

การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์
กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

สมบัติญา ศรีภคานนท์

16 ก.ย. 2535

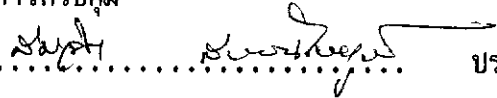
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2535

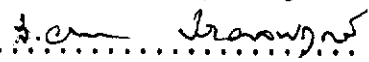
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

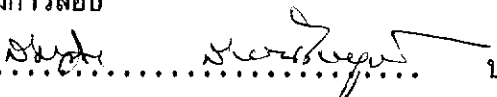
.....  ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวอนไพบูลย์)

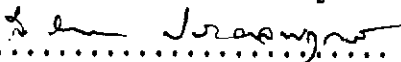
.....  กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ส วาสนา ประवालพฤกษ์)

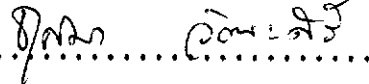
คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวอนไพบูลย์)

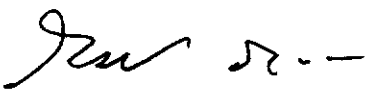
.....  กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ส วาสนา ประवालพฤกษ์)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร. ชุติมา วัฒนาศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ ..5..เดือน...สิ.ห.ค.ม... พศ..2535...

ปริญญานิพนธ์กับนี้
ได้รับทุน"งบประมาณแผ่นดิน"

ประกาศขอบคุณประการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลาย ๆ ท่าน ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ ประธานกรรมการและผู้บริหารสาขาให้ผู้
วิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประวาลพุกษ์ กรรมการที่กรุณาแนะนำช่วยเหลือมา
ด้วยดีตลอด ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี กรรมการสอบและผู้ประสาขาให้
ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ รองศาสตราจารย์
สมจิต สมัตถพันธ์ ผู้ประสาขาให้แก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขา การมัธยมศึกษา ที่ประสาขาและให้
คำแนะนำแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิสุทธิ ศรีเงิน อาจารย์วรารณ รัตนพรเจริญ ที่กรุณา
ช่วยเหลือในการตรวจเครื่องมือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนโรงเรียนยานนาเวศวิทยาคนที่ให้ความสะดวกและ
ช่วยเหลือในการทดลอง เก็บข้อมูล เป็นอย่างดี และขอบพระคุณศูนย์คอมพิวเตอร์โรงเรียน
ยานนาเวศวิทยาคนที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์การพิมพ์ด้วยดี

ขอบพระคุณ คุณแม่ พี่ น้อง ที่ส่งเสริม ช่วยเหลือ และคอยให้กำลังใจตลอดมา
และขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ วิชาเอกการมัธยมศึกษา และวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ทุกท่าน โดยเฉพาะ อาจารย์สุวิมล วิสุทธิกุล อาจารย์ปริญฉัตร พรหมศรี อาจารย์อัญชลีพร
เดชะศิริกุล และอาจารย์อมรพรรณ พิชัยภาพ ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือมาด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องและมีส่วนช่วยเหลือผู้วิจัย ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ด้วย

สมปัญญา ศรีภคานนท์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ _____	1
คำนำ _____	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า _____	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า _____	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า _____	5
นิยามศัพท์เฉพาะ _____	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง _____	12
เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ _____	12
เอกสารเกี่ยวกับการประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ _____	16
เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ _____	19
เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม _____	22
เอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ _____	32
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถและการประเมินการปฏิบัติ _____	34
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ _____	47
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ _____	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง _____	79
สมมติฐานของการวิจัย _____	87
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า _____	88
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง _____	88
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า _____	88

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า (ต่อ)	
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	88
แบบแผนการวิจัย	88
ขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	89
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	90
การสร้างชุดกิจกรรม	90
การสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	95
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	96
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	98
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	101
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	111
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	112
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	112
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	114
การวิเคราะห์ข้อมูล	116
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	116
อภิปรายผลการวิจัย	117
ข้อเสนอแนะ	124
บรรณานุกรม	126

ภาคผนวก ก คะแนนจากการหาคุณภาพแบบประเมินและแบบทดสอบ _____ 139

ภาคผนวก ข คะแนนจากการทดสอบก่อนการเรียนรู้ หลังการเรียนรู้ และการประเมิน _____ 156

ภาคผนวก ค ชุดกิจกรรม แบบประเมินและแบบทดสอบ _____ 167

ประวัติย่อผู้วิจัย _____ 320

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย _____	89
2 ตารางแสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 ที่ใช้เป็นตัวแปรร่วม _____	102
3 ตารางแสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์หลังการเรียน _____	103
4 ตารางแสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลัง การเรียนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 _____	104
5 ตารางเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุด กิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ _____	105
6 ตารางเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ _____	106
7 ตารางเปรียบเทียบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุด กิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ _____	107
8 ตารางเปรียบเทียบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุด กิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ _____	108

9	ตารางเปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์_____	109
10	ตารางแสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของการหาคุณภาพแบบทดสอบฉบับที่ 1_____	140
11	ตารางแสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของการหาคุณภาพแบบทดสอบฉบับที่ 2_____	145
12	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 จากการใช้ t - distribution โดยเทคนิค 25 % แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ_____	150
13	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 จากการใช้ t - distribution โดยเทคนิค 25 % แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ_____	151
14	ตารางแสดงความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา_____	152
15	ตารางแสดงความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา_____	153
16	ตารางแสดงการหาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์_____	154
17	ตารางแสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์_____	157
18	ตารางแสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์_____	159

- 19 ตารางแสดงคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง
วิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ _____ 161
- 20 ตารางแสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของนักเรียน
ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ _____ 163
- 21 ตารางแสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของนักเรียน
ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ _____ 165

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทอย่างมากในการพัฒนาประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้นการพัฒนาประเทศทั่วโลกจึงมีการสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สูงขึ้น (กฤษฎา ธาราสุข. 2531 : 37 ; สุนันท์ สังข์อ่อง. 2529 : 16 และไพโรจน์ ศิริธนากุล. 2528 : 26) ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยนั้น รัฐบาลเกือบทุกสมัยมาได้มีนโยบายที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อการพัฒนาประเทศ นักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีเองก็เช่นกัน ต่างเรียกร้องให้นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาพัฒนาประเทศ เนื่องจากว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำประเทศก้าวไปสู่ความเป็นนิคส์ NICs (Newly Industrialized Countries) (เจริญ วัชรรังษี. 2533 : 2) ซึ่งการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้องพัฒนาทรัพยากรบุคคล ซึ่งได้แก่นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักเทคโนโลยี เพราะว่าทรัพยากรบุคคลเหล่านี้จะช่วยพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าได้ (เสริมพล รัตสุข. 2528 : 6 และโกศล เพ็ชรสุวรรณ. 2529 : 22) จึงเป็นหน้าที่ของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกระดับที่จะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นดังที่ชาติต้องการ

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนต่าง ๆ ใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้นโดยสภามันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหลักการ และทฤษฎีพื้นฐานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์ เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และเกิดความเข้าใจถึงอิทธิพล ผลกระทบ และประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม (กรมวิชาการ. 2532 : 37) ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว การสอนจึงใช้การปฏิบัติการทดลองซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการลงมือทำการทดลอง โดยมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จัดเตรียมไว้ การเรียนการสอนวิธีนี้นักเรียนจะได้คิด ได้ฝึกทักษะในการใช้อุปกรณ์ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นจะต้องให้มีความสามารถด้านฝีมือ เป็นนักวางแผน นักวิจัย นักคิด นักประดิษฐ์ เพื่อผลิตสิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณภาพดีกว่าเดิม จะต้องส่งเสริมให้คนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา ซึ่งจะช่วยให้ชาติพัฒนาขึ้นได้ ดังที่ ฮารี รังสินันท์ กล่าวไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของ

มนุษย์ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ และเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศ ประเทศใดก็ตามที่สามารถพัฒนาศักยภาพของบุคคลในชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากเท่าใด ก็ยังมีโอกาสพัฒนาและเจริญก้าวหน้ามากเท่านั้น (อารี รังสินนท์, 2532 ก : 1) ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์นั้น เห็นได้จากนโยบายการศึกษาของไทยซึ่งให้ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ โดยหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533 ได้กำหนดเป็นจุดมุ่งหมายไว้ว่า มุ่งให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างและปรับปรุงแนวทางปฏิบัติที่จะทำให้เกิดความเจริญแก่ตนเองและชุมชน (กรมวิชาการ, 2532 : 5) และ สสวท. ซึ่งมีหน้าที่พัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ได้มีจุดประสงค์ในการปรับปรุงหลักสูตรว่า เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะได้นำไปสู่การพึ่งตนเองได้ในอนาคต (สสวท. 2531 : 2) ซึ่งจุดประสงค์ดังกล่าวสอดคล้องกับความคิดของเพียเจต์ ที่กล่าวว่า การศึกษาคือการสร้างคนให้สร้างสิ่งใหม่ ๆ ต้องการให้คนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักค้นคว้าและประดิษฐ์ (พรณี ข. เจนจิต. 2528 : 98 ; อ้างอิงมาจาก Piaget n.d.) ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เพียงแต่บรรยายรายการต่าง ๆ ลงไปในสมองของผู้เรียนเท่านั้น สิ่งที่สำคัญในการสอนคือทักษะการคิด และการแก้ปัญหา (นิพนธ์ จิตภักดี. 2530 : 43) เพราะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ที่จะช่วยให้บุคคลพัฒนาปัญญาให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม ความคิดสร้างสรรค์จึงควรได้รับการพัฒนา และถือเป็นเป้าหมายหลักของโรงเรียนที่จะสนับสนุนเป็นพิเศษเพื่อให้เด็กเจริญเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดสร้างสรรค์ (อารี รังสินนท์, 2532 ก : 59 - 60)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกประเภท (ดุขฎี บริพัตร ณ อยุธยา. 2531 : 172) แต่การสนับสนุนให้มีความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนนั้น ตามสภาพความเป็นจริงยังไม่ได้เท่าที่ควร ครูขาดความสนใจที่จะจัดกิจกรรมสอดแทรกเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (นงลักษณ์ การประกอบดี. 2531 : 29) นักเรียนขาดความคิดริเริ่มที่จะค้นคว้าทดลอง และแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อช่วยขยายขอบเขตแห่งความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ให้กว้างขวาง (บุญยืน จิราพงษ์. 2528 : 59) เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์มิได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ นักวิทยาศาสตร์ค้นพบวิทยาการใหม่ ๆ อยู่เสมอ วิทยาการและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ แสดงถึงความก้าวหน้าอันไม่หยุดยั้ง (อำนาจ เจริญศิลป์. 2523 : 6) แต่การเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยได้พัฒนาในเรื่องการสร้างสิ่งประดิษฐ์กัน ผู้ที่จบมัธยมออกไปจำนวนมากที่ไม่เรียนต่อในชั้นสูง ทำให้ไม่สามารถประกอบอาชีพ และรับกับสภาพความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ (เย็นใจ เลหาวนิช. 2529 : 9 ; ไพโรจน์ ศิริธนากุล. 2528 : 19) ซึ่งสาเหตุที่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ของไทยเรายังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควรนั้น เนื่องจากขาดการสนับสนุนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง หลักสูตรที่ใช้ทั่วไปยังเน้นทฤษฎี มีการสอนเพื่อมุ่งพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการที่จะจัดการกับเทคโนโลยีน้อย

และการพัฒนาจิตใจในความจำเป็นที่ต้องสร้างเทคโนโลยีขึ้นเองก็ยังมีน้อย (จุมพล สวัสดิยากร. 2529 : 21 - 29) ควรสอนให้รู้จักใช้ ใช้เป็น รู้อันตราย รู้จักบำรุงแก้ไข รู้จักซ่อมแซมคัดแปลง ให้ดีขึ้น จนถึงขั้นสามารถผลิตขึ้นเองได้ และฝึกอบรมให้มีจิตสำนึกในการประดิษฐ์เทคโนโลยีใหม่ ๆ (พิศาล สร้อยอุทรา. 2530 : 29)

กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอนและกระบวนการฝึก ดังเช่นผลการวิจัยของ ประสาท อิศรบริดา (2532) ได้วิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยกระบวนการฝึก ซึ่งสนับสนุนความเห็นของ ทอร์แรนซ์ (Torrance) ที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน การฝึกฝน และการฝึกปฏิบัติ (อารี รังสินนท์. 2532 ก : 2 ; อ้างอิงมาจาก Torrance n.d.) กิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรเป็นกิจกรรมปลายเปิด อาจกำหนดจุดประสงค์ไว้ หรือเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนคิดค้น และแสวงหาวิธีการไปสู่จุดประสงค์ด้วยตนเอง (ทวีป อภิสิทธิ์. 2529 : 3) และการสนับสนุน ให้มีความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนนั้น ครูจำเป็นต้องสร้างบรรยากาศแห่งการยอมรับแนวคิด ใหม่ ๆ สนับสนุนและให้กำลังใจ แนวคิดที่แปลก ๆ เจตคติของนักเรียนจะเปลี่ยนไปทางบวก เต็มใจคิด เมื่อคิดบ่อย ๆ ครั้ง จะทำให้เกิดบรรยากาศแห่งความคิดสร้างสรรค์ (จุมพล พัฒนสุวรรณ. 2531 : 17 - 18) ซึ่งความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ จากการคิดริเริ่มประดิษฐ์อะไรใหม่ ๆ และจากการคัดแปลงสิ่งเดิมที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ (นิพนธ์ จิตภักดิ์. 2528 : 17)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มาพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะกิจกรรมการประดิษฐ์เป็นแนวทางหนึ่งที่จะสร้างความเข้าใจในการประยุกต์เอาวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้เกิดความคิด สร้างสรรค์ได้ (ไพโรจน์ ศีรธนากุล. 2528 : 19) งานประดิษฐ์จะทำให้ผู้เรียนได้คิด ได้เรียนรู้หลักการ วิธีการ และนำเทคนิคไปใช้คิดค้น ประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือปรับปรุงสิ่งเก่า ให้ดีขึ้นกว่าเดิม ดังที่ โกศล เพ็ชรสุวรรณ (2529 : 22 - 23) กล่าวว่า สิ่งประดิษฐ์ ใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเราได้พยายาม เรียนรู้ เลียนแบบเทคโนโลยีที่ได้พัฒนามาแล้ว จนเรามีประสบการณ์ มีความรู้ เกิดความมั่นใจในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ผู้วิจัยจึง สนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนการสอนสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับลักษณะ วิชา และสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ได้ด้วย

การจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาด้วยชุดอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา และคิด สิ่งเคราะห์เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์ หรือซ่อมแซม คัดแปลง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ จะสามารถ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ เพราะกระบวนการคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ จะใช้กระบวนการ

สร้างสรรค์ ดังที่ ฮัทชินสัน (Hutchinson) ; ทอร์เรนซ์ (Torrance) และไวแกนค์ (Weigand) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า กระบวนการสร้างสรรค์จะมีการเตรียมรวบรวมประสบการณ์เก่ามาครุ่นคิด จนเกิดมองเห็นคำตอบแวบขึ้นมาในสมอง แล้วพิสูจน์ด้วยกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จนเป็นจริง ซึ่งใช้การตั้งสมมติฐานเป็นหลัก (อารายา แสงไชย. 2529 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Hutchinson. 1949 ; Torrance. 1964 ; Weigand. 1971) ด้วยกระบวนการที่กล่าวมานี้ผู้เรียนจะใช้ความสามารถในการสังเคราะห์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ผู้เรียนจะแสดงออกมาในรูปของการปฏิบัติได้ เช่น การประดิษฐ์ การออกแบบ การประกอบ การสร้าง (พิมพ์นธ์ เคชะคุปต์. 2527 : 234) และตรงกับพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการซึ่งเป็นทักษะการคิด แบบอเนกนัย สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังผลการวิจัยของ ชาอูชัย กิจสวัสดิ์ (2529) ; ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2526) และบรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533) ที่ได้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เน้นทักษะขั้นบูรณาการแล้วทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู สสวท. นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติอย่างอิสระ ได้คิดออกแบบ หรือซ่อมแซม ดัดแปลง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ ได้ทดสอบความคิดของตนเอง เมื่อพบความสำเร็จก็จะเกิดความพึงพอใจ อยากที่จะคิด เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังที่ สมจิต สวธนไพฑูย์ (2527 : 30) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรจัดสถานการณ์ที่ยั่วยุ จัดกิจกรรมแบบระดมความคิด จัดกิจกรรมให้ปฏิบัติจริง และจัดกิจกรรมให้ประสบผลสำเร็จ

จากสภาพปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งครูไม่ค่อยสนใจจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีหลายแนวทาง โดยที่การสอนสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นแนวทางหนึ่งที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน เพราะแนวทางการสอนสิ่งประดิษฐ์ จะจัดกิจกรรมให้สร้าง ซ่อมแซม ดัดแปลงและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ จึงน่าจะมีส่วนช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิด สิ่งแปลกใหม่ สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์มาศึกษาโดยให้ผู้เรียนได้คิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์ ปฏิบัติการประดิษฐ์ ปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ และแสดงผลงาน โดยจัดเป็นชุดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดให้ซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน ออกแบบทดสอบสมมติฐาน ปฏิบัติการซ่อม ดัดแปลงและปรับปรุง และเสนอผลงาน ด้วยการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวมานี้ผู้วิจัยจึงมุ่งที่จะศึกษาว่า การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นจะส่งผลต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าทำให้ทราบผลของใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มวิชาเลือกเสรีต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ในการศึกษาค้นคว้า คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนยานนาวาเวชวิทยาคม กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนโครงการร่วมพัฒนาหลักสูตรที่เรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533
2. กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาค้นคว้า คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนยานนาวาเวชวิทยาคม กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 เป็นนักเรียนที่เรียนวิชาเลือกเสรี ว 013 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้มาโดยการจับสลาก 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) นักเรียนจาก 2 ห้องเรียนนั้นมาห้องละ 24 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม โดยวิธีจับสลาก
3. ระยะเวลา การศึกษาค้นคว้าใช้เวลา 24 คาบ สัปดาห์ละ 2 คาบ

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ การสอนโดยใช้
ชุดกิจกรรม 2 แบบ ดังนี้

4.1.1 ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

4.2.1 ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชิ้นงานที่มนุษย์ทำขึ้นจากวัสดุ อุปกรณ์
โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิดออกแบบ คิดแปลง
ปรับปรุง ซ่อมแซม หรือสร้างขึ้นมาใหม่

2. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ที่กำหนดให้นักเรียนคิดและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนศึกษาและ
ปฏิบัติจากชุดกิจกรรมที่มีการวิเคราะห์และรวบรวมอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างเป็นระบบ
นักเรียนสามารถนำอุปกรณ์ไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้หลายอย่าง การทำกิจกรรม
นักเรียนจะทำการเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อย ในชุดกิจกรรมประกอบด้วย ชุดกิจกรรมสำหรับ
นักเรียน และคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู ดังนี้

2.1 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดที่จัดไว้ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางใน
การคิดและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละชุดประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม ข้อแนะนำ
เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1 ชื่อกิจกรรม

2.1.2 ข้อแนะนำ บอกข้อควรปฏิบัติในการทำกิจกรรม และบอกว่าสิ่งใด
ควรทำก่อนหรือหลัง

2.1.3 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียน
อธิบายหลักการ หรือกฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีรูปภาพประกอบ และบอกสมบัติ ประโยชน์
หลักการ ของอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในกิจกรรม

2.1.4 รายการอุปกรณ์ กำหนดรายชื่อและจำนวนอุปกรณ์ที่มีในแต่ละกิจกรรม

2.1.5 กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ระบุสิ่งที่นักเรียนต้องทำกิจกรรม โดยกำหนดให้
มีการบันทึกผลการทำกิจกรรมด้วย ในส่วนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

มีการบันทึกผลการทำกิจกรรมด้วย ในส่วนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

การออกแบบ กำหนดให้นักเรียนคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ แบบ โดยอาศัยอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ ให้นักเรียนเขียนแบบเป็นภาพหลายเส้นพร้อมกับให้ระบุว่าในแบบแต่ละส่วนจะใช้อุปกรณ์ใด กำหนดให้ทำเป็นรายบุคคล

การกำหนดขั้นตอนการประดิษฐ์ ให้นักเรียนเลือกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อตกลงของกลุ่มย่อย ให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ และให้เขียนลำดับขั้นตอนในการสร้างโดยเขียนภาพประกอบด้วย

การปฏิบัติงาน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแบบที่ได้กำหนดไว้แล้วทดลองใช้ เมื่อพบปัญหาให้แก้ปัญหาจนได้สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้งานได้ โดยให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองใช้ปัญหาและการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหาแล้ว

การเสนอผลงาน ให้นักเรียนเสนอผลงานที่ทำขึ้น โดยอธิบายให้เห็นประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

การประเมินผลตนเอง กำหนดให้นักเรียนได้ประเมินความสามารถของตนเอง เป็นการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลขที่ครูได้ระบุพฤติกรรมและระดับความสามารถไว้แล้ว

✕ 2.2 คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดที่จัดไว้ให้ครูได้ศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม จุดมุ่งหมาย ข้อเสนอแนะ เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม การประเมินผล ดังนี้

2.2.1 ชื่อกิจกรรม

2.2.2 จุดมุ่งหมาย ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังจากจบกิจกรรม

2.2.3 ข้อเสนอแนะ บอกสิ่งที่ควรปฏิบัติในการดำเนินกิจกรรมและบอกสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนดำเนินกิจกรรม

2.2.4 เนื้อหาสาระ ให้รายละเอียดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม และบอกสมบัติ ประโยชน์ หลักการของอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม

2.2.5 รายการอุปกรณ์ บอกรายชื่อและจำนวนอุปกรณ์ที่มีในแต่ละกิจกรรม

2.2.6 การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแนะนำการดำเนินกิจกรรม 3 ขั้นคือ ขั้นนำ ขั้นปฏิบัติ และขั้นสรุป

2.2.7 การประเมินผล กำหนดให้ครูประเมินความสามารถของนักเรียนตามแบบประเมินผลซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข โดยกำหนดระดับความสามารถ

เป็น 3 ระดับ คือ 3 หมายถึง ความสามารถสูง 2 หมายถึง ความสามารถปานกลาง และ 1 หมายถึง ความสามารถต่ำ

๙ 3. ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดให้นักเรียนซ่อมแซม ปรับปรุง คัดแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนปฏิบัติจากชุดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ ทำงานไม่ได้ ชำรุด หรือไม่มีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถนำไปปรับปรุง คัดแปลงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้หลายอย่าง การทำกิจกรรมนักเรียนจะทำเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อย ในชุดกิจกรรมประกอบด้วย ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน และคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู ดังนี้

3.1 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดที่จัดไว้ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการคิดซ่อมแซม ปรับปรุง คัดแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละชุดประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม ข้อแนะนำ เนื้อหาสาระ สิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์ และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ดังนี้

3.1.1 ชื่อกิจกรรม

3.1.2 ข้อแนะนำ บอกข้อควรปฏิบัติในการทำกิจกรรม และบอกว่าสิ่งใดควรทำก่อนหรือหลัง

3.1.3 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียนอธิบายหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีรูปภาพประกอบ และบอกหลักการของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม

3.1.4 สิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์ จะบอกชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้และมีภาพของสิ่งนั้นประกอบ

3.1.5 กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ระบุสิ่งที่นักเรียนต้องทำกิจกรรม โดยกำหนดให้มีการบันทึกผลการทำกิจกรรมด้วย ในส่วนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

การทดลองใช้ ให้นักเรียนทดลองใช้หรือเล่นสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้แล้วแก้ไขให้สามารถใช้ได้ โดยกำหนดให้บันทึกผลการใช้และการแก้ไขที่ได้ทำด้วย

การคิดปรับปรุงคัดแปลง กำหนดเงื่อนไขให้ปรับปรุงคัดแปลงเป็นสิ่งอื่น ๆ หรือให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม โดยแนะนำให้ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อ แล้วให้เลือกข้อที่ดีที่สุดมา 1 ข้อ และให้นำของแต่ละคนมารวมกันแล้วตัดสินใจเลือกข้อที่กลุ่มเห็นว่าดีและเป็นไปได้ ในแต่ละขั้นจะให้บันทึกผลไว้ด้วย

การกำหนดขั้นตอนการปรับปรุงคัดแปลง ให้นักเรียนตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ เขียนแบบสิ่งประดิษฐ์ เขียนรายการอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ เขียนลำดับขั้นตอนในการปรับปรุงคัดแปลง

การปฏิบัติงาน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแบบที่ได้กำหนดไว้ และทดลองใช้ ให้ปรับปรุงจนพอใจ เมื่อพบปัญหาให้แก้ปัญหานั้นได้สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้งานได้ โดยให้

บันทึกผลการทดลองใช้ ปัญหาและการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหาแล้ว

การเสนอผลงาน ให้นักเรียนเสนอผลงานที่ทำขึ้น โดยอธิบายให้เห็นถึงงานที่ได้ทำ และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

การประเมินผลตนเอง กำหนดให้นักเรียนได้ประเมินความสามารถของตนเอง เป็นการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลขที่ครูได้ระบุพฤติกรรมและระดับความสามารถไว้แล้ว

✕ 3.2 คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดที่จัดไว้ให้ครูได้ศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม จุดมุ่งหมาย ข้อเสนอแนะ เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม การประเมินผล ดังนี้

3.2.1 ชื่อกิจกรรม

3.2.2 จุดมุ่งหมาย ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังจากจบกิจกรรม

3.2.3 ข้อเสนอแนะ บอกสิ่งที่ควรปฏิบัติในการดำเนินกิจกรรมและบอกสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนดำเนินกิจกรรม

3.2.4 เนื้อหาสาระ หารายละเอียดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม โดยเขียนอธิบายหลักการของสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้

3.2.5 ชุดสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์ จะแสดงภาพสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม และแนะนำครูในการทำให้สิ่งประดิษฐ์ไม่สมบูรณ์

3.2.6 การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแนะนำการดำเนินกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นปฏิบัติ และขั้นสรุป

3.2.7 การประเมินผล กำหนดให้ครูประเมินความสามารถของนักเรียนตามแบบประเมินผลซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข โดยกำหนดระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ คือ 3 หมายถึง ความสามารถสูง 2 หมายถึง ความสามารถปานกลาง และ 1 หมายถึง ความสามารถต่ำ

4. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลของการคิดและการปฏิบัติงานของบุคคล ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เป็นการคิดและการปฏิบัติจริงที่จะก่อให้เกิดผลผลิตของสิ่งประดิษฐ์ที่มีคุณภาพและมีคุณค่า เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นการปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งเดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในการคิดและการปฏิบัติจะทำงานอย่างเป็นระบบ โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์นี้จะวัดเป็น 2 ด้าน ดังนี้

4.1 วิธีดำเนินการ (Procedure) หมายถึง ลำดับขั้นตอนของการคิดประดิษฐ์ เป็นกระบวนการเตรียมงานสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ในการวัดวิธีดำเนินการนั้นจะวัดในขั้นตอนการวางแผน และการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการวางแผน หมายถึง ความสมบูรณ์ของการออกแบบ ความแปลกใหม่ของแบบ ความยากง่ายของแบบ ความเหมาะสมในการเลือกวัสดุอุปกรณ์ การเขียนรายละเอียดของการใช้วัสดุอุปกรณ์ การกำหนดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน การดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน หมายถึง ความคล่องแคล่วขณะปฏิบัติ การปฏิบัติตามแบบและขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุอุปกรณ์พร้อมจะปฏิบัติงาน ความสะอาดเรียบร้อยของสถานที่ปฏิบัติงาน ความระมัดระวังและความปลอดภัย การทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด

4.2 ผลงาน (Product) หมายถึง ผลผลิตที่เกิดจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีดำเนินการ โดยวัดจากคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ และการเสนอผลงาน

คุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ หมายถึง ความสมบูรณ์ ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน ความสวยงามน่าสนใจ สัดส่วนของสิ่งประดิษฐ์ ความแข็งแรงคงทน ความถูกต้องตามแบบ ความเหมาะสมของวัสดุ การทำงานของสิ่งประดิษฐ์ ประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์

การเสนอผลงาน หมายถึง ความคล่องแคล่วในการอธิบาย ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงาน การแสดงความรู้ในงาน การตอบคำถามถูกต้อง

ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์วัดได้จากแบบประเมิน ความสามารถภาคปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมินกับคู่มือการประเมิน เป็นการประมาณค่าแบบตัวเลข โดยกำหนดระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้หลาย ๆ แบบ เป็นความคิดที่จะก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการคิดปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แต่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ หรือเป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ในการคิดจะใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วย

5.1 ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด ความคิดนั้นใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้

5.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายแนวทางในเวลาจำกัด ในการคิดนั้นใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้

5.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดทั่วไป และแตกต่างจากความคิดของบุคคลอื่น ๆ ไม่ใช่สิ่งที่เรียนรู้หรือฝึกหัดในห้องเรียน ไม่ใช่กิจกรรมที่ทำเป็นประจำ ในการคิดจะใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจาก แบบทดสอบของ ทศนิยม พุทธิษลธาร (2517) ; สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ; อุดร จันทร์สร้าง (2527) ; ชชาติชัย วิโรจนะ (2531) ซึ่งผ่านความเห็นชอบแล้วจากผู้ทรงคุณวุฒิและหาคุณภาพแล้วด้วยวิธีการทางสถิติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้เสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม
5. เอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอนวิทยาศาสตร์
6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถและการทดสอบภาคปฏิบัติ
7. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
8. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีความหมายครอบคลุมกว้างขวาง ยากที่จะให้คำจำกัดความสั้น ๆ และมีใจความครบถ้วนได้ ความหมายโดยตรงตามศัพท์ภาษาอังกฤษ "Science" มาจากภาษาละตินว่า "Scientia" ความหมายเดิมของคำคือ รู้ เห็นด้วยชัดเจนด้วยปัญญา หรือเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ (นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2529 : 10)

เรนเนอร์ (นิคม ทาแดง. 2529 : 2 - 3 ; อ้างอิงมาจาก Renner n.d.) ได้รวบรวมนิยาม ของวิทยาศาสตร์ไว้ ดังเช่น

1. วิทยาศาสตร์ คือความพยายามของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ (ของ Duane Roller)
2. วิทยาศาสตร์ คือการสำรวจและการแปลความหมายของเหตุการณ์ ในสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และในร่างกายของเราเอง (Willard Jacobson)
3. วิทยาศาสตร์ คือกลุ่มของมโนคติและแผน เชื่อมโยงมโนคติที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน เป็นชุด ซึ่งพัฒนามาจากผลการทดลองและการสังเกต และกลุ่มของมโนคติและแผนเชื่อมโยงมโนคติเหล่านี้ ส่งผลให้มีการทดลองและการสังเกตต่อไป

สมจิต สวณไพบูลย์. (2532 : 22 - 30) กล่าวไว้ว่า วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบัน หมายถึงส่วนที่เป็นความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) ดังรายละเอียดคือ

1. ประเภทความรู้วิทยาศาสตร์

ความรู้วิทยาศาสตร์ก็คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นก็จะรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งอาจจะจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภทคือ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis)

2. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยทั่วไปเมื่อเรามีความสนใจหรือต้องการแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็จะต้องหาทางค้นคว้าหาคำตอบ มีหลายวิธีแต่ที่นิยมกันได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นดังนี้

2.1 ระบุปัญหา

2.2 ตั้งสมมติฐาน

2.3 พิสูจน์หรือทดลอง

2.4 สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงไรยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า "เจตคติทางวิทยาศาสตร์" ซึ่งประกอบด้วย

1. ความมีเหตุผล
2. ความอยากรู้อยากเห็น
3. ความมีใจกว้าง
4. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
5. ความเพียรพยายามและความอดทน
6. ความละเอียดถี่ถ้วน

ทพวงมหาวิทยาลัย (2523 : 3) ได้สรุปไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า วิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย ตัวความรู้ (Body of Knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2529 : 11) ให้ความเห็นว่า วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและการรวบรวมข้อมูลวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำ (Organization) และการตีความหมาย (Interpretation) ของข้อมูลที่รวบรวมมาได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เพราะวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายและขยายขอบเขตของประสบการณ์ของมนุษย์ให้ลึกซึ้งกว่าสิ่งที่รับรู้จากประสาทสัมผัสโดยตรง ทั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมทั้งปวง วิทยาศาสตร์เป็นผลงานของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลที่ยุติแล้ว (Static) และได้ถูกสะสมเรียบเรียงเป็นระบบความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของมนุษย์ เป็นองค์แห่งความรู้ด้านเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อเท็จจริง (Fact) หลักการ (Principle) มโนคติ (Concept) สมมติฐาน (Hypothesis) ทฤษฎี (Theory) กฎ (Law) แต่ผลงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้คงที่ มีการปรับเปลี่ยนให้ความรู้ถูกต้องยิ่งขึ้นและค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนที่เป็นพลวัต (Dynamic) ส่วนนี้เองที่เป็นองค์ประกอบด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล ส่วนที่เป็นกระบวนการนี้ดำเนินการต่อ ๆ กันมาด้วยนักวิทยาศาสตร์ซึ่งมีจิตใจและความคิดเป็นตัวควบคุมอยู่ นักวิทยาศาสตร์จะต้องรู้คุณค่าของการคิดตามเหตุและผล เห็นความสำคัญของเสรีภาพแห่งความคิด มีข้อสงสัยในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา จึงจะเป็นสภาพจิตใจที่จะทำให้เกิดกิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ ดังนั้น โดยสรุปแล้ววิทยาศาสตร์จึงมีองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบด้านเนื้อหา
2. องค์ประกอบด้านกระบวนการ
3. องค์ประกอบด้านเจตคติ

1.2 วิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ในส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ส่วนหนึ่งเป็นวิชาบังคับแกน และอีกส่วนหนึ่งเป็นวิชาเลือกเสรี โดยมีจุดประสงค์โดยรวมดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต

1.3 โครงสร้างวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น

วิชาบังคับแกน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ว 101 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 102 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ว 203 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 204 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ว 305 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 306 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

วิชาเลือกเสรี

ว 011 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 012 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 013 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 014 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 015 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 016 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 017 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 018 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

ว 019 วิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

เงื่อนไขการเลือกวิชาเลือกเสรี

1. การเลือกวิชาเลือกเสรีไม่จำเป็นต้องเลือกเรียนตามลำดับรายวิชา
2. รายวิชา ว 015 ควรเลือกเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากที่เรียนรายวิชา ว 203 มาแล้ว
3. รายวิชา ว 016 ว 017 ว 018 และ ว 019 ควรเลือกเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

มนุษย์รู้จักประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่โบราณมาแล้ว มนุษย์ในยุคเริ่มแรกจำเป็นต้องประดิษฐ์อาวุธ เครื่องมือบางอย่าง เพื่อช่วยในการดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น หอก กระบอง ธนู ขวาน และลูกศร ของใช้ทุกอย่างที่มีใช้กันอยู่ทุกวันนี้ล้วนถูกค้นพบหรือถูกประดิษฐ์ขึ้นมาก่อนทั้งสิ้น (ศศิเกษม ทองยง. 2521 : 2)

การจัดการศึกษาในระบบโรงเรียนได้บรรจุงานที่เกี่ยวกับอาชีพให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ ตั้งแต่ในระดับประถมศึกษา เรียกว่า การงานและอาชีพ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก็ได้บรรจุวิชาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติด้วย เรียกว่า การงานและอาชีพ ซึ่งอยู่ในหมวดวิชา คหกรรม และอุตสาหกรรม ในส่วนที่เป็นวิชาการประดิษฐ์ที่เห็นชัดเจนมาก จะเป็นรายวิชา ง 015 และในวิชาศิลปศึกษา รายวิชา ศ 0111 การออกแบบ วิชาเหล่านี้จะมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการประดิษฐ์ ตกแต่ง และมีความคิดสร้างสรรค์

งานประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น จะเห็นได้ในรายวิชาเลือกทุกรายวิชา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน รายวิชา ว 013 (ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้า) มีจุดประสงค์เพื่อให้มีความสนใจ ความรัก และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการคิดแปลง และประดิษฐ์อุปกรณ์ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้าอย่างง่าย ซึ่งมีคำอธิบายรายวิชาว่า ศึกษาและทดลองสร้างอุปกรณ์ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้าอย่างง่าย ออกแบบ คิดแปลงหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ใหม่ เพื่อให้อุปกรณ์ผลิตละมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เนการประกอบขนสวนนี้ คิดแปลง และประดิษฐ์อุปกรณ์ (กรมวิชาการ. 2532 : 41)

โกศล เพ็ชรสุวรรณ (2528. 20 - 29) ได้กล่าวถึงการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ว่า การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเราพยายามเรียนรู้เลียนแบบเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนามาแล้ว จนเรามีประสบการณ์มีความรอบรู้ จนเกิดความมั่นใจ เกิดความคิดเป็นของตนเองที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ และจากประสบการณ์ที่ได้สะสมมานั้นเองจะทำให้เกิดการพัฒนาล้างประดิษฐ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา และถ้าได้มีการสนับสนุนการพัฒนาเหล่านี้อย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เกิดวิวัฒนาการของเทคโนโลยีจนมีสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เกิดตามขึ้นมาอย่าง

เป็นระบบ และในที่สุดเราก็จะมีเทคโนโลยีที่สามารถยกฐานะทางเศรษฐกิจของประเทศได้

การสร้างสรรคหรือการประดิษฐ์จะพัฒนาขึ้นได้ไหม เย็นใจ เลขาพนิช (2529 : 11) กล่าวว่าการประดิษฐ์เป็นการสร้างสรรคที่มีการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีซึ่งเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากการสร้างสรรคต้องอาศัยวงจรการพัฒนามาใช้ เช่นในการสร้างจรวด ก็ต้องเริ่มออกแบบทดลอง จนกระทั่งปรับปรุง และสุดท้ายจึงจะได้ของดี ๆ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ขึ้นอยู่กับ การประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์คิดค้นถ้าว่างเงื่อนไขไว้ว่าสิ่งที่ทำนั้นเป็นของใหม่ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีใครเคยทำในโลกมาก่อนจะเป็นเรื่องที่ยากที่สุด แต่ในหลายอย่างของ ประวัติการประดิษฐ์คิดค้นจะพบว่า เป็นเรื่องที่เคยทำมาแล้ว ถ้านำมาคิดต่อหรือดัดแปลง ปรับปรุงก็ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1 ความหมายของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

การประดิษฐ์ หมายถึงการรู้จักคิดสร้าง หรือจัดทำสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้อง กับความต้องการ หรือจัดทำขึ้นเพื่อความเพลิดเพลินในยามว่าง โดยการนำวัสดุเหลือใช้ หรือ วัสดุที่มีในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ให้มีคุณค่าสามารถนำไปใช้ได้ตามต้องการ (ไพฑูริย์ เจริญกุล. 2532 : 713 - 715) งานประดิษฐ์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักนำเอาวัสดุเหลือใช้มา ประดิษฐ์เป็นสิ่งที่ของเครื่องใช้ที่มีคุณค่าขึ้น และยังทำให้รู้จักทำสิ่งของต่าง ๆ ขึ้นใช้เองได้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2525 : 503) ได้นิยามคำว่า ประดิษฐ์ ดังนี้ ถ้าเป็นกริยา หมายถึง ตั้งขึ้น จัดทำขึ้น คิดทำขึ้น สร้างขึ้น แต่งขึ้น ถ้าเป็น คุณศัพท์ หมายถึงที่จัดทำขึ้นให้เหมือนของจริง

สอ เศรษฐบุตร (Sethaputra. 1940 : 725 และ 2531 : 385) ได้ให้ความหมายของคำ Invention ไว้ว่า ประดิษฐ์ ช่างคิด เนรมิต ช่างประดิษฐ์ ในการประดิษฐ์ งานงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนิยามคำว่า สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชิ้นงานที่มนุษย์ ทำขึ้นจากวัสดุอุปกรณ์ โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิดออกแบบ ดัดแปลง ปรับปรุง ซ่อมแซม หรือสร้างขึ้นมาใหม่

2.2 การจัดการสอนสิ่งประดิษฐ์

ประกาศ แสงเพชร (2517) ได้กล่าวถึงการสอนงานประดิษฐ์ว่า ความสำเร็จของการสอนงานประดิษฐ์ขึ้นอยู่กับจัดการสอนตามความสนใจและความต้องการของเด็ก ดังนั้นการจัดครูที่ดี การจัดอุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเพียงพอ จึงเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการสอนงานประดิษฐ์อย่างมาก

ไพฑูริย์ เจริญกุล (2532 : 715 - 716) ได้กล่าวว่า การจัดการสอนงานประดิษฐ์

ในโรงเรียนที่มุ่งที่จะฝึกและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การนำเอาวัสดุที่มีในท้องถิ่น มาคิดประดิษฐ์ดัดแปลงให้เป็นของเล่น ของใช้ ของประดับตกแต่ง ให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถ
2. การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำงานได้เหมาะสมถูกวิธีและปลอดภัยตลอดจนรู้จักเก็บรักษาเมื่อใช้เครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว
3. กระบวนการทำงานของงานต่าง ๆ จะมีการทำงานที่เป็นขั้นตอน ตามลำดับ จากง่ายไปหายากได้ถูกต้องและรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา แรงงาน และเงิน เป็นสำคัญ
4. ทักษะในการทำงาน ได้แก่การฝึกทักษะเพิ่มเติมในเรื่องการใช้เครื่องมือ ความคล่องแคล่วในการทำงานต่าง ๆ ตามวัยของนักเรียน
5. การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2532 : 411) กล่าวว่าไว้ว่าการสอนงานประดิษฐ์และงานช่าง เป็นการสอนให้รู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักแก้ปัญหา สามารถช่วยตนเองและสังคมได้ เพราะนักเรียนต้องเริ่มต้นคิดออกแบบลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ซึ่งต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อประโยชน์ใช้สอย คิดถึงวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือประดิษฐ์ คิดวางแผน กระบวนการเหล่านี้จะทำให้นักเรียนคิดเป็น ต่อไปจะลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จริง ทำเป็น เมื่อมีการทำงานก็ต้องมีข้อบกพร่อง ผิดพลาด เกิดปัญหา นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจึง แก้ปัญหาเป็น เมื่อฝึกกระบวนการเหล่านี้บ่อย ๆ ก็สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองอย่างมั่นใจ และศิริลักษณ์ ศรีกมล ยังได้เสนอแนะวิธีสอนงานประดิษฐ์ไว้หลายวิธี

