยา ทั้งยังส่งเสริมให้มีการค้นคว้าวิจัยและทดลองเกี่ยวกับพืชสมุนไพรทั้งในด้านการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของยาสมุนไพร ตลอดจนการนำไปใช้ในการรักษาตนเองของประชาชนได้อย่างถูกต้อง

แต่ว่าปัจจุบันนี้ยังขาดบุคลากรหรือบุคคลที่มีความรู้ในการที่จะปลูกหรือขยายพันธุ์พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ดังนั้นถ้าหากนักเรียนเป็นคนหนึ่งที่อยากจะศึกษาว่าจะทำอย่างไรจึงจะปลูกพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ นั้นให้เจริญเติบโตงอกงามได้ดีที่สุด นักเรียนจึงช่วยกันคิดหัวเรื่องที่จะศึกษามาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

และก่อนที่จะคิดหัวเรื่องที่จะศึกษา ให้นักเรียนศึกษาภาพการปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ที่ประชาชนปลูกไว้ตามบริเวณต่าง ๆ เช่น พืชบางชนิดต้องการแสงแดดมากก็ปลูกไว้กลางแจ้งแดด พืชบางชนิดต้องการร่มหรือต้องการแสงแดดน้อยก็ปลูกไว้ในร่มหรือใต้ร่มไม้ยืนต้น เป็นต้น

ภาพแสดงการปลูกพืชในบริเวณต่าง ๆ



ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชสมุนไพรบางชนิดได้แก่ว่านหาง
จระเข้ ฟักทะลายโจร ชุมเห็ดเทศและมะขามแขก ที่มีการปลูกไว้
ในบริเวณกลางแดด และใต้ร่มไม้

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ
.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ
.....

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 10

สถานการณ์

ดอกไม้แต่ละชนิด มีลักษณะของส่วนประกอบที่ไม่เหมือนกัน โดยทั่วไปมักจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้เรียงจากชั้นนอกสุดเข้าไปยังชั้นในสุดคือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ซึ่งจัดว่าเป็นดอกครบส่วน ดอกไม้บางชนิดที่มีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ชั้น ดังกล่าวจัดเป็นดอกไม้ครบส่วน

ดอกไม้บางชนิดมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกันเรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศ แต่ดอกไม้บางชนิดมีเฉพาะเกสรตัวเมียหรือเกสรตัวผู้เพียงอย่างเดียว ดอกไม้ชนิดนี้เรียกว่า ดอกไม้สมบูรณ์เพศ

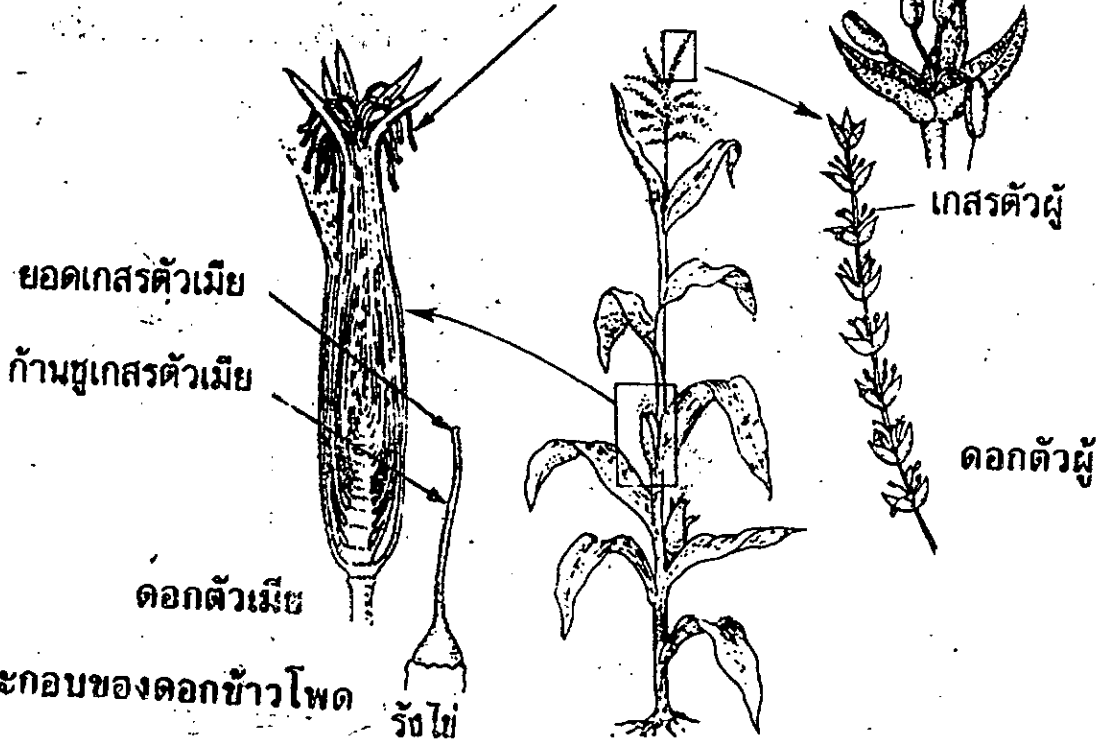
จะเห็นได้ว่าดอกไม้บางชนิด ถ้าเป็นทั้งดอกครบส่วนก็ต้องเป็นดอกสมบูรณ์เพศด้วย ส่วนดอกสมบูรณ์เพศนั้นอาจจะเป็นดอกครบส่วนหรือไม่ครบส่วนก็ได้ และดอกไม้สมบูรณ์เพศจะเป็นดอกไม้ครบส่วนเสมอ

ถ้าหากนักเรียนได้รับหน้าที่ให้ทำการสำรวจประเภทของดอกไม้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น นักเรียนจงช่วยกันคิดข้อหัวเรื่องที่จะศึกษามาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

และก่อนที่จะคิดหัวเรื่องที่จะศึกษา ให้นักเรียนศึกษาภาพประเภทของดอกไม้ต่าง ๆ ก่อนเพื่อจะได้ใช้เป็นแนวคิดหัวเรื่องต่อไป

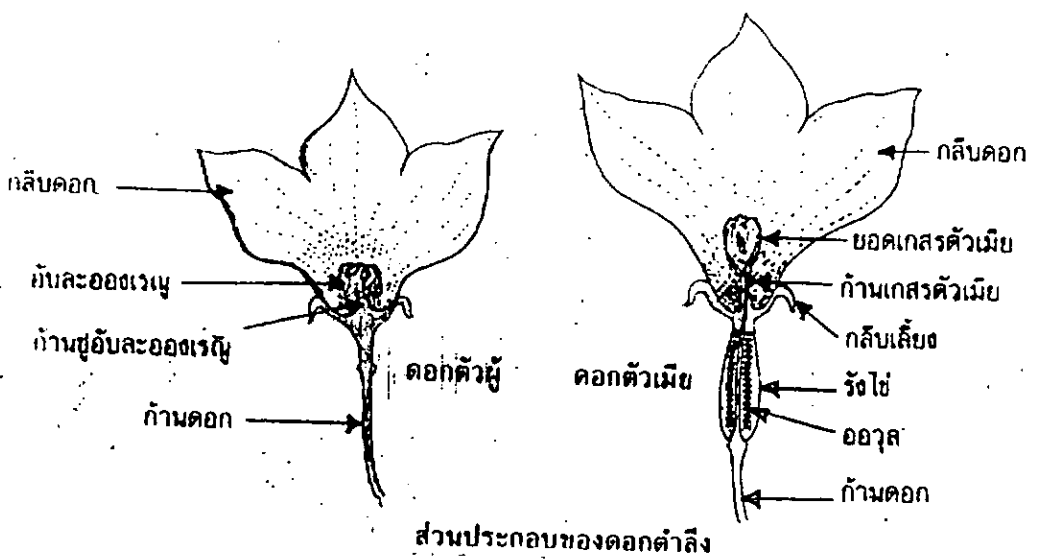
ตัวอย่างดอกไม้ประเภทต่าง ๆ

ยอดเกสรตัวเมียและก้านชูเกสรตัวเมีย

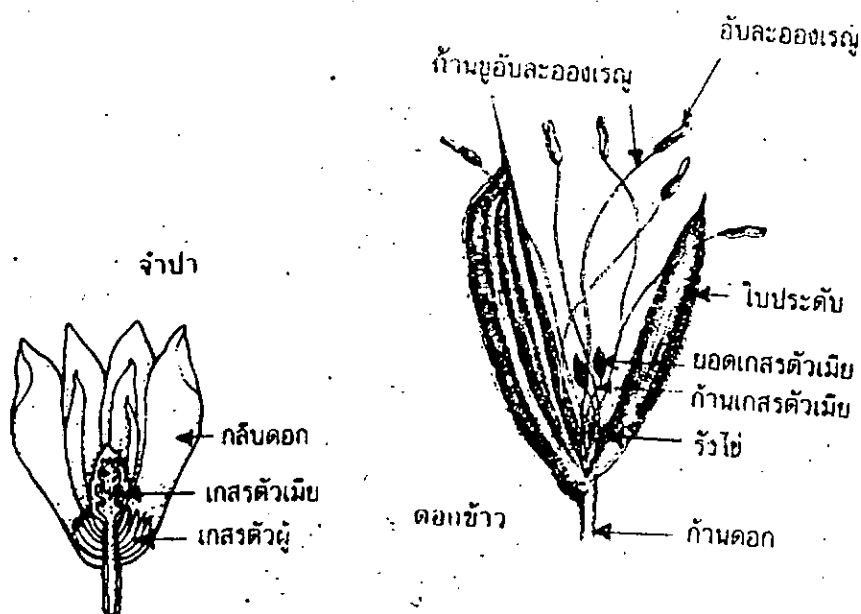


ส่วนประกอบของดอกข้าวโพด

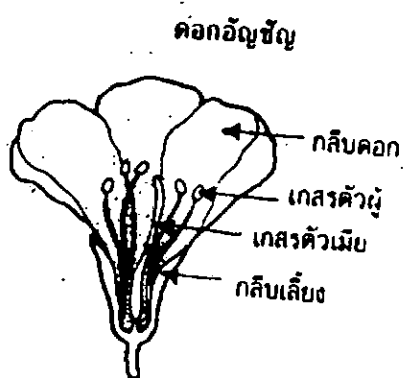
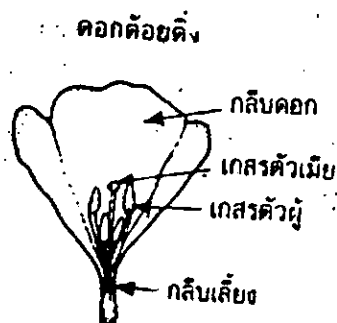
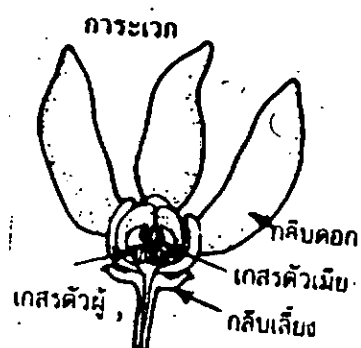
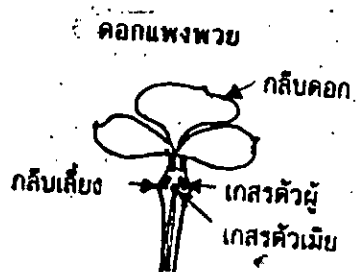
ดอกข้าวโพด จัดเป็นดอกไม้ครบส่วนและดอกไม้สมบูรณ์เพศ