1. การสาธิต โดยครูแสดงการทำงานเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งอธิบายอย่างละเอียด
2. การกำหนดงาน ครูกำหนดงานให้นักเรียนทำ นักเรียนวางแผนปฏิบัติงาน คิดสร้างสรรค์รูปแบบของงานด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องเรียนรู้พื้นฐานของงานมาก่อน
3. ศูนย์การเรียนรู้ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียนในศูนย์ต่าง ๆ ครูจัดเตรียมบทเรียน หรืองาน วัสดุ อุปกรณ์ แต่ละศูนย์
4. การศึกษาดด้วยตนเอง ครูเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษาตามแนวทางที่ครูจัดไว้ เช่น ค้นคว้ารายงานตามหัวข้อที่กำหนด
5. การศึกษานอกสถานที่ เหมาะสำหรับการให้ความรู้พื้นฐานทั่วไป เกี่ยวกับงาน เช่น การจัดให้นักเรียนฝึกงานในท้องถิ่น
6. การบรรยายโดยวิทยากร งานประดิษฐ์มีหลายแขนง ครูย่อมไม่ชำนาญทุกงาน การเชิญแหล่งวิทยากรมาบรรยายจะเปิดโอกาสที่ดีให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์

วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีด้วยกัน แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าวิธีสอนหรือกิจกรรมใด ๆ เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะวิธีสอนและกิจกรรมแต่ละแบบต่างก็มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป การกำหนดวิธีสอนและกิจกรรมที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่ผู้สอนจะต้องกระทำอย่างรอบคอบ ซึ่ง สุจินต์ วิศวรธีรานนท์ (2527 : 108 - 109) ได้เสนอแนวทางในการเลือกวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. พิจารณาวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ความสนใจของกลุ่มผู้เรียน จำนวนผู้เรียน ระยะเวลาและเนื้อหาสาระ
 2. ไม่ควรยึดวิธีสอนหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งเป็นวิธีสอนอย่างเดียวเสมอไป
 3. กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้แก่ผู้เรียน ควรตอบสนองวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ทั้งด้าน ความรู้ เจตคติ และทักษะ
 4. กิจกรรมการเรียนการสอนควรให้เรียงลำดับจากกิจกรรมที่ง่ายไปสู่กิจกรรมที่ซับซ้อน
 5. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุความสำเร็จตามความสามารถของเขา
 6. ควรพิจารณาถึงขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน
- วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีซึ่งผู้วิจัยจะยกมากล่าวไว้พอสังเขปโดยอาศัยเอกสารของ สมจิต สวอนไพบูลย์ (2532) ดังนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบนี้จำเป็นต้องใช้กิจกรรมการทดลองกับการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนตามแนวการสอนของ สสวท. 3 ขั้น ดังนี้

- 1.1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion)
- 1.2 การทดลอง (Experiment)
- 1.3 การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion)

2. การสอนแบบปฏิบัติการ การสอนแบบนี้มีการเรียกชื่อหลายอย่าง 'เช่น การสอนแบบทดลอง การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แต่ก็มีหลักการเช่นเดียวกันคือ

2.1 ขั้นเตรียมการ

ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาหัวข้อที่จะทำการทดลอง แต่ถ้าทราบผลการทดลองอยู่แล้ว ก็อาจเริ่มต้นด้วย การออกแบบการทดลอง เตรียมอุปกรณ์เป็นลำดับต่อมา

ขั้นเตรียมการนี้เป็นขั้นที่พัฒนาความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ครูควรระลึกไว้เสมอว่า เรื่องที่จะทดลองควรพยายามให้เกิดความต้องการของนักเรียนโดยตรง จะเป็น

การกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการทดลองในลำดับต่อไปอย่างมีความหมายและอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ได้เตรียมไว้โดยครูต้องคอยดูแลใกล้ชิดและพยายามให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

2.3 ขั้นสรุปและประเมินผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุปผลการทดลองโดยนักเรียนนำข้อมูลที่ยืนยันได้รายงานเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม หรือรายงานตามหัวข้อการทดลองของตน ครูเพิ่มเติมหรือแนะนำในสิ่งที่ยังบกพร่อง รวมถึงร่วมกันประเมินวิธีการทำงานร่วมกัน

ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการทดลองนั้น (สมสุข อีระพิจิตร. 2527 : 29 - 30) กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการทดลองแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งตามปกติจะแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error Experiment) เป็นวิธีการทดลองที่ไม่มีหลักเกณฑ์อะไรนัก แต่เมื่อบางปัญหาไม่สามารถทำการทดลองอย่างเป็นระบบได้ก็ต้องใช้การทดลองแบบลองผิดลองถูก จนกว่าจะได้คำตอบออกมา

2. การทดลองแบบไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ (Non-Controlled Experiment) การทดลองประเภทนี้ไม่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว ทำการทดลองเพื่อหาคำตอบจากกลุ่มทดลองนี้ ลักษณะการทดลองนี้ทั้งการทดลองง่าย ๆ ไปจนถึงการทดลองที่มีแบบแผน

3. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ (Controlled Experiment) การทดลองแบบนี้ จะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม หรือ หลาย ๆ กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบหรือตรวจสอบซึ่งกันและกันโดยแต่ละกลุ่มมีสมบัติและสิ่งแวดล้อมเหมือนกันทุกประการ จนถือได้ว่าไม่มีอะไรต่างกัน กลุ่มหนึ่งเรียกว่า กลุ่มควบคุม (Controlled Group) ซึ่งเป็นกลุ่มสำหรับเปรียบเทียบกับอีกกลุ่มหนึ่งโดยผู้ทดลองจะต้องควบคุมให้อยู่ในสภาวะปกติทุกประการ ส่วนกลุ่มอื่น ๆ เรียกว่า กลุ่มทดลอง (Experiment Group) เป็นกลุ่มที่จัดให้เหมือนกลุ่มควบคุมทุกประการ ต่างกันที่เราใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลเข้าไปเท่านั้น

3. การสอนแบบวิธีวิทยาศาสตร์

สมสุข อีระพิจิตร (2527 : 23 - 28) กล่าวว่าว่าการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ทั้งหลายขึ้นมา นั้น เป็นผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่อาจจะได้มาจากการทดลอง (Experiment) หรือการปฏิบัติการในห้องทดลอง (Laboratory Work) การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จึงได้เน้นที่การพัฒนาการทดลอง ทั้งนี้เพื่อพัฒนาความคิดและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนได้ลงมือทดลองจะทำให้เขาได้พบว่ามีข้อมูลต่าง ๆ นั้นเขาได้ค้นพบด้วยตนเอง เช่นเดียวกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขึ้นกำหนดปัญหา ได้แก่การระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากความอยากรู้ อยากเห็น

3.2 ขึ้นทดลองและสังเกต ได้แก่การดำเนินการทดลองพร้อมไปกับการสังเกตผลการทดลองว่ามีอะไรเกิดขึ้น

3.3 ขึ้นสรุปผลการทดลอง เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลอง ประกอบกับทักษะที่ใช้ในการสังเกต ซึ่งเป็นคำตอบปัญหาที่กำหนดขึ้น

ในการสอนแบบนี้ขึ้นอาจจะมีขั้นตอนแตกต่างกันไปบ้าง ตามความซับซ้อนของปัญหา ประสิทธิภาพในการทดลอง ความสามารถและทักษะของผู้สอน ดังนั้นอาจจะมีขั้นตอนดังนี้

1. ขึ้นกำหนดปัญหา
2. ขึ้นตั้งสมมติฐาน
3. ขึ้นทดลองและสังเกต
4. ขึ้นสรุปผลการทดลอง

4. การสอนแบบอภิปราย เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยเสรีตามวิธีการประชาธิปไตย มุ่งให้ผู้เรียนมีโอกาสสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือพิจารณาหัวข้อที่กลุ่มสนใจร่วมกัน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

4.1 ขึ้นเตรียมการ โดยกำหนดรูปแบบของการอภิปราย กำหนดหัวข้อ หรือปัญหาที่จะอภิปราย กำหนดจุดประสงค์ ขอบข่าย เวลาของการอภิปราย ให้ผู้อภิปรายเตรียมตัวศึกษาหาความรู้

4.2 ขึ้นอภิปราย ครูใช้คำถามกระตุ้นให้คิดตาม ถามผู้เรียนให้ทั่วถึง หาอุปกรณ์ประกอบการอภิปราย ใช้เทคนิคการเสริมแรง

4.3 ขึ้นสรุปและประเมินผล ครูชักถามให้นักเรียนช่วยกันสรุป สังเกตการแสดงออกของนักเรียนในด้านความคิดที่เป็นเหตุผล

5. การสอนแบบสาธิต เป็นการจัดกิจกรรมโดยมีผู้แสดงการกระทำให้นักเรียนดู อาจเป็นครูหรือนักเรียนแสดงก็ได้ มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขึ้นเตรียมกิจกรรม ครูเตรียมหัวข้อเรื่อง อาจจะระบุในรูปปัญหา เตรียมคำถาม เตรียมการสาธิต

5.2 ขึ้นดำเนินการสาธิต ผู้สาธิตแสดงประกอบการอธิบาย และการชักถามไปด้วย

5.3 ขึ้นสรุปและประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้จากการสาธิต

6. การสอนแบบโครงการ เป็นการมอบหมายงานให้นักเรียนทำด้วยตนเอง นักเรียนได้ลงมือทำทุกอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ขึ้นเตรียมงาน ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในปัญหาใดปัญหาหนึ่ง อาจให้นักเรียนเลือกเอง หรือครูตั้งปัญหาให้นักเรียนเลือก

6.2 ขึ้นวางแผน นักเรียนกำหนดจุดประสงค์ของเรื่อง และปัญหาให้ชัดเจน กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง วางแผนการดำเนินการรวบรวมข้อมูล ครูเป็นที่ปรึกษา

6.3 ขึ้นดำเนินการ นักเรียนจะดำเนินงานตามที่ได้วางแผนไว้ และอยู่ภายใต้การดูแลของครู

6.4 ขึ้นสรุปผลงาน นักเรียนช่วยกันสรุปผลงานทั้งหมด ประเมินผลงานของตนเอง หรือของกลุ่ม เสนอข้อคิดเห็น กำหนดรูปแบบของรายงาน

จากการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ทุก ๆ แบบ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก แต่มีรายละเอียดในขั้นตอนต่างกัน โดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะเริ่มจากมีปัญหาที่จะเรียน แล้วร่วมกันกำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แล้วลงข้อสรุป เพื่อเป็นความรู้ เป็นข้อค้นพบต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นนำ
2. ขั้นปฏิบัติ
3. ขั้นสรุป

4. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม

4.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้

ชุดการสอน (Instructional Package) เป็นคำที่ใช้กันมาดั้งเดิม การใช้คำว่าชุดการสอนทำให้เกิดความคิดว่าเป็นสื่อการเรียนที่จัดไว้ให้ครูเป็นผู้ใช้ ในปัจจุบัน นักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า ชุดการเรียนรู้ (Learning Package) เพื่อเข้าถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (ภาณุจนา เกียรติประวัติ. 2524 : 60 - 61) ชุดการเรียนรู้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนรู้สำเร็จรูป ชุดการสอนรายบุคคล ชุดกิจกรรม ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้

แคปเฟอร์ และแคปเฟอร์ (บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. 2533 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Kapfer and Kapfer. 1972 : 3 - 10) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดการเรียนรู้เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และการรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดการเรียนรู้ นั้นมาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้

4.2 จิตวิทยาที่ใช้ในชุดการเรียนรู้

บลูม (วิชัย คีตสระ. 2533 : 249 - 250 ; อ้างอิงมาจาก Bloom. 1976) กล่าวไว้ว่าการสอนที่มีคุณภาพ ประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการคือ

1. การให้แนวทาง (Cues) คือคำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Participation) กิจกรรมการเรียนรู้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก
3. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของคำชม หรือการเสริมแรงภายใน เช่น ความอยากรู้ อยากเห็น
4. การให้ผลย้อนกลับ และการแก้ไขสิ่งบกพร่อง (Feedback and Correction) การแจ้งผลการสอบย่อยแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองบกพร่องในเรื่องใด และครูต้องสอนซ่อมเสริมตรงไหน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 119) กล่าวว่าไว้ว่ามีแนวคิดจิตวิทยาในการสร้างนวัตกรรมดังนี้คือ

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
3. มีสื่อการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน แทนการสอนของครู
4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้นำเป็นนักเรียนเป็นผู้มีอิทธิพลมาก

4.3 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้

ลัดดา สุขปรีดี (2523 : 32) กล่าวว่าไว้ว่า ชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน
3. บัณฑิตแนะนำวิธีการเรียน
4. สื่อการเรียนรู้
5. ข้อทดสอบหลังเรียน

คาร์ดาเรลลี (บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม, 2533 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Cardarelli, 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่าประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การทดสอบก่อนการเรียนรู้

6. กิจกรรมการเรียนรู้
7. คำถามทบทวนและแนวทางในการตอบ
8. การทดสอบย่อย
9. การทดสอบขั้นสุดท้าย

ดีวิต และดรอกโกเวอร์ (Devito and Drokover. 1976) ได้ทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีชื่อว่า "Creative Sciencing : Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาอีก ชุดกิจกรรมมีรูปแบบดังนี้

1. ปัญหาที่จะนำไปสู่กิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ ที่เป็นการบรรยาย หรือกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากสถานการณ์
4. ข้อเสนอแนะ เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการทำกิจกรรมต่อไป
5. คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดเจตคติ และความสนใจ ที่จะประกอบกิจกรรม หรือ

ดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

4.4 คุณค่าของชุดการเรียนรู้

กรินวาลด์ (เขาวีเย่ อะยะวงส์. 2524 : 32 ; อ้างอิงมาจาก Grinewald. 1975) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่ารู้อะไรบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรบ้าง
3. สื่อสารต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
4. ชุดการเรียนรู้มีการแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น
5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้วย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือทำกิจกรรมต่อไป

4.5/ ชุดกิจกรรม

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม พบว่าการใช้ชุดกิจกรรมในการสอนเป็นนวัตกรรมทางการสอนที่คืออย่างหนึ่ง เพราะสามารถพัฒนาพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้นมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกันโดยเฉพาะประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด คือ ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนใช้เป็นแนวปฏิบัติ กับชุดคู่มือครูสำหรับใช้เป็นแนวทางในการสอน ส่วนรายละเอียดของชุดกิจกรรมแต่ละชุดนั้น มีดังนี้

แผน เชื้อบางแก้ว (2530) ได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อการวิจัยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยภายในชุดกิจกรรมประกอบด้วย เอกสารกิจกรรมชุดคู่มือครู กับเอกสารกิจกรรมสำหรับนักเรียน ดังนี้

1. เอกสารกิจกรรมชุดคู่มือครู ประกอบด้วย

1.1 แนวคิดในการจัดกิจกรรม เป็นการกล่าวถึงแนวความคิดที่สร้างชุดกิจกรรมขึ้นมา และในชุดกิจกรรมมีการลำดับกิจกรรมอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม จะบอกให้ทราบว่าสร้างชุดกิจกรรมขึ้นมาเพื่ออะไร และผลที่นักเรียนได้รับเป็นอย่างไร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากชุดกิจกรรม จะบอกให้ทราบว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมา มีประโยชน์อย่างไร

1.4 ลักษณะของกิจกรรม เป็นการบอกให้ทราบว่า กิจกรรมมีลักษณะอย่างไร เช่น เน้นวัสดุที่ใช้ ความปลอดภัย

1.5 ข้อยแนะนำและการเตรียมตัวในการใช้ชุดกิจกรรม จะบอกส่วนประกอบของชุดกิจกรรม บอกถึงสิ่งที่ครูต้องบอกนักเรียนให้เตรียมการล่วงหน้า บอกตารางการเรียนรู้ ข้อควรปฏิบัติ

1.6 บอกรายชื่อของกิจกรรมที่อยู่ในชุดกิจกรรมนั้น ๆ ทั้งหมด

และนอกจากนี้ในแต่ละชุดกิจกรรมจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ เหมือนกันทุก ๆ กิจกรรม ดังนี้

1. คำชี้แจงจะบอกให้ทราบว่ากิจกรรมนั้นคืออะไร และผู้เรียนจะได้อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนั้น

2. จุดประสงค์ แบ่งออกเป็น จุดประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะบอกให้ทราบว่าต้องการให้เกิดสิ่งใดกับนักเรียนในการทำกิจกรรมนั้น และมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะบอกให้ทราบว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไรเมื่อฝึกกิจกรรมนั้นแล้ว ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้

3. แนวคิด จะบอกให้ทราบมโนคติของกิจกรรมนั้น

4. เวลาที่ใช้ จะบอกให้ทราบว่าการกิจกรรมนั้นใช้เวลาเท่าไร
5. สื่อ จะบอกรายการวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรมนั้น
ตลอดจนบอกว่าผู้เตรียมวัสดุคือใคร และวัสดุที่เตรียมมีเท่าไร
6. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม จะบอกให้ทราบถึงขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย
 - 6.1 ขั้นนำ จะให้รายละเอียดในการนำเข้าสู่กิจกรรม
 - 6.2 ขั้นกิจกรรม จะให้รายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมว่าครูและนักเรียนมีการปฏิบัติอย่างไร
 - 6.3 ขั้นอภิปราย จะให้รายละเอียดในการดำเนินการอภิปรายว่าครูและนักเรียนมีการอภิปรายเรื่องใด จะใช้คำถามอย่างไร และแนวคำตอบของคำถามนั้น ๆ
 - 6.4 ขั้นสรุป จะให้รายละเอียดในการสรุปเรื่องราวที่เกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำ
 - 6.5 ขั้นวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงการวัดและประเมินผลกิจกรรมที่นักเรียนทำ บอกทั้งการประเมินพฤติกรรมและการประเมินผลงานที่ทำได้ โดยบอกเกณฑ์ว่า ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง กำหนดคะแนนแต่ละเกณฑ์ และหมายเหตุว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน
 - 6.6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับครู เป็นส่วนที่เน้นในเรื่องความปลอดภัยในการทำกิจกรรมของนักเรียน การตรวจผลงานของนักเรียน ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู
 - 6.7 สิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า จะบอกให้ทราบถึงในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป ครูจะให้นักเรียนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ใดบ้าง และให้นักเรียนศึกษาใบงานกิจกรรมที่จะทำครั้งต่อไปมาล่วงหน้า
 - 6.8 ภาคผนวก เป็นส่วนให้รายละเอียดในเรื่องเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรม
2. เอกสารกิจกรรมชุดสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย
 - 2.1 ใบงาน ซึ่งในใบงานจะประกอบด้วย
 - 2.1.1 จุดประสงค์การทำกิจกรรม
 - 2.1.2 เวลาที่ใช้
 - 2.1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องเตรียม
 - 2.1.4 สิ่งที่นักเรียนต้องทำ
 - 2.1.5 การวัดและประเมินผลกิจกรรม
 - 2.2 แบบบันทึกกิจกรรม จะมีเฉพาะในกิจกรรมที่ต้องมีการบันทึกผล

2.3 แบบประเมินผลกิจกรรม จะใช้ในการประเมินผลนักเรียนในกิจกรรมที่ต้องการประเมินความรู้ของนักเรียนบางกิจกรรม

3. ภาคผนวกกิจกรรม ประกอบด้วย

3.1 ตารางบันทึกผลการประเมินกิจกรรมที่นักเรียนทำทั้งห้องเรียน ใช้บันทึกผลการประเมินรายกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคน และสรุปตัดสินผลการเรียนของนักเรียนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ตารางนี้ใช้สำหรับครูแจ้งผลการประเมินกิจกรรมให้นักเรียนทราบ)

3.2 ตารางบันทึกผลการประเมินกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล แจกให้นักเรียนบันทึกผลเอง โดยนักเรียนจะดูผลได้จากตารางบันทึกผลกิจกรรมที่ครูบันทึกไว้

นอกจากนี้ อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532) ก็ได้สร้างชุดกิจกรรมขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย โดยในชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้น มีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู และชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู มีไว้เพื่อให้ครูเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรม

1.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของการจัดกิจกรรม เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยกล่าวให้ผู้อ่านได้มองเห็นภาพรวมของกิจกรรมอย่างคร่าว ๆ

1.3 จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการสร้างชุดกิจกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น

1.3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป ซึ่งเป็นส่วนที่บ่งบอกจุดหมายปลายทางโดยทั่วไปของการจัดกิจกรรม

1.3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงพฤติกรรมที่นักเรียนต้องทำเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม

1.4 แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม เพื่ออธิบายให้ครุทราทราบว่าจะอะไรเป็นสาระสำคัญที่นักเรียนควรได้รับและเข้าใจจากการเรียนตามกิจกรรม

1.5 เวลาที่ใช้ ระบุเวลาโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้น ๆ ควรใช้เวลาเท่าไร

1.6 สื่อ ระบุถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ครุทราทราบว่าจะเตรียมอะไรบ้างในการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง

1.7 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ดังนี้

ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน

ขั้นสอน เป็นส่วนให้ความรู้ และสาธิตประกอบการบรรยาย และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้นำเอาประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นสอนมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจและแนวทางแก้ปัญหาที่อาจจะพบในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและนักเรียนได้ช่วยกันรวบรวมข้อมูลความรู้จากขั้นสอนและขั้นอภิปราย มาสรุป เพื่อให้ได้สาระสำคัญในการทำกิจกรรม

ขั้นวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ครูต้องการตรวจสอบว่าเมื่อจบกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมแล้ว นักเรียนสามารถทำกิจกรรมบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร โดยใช้วิธีสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะดำเนินการกิจกรรมและประเมินจากแบบฝึกหัดท้ายบทหรือผลงานของนักเรียนแต่ละขั้นที่นักเรียนทำในแต่ละกิจกรรม โดยใช้เกณฑ์ ดี พอใช้ ควรปรับปรุง และให้ระดับคะแนน 3 , 2 , 1 ตามลำดับ

ขั้นส่งงาน เป็นส่วนที่ครูแจ้งให้นักเรียนได้เตรียมตัวและจัดหาวัสดุอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อนำมาใช้ในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

1.8 ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้คำเฉลยของแบบฝึกหัด ความรู้ หรือหลักการต่าง ๆ ในกิจกรรมนั้น ๆ สำหรับครู กิจกรรมสำหรับนักเรียนและแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมสำหรับนักเรียน และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับครูเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการกิจกรรม

2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน มีไว้เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ เป็นส่วนที่ระบุวัตถุประสงค์ที่สำคัญของกิจกรรม

2.2 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุให้นักเรียนได้ทราบช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง

2.3 สิ่งที่นักเรียนต้องเตรียมมา ระบุถึงสิ่งทีนักเรียนจะต้องเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมที่กำหนดให้

2.4 กิจกรรมที่นักเรียนต้องทำ ระบุว่านักเรียนต้องทำอะไรบ้างในกิจกรรม

2.5 การประเมินผล ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลรายกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ทราบเกณฑ์ที่ใช้ในกิจกรรมที่กำหนดให้

งานวิจัยอีกเล่มหนึ่งที่ใช้ชุดกิจกรรมในการสอนเพื่อพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียนเป็นชุดกิจกรรมของ สมชัย อุมะวรรณ (2532) ซึ่งได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม
2. แนวคิดในการจัดกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบาย มโนคติหลักของแต่ละกิจกรรม
3. วัตถุประสงค์ จะบอกความสามารถที่นักเรียนจะเกิดหลังการทำกิจกรรม
4. เวลา บอกเวลาทั้งหมดในการปฏิบัติกิจกรรม
5. อุปกรณ์ บอกรายชื่ออุปกรณ์ และจำนวนที่ใช้ต่อจำนวนทั้งหมด
6. วิธีดำเนินการกิจกรรม เป็นส่วนระบุวิธีการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย
 - ขั้นนำ อธิบายว่าผู้ดำเนินการกิจกรรมจะเตรียมได้ทุกอย่าง
 - ขั้นดำเนินการกิจกรรม จะอธิบายวิธีปฏิบัติของผู้ใช้กิจกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ
 - ขั้นสรุป ระบุว่าผู้ใช้ชุดกิจกรรมจะสรุปการปฏิบัติแต่ละกิจกรรมอย่างไร
 - ขั้นประเมินผล เป็นส่วนระบุให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมประเมินผลกิจกรรม
7. เอกสารประกอบการทำกิจกรรม เป็นส่วนที่ให้ตัวอย่างเอกสารไว้สำหรับให้นักเรียนปฏิบัติ เรียกเอกสารนี้ว่า เอกสารสำหรับนักเรียน
8. ตัวอย่างผลการปฏิบัติกิจกรรม บางกิจกรรมจะมีตัวอย่างผลของการปฏิบัติกิจกรรมไว้ให้ครูได้ศึกษา และคำแนะนำเพิ่มเติม

ชุดกิจกรรมที่จัดในลักษณะเดียวกันกับของ สมชัย อุมะวรรณ นี้ มีผู้สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยอีก 3 เล่มคือ สุชิน เล้าอรุณ (2532) , จุฑารัตน์ วงษ์ปาน (2533) , และวิสุทธิศรีเงิน (2533)

งานวิจัยอีกเล่มหนึ่งที่สร้างชุดกิจกรรมเป็นของ จิระพรธ แสงหล้า (2532) เป็นชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีส่วนประกอบดังนี้

 1. แนวคิดในการจัดกิจกรรม เป็นความคิดหลักในการสร้างกิจกรรมขึ้นทุกกิจกรรมว่ามีจุดประสงค์อะไร
 2. วัตถุประสงค์กิจกรรม เป็นส่วนที่บอกสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับคุณลักษณะของผู้เรียนด้วยกิจกรรมที่สร้างขึ้น
 3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ เป็นส่วนที่คาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้างหลังจากใช้ชุดกิจกรรมนี้แล้ว
 4. วิธีดำเนินการกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกขอกิจกรรม วิธีการจัดกิจกรรม โดยย่อ และเวลาที่ใช้ของแต่ละกิจกรรม
 5. การประเมินผล เป็นส่วนที่บอกวิธีการประเมินผลโดยรวมทั้งหมด ซึ่งแจ้งว่า จะต้องประเมินจากแบบฝึกหัดของกิจกรรม กับการปฏิบัติงานหลังจากจบการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมแล้ว
 6. ตารางแสดงรายการที่ได้ฝึกทักษะในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

7. กิจกรรมแต่ละกิจกรรม บอกรายละเอียดแต่ละกิจกรรม
 8. คู่มือครู เป็นแนวทางการปฏิบัติของครูในแต่ละกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย
 - 8.1 ชื่อกิจกรรม บอกลำดับที่ของกิจกรรม และชื่อของกิจกรรม
 - 8.2 แนวคิดของกิจกรรม บอกมโนคติของการจัดกิจกรรมนั้น ๆ
 - 8.3 วัตถุประสงค์ แจ้งให้ทราบว่าเมื่อจบกิจกรรมแล้วผู้เรียนจะสามารถทำอะไรได้บ้าง
 - 8.4 เวลาที่ใช้ บอกเวลาทั้งหมดในการทำกิจกรรมนั้น
 - 8.5 เนื้อหา ให้รายละเอียดของเนื้อหาในการทำกิจกรรมนั้น ๆ สำหรับครูเป็นแนวทางในการศึกษา
 - 8.6 เอกสาร บอกว่าในกิจกรรมนั้น ๆ จะต้องมีเอกสารประกอบการทำกิจกรรมอะไรบ้าง
 - 8.7 อุปกรณ์และสารเคมี เป็นส่วนที่บอกรายการของสื่อการสอน และวัสดุอุปกรณ์ ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ
 - 8.8 วิธีดำเนินการกิจกรรม บอกว่าครูทำอะไร นักเรียนทำอะไร ซึ่งประกอบด้วย
 - ขั้นนำ บอกวิธีนำเข้าสู่กิจกรรมของแต่ละกิจกรรม
 - ขั้นดำเนินการ บอกวิธีปฏิบัติของครู และสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติโดยละเอียด
 - ขั้นสรุป บอกวิธีการสรุปของแต่ละกิจกรรมว่าจะใช้วิธีสรุปอย่างไร
 - 8.9 การประเมินผล แจ้งวิธีประเมินผลไว้โดยละเอียดว่าจะประเมินอย่างไร
 - 8.10 ข้อเสนอแนะ เสนอแนะเพิ่มเติมที่อาจจะทำได้ หลังจากจบกิจกรรม
 - 8.11 เอกสารเฉลยแบบฝึกหัด และตัวอย่างของการทำกิจกรรมบางกิจกรรม
- เป็นส่วนที่มีไว้เพื่อเป็นแนวทางในการตอบแบบฝึกหัดที่นักเรียนอาจตอบ และเป็นตัวอย่างผลของการทำกิจกรรมที่อาจเป็นไปได้
9. คู่มือนักเรียน เป็นเอกสารแนวทางการปฏิบัติของผู้เรียน โดยใช้ควบคู่กับคู่มือครู มีส่วนประกอบดังนี้
 - 9.1 ชื่อกิจกรรม เหมือนในคู่มือครู
 - 9.2 วัตถุประสงค์ เหมือนในคู่มือครู
 - 9.3 เวลาที่ใช้ เหมือนในคู่มือครู
 - 9.4 กิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ เหมือนในขั้นดำเนินการของคู่มือครู
 - 9.5 แบบรายงานผล หรือแบบฝึกหัด เป็นเอกสารที่นักเรียนต้องตอบคำถามตามคำสั่งในเอกสาร
 - 9.6 เอกสารอ่านประกอบ เป็นส่วนที่เป็นเนื้อหาของกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียน

ได้ศึกษาก่อนลงมือทำกิจกรรม

อีกเล่มหนึ่งของงานวิจัยที่สร้างชุดกิจกรรม เพื่อพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนคือ งานวิจัยของ ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533) ซึ่งได้สร้างชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นในชุดกิจกรรมประกอบด้วย

1. คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นคู่มือสำหรับครูใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญดังนี้
 - 1.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรม และชื่อกิจกรรม
 - 1.2 คำชี้แจง อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของกิจกรรม
 - 1.3 จุดมุ่งหมาย ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ระบุเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนจะทำได้
 - 1.4 สารสำคัญ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม เพื่ออธิบายให้ครูทราบว่าอะไรเป็นส่วนสำคัญที่จะจัดให้นักเรียน
 - 1.5 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการทำกิจกรรม
 - 1.6 สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม เพื่อให้ครูทราบว่า จะต้องเตรียมอะไรบ้างในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง
 - 1.7 การดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม อธิบายวิธีใช้ชุดกิจกรรม การให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม เมื่อการปฏิบัติกิจกรรมสิ้นสุดลง นักเรียนต้องเอาประสบการณ์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่อาจพบในการดำเนินกิจกรรมครั้งต่อไป สุดท้ายนักเรียนร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้สารสำคัญในกิจกรรม
 - 1.8 การวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ครูต้องการตรวจสอบว่า เมื่อจบกิจกรรมแล้ว นักเรียนสามารถทำกิจกรรมบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร
2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมมีบทให้นักเรียนใช้เป็นแนวทาง ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง ประกอบด้วย
 - 2.1 ชื่อกิจกรรม เหมือนในคู่มือครู
 - 2.2 วัตถุประสงค์ เหมือนในคู่มือครู
 - 2.3 เวลาที่ใช้ เหมือนคู่มือครู
 - 2.4 การเตรียมล่วงหน้า เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมล่วงหน้า รวมถึงการให้นักเรียนเตรียมความรู้ในการทำกิจกรรมและการที่ครูแนะนำเอกสารที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรม

- 2.5 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้
- ขั้นระบุปัญหา
 - ขั้นตั้งสมมติฐาน
 - ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน
 - ขั้นสรุปผล

2.6 สำคัญ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม เพื่ออธิบายเพื่อให้นักเรียนทราบว่า อะไรเป็นส่วนที่สำคัญที่นักเรียนจะได้รับและเข้าใจจากการเรียนตามกิจกรรม ในกิจกรรมประกอบด้วยการทดลอง การประดิษฐ์ การแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามข้อความที่ระบุไว้

2.7 การประเมินผล เป็นส่วนที่ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลรายกิจกรรม เพื่อเป็นการประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยแนวการสร้างชุดกิจกรรมโดยผสมผสานกันระหว่างหลาย ๆ แบบ ในชุดกิจกรรมจะมี ส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน และคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู ซึ่งรายละเอียดของกิจกรรมทั้งหมดได้เสนอไว้แล้วในบทที่ 1 (นิยามศัพท์เฉพาะ) และในบทที่ 3 (การสร้างเครื่องมือในการวิจัย)

5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์

สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ทั้งทางด้านกายภาพและจิตภาพ ที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (นิคม ทาแดง, 2527 : 81)

นักเทคโนโลยีการศึกษาได้พยายามแบ่งประเภทของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ออกเป็นหลายแบบหลายลักษณะแตกต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทโดยถือลักษณะโครงสร้างของสื่อดังนี้

1. สื่อประเภทวัสดุ ได้แก่ วัสดุสิ้นเปลือง วัตถุ ธาตุ สารประกอบ ตลอดจนวัสดุ soft ware มีการบุบสลาย ผุพังได้ง่าย ในวิชาวิทยาศาสตร์เช่น สารเคมี แม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องเขียน ตัวอย่างวัสดุ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต แผ่นภาพต่างๆ ภาพถักย หุ่นจำลอง แผนประกอบ สไลด์และฟิล์มสตริป แผ่นเสียง เทปบันทึกเสียง เป็นต้น

2. สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ สื่อการเรียนที่คงทนถาวร นำมาใช้ได้หลายครั้ง เช่น ภาชนะในการทดลอง แผ่นป้าย หุ่นจำลอง เครื่องฉาย เครื่องเสียง เครื่องบันทึกภาพ เป็นต้น

3. สื่อประเภทวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ เกมหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อถ่ายทอดความรู้ หรือกระบวนการโดยอาจใช้สื่ออื่นประกอบด้วย สื่อประเภทวิธีการใน

วิชาวิทยาศาสตร์ เช่น การสาธิต การทดลอง การแสดงบทบาทสมมติ การจำลองสถานการณ์ เกม การฝึกปฏิบัติจริง ทักษะศึกษา กิจกรรมอิสระ เป็นต้น

นอกจากนี้การแบ่งสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้อีกแบบหนึ่ง ดังนี้

1. สื่อประสบการณ์ตรง เช่น การศึกษานอกสถานที่ การพบวิทยากรผู้มีความชำนาญ เฉพาะด้าน การใช้ประโยชน์จากแหล่งชุมชน การเข้าร่วมชมรมวิทยาศาสตร์ การทดลอง
2. สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น ตำราวิทยาศาสตร์ หนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสาร เอกสาร เผยแพร่ แผ่นภาพโฆษณา
3. สื่อโสตทัศนูปกรณ์ เช่น บั๊ยนินเทส กระดานขอสลัก แผนภูมิ กราฟ ภาพเขียน ภาพถ่าย ฟิล์มสตริบ สไลด์ ฯลฯ

การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรคำนึงถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย จึงจะส่งเสริมการเรียนรู้การสอน โดยถือหลักดังนี้

1. เลือกสื่อเสนอข้อเท็จจริง
2. เลือกสื่อเสนอปัญหาและถ่ายทอดกระบวนการ
3. เลือกสื่อถ่ายทอดคานิยมคติ หลักการและทฤษฎี

สื่อการสอนนั้นบางที่ไม่สามารถจะใช้เดี่ยว ๆ ได้ จำเป็นต้องนำมาใช้ประกอบกัน หลาย ๆ ชนิด ดังนั้น จึงจัดเป็นรูปสื่อประสม ดังเช่น

1. ชุดการสอน
2. ชุดอุปกรณ์
3. ชุดซ่อมเสริม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดสื่อการสอนในรูปของชุดอุปกรณ์ ดังนั้นจะขอกล่าวถึงชุดอุปกรณ์ ดังรายละเอียดดังนี้

ชุดอุปกรณ์เป็นสื่อประสมประเภทหนึ่ง ที่จัดเตรียมวัสดุชิ้นส่วนอุปกรณ์ และคู่มือไว้เป็นชุด ๆ เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเรื่องหรือหลายเรื่อง ดังต่อไปนี้ (นิคม ทาแดง. 2527 : 126 - 128)

1. ชุดชิ้นส่วนประกอบเอง (Assembly Kit) เป็นชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมชิ้นส่วนต่าง ๆ ไว้เป็นชุด ๆ มีภาพชุดหรือคู่มืออธิบายวิธีประกอบชิ้นส่วนเหล่านั้น เป็นชุดอุปกรณ์ที่มีวัตถุประสงค์เดียว เมื่อประกอบเสร็จแล้วก็ป็นอุปกรณ์นำไปใช้ได้เลย ชุดชิ้นส่วนประกอบเองนี้จะผลิตเพื่อการค้า เช่น ชุดเครื่องเสียง ชุดเครื่องไฟฟ้า ชุดเครื่องฉาย ชุดเครื่องใช้ในบ้าน ชุดของเล่น เป็นต้น

2. ชุดชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงได้ (Changeable kit) เป็นชุดอุปกรณ์ที่เตรียมชิ้นส่วนต่าง ๆ ไว้เป็นชุด ๆ มีลักษณะคล้ายกับชุดชิ้นส่วนประกอบเองมาก แต่ชุดชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงได้มักจะมีโครงสร้างหลักไว้ แล้วมีชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก ผู้เรียนสามารถประกอบชิ้นส่วนลงบนโครงสร้างหลักตามความต้องการได้ เช่นมีแผงวงจรไฟฟ้าเป็นโครงสร้างหลัก

ไว้หนึ่งแผง แล้วมีชิ้นส่วนประกอบ เช่น ตัวต้านทาน คอนเดนเซอร์ ทรานซิสเตอร์ แจค หลอดไฟ สายไฟ ซึ่งสามารถเสียบต่อลงไปในแผงวงจรตามความต้องการได้ทันที ชุดชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงนี้ ใช้เป็นสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดี โดยเฉพาะทักษะการปฏิบัติการเพื่อเสริมความเข้าใจในหลักการและทฤษฎี และเป็นแหล่งสำหรับสังเกตและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน (ใช้เป็นชุดทดลอง) หรือแม้แต่ใช้เป็นเครื่องมือส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้

3. ชุดทดลอง (Experiment kit) เป็นชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้เป็นชุดเพื่อการทดลอง หรือใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะเรื่อง ชุดทดลองโดยทั่วไปประกอบด้วย ส่วนที่เป็นคู่มือซึ่งอาจเป็นหนังสือคู่มือ เทปเสียง เทปภาพหรือภาพยนตร์ก็ได้ที่แสดงวิธีประกอบ วิธีใช้ ส่วนที่เป็นภาพประกอบ แสดงขั้นตอนการประกอบและการใช้ และส่วนที่เป็นของจริงคือวัสดุอุปกรณ์สำหรับชุดทดลองนั้น ๆ เนื่องจากชุดทดลองมีส่วนประกอบที่อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ ชุดทดลองจึงสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ได้ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล ชุดทดลองอาจเตรียมไว้สอนได้ 3 ลักษณะคือ

3.1 ชุดที่มีเฉพาะคู่มือการทดลอง ใช้สำหรับแสดงวิธีทำและวิธีใช้ชุดทดลองที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์อย่างง่ายมีอยู่ทั่วไป ผู้เรียนหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่กำหนดในคู่มือมาเอง คู่มือในที่นี้อาจเป็นหนังสือคู่มือที่มีภาพประกอบแสดงขั้นตอนการทดลอง หรือเป็นภาพชุดประกอบเทปเสียงคำอธิบายก็ได้

3.2 ชุดที่มีคู่มือและวัสดุอุปกรณ์พร้อม เป็นชุดทดลองที่จัดเตรียมส่วนประกอบไว้ให้ครบ คือส่วนที่เป็นคู่มือซึ่งอาจจะเป็นหนังสือคู่มือ เทปเสียงหรือเทปภาพ ส่วนที่เป็นภาพประกอบแสดงขั้นตอนการประกอบและการทดลองและส่วนที่เป็นวัสดุอุปกรณ์โดยเตรียมไว้เป็นชุด ๆ

3.3 ชุดทดลองสำเร็จ เป็นชุดทดลองที่ผู้สอนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และทำการทดลองตามเงื่อนไขต่าง ๆ ไว้ให้เรียบร้อย ให้ผู้เรียนใช้เป็นแหล่งสังเกตและรวบรวมข้อมูลตามคู่มือหรือแบบฟอร์มที่กำหนดให้ เพื่อผู้เรียนจะได้นำไปวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอนวิทยาศาสตร์พบว่ามีสื่อหลายชนิดทั้งที่เป็นขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก เป็นทั้งอุปกรณ์และสิ่งพิมพ์ สื่อการสอนวิทยาศาสตร์จะเป็นสื่อที่ใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ชุดอุปกรณ์ ชุดทดลอง เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดสื่อการสอนในรูปของชุดกิจกรรมที่มีทั้งสื่อเอกสารและอุปกรณ์

6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถและการประเมินการปฏิบัติ

6.1 เอกสารเกี่ยวกับความสามารถ

ความสามารถเป็นพลัง (Power) อันแท้จริงที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลที่จะกระทำ คัดแปลง ปรับปรุงตามสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ (Good. 1959 : 1)

เป็นการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างอิสระ แต่จะขึ้นกับแรงจูงใจที่จะกระทำหรือการตอบสนอง ความสามารถทางการเรียนเป็นพลังธรรมชาติหรือเป็นการพัฒนา เพื่อรับรูปแบบทางพฤติกรรม เจตคติ และวิธีการต่าง ๆ ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยผ่านกระบวนการทางสมองและร่างกาย เช่น การจำ การใช้เหตุผล การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรมใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิม (Good. 1973 : 1) บุคคลจะมีความสามารถไม่เท่ากันซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถ (Ability Test) โดยวัดระดับสติปัญญาหรือความถนัด (Good. 1973 : 594)