ดอกข้าวโพด จัดเป็นดอกไม้ครบส่วนและดอกไม้สมบูรณ์เพศ



ทั้งคอกจำปาและคอกขาว จัดเป็นดอกไม้ครบส่วนและดอกสมบูรณ์เพศ



ทั้งดอกแพงพวย ดอกชงโค ดอกกระเวก

ดอกต้อยติ่งและดอกอัญชัญ จัดเป็นดอกไม้ครบส่วน และดอกสมบูรณ์เพศ

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ การสำรวจประเภทของดอกไม้ซึ่งเป็นพืชที่มีอยู่ทางท้องถิ่น อำเภอ
ประจันตคาม

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

แบบฝึกคิดหัวเรื่องคิดหัวเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 11

สถานการณ์

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกมีขั้นตอนต่าง ๆ คือ

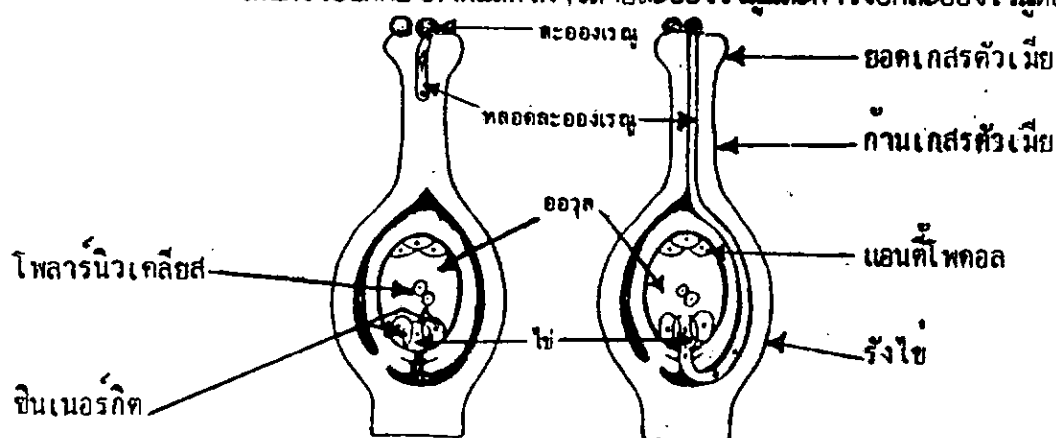
1. การถ่ายละอองเรณู
2. การงอกของละอองเรณู
3. การปฏิสนธิ

การถ่ายละอองเรณู หมายถึง การที่ละอองเรณูออกจากเกสรตัวผู้ไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย ซึ่งต้องอาศัยสื่อต่าง ๆ นำไป เช่น ลม น้ำ แมลงและมนุษย์

ดอกไม้ซึ่งอาศัยแมลงเป็นสื่อในการถ่ายละอองเรณูจะมีลักษณะต่างจากดอกไม้ที่อาศัยลมเป็นสื่อในการถ่ายละอองเรณู คือดอกไม้ที่มีการถ่ายละอองเรณูโดยแมลงมักมีดอกขนาดใหญ่ สีสรรพสวยงาม มีกลิ่นหอม น้ำหวานมากและละอองเรณูมักมีความเหนียวติดไปกับลำตัวหรือขาแมลงได้ง่าย ส่วนดอกไม้ที่มีการถ่ายละอองเรณูโดยลมมักจะมีขนาดเล็ก สีไม่สะดุดตา กลิ่นไม่หอม ไม่มีน้ำหวาน อับละอองเรณูจะโผล่พ้นออกมานอกกลีบดอก และก้านชูละอองเรณูสามารถแกว่งไปแกว่งมาได้ง่ายเมื่อถูกลมพัด

สำหรับมนุษย์เราสามารถช่วยในการถ่ายละอองเรณูหรือผสมพันธุ์พืชนั้นเอง เพื่อให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากพันธุ์เดิมและเป็นไปตามความต้องการของตนเอง จึงทำให้มีพืชพันธุ์ใหม่ ๆ ที่ดี ๆ เพิ่มขึ้นมากมาย เช่น กล้วยไม้พันธุ์ต่าง ๆ เป็นต้น

ให้นักเรียนศึกษาภาพแสดงการถ่ายละอองเรณูและการงอกของละอองเรณูต่อไปนี้



จากภาพจะเห็นได้ว่าการถ่ายภาพละอองเรณูแล้ว ละอองเรณูจะงอกหลอดละอองเรณู
แทงเข้าไปในก้านเกสรตัวเมียจนกระทั่งเข้าไปในโถวูล ในหลอดละอองเรณูจะมีเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้
หรือสเปิร์มอยู่ 2 ตัว ซึ่งจะเข้าไปปฏิสนธิกับไข่และโพลาร์นิวเคลียสในโถวูลตามลำดับ

ภายในโถวูลของเกสรตัวเมียนั้นจะมี 8 นิวเคลียส คือ

- โพลาร์นิวเคลียส 2 นิวเคลียส
- ไข่ 1 นิวเคลียส
- แอนตักไดรอล 3 นิวเคลียส
- ซินเนอร์กิด 2 นิวเคลียส

การปฏิสนธิ หมายถึง การที่เซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้หรือสเปิร์มผสมกับเซลล์สืบพันธุ์ตัวเมียหรือไข่

การปฏิสนธิขั้นอนู ในพืชดอกนั้น หมายถึง การที่เซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ตัวที่ 1 เข้าผสมกับไข่ แล้ว
กลายเป็นต้นอ่อน และเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ตัวที่ 2 เข้าผสมกับโพลาร์นิวเคลียส แล้วกลายเป็น
เอนโดสเปิร์ม ซึ่งเอนโดสเปิร์มนี้จะทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารสำหรับไว้ใช้เลี้ยงต้นอ่อนในระยะ
แรกเกิดต่อไป ส่วนซินเนอร์กิดและแอนตักไดรอลไม่ได้รับการผสมก็จะสลายตัวไป

ภายหลังการปฏิสนธิแล้วประมาณ 3 - 4 วัน กลีบดอกจะเหี่ยวส่วนของเกสรตัวเมียจะมีการ
การเปลี่ยนแปลง ดังนี้คือ

- โถวูล จะเจริญเป็น เมล็ด
- เยื่อหุ้มโถวูล จะเจริญเป็น เปลือกหุ้มเมล็ด
- รังไข่ จะเจริญเป็น ผลไม้
- ผนังรังไข่ จะเจริญเป็น เปลือกและเนื้อของผลไม้

เมื่อนำเมล็ดของพืชดังกล่าวนี้ไปปลูกจะได้ต้นใหม่ซึ่งอาจจะมีลักษณะที่แตกต่างไปจากพันธุ์เดิม

ถ้าหากนักเรียนเป็นเกษตรกรคนหนึ่งมีอาชีพทำสวนผลไม้ไว้หลายร้อยไร่ จึงมีความสนใจ
ที่จะศึกษาเทคนิควิธีการเพิ่มคุณภาพของผลไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ให้มีผลใหญ่ ดก รสดี สีสวย และ
อื่น ๆ ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาเรื่องที่จะทำการศึกษาหาว่ามากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ การศึกษาการผสมพันธุ์มะขามเพื่อให้มีผลใหญ่ ดอกฝักยาว รสดี
และเปลือกสีสวย

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

แบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชุดที่ 12

สถานการณ์

ก่อนเดิมนั้นชาวไทยโดยมากมีความรู้พอที่จะดูแลรักษาโรคภัยไข้เจ็บเล็ก ๆ น้อย ๆ ของตนเองและบุคคลอื่นได้โดยใช้สมุนไพรและวิธีการรักษาแบบพื้นบ้าน ซึ่งได้ถ่ายทอดต่อกันมาแต่โบราณ จนกระทั่งในเวลาต่อมาจนกระทั่งปัจจุบันมีการรับเอาระบบการแพทย์แบบใหม่ของตะวันตกมาใช้เลย ทำให้ประชาชนหันไปฝากความหวังในการดูแลรักษาตนเองกับการแพทย์แบบใหม่ นอกจากนี้ยังมีการสร้างค่านิยมในทางที่ผิด ๆ คือมีการดูถูกการใช้ยาสมุนไพรและวิธีการรักษาแบบพื้นบ้านเดิมของหมอชาวไทย หมอพื้นบ้าน และหมอพระว่าล้าหลัง ทั้งยังไม่มีใครส่งเสริมหรือสืบทอดความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรและวิธีการรักษาแบบพื้นบ้านไว้ ดังนั้นเมื่อประชาชนเจ็บป่วยขึ้นมาแม้จะเป็นโรคเล็ก ๆ น้อย ก็หวังพึ่งหมอหรือแพทย์ปัจจุบันมากกว่าการพึ่งตนเอง และ/หรือซื้อยาแผนปัจจุบันมารักษาเอง จึงทำให้เกิดมีการใช้ยาแผนปัจจุบัน (ซึ่งส่วนมากเป็นของต่างประเทศ) อย่างไม่จำเป็นและเกินปริมาณที่กำหนด ซึ่งด้วยยาบางชนิดก็มีผลข้างเคียงในทางลบต่อร่างกายผู้ป่วยอีกด้วย อันเป็นผลเสียทั้งต้องเสียเงินตราของประเทศที่จะต้องสั่งยาแผนปัจจุบันส่วนหนึ่งเข้ามาและประชาชนก็ต้องเสียค่ารักษาให้แก่มหาหรือแพทย์อย่างไม่จำเป็น ซึ่งถ้าหากมีการใช้สมุนไพรโดยเฉพาะพืชสมุนไพรนั้นก็ยังมีอยู่ทั่วไปในท้องถิ่นและมีการรักษาแบบพื้นบ้านก็จะเป็นการพึ่งตนเอง ทั้งยังจะประหยัดเงินตราของประเทศอีกด้วย

ในปัจจุบันองค์การอนามัยโลกและรัฐบาลไทยโดยกระทรวงสาธารณสุข ได้เล็งเห็นความสำคัญของสมุนไพรและการนำมารักษาตนเองของประชาชน จึงมีนโยบายส่งเสริมให้มีการเผยแพร่การใช้ยาสมุนไพร ตลอดจนวิธีการนำมารักษาแก่ประชาชน เพื่อให้ประชาชนได้ทราบชื่อ ลักษณะ พืชสมุนไพร สรรพคุณและประโยชน์ทางยา ตลอดจนการปลูกและการขยายพันธุ์

เนื่องจากไม่ได้มีการส่งเสริมการปลูกและบำรุงพันธุ์หรือขยายพันธุ์พืชสมุนไพรมาก่อน จึงทำให้ในปัจจุบันมีพืชสมุนไพรที่เหลืออยู่น้อยและอาจมีในท้องถิ่นเฉพาะบางแหล่งเท่านั้น ดังนั้นทางโรงเรียนพระจันทรราชวรานุบำรุงของเราจึงได้ให้มีการจัดสวนสมุนไพรขึ้นมาเพื่อสนองตอบต่อนโยบาย

ของรัฐบาล ทั้งยังใช้เป็นสถานที่สำหรับรวบรวมพันธุ์พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่มีในและนอกท้องถิ่น มาปลูกและบำรุงพันธุ์หรือขยายพันธุ์ให้เพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งให้มีการติดป้ายบอกชื่อของพืชสมุนไพร แต่ละชนิด รวมทั้งสรรพคุณและประโยชน์ทางยาไว้ให้นักเรียนและประชาชนได้ศึกษา

แต่ว่าทางโรงเรียนของเรายังขาดบุคลากรหรือบุคคลที่มีความรู้ในด้านการปลูกและการ บำรุงพันธุ์หรือขยายพันธุ์พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ถ้าหากนักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่ได้เข้าร่วมโครงการจัด สวนสมุนไพร ดังนั้นเพื่อให้สามารถปลูกและบำรุงพันธุ์หรือขยายพันธุ์พืชสมุนไพรให้ได้ผลดีมีประสิทธิ ภาพ ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาเรื่องที่จะศึกษามาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ตัวอย่าง ชื่อหัวเรื่องที่ 1 คือ การสำรวจแหล่งบริเวณที่พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ เจริญเติบโตได้ดีที่สุด

ชื่อหัวเรื่องที่ 2 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 3 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 4 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 5 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 6 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 7 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 8 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 9 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 10 คือ

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 11 คือ :.....

.....

ชื่อหัวเรื่องที่ 12 คือ

.....

จากหัวเรื่องที่นักเรียนคิดขึ้นมาทั้งหมดนั้น ให้ทำการคัดเลือกมาเพียง 1 หัวเรื่อง เพื่อ
ทำการออกแบบการสำรวจหรือการทดลองต่อไป

ชื่อหัวเรื่องที่คัดเลือกมาคือ หัวเรื่องที่

ชื่อหัวเรื่องคือ

.....

วิธีดำเนินการสำรวจหรือการทดลอง คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสรุปการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

นักเรียนคงได้ทราบวิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มาแล้วว่ามีขั้นตอนดังนี้คือ

1. การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
2. วางแผนในการทำโครงงาน
3. การลงมือทำโครงงาน
4. การเขียนรายงาน
5. การแสดงผลงาน

จากขั้นตอนในการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้ว จำเป็นที่จะต้องใช้ทั้งระยะเวลา ความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะในขั้นตอนที่ 1 คือ "การคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์" นั้นจัดว่าเป็นขั้นตอนที่ยากและสำคัญที่สุด แต่มาบัดนี้ นักเรียนคงจะหยอบอกได้ว่า การคิดหัวเรื่องโครงงานนั้นเป็นขั้นตอนที่ง่าย ๆ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานจากแบบฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ชุดมาแล้ว สามารถคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้อย่างมากมายอันเป็นความสำเร็จของการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนที่ยากและสำคัญให้ลุล่วงไปด้วยดี

ต่อไปขอให้นักเรียนได้ช่วยกัน "คัดเลือกหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์" จากหัวเรื่องที่นักเรียนได้คิดขึ้นมาอย่างหลากหลายแล้วนั้น ถ้าหากพิจารณาเห็นว่าหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ใดที่เหมาะสมจะดำเนินการทำเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ ก็ให้คัดเลือกหัวเรื่องโครงงานนั้นมาสักประมาณ 5 หัวเรื่อง (จะมากหรือน้อยกว่านี้ก็ได้)

หัวข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือก คือ

หัวข้อเรื่องที่ 1 คือ

.....

.....

หัวข้อเรื่องที่ 2 คือ

.....

.....

หัวข้อเรื่องที่ 3 คือ

.....

.....

หัวข้อเรื่องที่ 4 คือ

.....

.....

หัวข้อเรื่องที่ 5 คือ

.....

.....

เมื่อนักเรียนคัดเลือกหัวข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ได้แล้ว เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าหัวข้อโครงงานฯ เหล่านี้ หัวเรื่องใดบ้างที่จะดำเนินการทำเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ก่อนหรือหลัง หัวเรื่องใดบ้างที่ควรหรือไม่ควรจะดำเนินการทำเป็นโครงงานฯ บ้าง ก็ขอให้นักเรียนนำหัวข้อเรื่องโครงงานฯ ที่คัดเลือกมาเสนอต่ออาจารย์ผู้สอนเพื่อขอคำแนะนำในการคัดเลือกหัวข้อเรื่องโครงงานฯ ที่เหมาะสมต่อไป สำหรับหมวดวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนก็ได้ตั้งงบประมาณเพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการดำเนินการทำโครงงานฯ อยู่แล้ว ถ้าหากนักเรียนได้หัวข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ติมาแล้ว ก็ไปขอสมัครเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับครู-อาจารย์ในหมวดวิทยาศาสตร์เพื่อขอความช่วยเหลือในด้านเงินงบประมาณ ด้านการให้คำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นต่อ ๆ ไป จนกระทั่งสำเร็จเป็น

"โครงการวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์แบบ" ซึ่งโครงการที่นักเรียนจะได้ทำนั้นจนสำเร็จต่อไปนั้นนอกจากจะเป็นรางวัลที่มีค่าสำหรับตัวนักเรียนเองแล้ว ยังสามารถส่งเข้าประกวดกับทางโรงเรียน ซึ่งทางโรงเรียนก็ได้จัดให้มีกิจกรรมประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ขึ้นทุกปี เพื่อมอบรางวัลให้กับนักเรียนผู้ส่งโครงการฯ เข้าประกวด และจะคัดเลือกโครงการวิทยาศาสตร์ที่เห็นว่าดีและเหมาะสมจัดส่งเข้าประกวดในระดับจังหวัด ในระดับเขตการศึกษาและในระดับประเทศตามลำดับต่อไป หากโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถชนะการประกวดในระดับประเทศก็จะได้รับโล่เกียรตินิยมพร้อมเงินรางวัลพอสมควร หวังไว้ว่าในอนาคตข้างหน้าโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทุกคนได้ใช้ความขยัน ความมานะ ความอดทนและความสามัคคีของหมู่คณะจัดทำนี้ จะได้นำชื่อเสียงมาสู่ตัวนักเรียนเองและโรงเรียนขอเราต่อไปอย่างแน่นอน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	28	42	23	28	47
2	21	27	24	37	56
3	13	14	25	17	37
4	43	47	26	31	63
5	44	55	47	42	52
6	18	47	28	27	46
7	23	32	29	38	45
8	12	22	30	32	41
9	30	51	31	31	37
10	34	59	32	17	28
11	36	40	33	23	39
12	16	26	34	30	37
13	30	42	35	21	38
14	23	36	36	22	35
15	36	50	37	28	37
16	44	55	38	26	35
17	35	43	39	34	57
18	20	35	40	10	13
19	22	34	41	33	49
20	21	33	42	13	51
21	45	53	43	31	38
22	20	29	44	36	41

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	21	35	23	18	30
2	21	27	24	21	31
3	16	21	25	13	21
4	14	23	26	16	37
5	15	20	27	19	20
6	17	28	28	12	26
7	24	29	29	36	45
8	27	35	30	23	27
9	24	35	31	12	37
10	27	36	32	23	34
11	15	23	33	23	36
12	15	24	34	32	44
13	20	34	35	22	26
14	20	29	36	25	34
15	22	38	37	17	20
16	19	23	38	21	34
17	17	25	39	31	47
18	17	29	40	31	36
19	13	20	41	32	28
20	14	24	42	20	36
21	20	23	43	20	46
22	20	24	44	12	37

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มทาง
วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	14	23	9	14
2	7	9	24	7	8
3	5	5	25	0	15
4	7	6	26	0	21
5	11	10	27	9	13
6	5	6	28	5	14
7	7	8	29	11	17
8	1	3	30	5	5
9	12	15	31	1	5
10	2	21	32	6	9
11	16	14	33	2	13
12	5	9	34	8	7
13	7	13	35	4	13
14	3	9	36	6	7
15	10	13	37	3	9
16	14	17	38	4	8
17	9	11	39	6	15
18	9	14	40	0	1
19	14	7	41	7	3
20	8	16	42	0	4
21	15	15	43	6	10
22	4	7	44	5	4

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มทาง
วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	12	23	3	6
2	5	5	24	7	10
3	4	8	25	2	9
4	0	2	26	2	7
5	2	4	27	5	4
6	3	6	28	4	9
7	6	7	29	9	15
8	3	4	30	3	4
9	5	7	31	0	11
10	6	9	32	13	14
11	2	3	33	10	14
12	3	5	34	4	5
13	3	12	35	7	9
14	2	6	36	9	15
15	3	7	37	1	5
16	5	5	38	0	7
17	4	9	39	0	13
18	4	13	40	5	7
19	3	4	41	5	3
20	2	10	42	0	11
21	5	7	43	6	15
22	1	1	44	4	16

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นทาง
วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	7	23	4	9
2	3	4	24	5	17
3	2	2	25	7	8
4	12	15	26	13	15
5	15	20	27	8	11
6	3	14	28	7	9
7	6	7	29	7	9
8	2	5	30	9	13
9	4	13	31	11	12
10	7	9	32	3	4
11	6	9	33	4	7
12	5	6	34	8	10
13	8	10	35	5	9
14	7	8	36	3	12
15	11	13	37	7	7
16	9	12	38	5	8
17	8	9	39	8	16
18	4	7	40	2	3
19	6	11	41	9	11
20	3	5	42	4	3
21	7	14	43	4	5
22	2	5	44	13	13

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทาง
วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	13	21	23	15	24
2	11	14	24	25	31
3	6	7	25	10	14
4	24	26	26	18	27
5	18	25	27	25	28
6	10	27	28	15	23
7	10	17	29	20	25
8	9	14	30	18	23
9	14	23	31	19	20
10	25	29	32	8	15
11	14	17	33	17	19
12	6	11	34	14	20
13	15	19	35	12	16
14	13	19	36	13	19
15	15	24	37	18	21
16	21	26	38	17	19
17	18	23	39	20	26
18	7	14	40	8	9
19	12	16	41	17	25
20	10	12	42	9	14
21	23	24	43	21	23
22	14	17	44	18	24