บลูม และคนอื่น ๆ (Bloom and others. 1956 : 201 - 207) ได้จำแนกพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาเรียงจากพฤติกรรมง่ายที่เป็นพื้นฐานไปหาพฤติกรรมยาก โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจดจำจากประสบการณ์ต่าง ๆ และระลึกเรื่องราวนั้น ๆ ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ เช่น สามารถบ่งบอกถึงวิธีการหรือกระบวนการ หรือชี้แจงแบบแผนโครงสร้างของเรื่องราวเฉพาะอย่าง หรือสร้างระบบได้ถูกต้อง แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง (Knowledge of Specific) นักเรียนสามารถระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่นักเรียนมีประสบการณ์มาแล้ว ซึ่งประกอบด้วย

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และความหมายของคำ (Knowledge of Terminology)

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง (Knowledge of Specific Facts) เช่น รู้วัน เดือน ปี เหตุการณ์ บุคคล สถานที่ ฯลฯ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of ways and Means of Dealing with Specifics) ผู้เรียนสามารถจัดระบบระเบียบ กระบวนการ ขั้นตอนการดำเนินงานที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of Conventions) ที่ใช้ตามประเพณีที่ปฏิบัติ

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of Trends and Sequences) ความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ต่าง ๆ การจัดลำดับเวลาที่เกิดเหตุการณ์ และการดำเนินขั้นตอนให้ติดต่อกัน

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Knowledge of Classifications and Categories) การจัดประเภทของเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้เข้าเป็นหมวดหมู่ตามประเภท ชนิด ระดับของสิ่งของ

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of Criteria) หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวินิจฉัยและตรวจสอบข้อเท็จจริง

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of Methodology) เทคนิคกระบวนการและกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิสูจน์หรือค้นหาความจริง

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of Universals and Abstractions in a Field) ผู้เรียนต้องรู้เกี่ยวกับหลักการใหญ่ของเนื้อหาวิชา รวมทั้งโครงสร้างของทฤษฎีและสรุปแนวความคิดที่ปรากฏอยู่ในเนื้อหานั้น ๆ ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่องแบ่งออกเป็น

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและอ้างสรุป (Knowledge of Principles and Generalizations) เกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ อันเป็นสาระสำคัญของวิชานั้น ๆ และสามารถนำหลักการนั้นไปอธิบายพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and Structures) เกี่ยวกับการระลึกและนำความสัมพันธ์จากทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ มาสรุปเป็นเนื้อความใหญ่ ๆ ได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญจากสื่อการติดต่อซึ่งอาจจะมีหลายวิธีการ เช่น การพูด การเขียน ทั้งที่เป็นภาษาหรือสัญลักษณ์ รูปธรรมหรือนามธรรม กระบวนการสร้างความเข้าใจนั้นต้องผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิมหรือต้องเห็นขึ้นตอนต่าง ๆ อย่างชัดเจน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.1 การแปลความ (Translation) เกี่ยวกับการแปลเรื่องราวเดิมให้ออกมาเป็นภาษาใหม่โดยยังคงรักษาเนื้อหาและความหมายสำคัญของเรื่องเดิมไว้

2.2 การตีความ (Interpretation) เกี่ยวกับการอธิบาย การจัดอันดับ หรือการสรุปความหมายสำคัญ ๆ ของเรื่องนั้นใหม่

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เกี่ยวกับการอนุมานหรือขยายความคิดให้กว้าง ลึกหรือไกลกว่าข้อเท็จจริงที่ปรากฏ รวมทั้งการประเมิน การคาดคะเน หรือพยายามที่จะรวมข้อมูลที่จะตามมาข้างหน้าได้

3. การนำไปใช้ (Application) ผู้เรียนต้องสามารถนำความรู้ความเข้าใจจากที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น จะต้องอาศัยความจำและความเข้าใจเป็นพื้นฐานของการนำความรู้นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการแยกเรื่องราวที่สมบูรณ์ออกมาเป็นหน่วยย่อย เป็นองค์ประกอบสำคัญ ๆ หรือเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ลำดับขั้นของความคิดมีความสัมพันธ์กัน การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Analysis of Elements) เกี่ยวกับการวิเคราะห์หมู่เหตุ สาเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องต่าง ๆ

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เกี่ยวกับความสามารถที่จะวิเคราะห์ถึงความสอดคล้อง หรือความแตกต่างขององค์ประกอบรวมทั้งการวิเคราะห์ถึงทฤษฎีหรือสมมติฐานที่มารองรับ

4.3 การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เกี่ยวกับการจำแนกหลักการ ระเบียบในการเรียบเรียง โครงสร้าง ทั้งที่ปรากฏอย่างเด่นชัดและที่แสดงโดยนัยของเรื่องต่าง ๆ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการนำความรู้ต่าง ๆ มาจัดระเบียบใหม่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราวใหม่ หรือโครงสร้างใหม่ ๆ เป็นกระบวนการที่รวบรวมองค์ประกอบหลาย ๆ อย่างมาผสมผสานเป็นเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of a Unique Communication) เกี่ยวกับการสื่อความคิดและประสบการณ์ต่อผู้อื่น โดยผ่านทาง การเขียนหรือการพูด

5.2 การสังเคราะห์แผนงานหรือการจัดการ (Production of a Plan, or Purposed Set of Operations) เป็นการพัฒนาหรือเสนอแผนการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของงานที่ได้รับมอบหมายหรือที่คิดทำขึ้นเอง

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a Set of Abstract Relations) เกี่ยวกับการพัฒนาหรือสร้างชุดของความสัมพันธ์เชิงนามธรรมขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือจำแนกหรืออธิบายข้อมูล หรือปรากฏการณ์บางอย่าง

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถวินิจฉัยคุณค่าของวัตถุ วิธีการ หรือจุดประสงค์ที่ได้รับมอบหมาย ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพอย่างมีหลักการตามที่กำหนดขึ้นเอง แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน (Judgements in Terms of Internal Evidence) เกี่ยวกับการประเมินค่าโดยอาศัยเนื้อหาของเรื่องราวเหล่านั้นเป็นเกณฑ์

6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก (Judgements in Terms of External Criteria) เกี่ยวกับการประเมินค่าโดยยึดเอาสิ่งที่สังคมยอมรับแล้วมาเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมิน

6.2 เอกสารเกี่ยวกับการทดสอบภาคปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับ การทำผลิตภัณฑ์ วัสดุได้จากแบบประเมินผลการปฏิบัติ ครอบคลุมพฤติกรรม 6 ด้านคือ การเตรียมวัสดุ

อุปกรณ์พร้อมที่จะปฏิบัติงาน การเลือกใช้เครื่องมือตรงกับงาน การปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน การใช้เครื่องมือถูกต้องและคล่องแคล่ว การใช้วัสดุตามความจำเป็นของงาน การทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด (วิวัฒน์ รอดเกิด. 2532 : 9) และมงคล บกสกุล (2533 : 9) ได้ดัดแปลงแบบประเมินผลทักษะปฏิบัติมาประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรม 10 ด้านคือ การเลือกใช้เครื่องมือให้ตรงกับงาน การใช้เครื่องมือถูกต้องและคล่องแคล่ว การปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน การแก้ปัญหาและไหวพริบในการปฏิบัติงาน การใช้วัสดุอย่างประหยัด การทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน การตัดสินใจเกี่ยวกับงาน ผลงานเรียบร้อยถูกต้องตามรูปลักษณะโครงสร้าง ผลงานถูกต้องตามหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

เดคตัน (สุวิชัย บุตรสุวรรณ. 2524 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Deighton. 1971) ได้นิยามความหมายของทักษะ (skill) ไว้ว่าเป็นระดับของความคล่องแคล่วที่เกิดขึ้น ในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ หรืองานหลาย ๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกัน เดอ เซคโก และครอฟฟอร์ด (สุวิชัย บุตรสุวรรณ. 2524 : 8 - 9 ; อ้างอิงมาจาก De Cecco and Crawford. 1974) ได้ให้นิยามคำว่า ทักษะไว้ว่า คือ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่ต่อเนื่องเชื่อมโยง และสัมพันธ์กัน นอกจากนั้นจะต้องอาศัยการประสานงานของมือและสายตา สำหรับการเรียนรู้ด้านอวัยวะและการประสานงานของลิ้นกับฟันในการเรียนรู้ทางภาษา

แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นการวัดผลรวม (Summative Test) โดยให้ผู้เรียนแสดงการกระทำหรือปฏิบัติงานออกมา ซึ่งจะวัดทั้งการปฏิบัติ (Process) และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ (Product) มาร์แชล (หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล. 2531 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Marshall. 1971) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบ มาร์แชลได้จัดรูปแบบของแบบทดสอบไว้ 3 ความหมายคือ

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านความคิด ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการสอบทักษะด้านภาษาทางการฟัง การพูด และการกระทำที่เกี่ยวข้องกับความคิด
2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ ประกอบในการทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบผลสำเร็จ
3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ได้กำหนดให้ เกิดการทำงานจากสถานการณ์จำลอง เช่น การให้เขียนตัวเลข การพิมพ์

เมห์เรนส์ และเลห์แมน (หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล. 2531 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Mehrens and Lehman. 1989) ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า โดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ของประเภทต่อไปนี้

1. แบบทดสอบภายใต้สภาวะการที่จำลองขึ้นมา (Tests Under Simulated Conditions) เช่น การฝึกหัด (Training) ของนักบิน
2. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Tests) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ (Reliable) และสมเหตุสมผล (Valid) มากที่สุด เพราะผู้เข้าสอบจะทำการผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมามีอย่างแท้จริง
3. แบบทดสอบการจำได้ (Recognition Tests) ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือเป็นแบบทดสอบที่จะวัดความสามารถของผู้เข้าสอบ เกี่ยวกับความสามารถในการจัดลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผลผลิต (Products) และการปฏิบัติได้หรือไม่ หรือวัดความสามารถในการจำแนกแยกแยะ (Identify)

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2522 : 18) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้สอบได้ปฏิบัติ การทดสอบแบบนี้ต้องการวัดวิธีการ (Process) หรือผลงาน (Product) ในการปฏิบัติ เช่น การทดสอบภาคปฏิบัติในวิชา ศิลปะ งานช่าง และพลศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดผลงานด้านปฏิบัติ คือความสามารถในการปฏิบัติเป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำโดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่างๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมา ให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน

ผิวน ไชยสร (2529 : 37) กล่าวไว้ว่า การวัดผลงานด้านปฏิบัติ เป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยบุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติการจัดกระทำ (Manipulate) ซึ่งมีการเกี่ยวข้องกับหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ในลักษณะของรูปธรรม (Materials or Physical Objects) โดยทางกายภาพหรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2531 : 156 - 158) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดด้านการปฏิบัติ อาจจะเริ่มตั้งแต่การทดสอบทางด้านความรู้ความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติ จนกระทั่งให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ดังนั้นการวัดด้านการปฏิบัติ จึงเป็นการเลียนแบบชีวิตจริงในระบิต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความจริงที่กำหนดขึ้น เช่น ระดับความเป็นจริงในการทดสอบการปฏิบัติ ทักษะในการนำวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในการแลกเปลี่ยนเงิน ทองเงิน ถ้าทำการทดสอบเพียงแค่เอาปัญหาการซื้อของในร้านค้ามาให้กับนักเรียนทำ ก็เป็นการเลียนแบบที่มีความเป็นจริงต่ำ (Low Realism) แต่ถ้าให้นักเรียนเข้าซื้อของในร้านจริง ๆ ก็เป็นการเลียนแบบที่มีความเป็นจริงสูง (High Realism)

การทดสอบการปฏิบัติ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ตามระดับความเป็นจริง

1. การทดสอบการปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ จะแตกต่างไปจากการสอบโดยทั่ว ๆ ไป เพราะการทดสอบนี้ จะมุ่งการใช้ความรู้และทักษะ คำถามส่วนใหญ่เป็นการใช้ความรู้ที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมา คำกริยา " สร้าง (Construct)" มักจะใช้กับการสอบการปฏิบัติ เช่น ให้นักเรียนสร้างแผนที่อากาศ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงจรไฟฟ้า แปลนอาคาร การออกแบบผ้า แผนการทดลอง จากตัวอย่างดังกล่าว การทดสอบการปฏิบัติจะใช้วัดคุณภาพของผลงานในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียน

2. การทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระดับความเป็นจริงต่างๆ เช่น ให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือ หรือชิ้นส่วนของเครื่องมือ ว่าเป็นอะไรบ้าง และแต่ละชิ้นมีหน้าที่อะไร ถ้าเป็นการทดสอบที่ซับซ้อนหรือยากขึ้นอาจจะมอบงานให้นักเรียน เช่น ให้อาจาคู่ที่ไฟฟ้าลัดวงจร ให้อุปกรณ์เครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน และถ้าเป็นคำถามที่สลับซับซ้อนยิ่งขึ้นไปอีก เช่น ให้อาจาคู่การฟังเสียงการทำงานของเครื่องยนต์ และหาสาเหตุ ทำไมจึงมีเสียงเช่นนั้น และจะแก้ไขให้ดีขึ้นได้อย่างไร

ถึงแม้ว่าการทดสอบเชิงจำแนกจะใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม แต่ในการเรียนการสอนก็สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ครูสอนชีววิทยาอาจให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการทดลอง นักเรียนเคมีให้อาจาคู่สารเคมีต่าง ๆ นอกจากนี้การจำแนกอย่างถูกต้องจะมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนวิชาบางอย่าง เช่น ศิลปศึกษา ภาษา สังคม คณิตศาสตร์ ดนตรี พลศึกษา การเกษตร การธุรกิจ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

การทดสอบเชิงจำแนกในบางครั้งจะใช้วัดทักษะการปฏิบัติทางอ้อม เช่น เพื่อที่จะรู้ว่าใครมีประสบการณ์ในการทำงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือไม่ ก็จะใช้การทดสอบเชิงจำแนกไปวัด โดยประเมินว่า ผู้ที่สามารถจำแนกเครื่องมือต่าง ๆ ในงานนั้นได้ ก็จะมีประสบการณ์ในงานนั้น ถ้าไม่สามารถจำแนกได้ ก็ไม่มีประสบการณ์ในงานนั้น การทดสอบเชิงจำแนกยังใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมนักเรียนเพื่อการปฏิบัติจริง หรือสถานการณ์จำลอง

3. การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ (Simulated Performance) จะเน้นวิธีการ โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่เหมือนจริง เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาชีพให้ทำการทดลองโดย การออกแบบเชิงสร้างสถานการณ์ตามงานจริง หรือในการฝึกหัดขับรถยนต์และฝึกหัดขับเครื่องบินก็จะใช้วิธีการสร้างสถานการณ์ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ จะช่วยป้องกันไม่ให้นักเรียนได้รับอันตราย และไม่ทำให้เครื่องมือราคาแพงเสียหายระหว่างการพัฒนาทักษะในขั้นแรก ๆ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ ในบางครั้งอาจจะนำมาใช้ในการประเมินขั้นสุดท้ายของทักษะการปฏิบัติ

4. การปฏิบัติงานจริง (Work Sample) ในการทดสอบการปฏิบัติซึ่งมีหลายวิธีการนั้น การปฏิบัติงานจริงถือว่ามีความเป็นจริงสูงสุด นักเรียนจะต้องแสดงตัวอย่างของงานภายใต้สภาวะการณ้จริง เช่น ในการทดสอบทักษะการับรณนค์ นักเรียนจะต้องับจริง มีสภาพเหมือนจริง เช่น มีสภาพเหมือนการับรณนค์โดยทั่ว ๆ ไป เช่น มีเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ติดไฟแดง ขึ้นสะพาน โดยให้นักเรียนต้องแสดงความสามารถแก้ปัญหาต่างๆที่เผชิญหน้าได้ การปฏิบัติงานจริงยังนำมาใช้ในธุรกิจ และงานอุตสาหกรรม โดยกำหนดตัวอย่างให้ทำ เช่น กำหนดให้นักเรียนทำงานเป็นโครงการ โดยมีขั้นตอนเหมือนกับงานจริง ๆ มีการออกแบบ การเลือกวัสดุ การก่อสร้าง เป็นต้น

6.2.1 การวัดการปฏิบัติจริง (Work Sample)

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2531 : 161 - 162) กล่าวว่าไว้ว่าในการปฏิบัติงานจริง มีสิ่งที่จะต้องวัด 2 ประการคือ ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียน

1. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลการปฏิบัติงาน สามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ วิธีการ (Procedure) และผลงาน (Product) การตัดสินใจขึ้นของการพัฒนาทางทักษะจะพิจารณาในประเด็นที่ว่านักเรียนสามารถปฏิบัติอย่างไร มากกว่าที่จะวัดว่านักเรียนรู้อะไร

1.1 วิธีการ (Procedure) คือ ชุดหรือลำดับขั้นตอนของการกระทำของนักเรียน ส่วนผลงาน (Products) ก็คือผลจากการปฏิบัติตามวิธีการนั้น ตัวอย่างเช่น การพิมพ์ดีด วิธีการ ได้แก่ การนั่ง การวางนิ้วบนแป้นให้เหมาะสมก่อนเริ่มพิมพ์ การจับตาดูอยู่ที่สิ่งพิมพ์มากกว่าตัวอักษร บนแป้นการเคาะแป้นแต่ละนิ้ว เป็นต้น ส่วนผลงานคือสิ่งที่พิมพ์ได้ การเล่นเปียโน วิธีการจะพิจารณาทำนองตำแหน่งของเท้าและมือ การจัดการโน้ตเพลง ความสัมพันธ์ของเปียโนและผู้เล่นที่มีต่อผู้ฟัง การเคาะคี่และการกระทำอื่น ๆ ที่มีต่อผลงาน ส่วนผลงานคือเสียงที่ไปถึงผู้ฟัง ในทำนองเดียวกัน การปฏิบัติในวิชาศิลปะ การคัดลายมือ การเกษตร การครัวและงานบ้าน ก็สามารถแบ่งวิธีการและผลงานออกได้ชัดเจนเช่นกัน (ส.ว.สนา ประมวลพฤษ์. 2527 : 2) แต่ก็อาจจะมีความบางลักษณะที่ไม่สามารถแยกแยะระหว่างวิธีการกับผลงานออกได้อย่างชัดเจน เช่น การเล่นบาสเกตบอล ซึ่งการเล่นแพ้หรือชนะไม่ถือว่าเป็นผลงานในลักษณะที่กำลังกล่าวถึงจึงต้องพิจารณาทั้งวิธีการและผลงานรวมกันไป

ในการวัดวิธีการ เช่น วิธีการพูด วิธีการร้องเพลง วิธีการใช้เครื่องมือในการทดลอง วิธีการวาดภาพ วิธีการแก้ปัญหา ผู้วัดจะต้องใช้เวลาในการสังเกตการปฏิบัติทุกขั้นตอนจะต้องตั้งจุดมุ่งหมายว่าจะต้องดูอะไรบ้าง โดยเน้นประสิทธิภาพและความแม่นยำของการดำเนินงาน ขณะวัดจะต้องให้ผู้ถูกวัดอยู่ในสภาวะที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด คือปกติวิสัยแล้วเขาจะปฏิบัติอย่างไร

1.2 ผลงาน (Product) เป็นการวัดที่เป็นอัตนัยมาก และงานแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์ในการประเมินต่างกันไป ซึ่งจะต้องมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ยอมรับในระดับหนึ่ง ๆ เช่น การทำเค้กอาจจะดูความนิ่ม ความสูง (ฟู) ของเค้ก รสชาติ เป็นต้น (ส.วาสนา ประมวลพฤกษ์, 2527 : 2) หรือการเล่นกีตาร์ เกณฑ์อาจจะเป็นว่าแต่ละคอร์ต้องเล่นได้ เสียงใสและชัดเจน การตั้งเกทับหรือมาตรฐานจะต้องคำนึงถึงอายุของนักเรียน ระดับบุคลิกภาพ และประสบการณ์ของนักเรียน การตัดสินผลงานต้องเลือกเกณฑ์ให้เหมาะสม การแข่งกีฬาของนักเรียนมัธยมศึกษาไม่ใช้ใช้เกณฑ์โอลิมปิก การทำอาหารในห้องเรียนไม่ใช่เปรียบเทียบกับก๊ากที่มีประสบการณ์ ในทำนองเดียวกันผลงานของนักเรียนไม่ควรเปรียบเทียบกับผลงานที่ผลิตโดยผู้มีวิชาชีพวันแต่เรามุ่งหวังให้นักเรียนทำได้ถึงระดับ เช่น ในกรณีนี้ที่นักเรียนเรียนวิชาชีพระดับสูง

2. การวัดทางด้านพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากอยากรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ในห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงานมีความรับผิดชอบ ให้ความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่

6.2.2 การวัดการปฏิบัติงานจริงโดยการสังเกต

การวัดการปฏิบัติงานจริงจะใช้วิธีการสังเกต เพราะการสังเกตทำให้สามารถรู้เรื่องราวของนักเรียนแต่ละคนได้ แต่การสังเกตที่ไม่ได้เตรียมการในรายละเอียดต่าง ๆ หรือใช้วิธีการที่ไม่ดีก็จะทำให้ขาดความเชื่อมั่นได้ วิธีการสังเกตการปฏิบัติงานจริง อาจจะใช้วิธีการต่อไปนี้ (ส.วาสนา ประมวลพฤกษ์, 2527 : 3 - 5 และสำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2531 : 163 - 164)

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สอบ ทำให้ได้ข้อมูลที่ดีกว่า นักเรียนมีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ การสังเกตอาจจะต้องเลือกว่าจะสังเกตตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ หรือไม่ต้องมีโครงสร้าง

การสังเกตตามโครงสร้าง จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ต้องกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
2. เครื่องมือที่ใช้บันทึกข้อมูล การสังเกต อาจใช้ตั้งแต่ Anecdotal Notebook

จนกระทั่ง Rating Scale

3. รายการสังเกตอาจจะแจ้งให้นักเรียนทราบหรือไม่ก็ได้ แต่ผู้สังเกตต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดี

4. ต้องเจาะจงนักเรียนหรือนักเรียนที่คิดไว้แล้วว่า จะสังเกตใคร

การสังเกตไม่มีโครงสร้าง ควรจะมีลักษณะดังนี้

1. ไม่ต้องระบุจุดประสงค์ของการสังเกต
2. เพียงแต่ใช้เครื่องมือ เพื่อบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในกระดาษเปล่า

3. อาจจะมีสิ่งกระตุ้นนักเรียนคนใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่สังเกต
4. การสังเกตอาจมีหรือไม่มีกำหนดการก็ได้ นักเรียนที่ถูกสังเกต อาจจะตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ได้

2. การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดทำให้รู้ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่เราไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้น เหตุการณ์เป็นอย่างไร การสัมภาษณ์สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น อาจสัมภาษณ์ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน

3. การเขียนรายงาน (Self-Record) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเอง เหมือนการสัมภาษณ์ เพียงแต่ไม่มีคนคอยตั้งคำถามเท่านั้นเอง

4. นักเรียนสังเกตกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วรายงานผลการสังเกต โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ประโยชน์ของเทคนิคนี้คือ ช่วยประหยัดเวลา นักเรียนบางคนสามารถปฏิบัติงานได้ดีถ้ามีอิสระ ไม่ถูกรบกวน ประโยชน์อีกประการของวิธีการนี้คือ นักเรียนสามารถจะเรียนรู้ว่า การที่เขาทำสิ่งต่าง ๆ โดยที่มิคนอื่นเพ่งมองดู เขายังจะใช้ทักษะหรือพฤติกรรมเหมือนเดิมหรือไม่

6.2.3 เครื่องมือประกอบการสังเกต

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตวิธีการและผลงาน จะต้องเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ การสังเกตที่ดี จึงต้องมีเครื่องมือด้านต่าง ๆ เหล่านี้ (กรมวิชาการ, 2531 : 164 - 178) ประกอบด้วย

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist) ประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สังเกตบันทึก เมื่อเห็นว่ารายการนั้นเกิดขึ้น Checklist นี้เพียงแต่ทำให้ผู้สังเกตทราบว่า การกระทำหรือพฤติกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่เท่านั้น แต่ไม่ช่วยในการพิจารณาคุณภาพหรือจำนวนครั้งของการกระทำที่เกิดขึ้นถ้าหากต้องการประเมินคุณภาพ หรือวัดจำนวนครั้งของการกระทำที่เกิดขึ้นก็ไม่ควรใช้ Checklist ควรใช้เครื่องมืออย่างอื่นแทน แต่อย่างไรก็ดี เครื่องมือนี้มีประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลของขบวนการหรือวิธีการที่ได้แบ่งแยกการกระทำ การแสดงหรือการปฏิบัติต่าง ๆ ออกอย่างชัดเจน เช่น การทดลองเคมี การใช้เครื่องยนต์ เป็นต้น

ลำดับขั้นในการสร้าง

- 1) ต้องระบุถึงการกระทำ หรือผลงานที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจนเหมาะสม
- 2) เขียนรายการพฤติกรรมหรืออุปนิสัยที่สำคัญ ๆ ที่จะเป็นแบบอย่างของนักเรียน
- 3) จัดเรียงพฤติกรรมหรืออุปนิสัยที่เขียนไว้ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตามลำดับก่อนหลัง
- 4) เขียนคำสั่งวิธีการใช้

วิธีการให้คะแนน

ไม่มีกฎเกณฑ์ใด ๆ ที่แน่นอนสำหรับครูที่จะใช้ในการให้คะแนนภาคปฏิบัติ แต่ก็มีคำถามบางประการที่จะประกอบการพิจารณาของครูได้ เช่น รายการต่าง ๆ ในแบบสำรวจรายการนั้น ส่วนใดสำคัญเท่ากัน รายการต่าง ๆ นั้นมีความจำเป็น ระดับความสำเร็จขนาดไหนที่ถือว่านักเรียนรอบรู้ (Mastered) คำถามต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไปสู่การตั้งเกณฑ์ที่จะยอมรับความสามารถหรือความสำเร็จของนักเรียนว่า จะใช้เกณฑ์เท่าไร

ตัวอย่าง เช่น ในการสำรวจรายการหนึ่ง มีพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต 10 ข้อ ในแต่ละข้อ อาจกำหนดคะแนนไว้ดังนี้ เช่น ถ้าปฏิบัติในระดับต่ำให้ ครึ่ง คะแนน ถ้าทำได้อย่างสมบูรณ์ให้ 1 คะแนน ถ้าทำไม่ได้ให้ 0 คะแนน ซึ่งคะแนนรวมทั้งหมดจะใช้เป็นเครื่องตัดสินครั้งสุดท้าย เช่น

จุดประสงค์ : สามารถใช้เครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

- 1) เลือกเครื่องมือที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
- 2) รวบรวมเครื่องมือเพื่อการทดลองได้ถูกต้อง
- 3) ใช้เครื่องมือได้ตามความต้องการขณะทดลอง
- 4) ใช้เครื่องมือวัดได้แม่นยำ
- 5) ปฏิบัติตามกฎแห่งความปลอดภัยขณะทดลอง
- 6) ทำการทดลองได้เสร็จตามเวลา
- 7) ทำความสะอาดเครื่องมือและเก็บได้ถูกต้อง

ชนิดการตอบของแบบสำรวจรายการ จะแปรเปลี่ยนไป แต่ปกติจะให้ทำเครื่องหมาย แต่ในบางครั้งใช้ ใช่ หรือไม่ใช่ ถ้าตอบใช่ แปลว่าการกระทำนั้นเป็นที่พอใจ ถ้าตอบว่า ไม่ใช่ แปลว่า การกระทำนั้นไม่เป็นที่พอใจ นอกจากนี้ อาจจะใช้ ผ่าน หรือ ไม่ผ่าน หรือ ใช้เป็นตัวเลข

คุณค่าที่ได้จากการสำรวจแบบรายการ ขึ้นอยู่กับทักษะ และความระมัดระวังของผู้สร้าง ซึ่งผลของแบบสำรวจรายการจะทำให้

- 1) ผู้สังเกตมุ่งความสนใจไปตามรายการที่ระบุไว้ให้เท่านั้น
- 2) เป็นการเปรียบเทียบการกระทำต่าง ๆ ของนักเรียนกับที่ครูสังเกต ครูแต่ละคนอาจจะบันทึก รายการที่นักเรียนกระทำแตกต่างกัน

ข้อสังเกตการพิจารณาใช้แบบสำรวจรายการ

- 1) ใช้แบบสำรวจรายการ เมื่อต้องการทราบว่า การกระทำหรือพฤติกรรมเฉพาะบางอย่างที่กำหนดไว้นั้น เกิดขึ้นหรือไม่

2) ลักษณะการกระทำต่าง ๆ ต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน

3) ควรแยกแบบสำรวจรายการของนักเรียนแต่ละคน

2. มาตรการประมาณค่า (Rating Scale) การวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับพฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูลซึ่งก็มีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือมีโอกาสที่จะมีระดับของความเป็นปรนัยต่ำ ความลำเอียง หรือความประทับใจ อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกตได้ เครื่องมือที่จะช่วยให้การสังเกตมีความเป็นปรนัยมากขึ้น ได้ข้อมูลอย่างเป็นระบบมากขึ้น บันทึกและรายงานผลการตัดสินของครูจากการสังเกตเป็นระบบดีขึ้น ก็คือ "มาตรการประมาณค่า" (rating Scale) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสินและมาตราที่จะใช้ตัดสินว่าอยู่ในระดับใด มาตรการประมาณค่าจึงอยู่ในรูปของเครื่องมือในการบันทึกและรายงานผลการตัดสิน ซึ่งจะได้ผลเพียงไรขึ้นอยู่กับมาตราประมาณค่าว่ามีการสร้างไว้อย่างดีเพียงไร และใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพียงไร

ลักษณะของมาตรการประมาณค่า มีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียน หรือทักษะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึงพฤติกรรมอะไรหรือ ต้องมีทักษะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่มักจะตั้งไว้ในใจ จึงเหมือนกับจัดตำแหน่งนักเรียนลงบนมาตราที่คงที่ตายตัวที่มีอยู่ก่อนแล้ว มาตรการประมาณค่าแบบนี้มีข้อดีตรงที่สามารถเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าคนเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ แต่ก็มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น ผู้ประมาณค่าต้องฝึกฝนมาพอสมควร จึงจะใช้ได้เหมาะสม ต้องรู้และระลึกอยู่เสมอว่ากำลังประมาณค่าคุณสมบัติใด บางทีมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เมื่อใช้หลายคนประมาณค่านักเรียนกลุ่มเดียวกัน หรือนำค่าประมาณค่ามาเปรียบเทียบกัน ต้องตั้งเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับประมาณค่าแต่ละระดับของมาตรการประมาณค่าทั้งแบบ 3 , 5 , 7 ระดับ แบ่งเป็น 3 ชนิด

2.1 มาตรการประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลข หรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรม ตามปกติจะอธิบายความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้น และใช้ในความหมายเดียวกันทุกมาตรา อาจจะใช้กี่ระดับก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3 - 9 ระดับ และมักใช้จำนวนคี่ เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรานั้น

2.2 มาตรการประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scale) แบบนี้จะเขียนคำบรรยายบอกระดับคุณลักษณะนั้น ๆ ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคี่คือ 3 , 5 , 7 ระดับ เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใด ก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้น

2.3 มาตรฐานประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งเป็นช่วงระดับ แล้วมีคำบรรยายอยู่ข้างๆ ได้ด้วย ผู้วัดจะต้องพิจารณาว่า นักเรียนมีคุณลักษณะตรงกับช่วงระดับใด ก็บันทึกสรุปในช่วงนั้น ซึ่งต่างจากมาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลขตรงที่ใช้ค่าต่าง ๆ แทนรหัสเลข

การสร้างมาตรฐานประมาณค่า

การสร้างมาตรฐานประมาณค่า ก็เช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่มุ่งให้ค่าวัดหรือค่าที่กะประมาณได้เป็นค่าที่เป็นความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้สูงเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุด และยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ประกอบอีก ความเป็นปรนัย ใช้สะดวก เหมาะสมกับสิ่งที่จะประมาณค่า มีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1) บ่งจุดมุ่งหมายในการสอนในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ ถ้ากำหนดจุดประสงค์การสอน การเรียนให้เป็นเชิงพฤติกรรมที่วัดได้สังเกตได้ ก็จะช่วยให้สามารถนิยามตัวแปรที่จะประมาณค่าได้ชัดเจน ในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้นแล้วนำไปสร้างมาตรฐานประมาณค่าได้สะดวกขึ้น

2) เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะหรือ ตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดว่า ได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น กล่าวคือ ต้องเลือกตัวแปรสำคัญนั่นเอง ตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อยไว้มาก ๆ แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ กับกลุ่มเวลา เครื่องมือ ฯลฯ และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตได้มากกว่าตัวแปรที่สังเกตยาก

3) นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วต้องนิยามตัวแปรที่จะวัดเหล่านั้นออกมาเป็นนิยามที่วัดได้ สังเกตได้ คือเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ของตัวแปรที่เลือกไว้ การนิยามเชิงปฏิบัติการทำให้มาตรฐานประมาณค่ามีความเป็นปรนัยดีขึ้น บางกรณีอาจต้องแยกนิยามเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ประมาณค่า (Rater) ต่างหาก

4) การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประมาณค่า มีน้ำหนักต่อความสำเร็จต่างกัน จึงควรต้องมีการถ่วงน้ำหนักตัวแปรต่าง ๆ การให้น้ำหนักนี้มักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5) เลือกและสร้างมาตรฐานประมาณค่าตามแบบที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1) จะนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้อย่างไร ตัดสินเกรด เปรียบเทียบรวม หรือแยกระหว่างตัวแปรย่อย

5.2) ความสามารถของผู้ประมาณค่าในการใช้เครื่องมือนั้นสูงต่ำเพียงไร

5.3) ตัวแปรที่จะตัดสินมีลักษณะเช่นไร แคบ กว้าง สังเกตได้ง่าย-ยากเพียงไร

5.4) สถานการณ์ที่ประมาณค่า เช่น ขณะแข่งขัน ขณะช้อม กลุ่มเล็กใหญ่

5.5) เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณค่า เช่น เครื่องมือในการเล่น ผู้ช่วย เวลา

6) เลือกจำนวนระดับของมาตราประมาณค่า การเลือกใช้จำนวนขั้นของมาตราประมาณค่า ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่า สามารถจำแนกได้ละเอียดอย่างไรเพียงตรงเพียงไร ส่วนใหญ่ใช้ระหว่าง 3 ขั้น หรือ 3 ระดับถึง 9 ระดับ และใช้จำนวนคี่ เพื่อมีจุดกลาง เป็นจุดหลักในการพิจารณาได้

3. การจัดอันดับ (Ranking) การจัดอันดับเป็นวิธีการที่จะเรียงอันดับนักเรียนในคุณสมบัติหนึ่ง ๆ ตามที่กำหนดให้ซึ่งสามารถจะใช้ในการวัดวิธีการหรือผลงานก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดผลงานมากกว่า

4. มาตรฐานวัดทางผลงาน (Product Scale) เป็นมาตราประมาณค่าชนิดหนึ่งโดยจะจัดผลงานตามระดับคุณภาพ อาจแบ่งคุณภาพผลงานออกเป็น 4 ระดับ หรือมากกว่านั้น มาตรฐานชนิดนี้สร้างง่าย เวลาใช้จะตัดสินผลงานในเชิงเส้นตรง โดยการนำผลงานของนักเรียนมาเทียบกับผลงานที่กำหนดไว้

5. การเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pair Comparison) เป็นแบบที่จัดอันดับได้เที่ยงตรง เพราะผู้จัดอันดับจะต้องเปรียบเทียบนักเรียนเป็นคู่ โดยทำเป็นตาราง 2 ทางเปรียบเทียบคนแรกในแถวขึ้นกับทุกคนในแถวตอน (ยกเว้นตนเอง)

6. ระเบียนพฤติกรรม (Anecdotal Records) จะใช้เมื่อไม่สามารถหาคำนิยามคุณลักษณะของการทำงานได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะทำให้ไม่สามารถสร้างแบบสำรวจรายการและมาตราประมาณค่าได้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผลภาคปฏิบัติผู้วิจัยใช้การประเมินผลแบบการประมาณค่าแบบตัวเลข ซึ่งเป็นแบบที่ง่ายต่อการประเมิน และมีข้อดีอีกอย่างหนึ่งคือสามารถเปรียบเทียบระหว่างบุคคลได้ สามารถใช้กับกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ การประเมินใช้ผู้ประเมินคนเดียวกันทำให้มีมาตรฐานอีกด้วย

7. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

7.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (อารี รังลินท์. 2532 ก : 3 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1950) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดนอกแนว (Divergent Thinking) คือความคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย และเขายังอธิบายเพิ่มเติมความคิดนอกแนวว่า ประกอบด้วยลักษณะความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่อง

ในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และ ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

ทอร์แรนซ์ (อาร์รี รังสินันท์. 2532 ก : 5 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1962 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงกระบวนการที่บุคคลไวต่อปัญหา ขอบกพร่อง ช่องว่างในด้านความรู้ สิ่งที่ยากหายไ้ไป หรือสิ่งที่ไม่ประสานกัน และไวต่อการแยกแยะต่าง ๆ ไวต่อการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ไวต่อการเดา หรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับขอบกพร่องแล้วรวบรวมความรู้ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นจนในที่สุดนำเอาผลที่ได้ไปแสดงให้ปรากฏแก่ผู้อื่นได้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1975 : 90) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ซึ่งตรงข้ามกับความคิดที่มีอยู่เดิม หรือตรงข้ามกับการสนองต่อความคิดแบบเดิมของคนอื่น การสร้างสรรค์เป็นการแสดงออกที่ได้จากการเลือกสรรประสบการณ์ในอดีตมาสร้างรูปแบบ (Pattern) ใหม่ ความคิด (Idea) ใหม่ หรือผลผลิต (Product) ใหม่

อาร์รี รังสินันท์ (2532 ข : 497) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดของสมองที่สามารถคิดแบบอนาณัย หลายทิศ หลายทาง ด้วยการเชื่อมโยงความคิด หรือสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความคิดออกมาในรูปแบบใหม่เป็นสิ่งที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำของเดิม รวมถึงคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ และคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จตลอดจนผลผลิตใหม่ที่เกิดขึ้น อาจเป็นกระบวนการ หรือวิธีการก็ได้ แต่ต้องเป็น สิ่งที่มีคุณค่า และมีประโยชน์

7.2 บุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังเช่น ไรซ์ (Rice. 1970 : 69) ได้กล่าวถึงบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. มีสติปัญญา หรือมีไหวพริบ
2. มีความสามารถในการประยุกต์ และมีความยืดหยุ่นในความคิด
3. มีการตอบสนองที่แสดงถึงความคิดริเริ่ม
4. มีอิสระในการคิดและการกระทำ
5. สนใจในสิ่งต่าง ๆ และสามารถรวบรวมสิ่งที่พบเข้ากับความรู้ที่ภายในใจได้
6. มีความสามารถในการหยั่งรู้
7. มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และเข้าใจในคุณค่าของความงาม
8. รู้จักตนเอง มีความเชื่อมั่น และมีกระบวนการที่เป็นที่ยอมรับ

เบอร์นาร์ด (Bernard. 1972 : 302) ได้กล่าวถึงบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่า

1. เป็นผู้ที่มีความสามารถพูดหรือแสดงออกถึงแนวคิดด้านต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว
 2. เป็นผู้ที่ชอบและสามารถปรับตัวได้ดีในบรรยากาศที่เป็นอิสระในการแสดงออก และไม่ชอบบรรยากาศที่ไม่เป็นอิสระในการแสดงออก
 3. เป็นผู้ที่มีความคิดแบบอเนกนัย มีแนวทางในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ มากกว่าการคิดแบบเอกนัย หรือยอมตามแนวคิดที่ผู้อื่นคิดไว้
 4. เป็นผู้ที่มีความสามารถคิดแบบโยงสัมพันธ์
 5. เป็นผู้ที่มีอารมณ์ขันและสนุกสนาน
 6. เป็นผู้ที่มีความคิดแปลก ๆ และมีความคิดกว้างขวาง
 7. ลักษณะงานที่ทำ เป็นผลมาจากการใช้ความคิดหลาย ๆ ทาง
 8. เป็นผู้ที่มีความคิดเห็นเป็นของตนเอง
 9. เป็นผู้ที่มีความรู้สึกและอารมณ์เปิดเผย
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 16 - 17) ได้กล่าวถึงลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่าควรมีลักษณะ

1. อยากรู้อยากเห็น เป็นคนต้นที่จะรับรู้อยู่ตลอดเวลา
2. อยากร่างงานใหม่ ๆ แปลก ๆ
3. พอใจ และศรัทธาที่จะทำงานที่ยุ่งยากและซับซ้อน
4. มีความสนุกกับการแก้ปัญหา
5. อุทิศเวลาและเสียสละเพื่องาน
6. มีความคิดยืดหยุ่นได้
7. มีความสนใจ และสนใจเมื่อพบเห็นของใหม่ ๆ
8. มีสมาธิดี
9. ยอมรับสิ่งที่ไม่แน่นอนและสิ่งที่เกินข้อขัดแย้งได้
10. ไม่ชอบทำอะไรตามระเบียบหรือกฎเกณฑ์
11. เป็นคนมีอารมณ์ขัน
12. ชอบต่อมตนเอง และยกย่องผู้อื่น

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธาวัชรธ. (2523 : 102) กล่าวถึง บุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น รู้จักคิดริเริ่ม มีความสามารถในการติดต่ออย่างกว้างขวาง มีความยืดหยุ่นในการคิดและการกระทำ สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงวิธีการและการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีความช่างคิด ช่างฝัน มีอุดมการณ์ มีอารมณ์ขัน มีความเชื่อมั่นในตนเอง และรู้จักตัดสินใจด้วยตนเอง ไม่ชอบคล้อยตามผู้อื่น เป็นผู้ชอบเสี่ยงชอบผจญภัย ชอบเดา ชอบตั้งสมมติฐาน และทำงานเพื่อความสุขของตนเอง โดยไม่หวังผลตอบแทน

วราภรณ์ รักวิจัย (2525 : 26) ได้สรุปลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่าจะมีการแสดงออก ดังต่อไปนี้

1. เป็นคนอยากรู้อยากเห็น มีความสังเกตดี มีปฏิกริยาโต้ตอบรวดเร็วต่อปัญหาหรือสิ่งเร้า
2. มีความสนใจและประหลาดใจในเหตุการณ์ หรือสิ่งเร้าใหม่ ๆ และพยายามหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใด โดยชอบใช้คำถามว่า ทำไม
3. มีความสามารถในการคิดอย่างกว้างลึก และสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็ว และมีความรับรู้ไวต่อปัญหาต่าง ๆ
4. รู้จักคิดริเริ่มทำในสิ่งที่แปลกใหม่ เป็นคนช่างคิดช่างฝัน มีอารมณ์ขัน ชอบเดา และชอบทำงานที่ท้าทาย
5. เป็นคนที่เป็นตัวของตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง
6. มีความสามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้สำเร็จ
7. ชอบอิสระเสรีภาพในเรื่องความคิดและการได้แสดงออก ไม่ชอบกฎเกณฑ์ข้อบังคับ
8. ไม่ชอบแสดงความวิตกกังวลต่อความล้มเหลวหรือความสำเร็จจนมากเกินไป และไม่เคร่งเครียด
9. เป็นคนชอบวิพากษ์วิจารณ์อย่างมาก มีลักษณะเด่นในการเป็นผู้นำ และมีความสามารถในการจูงใจคน
10. ชอบตั้งสมมติฐานในการทำงานด้วยความพอใจของตน โดยไม่หวังผลหรือคำยกย่องจากคนอื่น

อารี รังสินนท์ (2532 ก : 61) ได้กล่าวถึง เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่ามักมีพฤติกรรมดังนี้

1. อยากรู้ อยากรู้อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้ อยู่เป็นนิจ
2. ชอบแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง
3. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้ลึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
4. ชอบซักถาม และตั้งคำถามแปลก ๆ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลกผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไป
6. ชอบแสดงออกมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะซักถามหรือพยายามหาคำตอบโดยเร็ว
7. มีอารมณ์ขัน มองสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมที่แปลก และสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด

10. สนใจสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

11. ความเป็นตัวของตัวเอง

ยุพา วีระไวทยะ และเบญจมาศ กาญจนวิโรจน์ (2531) ได้กล่าวถึง บุคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ว่าควรจะเป็นบุคคลที่มีแนวคิดหลายทาง คือ

1. เป็นตัวของตัวเอง มีความคิดอิสระ ไม่ชอบหรือไม่คล้อยตามความคิดของผู้อื่นง่าย ๆ กล่าวแสดงออกทั้งท่าทางและความคิดเห็น ถือตัวเองเป็นศูนย์กลาง
2. รักความก้าวหน้า ตั้งใจทำงาน อุทิศเวลา และมีความบากบั่นต่อความสลับซับซ้อนของงาน และทำงานประสบความสำเร็จ และชอบเสี่ยง
3. มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น ขยันหมั่นเพียร มีแรงจูงใจสูง
4. ไวต่อปัญหา รับรู้เร็วและง่าย เป็นผู้มองเห็นการเชื่อมโยง แยกแยะความคิดได้หลายแง่หลายมุม ทำให้สามารถใช้ความคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว มีความคิดยืดหยุ่น พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดหรือวิธีการใหม่ได้รวดเร็ว

5. ข้างสงสัย และชอบคิดหาคำตอบ ชอบคำถามที่ท้าทายและแปลก
6. มีความสามารถในการใช้สมาธิ มีความสามารถในการจินตนาการอย่างถี่ถ้วน
7. มีความคิดริเริ่ม ชอบเผชิญกับปัญหาใหม่และสลับซับซ้อน
8. ยอมรับในสิ่งที่ไม่แน่นอน และสิ่งที่เป็นข้อขัดแย้ง อดทนต่อสิ่งที่ยังไม่แน่ชัด ไม่ขาดกลัวต่อสิ่งที่ยังไม่ทราบ แต่จะรู้สึกพึงพอใจ และตื่นเต้นที่จะเผชิญกับสิ่งเหล่านั้น
9. มีความอดทนต่อความไม่เป็นระเบียบ หรือจะแสดงออกว่าไม่ชอบระเบียบกฎเกณฑ์ ไม่มีความสม่ำเสมอ และไม่ชอบถูกบังคับ

10. มีอารมณ์ขัน ชอบคิดเล่นไปเรื่อย ๆ มีจินตนาการ

สรุปได้ว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผลมีความสามารถในการหยั่งรู้ ชอบคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้า มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ไม่ยึดมั่นในสิ่งใดเกินไป มีอิสระในการคิดและการกระทำสิ่งแปลกใหม่ มีความอยากรู้อยากเห็นกระตือรือร้น ชอบการสืบเสาะ ชอบคิด ตั้งวัตถุประสงค์ และตั้งสมมติฐานในการทำงาน มีความสามารถในการรับรู้ปัญหาได้เร็ว สนุกกับการแก้ปัญหา โดยใช้ความคิดหลายทาง และเป็นผู้มีความสามารถในการผลิต ซึ่งผลผลิตอาจเป็นความคิดหรือสิ่งของแปลกใหม่

7.3 กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์

ลักษณะของกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้นได้มีผู้วิเคราะห์ไว้หลายท่านดังนี้

ทอแรนซ์ (Torrance. 1962 : 47) ได้กล่าวว่า การเรียนและการคิดอย่างสร้างสรรค์จะต้องประกอบด้วยกระบวนการ 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา ความยุ่งยากเกิดขึ้น และขาดข้อมูล

2. กระบวนการตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานั้น (Formulating Hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐาน (Testing Guesses)
4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา (Communicating the Results)

พาเนส (วิจิตร วรุตบางกูร. 2520 : 41 ; อ้างอิงมาจาก Parnes n.d.)