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นทาง
วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	9	23	2	7
2	3	5	24	4	8
3	6	6	25	4	5
4	5	8	26	7	9
5	6	6	27	6	7
6	2	7	28	1	4
7	4	8	29	12	13
8	10	15	30	10	12
9	9	11	31	7	9
10	7	8	32	3	7
11	3	4	33	5	8
12	4	6	34	12	14
13	6	8	35	4	5
14	8	9	36	4	7
15	9	14	37	5	6
16	5	7	38	8	11
17	3	4	39	16	10
18	6	7	40	12	12
19	3	7	41	10	11
20	3	5	42	7	9
21	4	8	43	4	13
22	3	6	44	2	7

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิดทาง
วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	14	23	13	17
2	13	17	24	10	13
3	6	7	25	7	7
4	9	13	26	17	21
5	7	10	27	8	9
6	12	15	28	7	13
7	14	14	29	15	17
8	14	18	30	10	11
9	10	16	31	15	17
10	14	19	32	7	13
11	10	16	33	8	14
12	8	13	34	16	25
13	11	14	35	11	12
14	10	14	36	12	12
15	10	17	37	11	9
16	9	11	38	13	16
17	10	12	39	15	24
18	7	9	40	14	17
19	7	9	41	17	14
20	9	9	42	13	16
21	11	18	43	10	18
22	16	17	44	6	14

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	19	37	23	17	31
2	21	38	24	14	26
3	17	37	25	9	22
4	22	34	26	16	29
5	18	31	27	15	27
6	21	39	28	13	33
7	19	33	29	17	36
8	24	41	30	14	27
9	14	31	31	17	35
10	17	34	32	15	28
11	19	33	33	16	25
12	17	29	34	11	32
13	13	29	35	14	28
14	16	28	36	18	37
15	14	29	37	11	22
16	16	30	38	12	29
17	17	29	39	14	26
18	11	23	40	19	33
19	12	24	41	18	25
20	22	36	42	11	30
21	25	43	43	17	33
22	27	44	44	20	43

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องโลกสีเขียว กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	19	36	23	22	39
2	14	27	24	12	24
3	12	28	25	14	26
4	11	28	26	10	23
5	22	34	27	18	35
6	21	37	28	16	29
7	15	28	29	15	27
8	11	24	30	20	32
9	12	26	31	12	29
10	18	25	32	21	37
11	17	31	33	13	27
12	13	27	34	15	26
13	16	24	35	14	26
14	13	27	36	18	28
15	10	21	37	13	27
16	17	25	38	12	20
17	13	25	39	17	27
18	21	38	40	15	28
19	13	27	41	14	27
20	16	26	42	15	28
21	19	27	43	17	28
22	14	23	44	11	25

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องโลกสีเขียว

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

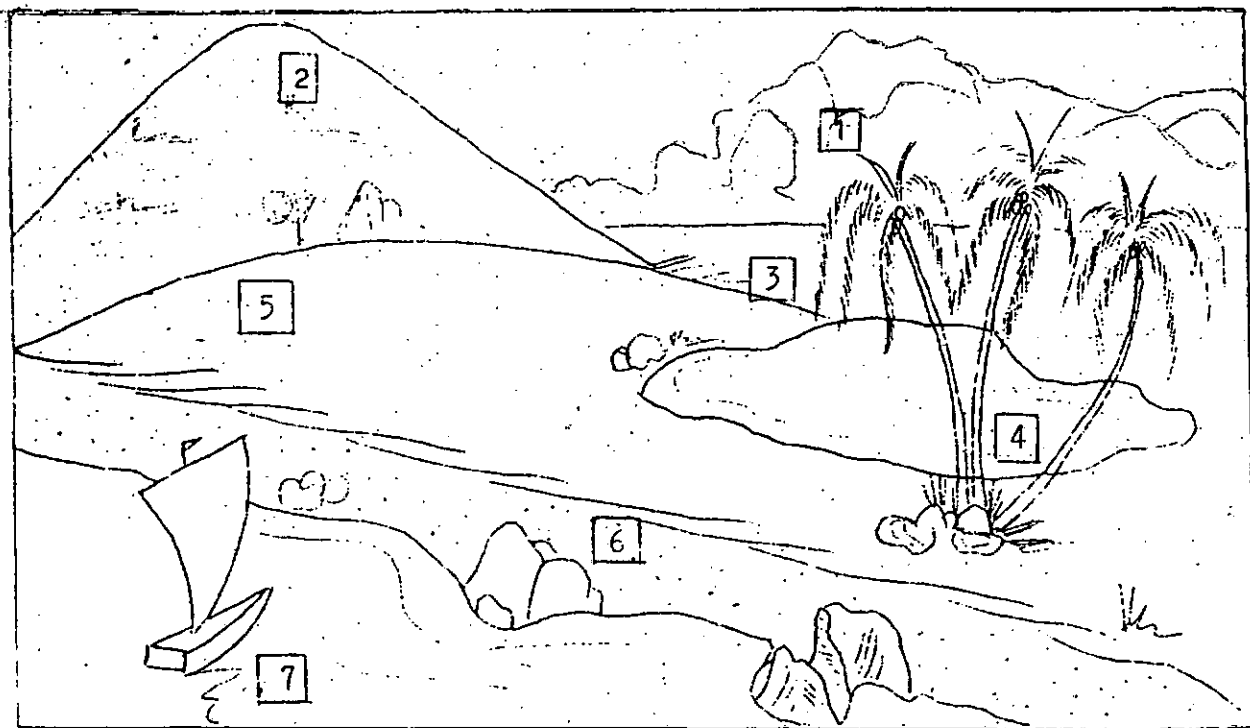
ชื่อ - สกุล เพศ..... ชั้น

อายุปี เดือน

คำแนะนำในการใช้แบบทดสอบ

1. เขียนชื่อ - สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบทั้งหมดมี 3 ข้อ
3. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่ง
ผลจากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จาก
แบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียน
แต่ประการใด
4. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของ
นักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
5. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาณ
หมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป

ข้อที่ 1 "การใช้ประโยชน์"



หมายเลข 1 กุเบหาที่มีต้นไม้ม

หมายเลข 2 กุเบหาที่มีต้นไม้ม (อาจมีหญ้า
หรือพืชขนาดเล็ก)

หมายเลข 3 ที่ราบ

หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)

หมายเลข 5 ที่เนิน

หมายเลข 6 หาดทราย

หมายเลข 7 ทะเล

ถ้านักเรียนมีที่ดินเป็นของตนเองและมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างบนนี้ นักเรียนคิดว่า
จะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจคิดการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณใด บริเวณหนึ่งซ้ำ ๆ กันก็ได้

ข้อที่ 2 "นักประดิษฐ์"

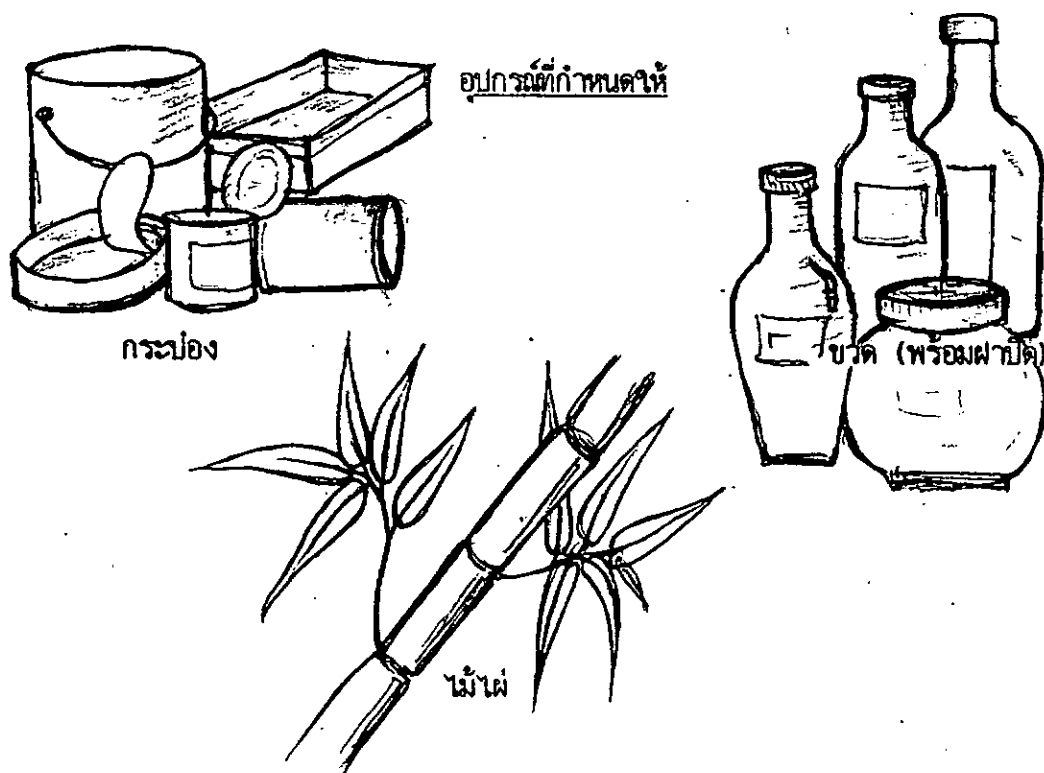
ให้นักเรียนเลือกวัสดุใช้แล้วที่กำหนดให้ มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น

- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกวัสดุที่กำหนดให้นั้นก็ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำ ๆ กันก็ได้ และอาจจะดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุ - อุปกรณ์ เช่น มีด กรรไกร ฆ้อน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

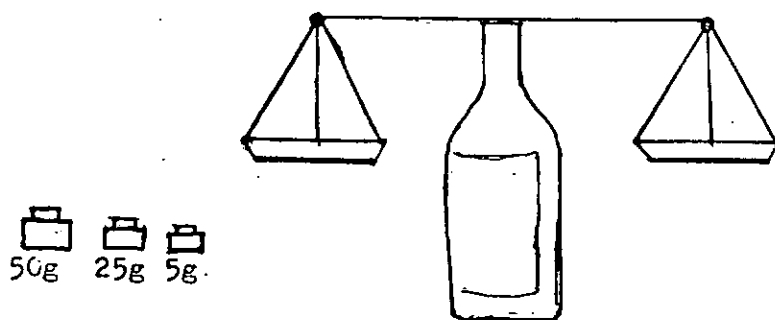
พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิดได้อย่างย่อ ๆ ในตารางข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)



ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้อย่างย่อ ๆ

เครื่องมือชุดที่ 1

1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอประมาณ 1 ฟุต
2. ใช้เชือกผูกผากกระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ผากกระป๋องเท่ากัน 2 ผา เจาะรูระยะห่างเท่ากันผาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน
3. รวบรวมปลายเชือกมาหมวดแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่
4. นำไม้ไผ่ที่หมวดมาวางบนปากขวด ให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากันใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น
5. เมื่อทำตามข้อ 1 - 4 จะได้เครื่องซึ่งอย่างง่ายดังรูป



การนำไปใช้ ใช้หาพื้นที่ของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องซึ่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

.....