กล่าวว่ากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ต้องขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ความรู้พื้นฐานของแต่ละคน (Individual's Knowledge) อย่างน้อยผู้หนึ่งจะต้องทราบว่า ปัญหาที่เขาประสบอยู่ในปัจจุบัน และในอดีตเขาแก้ปัญหาอื่น ๆ อย่างไร
2. จินตนาการ (Imagination) อย่างน้อยจะต้องคิดได้ว่าจะมีทางอื่นหรือวิธีอื่นที่จะแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ ถ้ามี มีอะไรบ้าง
3. การพิจารณา (Judgement) ต้องมีการใช้วิจารณญาณวิเคราะห์ได้ว่าวิธีแก้ปัญหานั้นใด สามารถนำไปปฏิบัติได้และเป็นประโยชน์ที่สุด

ฮัทชินสัน (อารายา แสงไชย. 2529 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Hutchinson n.d.) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจจะใช้เวลาคิดอันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น ซึ่งมีลำดับการคิดดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกตึงเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังคิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดจับพลันขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ หรือลำดับคำตอบออก
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 17-18) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของความคิดสร้างสรรค์ว่ามี 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม คือ ขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไปนี้

- 1.1 การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดี ทั้งและสนใจต่อสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ได้พบเห็นเสมอ

- 1.2 การจำแนก หมายถึง การจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป

1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรค์งาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ขั้นพักตัว เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิดโดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับรวบรวมไว้เป็นแนวในการคิด ปกติขั้นนี้จะใช้เวลาานพอสมควร

3. ขั้นคิดออก ขั้นนี้เป็นขั้นของการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือ สามารถมองเห็นสู่ทางในการริเริ่มหรือสร้างสรรค์งานอย่างแจ่มชัดโดยตลอด

4. ขั้นพิสูจน์ คือ ขั้นของการทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์พยายามคิดแก้ปัญหาเมื่อมีความรู้สึกว่ามีปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นเตรียม ในขั้นนี้ต้องอาศัยพื้นฐานของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพักตัวหรือขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่กระบวนการคิด ขั้นคิดออก ขั้นพิสูจน์ และปรับปรุงผลที่ได้จากกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ คือ ผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและสิ่งที่จะช่วยให้เกิดกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ คือ ความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และการพิจารณาตัดสินใจของแต่ละบุคคล

7.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

7.4.1 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของนักจิตวิทยา จิตวิเคราะห์

ความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยา จิตวิเคราะห์ ซึ่งมี فروยด์ จิตแพทย์ชาวเวียนนา เป็นผู้นำกลุ่ม فروยด์ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความขัดแย้งระหว่างแรงขับทางเพศ ซึ่งถูกผลักดันออกมาโดยจิตได้สำนึก กับความรู้สึกผิดชอบชั่วดีในสังคม ดังนั้นเพื่อให้แรงขับทางเพศได้แสดงออกมาในรูป หรือพฤติกรรมที่สังคมยอมรับได้ จึงเปลี่ยนเป็นความคิดสร้างสรรค์ ความขัดแย้งที่เกิดขึ้น อาจเป็นความขัดแย้งเรื่องความไม่พึงพอใจในสภาพของตน จึงต้องการปรับสภาพเดิมให้เป็นไปตามที่ตนพอใจ เช่น รูจिरา เด็กวัยรุ่นอายุประมาณ 15 ปี ไม่พอใจสภาพห้องนอนของเธอเพราะมันเรียบ เธอจึงคิดตกแต่งด้วยการติดภาพประดับตามผนัง และโยกย้ายเฟอร์นิเจอร์บางชิ้นให้อยู่ในที่ที่เหมาะสมขึ้นเพิ่มแจกันดอกไม้ให้ห้องดูสดชื่นสวยงามติดม่านหน้าต่าง และอื่น ๆ เป็นต้น อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ นายสมชาย ไม่พึงพอใจสภาพการทำงานของตน ในที่ทำงานแห่งหนึ่ง จึงพยายามดิ้นรนโยกย้ายไปอยู่ยังที่ทำงานแห่งใหม่ ซึ่งคิดว่าดีกว่าและในขณะเดียวกันก็ศึกษาและเตรียมตนให้พร้อม ด้วยการเพิ่มพูนความรู้ความสามารถให้สูงขึ้นเพื่อสอบเข้าที่ทำงานแห่งใหม่ให้ได้ ด้วยความคาดหวังว่า งานใหม่จะช่วยให้ตนพอใจขึ้น ก็นับได้ว่านายสมชาย ได้มีความคิดอิสระเกิดขึ้นในขณะที่เกิดความคิดขัดแย้ง และพยายามฝึกฝนตนเองให้ดี ก็จัดว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ فروยด์ ยังให้ทรรศนะเพิ่มเติมว่า

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะของความร่าเริงแจ่มใสผ่อนคลาย อีสุระ หรือลักษณะของความ เป็นเด็ก ซึ่งบริสุทธิ์เป็นธรรมชาติเป็นตามสภาพที่แท้จริงไม่เสแสร้ง หรือปรุงแต่ง และมีความคิด แจ่มใส บริสุทธิ์ สนุกสนานไม่มีความคิดยึดถือสิ่งใด ไม่มีความเครียด (อารี รังสินนท์. 2532 ข : 506)

7.4.2 ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง

แนวความคิดของทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ เป็น แนวคิดของ กิลฟอร์ด ซึ่งได้ทำการศึกษา และวิจัย การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis) ทางสถิติอยู่เป็นเวลาประมาณ 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผลและการแก้ปัญหา ในที่สุดก็ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองขึ้น หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสมรรถภาพทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model) ที่เรียกว่า SI ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ 120 เซลล์ ในการศึกษานี้ กิลฟอร์ดได้พัฒนาวิธีการคิดขึ้น 2 ประเภท (อารี รังสินนท์. 2532 ข : 507) คือ

1. ความคิดรวมหรือความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว

2. ความคิดกระจายหรือความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนการนำไปสู่ ผลผลิตของความคิด หรือคำตอบได้หลายอย่างด้วย และกิลฟอร์ดอธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ ก็คือ ความคิดอเนกนัย ซึ่งมีองค์ประกอบประกอบด้วย

2.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึงปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำ กันในเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

2.1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำ

2.1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือน หรือคล้ายคลึงกัน ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.1.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้สี หรือประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.1.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดประโยชน์ของ

หนังสือพิมพ์ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดให้

2.2 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ไปจากความคิดธรรมดา หรือความคิดที่แตกต่างไปจากความคิดของบุคคลอื่น

2.3 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิด โดยแบ่งออกเป็น

2.3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ คนที่มีความยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ว่า มีอะไรบ้างได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงทิศทางเดียว

2.3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adapture Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

2.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่ง เพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ต่อมา กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (อาร์ี รังสินันท์. 2532 ข : 508 ; อ้างอิงมาจาก Guilford and Hoepfner. 1971 : 125 - 143) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มเติม และพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่องตัว (Fluency)
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)
5. ความไวต่อปัญหา (Sensitivity of Problem)
6. ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (Redefinition)
7. ความซึมซาบ (Penetration)
8. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

7.4.3 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของมนุษย์นิยม

อาร์ี รังสินันท์ (2532 ข : 508) กล่าวว่าแนวความคิดของนักมนุษยนิยมที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์นั้น มาสโลว์ (Abraham H. Maslow) และโรเจอร์ส (Rogers) เป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญของแนวคิดกลุ่มนี้ โดยมีความคิดว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นผู้ที่รู้จักตนเองตรงตามสภาพที่เป็นจริง เข้าใจตนเอง และยอมรับตนเองทั้งในส่วนที่บกพร่องและส่วนที่ดี รู้ทั้งจุดอ่อน

และตระหนักในความสามารถของตนเอง พึ่งตนเอง ริเริ่ม และนำตนเองได้ สามารถพัฒนา ศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ มีอิสระภาพในการคิดตัดสินใจเลือกทำสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ให้ ตนเอง และผู้อื่นเดือดร้อน มองเห็นศักดิ์ศรี และคุณค่าของตนเอง และสามารถสร้างสรรค์ตนเอง และสังคมให้เกิดประโยชน์สุข การที่บุคคลจะสามารถพัฒนา และไปถึงเป้าหมายดังกล่าวนั้น กลุ่ม มนุษยนิยม ได้เน้นถึงสถานการณ์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ว่าจะต้องประกอบด้วย

1. ภาวะความปลอดภัยทางจิต คือ

1.1 การยอมรับในค่าของคนแต่ละคนเคารพในสิทธิ และความคิดเห็น

1.2 ไม่มีการตีราคา ประเมิน หรือเปรียบเทียบความคิดเห็น และ ผลงาน
ทุกคนทำงานด้วยความสบายใจไม่ต้องหวั่นวิตก และเกรงการถูกทำโทษ ถูกตำหนิ หรือตัดสินใจ
ว่าไม่ดี

1.3 ความมั่นใจในตนเอง มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจด้วยตนเอง และเต็มใจที่จะรับ
ผิดชอบในความสำเร็จ หรือล้มเหลวของตน

2. ภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออก คือ

2.1 มีจิตใจกว้างที่จะเปิดรับประสบการณ์ เต็มใจที่จะรับรู้ความคิด มี ความสน
ใจต่อเหตุการณ์ และความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลก รวมทั้งประเด็นข้อถกเถียงที่ยัง
ไม่ยุติ

2.2 บรรณานาที่จะเล่นกับความคิด และสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ

7.4.4 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ

ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการทำงานของสมองมนุษย์ โดยการเริ่มต้น
ศึกษา และทดลองของนักจิตวิทยาคลินิค ซึ่งมีแนวคิดเบื้องต้นว่า ฝ่าพินธุ์ของมนุษย์อยู่รอด สืบสาย
มาจนถึงคนรุ่นปัจจุบันได้ ก็เพราะ มนุษย์มีสมองอันเชี่ยวชาญ ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมอง
ที่มีสองส่วน โดยแบ่งหน้าที่กันทำในแต่ละส่วน และจากการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับการทำงานของ
สมองสองซีกของมนุษย์มาเป็นเวลา 15 ปี นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงสรุปได้ว่า มนุษย์แต่ละคนมี
สมองสองซีก คือ สมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างอย่างชัดเจนในการรับรู้ความ
เป็นไปของสิ่งต่าง ๆ

ความคิดสร้างสรรค์ เกิดจากการทำงานของสมองซีกขวา ซึ่งทำหน้าที่คิดจินตนาการ
ความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ ความซาบซึ้งในดนตรี ศิลปะ วรรณคดี เป็นต้น ส่วนสมองซีกซ้ายเป็น
ส่วนที่คิด และทำงานออกมาเป็นรูปธรรม เช่น การวิเคราะห์ การหาเหตุผล กฎเกณฑ์
ดังรายละเอียดดังนี้

สมองซีกซ้าย

-สรรหาถ้อยคำ

สมองซีกขวา

-ไม่มีถ้อยคำ

-วิเคราะห์	-สังเคราะห์
-ใช้เหตุผล	-หยั่งรู้เอง
-ความคิดเชิงตรรกวิทยา	-ความคิดเชิงสร้างสรรค์
-ความแบ่งแยก	-ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
-มีกาลเวลา	-ไม่มีกาลเวลา
-โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์	-โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์
ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์	ของดนตรี และศิลปะ

ฉะนั้น ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองซีกขวาจะสามารถแสดงหรือบอกให้ผู้เฝ้าทราบได้ต้องเกิดจากการรวบรวม วิเคราะห์ และหาถ้อยคำของสมองซีกซ้ายเท่านั้น ดังนั้นหากสมองทั้งสองซีก คือ ซีกซ้าย และซีกขวาได้มีการพัฒนาอย่างเหมาะสมทั้ง 2 ซีกก็สามารถทำคุณประโยชน์ต่าง ๆ แก่มนุษยชาติอย่างมหาศาล ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ จึงเป็นทฤษฎีพื้นฐานอีกทฤษฎีหนึ่งในการจัด และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล (อารี รังสินนท์, 2532 ข : 509)

7.4.5 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของโอตา (The Model AUTA)

แนวความคิดของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ โอตา เป็นแนวคิดสร้างสรรค์ที่ เดวิส (Davis) และซัลลิแวน (Sullivan) คิดขึ้นในปี ค.ศ. 1980 โดยการอธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้ด้วยการส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ และจัดลำดับของการพัฒนา ซึ่งมี 4 ลำดับขั้นตอน ดังนี้ (อารี รังสินนท์, 2532 ข : 510)

ขั้นตอนที่ 1 การตระหนักรู้ถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ เป็นขั้นตอนแรกที่จะทำให้บุคคลเพิ่มความสนใจในเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล เช่น การพัฒนาปรัชญา การรู้จักพัฒนาตนเอง การมีสุขภาพจิตที่สมบูรณ์ และการมีชีวิตที่ดีขึ้นกว่าเดิม และเข้าใจนวัตกรรมต่าง ๆ ที่ผ่านมานับประวัตินาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเจริญก้าวหน้าและวิธีแก้ปัญหาในปัจจุบัน และอนาคต

ขั้นตอนที่ 2 ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และแจ่มชัดในธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การที่บุคคลจะสนใจ และให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นนั้น ก็ต่อเมื่อได้รับความรู้เนื้อหาสาระเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ สารที่จัดให้บุคคลได้เรียนรู้ก็ได้แก่เรื่องต่อไปนี้

1. บุคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
2. ลักษณะกระบวนการคิดสร้างสรรค์
3. ความสามารถสร้างสรรค์ด้านต่าง ๆ
4. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์
5. แบบสอบถาม แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

6. เทคนิควิธีการฝึกความคิดสร้างสรรค์

7. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 3 เทคนิควิธีการส่งเสริม และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง เทคนิควิธีการกลยุทธ์ในการฝึกกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ ซึ่งรวมเทคนิค และวิธีการต่อไปนี้ด้วย คือ การระดมพลังสมอง การคิดเชิงเปรียบเทียบ (Metaphoric Thinking) การฝึกจินตนาการ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 การเพิ่มพูนศักยภาพในการเป็นมนุษย์ของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาบุคคลไปสู่การรู้จักตนเองตรงตามที่เป็นจริง ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุด กล่าวคือ บุคคลสามารถดึงศักยภาพ ความสามารถ และปรีชาญาณของแต่ละบุคคลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง และสังคมอย่างเต็มที่ ซึ่งการรู้จักตนเองตามสภาพที่เป็นจริง จะประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. เป็นผู้เปิดรับประสบการณ์ต่าง ๆ มาปรับเข้ากับตนได้ดี
2. สนใจศึกษาเกี่ยวกับความเป็นอยู่ของมนุษย์
3. มีความคิดริเริ่มในการนำตนเอง และริเริ่มผลิตสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
4. มีความสามารถในการคิดยืดหยุ่น เพื่อปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงแนวทางใน

การดำเนินชีวิตให้เหมาะสมได้

7.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวัยรุ่น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวัยรุ่น แบ่งออกได้ 3 ปัจจัยใหญ่ ๆ คือ (อารี รังสินนท์, 2532 ข : 514 - 522)

7.5.1 ปัจจัยภายในตัวเด็กเอง ได้แก่

1) ลักษณะธรรมชาติของวัยรุ่น วัยรุ่นจะมีลักษณะธรรมชาติสร้างสรรค์ดังนี้

1.1) ความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น สนใจติดตามสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ พร้อมทั้งจะรับ และเรียนรู้ด้วยการเลียนแบบ สำรวจ ทดลอง และมีประสบการณ์ด้วยตนเอง

1.2) กำลังกาย กำลังใจ และกำลังความสามารถสูง อันเนื่องมาจากความเจริญเติบโตของร่างกาย ทำให้นักเรียนวัยรุ่นมีแรงจูงใจสูง และค้นพบความสามารถประจำตนได้ นักเรียนวัยรุ่นจึงสามารถสร้างสรรค์ และผลิตงานที่มีคุณภาพได้เป็นอย่างดี

1.3) ความอิสระ นักเรียนวัยรุ่นต้องการความอิสระ และมีเสรีภาพในการคิด การเลือกและการตัดสินใจด้วยตนเองไม่ชอบการบังคับ แต่ต้องการการชี้แนะด้วยเหตุผล

1.4) ความมีอุดมการณ์สูงส่ง หรือปรัชญาชีวิต นักเรียนวัยรุ่น จะมีความทะเยอทะยาน มีอุดมการณ์ และความเชื่อมั่นต่ออุดมการณ์ และมีความพยายามจะทำให้ เป็นไปได้ นักเรียนวัยรุ่นจึงมักจะต่อสู้เพื่อสิ่งที่ถูกต้อง

1.5) ความคิดฝันและจินตนาการ มีความคิดกว้างไกลและสูงสุด มีความคิดฝัน เกี่ยวกับชีวิตและอนาคตของตน เช่น ต้องการเป็นแพทย์ มีชื่อเสียง มีรายได้ดี

1.6) นักเรียนวัยรุ่นต้องการแสดงออก เนื่องจากพัฒนาการของ วัยรุ่น วัยรุ่นมีพลังกำลังมาก จึงต้องการใช้พลังงานที่เหลือเพื่อ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ หากนักเรียนวัยรุ่นได้รับการแนะนำที่ถูกต้อง วัยรุ่นก็จะแสดงออกในทางสร้างสรรค์

2) ระดับสติปัญญา จากการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ พบว่า สติปัญญาของเด็กสามารถพัฒนาถึงขีดสูงสุดได้ในช่วงวัยรุ่น หรืออายุประมาณ 16 ปี ซึ่งสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม สิ่งที่ยากและซับซ้อน และมีความเข้าใจ ในสิ่งต่าง ๆ และโลก เช่นเดียวกับผู้ใหญ่

สติปัญญามีส่วนสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ จากการศึกษาของ ลินเกรน (Lingren. 1976) พบว่า นักเรียนที่มีสติปัญญาสูง มักมีระดับความคิดสร้างสรรค์ตั้งแต่สูงจน ถึงต่ำ แต่คนที่มีสติปัญญาต่ำส่วนใหญ่จะมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ ซึ่งหมายความว่า นักเรียนที่มีความ คิดสร้างสรรค์จะต้องมีระดับสติปัญญาปานกลางจนถึงสูง

3) เพศ จากผลวิจัยเรื่องเพศที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์รวมระหว่างเพศหญิงและเพศชายไม่แตกต่างกัน แต่ความคิดสร้างสรรค์ในองค์ ประกอบย่อย เช่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด การคิดแก้ปัญหาเพศชายจะมีความ คิดสร้างสรรค์สูงกว่าเพศหญิง ส่วนเพศหญิงจะมีความคิดตกแต่งและความคิดคล่องแคล่วสูงกว่าชาย

4) บุคคลิกภาพ บุคคลที่มีความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง มีอารมณ์ขัน มีความยืดหยุ่นในการคิด และการกระทำ มีสมาธิ มุ่งมั่น ตั้งใจจริง กระตือรือร้น ชอบเสี่ยง ยอมรับ ตนเอง และผลที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นความสำเร็จหรือล้มเหลว ลักษณะบุคลิกภาพดังกล่าว จะช่วย ใ้บุคคลพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงได้

จากการศึกษาพบว่า บุคคลิกภาพของวัยรุ่นที่สร้างสรรค์ มีดังนี้

1. การยอมรับตนเอง วัยรุ่นที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง จะมีการยอมรับตนเองมากกว่า
2. มีความเป็นอิสระทั้งการคิดและการแสดงออก
3. ชอบทำสิ่งที่ไม่เหมือน หรือซ้ำกับคนอื่น ๆ
4. เชื่อมั่นในตนเอง
5. มีความยืดหยุ่น และปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพการณ์
6. สามารถคิดค้นแปลง ทำสิ่งแปลกใหม่ได้รวดเร็วกว่า

7. สามารถคิดข้ามขึ้น และคิดหาสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ได้
8. เป็นนักพัฒนา คิดแปลง มองการณ์ไกล ไม่หยุดอยู่กับที่
9. กล้าเสี่ยง กล้าลอง กล้าเล่นกับความคิด
10. ชอบการผจญภัย
11. มักไม่สนใจรายละเอียดปลีกย่อยที่ไม่สำคัญ
12. มีความคิดเห็นที่ดีต่อตนเอง

5) ความสนใจ นักเรียนวัยรุ่นที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะเป็นผู้ที่สนใจสิ่งต่าง ๆ กว้างขวาง ดังนี้

- 5.1) สนใจอยากรู้ อยากเห็น อยากเรียน และทดลองความคิดของตน
- 5.2) สนใจอาชีพแปลก ๆ โดยเฉพาะอาชีพเสี่ยง
- 5.3) ต้องการความสำเร็จสูง
- 5.4) มีแนวโน้มที่จะทำกิจกรรมซ้ำแล้วซ้ำอีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ
- 5.5) มักปรับปรุงตนเองเสมอ
- 5.6) มักมีเพื่อนอายุมากกว่า
- 5.7) ชอบแข่งขันกับตนเองและชอบงานอิสระติดต่อกับคนอื่นบ้าง
- 5.8) ชอบเข้าฟังการบรรยายของผู้รู้อยู่เสมอ
- 5.9) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความสามารถ และงานที่ซับซ้อน และสามารถทนต่อความไม่แน่นอนของผลที่จะได้รับ ดังจะเห็นได้จากการทุ่มเททำงานของตนอย่างเต็มที่ และจริงจัง

7.5.2 ปัจจัยแวดล้อมทางบ้าน

ปัจจัยแวดล้อมทางบ้าน หมายถึง สภาพแวดล้อมที่เด็กเจริญเติบโต และได้รับการถ่ายทอดอบรมสั่งสอนมาตลอดช่วงวัยเด็กถึงวัยรุ่น จนกว่าจะมีครอบครัวของตนเองนับว่าเป็นช่วงเวลาที่ยาวนาน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ อาจแยกปัจจัยแวดล้อมทางบ้านได้ดังนี้

- 1) สภาพครอบครัว ครอบครัวจัดเป็นหน่วยแรกของสังคม และเป็นหน่วยพื้นฐานในการปลูกฝังความดีงาม ตลอดจนการสร้างเสริมสติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ หากสภาพครอบครัวอบอุ่น รักใคร่ปรองดองกัน สนับสนุนใกล้ชิดกันพ่อแม่อยู่ด้วยกันด้วยความรัก และเข้าใจต่อกัน นักเรียนวัยรุ่นจะได้รับการปฏิบัติด้วยความรัก ความห่วงใยเอื้ออาทร มีความรู้สึกที่ดีต่อกัน จะทำให้นักเรียนวัยรุ่นรู้สึกอบอุ่นใจ ภาคภูมิใจ เชื่อมมั่นตนเอง ตระหนักถึงคุณค่า และ

ความสำคัญของตนที่มีต่อครอบครัว พร้อมทั้งจะใช้พลังความสามารถที่มีอยู่ให้เกิดผลผลิตในทางสร้างสรรค์ หากครอบครัวแตกแยก หรือพ่อแม่ หรือสมาชิกในครอบครัวทะเลาะเบาะแว้งกันเป็นประจำ พ่อแม่ขาดความเข้าใจดีต่อกัน ความสัมพันธ์ห่างเหินกัน พ่อแม่ไม่เข้าใจกัน ไม่สนใจ ไม่ยอมรับธรรมชาติของวัยรุ่น และไม่มีการตอบสนองที่เหมาะสม มักเข้มงวด และยึดถือความคิดเห็นของตนเป็นใหญ่จะทำให้เด็กเรียนมีความคับข้องใจ กดดัน และเกิดความเครียด เกิดความไม่มั่นใจ ไม่แน่ใจในความรักของพ่อแม่ที่มีต่อตน อันจะทำให้เกิดความรู้สึกสูญเสียความมั่นคงในอารมณ์ มีความสับสนวุ่นวายใจ เหนง ว่าเหว ขาดโอกาสในการเรียนรู้ และเลียนแบบบทบาทที่ดีของพ่อแม่ และอาจทำให้สุขภาพจิตเด็กไม่ดี ซึ่งมีผลทำให้เด็กไม่ได้พัฒนาความสามารถที่มีอยู่ให้เต็มที่ หรือไม่สามารรถคิดสร้างสรรค์ นั่นเอง

2) ขนาดของครอบครัว จากการศึกษาพบว่า นักเรียนวัยรุ่นที่มาจากครอบครัวขนาดเล็กมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่า เด็กที่มาจากครอบครัวใหญ่ ทั้งนี้เพราะครอบครัวขนาดเล็กมีสมาชิกน้อยกว่า พ่อแม่มีเวลาให้ความสนใจดูแล เอาใจใส่ทั่วถึง และมองเห็นคุณค่าและความสำคัญของเด็ก จึงให้ความรักอย่างเต็มที่ นอกจากนี้เด็กเป็นลูกคนกลาง หรือคนท้าย หรือลูกคนเดียว มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าลูกคนโต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีความกดดันจากความหวังสูงก็เป็นได้

3) ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม จากการศึกษาพบว่า วัยรุ่นที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจสูง มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าวัยรุ่นที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัยรุ่นที่มาจากฐานะทางเศรษฐกิจสูงความคล่องตัวทางเศรษฐกิจ สามารถเปิดโอกาสให้ลูกได้เรียนรู้ได้กว้างขวาง และจัดประสบการณ์ที่หลากหลายให้กับวัยรุ่นได้มากกว่า

4) สถานที่อยู่อาศัย และสภาพแวดล้อม บ้านที่ตั้งอยู่ในทำเลสภาพแวดล้อมดี มีต้นไม้ มีธรรมชาติสวยงาม มีสนาม บ้านมีขนาดใหญ่พอกับจำนวนสมาชิก วัยรุ่นมีห้องหรือส่วนที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะ มีการจัดตกแต่งบ้านให้สวยงาม เป็นระเบียบ สะอาดตา ทำให้วัยรุ่นมีอารมณ์ปลอดโปร่งแจ่มใสได้พบเห็นสิ่งสวยงาม ความรู้สึกเป็นอิสระ ปลอดภัย และเป็นตัวของตัวเองสามารถใช้ความคิดจินตนาการ หรือคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่า และส่งผลต่อความรู้สึกที่ดีต่อตนเองได้มากกว่านักเรียนวัยรุ่นที่อยู่ในสภาพชุมชนแออัด หรือสภาพบ้านที่คับแคบ สมาชิกรวมกันมาก ไม่มีสัดส่วนและความเป็นส่วนตัวมีน้อย การจัดตกแต่งรกรุงรัง ไม่สะอาด และไม่เป็นระเบียบทำให้เด็กไม่เป็นตัวของตัวเอง ไม่สามารถคิดอิสระหรือเล่น

5) การอบรมเลี้ยงดู การอบรมเลี้ยงดูที่ส่งเสริมให้นักเรียนวัยรุ่นมีความคิดสร้างสรรค์ คือการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย กล่าวคือ การอบรมเลี้ยงดูด้วยความรัก ความเข้าใจ และตอบสนองความต้องการอย่างเหมาะสม ให้โอกาสร่วมแสดงความคิดเห็น

ชี้แจงเหตุผลให้อิสระในการเลือก และตัดสินใจ เคารพในสิทธิของเขา ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ การควบคุมตนเองมากกว่าการควบคุมจากภายนอก คือ พ่อแม่ หรือผู้มีอำนาจอื่น ๆ

6) บุคคลลักษณะของพ่อแม่ พ่อแม่ที่มีความพร้อมและวางแผนที่จะมีลูก และมีวิธีการเลี้ยงลูกแบบรักอย่างถูกวิธี คือ ให้ความรักอย่างเพียงพอ และเหมาะสม กระตือรือร้น สนใจ ส่งเสริมและสนับสนุนความต้องการ การอยากรู้ อยากเห็น อยากเรียนของลูกด้วยการให้ โอกาส ชักจูง ชื่นแนะ ให้กำลังใจ ติดตาม ชื่นชม เห็นคุณค่า และผลงานของลูกอย่างเต็มที่ จะ ช่วยให้นักเรียนวัยรุ่นได้พัฒนาพลังความสามารถ ความถนัดไปในทิศทางที่ถูกต้อง และเหมาะสม

7) โอกาส และค่านิยมทางการศึกษา ปัจจุบันบุคคลที่ได้รับโอกาสทางการศึกษากว้างขวางมีการจัดการศึกษาหลายรูปแบบ ทั้งระยะสั้นระยะยาว ทั้งในระบบและนอกระบบ การศึกษา ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน สมาคม ชมรมหลายหน่วยงานได้ช่วยกัน จัดโอกาสให้แก่บุคคล ได้มีทางเลือกหลาย ๆ ทางให้เหมาะสมกับความสามารถ ความถนัดของตน ทำให้บุคคลโดยเฉพาะ ในช่วงวัยเรียน หรือวัยรุ่นได้มีโอกาสสำรวจ เสริมสร้าง และพัฒนาความถนัดเชิงสร้างสรรค์ของตน ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

7.5.3 ปัจจัยแวดล้อมทางโรงเรียน

โรงเรียนมีบทบาทสำคัญ ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ด้วยเหตุนี้ โรงเรียนจึงควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1) การจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เน้นความรู้สึกลบดกัยทางจิต ด้วยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้ง 3 คือ

1.1) การยอมรับในคุณค่าของแต่ละคนอย่างไม่มีเงื่อนไข ครูหรือบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเด็กต้องยอมรับความสามารถของเด็กแต่ละคน และเชื่อมั่นในตัวเด็กอย่างไม่มีเงื่อนไข

1.2) สร้างบรรยากาศที่ไม่เน้นการวัดผล และการประเมินผลจากภายนอก เมื่อไม่เน้นการวัดผลจะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง และกล้าแสดงออกทั้งความคิด และการกระทำอย่างสร้างสรรค์

1.3) ความเข้าใจ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของการสร้างความรู้สึกลบดกัย ความเข้าใจหรือการยอมรับในตัวเขา การแสดงออกของเขา รวมทั้งการสร้างสรรค์สิ่ง ที่แปลก ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับโลกของเขาด้วย

2) ความเป็นอิสระทางจิต การที่ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กให้การยอมรับตัวเด็กในการคิด ความรู้สึก เป็นการส่งเสริมการแสดงออกซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์

3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ควรจะเป็นดังต่อไปนี้

3.1) ส่งเสริมให้เด็กถามและสนใจต่อคำถาม

3.2) ตั้งใจฟัง และเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของเด็กด้วยใจเป็นกลาง

3.3) กระตือรือร้นต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้เด็กค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

3.4) แสดงและโน้มน้าให้เด็กเห็นว่า ความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่า และอาจนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3.5) กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ และแสดงความคิดหลาย ๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์

3.6) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

3.7) พิจารณาลึกว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กต้องใช้เวลาและค่อยเป็นค่อยไป

3.8) เน้นการพัฒนาความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดตกแต่ง และการผสมผสานความคิด

3.9) จัดให้มีชั่วโมงว่างบ้าง และอย่าจัดให้นักเรียนเรียนวิชาการต่าง ๆ มากเกินไป เพื่อนักเรียนจะได้ไม่เครียด หรือมีโอกาสนผ่อนคลายบ้าง

3.10) ในห้องเรียนควรมีที่ว่าง หรือมุมทำงานอย่างอิสระตามลำพัง

4) หลักสูตรและการสอน

4.1) หลักสูตรและการสอน ควรส่งเสริมให้เด็กคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และส่งเสริมให้เด็กพัฒนาศักยภาพได้เต็มที่ หลักสูตรควรยืดหยุ่น และปรับได้ง่าย เพื่อให้สอดคล้องเหมาะสมกับความสนใจธรรมชาติ และเน้นการส่งเสริมพัฒนาลักษณะเฉพาะของเด็กด้วย ควรเป็นหลักสูตรที่ผสมผสาน จัดให้มีสัมพันธ์วิชา เช่น คณิตศาสตร์ สังคม วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย เป็นต้น ส่วนวิชาการต่าง ๆ ในหลักสูตรควรเน้นให้นำทฤษฎีลงสู่ปฏิบัติให้มาก เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจ ทดลอง และเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

4.2) การสอนให้เด็กรู้จักคิด แสดงความรู้สึก และแสดงออกในเชิงสร้างสรรค์ และควรสอนอย่างต่อเนื่องกันไปเป็นลำดับ

4.3) อย่าเข้มงวดควบคุมมากเกินไป จนทำให้สูญเสียความอิสระ เพราะถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัด จนทำให้ไม่เป็นตัวของตัวเอง

7.6 เทคนิคการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวัยรุ่น

เทคนิคการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวัยรุ่นมีหลายเทคนิค เช่น

1) เทคนิคความกล้าที่จะริเริ่ม จากการศึกษาวิจัยพบว่า เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำสามารถปลูกฝัง และส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นได้ ด้วยการถามคำถามง่าย ๆ แก่เด็ก และให้โอกาสเด็กได้คิดตอบในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยเป็นที่ยอมรับของผู้อื่นเด็กก็สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้ ออสบอร์น (Osborn, 1969) ได้ให้คำแนะนำในการฝึกความกล้าที่จะริเริ่ม โดยลองให้ฝึกเขียนอะไรก็ได้ลงในกระดาษหนึ่งสิ่งใดก็ได้เขียนลงไป ฝึกเช่นนี้อยู่เป็นประจำจนกว่าจะมีความคิดแปลกใหม่เกิดขึ้น ฉะนั้นความคิดริเริ่มจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความกล้าและเริ่มต้นด้วยการฝึกคิด และบันทึกไว้จนกว่าจะพบความคิดที่ดี แปลกใหม่ สิ่งสำคัญก็คือ เริ่มต้นคิดให้ได้ก่อน ความคิดที่ดีจึงตามมา

2) เทคนิคการสร้างความคิดใหม่ เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหา สมิท (Smith, 1985) ได้เสนอวิธีการสร้างความคิดใหม่ โดยการให้บุคคลแจกแจงแนวทาง ที่สามารถใช้แก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งมา 10 แนวทาง จากนั้นจึงแบ่งแนวทางเหล่านั้นออกเป็นแนวทางย่อย ๆ ลงไปอีก โดยเหตุผลที่ว่าบุคคลมักจะปฏิเสธไม่ยอมรับความคิดแรก หรือสิ่งแรกที่ผ่านเข้ามาในจิตใจ แต่จะพยายามบังคับจิตใจแสดงทางเลือกอื่น ๆ อีก หลักการนี้เป็นการผสมผสาน หรือการคัดเลือกคำตอบหรือทางเลือกต่าง ๆ แล้วสร้างขึ้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

3) เทคนิคการระดมพลังสมอง เป็นเทคนิควิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาของ ออสบอร์น โดยให้บุคคลเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้จกรายการความคิดต่าง ๆ ที่คิดได้โดยไม่คำนึงถึงการประเมินความคิดแต่เน้นปริมาณความคิด คิดให้ได้มาก คิดให้ได้แปลก หลังจากได้รวบรวมความคิดต่าง ๆ แล้ว จึงค่อยประเมินเลือกเอาความคิดที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา และจัดลำดับทางเลือก หรือแก้ปัญหารอง ๆ ไว้อีกด้วย

4) เทคนิคอุปมาอุปมัยความเหมือน เป็นวิธีการคิดที่ กอร์ดอน (James Gordon.) คิดขึ้น โดยใช้หลักการคิด 2 ประการคือ "ทำสิ่งที่คุ้นเคยให้เป็นสิ่งแปลกใหม่" และ "ทำสิ่งแปลกใหม่ให้คุ้นเคย" กล่าวคือ การคิดจากสิ่งที่บุคคลคุ้นเคยรู้จัก ไปสู่สิ่งที่แปลกใหม่ หรือยังไม่คุ้นเคยและในทำนองเดียวกันก็อาจคิดจากสิ่งที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย ไปสู่สิ่งธรรมดาหรือคุ้นเคยซึ่งจากความคิดลักษณะนี้ทำให้นักคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ได้มาก เช่น "การคิดเข็มฉีดยา" ก็เกิดจากความคิดที่เห็นยุ่งยากและดูเลวร้ายขึ้นมา เป็นต้น

5) เทคนิคการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ การคิดอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นี้ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono.) ได้เสนอกระบวนการคิดไว้ 7 ขั้นตอน ปรากฏว่าเป็นที่นิยมใช้แพร่หลาย และให้ผลดี ดังมีขั้นตอนดังนี้

5.1) ให้สนใจทั้งด้านบวกและด้านลบ (Plus , Minus Interesting)

5.2) ให้พิจารณาองค์ประกอบทั้งหมด (Considering All Factors)

- 5.3) การพิจารณาถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาและอันดับที่จะเกิด
(Consequence and Sequel)
- 5.4) คิดถึงจุดมุ่งหมาย จุดหมายปลายทางหรือวัตถุประสงค์ (Aims , Goals , and Objective)
- 5.5) คิดถึงสิ่งสำคัญเป็นลำดับแรก (First Important)
- 5.6) คิดทางเลือกที่เป็นไปได้ หรือรู้จักเลือก (Alternative , Possibility , Choices)
- 5.7) ฝึกหัดความคิดเห็นจากด้านอื่น ๆ (Other Point of View)

สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่มีมากน้อยต่างกัน เป็นความสามารถในการคิดที่แตกต่างจากคนอื่น คิดในสิ่งที่ไม่เคยคิดมาก่อน ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ แต่ว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สติปัญญา เพศ บุคลิกภาพ ความสนใจ การอบรมเลี้ยงดู สภาพครอบครัวและเศรษฐกิจ บรรยากาศในการเรียน หลักสูตรและการสอน และโอกาสของการคิด เป็นต้น

8. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

8.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ไมราฟลิก (Moravesik. 1981 : 222 - 223) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ตามจุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี
2. เพื่อสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ซึ่งพยายามที่จะรู้ และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวได้

3. เพื่อผลกระทบต่อสถานะของคนที่มีต่อโลกและหน้าที่ของเขาที่มีต่อโลก

พิลทซ์ และซันด์ (Piltz & Sund. 1974 : 4) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นแนวทางการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นความคิดริเริ่มในด้านความคิดแล้ว ยังเน้นถึงการคิดริเริ่มในการพัฒนาความคิดเพื่อให้ได้ซึ่งผลผลิต ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เน้นความใหม่และความคิดอิสระทั้งสองประการพร้อมกัน นอกจากนี้ความสามารถที่จำเป็นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1. ความสามารถในการจดจำปัญหา
2. ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่

3. ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด

4. ความสามารถในการประเมินผล

ทัศนีย์ พงกษชลธาร (2517 : 56) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องตัวในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุมาลี กาญจนชาติ (2526 : 6) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิดและความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหา โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

อนันต์ จันทร์กวี (2525 : 3) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลอง และแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเติม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐาน และทักษะในการออกแบบการทดลอง และการวางแผนในการทดลอง

สมจิต สวธนโพบูลย์ (2527 : 7 - 11) ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิด และการกระทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นผลิต (Science Products) ของความคิดที่จะต้องมีความค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป ส่วนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัยนั้น จำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวของ Guilford คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

จากเอกสารดังกล่าว ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดได้หลาย ๆ แบบ เป็นการคิดที่จะก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ในการคิดจะใช้ความรู้พื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบต่าง ๆ

8.2 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

พิลท์ซ์ และ ซันด์ (Piltz & Sund. 1974 : 220 - 221) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่ในเด็กทุกคน แต่มีการแสดงออกที่แตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตอบสนองในทางสร้างสรรค์
2. ควรจัดกิจกรรมการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย จินตนาการ การริเริ่ม การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร
3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรควรมีลักษณะในทางสร้างสรรค์มาก ๆ เพราะจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น ครูควรเตรียมอุปกรณ์การสอน เพื่อกระตุ้นในการเรียนรู้ปัญหา และจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ควรมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ต้องใช้อุปกรณ์การสอนช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและประสบผลสำเร็จในการศึกษา
4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้คิดแปลง และออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ ครูควรรู้จักคิดแปลงและปรับปรุงหลักสูตรโดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ ควรสนใจปรับปรุงหลักสูตรให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น
5. เราสามารถนำการสอนแบบทีม (Team Teaching) มาใช้ในการสอน การประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอน การสอนวิธีนี้มีประโยชน์เพราะครูหลายคนจะช่วยกันผลิตอุปกรณ์การสอน

แอนเดอร์สัน (วิสุทธิ์ ศรีเงิน. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Anderson. 1970 : 103 - 104) ได้ให้ข้อเสนอแนะด้านวิธีการสอนเพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดริเริ่ม รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการทดลองและการตัดสินใจด้วยตนเอง ครูควรให้คำชมเชยเมื่อเด็กมีความคิดริเริ่ม
2. ใช้วิธีการสอนแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) ซึ่งถือเป็นจุดสุดยอดของการคิด
3. ใช้วิธีสร้างสถานการณ์ขึ้นมาอย่างหนึ่ง แล้วชักชวนให้นักเรียนช่วยกันคิด เพื่อให้ได้คำตอบ

4. ให้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และให้ความช่วยเหลือตามสมควรในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และภายหลังการศึกษาค้นคว้ามาแล้วควรให้เด็กได้เสนอผลงานของเขาด้วย

5. ส่งเสริมให้เด็กสนใจและแสดงออกใน ศิลปะ ดนตรี การอ่าน ภูมิศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการสร้างสรรคทั่ว ๆ ไป และมีผลให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

6. ความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหลาย ๆ อย่าง ดังนั้นครูควรใช้วิธีการเตรียมประสบการณ์หลาย ๆ อย่างเท่าที่จะทำได้ หรือให้โอกาสเด็กได้สร้างประสบการณ์และสร้างความคิดใหม่ ๆ หลาย ๆ อย่างด้วยตนเอง

เดวิส (วิสุทธิ ศรีเงิน. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Davis. 1971 : 30 - 33) ได้สรุปแนวทางที่จะช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กพัฒนาขึ้น มีอยู่ 3 ประการ คือ

1. การใช้กลวิธีสร้างสรรค์ (Use of Creative Tactics) การสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นจึงมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักการคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และเป็นคนใจกว้างยอมรับฟังสิ่งแปลกใหม่ (Openmindedness) สอนเทคนิคบางอย่างเพื่อให้รู้จักนำไปประกอบกันเป็นความคิดใหม่ ๆ ให้เกิดแรงจูงใจที่จะนำความสามารถในตัวออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนั้น สิ่งสำคัญสำหรับการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์อยู่ที่การจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนและวิธีการสอนอย่างสร้างสรรค์ เช่นใช้วิธีการสอนให้เกิดจินตนาการ เป็นต้น

2. การเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยการปฏิบัติจริง (Learning Creativity by Doing Creativity) ครูที่สอนจะต้องส่งเสริมกิจกรรมในห้องเรียนและกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในทางสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ดีเมื่อครูให้ความคุ้นเคยกับนักเรียน ให้เสรีภาพนักเรียนในการอภิปรายและการแก้ปัญหา

3. บรรยากาศที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ (The Creative Atmosphere) สภาพบรรยากาศในห้องเรียน ควรใช้วิธีสอนแบบระดมพลังสมอง มีความคิดสร้างสรรค์ในศิลปะการเขียนหรือการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ ทำให้เกิดจินตนาการแปลก ๆ และเรื่องขบขันที่เป็นจริงได้

ซันด์ และ ทรอบริดจ์ (Sund & Trowbridge. 1973 : 358) ได้ให้คำแนะนำสำหรับครูเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางการสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ให้ความเอาใจใส่ในงานสร้างสรรค์
2. ส่งเสริมความคิดใหม่ ๆ
3. ส่งเสริมนักเรียนให้ทำการทดลองและสาธิต
4. กำหนดงานเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ให้ทำที่บ้าน
5. ส่งเสริมโครงการ หรือวิจัยที่มีการสร้างสรรค์

6. ให้นักเรียนแสดงผลงาน
7. ส่งเสริมการเขียนเพื่อการสืบเสาะความรู้
8. ส่งเสริมให้นักเรียนมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
9. ให้อธิบายความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในคนมาทำให้เกิดประโยชน์
10. ให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม และมีความรับผิดชอบในการเลือกหัวข้อที่จะศึกษา
11. ส่งเสริมการทำงานสร้างสรรค์ด้วยตนเองมากกว่าการทำงานเป็นทีม
12. ส่งเสริมการผลิต หรือการปรับปรุงอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
13. นำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนคนอื่นมาแสดงในห้องเรียน
14. ส่งเสริมการแสดงออกทางการสร้างสรรค์ เช่น การทดลอง โครงการงาน ศิลปะ

การเขียน เป็นต้น

15. ส่งเสริมการสืบเสาะ การค้นพบ และการประดิษฐ์
16. ให้ออกมาในการสาธิต

นิพนธ์ จิตภักดี (2523 : 18-19) ได้ให้คำแนะนำสำหรับครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ดังนี้

1. ยกย่องชมเชยและยอมรับผลงานสร้างสรรค์ของเด็ก
2. สนับสนุนความคิดใหม่ ๆ ของเด็ก
3. สนับสนุนการสาธิตและการทดลองของเด็ก
4. มอบหมายงานสร้างสรรค์ให้เด็กไปทำที่บ้าน
5. สนับสนุนโครงการ หรืองานวิจัยที่ต้องการภาวะสร้างสรรค์
6. อย่ารีบเร่งให้เด็กทำงานสร้างสรรค์จนเกินไป เพราะการสร้างสรรค์จำเป็นต้องใช้เวลา

ต้องใช้เวลา

7. สนับสนุนให้เด็กได้กระทำตามแนวความคิดใหม่ ๆ
8. ให้เด็กเป็นตัวของตัวเองในการทำงานสร้างสรรค์
9. อย่าเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม หรือเป็นหมู่คณะจนเกินไป เพราะภาวะสร้างสรรค์มักจะเกิดขึ้นในการทำงานตามลำพัง

มักจะเกิดขึ้นในการทำงานตามลำพัง

10. สนับสนุน และให้กำลังใจเด็กในการสร้างสรรค์เสมอ
11. ควรนำผลงานสร้างสรรค์ของเด็กมาแสดงให้ปรากฏแก่เพื่อน ๆ ในชั้นเรียน หรือบางโอกาสน่าจะนำมาจัดแสดงหรือจัดนิทรรศการ
12. สนับสนุนการแสดงออกทางสร้างสรรค์ที่แตกต่างจากผู้อื่น เช่น การทดลอง

การประดิษฐ์ งานศิลปะ การประพันธ์ การเขียนเรียงความ เป็นต้น

สมจิต สวอนไพบูลย์ (2527 : 30) ได้สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ช่วยๆ ลักษณะของสถานการณ์ช่วยๆ อาจจะประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงบทบาท ฯลฯ

การใช้สถานการณ์ช่วยๆประกอบการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น เริ่มแรกครูอาจจะระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อมาเมื่อเห็นว่า นักเรียนมีความสามารถคิดขั้นสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นแค่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการมองเห็นปัญหานั้น ต้องใช้เวลาแก่นักเรียนในการฝึกฝนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการสอนที่ครูมีส่วนช่วยอยู่มาก หากเร่งรัดหรือคาดหวังที่จะให้นักเรียนคิดขั้นสูง ในขณะที่นักเรียนไม่พร้อม ก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคของการจัดการเรียนการสอน ตัวอย่างที่ครูมักจะพบปัญหาอยู่เสมอ เช่น เมื่อครูสร้างสถานการณ์โดยการให้นักเรียนสังเกตรูปภาพใดรูปภาพหนึ่ง แล้วถามนักเรียนว่านักเรียนสงสัยอะไรบ้าง หรืออยากจะถามอะไรเกี่ยวกับรูปภาพนั้นบ้าง นักเรียนเป็นจำนวนมากไม่น้อยจะไม่สามารถตั้งคำถามได้ทันทีทันใด อาจต้องใช้เวลาหรือปล่อยให้ให้นักเรียนคิด บางคนอาจต้องใช้เวลาจนถึงจะตั้งคำถามได้ อย่างไรก็ตามการฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาหลายแง่ หลายมุมเป็นการฝึกที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบอเนกนัย หรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ลักษณะคำถามในสถานการณ์ช่วยๆควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นคำถามนำไปสู่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ

1.1 ถามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับปัญหาการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

1.2 ถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามให้สังเกต ให้อ่านนิยามเชิงปฏิบัติการ ให้ความคุ้มครองตัวแปร ให้จัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ฯลฯ

1.3 ถามเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ครูเล่าให้ฟัง เกี่ยวกับผลงานของผู้ที่มีความละเอียดรอบคอบ เกี่ยวกับผลการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฯลฯ

1.4 ถามให้คิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) และถามให้ประเมินผล (Evaluation Question) ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ คำถามแบบอเนกนัย ได้แก่ คำถามให้ตั้งสมมติฐาน ลงความเห็น ออกแบบการทดลอง พยากรณ์ เป็นต้น และคำถามแบบประเมินผลได้แก่ คำถามให้แสดงความคิดเห็น ให้ตัดสินใจ ให้แสดงความรู้สึก ถามเกี่ยวกับคำนิยาม จะเห็นว่าคำถามแบบอเนกนัยก็ดี คำถามประเมินก็ดี ต่างก็เป็นคำถามที่สอดคล้องกับกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

2. คำถามที่นำไปสู่การคิดจินตนาการ โดยสร้างคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ สิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น สิ่งที่เป็นไปได้ยาก เช่น ถามว่า ถ้านักเรียนเดินทางออกไปนอกโลกนักเรียนจะทำอะไร ถ้าไม่มีดวงอาทิตย์สิ่งมีชีวิตในโลกนี้จะเป็นอย่างไ ฯลฯ

การจัดสถานการณ์ช่วยตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้การสอน อาจจะจัดไว้ช่วงเริ่มเข้าสู่บทเรียน ระหว่างเรียน หรือช่วงสรุปบทเรียนช่วงใดช่วงหนึ่ง หรือจะกำหนดไว้หลายช่วงตอนก็ได้ หรืออาจจะอยู่ในลักษณะเป็นแบบฝึกหัดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบซึ่งครูสามารถที่จะสอน หรือจัดสถานการณ์ช่วยทั้ง 3 ขั้นตอน หรือขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ได้

2. จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น โดยไม่ต้องคำนึงว่า ความคิดเห็นนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทางคิดได้มากในเวลาจำกัดและเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองคือ

2.1 เพื่อจะให้เกิดความคิดหลายแง่หลายมุมหลังจากสมาชิกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 เพื่อส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่มีข้อแม้ใด ๆ ยอมรับความคิดที่เสนอแนะ สนับสนุนความคิดแปลกใหม่ ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดใด ๆ ไม่ว่าความคิดนั้นจะดีหรือไม่

2.3 เพื่อส่งเสริมอิสระทางความคิดเชิงปฏิบัติของสมาชิกเป็นรายบุคคล ซึ่งบุคคลแต่ละคนย่อมมีแนวคิดของตนเอง แนวความคิดอิสระนี้จะพัฒนาไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

2.4 เพื่อช่วยจัดความยากลำบากของการแก้ปัญหาให้น้อยลง

2.5 เพื่อให้ได้แนวทางของการแก้ปัญหาร่วมกัน สมาชิกทุกคนมีโอกาสได้รวมอภิปราย ร่วมฟังแนวความคิดของสมาชิกซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดแห่งตนและการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยสามารถนำความคิดทั้งหมดที่หลังไหลพุ่งพรูออกมา นั้น มาพิจารณาร่วมกันอีกครั้งหรือหลายครั้งก็ได้ แล้วพิจารณาตัดสินว่า ความคิดใดควรจะเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

3. การจัดกิจกรรมเน้นให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้และกำหนดอุปการะให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เสริมเพิ่มเติม หรืออาจกำหนดข้อความให้แล้วให้นักเรียนนำไปพิจารณา เลือก รูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจกระทำโดยใช้กราฟ ตาราง แผนภูมิ พิสูจน์ การบรรยาย เป็นต้น

4. การจัดกิจกรรมให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้กิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จนี้ถือว่าการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยา ที่จะส่งเสริมให้เกิด แรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นใคร่ที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วม นั้น นอกจากจะให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มตามแนวทางของแบบระดมพลังสมองซึ่งกล่าว ไว้แล้วนั้น การจัดกิจกรรมแบบให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นรายบุคคลบ้างก็จะเป็นการพัฒนา ความสามารถแห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทาง สติปัญญาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัย ความร่วมมือกันระหว่าง นักจิตวิทยา นักการศึกษา โรงเรียน และผู้ปกครอง ควรเริ่มตั้งแต่ การสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นกิจกรรมสืบเสาะ มีกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ต้องใช้อุปกรณ์การสอน ที่มีลักษณะในทางสร้างสรรค์ และควรจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตรซึ่งต้องอาศัย องค์ประกอบหลายอย่าง คือ วิธีการเรียนการสอน บรรยากาศในห้องเรียน และบุคลิภาพ ของครู ครูต้องยอมรับ สนใจและส่งเสริมต่อความคิดของนักเรียน ให้ออกสันทนาการแก้ปัญหา และใช้วิธีการที่เป็นไปได้ในการค้นหาคำตอบ เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ออกสันทนาการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน สร้างบรรยากาศที่เป็นอิสระไม่เคร่งเครียด เกินไป เพื่อให้นักเรียนมีเสรีภาพในการคิดอภิปราย และแก้ปัญหา จัดการเรียนการสอนด้วยวิธี ระดมพลังสมอง หรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น

8.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถวัดได้หลายวิธี เช่นเดียวกับ ความคิดสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ แต่วิธีการที่นิยมใช้กันมาก คือ การทำแบบทดสอบ ดังที่ อารี รังสินนท์ (2532 ก : 167) กล่าวว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่าง หนึ่งในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับแบบสำรวจพฤติกรรมหรือ แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความ เป็นจริงมากขึ้น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จะสร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งภาษาและรูปภาพที่ใช้เป็นสื่อเพื่อเร้าให้ได้คิดได้ แสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่นิยมใช้กันมากและเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (อารี รังสินนท์, 2532 ก : 173)

ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะจึงได้เกิดขึ้น แต่การวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นเรื่องยาก ดังที่ Torrance (ทัศนีย์ พฤกษชลธาร, 2517 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Torrance, 1965) กล่าวว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือการตั้งทฤษฎีใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากลำดับการคิดอย่างปกติ สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมที่สำคัญ 3 ด้าน คือแรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้น ต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม้อึดแบบใคร
4. ได้สิ่งประดิษฐ์โดยปรับปรุงมาจากขั้นที่ 3
5. เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูงหรือการค้นพบ

หลักการ หรือทฤษฎี

ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงมุ่งพิจารณาผลผลิตของความคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ซึ่งผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ สำหรับในประเทศไทยมีการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 9 ฉบับ ดังนี้

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสร้างโดย ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance แบบวัดประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

- 1.1 "สมมติว่า" เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้ แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่ามีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากสถานการณ์นั้นบ้าง โดยตั้งคำถามว่า สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้นอะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

- 1.2 "ทิ้งไข่" เป็นการกำหนดปัญหามาให้ แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหา โดยตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟอง ลงจากตึกสามชั้น โดยที่เมื่อไข่ตกถึงพื้นดิน ไข่ยังไม่แตก นักเรียนใช้อุปกรณ์ใด ๆ มาช่วยก็ได้

- 1.3 "ปลาทอง" กำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บพิการหรือตาย

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พกษชลธาร นี้ มีความเชื่อมั่น เป็น .748 โดยมีความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด .826 ความคิดยืดหยุ่น .517 และ ความคิดริเริ่ม .294 ข้อสอบมีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 10 ใน 12 ท่านที่เห็นว่า สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และมีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ พงษ์ชัย พัฒนผลไพฑูริย์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .281 มีอำนาจจำแนก แต่ละข้อที่นัยสำคัญ .001 โดยแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกดังนี้ ข้อ 1 เป็น 5.262 ข้อ 2 เป็น 7.265 ข้อ 3 เป็น 8.106

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี สร้างโดย สุมาลี กาญจนชาติศรี (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance มี 3 ข้อ ดังนี้

2.1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดที่ดินให้เป็นรูปภาพ แล้วให้นักเรียนคิดว่า จะใช้ประโยชน์จากดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง โดยให้พยายามคิดเรื่องการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้ แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณต่าง ๆ ใน ช่องว่างที่กำหนดให้

2.2 "นักประดิษฐ์" กำหนดวัสดุที่ใช้แล้วมาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ด้านต่าง ๆ เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ การใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยพยายาม คิดเครื่องมือ หรือของใช้ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

2.3 "นักค้นคว้า" กำหนดสถานการณ์ว่า นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่ง แต่ในสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พืช ชนิดนี้จะเจริญเติบโตแตกต่างกันด้วย นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นได้นำดินกล้า กิ่ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้นั้นนี้มาอย่างละ 10 กิโลกรัม แล้วให้นักเรียนคิดวิธีทดลอง เพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้น มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยให้พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธี ทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์สารเคมี หรือเครื่องมืออื่น ๆ ด้วยก็ได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติศรี นี้ มีความเชื่อมั่น 0.5599 โดยมีความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด เป็น .5688 ความคิดยืดหยุ่น เป็น .5589 และความคิดริเริ่ม เป็น .4917 มีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 14 ท่านร้อยละ 100 มีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ ทศนีย์ พกษชลธาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .4706 และมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยอำนาจจำแนกรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เป็น 40.20 ข้อ 2 เป็น 23.93 และข้อ 3 เป็น 20.62

3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สร้างโดย ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance

ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

3.1 "นักนิมโพร" ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมในป่าเกิดหลงทางในป่าเป็นเวลานาน รู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้ดื่มน้ำแก้กระหาย

3.2 "นักพยากรณ์" ตั้งคำถามว่า ถ้าปริมาณของออกซิเจนบนผิวโลกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไร

3.3 "นักเทคโนโลยี" ตั้งคำถามว่า มนุษย์ได้ใช้พลังงานมาเป็นเวลานาน ประกอบกับประชากรของโลกเพิ่มขึ้น ทำให้เราประสบปัญหาเรื่องพลังงานอย่างมาก นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการใดตัดแปลงหรือใช้สิ่งอื่นใดได้บ้าง เพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้

3.4 "นักทดลอง" ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนได้รับวัตถุแข็งมาชิ้นหนึ่ง โดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษาหรือทดลองอย่างไรบ้าง

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ นี้ มีความเชื่อมั่น 0.6923 โดยมีความคล่องในการคิด เป็น .7091 ความคิดยืดหยุ่น เป็น .5643 และความคิดริเริ่ม เป็น .4703 และมีอำนาจจำแนกทั้งฉบับ เป็น 33.5119 โดยมีอำนาจจำแนกแต่ละข้อ ดังนี้ ข้อ 1 เป็น 16.2914 ข้อ 2 เป็น 17.3387 ข้อ 3 เป็น 16.9398 และข้อ 4 เป็น 12.7306

4. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดย อุดร จันทรสร้าง (2527) ซึ่งอาศัยแนวการสร้างตาม Torrance มี 3 ข้อดังนี้

4.1 "สมมติว่า" สมมติเหตุการณ์อย่างหนึ่ง ให้นักเรียนคาดคะเนว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง ถ้าเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นจริง ๆ โดยตั้งคำถามว่า สมมติอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทยลดลงเหลือ 2 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอย่างไร

4.2 "การใช้ประโยชน์" กำหนดพืชชนิดหนึ่ง ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของพืชนั้น โดยตั้งคำถามว่า ในฐานะนักเรียนอยู่ในจังหวัดที่มีต้นยางพาราอยู่มาก นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของต้นยางพาราหรือประโยชน์อื่น ๆ จากต้นยางพารา

4.3 "ตัดแปลงเพิ่มเติม" กำหนดยานพาหนะชนิดหนึ่ง ให้นักเรียนคิดตัดแปลงและคิดหาอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม โดยตั้งคำถามจากภาพวาดรูปเรือว่า จากภาพเรือลำนี้เจ้าของเรือได้มอบหมายให้นายช่างต่อเรือคิดตัดแปลงลักษณะ หรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรก็ได้ที่ทันสมัย โดยไม่ต้องกังวลเรื่องราคา ในการตัดแปลงหรือเพิ่มเติมจะใช้อุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมก็ได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ อุดร จันทรสร้าง นี้ มีความเชื่อมั่น 0.5823 โดยมีความคล่องในการคิด เป็น .5923 ความคิดยืดหยุ่น เป็น .5547 และความคิดริเริ่ม เป็น .4968 และมีอำนาจจำแนกทั้งฉบับ เป็น 40.36 โดยมีอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ดังนี้ ข้อ 1 เป็น 12.86 ข้อ 2 เป็น 19.79 และข้อ 3 เป็น 17.42

5. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างโดย ชูจิต ตันอรธนาวัน (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนี พุกขชลธาร ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

5.1 ให้นักเรียนบอกสิ่งๆ ที่เหมือนกันระหว่าง เกลือกกับน้ำตาลมาให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้

5.2 ในเวลากลางคืน ถ้าคนบนโลกไม่เห็นดวงจันทร์เลย นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดจากสาเหตุใดบ้าง

5.3 ถ้านักเรียนจับแมลงวันได้ตัวหนึ่ง นักเรียนจะนำแมลงวันตัวนั้นไปทำการทดลองในเรื่องใดได้บ้าง อธิบายการทดลองมาด้วย

5.4 นักเรียนคิดว่า ในอีก 100 ปีข้างหน้า มนุษย์จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปคิดประดิษฐ์เครื่องมือทำอะไรได้บ้าง จงบอกรายละเอียดของเครื่องมือที่นั้นเท่าที่จะทำได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชูจิต ตันอรธนาวัน นี้ มีความเชื่อมั่น 0.644 มีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ ทศนี พุกขชลธาร โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .572 มีอำนาจจำแนกที่ระดับนัยสำคัญ .01 ทุกข้อ และมีอำนาจจำแนกรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เป็น 5.351 ข้อ 2 เป็น 4.694 ข้อ 3 เป็น 5.128 และข้อ 4 เป็น 5.030

6. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ของ สุภาณี สิละวัฒนากุล (2531) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

6.1 "นักคิดค้น" ตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนคิดหาวิธีการที่จะทราบความสูงของตึกเรียน (ใช้อุปกรณ์อื่นช่วยได้)

6.2 "นักทดลอง" ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนเป็นนักทดลองและคิดว่าสามารถที่จะนำอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา (ซึ่งประกอบด้วยก๊าซชนิดต่าง ๆ) ไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์, อุตสาหกรรม, เทคโนโลยี และอื่น ๆ นักเรียนจะนำเอาอากาศไปทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไรได้บ้าง พร้อมทั้งออกแบบการทดลอง ที่คิดว่าเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล

6.3 "สมมติว่า" ตั้งคำถามว่า ถ้าอุณหภูมิของโลกสูงเป็น 2 เท่า ของอุณหภูมิที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จะมีสาเหตุมาจากอะไร แล้วมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุภาณี สีสะวัตนากุล นี้ ไม่ได้ทำ
อำนาจจำแนก มีแต่ค่าความเชื่อมั่น .6088

7. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชาคิชัย วิโรจนะ (2531)
เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย คำถาม 3 ข้อ ดังนี้

7.1 "สมมติว่า" เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้นและสมมติว่า
มันเกิดขึ้น ให้นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เป็นจริง แล้วให้พิจารณาว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง
เนื่องจากเหตุการณ์นั้น ให้นักเรียนคิดหรือคาดคะเนโดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่า
ที่จะทำได้ เหตุการณ์ที่สมมติขึ้นมามีว่า "ถ้าในระบบสุริยจักรวาลมีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอีก 1 ดวง
ซึ่งเปลี่ยนมาจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบสุริยจักรวาล นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
มันจะทำให้โลกและชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง"

7.2 "ออกแบบการทดลอง" โดยกำหนดสถานการณ์ว่า "นักเรียนมีลูกฟุตบอล
พลาสติกอยู่ 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นักเรียนจะนำมาใช้ในการทดลอง
เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง และมีวิธีการทดลองอย่างไร จงอธิบายให้เข้าใจ

7.3 "การตั้งคำถาม" โดยกำหนดรูปภาพให้ จากภาพให้นักเรียนตั้งคำถาม
เกี่ยวกับภาพให้มากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นและเป็นคำตอบของคำถาม
(คำถามใดไม่สามารถคาดคะเนคำตอบได้ถือว่าคำถามนั้นไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ)

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชาคิชัย วิโรจนะ นี้ มีความเชื่อมั่น
0.53 และไม่ได้ทำอำนาจจำแนก

8. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุชีพ ตรีประเคน (2532)
เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

8.1 กำหนดภาพให้ดังนี้ ลูกเหล็กเมื่อโยนลงในน้ำจะจมน้ำทันที นักเรียนมีวิธีการ
ใดบ้างที่จะให้ลูกเหล็กนี้ลอยน้ำ หรืออาจจะจมน้ำไม่ถึงพื้นข้างล่างได้ ให้นักเรียนคิดหา
วิธีการให้มากที่สุด

8.2 กำหนดภาพให้แล้วตั้งคำถามว่า นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้รถไม้
คันนี้เล่นช้ากว่าเดิม คือใช้เวลาในการแล่นมากขึ้น โดยปกติแล้วรถคันนี้เล่นบนพื้นเอียงที่เป็นพื้น
ไม้ไผ่เนื่องจากข้างบนลงสู่ข้างล่างใช้เวลา 1 วินาที ซึ่งนับว่าเร็วมาก ให้นักเรียนคิดหาวิธีให้ได้
มากที่สุด

8.3 กำหนดภาพให้แล้วตั้งคำถามว่า ต้องออกไปเล่นบิงปองที่สนามหน้าบ้านกับ
เพื่อน ๆ ต้องตีลูกบิงปองเลยกกระเด็นไปหล่นลงในหลุมที่น้องชายขุดไว้ หลุมนั้นทั้งเล็กและลึก
แถมยังโค้งเสียอีก ต้องยืนเฝ้าลงไปสุดแขนก็เพิ่งถึงครึ่งทางเอง ให้นักเรียนหาทางเอาลูกบิงปอง
ออกจากหลุมให้ได้ โดยพยายามคิดหาแนวทางต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด

8.4 ตั้งคำถามว่า ถ้าน้ำท่วมโลก โดยท่วมถึงเอว จะมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นบ้าง ให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นมาให้มากที่สุดพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบในแต่ละเหตุการณ์ที่คาดคะเน

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุชีพ ตรีประเคน นี้ มีความตรง เฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ร้อยละ 100 และมีค่าความเชื่อมั่น .7752 ไม่มีการหาค่า อำนาจจำแนก

9. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ศรีผกา เจริญยศ (2533) เป็นแบบวัดใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ ดังนี้

9.1 "การใช้ประโยชน์" โดยกำหนดรูปภาพกองขยะให้ มีชื่อเรียกว่า "กองขยะ ใกล้เคียงบ้าน" และมีคำชี้แจงว่า จากภาพถ้าบ้านนักเรียนอยู่ในสภาพเช่นนี้ และนักเรียนเป็นผู้ที่เรียน วิทยาศาสตร์มาแล้ว นักเรียนสามารถนำขยะนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง ให้นักเรียนบอก ประโยชน์ของขยะมาให้มากที่สุด

9.2 "สมมติว่า" โดยมีข้อความว่า "น้ำเป็นตัวทำละลายสารต่าง ๆ ได้ดี ถ้าน้ำ ไม่สามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ จะเกิดปรากฏการณ์อะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิต" จากข้อความที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมด้วยเหตุผลประกอบ

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ศรีผกา เจริญยศ นี้ มีค่าความเชื่อมั่น 0.57 โดยมีความคล่องในการคิด .61 ความคิดยืดหยุ่น .57 และความคิดริเริ่ม .55 แบบวัดนี้ ไม่มีการหาความตรงเฉพาะหน้า และอำนาจจำแนก

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สร้างตามแนวความคิดของ Torrance ซึ่งมีลักษณะข้อสอบเป็นแบบเขียนคำตอบซึ่งคำถาม ในแต่ละข้อ เหมือนกัน ที่สุด โดยแต่ละชุดของข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์ให้แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาลักษณะของคำถาม จากแบบวัดในแต่ละชุดจะเห็นว่า ส่วนใหญ่จะใช้ธรรมชาติแวดล้อมที่นักเรียนรู้จักดีเป็นสิ่งที่ให้นักเรียนใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบคำถามให้ได้มากที่สุดในเวลาจำกัด การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะพิจารณาตามองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ในแต่ละด้าน นั่นคือ คำตอบของนักเรียน 1 คำตอบ อาจจะได้คะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ของแบบวัด แต่ละชุด เมื่อรวมคะแนนทุกองค์ประกอบของทุกคำตอบ ก็จะเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

จากการศึกษาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าแบบวัดทั้ง 9 ฉบับ นั้น แบบวัดของ ทศนิย์ พุกษชลธาร ; สุมาลี กาญจนชาติ ; อุดร จันทร์สร้าง และ ชาติชัย วิโรจนะ เป็นแบบวัดที่สร้างตามหลักการที่เชื่อถือได้ เพราะมีการหาคุณภาพของแบบวัด

ตามหลักการคือ มีการหาความตรงโดยผู้เชี่ยวชาญ หาอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น และคุณภาพที่หาไว้เป็นคุณภาพที่ยอมรับได้ตามหลักการสร้างแบบทดสอบ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำแบบวัดทั้ง 4 ฉบับมาปรับปรุงเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย 2 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 ใช้ทดสอบก่อนเรียนเพื่อนำมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ข้อ ดังนี้ ข้อ 3 "ปลาทอง" ของ ทศนีย์ พุฒกษณธาร มีค่าอำนาจจำแนก 8.106 ข้อ 3 "นักค้นคว้า" ของสุมาลี กาญจนชาติรี มีอำนาจจำแนก 20.62 และข้อ 3 "ดัดแปลงเพิ่มเติม" ของอุตร จันทรสร้าง มีอำนาจจำแนกเป็น 17.42

ฉบับที่ 2 ใช้ทดสอบหลังเรียน ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ข้อ ดังนี้ ข้อ 2 "ทิ้งไป" ของ ทศนีย์ พุฒกษณธาร มีอำนาจจำแนก 7.265 ข้อ 2 "นักประดิษฐ์" ของ สุมาลี กาญจนชาติรี มีอำนาจจำแนก 23.93 และข้อ 2 "การออกแบบ" ของ ชาติชัย วิโรจนะ ซึ่งผู้วิจัยตั้งชื่อว่า "ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์"

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชุดกิจกรรมในการสอนวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพในการสอนอย่างหนึ่ง สามารถพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนได้ ดังนั้นจึงมีผู้นำชุดกิจกรรมมาใช้ในการสอนกันมากขึ้น วิชาวิทยาศาสตร์เป็นอีกวิชาหนึ่งที่สามารถนำชุดกิจกรรมมาพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนได้ ดังนี้

วงษ์สถิตย์ วัฒนเสรี (2530) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2529 โดยการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ จำนวน 12 กิจกรรม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

สมชัย อุเมะวรรณ (2532) ได้ศึกษาถึงผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวนกลุ่มละ 50 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกับนักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แมน เขื่อนบางแก้ว (2532) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทแก้ว เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2

จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฑารัตน์ วงษ์บาน (2533) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมวิทยาศาสตร์สู่ครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 60 คน เป็นกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรม 30 คน และไม่ร่วมกิจกรรม 30 คน ทำการทดสอบก่อนและหลังการเข้าร่วมกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์สู่ครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วิสุทธิ ศรีเงิน (2534) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 90 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ร่วมกิจกรรมมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เฟลด์สัน และคนอื่น ๆ (อาร์. ริงลิ้นท์. 2532 ก : 104 - 105 ; อ้างอิงมาจาก Feldson and others.n.d.) ได้วิจัยเรื่องการฝึกคิดจริงว่าจะมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ เมื่อเขาได้ทดลองจัดเครื่องบินที่กลิ้งได้ 27 เครื่องแต่ละเครื่องมีแบบฝึกหัด 3-4 ชุด สำหรับมีวนเทบแต่ละชุดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการให้ความรู้เรื่องหลักการสอนการคิดแบบสร้างสรรค์ ส่วนที่สองเป็นเรื่องราวในเชิงสร้างสรรค์ เช่น พฤติกรรมของนักบุกเบิก ซึ่งได้แก่ คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส, จอห์น เกลน. ส่วนที่สามเป็นแบบฝึกหัดความคิดสร้างสรรค์ ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่ผ่านการทำแบบฝึกหัดเพียงอย่างเดียวหรือผ่านการสอนหลักการคิดแบบสร้างสรรค์เรื่องราวที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์จะทำคะแนนได้ดีขึ้นมาก เมื่อได้รับการทดสอบความสามารถในการคิดแบบสร้างสรรค์

ฟอร์ด (Ford. 1976 : 6598 - A) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้ชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อเด็กที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติ เรียนซ้ำ โดยใช้วิธี New Direction in Creativity (NDC) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมฝึกต่าง ๆ ที่กำหนดไว้อย่างมีระบบที่มีต่อเด็กที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติ เรียนซ้ำ โดยทำการวิจัยกับนักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียน สำหรับการศึกษาพิเศษในรัฐ Connecticut ในระดับเกรด 6 ถึงเกรด 10 จำนวน 30 ห้องเรียน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 18 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 12 ห้องเรียน โดยเด็กนักเรียนในแต่ละชั้นจะมีช่วง

IQ ระหว่าง 50-80 โดยการสอนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์ให้กลุ่มทดลองสัปดาห์ละ 2 กิจกรรม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ แล้วใช้แบบสอบถามของ Christensen และ Guilford วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่ผ่านประสบการณ์จากชุดกิจกรรมดังกล่าว ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูง และมีคุณลักษณะในทางสร้างสรรค์ดีกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยที่ใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ เช่น ชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยเชื่อว่าการสร้างชุดกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้สอนจะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้

9.2 งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ

งานวิจัยที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์กับตัวแปรอื่น ๆ มีดังนี้
 สุรทิน นาราภิรมย์ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร สสวท. จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 200 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ มีความสัมพันธ์กับแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงเลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่าด้านความรู้ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ใช้ในด้าน การคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่าด้านการนำไปใช้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ เลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ใช้ด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นลงกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .3263

พิสิทธิ์ ภาชี (2531) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความถนัดด้านเหตุผลเชิงกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนช่างอุตสาหกรรม ในเขตการศึกษา 9 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนช่างอุตสาหกรรม ในเขตการศึกษา 9 จำนวน 250 คน โดยแบ่งเป็นช่างสาขาล่าง ๆ สาขาละ 50 คน คือ ช่างเชื่อม โลหะ ช่างไฟฟ้ากำลัง ช่างอิเล็กทรอนิกส์ ช่างก่อสร้าง และช่างยนต์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความถนัดด้านเหตุผลเชิงกล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001
2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กับความถนัดด้านเหตุผลเชิงกล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001
3. นักเรียนช่างแต่ละสาขามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนช่างแต่ละสาขามีความถนัดด้านเหตุผลเชิงกลแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โคเฮน (วิสุทธิ ตรีเงิน. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Cohen. 1975 : 327 - 329) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่เขาสร้างขึ้นยึดแนวของ Guilford โดยเลือกเอา Concept ทางวิทยาศาสตร์ 6 คำ คือ แม่เหล็ก กระแสไฟฟ้า เหล็ก อากาศ พืช และสัตว์ โดยให้เด็กบอกประโยชน์ของสิ่งเหล่านี้มาให้มากที่สุด ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นี้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่าง ๆ เช่น มีความสัมพันธ์กับแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ ด้านการคิดค้นหาคำตอบ ความถนัดด้านเหตุผลเชิงกล ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผสม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

9.3 งานวิจัยที่ศึกษาการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นฤมล ยุตาคม (2522) ได้ศึกษาอิทธิพลทางการสอนโดยการใช้การทดลองแบบ กำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 75 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 38 คน กลุ่มทดลอง 37 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยการทดลองแบบกำหนดแนวทางกับกลุ่มที่สอน โดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการสอน โดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับกลุ่มที่สอน โดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึก โดยใช้แบบทดสอบของ สุมาลี กาญจนชาติ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึก โดยมีการประเมินผลทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลนั้นไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

ศิริอร ไข่มุกพิริตน์ (2527) ได้ทำการศึกษาแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการฝึกระดมพลังสมองและแบบฝึกกรายบุคคล เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และศึกษาถึงผลรวมขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกันแต่มีการฝึกที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2526 จำนวน 75 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุมโดยไม่มีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มทดลองอีก 2 กลุ่ม จะมีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและฝึกกรายบุคคล ซึ่งทั้ง 2 กลุ่ม จะใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันจากกลุ่มควบคุม

ยงยุทธ สายคง (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และแบบกำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน พลังราษฎร์พิทยาสรรค์ อำเภอคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการสอน โดยการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างทั้งสองเรียนเนื้อหาเดียวกันคือ เรื่องยา กับ ชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

พรรณา หิมารัตน์ (2527) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงงาน วิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นไม่แตกต่างกัน แต่จะสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถาม เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่สอนโดยเน้นทักษะขั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อ เปรียบกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าการใช้คำถามเน้นทักษะขั้นบูรณาการจะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า ส่วนการเน้นคำถามขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างจากคู่มือครู

ธวัชชัย เปียนประสิทธิ์ (2528) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ ชุดการเรียนด้วยตนเอง และการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาอุทัย กิจสวัสดิ์ (2529) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ด้วยชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่สอนตามคู่มือครู แต่เมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานด้วยชุดอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์กับด้วยรูปภาพและแผนภูมิแล้วพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ฤดี ประเสริฐศักดิ์ (2529) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบฝึกการมองเห็นปัญหาการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตาม

คู่มือครู สสวท. ผลการศึกษาพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนโดยฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอธิบายปัญหาตามคู่มือครูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พจนา สังวรกิจ (2529) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และถ้าพิจารณาองค์ประกอบ ด้านความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความคิดยืดหยุ่นนั้นไม่แตกต่างกัน

สมพันธ์ อินทรวง (2529) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบให้สร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ไม่แตกต่างจากการสอนตามคู่มือครู แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบพบว่า ความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความคิดคล่องกับความคิดยืดหยุ่นนั้นไม่แตกต่างกัน

อารายา แสงไชย (2529) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะที่จัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางกับไม่กำหนดแนวทาง ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนแบบไม่กำหนดแนวทางสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ทำกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางด้านความคิดริเริ่มกับความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความคิดคล่องไม่แตกต่างกันก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทุกองค์ประกอบของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พิจารณาด้าน ความคิดยืดหยุ่น กับความคิดริเริ่มพบว่าไม่แตกต่างกัน แต่ความคิดคล่องแตกต่างกัน

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองฝึกทักษะชั้นบูรณาการแตกต่างจากการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชัยรัตน์ ไสรัตนพบุตร (2530) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกิจกรรมการคิด โดยเอาสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันมาเกี่ยวข้องกัน หรือทำสิ่งธรรมดาให้เป็นสิ่งแปลกใหม่ โดยการใช้คุณลักษณะของการเปรียบเทียบมาใช้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 คณะเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคขอนแก่น ปีการศึกษา 2527 จำนวน 212 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 109 คน ใช้วิธีสอนแบบปกติและกลุ่มทดลองจำนวน 103 คน ใช้วิธีสอนแบบการคิดโดยเอาสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันมาเกี่ยวข้องกัน หรือทำสิ่งธรรมดาให้เป็นสิ่งแปลกใหม่ โดยการใช้คุณลักษณะการเปรียบเทียบมาใช้ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

สุภาณี สีสะวัตนากุล (2531) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2531 จำนวน 51 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 26 คน และกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยจำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์เนส และ มีโดส (อาร์ รังสินันท์, 2532 ก : 105 - 106 ; อ้างอิงมาจาก Parnes & Meados n.d.) ได้ทดลองใช้วิธีระดมพลังสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีแก้ปัญา ซึ่งใช้วิธีศึกษาทดลองเปรียบเทียบ โดยให้กลุ่มที่หนึ่งใช้วิธีระดมพลังสมองคือ ให้ทุกคนพูดเท่าที่คิดออกมาไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีแก้ปัญาที่ดีและเกี่ยวข้อง ให้พูดเท่าที่มีความคิดแวบเข้ามาในสมอง ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้เสนอวิธีแก้ปัญาเฉพาะความคิดที่ดีและมีความสัมพันธ์กับเรื่อง ปรากฏผลว่าในระยะเวลาแก้ปัญาเท่ากัน กลุ่มที่ใช้วิธีระดมพลังสมองมีความคิดแก้ปัญามากและได้ผลดีกว่ากลุ่มที่ต้องการออกความคิดเห็นเฉพาะความที่ดีและเกี่ยวเนื่องกันเท่านั้น

ฟอสเตอร์ (Foster, 1982 : 3093 - A) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์และกระบวนการแก้ปัญาเป็นกลุ่ม ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 จำนวน 111 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมให้ทำการทดลองวิทยาศาสตร์เพียงลำพังคนเดียว กลุ่มทดลอง ทดลองกับเพื่อน 4-5 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาขึ้นได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังเช่น การสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง การฝึกการคิดแบบอเนกนัย การให้เสรีภาพในการฝึกคิด หาคำตอบ การฝึกคิดแบบระดมพลังสมอง การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นบูรณาการ การเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ การสอนแบบแก้ปัญหาเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ และการทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ชุดกิจกรรมที่จัดสื่อการสอนเป็นแบบสื่อประสมโดยในชุดกิจกรรมจะจัดกระบวนการเรียน การสอนที่อาศัยทฤษฎีและหลักการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และอาศัยแนวทางการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะงานวิจัยที่เน้นการประดิษฐ์และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
3. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
4. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
5. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
6. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
7. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนยานนาเวศวิทยาควม กรุงเทพมหานคร เป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาหลักสูตร ที่เรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนยานนาเวศวิทยาควม กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 เป็นนักเรียนที่เรียนวิชาเลือกเสรี ว 013 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้มาโดยการจับสลาก 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) นักเรียนจาก 2 ห้องเรียนนั้น มาห้องละ 24 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม โดยวิธีจับสลาก

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าคือ วิชาเลือกเสรี ว 013 เป็นเนื้อหาที่ผู้สอนสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นชุดกิจกรรม 2 แบบ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้ศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 24 คาบ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยปรับแบบการทดลองมาจากของ ชูศรี วงศ์รัตน์ (2528 : 88) เป็นรูปแบบการทดลองแบบ Two Experiment Groups , Randomized Posttest Only Design.