.....

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

.....

.....

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 4

.....

.....

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 5

.....

.....

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 6

.....

.....

.....

.....

การนำไปใช้

ข้อที่ 3 "นักค้นคว้า"

นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่ง ขึ้นอยู่รอบ ๆ แอ่งน้ำจึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่า พืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้น ห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตร จะไม่มีพืชชนิดนี้ขึ้นเลย และจากการศึกษาพบว่า บริเวณนั้นจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้น จึงได้นำ ต้นกล้า กิ่งใบ ผลพร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้นี้ชนิดนี้มาประมาณอย่างละ 10 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่านักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์ท่านนั้น ให้นักเรียนคิดวิธีทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

นักเรียนพยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีหรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้

วิธีที่ 1

.....

.....

.....

วิธีที่ 2

.....

.....

.....

วิธีที่ 3

วิธีที่ 4

วิธีที่ 5

วิธีที่ 6

วิธีที่ 7

วิธีที่ 8

วิธีที่ 9

.....

.....

.....

วิธีที่ 10

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง โลกสีเขียว

คำชี้แจง

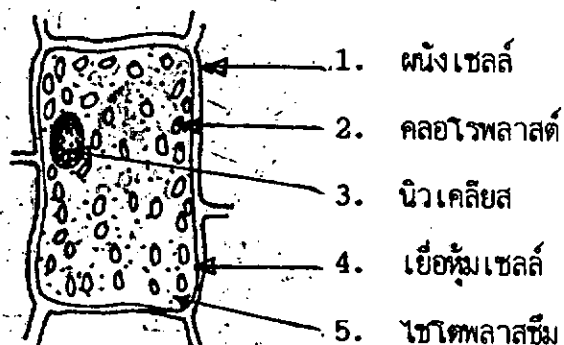
1. บั๊อสบฉบับนี้มี 50 บั๊อ ใ้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง
2. ใ้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย X ลงใน ตัวเลือกที่ต้องการในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้วงกลมกับเครื่องหมาย (X) แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ต้องการใหม่
4. ใ้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น และเลขที่ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วลงมือ ทำข้อสอบ

1. ถ้าเลนส์วัตถุมีกำลังขยาย 4 X , 10 X , และ 40 X ถ้านักเรียนต้องการหาภาพวัตถุ ควรเลือกใช้เลนส์วัตถุที่มีกำลังขยายเท่าก่อน ของกล้องจุลทรรศน์

ก. 4 X	ข. 10 X
ค. 40 X	ง. ควรใช้กำลังขยายมากกว่าจะดี
จ. ใช้กำลังขยายเท่าใดก่อนก็ได้	
2. หน่วยที่เล็กที่สุดของพืชซึ่งสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสมบูรณ์ คือสิ่งใด

ก. ไฮโดพลาสซึม	ข. นิวเคลียส
ค. เซลล์	ง. คลอโรพลาสต์
จ. ไครโมพลาสต์	

ข้อกำหนด จากภาพข้างล่างแสดงส่วนประกอบของเซลล์พืช ให้นำไปใช้ในการตอบคำถาม
ข้อ 3 - 4



3. ส่วนที่ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงให้แก่พืช ซึ่งจะมีเฉพาะเซลล์พืชเท่านั้นได้แก่หมายเลขใด
 - ก. หมายเลข 1
 - ข. หมายเลข 2
 - ค. หมายเลข 3
 - ง. หมายเลข 4
 - จ. หมายเลข 5
4. บริเวณใดที่มีหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของสารบางอย่าง เช่น น้ำ อากาศ อาหารและสารละลายต่าง ๆ
 - ก. หมายเลข 1
 - ข. หมายเลข 2
 - ค. หมายเลข 3
 - ง. หมายเลข 4
 - จ. หมายเลข 5
5. จากการทดสอบหาแป้งในใบพืชต่าง พบว่าส่วนสีเขียวของใบพืชต่างไม่มีแป้ง การทดลองนี้อธิบายข้อใดได้ดีที่สุด
 - ก. การสังเคราะห์แสง จำเป็นต้องใช้แสง
 - ข. ใบเป็นตำแหน่งสำคัญในการสังเคราะห์แสง
 - ค. คลอโรพลาสต์จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสง
 - ง. การหายใจเกิดขึ้นบริเวณที่มีสีเขียวของใบ
 - จ. รอยต่างของใบพืชต่างก็สามารถสังเคราะห์แสงได้

6. สารสีเขียวที่มีอยู่ในเม็ดคลอโรพลาสต์คือสารใด

ก. แคโรทีน

ข. แชนโทฟิลล์

ค. โครโมพลาสต์

ง. คลอโรพลาสต์

จ. เอนไซม์

ข้อกำหนด 1. ต้มใบพืชต่างในแอลกอฮอล์

2. หยดสารละลายไอโอดีนลงบนใบพืชต่าง

3. นำใบพืชต่างไปต้มในน้ำเดือดก่อน

4. ล้างใบพืชต่างด้วยน้ำเย็น

7. ในการทดลองเพื่อศึกษาว่าคลอโรฟิลล์กับการสร้างอาหารของพืช หลังจากที่ได้ใบพืชต่างที่ถูกแสงแดดมาแล้ว 3 ชั่วโมง นักเรียนจะดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนในข้อใด

ก. 1 - 2 - 3 - 4

ข. 3 - 4 - 2 - 1

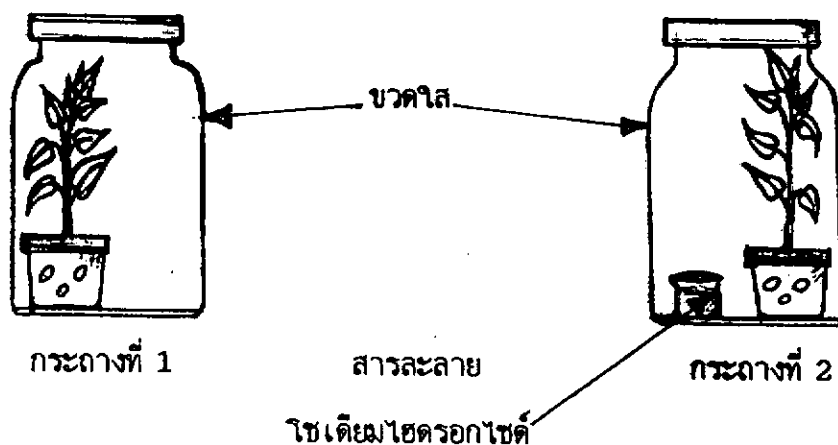
ค. 3 - 1 - 4 - 2

ง. 1 - 3 - 4 - 2

จ. 1 - 2 - 4 - 3

ข้อกำหนด ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 8 - 9

นำพืชทั้ง 2 กระถางที่เก็บไว้ในที่มืด 1 คืนแล้ว นำมาวางไว้ในบริเวณที่มีแสงแดด ดังรูป



8. เติบโตพืชจากกระถางที่ 1 กับที่ 2 มาสกัดคลอโรฟิลล์ออก แล้วนำไปทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน จะสังเกตผลการทดสอบได้ ดังนี้
- ก. เหมือนกันคือใบพืชจากกระถางที่ 1 กับที่ 2 ไม่เปลี่ยนแปลง
 - ข. เหมือนกันคือใบพืชจากกระถางที่ 1 กับที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน
 - ค. ต่างกันคือใบจากกระถางที่ 1 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน แต่ใบจากกระถางที่ 2 ไม่เปลี่ยน
 - ง. ต่างกันคือใบจากกระถางที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน แต่ใบจากกระถางที่ 1 ไม่เปลี่ยน
 - จ. ต่างกันคือใบจากกระถางที่ 1 เปลี่ยนเป็นสีแดง แต่ใบจากกระถางที่ 2 ไม่เปลี่ยน
9. ถ้านำกระถางที่ 1 ไปเก็บไว้ที่มีด 1 คืน แล้วเติมน้ำจากกระถางทั้งสองมาสกัดคลอโรฟิลล์ออกแล้วทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะเกิดผลอย่างไร
- ก. เหมือนกันคือใบจากกระถางที่ 1 กับ 2 ไม่เปลี่ยนแปลง
 - ข. เหมือนกันคือใบจากกระถางที่ 1 กับ 2 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน
 - ค. ต่างกันคือใบจากกระถางที่ 1 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน แต่ใบจากกระถางที่ 2 ไม่เปลี่ยน
 - ง. ต่างกันคือใบจากกระถางที่ 1 ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ใบจากกระถางที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแกมม่วง
 - จ. ต่างกันคือใบจากกระถางที่ 1 ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ใบจากกระถางที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีแดง

ข้อกำหนด จากภาพและข้อมูลต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 10 - 11



นำใบผักบุ้งมา 3 ใบ ดังนี้

ใบที่ 1 เก็บไว้ในตู้มืด

ใบที่ 2 ถูกแสงแดดนาน 3 ชั่วโมง

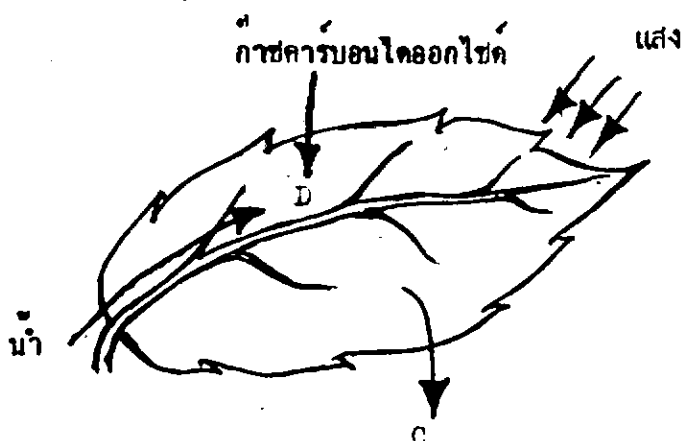
ใบที่ 3 ถูกปิดด้วยกระดาษดำครึ่งใบและถูกแสงแดดนาน 3 ชั่วโมง

นำใบผักบุ้งทั้ง 3 ใบ มาสกัดคลอโรฟิลล์แล้วทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน

10. ผักบุ้งใบใดบ้างจะเกิดการเปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน
- ใบที่ 1 และใบที่ 2
 - ใบที่ 2 และใบที่ 3 เพียงครึ่งใบ
 - ใบที่ 1 และใบที่ 3
 - ใบที่ 1 เท่านั้น
 - ใบที่ 2 เท่านั้น
11. การทดลองตามขั้นตอนจากข้อกำหนดนั้น คำอธิบายใดต่อไปนี้ดีที่สุด
- การสังเคราะห์แสงจำเป็นต้องใช้คลอโรฟิลล์
 - แสงจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสง
 - บริเวณที่ติดกระดาษดำจะไม่เกิดการหายใจ
 - การหายใจเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณที่ถูกแสง
 - แสงจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์

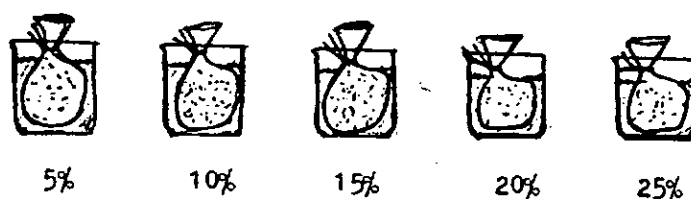
ข้อกำหนด จงศึกษารูปภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 12 ซึ่งรูปภาพนั้นแสดงกระบวนการ

สังเคราะห์แสงของพืช



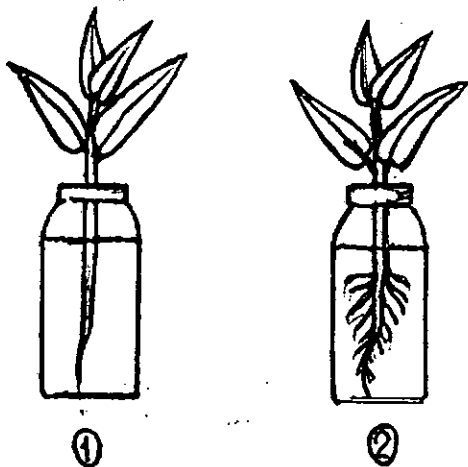
12. สาร D และสาร C เป็นผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้นสาร C และสาร D คือสารใด
- สาร D คือแป้ง, สาร C คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - สาร D คือแป้ง, สาร C คือก๊าซออกซิเจน
 - สาร D คือน้ำตาล, สาร C คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - สาร D คือน้ำตาล, สาร C คือน้ำ
 - สาร D คือไขมัน, สาร C คือน้ำ
13. ผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชมีอะไรบ้าง
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ และน้ำตาล
 - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, น้ำตาลและแป้ง
 - ก๊าซออกซิเจน, น้ำและแป้ง
 - ก๊าซไฮโดรเจน, น้ำและน้ำตาล
 - ก๊าซไนโตรเจน, น้ำและแป้ง

ข้อกำหนด ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 14 เมื่อแช่น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างกัน กระดาษแก้วแล้ววางลงในน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันดังภาพ



14. น้ำเชื่อมในข้อใดที่มีการแพร่ได้ดีที่สุด
- น้ำเชื่อมที่เข้มข้น 5 %
 - น้ำเชื่อมที่เข้มข้น 10 %
 - น้ำเชื่อมที่เข้มข้น 15 %
 - น้ำเชื่อมที่เข้มข้น 20 %
 - น้ำเชื่อมที่เข้มข้น 25 %

ข้อกำหนด ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 15



นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยนำต้นเทียนที่มีขนาดและจำนวนใบเท่ากันมา 2 ต้น ต้นที่ 1 ตัดรากออกหมด ต้นที่ 2 มีราก ใส่ลงในกล่องพลาสติกที่มีน้ำปริมาตรเท่ากัน (200 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ พบว่าปริมาตรของน้ำในกล่องพลาสติกในที่เหลือ 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนปริมาตรของน้ำในกล่องพลาสติกในที่ 2 ลดลงเหลือ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

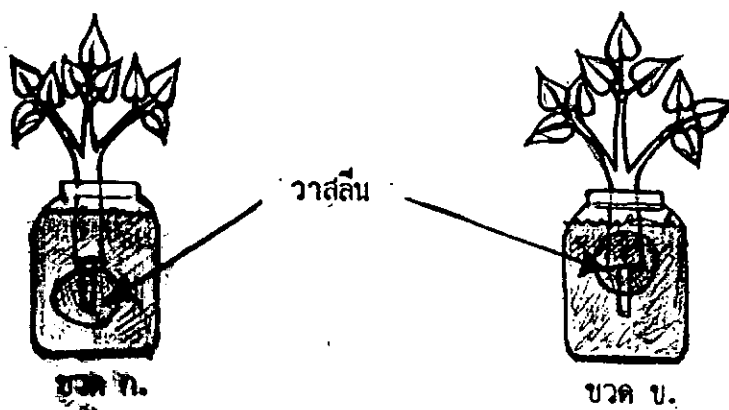
15. การทดลองนี้ต้องการทดสอบสมมติฐานในข้อ

- ก. การดูดน้ำส่วนใหญ่ของพืชเกิดที่ลำต้น
- ข. การดูดน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพืช
- ค. การดูดน้ำของพืชเกิดขึ้นที่ราก
- ง. การดูดน้ำของพืชขึ้นอยู่กับเวลา
- จ. การดูดน้ำของพืชขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะ

16. การใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะของรากซึ่งเริ่มงอกออกจากเมล็ด พบว่าส่วนปลายรากมีขนรากอยู่เป็นจำนวนมาก เหตุผลในข้อใดเหมาะสมที่สุดต่อการสร้างขนรากให้มีจำนวนมาก

- ก. เพื่อช่วยยึดเกาะดินได้มาก
- ข. เพื่อจะได้มีส่วนช่วยสัมผัสกับน้ำและแร่ธาตุได้มาก
- ค. เพื่อป้องกันอันตรายแก่ราก
- ง. เพื่อสะสมอาหาร
- จ. เพื่อช่วยให้ดินร่วนซุย

ข้อกำหนด ให้นักเรียนศึกษาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 17

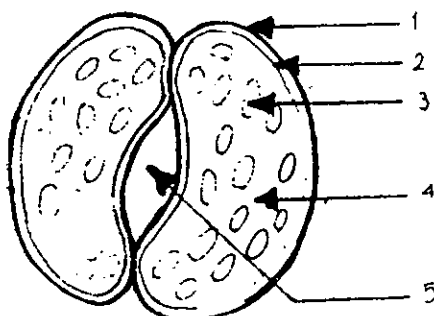


จากภาพเป็นการทดลองเพื่อแสดงส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ ขวด ก. จะทาวาสลินรอบ แกนน้ำ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ทพบว่าใบของกิ่ง ก. เหี่ยว ใบออกสีเขียวและหล่น 7 ใบ ระดับน้ำในขวดลดลงเล็กน้อย ส่วนใบของกิ่ง ข. ยังเขียวสด มีใบหล่นเพียง 1 ใบ ระดับน้ำใน ขวด ข. ลดลงมาก

17. ข้อมูลจากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. ส่วนเปลือกของต้นน้ำทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- ข. ส่วนแกนหรือเนื้อน้ำทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- ค. ทั้งส่วนเปลือกและเนื้อน้ำทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- ง. วาสลินทำหน้าที่ช่วยในการลำเลียงน้ำของต้นน้ำ
- จ. ขนาดของกิ่งและใบมีส่วนช่วยในการลำเลียงน้ำ

ข้อกำหนด จากภาพข้างล่างแสดงลักษณะและส่วนประกอบของเซลล์คุมของพืช ให้นำไปตอบคำถามข้อ 18



18. การคายน้ำของพืชเกิดขึ้นที่ใบเสียเป็นส่วนใหญ่ และการคายน้ำนี้จะเกิดตรงหมายเลขใดของเซลล์คุม

ก. หมายเลข 1

ข. หมายเลข 2

ค. หมายเลข 3

ง. หมายเลข 4

จ. หมายเลข 5

ข้อกำหนด ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19 ในวันที่อากาศปลอดโปร่งแสงแดดจ้า ได้ทำการทดลองการคายน้ำของพืช โดยใช้กิ่งขมา 4 กิ่งที่มีขนาดและจำนวนใบเท่ากัน แต่วางในที่มีอุณหภูมิต่างกันคือ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณที่พืชคายน้ำ (cm^3) ในเวลาต่างกัน (นาที)				
	1	2	3	4	5
25	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
30	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1
35	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
40	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3

19. จากข้อมูลในตาราง ถ้าอุณหภูมิเท่ากับ 37.5°C ในนาทีที่ 1 พืชคายน้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 0.35 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 0.40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 0.45 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 0.50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ. 0.55 ลูกบาศก์เซนติเมตร

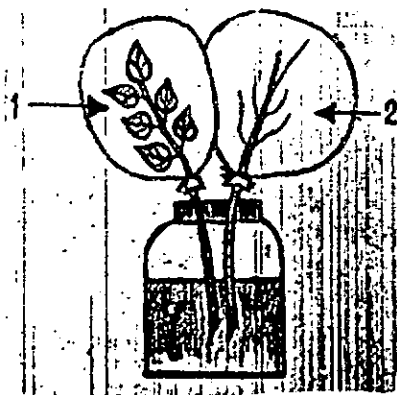
20. เมื่อนักเรียนต้องการย้ายต้นกล้วยไปปลูกยังอีกที่หนึ่ง เพื่อป้องกันการสูญเสีย น้ำ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร

- ก. ตัดรากกล้วยบางส่วนทิ้ง
- ข. ลอกกาบกกล้วยบางส่วนออก
- ค. ำให้ต้นกล้วยถูกแสงแดดให้มากที่สุด
- ง. รดน้ำต้นกล้วยให้ชุ่มที่สุด
- จ. ตัดใบบางส่วนของต้นกล้วยทิ้งไป

21. ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า "แสงมีผลต่อการคายน้ำของพืช" โดยนำต้นเข็มมา 2 กระถาง คลุมด้วยพลาสติกใส นำกระถางที่ 1 ไว้ในที่มืดอีกกระถางไว้ในที่มีแสงแดด ข้อใดแสดงว่าพืชคายน้ำ

- ก. มีหยดน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
- ข. ต้นเข็มสูญเสีย น้ำออกจากต้น
- ค. ต้นเข็มหายใจให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ง. ต้นเข็มหายใจให้ก๊าซออกซิเจน
- จ. อัตราการแพร่ของน้ำในต้นเข็มมากขึ้น

ข้อกำหนด ใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 22



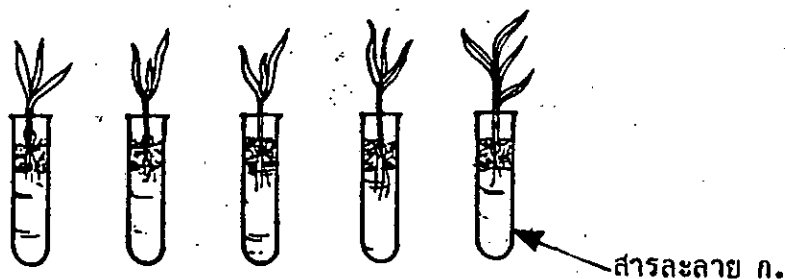
วิธีทดลอง

1. ตัดกิ่งโกศสมา 2 กิ่ง นำมาปักลงในขวด
 2. นำถุงพลาสติกใสมาทุ้มกิ่งที่ 1 และ 2 (ซึ่งกิ่งที่ 2 นั้นเด็ดใบออกจนหมด)
- ตั้งภาพ แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดด
ประมาณ 15 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง
และบันทึกผล