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนสอน	ทดลอง	หลังสอน
RE ₁	-	X ₁	T ₂
RE ₂	-	X ₂	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R	แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างอย่างสุ่ม
E ₁	แทน กลุ่มทดลองที่ 1
E ₂	แทน กลุ่มทดลองที่ 2
X ₁	แทน การสอนด้วยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
X ₂	แทน การสอนด้วยชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
T ₂	แทน การทดสอบหลังการสอน

ขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองโดยการจับสลากมา 2 ห้องเรียนจาก 3 ห้องเรียน แล้วจึงสุ่มอย่างง่ายมาจาก 2 ห้องเรียนนั้นห้องละ 24 คน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม
2. วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการเรียนเพื่อนำมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม การวัดใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงขึ้นฉบับที่ 1 ซึ่งเป็นแบบทดสอบคนละฉบับกับการทดสอบหลังการเรียนแต่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้
3. ทำการทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมทั้งสองกลุ่มโดยผู้วิจัยควบคุมเอง ใช้เวลา 24 คาบ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วทำการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

4.1 การประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบประเมินการประดิษฐ์ภาคปฏิบัติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข โดยกำหนดให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติเป็นรายบุคคล การบันทึกการประเมินใช้ผู้บันทึกคนเดียวกับผู้ประเมินตอนหาคุณภาพของแบบประเมิน

4.2 การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบเขียนตอบ ฉบับที่ 2 ที่กำหนดสถานการณ์และกำหนดเงื่อนไขให้เป็นข้อความและรูปภาพ การตอบจะตอบเป็นรายบุคคล

5. นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลการประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มาตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

6. นำผลการวิเคราะห์ทางสถิติมาแปลความหมายและสรุปผลเป็นข้อค้นพบและเขียนรายงานการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 2 ฉบับ คือ

4.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 ที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน เพื่อใช้เป็นตัวแปรร่วมในการทดสอบสมมติฐาน

4.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 ที่ใช้ทดสอบหลังเรียน เพื่อใช้เป็นตัวแปรตาม

การสร้างชุดกิจกรรม

ในการวิจัยผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมขึ้น 2 ชุด เป็นชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามจุดประสงค์ของรายวิชา ว013 ที่ว่า เพื่อให้มีความสนใจ ความรัก และความคิดสร้างสรรค์ในการดัดแปลง และประดิษฐ์อุปกรณ์ของเล่น เชิงกลไกและไฟฟ้าอย่างง่าย ดังนั้นการสร้างชุดกิจกรรมจึงยึดจุดประสงค์ของวิชาเป็นหลัก โดยนำทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ สิ่งประดิษฐ์ สื่อการสอนวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลการวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาสังเคราะห์ขึ้นเพื่อสร้างสื่อการสอนออกมาในรูปของกิจกรรม โดยได้เลือกสรรเฉพาะจุดเด่นของทฤษฎีและหลักการเหล่านั้น โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารแนวการสอนวิชาเลือกเสรี (วิทยาศาสตร์) โดยเฉพาะรายวิชา ว 013 เพื่อศึกษาแนวการจัดกิจกรรม การกำหนดวัตถุประสงค์ และการวัดและประเมินผล
2. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งวิชาบังคับและวิชาเลือก เพื่อเป็นแนวทางสร้างกิจกรรมไม่ให้ซ้ำซ้อนกับวิชาอื่น
3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
4. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ และชุดกิจกรรม
5. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะงานวิจัยที่ใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์
6. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
7. กำหนดรูปแบบของกิจกรรม และวิธีดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรม โดยเขียนเป็นนิยามปฏิบัติการ แล้วสร้างชุดกิจกรรมขึ้น 2 แบบ แบบที่ 1 เรียกว่า ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบที่ 2 เรียกว่า ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

7.1 ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน และคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู ดังนี้

7.1.1 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดที่จัดไว้ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการคิดและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละชุดประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม ชื่อแนะนำ เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ดังนี้

ชื่อกิจกรรม

ชื่อแนะนำ บอกข้อควรปฏิบัติในการทำกิจกรรม และบอกว่าสิ่งใด

ควรทำก่อนหรือหลัง

เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียนอธิบายหลักการ หรือกฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีรูปภาพประกอบ และบอกสมบัติ ประโยชน์ หลักการ ของอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในกิจกรรม

รายการอุปกรณ์ กำหนดรายชื่อและจำนวนอุปกรณ์ที่มีในแต่ละกิจกรรม

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ระบุสิ่งที่นักเรียนต้องทำกิจกรรม โดยกำหนดให้ มีการบันทึกผลการทำกิจกรรมด้วย ในส่วนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

การออกแบบ กำหนดให้นักเรียนคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ แบบ โดยอาศัยอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ ให้เขียนแบบเป็นภาพหลายเส้นพร้อมกับให้ระบุว่าในแบบแต่ละส่วนจะใช้อุปกรณ์ใด กำหนดให้ทำเป็นรายบุคคล

การกำหนดขั้นตอนการประดิษฐ์ ให้นักเรียนเลือกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อตกลงของกลุ่มย่อย ให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ และให้เขียนลำดับขั้นตอนในการสร้างโดยเขียนภาพประกอบด้วย

การปฏิบัติงาน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแบบที่ได้กำหนดไว้แล้ว ทดลองใช้ เมื่อพบปัญหาให้แก้ปัญหาจนได้สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้งานได้ โดยให้บันทึกผลการทดลองใช้ ปัญหาและการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหาแล้ว

การเสนอผลงาน ให้นักเรียนเสนอผลงานที่ทำขึ้น โดยอธิบาย ให้เห็นประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

การประเมินผลตนเอง กำหนดให้นักเรียนได้ประเมินความสามารถของตนเอง เป็นการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลขที่ครูได้ระบุพฤติกรรมและระดับความสามารถไว้แล้ว

7.1.2 คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดที่จัดไว้ให้ครูได้ศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม จุดมุ่งหมาย ข้อแนะนำ เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม การประเมินผล ดังนี้

ชื่อกิจกรรม

จุดมุ่งหมาย ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังจาก

จบกิจกรรม

ข้อแนะนำ บอกสิ่งที่ควรปฏิบัติในการดำเนินกิจกรรมและบอกสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนดำเนินกิจกรรม

เนื้อหาสาระ ให้รายละเอียดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม และบอกสมบัติ ประโยชน์ หลักการของอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม

รายการอุปกรณ์ บอกรายชื่อและจำนวนอุปกรณ์ที่มีในแต่ละกิจกรรม

การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่ง

ประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแนะนำการดำเนินกิจกรรม 3 ขั้นตอน ขั้นนำ ขั้นปฏิบัติ และขั้นสรุป

การประเมินผล กำหนดให้ครูประเมินความสามารถของนักเรียน

ตามแบบประเมินผลซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข โดยกำหนดระดับความสามารถ

เป็น 3 ระดับ คือ 3 หมายถึง ความสามารถสูง 2 หมายถึง ความสามารถปานกลาง และ 1 หมายถึง ความสามารถต่ำ

7.2 ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน และคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู ดังนี้

7.2.1 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดที่จัดไว้ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการคิดซ่อมแซม ปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละชุดประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม ขอบข่าย เนื้อหาสาระ สิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์ และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ดังนี้

ชื่อกิจกรรม
ขอบข่าย บอกข้อควรปฏิบัติในการทำกิจกรรม และบอกว่าสิ่งใดควรทำก่อนหรือหลัง

เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียนอธิบายหลักการ หรือกฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีรูปภาพประกอบ และบอกหลักการของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม

สิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์ จะบอกชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้และมีภาพของสิ่งนั้นประกอบ

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ระบุสิ่งที่นักเรียนต้องทำกิจกรรม โดยกำหนดให้มีการบันทึกผลการทำกิจกรรมด้วย ในส่วนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

การทดลองใช้ ให้นักเรียนทดลองใช้หรือเล่นสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้แล้วแก้ไขให้สามารถใช้ได้ โดยกำหนดให้บันทึกผลการใช้และการแก้ไขที่ได้ทำด้วย

การคิดปรับปรุงดัดแปลง กำหนดเงื่อนไขให้ปรับปรุงดัดแปลงเป็นสิ่งอื่น ๆ หรือให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม โดยแนะนำให้ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อ แล้วให้เลือกข้อที่ดีที่สุดมา 1 ข้อ และให้นำของแต่ละคนมารวมกันแล้วตัดสินใจเลือกข้อที่กลุ่มเห็นว่าดีและเป็นไปได้ ในแต่ละขั้นจะให้บันทึกผลไว้ด้วย

การกำหนดขั้นตอนการปรับปรุงดัดแปลง ให้นักเรียนตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ เขียนแบบสิ่งประดิษฐ์ เขียนรายการอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ เขียนลำดับขั้นตอนในการปรับปรุงดัดแปลง

การปฏิบัติงาน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแบบที่ได้กำหนดไว้ และทดลองใช้ ให้ปรับปรุงจนพอใจ เมื่อพบปัญหาให้แก้ปัญหาจนได้สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้งานได้ โดยให้บันทึกผลการทดลองใช้ ปัญหาและการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหาแล้ว

การเสนอผลงาน ให้นักเรียนเสนอผลงานที่สร้างขึ้น โดยอธิบายให้เห็นถึงงานที่ได้ทำ และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

การประเมินผลตนเอง กำหนดให้นักเรียนได้ประเมินความสามารถของตนเอง เป็นการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลขที่ครูได้ระบุพฤติกรรมและระดับความสามารถไว้แล้ว

7.2.2 คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดที่จัดไว้ให้ครูได้ศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม จุดมุ่งหมาย ขอบข่ายเนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม การประเมินผล ดังนี้

ชื่อกิจกรรม

จุดมุ่งหมาย ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังจาก

จบกิจกรรม

ขอบข่าย บอกลักษณะที่ควรปฏิบัติในการดำเนินกิจกรรมและบอกลักษณะที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนดำเนินกิจกรรม

เนื้อหาสาระ ให้รายละเอียดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม โดยเขียนอธิบายหลักการของสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้

ชุดสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์ จะแสดงภาพสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม และแนะนำครูในการทำสิ่งประดิษฐ์ไม่สมบูรณ์

การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแนะนำการดำเนินกิจกรรม 3 ขั้นตอน ขั้นนำ ขั้นปฏิบัติ และขั้นสรุป

การประเมินผล กำหนดให้ครูประเมินความสามารถของนักเรียนตามแบบประเมินผลซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข โดยกำหนดระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ คือ 3 หมายถึง ความสามารถสูง 2 หมายถึง ความสามารถปานกลาง และ 1 หมายถึง ความสามารถต่ำ

8. นำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นไปให้ ผศ.สมจิต สวธน์ไพฑูริย์ , รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ , อาจารย์วิสุทธิ ตรีเงิน , อาจารย์วรารักษ์ รัตนพรเจริญ ตรวจสอบเนื้อหาของเนื้อหาและภาษา

9. แก่ชุดกิจกรรมแล้วนำไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 3 คน เพื่อหาความเหมาะสม แล้วเก็บข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข

10. ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีดังนี้

10.1 ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนและคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู มี 4 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 บิน

กิจกรรมที่ 2 แรงหมุนกลับของหนังยาง

กิจกรรมที่ 3 พลังกึ่งหัน

กิจกรรมที่ 4 แม่เหล็ก

10.2 ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนและคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู มี 4 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 พลังกึ่งหัน

กิจกรรมที่ 2 แรงหมุนกลับของกังหันยาง

กิจกรรมที่ 3 แม่เหล็ก

กิจกรรมที่ 4 การถ่ายทอดกำลัง

11. นำชุดกิจกรรมที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 12 คน

12. นำชุดกิจกรรมไปใช้จริงในการวิจัย

การสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินภาคปฏิบัติ
2. ศึกษาเอกสารการประเมินสิ่งประดิษฐ์ของ สสวท. ในการประกวดการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของพฤติกรรมที่จะประเมินในการประดิษฐ์
4. ศึกษางานวิจัยที่มีการประเมินทักษะปฏิบัติของ ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533); ทักษิณี วัฒนประภาพรกุล (2532) ; วิวัฒน์ รอดเกิด (2533) ; และ มงคล บกสกุล (2533) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินการประดิษฐ์
5. สร้างรายละเอียดพฤติกรรมที่จะประเมินประกอบด้วยแบบประเมิน 1 ชุด และคู่มือในการประเมิน 1 ชุด เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบตัวเลข 7 ให้ค่าตัวเลข 3 ระดับ
6. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้ รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพุกษ์ , ผศ.สมจิต สวธนไพบูลย์ , อาจารย์วรารักษ์ รัตนพรเจริญ และอาจารย์วิสุทธิ ตรีเงิน ตรวจสอบแก้ไข แล้วนำมาปรับปรุง
7. นำแบบประเมินไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ร่วมกับการทดลองชุดกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
8. นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ร่วมกับการทดลองชุดกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

9. นำแบบประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนวิชา
ว 013 จำนวน 25 คน โดยให้ครูผู้สอนประเมิน จำนวน 2 คน แล้วนำผลการประเมินไปหา
ค่าความเชื่อมั่น โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment
Correlation) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตาม
ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงาน
วิจัยของ ทศนี้อย่าง พฤษชลธาร (2517) ; สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ; ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ
(2527) ; อุดร จันทร์สร้าง (2527) ; ชูจิต ตันธรรณาวิน (2527) ; สสวท. (2530)
สุภาณี สีสะวัฒนากุล (2531) ; ชาติชัย วิโรจนะ (2531) ; สุชีพ ตรีประเคน (2532) ;
ศรีณกา เจริญยศ (2533)

2. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบของ ทศนี้อย่าง พฤษชลธาร ; สุมาลี กาญจนชาติ ;
อุดร จันทร์สร้าง และชาติชัย วิโรจนะ มาพิจารณาปรับปรุงตามเกณฑ์ที่ได้เขียนนิยามปฏิบัติการไว้
ด้วยความเห็นชอบของ รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ , ผศ.สมจิต สวธนาไพฑูรย์ เป็นแบบ
ทดสอบที่จะใช้ในการวิจัยจำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 3 ข้อ ดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 ประกอบด้วย
ข้อ 1 "คิดแปลงเพิ่มเติม" ของ อุดร จันทร์สร้าง ข้อ 2 "นักค้นคว้า" ของ สุมาลี กาญจนชาติ
และ ข้อ 3 "ปลาทอง" ของ ทศนี้อย่าง พฤษชลธาร

2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 ประกอบด้วย
ข้อ 1 "นักประดิษฐ์" ของ สุมาลี กาญจนชาติ ข้อ 2 "ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์" ของ
ชาติชัย วิโรจนะ และข้อ 3 "ไข่มุมแตก" ของ ทศนี้อย่าง พฤษชลธาร

3. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
ในการทดลอง จำนวน 100 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

4. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนไปตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยแต่ละข้อ
จะตรวจให้คะแนน 3 ด้านคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์
และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ ทอร์เรนซ์ โดยมีเกณฑ์
ดังนี้

4.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของ
แบบทดสอบและตามนิยามปฏิบัติการ โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ดังนี้

4.1.1 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบวัด ถ้าตอบถูกต้องตาม
นิยามสมเหตุสมผล ถือว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ให้คะแนน

4.1.2 จำนวนข้อที่ตอบถูกต้องสมบูรณ์ สมเหตุสมผล คำตอบ 1 คำตอบ
ให้ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

4.1.3 คำตอบที่ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่สมบูรณ์จะไม่ให้คะแนน

4.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข
ของแบบทดสอบและตามนิยามปฏิบัติการแล้วจัดกลุ่มคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ แนวคิดที่เหมือนกัน
จัดไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วให้คะแนนเท่ากับจำนวนกลุ่มที่จัดได้ เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

4.2.1 จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามแนววิธีคิดที่แตกต่างกัน
คำตอบที่มีทิศทางเดียวกัน หรือคล้ายกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน

4.2.2 คำตอบที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือทิศทางเดียวกันแล้วจะมีหลายข้อ
จะไม่ได้คะแนนซ้ำ

4.2.3 ให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคนอื่น
หรือไม่

4.2.4 ถ้าไม่สามารถจัดคำตอบไว้ในกลุ่มที่จัดไว้ได้ จะตั้งกลุ่มขึ้นใหม่และ
ให้หมายเลขประจำกลุ่มไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะครบตามคำตอบ

4.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียน
โดยปฏิบัติดังนี้

4.3.1 บันทึกคะแนนคำตอบของนักเรียนโดยขีดเป็นรอยคะแนน (Tally)
จากทุก ๆ คนจนครบทั้งหมด

4.3.2 หาผลรวมของความถี่ในแต่ละคำตอบ

4.3.3 ให้คะแนนคำตอบโดยพิจารณาจากความถี่

4.3.4 คำตอบที่จะได้คะแนนต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของแบบวัด ถ้า
เป็นคำตอบที่ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถในการคิด มีความแปลกใหม่ ไม่ใช่สิ่งที่เรียนรู้หรือ
ฝึกหัดจากห้องเรียน ไม่ใช่กิจกรรมที่ทำเป็นประจำ หรือเป็นเรื่องธรรมดาทั่ว ๆ ไปที่
เรารู้ หรือพบเห็นเสมอ จะได้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เกณฑ์ที่จะให้ตามเกณฑ์ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่มากจะให้คะแนนน้อย

คำตอบที่มีความถี่น้อยจะให้คะแนนมาก

5. นำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปหาค่าอำนาจจำแนกโดยการแจก
แจงค่าที่ (t - distribution) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา
(Alpha Coefficient) ได้ดังนี้

	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ฉบับที่ 1		
ข้อ 1 ดัดแปลงเพิ่มเติม	13.589	-
ข้อ 2 นักค้นคว้า	17.371	-
ข้อ 3 ปลาทอง	14.976	-
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	15.000	0.543
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	12.778	0.911
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	12.032	0.667
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	13.757	0.728
ฉบับที่ 2		
ข้อ 1 นักประดิษฐ์	21.398	-
ข้อ 2 ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์	21.036	-
ข้อ 3 ไข่ไม้แตก	26.400	-
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	26.152	0.733
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	25.692	0.651
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	17.453	0.530
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	24.800	0.731

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ
 - 1.1 หาค่าเฉลี่ย
 - 1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวน

1.3 ทำอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยวิธีทดสอบค่าที่ t-distribution (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2531 : 217)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที่

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

1.4. หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์
ทางวิทยาศาสตร์จากการประเมินของผู้ประเมิน 2 ท่านโดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation) (ส.วาสนา ประवालพฤกษ์.
2533 : 32)

$$r_{tt} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน ค่าคะแนนของผู้ประเมินคนที่ 1

Y แทน ค่าคะแนนของผู้ประเมินคนที่ 2

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2530.
207)

$$\alpha = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนคะแนนทั้งฉบับ

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 - 5 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
แบบทางเดียว One way Analysis of Covariance โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
NCSS (Number Cruncher Statistical System (Version 4.1) by
Jerry L. Hintze. 1984)

2.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 6 - 7 โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
(Pearson product moment correlation) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NCSS แล้วทดสอบ
นัยสำคัญโดยการหาค่าที (t) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2530 : 326)

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

เมื่อ N แทน จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง
 r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
SS	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนที่ปรับแล้ว
MS	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่ปรับแล้ว
df	แทน	ขั้นของความเป็นอิสระของคะแนนที่ปรับแล้ว
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน F-distribution
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
p	แทน	ระดับนัยสำคัญของค่าวิกฤติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ดังแสดงในตาราง 2 - 4

ตาราง 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 ที่ใช้
เป็นตัวแปรร่วม

ตัวแปร	N	เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้าง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์		เรียนโดยชุดกิจกรรมซ่อมแปลง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	
		$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2
ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	24	20.042	36.854	19.833	69.760
ความคิดคล่อง ทางวิทยาศาสตร์	24	9.208	3.087	7.417	6.838
ความคิดยืดหยุ่น ทางวิทยาศาสตร์	24	6.667	3.478	5.958	4.381
ความคิดริเริ่ม ทางวิทยาศาสตร์	24	4.167	10.907	6.458	19.198

จากตาราง 2 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากแบบทดสอบฉบับที่ 1 นี้ เป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 3 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
หลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลง
สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	N	X	S ²	ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว
เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้าง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	24	47.29	56.30	47.34
เรียนโดยชุดกิจกรรมซ่อมแปลง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	24	48.63	63.34	48.58

จากตาราง 3 พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีค่า 47.29 ค่าเฉลี่ยของ
คะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
ซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 48.63 และเมื่อปรับค่าเฉลี่ยของกลุ่ม
ตัวอย่างทั้งสองแล้วพบว่ามีค่าเฉลี่ยหลังปรับแล้วใกล้เคียงกันเป็น 47.34 กับ 48.58 ตามลำดับ

ตาราง 4 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ทดสอบ
หลังเรียนด้วยแบบทดสอบฉบับที่ 2

ตัวแปร	เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้าง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ (n=24)			เรียนโดยชุดกิจกรรมซ่อมแปลง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ (n=24)		
	X	S ²	ค่าเฉลี่ยปรับแล้ว	X	S ²	ค่าเฉลี่ยปรับแล้ว
ความคิดสร้างสรรค์						
ทางวิทยาศาสตร์	29.79	113.70	29.87	32.42	63.44	32.34
ความคิดคล่อง						
ทางวิทยาศาสตร์	9.42	8.93	9.94	12.13	7.21	11.59
ความคิดยืดหยุ่น						
ทางวิทยาศาสตร์	7.08	4.00	7.21	7.96	3.21	7.83
ความคิดริเริ่ม						
ทางวิทยาศาสตร์	13.29	44.53	12.36	12.33	23.76	13.27

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่ม
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทาง
วิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วพบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของ
คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่น
ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์มีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองกลุ่ม

2. เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์
ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 1 มาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One way Analysis of Covariance
ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน
โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ตัวแปรร่วม	488.259	1	488.259	9.230	0.00
ระหว่างกลุ่ม (b)	18.522	1	18.522	0.350	0.51
ภายในกลุ่ม (พ)	2381.136	45	52.914		
รวม (total)	2887.917	47			

จากตาราง 5 พบว่า

1. ตัวแปรร่วมมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการนำ
ตัวแปรร่วมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจึงทำให้ผลการทดสอบสมมติฐานแนบมายิ่งขึ้น
2. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย
ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทาง
วิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มี
ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้
ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 1 มาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One way Analysis of Covariance
ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุด
กิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ตัวแปรร่วม	1416.461	1	1416.461	22.47	0.00
ระหว่างกลุ่ม (b)	73.218	1	73.218	1.160	0.29
ภายในกลุ่ม (w)	2836.800	45	63.040		
รวม (total)	4326.479	47			

จากตาราง 6 พบว่า

1. ตัวแปรร่วมมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการนำ
ตัวแปรร่วมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจึงทำให้ผลการทดสอบสมมติฐานแม่นยำยิ่งขึ้น
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. เปรียบเทียบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 มาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One way Analysis of Covariance ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ตัวแปรร่วม	134.845	1	134.845	19.470	0.00
ระหว่างกลุ่ม (b)	27.953	1	27.953	4.04	0.051
ภายในกลุ่ม (w)	311.681	45	6.926		
รวม (total)	474.479	47			

จากตาราง 7 พบว่า

1. ตัวแปรร่วมมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการนำตัวแปรร่วมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจึงทำให้ผลการทดสอบสมมติฐานแม่นยำยิ่งขึ้น
2. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5. เปรียบเทียบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 มาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One way Analysis of Covariance ได้ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ตัวแปรร่วม	27.566	1	27.566	8.28	0.01
ระหว่างกลุ่ม (b)	4.581	1	4.581	1.376	0.25
ภายในกลุ่ม (w)	149.832	45	3.330		
รวม (total)	181.979	47			

จากตาราง 8 พบว่า

1. ตัวแปรร่วมมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการนำตัวแปรร่วมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจึงทำให้ผลการทดสอบสมมติฐานแม่นยำยิ่งขึ้น

2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

6. เปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 มาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One way Analysis of Covariance ได้ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ตัวแปรร่วม	483.513	1	483.513	18.85	0.00
ระหว่างกลุ่ม (b)	9.229	1	9.229	0.36	0.51
ภายในกลุ่ม (w)	1154.571	45	25.657		
รวม (total)	1647.313	47			

จากตาราง 9 พบว่า

1. ตัวแปรร่วมมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการนำตัวแปรร่วมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจึงทำให้ผลการทดสอบสมมติฐานแม่นยำยิ่งขึ้น

2. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

7. หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มาหาความสัมพันธ์กันโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ $(r) .490$ แล้วทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ค่า t พบว่าค่า t เท่ากับ 2.642 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

8. หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มาหาความสัมพันธ์กันโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ $(r) .525$ แล้วทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ค่า t พบว่าค่า t เท่ากับ 2.893 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
4. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
5. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
6. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
7. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนและคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู มี 4 กิจกรรมดังนี้
 - กิจกรรมที่ 1 บิน
 - กิจกรรมที่ 2 แรงหมุนกลับของหนังยาง
 - กิจกรรมที่ 3 พลังกึ่งตัน
 - กิจกรรมที่ 4 แม่เหล็ก

2. ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนและคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู มี 4 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 พลังกังหัน

กิจกรรมที่ 2 แรงหมุนกลับของหยั่งยาง

กิจกรรมที่ 3 แม่เหล็ก

กิจกรรมที่ 4 การถ่ายทอดกำลัง

3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแบบประเมินที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข กับคู่มือการประเมิน แบบประเมินนี้นำไปหาค่าความเชื่อมั่นในการประเมินของผู้ประเมิน 2 ท่าน โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82

4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยปรับปรุงขึ้นจากแบบทดสอบของ ทศนีย์ พุทธิษลธาร (2517), สุมาสี กาญจนชาติรี (2525), อุดร จันทรสร้าง (2527) และชาติชัย วิโรจนะ (2531) ได้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 ประกอบด้วย ข้อ 1 " คัดแปลงเพิ่มเติม " ข้อ 2 " นักค้นคว้า " ข้อ 3 " ปลาทอง " ใช้ทดสอบก่อนการเรียนเพื่อนำคะแนนมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล โดย One way Analysis of Covariance

ฉบับที่ 2 ประกอบด้วย ข้อ 1 " นักประดิษฐ์ " ข้อ 2 " ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์ " ข้อ 3 " ไข่มุกแตก " ใช้ทดสอบหลังการเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดย One way Analysis of Covariance

การหาคุณภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การแจกแจงค่าที (t - distribution) ในการหาอำนาจจำแนก และโดยใช้ Alpha Coefficient ในการหาค่าความเชื่อมั่น ได้ค่าดังนี้

	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ฉบับที่ 1		
ข้อ 1 คัดแปลงเพิ่มเติม	13.589	-
ข้อ 2 นักค้นคว้า	17.371	-
ข้อ 3 ปลาทอง	14.976	-

	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ฉบับที่ 1		
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	15.000	0.543
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	12.778	0.911
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	12.032	0.667
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	13.757	0.728
ฉบับที่ 2		
ข้อ 1 นักประดิษฐ์	21.398	-
ข้อ 2 ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์	21.036	-
ข้อ 3 ไข่มุกไม่แตก	26.400	-
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	26.152	0.733
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	25.692	0.651
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	17.453	0.530
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	24.800	0.731

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. นำหนังสือขออนุญาตศึกษาวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนทำการศึกษาวิจัยในโรงเรียน ยานนาเวศวิทยาคม กรุงเทพมหานคร
2. ดำเนินการสุ่มตัวอย่างนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง โดยสุ่มจากนักเรียนที่ลงทะเบียน รายวิชา ว 013 จำนวนสามห้องเรียนโดยการจับสลากมาสองห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มาจากนักเรียน 2 ห้องเรียนนั้นห้องละ 24 คนและจับสลาก แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม

3. ดำเนินการทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้น เพื่อนำคะแนนมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One Way Analysis of Covariance ในการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม การทดสอบใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 ที่ผู้วิจัยปรับปรุงขึ้น และนำไปหาคุณภาพแล้ว

4. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในระยะเวลาเท่ากัน กลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที ในการสอนใช้ชุดกิจกรรม 4 ชุด ชุดหนึ่ง ๆ ใช้เวลาปฏิบัติ 6 คาบ (3 ครั้ง ๆ ละ 2 คาบ)

4.1 กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.2 กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

5. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่มดังนี้

5.1 ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยปรับปรุงขึ้น ฉบับที่ 2 เป็นการทดสอบแบบเขียนตอบจำนวน 3 ข้อ ข้อหนึ่ง ๆ ให้เวลาตอบ 15 นาที

5.2 ประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยกำหนดให้นักเรียนออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์คนละ 1 ชิ้น การประเมินมีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนออกแบบ วาดแบบ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์ และอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ แล้วครูประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.2 ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนปฏิบัติงาน โดยทำตามแผนการที่เขียนไว้ แล้วผู้ประเมินเป็นผู้สังเกตให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.3 ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนเสนอผลงานโดยผู้ประเมินเป็นผู้ซักถาม แล้วนักเรียนตอบคำถามพร้อมทั้งแสดงผลงานให้ผู้ประเมินดูด้วย และผู้ประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One way Analysis of Covariance) โดยใช้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนการเรียนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นตัวแปรร่วม

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน แล้วทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยการทดสอบค่าที่ (t)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำมาอภิปรายเป็นลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ

ประการแรก ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียนนั้น ได้วางขั้นตอนให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องจนพบกับความสำเร็จ กล่าวคือชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นจากให้นักเรียนออกแบบหลาย ๆ แบบ เขียนแบบ สิ่งประดิษฐ์ให้เป็นกรอบในการสร้างเสียก่อน แล้วให้เขียนขั้นตอนที่จะสร้างตามลำดับ โดยจะต้องกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างด้วย จึงเป็นการสร้างอย่างรัดกุมรอบคอบ จากนั้นกิจกรรมกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ และเมื่อปฏิบัติงานเสร็จจะมีการทดลองใช้สิ่งที่สร้างขึ้น ถ้ายังพบว่ามีส่วนบกพร่องหรือยังทำงานไม่ได้ นักเรียนก็ยังมีโอกาสแก้ไขปัญหานั้นได้ จนทำให้สิ่งประดิษฐ์ทำงานหรือใช้งานได้ และขั้นตอนท้ายนักเรียนได้เสนอผลงานของกลุ่มโดยการอธิบายประกอบการเสนอผลงาน ส่วนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การเรียนจะเริ่มต้นจากนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อปรับปรุง ซ่อมแซม ดัดแปลง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นก็จะเลือกสมมติฐานมาออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เสนอรายการอุปกรณ์และวิธีสร้างไว้อย่างละเอียด หลังจากนั้นนักเรียนได้ปฏิบัติตามแบบและขั้นตอนจนได้ผลสำเร็จ โดยมีขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุงและการเสนอผลงาน เช่นเดียวกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ จากหลักการที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นสาเหตุทำให้ทั้งสองกลุ่มพัฒนาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะนักเรียนได้ปฏิบัติตามกิจกรรมซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ทำให้เกิดความชำนาญ เกิดทักษะ สามารถใช้อุปกรณ์เป็นและทำงานอย่างคล่องแคล่ว ประกอบกับการเสนอผลงานบ่อย ๆ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถสูงขึ้นไม่แตกต่างกันดังที่ เดตัน กล่าวไว้ว่าทักษะปฏิบัติเป็นระดับของความคล่องแคล่วที่เกิดขึ้นในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะหรืองานหลาย ๆ อย่าง

เกี่ยวเนื่องกัน (Deighton. 1971 : 416) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ ที่สรุปได้ว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัด หรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำงานได้ดี (สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อิมทรมพรรย์ (2522 : 22) และสอดคล้องกับความเห็นของ สุวิธ บุตรสุวรรณ (2524 : 15) ที่กล่าวว่าทักษะจะเกิดขึ้นจะต้องอาศัยความต่อเนื่องกันทั้งทางด้านเวลาและมีการประสานกันทั้งการจัดลำดับที่ถูกต้อง มีการฝึกปฏิบัติ และมีการเสนอข้อมูลตอบกลับตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทวีเกียรติ ไชยขยงศ (2532 : 70) ที่พบว่านักศึกษาที่เรียนวาดภาพคนด้วยวิธีสอนแบบนอกเข้าในกับวิธีสอนแบบในออกนอก พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ในการวาดภาพคนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการฝึกให้นักเรียนกระทำอะไรบ่อย ๆ ที่เป็นกระบวนการอันต่อเนื่องและมีหลักการที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถทำให้ผลการฝึก เกิดทักษะ เกิดความคล่องแคล่ว ทำให้เกิดความสำเร็จได้เช่นเดียวกัน

ประการที่สอง ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมทั้งสองกลุ่มนี้นักเรียนมีโอกาสดำเนินปฏิบัติงานทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในลักษณะกลุ่มเล็กเพียงสามคนเท่านั้น นักเรียนจึงมีโอกาสดำเนินงานความสามารถเต็มที่ มีเวลาปฏิบัติกิจกรรมได้ทั่วถึงจึงทำให้ได้ฝึกฝนความชำนาญ ความคล่องแคล่วอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน และยังได้โอกาสศึกษาการปฏิบัติงานจากเพื่อนร่วมงานอีกด้วย นอกจากนั้นการประเมินความสามารถนี้เป็นการประเมินทั้งวิธีการ การปฏิบัติและการแสดงผลงาน ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความสามารถออกมาได้ครบถ้วนทั้งในรูปความคิด การกระทำและคำพูด เพราะความสามารถบางอย่างไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูดให้ชัดเจนเท่ากับการกระทำออกมาในรูปของผลงานการเสนอชิ้นงานนี้ที่ผู้สอนพิจารณาไปนั้นต้องวัดจากทักษะการปฏิบัติ (สุชาติศิริสุข ใหญ่ชัย. 2526 : 19) ดังนั้นจากขั้นตอนการเรียนและวิธีการประเมินของผู้วิจัยจึงครอบคลุมความสามารถของนักเรียนและทั้งสองกลุ่มได้ผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วจึงมีผลทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า

ประการแรก ชุติกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียนนั้น เป็นชุติกิจกรรมที่สร้างขึ้นจากหลักการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กิจกรรมกำหนดให้นักเรียนมีโอกาสคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์หลาย ๆ แบบ แล้วจึงเลือกมาประดิษฐ์ 1 อย่าง โดยการระดมความคิด ซึ่งการระดมความคิดนั้นสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังผลการวิจัยของ คีรอร์ ไซ์กูพิตน์ (2527) ที่ฝึกให้นักเรียนคิดแบบระดมหลังสมองกับคิดเป็นรายบุคคลแล้วพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ไม่แตกต่างกัน และเมื่อนักเรียนได้แบบของสิ่งประดิษฐ์แล้ว นักเรียนจะกำหนดขั้นตอนการประดิษฐ์ด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ แล้วปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ จนประสบผลสำเร็จ โดยทำให้สิ่งประดิษฐ์นั้นสามารถทำงานได้ เพื่อการนำไปใช้ต่อไป กระบวนการที่กล่าวมาเป็นกระบวนการคิดที่ผู้เรียนได้รวบรวมประสบการณ์เดิมมาครุ่นคิดจนเกิดแนวขึ้นมาในสมอง แล้วจึงพิสูจน์ด้วยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์จนได้สิ่งใหม่ ๆ ออกมา กระบวนการที่กล่าวมาเป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของบุคคลตามความคิดของ ฮัทชินสัน ; ทอแรนซ์ และไวแกนส์ (อารยา แสงไชย. 2529 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Hutchinson. 1949; Torrance. 1964 and Weigand. 1971) ส่วนชุติกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนได้คิดปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งประดิษฐ์ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มจากนักเรียนได้พบกับปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อเพื่อแก้ปัญหา แล้วดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการปฏิบัติการซ่อมแซม ดัดแปลง ปรับปรุง จนได้สิ่งประดิษฐ์ตามความคิดของนักเรียน และเมื่อพบว่าผลงานยังไม่สมบูรณ์นักเรียนจะปรับปรุงได้อีก ทำจนนักเรียนประสบผลสำเร็จซึ่งกระบวนการเหล่านี้ทำให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้ เพราะนักเรียนได้ฝึกตั้งสมมติฐาน เป็นการฝึกคิดอเนกนัย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชาลซ์ กิจสวีสต์ (2529) ที่พบว่าการฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองแล้วทำให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527) กับบรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533) ที่พบว่าการสอนเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการ ซึ่งเป็นทักษะการคิดอเนกนัยแล้วทำให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และนอกจากนั้นสอดคล้องกับความเห็นของ พิลท์และซันด์ (Piltz and Sund. 1974 : 220 - 221) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมให้จินตนาการ ให้ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน ให้ค้นพบปัญหา ฝึกการตัดสินใจและสนับสนุนให้ดัดแปลงอุปกรณ์ ดังนั้นด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประการที่สอง ชุติกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุติกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนประกอบการเรียนนั้น นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอย่างอิสระ ปฏิบัติงานเต็มความสามารถ นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดของตนเอง โดยบรรยากาศในการเรียนไม่เข้มงวด ไม่ทำให้นักเรียนวิตกกังวล ไม่ถูกวิจารณ์ นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ และมีโอกาสได้คิดบ่อย ๆ ทำให้เกิดความคิดคล่อง จึงเกิดกระบวนการพัฒนาความคิด สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่ มาสโลว์ และโรเจอร์ ได้กล่าวสรุปได้ว่าบุคคลที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้จะต้องมีความปลอดภัยทางจิตคือได้รับความยอมรับในคำของคน ไม่มีการตีราคาและประเมิน ทุกคนทำงานด้วยความสบายใจไม่เกรงว่าจะถูกตำหนิหรือลงโทษ และมีสภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออก (อาร์ รังสินธ์, 2532 ข : 508 ; อ้างอิงมาจาก Maslow and Rogers n.d.) และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับความคิดของ สมจิต สวธนไพบุบลย์ (2527 : 27 - 32) และอาร์ รังสินธ์ (2532 ข : 514 - 522) ที่กล่าวถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าโรงเรียนควรจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนเน้นความสำเร็จความปลอดภัยทางจิต สร้างบรรยากาศที่ไม่เน้นการวัดผล การเน้นการปฏิบัติจริง การคิดหลายแนวทางหรือคิดนอกเนกนัย และให้มีโอกาสคิดอย่างอิสระกล้าแสดงออก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จงใจ ขจรศิลป์ (2532) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์และการเล่นตามมุมอย่างอิสระและมีครูชี้แนะทำให้นักเรียนที่เล่นอย่างอิสระ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเล่นโดยครูชี้แนะ ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุติกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุติกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ประการที่สาม การจัดกิจกรรมการเรียนทั้งสองกลุ่มมีการให้เสรีภาพในการประเมินผลงานของตนเอง โดยที่ครูมิได้นำผลการประเมินระหว่างเรียนมาตัดสินผลการเรียนและไม่ได้นำมาแจ้งให้คนอื่นทราบ นักเรียนจะประเมินตนเองโดยไม่มีการบังคับ ซึ่งการประเมินอย่างเสรีสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังผลการวิจัยของ วรณรัชช์ ชัยชาญกุล (2526) ที่สร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยให้เสรีภาพในการคิดคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการประเมิน ผลการวิจัยพบว่าการให้เสรีภาพในการคิดจะมีการประเมินผลหรือไม่ก็สามารถทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นได้

ประการที่สี่ การจัดกิจกรรมการเรียนทั้งสองกลุ่มเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางในการประดิษฐ์ ครูไม่ได้บอกแบบของสิ่งประดิษฐ์ ไม่ได้บอกวิธีการประดิษฐ์ นักเรียนสามารถใช้ความคิดของตนเองได้อย่างอิสระ และการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนมีความยืดหยุ่นสูง

จึงเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยงยุทธ สายคง (2527) ที่สอนวิทยาศาสตร์แบบไม่กำหนดแนวทางในการทดลองและกำหนดแนวทางในการทดลอง พบว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่กำหนดแนวทางในการทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยกำหนดแนวทางในการทดลอง

ประการที่ห้า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มผู้วิจัยได้ใช้ชุดกิจกรรมเป็นสื่อในการเรียนการสอน ซึ่งชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นจะเน้นกระบวนการคิดและการปฏิบัติจริง ได้ประยุกต์วิธีสอนแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งการสอนแบบปฏิบัติการ การสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสอนแบบทดลอง การสอนแบบโครงการ โดยผู้วิจัยได้ใช้สื่อที่เป็นวัสดุที่จัดอยู่ในรูปของชุดอุปกรณ์ประกอบกับสื่อที่เป็นสิ่งพิมพ์ซึ่งผู้วิจัยเรียกว่า ชุดกิจกรรม การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้เป็นการสร้างสถานการณ์ที่ทำให้ นักเรียนได้คิดเป็นกระบวนการ กิจกรรมที่จัดไว้มีลักษณะปลายเปิด ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วงษ์สถิตย์ วัฒนเสรี (2530) ที่สร้างชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปใช้กับนักเรียน พบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ สมชัย อุมะวรรณ (2532) ได้สร้างชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และจุฑารัตน์ วงษ์ปาน (2533) ได้สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สัญจรเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าเมื่อนำไปใช้กับนักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

ประการที่หก ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาทางการประดิษฐ์เป็นการคิดประยุกต์เอาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการคิดออกแบบ ดัดแปลง ปรับปรุง และสร้างชิ้นใหม่ เป็นเนื้อหาในทางสร้างสรรค์ ดังนั้นด้วยเนื้อหาดังกล่าวจึงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แมน เขื้อบางแก้ว (2532) และ อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532) ที่ได้สร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน พบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และพรรณา หิมารัตน์ (2527) ได้สร้างชุดการเรียนรู้เพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน พบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

ประการที่เจ็ด สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลงานประยุกต์วิทยาศาสตร์มาทำให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เทคโนโลยี กิจกรรมที่ผู้วิจัยใช้ในการเรียนการสอนนั้น เป็นกิจกรรมที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับพื้นฐานของเทคโนโลยีทั้งสิ้น การทำให้นักเรียนได้เรียนและปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสุทธิ์ ตรีเงิน (2534) ที่สร้างชุดกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนพบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ซันด์และทรอบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 358) และอารี รังสินันท์ (2532 ก : 158) ที่กล่าวว่ากิจกรรมการประดิษฐ์เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ด้วยหลักการและเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้นจึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. หาสมมติฐานที่สัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า

บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก็คือบุคคลที่คิดค้นหาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี (Moravesik. 1981 : 222 - 223) เป็นความคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลผลิตของความคิดที่เน้นความใหม่ (Plitz and Sund. 1974 : 4) เป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี (อนันต์ จันทร์ภักวี. 2525 : 3) เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความคุ้มค่าต่อสังคมและส่งผลกระทบต่อโลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป (สมจิต สวอนไพบูลย์. 2527 : 7 - 11) จากเหตุผลที่กล่าวมาจะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกันเพราะการที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ จะต้องเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงจะคิดออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นแบบทดสอบที่ใช้วัดเป็นแบบทดสอบที่นักเรียนได้แสดงความสามารถในการคิดหลาย ๆ แบบ เป็นการคิดที่จะก่อ

ทำให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นการคิดปรับปรุง ดัดแปลง สิ่งที่มีอยู่แต่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ เป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นและการประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ นั้น แบบประเมินได้ประเมินผลการคิดและการปฏิบัติงานของนักเรียนในความสามารถในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและมีคุณค่า เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ หรือเป็นการปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งเดิมที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การประเมินนั้นมีการประเมินทั้งขั้นตอน การวางแผน ซึ่งคำนึงถึงความแปลกใหม่ของแบบและวัสดุ ความเหมาะสมในการใช้วัสดุ และการดัดแปลงวัสดุ ขั้นตอนการปฏิบัติงานพิจารณาความคล่องแคล่ว ความเรียบร้อย ความปลอดภัย และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ขั้นตอนแสดงผลงานจะพิจารณาผลผลิตที่เสร็จแล้ว ความสวยงาม ความแข็งแรง ความเหมาะสม และความรู้ ความคล่องแคล่วในการเสนอผลงาน ดังนั้น จะเห็นว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการประเมินความสามารถในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้วัดและประเมินในสิ่งที่ร่วมกันของกระบวนการคิดของนักเรียน จึงทำให้ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชีพ ตรีประเคน (2533) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้าน การนำไปใช้ ซึ่งพฤติกรรมด้านการนำไปใช้เป็นพฤติกรรมทางการสร้างสรรค์ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการคิดที่จะนำไปสู่การประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ต่อ มวลมนุษย์ได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุรทิน นาราภิรมย์ (2527) ที่พบว่าแนวคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ และ พิสิทธิ์ ภาณี (2531) ที่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความถนัดด้านเหตุผลเชิงกล ซึ่งความถนัดด้านนี้ต้องอาศัยหลักการและเหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะหลักการทางฟิสิกส์

ดังนั้นด้วยหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นสาเหตุให้ความสามารถในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการวิจัยดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอน

1.1 ควรมีการสร้างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้ในการเรียนการสอนวิชาเลือกเสรี ในกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ การอบรมทางวิทยาศาสตร์ ในกิจกรรมอิสระ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 การนำชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ครูควรจะได้ทดลองสอนในกลุ่มเล็ก ๆ เสียก่อน เพื่อจะได้เข้าใจกิจกรรมมากขึ้น และเมื่อพบปัญหาต่าง ๆ จะได้แก้ไขปัญหานั้นได้ในตอนสอนจริงในกลุ่มใหญ่ เพราะการทดลองสอนก่อนจะช่วยทำให้ทราบขอบเขตของการใช้วัสดุและอุปกรณ์ของนักเรียน จากที่ผู้วิจัยได้ใช้สอนนั้น ผู้วิจัยพบว่าอุปกรณ์และวัสดุบางอย่างมีปัญหาในการสอน เช่น ชุดเฟืองไม้โมกแผ่น ไม้บัลซาร์ เป็นต้น อุปกรณ์และวัสดุ เหล่านี้มีหลายแบบ หลายขนาด ดังนั้นนักเรียนจะเลือกแบบและขนาดต่าง ๆ กัน ดังนั้นผู้สอนจะต้องทราบข้อมูลเหล่านี้ก่อน

1.3 ก่อนนำชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ควรได้ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีและหลักการของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.4 ควรนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อประเมินความสามารถของนักเรียนร่วมกับการวัดทักษะอื่น ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถวัดกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

1.5 ควรมีการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนานขึ้นใช้ในการเรียนการสอน เพื่อใช้วัดนักเรียนได้ทุกระดับ และทุกชั้น

1.6 ควรมีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แบบอื่น ๆ ขึ้นใช้ เพื่อให้มีแบบประเมินใช้กว้างขวางขึ้น

1.7 ควรมีการสร้างแบบประเมินความสามารถด้านปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นไว้ เพื่อวัดความสามารถด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

1.8 การนำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้นั้น ผู้ประเมินควรจะได้ศึกษาคู่มือแบบประเมินเสียก่อน หรือถ้าได้ฝึกประเมินก่อนการทำการจริงก็จะเป็นการดียิ่งขึ้น เพื่อการประเมินจะได้เที่ยงตรง

1.9 ผู้ที่เกี่ยวข้องกับเยาวชนทุกสาขา อาจนำชุดกิจกรรมนี้ไปใช้ หรืออาจสร้างขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของเยาวชนต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา ความสามารถในการเขียนโครงการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติ(ภาคทฤษฎี) ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์(แบบปฏิบัติ)

2.2 ควรศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน กลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน กลุ่มที่เพศต่างกัน

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับเป็นกลุ่ม

2.4 ควรศึกษาวิธีวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติ ซึ่งไม่ใช่แบบวัดที่เป็นแบบเขียนตอบ

2.4 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบ เช่น

ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับไม่ใช้ชุดกิจกรรม

ใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับไม่ใช้ชุดกิจกรรม

ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับใช้ชุดกิจกรรมเลียนแบบ

2.5 ควรศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ การเรียนวิทยาศาสตร์ตามปกติ หรือการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษฎา ธาราสุข. "บทบาทของศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศ", วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาฯ สหประชาชาติ. 20(3) : 37 - 39 : กรกฎาคม-กันยายน 2531.
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ. "เทคโนโลยีกับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์", วารสาร สสวท. 14(1) : 20 - 29 ; ตุลาคม 2528 - มกราคม 2529.
- ก้องศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- จงใจ ขจรศิลป์. การศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์และการเล่นตามมุมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัย. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่ายสำเนา.
- จิระพรหม แสงหล้า. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาศวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน , 2532. ถ่ายสำเนา.
- เจริญ วัชรรังษี. "ความเป็นไปได้ในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปสู่ภาคธุรกิจ," วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 6(1) : 2 - 6 ; มิถุนายน 2533.
- จุฬพล สวัสดิ์ยากร. "การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเอง, " ข่าวสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 27(293) : 20 - 21, 23 ; พฤศจิกายน 2529.
- จุฑารัตน์ วงษ์ปาน. ผลของกิจกรรมวิทยาศาสตร์สัญจรที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. ถ่ายสำเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "ระบบสื่อการเรียนการสอน," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 7 , นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. 2531.

- ชัยรัตน์ ไสธรรพบุตร. การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรม Synectic ในวิชาวิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. ถ่ายสำเนา.
- ชาอุทัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. ถ่ายสำเนา.
- ชาติชัย วิโรจนะ. การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายสำเนา.
- ชุมพล พัฒนสุวรรณ. "เทคนิคบางประการในการกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความคิดเชิงแก้ปัญหา, "วารสาร สสวท. 16(3) : 17 - 21 ; กรกฎาคม - กันยายน 2531.
- ชูจิต ตันธรรณาวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม., กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. ถ่ายสำเนา.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. แบบแผนการทดลองและสถิติ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. ถ่ายสำเนา.
- _____ . เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- เชาวนี้อย อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2526. ถ่ายสำเนา.
- ✓ ชูชัย บริพัตร ๕ ออยุธยา. เด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปาณา, 2531.
- ทวีเกียรติ ไชยงยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการวาดภาพคนโดยวิธีสอนแบบในออกนอกกับวิธีสอนแบบนอกเข้าใน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่ายสำเนา.
- ทัศนีย์ บุญเติม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 - 33 ; มกราคม 2526.

ทัศนีย์ พุกขชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม., กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูกับชุดการเรียนด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2528.

ทวีป อภิสิทธิ์. "กิจกรรมปลายเปิด : กิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์," ประชาศึกษา. 36(10) : 3 - 4 ; กรกฎาคม 2529.

✕ นงลักษณ์ การประกอบดี. "กิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12, ฉบับพิเศษ (มิถุนายน - กันยายน 2531) หน้า 28 - 31.

นฤมล ยุทธาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองโดยกำหนดแนวทางกับการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

นิคม ทาแดง. "การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอน ชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 10. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2527.

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์. "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2 นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2529.

นิพนธ์ จิตภักดี. "การสอนแบบสร้างสรรค์," วารสารสามัญศึกษา. 17 ; (มิถุนายน - กรกฎาคม 2523) 16 - 19. 2523.

_____. "การสอนแบบสร้างสรรค์," สารพัฒนาหลักสูตร. ฉ 44, 17 - 18 ; พฤศจิกายน 2528.

_____. "ครู : การสอนวิชาวิทยาศาสตร์," มิตรครู. 29 (21) ; 43 - 44 พฤศจิกายน 2530.

บุญยืน จิราพงษ์. "วิทยาศาสตร์กับการวางรากฐานทางการศึกษาของเด็กไทย," ใน วิทยาศาสตร์ มศว. 1(1) : 59 - 64 ; มิถุนายน 2528.

✕ ประภาศ แสงเพชร. "การจัดและสอนงานประดิษฐ์," ใน คู่มือการสอนวิชาหัตถศึกษา งานประดิษฐ์เศษวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2517.

ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

ประภาพร สุวรรณรัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. ถ่ายสำเนา.

ประสาธ อิศรปรีดา. รายงานการวิจัยการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการฝึก. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2532.

เปียน ไชยสร. "การวัดผลงานภาคปฏิบัติ," วารสารการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 8 (23) ; กันยายน - ธันวาคม 2529.

พจนา สังวรกิจ. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

พรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

พรรณี ข. เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์, 2528.

พิมพ์พันธ์ เตะตะคุปต์. "วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2527.

พิศาล สร้อยอุทรา. "การปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนกับความต้องการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย," ข่าววิจัยการศึกษา. 10(3) : 26 - 31 ; กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2530.

พิสิทธิ์ ภาสี. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความถนัดด้านเหตุผลเชิงกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531. ถ่ายสำเนา.

ไพฑูริย์ เจริญกุล. "งานประดิษฐ์และงานช่างกับการพัฒนาอาชีพ," ใน เอกสารการสอน
ชุดวิชา การสอนกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 13. พิมพ์ครั้งที่ 6.

นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532.

✕ไพโรจน์ ศิริธนากุล และคนอื่น ๆ. "กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มทางเทคโนโลยี,"
วารสาร สสวท. 13(3) : 16 - 20 ; เมษายน - มิถุนายน 2528.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

มงคล บกสกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้า
ภายในบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับ
การสาธิต. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2534. ถ่ายสำเนา.

แมน เชื้อบางแก้ว. การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทแก้ว
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2532. ถ่ายสำเนา.

ยงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมแบบ
กำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ยุพา วีระไวทยะ และเบญจมาศ กาญจนวิโรจน์. เอกสารประกอบการสัมมนา:การพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

✕เย็นใจ เลาวณิช. "การวิจัย การพัฒนาและการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,"
ใน จันทรเกษม. จ 191 : 4 - 11 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2529.

_____. "เกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยาศาสตร์.
40(3) : 139 - 145 ; มีนาคม 2529.

✕ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ:
อักษรเจริญทัศน์, 2525.

ฤดี ประสพศักดิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอน
โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ลัดดา ศุภปริสดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทเนศ. 2523.

วรากรณ์ รักวิจัย. "กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน" ใน เอกสารประกอบการสอน
วิชา กร.531. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

วงศ์สถิตย์ วัฒนเสรี. ผลของการจัดชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. ถ่ายสำเนา.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนัก
เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพ ในการหาคำตอบที่มี
การประเมินผลกับไม่ประเมินผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2526. อัดสำเนา.

วิชัย ศิสสระ. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : เอกซ์เพรสมีเดีย, 2533.

*วิชากร, กรม. หลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช
2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศาสนา , 2532.

วิวัฒน์ รอดเกิด. การศึกษาผลการฝึกอบรมการทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อของนักเรียนช่าง
อุตสาหกรรมด้วยการสาธิตโดยใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสาธิตโดยครูผู้สอน.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2533. ถ่ายสำเนา.

วิสุทธิ ศรีเงิน. ผลของกิจกรรมพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. ถ่ายสำเนา.

ศศิเกษม ทองยง. รวมนักประดิษฐ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ , 2521.

ศิริลักษณ์ ศรีกมล. "การสอนงานประดิษฐ์และงานช่าง," ใน เอกสารการสอนชุดวิชา
การสอนกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 8. พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช , 2532.

ศิริอร ไข่มุกพิริตน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึก
แบบประเมินหลังสมองและแบบฝึกรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ศรีนภา เจริญศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียน
โมเดลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2533. ถ่ายสำเนา.

ส.วาสนา ประवालพุกษ์. "การสอบการปฏิบัติ" ใน วารสารวัดผลการศึกษา. 6,1 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2527) หน้า 1-11

_____. "การพิจารณาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการปฏิบัติ" ใน วารสารวัดผลการศึกษา. 12,35 (กันยายน-ธันวาคม 2533) หน้า 28 - 42

X ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. รายงานการวิจัยการพัฒนาแบบวัด
ผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์. ม ป ท. 2530. อัดสำเนา.

_____, สถาบัน. แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
เลือกเสรี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ว 013 ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้า.
กรุงเทพฯ : สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา, 2533.

_____, สถาบัน. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6
ว 306 ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ , 2533.

สมจิต สวอนไพบูลย์. "สมรรถภาพการสอนของครู." ใน การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2527. อัดสำเนา.

_____. "เทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ,"
ใน เทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์
สำนักงานการศึกษาเอกชน , 2532. อัดสำเนา.

สมชัย อุมะวรรณ. ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. ถ่ายสำเนา.

สมบูรณ์ ชิตพงษ์. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2522. อัดสำเนา.

สมพันธ์ อินทรวง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบ
แบบจำลองทฤษฎี กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2529. อัดสำเนา.

สมสุข อีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนและแบบค้นพบ," ใน เอกสาร
การสอนขุติวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 9. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.

เสริมพล รัตสุข. "แนวความคิดในการพัฒนาระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,"
วารสาร สสวท. 13(2) : 6 - 14 ; มกราคม - มีนาคม 2528.

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรค. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

สุจินต์ วิศวะธีรานนท์. "ระบบการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช, 2527.

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

สุชิน เล้าอรุณ. ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. ถ่ายสำเนา.

สุชีพ ศรีประเคน. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่ายสำเนา.

สุนันท์ สังข์อ่อง. "การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน," ใน วารสาร สสวท. 14(3) : 16 - 24 ; มิถุนายน - กันยายน 2529.

สุภาณี ลีละวัฒนากุล. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายสำเนา.

สุมาลี กาญจนชาติศรี. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2525. อัดสำเนา.

สุรทิน นาราภิรมย์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2527. ถ่ายสำเนา.

สุวิษ บุตรสุวรรณ. ผลการเรียนรู้ทักษะจากเนื้อหาที่ซับซ้อนและไม่ซับซ้อนในวิชางานไฟฟ้า โดยวิธีการสาธิต 2 แบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3). วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การประเมินผล การเรียนระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2531.
- หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล. การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติงานโลหะแผ่นเบื้องต้น ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2530 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- อนันต์ จันทร์ทวี. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,"
วิทยาสาร. 7 : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.
- อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธาวัชรณ. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ.
กรุงเทพฯ: เฉลิมชัยการพิมพ์, 2523.
- อารายา แสงไชย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอน
แบบสืบเสาะ โดยการจัดกิจกรรมทางการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนด
แนวทาง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อุดลีน.
- ซาริ รังสินธุ์. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3 ; กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง,
2532 ก .
- _____ . "การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวัยรุ่น," ใน เอกสาร
การสอนชุดวิชา พฤติกรรมวัยรุ่น หน่วยที่ 9 - 15. นนทบุรี : โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2532 ข.
- อุดร จันทร์สร้าง. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนระดับจังหวัด ระดับอำเภอ และระดับตำบล
ในเขตจังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2527. อุดลีน.
- อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์. การสร้างชุดกิจกรรมประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. ถ้ายลีน.
- อำนาจ เจริญศิลป์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูธนบุรี, 2523.

- Anderson, R.D. Developing Children' Thinking through Science
Englewood Cliffs, N.J. : Printice Hall. 1970.
- Bernard, H.W. Psychology of Learning and Teaching. New York :
McGraw-Hill Book Company, 1972.
- Bloom, B.S. and others. Taxonomy of Educational objective :
Book I Cognitive Domain. Longman Inc. 1956.
- Devito, Alfred and Gerald H. Krockover. Creative Sciencing Ideas:
Activities for Teacher and Children Little. Brown and
Company, Inc ., 1976.
- Ford, B.C. "An evaluation of creativity training activity with
mentally retarded youngster," Dissertation Abstracts
International. 36 : 6598 - A ; April 1976.
- Foster, G.N. "Creativity and the group problem solving process,"
Dissertation Abstract International. 42 : 3093 ; January 1982.
- Rice, J.P. The Gifted Developing total Talent. Illinois : Charles C.
Thomas Publishers, 1970.
- Good, C.V. Introduction to educational research. New York, Aplication
Century Crofts. 1959.
- _____. Dictionary of Education. 3rd ed. New York, Mcgraw - Hill.
1973.
- Moravesik, M.J. "Creativity in science education," Science Educaion.
65(no.2 , 1981) 221 - 227, 1981.
- Piltz, A. and Sund, B.R. Creative Teaching of Science in the Elementary
School. (2nd ed.) Boston Allyn and Bacon, Inc. 1974.
- Sethaputra, So. New Modern English - Thai Dictionary. Bangkok :
Thaiwattanapanich, 2531.

Sund, B.R. and Trowbrigde, J.W. Teaching Science by Inquiry.
(2nd ed). Columbus, Ohio : Charles Merrill Publishing
Company, 1973.

Torrance, E.P. Education and Creative Potential. Mineapolis :
The Lund Press Inc., 1962.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. ตารางแสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
2. ตารางแสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
3. ตารางแสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 10 แสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบ
ฉบับที่ 1 โดยแสดงเป็นคะแนนรวมเป็นรายข้อ คะแนนรวมทั้งฉบับและคะแนนจำแนก
เป็นแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	รวม 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
1	7	5	6	18	7	6	5
2	5	4	4	13	7	6	0
3	10	2	8	20	7	6	7
4	4	8	11	23	9	8	7
5	10	4	8	22	10	8	4
6	5	4	4	13	7	6	9
7	10	10	10	30	12	10	8
8	4	2	0	6	3	3	0
9	8	4	2	14	4	4	6
10	10	7	8	25	11	8	6
11	8	13	4	25	10	9	7
12	13	6	14	33	13	9	11
13	10	14	6	30	10	9	12
14	8	5	2	15	4	3	8
15	21	7	5	33	10	8	15
16	5	7	11	23	9	9	6
17	6	2	0	8	4	3	1
18	20	10	15	45	15	9	21
19	14	7	8	29	9	7	13
20	5	5	2	12	5	4	3

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	รวม 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
21	8	8	13	29	11	9	9
22	15	14	10	39	13	10	18
23	4	2	4	10	6	1	3
24	4	6	2	12	5	5	2
25	3	9	2	14	6	5	3
26	13	8	6	27	10	7	10
27	9	4	8	21	9	7	5
28	8	11	8	27	9	8	10
29	11	6	2	19	7	5	7
30	3	5	0	8	3	2	3
31	10	10	7	27	10	7	10
32	6	2	5	13	5	4	4
33	4	4	9	17	7	7	3
34	17	18	21	56	17	15	25
35	14	14	10	38	9	9	20
36	6	10	6	22	7	7	10
37	7	8	4	19	8	8	5
38	2	4	2	8	4	4	10
39	8	12	7	27	10	8	9
40	12	14	7	33	11	8	14
41	2	4	8	14	6	6	2
42	4	4	9	17	7	7	2
43	2	6	0	8	4	4	0

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	รวม 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
44	5	5	10	20	7	6	7
45	2	2	0	4	2	2	0
46	8	6	3	17	8	7	5
47	4	8	2	14	6	6	3
48	3	4	0	7	3	3	2
49	4	5	4	13	6	5	2
50	2	9	4	15	6	6	3
51	4	5	10	19	8	9	2
52	9	11	6	26	9	7	10
53	9	6	5	20	7	6	7
54	7	2	2	11	4	4	3
55	4	7	9	20	8	8	5
56	4	6	3	13	6	5	2
57	14	15	21	50	18	17	18
58	8	11	7	26	9	7	10
59	4	5	2	11	6	5	0
60	7	4	7	18	7	6	5
61	9	4	2	15	6	5	4
62	2	6	0	8	3	3	2
63	8	11	16	35	14	11	10
64	6	5	11	22	11	8	4
65	6	9	2	17	9	7	1
66	5	5	0	10	5	4	1

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	รวม 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
67	7	14	16	37	12	10	15
68	16	16	15	47	11	9	27
69	4	4	7	15	6	6	3
70	2	5	4	11	6	5	0
71	9	13	9	31	13	12	6
72	9	8	8	25	7	6	12
73	2	4	14	20	6	6	8
74	10	10	6	26	12	7	7
75	4	2	2	8	5	3	0
76	8	2	4	14	7	5	2
77	9	4	11	24	11	8	5
78	9	5	3	17	6	5	6
79	9	10	2	21	8	5	8
80	11	2	8	21	8	5	8
81	7	12	4	23	9	7	7
82	6	8	9	23	9	5	9
83	10	4	2	16	7	4	5
84	11	2	7	20	8	5	7
85	15	6	10	31	13	6	12
86	8	9	9	26	9	7	10
87	9	8	5	22	8	6	8
88	5	2	0	7	4	3	0
89	4	5	9	18	6	6	6

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	รวม 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
90	8	6	8	22	7	6	9
91	5	4	5	14	6	5	3
92	6	0	7	13	5	4	4
93	9	4	5	18	7	6	5
94	9	4	7	20	7	7	6
95	3	0	2	5	3	2	0
96	7	7	7	21	7	5	9
97	5	3	4	12	7	5	0
98	7	7	0	14	5	3	6
99	7	5	4	16	7	5	4
100	4	3	10	17	8	6	3
รวม	743	658	627	2028	778	612	638
$\bar{X}$	7.43	6.58	6.27	20.28	7.78	6.12	6.38
S.D.	3.93	3.78	4.50	9.85	3.05	2.30	5.42
S^2	15.46	14.39	20.24	15.46	9.29	5.30	29.43

ตาราง 11 แสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 2 โดยแสดงคะแนนรวมแต่ละข้อ คะแนนรวมทั้งฉบับ และคะแนนรวมจำแนกเป็น
แต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	รวม ข้อ 1	รวม ข้อ 2	รวม ข้อ 3	รวม ทั้ง 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
1	9	9	13	31	12	8	11
2	2	4	4	10	5	4	1
3	6	9	9	24	9	6	2
4	9	9	13	31	13	7	11
5	6	9	5	20	9	6	5
6	4	9	4	17	7	5	5
7	4	6	4	14	6	6	2
8	2	2	7	11	5	3	3
9	8	9	10	27	9	7	11
10	3	4	4	11	5	4	2
11	6	9	12	27	10	5	12
12	13	16	14	43	12	9	22
13	7	14	10	31	10	7	14
14	4	7	6	17	6	6	5
15	8	7	10	25	9	6	10
16	4	6	7	17	4	3	10
17	0	2	5	7	4	3	0
18	8	4	14	26	11	7	8
19	8	12	14	34	10	8	16
20	2	4	4	10	6	4	0
21	6	12	11	29	5	5	14

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	รวม ข้อ 1	รวม ข้อ 2	รวม ข้อ 3	รวม ทั้ง 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
22	14	9	16	39	13	11	15
23	2	8	4	14	5	4	5
24	5	2	5	12	6	4	2
25	5	2	4	11	5	5	1
26	2	12	9	23	6	5	12
27	4	7	4	15	5	5	5
28	5	9	11	25	8	7	10
29	14	4	4	22	7	7	8
30	4	3	2	9	5	4	0
31	2	7	9	18	7	5	6
32	2	3	5	10	5	3	2
33	4	2	4	10	5	5	0
34	9	7	11	27	10	9	8
35	2	2	3	7	4	3	0
36	2	9	2	13	4	4	5
37	4	2	4	10	5	5	0
38	2	2	3	7	4	3	0
39	9	2	3	14	5	4	5
40	0	9	2	11	3	3	5
41	0	9	2	11	3	3	5
42	4	4	3	11	5	4	2
43	7	5	6	18	7	5	6
44	9	4	4	17	6	6	5
45	2	0	2	4	2	2	0

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	รวม ข้อ 1	รวม ข้อ 2	รวม ข้อ 3	รวม ทั้ง 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
46	2	7	3	12	4	3	5
47	9	3	4	16	6	5	5
48	0	7	2	9	2	2	5
49	6	0	2	8	3	3	2
50	8	2	9	19	5	4	10
51	4	4	2	10	3	3	4
52	8	7	10	25	10	6	9
53	4	0	3	7	3	2	2
54	6	4	4	14	6	5	3
55	9	8	16	33	10	9	14
56	8	8	6	22	7	6	9
57	8	5	10	23	4	6	9
58	2	2	4	8	3	4	0
59	4	3	2	9	5	3	3
60	4	5	2	11	5	4	2
61	4	4	3	11	3	4	2
62	9	0	2	11	5	3	5
63	6	4	8	18	4	3	8
64	7	2	3	12	6	3	5
65	7	2	12	21	3	5	10
66	0	2	4	6	9	3	0
67	9	2	13	24	7	7	8
68	7	14	12	33	3	6	20
69	2	0	4	6		3	0

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	รวม ข้อ 1	รวม ข้อ 2	รวม ข้อ 3	รวม ทั้ง 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
70	7	7	3	17	5	4	8
71	7	10	10	27	9	8	10
72	2	2	4	8	4	4	0
73	2	4	4	10	4	3	3
74	2	6	4	12	5	5	2
75	0	2	2	4	2	2	0
76	2	0	2	4	2	2	0
77	6	6	8	20	8	5	7
78	2	2	3	7	4	3	0
79	9	2	4	15	5	5	5
80	7	4	8	19	8	5	6
81	9	4	8	21	7	7	7
82	4	5	6	15		6	3
83	9	4	4	17	6	6	5
84	5	9	9	23	6	6	11
85	9	6	8	23	7	6	10
86	6	4	4	14	5	4	15
87	8	4	4	16	7	5	14
88	2	4	4	10	5	5	0
89	0	0	5	5	3	2	0
90	10	7	10	27	8	6	13
91	4	2	7	13	6	5	2
92	6	2	6	14	5	5	4
93	0	6	2	8	4	4	2

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	รวม ข้อ 1	รวม ข้อ 2	รวม ข้อ 3	รวม ทั้ง 3 ข้อ	ความคิดคล่อง ทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดยืด หยุ่นทางวิทยา ศาสตร์	ความคิดริเริ่ม ทางวิทยา ศาสตร์
94	8	6	5	21	7	6	8
95	2	4	3	9	4	3	2
96	0	2	4	6	4	2	0
97	4	4	3	11	6	5	0
98	0	2	2	4	2	2	0
99	6	4	6	16	5	5	6
100	4	2	3	9	5	2	0
รวม	509	498	599	1606	595	477	534
$\bar{X}$	5.09	4.98	5.99	16.06	5.95	4.77	5.34
S.D.	3.29	3.36	3.72	8.38	2.54	1.81	4.80
S^2	10.83	11.29	13.83	13.83	6.47	3.27	22.99

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 จากการใช้ t - test โดยเทคนิค 25 % แบ่ง
นักเรียนออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ข้อที่	ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}_H$	$\bar{X}_L$	S^2_H	S^2_L	t
1	ความคิดคล่อง	5.12	1.60	0.86	0.25	16.750
คิดแปลง	ความคิดยืดหยุ่น	3.12	1.20	0.53	0.25	10.893
เพิ่มเติม	ความคิดริเริ่ม	5.60	0.00	3.67	0.00	14.623
	รวมทั้งข้อ	12.56	3.08	11.17	0.99	13.589
2	ความคิดคล่อง	4.48	0.92	1.26	0.04	15.642
นักค้นคว้า	ความคิดยืดหยุ่น	3.32	0.88	0.39	0.11	17.196
	ความคิดริเริ่ม	4.88	0.00	2.36	0.00	15.883
	รวมทั้งข้อ	11.96	2.52	5.96	1.43	17.371
3	ความคิดคล่อง	3.88	0.60	2.033	0.25	14.515
ปลาทอง	ความคิดยืดหยุ่น	3.48	0.56	0.51	0.26	16.674
	ความคิดริเริ่ม	5.48	0.00	4.18	0.00	13.407
	รวมทั้งข้อ	12.16	1.20	12.39	1.00	14.976
รวม	ความคิดคล่อง	11.88	4.32	5.03	1.23	15
ทั้งฉบับ	ความคิดยืดหยุ่น	10.08	3.48	5.58	1.09	12.778
	ความคิดริเริ่ม	13.60	1.00	26.25	1.17	12.032
	รวมทั้งฉบับ	33.52	9.64	67.93	7.41	13.757

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 จากการใช้ t - test โดยเทคนิค 25 % แบ่ง
นักเรียนออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ข้อที่	ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}_H$	$\bar{X}_L$	S^2_H	S^2_L	t
1 นักประดิษฐ์	ความคิดคล่อง	2.80	0.64	0.42	0.24	13.327
	ความคิดยืดหยุ่น	2.44	0.64	0.34	0.24	11.817
	ความคิดริเริ่ม	5.04	0.00	1.04	0.00	24.740
	รวมทั้งข้อ	9.36	1.28	3.82	0.96	21.398
2 ประโยชน์ ของวัสดุ อุปกรณ์	ความคิดคล่อง	2.84	0.72	0.47	0.21	12.822
	ความคิดยืดหยุ่น	2.32	0.72	0.31	0.21	11.094
	ความคิดริเริ่ม	5.32	0.00	2.73	0.00	16.108
	รวมทั้งข้อ	9.64	1.52	4.49	0.76	21.036
3 ไข่มุกแตก	ความคิดคล่อง	4.40	1.40	0.75	0.25	15.00
	ความคิดยืดหยุ่น	2.72	1.00	0.00	0.38	14.012
	ความคิดริเริ่ม	5.04	0.00	0.00	1.21	22.944
	รวมทั้งข้อ	11.52	2.24	4.51	0.25	26.400
รวม ทั้งฉบับ	ความคิดคล่อง	9.56	3.20	2.76	0.58	26.152
	ความคิดยืดหยุ่น	7.12	2.86	1.70	0.23	25.692
	ความคิดริเริ่ม	12.04	0.24	11.54	0.37	17.453
	รวมทั้งฉบับ	28.04	7.41	27.71	4.25	24.80

ตาราง 14 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1
โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา

ข้อที่	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	ΣX	ΣX^2	$\bar{X}$	S^2	Alpha
1	ความคิดคล่อง	100	309	1161	3.09	2.102	
ดัดแปลง	ความคิดยืดหยุ่น	100	208	498	2.08	0.660	
เพิ่มเติม	ความคิดริเริ่ม	100	226	1086	2.06	5.811	
	รวมทั้งข้อ	100	743	7051	7.43	15.459	
2	ความคิดคล่อง	100	255	855	2.55	2.068	
	ความคิดยืดหยุ่น	100	205	513	2.05	0.937	
นักค้นคว้า	ความคิดริเริ่ม	100	197	831	1.97	4.474	
	รวมทั้งข้อ	100	657	5743	6.57	14.409	
3	ความคิดคล่อง	100	212	630	2.12	1.824	
	ความคิดยืดหยุ่น	100	195	517	1.95	1.381	
ปลาทอง	ความคิดริเริ่ม	100	218	1058	2.18	5.886	
	รวมทั้งข้อ	100	625	5923	6.25	20.3371	
รวม	ความคิดคล่อง	100	776	6952	7.76	9.396	0.543
	ความคิดยืดหยุ่น	100	658	5080	6.58	7.579	0.911
ทั้งฉบับ	ความคิดริเริ่ม	100	641	6993	6.41	29.133	0.667
	รวมทั้งฉบับ	100	2025	50669	20.24	97.604	0.728

ตาราง 15 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2
โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา

ข้อที่	ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	N	ΣX	X^2	$\bar{X}$	S^2	Alpha
1	ความคิดคล่อง	100	166	362	1.66	0.87	
	ความคิดยืดหยุ่น	100	151	295	1.51	0.68	
	นักประดิษฐ์ ความคิดริเริ่ม	100	192	812	1.92	4.48	
	รวมทั้งข้อ	100	509	3663	5.09	10.83	
2	ความคิดคล่อง	100	170	374	1.70	0.84	
	ประโยชน์ ความคิดยืดหยุ่น	100	152	288	1.52	0.58	
	ของวัสดุ ความคิดริเริ่ม	100	178	870	1.78	5.59	
	อุปกรณ์ รวมทั้งข้อ	100	500	3602	5.00	11.13	
3	ความคิดคล่อง	100	259	827	2.59	1.58	
	ความคิดยืดหยุ่น	100	174	362	1.74	0.60	
	ไข่มุกแตก ความคิดริเริ่ม	100	166	746	1.66	4.75	
	รวมทั้งข้อ	100	599	4957	5.99	13.83	
รวม ทั้งฉบับ	ความคิดคล่อง	100	595	4181	5.99	6.47	0.733
	ความคิดยืดหยุ่น	100	477	2599	4.77	3.27	0.651
	ความคิดริเริ่ม	100	536	5140	5.36	22.90	0.530
	รวมทั้งฉบับ	100	1608	32770	16.88	69.83	0.731

ตาราง 16 แสดงคะแนนการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยการประเมินของผู้ประเมิน 2 คน ด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

คนที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (X)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (Y)	X^2	Y^2	XY
1	46	41	2116	1681	1886
2	46	40	2116	1600	1840
3	45	37	2025	1369	1665
4	45	37	2025	1369	1665
5	45	37	2025	1369	1669
6	40	42	1600	1764	1680
7	38	31	1444	961	1178
8	29	31	841	961	899
9	31	39	961	1521	1209
10	41	35	1681	1225	1435
11	29	30	841	900	870
12	43	36	1849	1296	1548
13	32	30	1024	900	960
14	46	42	2116	1764	1932
15	27	28	729	784	756
16	43	37	1849	1369	1591
17	38	31	1444	961	1178
18	45	38	2025	1444	1710
19	29	29	841	841	841
20	29	27	841	729	783

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (X)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
21	46	43	2116	1849	1978
22	44	38	1936	1444	1672
23	40	38	1600	1444	1520
24	48	44	2304	1936	2112
25	45	40	2025	1600	1800
รวม	990	901	40374	33081	36373

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \\
 &= \frac{25 \times 36373 - (990 \times 901)}{\sqrt{[25 (40374) - (990)^2] [25 (33081) - (901)^2]}} \\
 &= \frac{17335}{21102.18} \\
 &= 0.82
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

1. ตารางแสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน
2. ตารางแสดงคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
หลังการเรียน
3. ตารางแสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน

ตาราง 17 แสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้
 ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ
1	4	2	4	3	1	2	3	1	4	10	4	10	24
2	3	2	5	1	1	0	2	2	0	6	5	5	16
3	2	1	4	1	1	0	1	1	0	4	3	4	11
4	4	2	1	3	3	3	2	2	4	9	7	8	24
5	3	3	3	3	4	2	2	2	4	8	9	10	27
6	5	3	3	3	3	6	2	2	1	10	8	10	28
7	3	3	4	3	2	3	2	2	3	8	7	10	25
8	3	3	0	5	3	3	3	3	4	11	9	7	27
9	5	3	5	2	2	4	2	2	2	9	7	11	27
10	3	4	0	2	2	2	0	0	0	5	6	2	13
11	5	3	4	0	0	0	2	2	3	7	5	7	19
12	2	3	0	1	1	0	0	0	0	3	4	0	7
13	5	3	5	3	3	8	2	2	5	10	8	18	36
14	5	3	0	0	0	0	2	2	0	7	5	0	12
15	4	2	0	0	0	0	2	2	5	6	4	5	15
16	5	3	1	0	0	0	1	1	1	6	4	2	12
17	4	3	5	3	3	4	6	3	3	13	9	12	34
18	3	3	0	4	4	8	3	2	3	10	9	11	30
19	3	1	0	1	1	2	0	0	0	4	2	2	8
20	2	2	0	4	2	3	3	2	2	9	6	5	20

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	
21	2	2	0	4	3	3	3	3	3	9	8	6	23
22	2	2	0	0	0	0	3	3	5	5	5	5	15
23	2	2	0	0	0	0	1	1	0	3	3	0	6
24	2	2	0	2	2	5	2	2	0	6	6	5	17
รวม										178	143	155	476
ค่าเฉลี่ย										7.42	5.96	6.64	19.83
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน										2.62	2.09	4.38	8.35
ความแปรปรวน										6.84	4.38	19.2	69.76

ตาราง 18 แสดงคะแนนจากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้
 ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ
1	4	3	4	4	3	3	3	3	3	11	9	10	30
2	4	2	3	3	3	1	2	2	0	9	7	4	20
3	3	1	3	2	2	2	1	1	0	6	4	5	15
4	3	2	0	1	1	0	2	2	0	6	5	0	11
5	4	1	0	4	2	3	4	2	2	12	5	5	22
6	4	2	0	2	2	0	2	2	0	8	6	0	14
7	3	2	0	2	2	0	2	1	1	7	5	1	13
8	3	1	0	3	2	0	3	1	0	9	4	0	13
9	4	2	0	3	2	0	3	2	4	10	6	4	20
10	5	3	2	3	3	0	2	2	5	10	8	7	25
11	5	3	0	3	3	2	2	2	0	10	8	2	20
12	4	2	2	4	2	4	3	3	2	11	7	8	26
13	4	2	2	4	4	2	4	4	5	12	10	9	31
14	3	3	5	4	4	2	4	4	2	11	11	9	31
15	5	3	1	2	2	0	4	2	3	11	7	4	22
16	4	2	0	2	1	0	2	2	0	8	5	0	13
17	2	2	0	4	3	1	4	2	2	10	7	3	20
18	4	1	1	3	1	1	3	2	2	10	4	5	19
19	2	2	0	5	3	4	3	3	0	10	8	4	22
20	2	2	0	2	2	2	3	3	0	7	7	2	16

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ
21	4	2	0	2	2	0	2	2	0	8	6	0	14
22	4	3	5	3	3	3	3	3	3	10	9	11	30
23	3	2	0	2	2	0	3	3	4	8	7	14	19
24	4	2	1	2	2	2	1	1	0	7	3	7	15
รวม										221	160	100	481
ค่าเฉลี่ย										9.21	6.67	4.17	20.04
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน										1.76	1.87	3.30	6.07
ความแปรปรวน										3.09	3.48	10.9	36.85

ตาราง 19 แสดงคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์หลัง
 การเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียน
 โดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	เรียนด้วยชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์	เรียนด้วยชุดกิจกรรม ซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์
1	54	59
2	43	55
3	55	49
4	55	55
5	60	45
6	56	51
7	52	43
8	47	30
9	49	55
10	48	41
11	50	49
12	40	54
13	54	55
14	42	49
15	41	42
16	40	36
17	43	32
18	54	51
19	41	56
20	58	44

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	เรียนด้วยชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์	เรียนด้วยชุดกิจกรรม ซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์
21	38	56
22	44	46
23	29	57
24	42	57
รวม	1135	1167
ค่าเฉลี่ย	47.29	48.42
S.D.	7.65	8.12
S^2	58.52	65.93