22. การทดลองนี้เพื่อตอบปัญหาคือ

- ก. การคายน้ำของพืชคืออะไร
- ข. พืชคายน้ำเวลาใด
- ค. แสงมีผลต่อการคายน้ำของพืช
- ง. ส่วนใดของพืชที่คายน้ำ
- จ. พืชคายน้ำได้หรือไม่

ข้อกำหนด ภาพต่อไปนี้เป็นการปลูกพืชในสารละลายแร่ธาตุให้นำไปตอบคำถามข้อ 23



23. ถ้าสารละลาย ก. ประกอบด้วยแร่ธาตุบางชนิดเมื่อปลูกพืชไปประมาณ 1 เดือน พบว่าใบของพืชมีสีเหลือง ลำต้นแคระแกร็น จึงนำสารละลาย ก. มาศึกษาว่าขาดแร่ธาตุชนิดใด

ก. ไนโตรเจน (N)

ข. ฟอสฟอรัส (P)

ค. โพแทสเซียม (K)

ง. แคลเซียม (Ca)

จ. กำมะถัน (S)

24. การปลูกพืชโดยใช้สารละลายของสารอาหารของพืช ซึ่งไม่อาศัยดิน เรียกการปลูกพืชแบบนี้ว่า

ก. ไฮเปอร์พอนิกส์

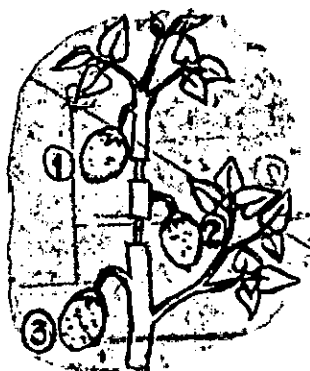
ข. ไฮโรจินิกส์

ค. ไฮโดรพอนิกส์

ง. ไฮโดรคาร์บอน

จ. ไฮเตอร์นิกส์

25.



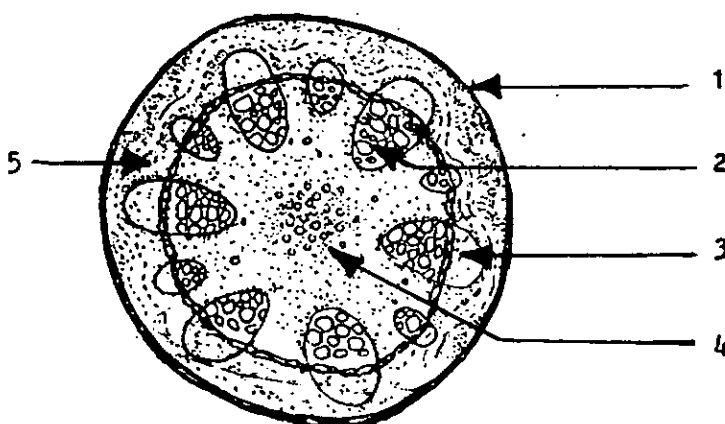
จากรูปแสดงไม้ผลชนิดหนึ่งซึ่งควั่นเปลือกไม้

ออก 2 แห่ง และมีผลไม้ 3 ผล ดังภาพ

จากภาพข้อต่อไปนี้เป็นข้อใดถูกต้อง

- ก. ผลไม้หมายเลข 1 จะไม่โตขึ้นอีก
- ข. ผลไม้หมายเลข 2 จะโตขึ้นได้อีก
- ค. ผลไม้หมายเลข 3 จะไม่โตขึ้นอีก
- ง. ผลไม้หมายเลข 1 และ 3 จะโตขึ้นได้อีก
- จ. ผลไม้หมายเลข 1 และ 2 จะโตขึ้นได้อีก

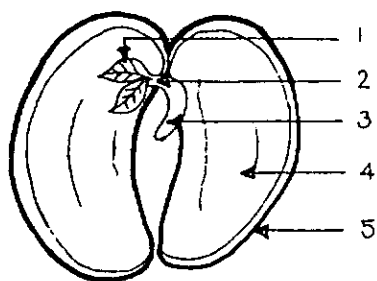
26. หมายเลขใดของภาพต่อไปทำหน้าที่ลำเลียงอาหารในพืช



ภาพแสดงส่วนของลำต้นพืชซึ่งติดตามขวาง

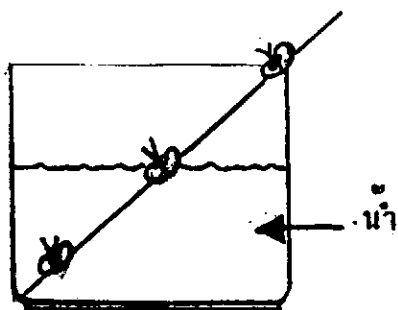
- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4
- จ. หมายเลข 5

27. จากรูปต่อไปนี้ ส่วนแรกของต้นอ่อนที่โผล่พ้นเมล็ดออกมาก่อน คือหมายเลขใด



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

28. นักเรียนคนหนึ่งทดลองเพาะเมล็ดถั่วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในขวดปากกว้าง ทั้งไว้ดังรูป.



เขาสั่งเกตต่อไปและได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

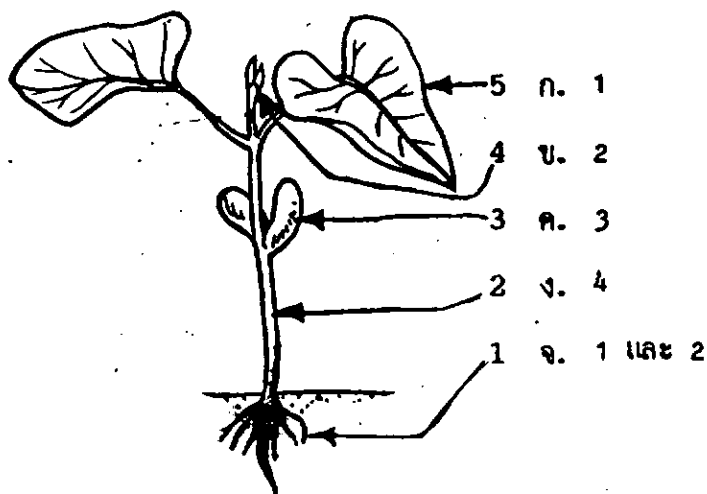
เมล็ดที่ 1 ให้อยู่ในอากาศ ไม่งอก

เมล็ดที่ 2 ให้อยู่ในน้ำและอากาศอย่างละครึ่ง งอกได้

เมล็ดที่ 3 จมน้ำ ไม่งอก ทั้งไว้ต่อไปจะเน่า

จากผลการบันทึกสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. อากาศไม่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
 - ข. น้ำไม่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
 - ค. ทั้งน้ำและอากาศต่างก็ไม่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
 - ง. ทั้งน้ำและอากาศที่เหมาะสมจำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
 - จ. แสงก็จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
29. จากภาพต่อไปนี้ ในระยะแรกสุดของการเจริญเติบโตของต้นถั่ว หมายเลขใดที่มีหน้าที่เหมือนหมายเลข 5



30. เราใช้เกณฑ์ข้อใดในการตัดสินใจว่า "สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต"

1. น้ำหนักเพิ่มขึ้น 2. ส่วนสูงเพิ่มขึ้น 3. เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่
ข้อความใดถูกต้องมากที่สุด

ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 3

ง. ทั้งข้อ 2 และ 3

จ. ทั้งข้อ 1, 2 และ 3

31. เมล็ดของพืชสามารถงอกได้เป็นปกติทั้ง ๆ ที่พืชขาดสิ่งใด

ก. ก๊าซออกซิเจน

ข. น้ำ

ค. แสงสว่าง

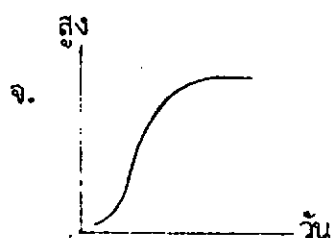
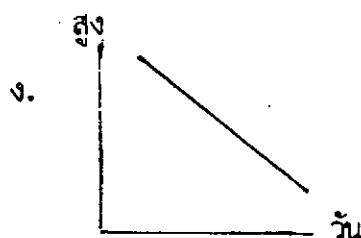
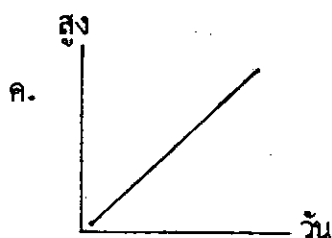
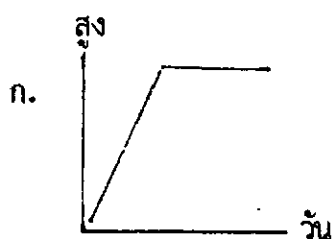
ง. ความชื้น

จ. อุณหภูมิที่พอเหมาะ

32. จากการทดลองปลูกถั่วไว้ 10 ต้นในกระถางเดียวกัน รดน้ำทุกวัน ตั้งให้ถูกแสงแดดแล้ว
วัดการเจริญเติบโตได้คือ

วันที่สังเกต	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)	จำนวนส่วนสูงเฉลี่ย (cm)
3 กพ.	2	10
6 กพ.	4	12
9 กพ.	6	13
12 กพ.	10	18
15 กพ.	16	24
18 กพ.	20	32
21 กพ.	22	34
24 กพ.	21	35
28 กพ.	21	35

จากตารางถ้านำไปเขียนกราฟจะได้ตรงกับข้อใด



33. ถ้าต้นถั่วมีใบ 10 ใบแล้ว ทำการเด็ดใบถั่วออกให้เหลือเพียง 1 ใบ นักเรียนคิดว่าต้นถั่ว น่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

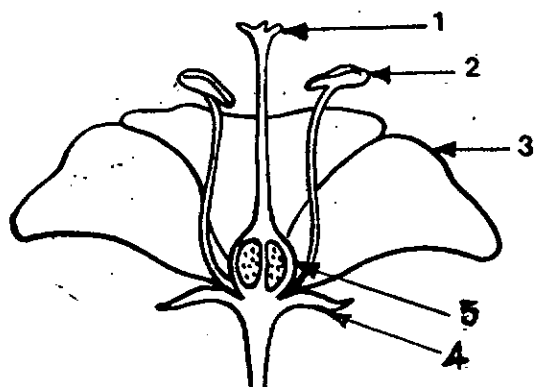
- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| ก. เจริญเติบโตได้เร็วขึ้น | ข. เจริญเติบโตได้ช้ากว่าปกติ |
| ค. รากจะยึดตัวได้เร็วขึ้น | ง. ต้นถั่วจะเหี่ยวและตาย |
| จ. ลำต้นจะแคระแกร็นและตาย | |

34. ดอกไม้ที่มีทั้งกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เราจัดว่าเป็นดอกประเภทใด

- | | |
|------------------|---------------------|
| ก. ดอกครบส่วน | ข. ดอกไม่ครบส่วน |
| ค. ดอกสมบูรณ์เพศ | ง. ดอกไม่สมบูรณ์เพศ |
| จ. ดอกสมบูรณ์แบบ | |

35. คำว่า "การถ่ายละอองเรณู" หมายถึงอะไร
- การผสมเกสร
 - การผสมระหว่างสเปิร์มกับไข่
 - การผสมระหว่างเชื้อตัวผู้กับเกสรตัวเมีย
 - การแลกเปลี่ยนเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมีย
 - การที่ละอองเรณูตกบนยอดเกสรตัวเมีย
36. การปฏิสนธิเกิดขึ้นเมื่อใด
- เมื่อละอองเรณูตกบนยอดเกสรตัวเมีย
 - เมื่อละอองเรณูเริ่มงอก
 - เมื่อละอองเรณูปลิวออกจากอับละอองเรณู
 - เมื่อละอองเรณูงอกหลุดถึงผนังรังไข่
 - เมื่อละอองเรณูงอกหลุดเข้าไปในโอวูลและสเปิร์มเข้าผสมกับไข่
37. จำนวนเมล็ดในผลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนของสิ่งใด
- โอวูล
 - เซลล์ไข่
 - รังไข่
 - ละอองเรณู
 - โพลาร์นิวเคลียส
38. พักทองต้นหนึ่งออกดอกเป็นจำนวนมาก แต่ปรากฏว่าไม่ติดลูกเลย นักเรียนคิดว่าเนื่องจากสาเหตุใดมากที่สุด
- ต้นพักทองต้นนี้เป็นหมัน
 - มีเฉพาะดอกตัวเมียอย่างเดียว
 - มีเฉพาะดอกตัวผู้อย่างเดียว
 - ไม่มีการถ่ายละอองเรณู
 - มีแต่ดอกไม่สมบูรณ์เพศ
39. ดอกไม้ที่เกิดการปฏิสนธิแล้วจะแสดงลักษณะอย่างไร
- กลีบดอกจะเหี่ยว
 - กลีบดอกยังคงสดต่อไป
 - กลีบดอกยังสดและรังไข่สีเหลือง
 - กลีบดอกเหี่ยวและรังไข่สีเหลือง
 - กลีบดอกจะเหี่ยวใน 3 - 4 วัน และรังไข่จะขยายใหญ่ขึ้น

40. จงศึกษาภาพต่อไปนี้



1. อับละอองเรณู
2. ยอดเกสรตัวเมีย
3. กลีบดอก
4. กลีบเลี้ยง
5. รังไข่

ดอกนี้ในกลุ่มใดต่อไปนี้ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับภาพ

- | | |
|--------------|---------------|
| ก. ดอกมะเขือ | ข. ดอกข้าวโพด |
| ค. ดอกฟ้าทอง | ง. ดอกแตงกวา |
| จ. ดอกหมาก | |

41. กำหนดข้อมูลต่อไปนี้

1. ดอกครบส่วนเป็นดอกสมบูรณ์เพศ
2. ดอกสมบูรณ์เพศประกอบด้วยเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย
3. ดอกชบาเป็นดอกสมบูรณ์

ข้อความที่ถูกต้องคือข้อใด

- | | |
|-------------------|----------------|
| ก. ข้อ 1 | ข. ข้อ 1 และ 2 |
| ค. ข้อ 1, 2 และ 3 | ง. ข้อ 2 และ 3 |
| จ. ข้อ 2 | |

42. กลัวยับน้ำพันธุ์ใหม่มีกลิ่นหอมชื่อ "อัครจันทร์" ถ้าเกษตรกรต้องการขยายพันธุ์มาก ในเวลารวดเร็วควรใช้วิธีใด

- | | |
|---------------------------|---------------|
| ก. เพาะด้วยเมล็ด | ข. ปักชำ |
| ค. การเพาะเนื้อเยื่อ | ง. การแยกหน่อ |
| จ. การส่วนข้อของลำต้นไปชำ | |

43. กล้วยไม้จัดเป็นดอกประเภทใด

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. ดอกครบส่วน | 2. ดอกไม่ครบส่วน |
| 3. ดอกสมบูรณ์เพศ | 4. ดอกไม่สมบูรณ์เพศ |
| ก. เฉพาะข้อ 1 | ข. เฉพาะข้อ 2 |
| ค. เฉพาะข้อ 3 | ง. เฉพาะข้อ 4 |
| จ. ทั้งข้อ 2 และ 3 | |

44. การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีใดที่มีโอกาสทำให้พืชกลายพันธุ์ไม่ได้มากที่สุด

- | | |
|--------------------|----------------------|
| ก. การใช้เมล็ดปลูก | ข. การเพาะเนื้อเยื่อ |
| ค. การตอน | ง. การติดตา |
| จ. การทาบกิ่ง | |

45. หน้าที่อะไรที่สำคัญที่สุดของดอกไม้

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| ก. ให้น้ำหวานแก่แมลง | ข. ใช้สืบพันธุ์ |
| ค. ให้อกลิ่นหอม | ง. ให้สีสวยงามแก่โลก |
| จ. ใช้เป็นสื่อรกระหว่างหมู่สาว | |

46. ถ้านักเรียนจะตอนมะกูด จะต้องทำอะไร

จงพิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้

1. หุ้มกานมะพร้าวที่แช่น้ำ
2. พอกด้วยดินร่วมผสมปุ๋ย
3. เลือกกิ่งที่ไม่งแก่และอ่อนเกินไป
4. ควั่นรอบกิ่งได้ข้อ
5. หุ้มด้วยพลาสติก

ข้อความที่ถูกต้องที่สุดคือข้อใด

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

47. การตอนต้นไม้ ต้องควั่นกิ่งและลอกเปลือกออกแล้วใช้สันมีดขีดเพื่ออะไร
- เพื่อเอายางไม้ ออก
 - เพื่อให้สะอาดปราศจากเชื้อโรค
 - เพื่อเอาท่อน้ำออก
 - เพื่อเอาเยื่อเจริญและท่ออาหารออก
 - เพื่อดินที่ใช้พอกตรงรอยควั่นจะได้ติดกับเนื้อไม้ดีขึ้น
48. ถ้ากระชายไม่มีการออกดอกเลย หมายความว่า กระชายไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ต่อไปอีก ใช่หรือไม่เพราะเหตุใด
- ใช่ เพราะกระชายขยายพันธุ์ได้โดยอาศัยเพศเท่านั้น
 - ใช่ เพราะกระชายเป็นพืชดอกที่ต้องการถ่ายละอองเรณูเท่านั้น
 - ไม่ใช่ เพราะกระชายยังสามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้ส่วนของลำต้นงอใต้ดินได้อีกด้วย
 - ไม่ใช่ เพราะกระชายไม่ใช่พืชดอก จึงไม่จำเป็นต้องใช้ดอกขยายพันธุ์
 - ไม่ใช่ เพราะกระชายยังสามารถใช้ลำต้นบนดินขยายพันธุ์ได้อีกด้วย
49. ถ้าท่านต้องการลงทุนทำสวนมะม่วงเพื่อการค้า ท่านจะเลือกวิธีการขยายพันธุ์แบบใดจึงจะทำให้ได้ผลตรงตามพันธุ์เดิม ได้ผลเร็วและเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด
- การตอนกิ่ง
 - การติดตาหรือต่อยอด
 - การทาบกิ่ง
 - การปลูกด้วยเมล็ด
- ข้อความที่ถูกต้องคือข้อใด
- 1 และ 2
 - 2 และ 3
 - 3 และ 4
 - 1 , 2 และ 3
 - 1 , 2, 3 และ 4

50. ผลดีที่จะได้รับจากการปลูกพืชในบริเวณที่เกิดมลภาวะหรือสิ่งแวดล้อมเป็นพิษคืออะไรจะเป็นข้อใดมากที่สุด

- ก. เป็นแหล่งอาหารและพลังงานของสิ่งมีชีวิต
- ข. ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศ
- ค. ช่วยทำให้ชุมชนเหล่านั้นมีความร่มรื่นสบายตา
- ง. เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่าง ๆ
- จ. ทำให้เกิดความสวยงาม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายปรีชา ชื่อสกุล กันตรง

เกิดวันที่ 24 เดือนมิถุนายน

สถานที่เกิด

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

พุทธศักราช 2501

อำเภอกันทรบุรี จังหวัดปราจีนบุรี

บ้านเลขที่ 10 หมู่ 2 ตำบลรอบเมือง อำเภอเมือง

จังหวัดปราจีนบุรี 25000

อาจารย์ 1

โรงเรียนประจันตราชูราษฎร์บำรุง อำเภอประจันตคาม

จังหวัดปราจีนบุรี 25130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2512

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนวัดศรีสุวรรณาราม (หนองบ่อ)

พ.ศ. 2518

มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนผดุงศิษย์พิทยาประจันตคาม

พ.ศ. 2520

ป.กศ. จากวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2523

ป.กศ.สูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครู

เพชรบุรีวิทยาลัยการฯ

พ.ศ. 2525

กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา

พ.ศ. 2534

กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ
ของ
ปรีชา กันตรง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

เมษายน 2534

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน วิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของ โรงเรียนประจันตราษฎ์บำรุง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 88 คน

ผลการศึกษปรากฏว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอน วิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียวคือด้าน ความคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิด ยึดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือ ครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF THINKING SCIENCE PROJECT TITLE IN SCIENCE
TEACHING UPON MATHAYOM SUKSA I STUDENT SCIENTIFIC
CREATIVE THINKING AND SCIENTIFIC ACHIEVEMENT

AN ABSTRACT

BY

PREECHA KANTRONG

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

April 1991

The purpost of this study was to investigate the effect of thinking science project title in science teaching upon Mathayom Suksa I student of Prachantaratumroong, in Prachinburi, during the first semester of 1989 academic year. They were assigned into the experimental and control groups with 44 students in each. The experimental group was taught through thinking science project title; whereas the control group wea taught through the IPST teacher's manual. Randomized control-group pretest-posttest design was used in the study. The t-test was Statistically used for data analysis.

The results of this study indicated that :

1. The scientific creative thinking of the expreimental group was significantly higher than that of the control group at the .05 level.
2. As for the component of scientific creative thinking, the Flucncy of experimental group was significantly higher than the control group at the .01 level but the originiality and the flexibility of both group were not significantly different.
3. The achievement in science of the experimental group was significantly higher than that of the control group at the .01 level.