ตาราง 20 แสดงคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน
 ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ
1	6	4	15	5	3	6	6	2	4	17	9	25	51
2	3	2	3	2	1	1	4	2	4	9	5	8	22
3	3	3	8	1	1	0	5	3	4	9	7	12	28
4	3	2	3	2	2	4	5	3	6	10	3	13	30
5	3	3	12	2	2	5	4	3	4	9	8	12	38
6	3	3	7	1	1	1	4	4	8	8	8	16	32
7	4	3	7	1	1	1	6	5	12	11	9	20	40
8	4	4	7	2	2	5	4	4	4	10	10	16	36
9	3	3	7	2	2	4	5	2	3	10	7	14	13
10	2	2	5	2	2	0	3	2	6	7	6	11	24
11	5	4	10	1	1	0	3	1	3	9	6	13	28
12	1	1	0	2	2	2	4	3	4	7	6	6	19
13	5	3	11	3	3	5	4	3	8	12	9	24	45
14	2	2	1	2	2	1	3	3	2	7	7	4	18
15	2	2	7	1	1	0	2	1	2	5	4	9	18
16	3	2	1	4	2	6	8	5	2	15	9	9	33
17	4	3	10	2	2	5	10	7	12	16	12	27	55
18	4	3	13	2	2	5	4	3	0	10	8	18	36
19	3	1	9	2	2	1	3	2	2	8	5	12	25
20	2	2	8	2	2	3	5	4	5	9	8	16	33

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ ทั้ง 3
21	2	1	0	1	1	0	5	1	5	8	3	5	16
22	2	2	0	1	1	0	5	3	2	8	6	2	16
23	3	3	8	2	2	3	2	1	2	7	6	13	26
24	1	2	3	1	1	0	3	2	2	5	5	5	15
รวม										226	170	319	715
ค่าเฉลี่ย										3.05	2.04	6.81	10.88
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน										9.30	4.16	46.4	118.43
ความแปรปรวน										9.42	7.08	13.3	29.79

ตาราง 21 แสดงคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน
ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ
1	6	4	13	3	3	8	5	3	2	14	10	23	47
2	5	4	15	4	4	4	4	4	0	13	12	19	44
3	2	2	4	4	3	0	6	2	2	12	7	6	44
4	2	2	3	2	1	0	8	4	11	12	7	14	25
5	4	3	7	3	2	1	3	3	0	10	8	8	26
6	6	3	7	3	3	2	3	2	0	12	8	9	29
7	2	2	3	1	1	2	4	2	3	7	5	8	20
8	3	2	4	1	1	0	5	3	8	9	6	12	27
9	4	3	3	4	3	3	8	4	2	16	10	8	34
10	4	3	1	4	3	3	5	3	3	13	9	7	29
11	3	2	5	3	2	2	8	4	8	14	8	14	36
12	3	3	3	1	1	1	10	5	12	14	9	16	39
13	5	4	6	3	3	4	9	3	8	17	10	18	45
14	5	3	4	3	2	4	4	2	1	12	7	9	28
15	5	3	6	3	2	5	4	2	5	12	7	16	35
16	2	1	3	1	1	0	4	2	6	7	4	9	20
17	3	3	9	2	2	1	4	2	1	9	7	11	27
18	7	5	9	4	3	6	7	3	6	18	11	21	50
19	4	3	6	4	3	2	5	2	2	13	8	10	31
20	4	4	7	3	3	6	3	2	4	10	9	17	36

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	ข้อ 1			ข้อ 2			ข้อ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ
	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	flu	flex	ori	ข้อ
21	3	2	2	3	2	6	6	4	2	12	8	10	
22	5	3	4	1	1	2	4	3	1	10	7	7	
23	1	1	0	2	2	7	9	4	10	12	7	17	
24	3	3	2	4	2	1	6	2	4	13	7	7	
รวม										291	191	296	778
ค่าเฉลี่ย										12.1	7.96	12.3	32.42
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน										2.74	1.83	4.94	8.13
ความแปรปรวน										7.51	3.35	24.8	66.10

ภาคผนวก ค

1. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. คู่มือชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
4. คู่มือชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
5. คู่มือแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
6. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสองฉบับ

ชุดกิจกรรม

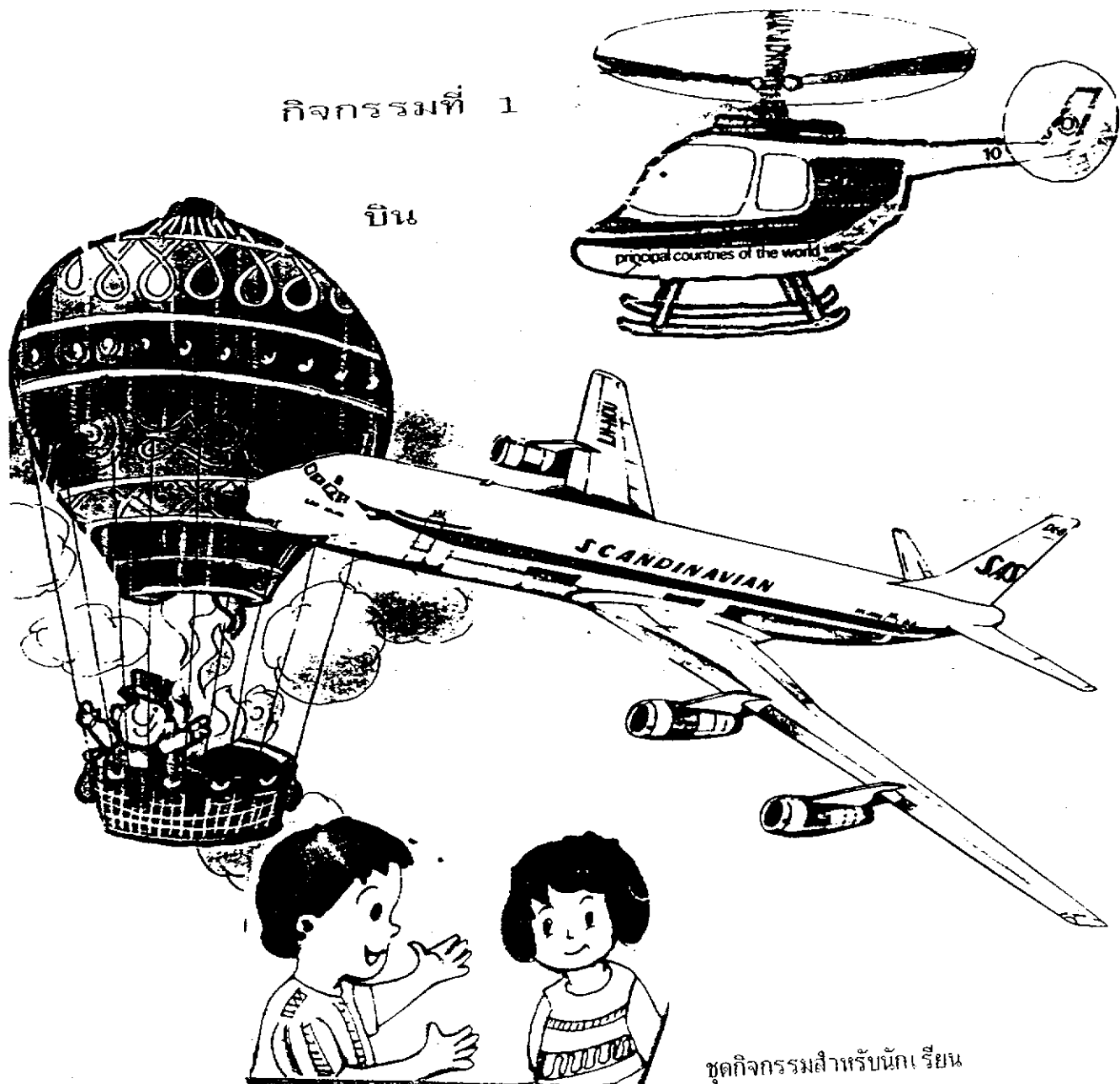
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 1

บิน



ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมนี้ต้องการให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้เป็นของเล่นหรือเพื่อเป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ว่าครบตามรายการหรือไม่
2. ก่อนทำกิจกรรมควรอ่านเนื้อหาสาระเสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวความคิด

ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์

3. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติโดยละเอียดและทำกิจกรรมตามคำแนะนำและ

ข้อกำหนดที่บอกไว้

4. ควรร่วมมือกันเสนอความคิด ประดิษฐ์ ปรับปรุง รวมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

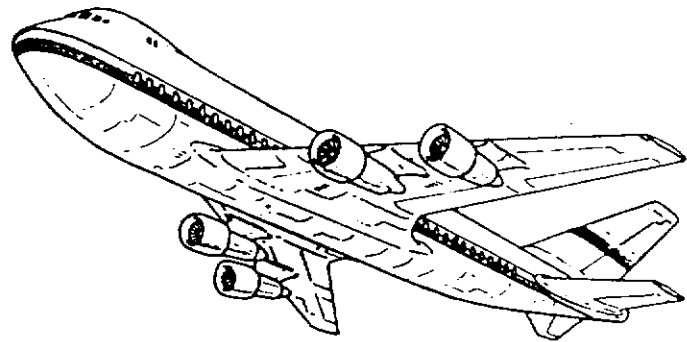
ในการทำกิจกรรม เพื่อทำให้เกิดผลงานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

5. พยายามสร้างให้แปลก ๆ แตกต่างจากผู้อื่น เพราะแสดงถึงการมีความคิดสร้างสรรค์

6. ส่วนใดที่ระบุเป็นงานกลุ่มให้ร่วมมือกัน ปรึกษากัน อภิปรายตกลงร่วมกัน ถ้าไม่ระบุว่าเป็นงานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ

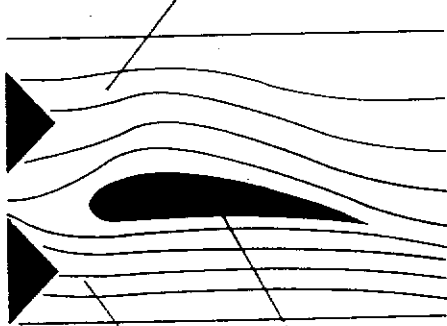
เครื่องบินหนักกว่าอากาศมาก แต่สามารถ
บินไปในอากาศได้ เนื่องจากเครื่องบิน
บางแบบมีใบพัดซึ่งหมุนโดยเครื่องยนต์
กำลังสูง ใบพัดพัดอากาศให้วิ่งเข้าปะทะ
กับปีกเครื่องบินที่สร้างขึ้นให้มีลักษณะ
ที่อากาศวิ่งผ่านปีกด้านบนได้เร็วกว่า
ด้านล่าง เมื่อใบพัดหมุนเร็วมากพอที่
จะทำให้อากาศด้านบนมีการเคลื่อนไหว
ได้เร็วพอ จึงทำให้เครื่องบินบินขึ้นและ
ลอยตัวอยู่ในอากาศได้อย่างนก



กังหันและใบพัดเป็นเครื่องจักรประเภท
เดียวกันแต่ทำงานและวิธีที่ใช้ต่างกัน
ใบของเรือ กังหันลม ใบพัดของเครื่องบิน
และเรือ ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ ล้วน
ทำงานแบบเดียวกัน คือ สร้างแรงยก
ซึ่งก็คือความดันที่ช่วยผลักดันวัตถุต่าง ๆ
ลอยอยู่ในอากาศหรือให้เคลื่อนที่ไป

ใบเรือ ใบพัด มีด้านหนึ่งโค้งออก
ข้างนอก และอีกด้านแบนหรือโค้งน้อย ๆ
เข้าข้างใน เมื่ออากาศไหลผ่านเข้าไป
ด้านที่โค้ง ความดันอากาศบนด้านนี้จะ
ลดลงต่ำกว่าความดันอากาศที่กระทำ
ต่อด้านที่แบนราบ และความดันที่ต่างกัน
จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางด้านที่
ความดันน้อยกว่า

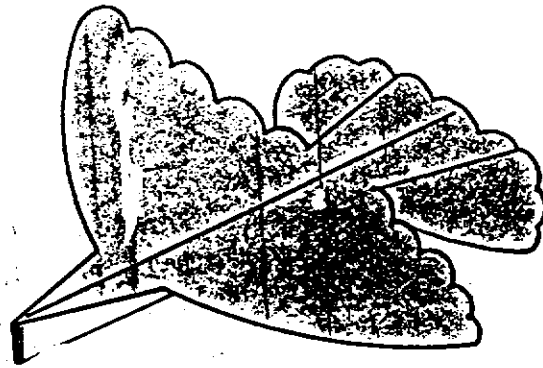
อากาศเคลื่อนที่เร็ว



อากาศเคลื่อนที่ช้า

ปีกจึงถูกยกขึ้น

มีเครื่องบินกระดาษอยู่มากมายหลายชนิด
บ้างก็ทำด้วยการพับกระดาษ บางอย่าง
ก็ต้องตัดแล้วพับ เครื่องบินกระดาษบางชนิด
บินได้ไกลและตรง บ้างก็บินตีวงกลม
บ้างก็ไต่ขึ้นลง



ขณะเครื่องบินบินอยู่ลมที่ปะทะปีกแยกออก
เป็นสองกระแส ผ่านทั้งข้างบนและข้างใต้
โดยที่ปีกตีปีกนั้นโค้งที่ผิวบนและแบนที่ผิวล่าง
กระแสลมข้างบนก็ต้องเดินทางไกลกว่า
และเร็วกว่า โดยเหตุนี้ความกดอากาศที่
กดลงที่ผิวบนจึงน้อยกว่าที่ผิวล่าง ความแตก
ต่างกันนี้เกิด แรงยก



วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. ผนังยาง	หลายเส้น
2. กระดาษหลังกรอบรูป	หลายแผ่น
3. กระดาษโปสเตอร์แข็ง	หลายแผ่น
4. กระดาษวาดเขียนสีต่าง ๆ	หลายแผ่น
5. กรรไกร	1 เล่ม
6. มีดคัตเตอร์	1 เล่ม
7. ไม้แผ่นเบา	1 แผ่น
8. เครื่องเย็บลวด	1 เครื่อง
9. ไม้เสียบอาหารย่าง	หลายอัน
10. เทปกาว	1 ม้วน
11. ขลุ่ยล้อยกั้งหัน	1 ชุด
12. กาวอย่างดี	1 หลอด
13. กระดาษแก้ว กระดาษบาง	หลายแผ่น
14. ไม้ไผ่ยาว 50 เซนติเมตร	หลายอัน
15. ด้ายเหี่ยว ๆ	1 ม้วน
16. ลวดหลายขนาด	หลายชุด

รายการ	จำนวน
17. พลาสติกถุงก๊อบแก๊บ	หลายแผ่น
18. ตุ๊กตาหุ่นทหาร	1 ตัว
19. กล่องโฟมใส่อาหาร	1 กล่อง
20. ถ้วยกระดาษ	2 ใบ
21. เทปใส	1 ม้วน

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากรายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ สามารถนำไปสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ในที่นี้ต้องการให้ประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป โดยปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

1. ให้ออกแบบเครื่องบิน เครื่องร่อน หรือเฮลิคอปเตอร์ หลาย ๆ แบบโดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้เป็นพื้นฐานในการคิด เมื่อคิดได้แล้วให้เขียนเป็นภาพหลายเส้นให้พอเข้าใจ ถ้าในแบบใช้วัสดุอุปกรณ์หลายอย่างให้ชี้แสดงด้วยว่าส่วนใดในแบบทำด้วยอุปกรณ์ใด อาจจะออกแบบไว้หลาย ๆ แบบดังนี้

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

แบบที่ 4

แบบที่ 5

แบบที่ 6

แบบที่ 7

แบบที่ 8

2. ให้นำแบบของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเพื่อปรึกษาหารือและตัดสินใจเลือกเอาแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายแบบที่จะนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ (ถ้าเป็นแบบที่ง่ายและสามารถทำได้หลายแบบให้ทำมากกว่า 1 แบบ) แล้วให้เขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียดว่าจะทำอะไรก่อนหลัง อาจเขียนภาพประกอบขั้นตอนได้เพื่อให้คนอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น ในขั้นนี้อาจจะคิดนำเอาอุปกรณ์อื่น ๆ มาประกอบด้วยก็ได้ เมื่อได้แบบที่คิดว่าดีที่สุดแล้ว ให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ด้วย (งานกลุ่ม) (ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ใช้เวลา 2 คาบ)

แบบที่เลือก

ชื่อสิ่งประดิษฐ์ _____

ขั้นตอนการประดิษฐ์

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

3. ดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ แล้วทดลองใช้
สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ถ้ายังใช้ไม่ได้หรือประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ให้ปรับปรุง
จนมีประสิทธิภาพ โดยให้บันทึกผลการปฏิบัติงานไว้ด้วยว่า มีปัญหาใดบ้าง และ
ได้ปรับปรุง แก้ไขปัญหาอย่างไรจึงได้สิ่งประดิษฐ์นี้

ผลการประดิษฐ์ครั้งแรก.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบในการประดิษฐ์.....

.....

.....

.....

การแก้ปัญหาและผลที่ได้.....

.....

.....

.....

4. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์
โดยอธิบายประกอบการเสนอผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

5. ให้ประเมินผลกลุ่มตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากที่ได้เสนอผลงาน และได้ฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้

ให้ทำเครื่องหมาย✓ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

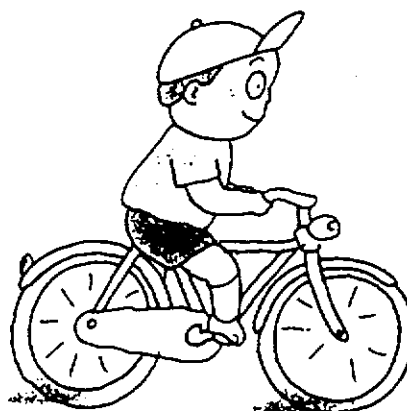
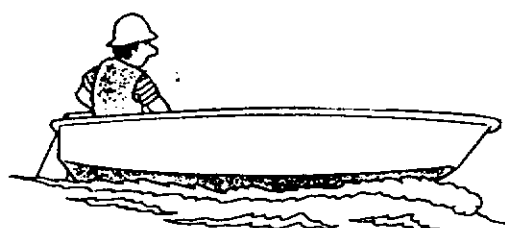
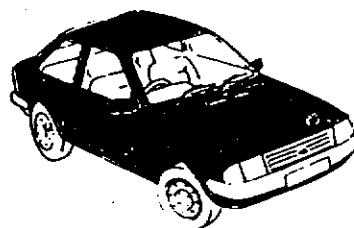
1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 2

แรงหมุนกลับของหนังยาง



ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

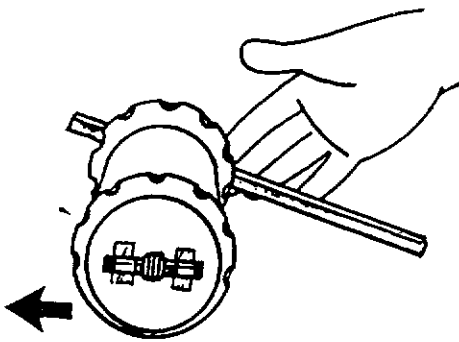
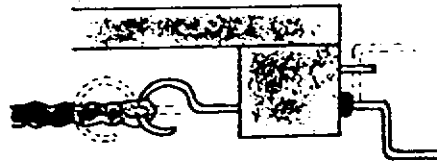
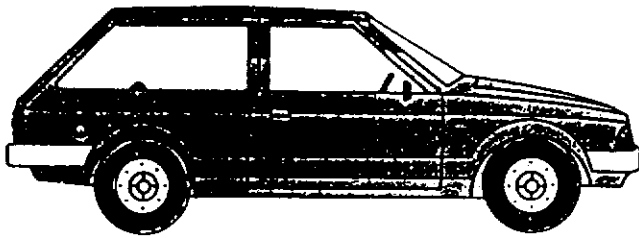
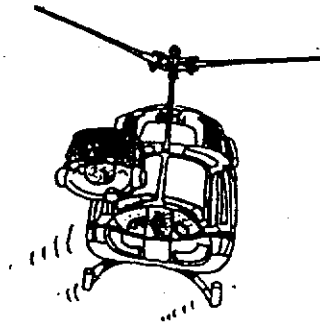
ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมนี้ต้องการให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้เป็นของเล่นหรือเพื่อเป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

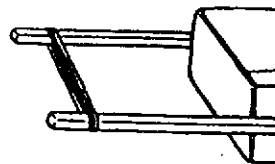
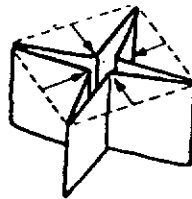
1. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ว่าครบตามรายการหรือไม่
2. ก่อนทำกิจกรรมควรอ่านเนื้อหาสาระเสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวความคิดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์
3. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติโดยละเอียดและทำกิจกรรมตามคำแนะนำและข้อกำหนดที่บอกไว้
4. ควรร่วมมือกันเสนอความคิด ประดิษฐ์ ปรับปรุง รวมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำกิจกรรม เพื่อทำให้เกิดผลงานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
5. พยายามสร้างให้แปลก ๆ แตกต่างจากผู้อื่น เพราะแสดงถึงการมีความคิดสร้างสรรค์
6. ส่วนใดที่ระบุเป็นงานกลุ่มให้ร่วมมือกัน ประึกษากัน อภิปรายตกลงร่วมกัน ถ้าไม่ระบุว่าเป็นงานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ

พลังงานสามารถสะสมได้ในลักษณะต่าง ๆ กัน
พลังงานที่สะสมเมื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น
สามารถทำงานได้ เช่น พลังงานที่สะสมใน
หนังยางที่หมุนเป็นเกลียว เมื่อปล่อยเกลียว
ออกจะทำให้เกิดพลังงานได้ เราสามารถ
นำพลังงานนี้ไปใช้ประกอบเป็นของเล่นได้



แรงหมุนกลับของหนังยางนี้สามารถนำไป
ประดิษฐ์เป็นของเล่นต่าง ๆ ได้หลายชนิด
เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นต้น



อุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. แผ่นโพน	2
2. ใบพัด หลายขนาด	หลาย อัน
3. กระดาษแข็ง หลายสี	หลายแผ่น
4. เพื่อง	1 ชุด
5. หนังสายวงใหญ่	หลายเส้น
6. ยางยึด	ใช้ร่วมกัน
7. แหวน	หลายอัน
8. หลอดฉาย	4 อัน
9. ล้อใหญ่ เล็ก	4, 4 อัน
10. ไม้ตะเกียบ	2 อัน
11. กล้องโพนหลอดหมึก	2 อัน
12. ไม้โมกแผ่น	1 แผ่น
13. กล้องขนาด 1 ลิตร	1 กล้อง
14. กล้องกระดาษขนาดต่าง ๆ	หลายกล้อง
15. ลวดเส้นใหญ่ , เล็ก	1 , 1 ชุด
16. นี้อต	หลายตัว
17. แผ่นอลูมิเนียม	1 แผ่น
18. กังหันน้ำ	1 อัน

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากรายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ สามารถนำไปสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ในที่นี้ต้องการให้ประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป โดยปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้เป็นพื้นฐานในการคิด เมื่อคิดได้แล้วให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่คิดว่าจะสร้าง โดยเขียนเป็นภาพลายเส้นให้พอเข้าใจ และให้ชี้แสดงด้วยว่าส่วนใดในแบบทำด้วยอุปกรณ์ใด อาจจะออกแบบไว้หลาย ๆ แบบดังนี้

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

แบบที่ 4

2. ให้นำแบบของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเพื่อปรึกษาหารือและตัดสินใจเลือกเอาแบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียวที่จะนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ แล้วให้เขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียดว่าจะทำอะไรก่อนหลัง อาจเขียนภาพประกอบขั้นตอนได้ เพื่อให้คนอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น ในขั้นนี้อาจจะจินตนาเอาอุปกรณ์อื่น ๆ มาประกอบด้วยก็ได้ เมื่อได้แบบที่คิดว่าดีที่สุดแล้ว ให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ด้วย (งานกลุ่ม)
- (ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ให้เวลา 2 คาบ)

แบบที่เลือก

ชื่อสิ่งประดิษฐ์ _____

3. ดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ แล้วทดลองใช้
สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ถ้ายังใช้ไม่ได้หรือประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ให้ปรับปรุง
จนมีประสิทธิภาพ โดยให้บันทึกผลการปฏิบัติงานไว้ด้วยว่า มีปัญหาใดบ้าง และ
ได้ปรับปรุง แก้ปัญหาอย่างไรจึงได้สิ่งประดิษฐ์นั้น

ผลการประดิษฐ์ครั้งแรก.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบในการประดิษฐ์.....

.....

.....

.....

การแก้ปัญหาและผลที่ได้.....

.....

.....

.....

4. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์
โดยอธิบายประกอบการเสนอผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

5. ให้ประเมินผลกลุ่มตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากที่ได้เสนอผลงาน และได้ฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้

ให้ทำเครื่องหมาย✓ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

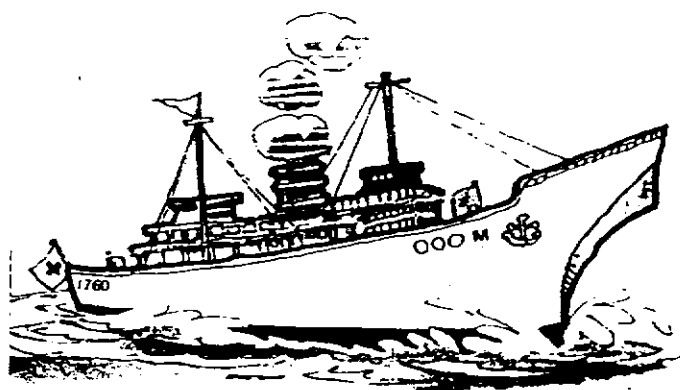
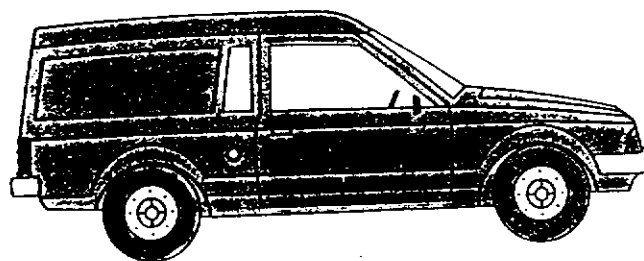
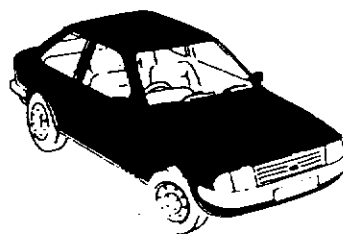
7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์
ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 3

พลังกังหัน



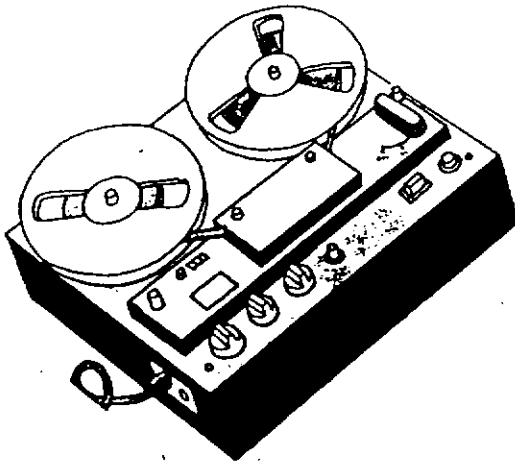
ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

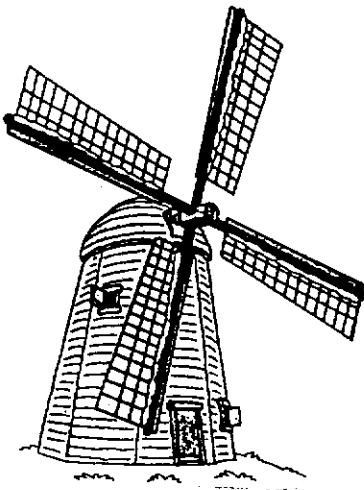
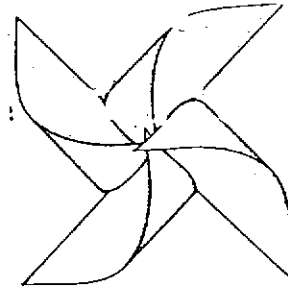
กิจกรรมนี้ต้องการให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้เป็นของเล่นหรือเพื่อเป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ว่าครบตามรายการหรือไม่
2. ก่อนทำกิจกรรมควรอ่านเนื้อหาสาระเสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวความคิดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์
3. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติโดยละเอียดและทำกิจกรรมตามคำแนะนำและข้อกำหนดที่บอกไว้
4. ควรร่วมมือกันเสนอความคิด ประดิษฐ์ ปรับปรุง รวมทั้งแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในการทำกิจกรรม เพื่อทำให้เกิดผลงานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
5. พยายามสร้างให้แปลก ๆ แตกต่างจากผู้อื่น เพราะแสดงถึงการมีความคิดสร้างสรรค์
6. ส่วนใดที่ระบุเป็นงานกลุ่มให้ร่วมมือกัน ประึกษากัน อภิปรายตกลงร่วมกัน ถ้าไม่ระบุว่าเป็นงานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ



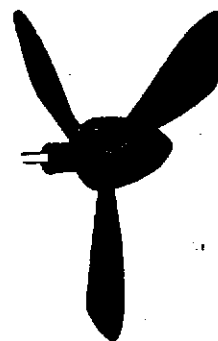
มอเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะและขนาดต่าง ๆ กัน มีทั้งขนาดใหญ่มาก และเล็กมาก มอเตอร์ จะหมุนด้วยอัตราเร็วต่างกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านไปนมอเตอร์แกนของมอเตอร์จะหมุน เมื่อต้องการใช้งานก็ต่อจากแกนนี้ไปใช้



กังหันและใบพัดเป็นเครื่องจักรประเภท เดียวกันแต่ทำงานและมีที่ใช้ต่างกัน ใบของเรือ กังหันลม ใบพัดของเครื่องบิน และเรือ ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ ล้วน ทำงานแบบเดียวกัน คือ สร้างแรงยก ซึ่งก็คือความดันที่ช่วยผลักให้วัตถุต่าง ๆ ลอยอยู่ในอากาศหรือให้เคลื่อนที่ไป



ใบเรือ ใบพัด มีด้านหนึ่งโค้งออก
ข้างนอก และอีกด้านแบนหรือโค้งน้อย ๆ
เข้าข้างใน เมื่ออากาศไหลผ่านเข้าไป
ด้านที่โค้ง ความดันอากาศบนด้านนั้นจะ
ลดลงต่ำกว่าความดันอากาศที่กระทำ
ต่อด้านที่แบนราบ และความดันที่ต่างกัน
จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางด้านที่
ความดันน้อยกว่า



วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. มอเตอร์	2 ตัว
2. สวิทช์	2 ตัว
3. กระดาษดำพร้อมแผ่นโฟมฉาย 1 ก้อน , 2 ก้อน	1 , 1 ชุด
4. ใบพัดแบบ 2 ใบ และ 3 ใบ	2 , 2 ใบ
5. ล้อใหญ่ , เล็ก	4 , 4 อัน
6. กระจวยจักร	2 อัน
7. ลวดโลหะแข็ง , สายเปียโนเส้นใหญ่	2 , 2 เส้น
8. กระจกหลังกรอบรูป	1 แผ่น
9. โคม	1 แผ่น
10. สายไฟ ดำ , แดง ยาว 1 เมตร	1 , 1 เส้น
11. นี้อต หลายขนาด	หลายตัว
12. ลวดเหล็ก ทองแดง เบอร์ 30	1 , 1 ชุด
13. เข็มขัดรัดมอเตอร์	2 อัน
14. สังกะสีแผ่น	1 แผ่น
15. กระจกใสเตอร์สีต่าง อย่างหนา	หลายแผ่น
16. ยางยึด , หนังสายแบบแบน	1 , หลายเส้น
17. วงแหวน	หลายตัว

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากรายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ สามารถนำไปสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ในที่นี้ต้องการให้ประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป โดยปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้เป็นพื้นฐานในการคิด เมื่อคิดได้แล้วให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่คิดว่าจะสร้าง โดยเขียนเป็นภาพหลายเส้นให้พอเข้าใจ และให้ชี้แสดงด้วยว่าส่วนใดในแบบทำด้วยอุปกรณ์ใด อาจจะออกแบบไว้หลาย ๆ แบบดังนี้

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

แบบที่ 4

2. ให้นำแบบของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเพื่อปรึกษาหารือและตัดสินใจเลือกเอาแบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียวที่จะนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ แล้วให้เขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียดว่าจะทำอะไรก่อนหลัง อาจเขียนภาพประกอบขั้นตอนได้ เพื่อให้คนอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น ในขั้นนี้อาจจะจินตนาการอุปกรณ์อื่น ๆ มาประกอบด้วยก็ได้ เมื่อได้แบบที่คิดว่าดีที่สุดแล้ว ให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ด้วย (งานกลุ่ม)
- (ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ให้เวลา 2 คาบ)

แบบที่เลือก

ชื่อสิ่งประดิษฐ์_____

3. ดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ แล้วทดลองใช้
สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ถ้ายังใช้ไม่ได้หรือประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ให้ปรับปรุง
จนมีประสิทธิภาพ โดยให้บันทึกผลการปฏิบัติงานไว้ด้วยว่า มีปัญหาใดบ้าง และ
ได้ปรับปรุง แก้ปัญหาอย่างไรจึงได้สิ่งประดิษฐ์นั้น

ผลการประดิษฐ์ครั้งแรก.....

.....
.....
.....

ปัญหาที่พบในการประดิษฐ์.....

.....
.....
.....

การแก้ปัญหาและผลที่ได้.....

.....
.....
.....

4. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์
โดยอธิบายประกอบการเสนอผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

5. ให้ประเมินผลกลุ่มตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากที่ได้เสนอผลงาน และได้ฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงพอ			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงพอ			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงพอ			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงพอ			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงพอ			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงพอ			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

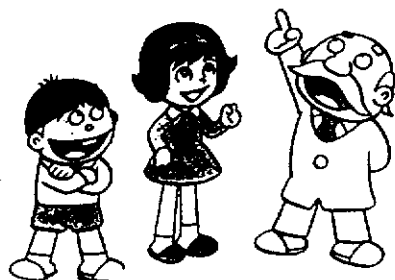
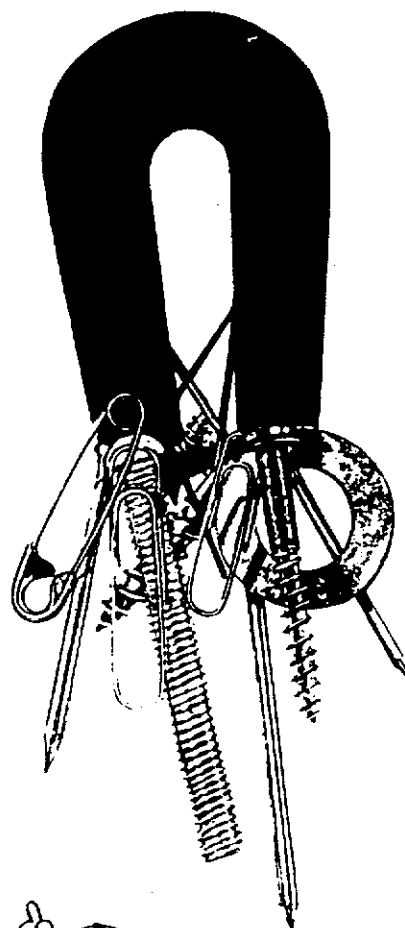
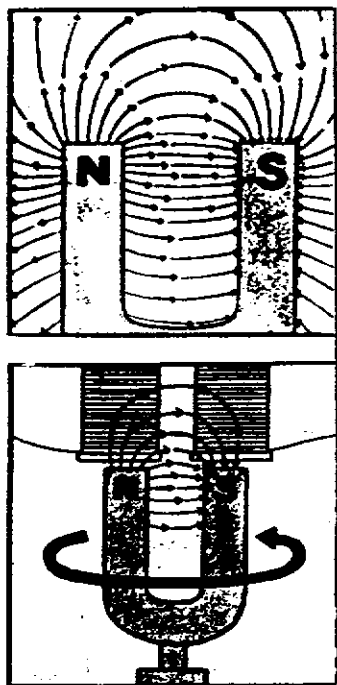
1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 4

แม่เหล็ก



ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

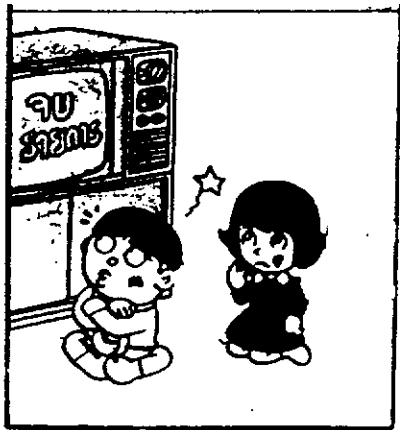
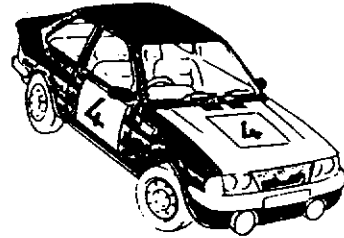
ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมนี้ต้องการให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้เป็นของเล่นหรือเพื่อเป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ว่าครบตามรายการหรือไม่
2. ก่อนทำกิจกรรมควรอ่านเนื้อหาสาระเสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวความคิดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์
3. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติโดยละเอียดและทำกิจกรรมตามคำแนะนำและข้อกำหนดที่บอกไว้
4. ควรร่วมมือกันเสนอความคิด ประดิษฐ์ ปรับปรุง รวมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำกิจกรรม เพื่อทำให้เกิดผลงานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
5. พยายามสร้างให้แปลก ๆ แตกต่างจากผู้อื่น เพราะแสดงถึงการมีความคิดสร้างสรรค์
6. ส่วนใดที่ระบุเป็นงานกลุ่มให้ร่วมมือกัน ปรึกษากัน อภิปรายตกลงร่วมกัน ถ้าไม่ระบุว่าเป็นงานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ

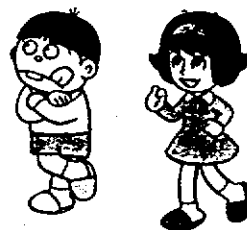
แม่เหล็กเป็นของเล่นที่ทำให้สนุกสนานได้
เรอคงเคยเอาแม่เหล็กไปเตะตามสิ่งของ
เครื่องใช้ต่าง ๆ ดูว่าแม่เหล็กดูดอะไรบ้าง
ในของเล่นหลาย ๆ ชนิดก็มีแม่เหล็กอยู่ด้วย
เช่น รถไฟฟ้า หุ่นยนต์ นอกจากนี้เรายัง
นำแม่เหล็กไปประกอบในเครื่องมือเครื่องใช้
ต่าง ๆ มากมาย เช่น ทำขอบประตูตู้เย็น



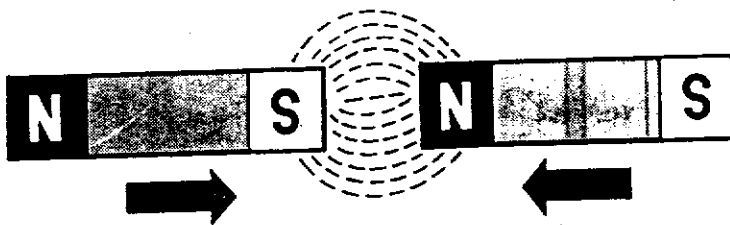
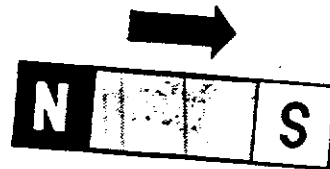
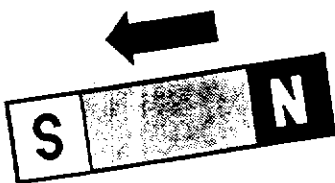
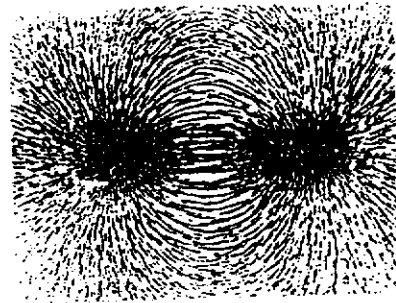
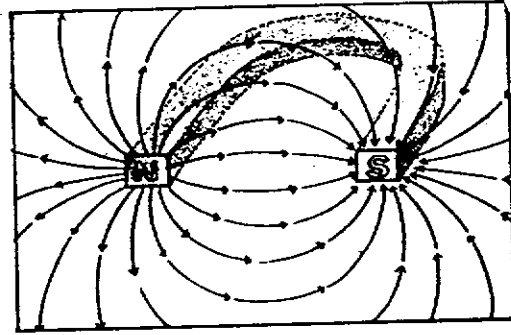
แม่เหล็กยังเป็นตัวทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า
หลายชนิดทำงาน เช่น วิทยุ โทรทัศน์
ไมโครโฟน เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า
และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ทั้งหลาย



แม่เหล็กสามารถดึงดูดวัตถุบางอย่างได้
เราเรียกสิ่งเหล่านั้นว่า สารแม่เหล็ก
สารแม่เหล็กล้วนแต่เป็นโลหะทั้งสิ้น
เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์



แรงดึงดูดของแม่เหล็กจะมีมากที่ส่วนปลาย
 สุดหรือที่ขั้วของมัน แม่เหล็กแท่งหนึ่ง
 สามารถดึงดูดแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่งได้
 ถ้าขั้วเหนือของมันหันไปหาขั้วใต้ของ
 อีกแท่งหนึ่ง แต่ถ้ามันหันขั้วใต้เข้าหากัน
 จะทำให้เกิดการผลักกันขึ้น และใน
 ทำนองเดียวกันขั้วเหนือเหมือนกัน
 ก็จะผลักกันเช่นเดียวกัน



วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. แม่เหล็กถาวรแบบต่าง ๆ	1 ชุด
2. ตุ๊กตาแมว	1 ตัว
3. ตุ๊กตาหนู	1 ตัว
4. โฟม หนา , บาง	1 , 1 แผ่น
5. กระดาษโปสเตอร์แข็ง	หลายแผ่น
6. พังยาง, ยางยืด	หลายเส้น
7. แผ่นเกมบันไดงู	1 ชุด
8. แผ่นพลาสติกแข็ง 1 X 10 เซนติเมตร	10 แผ่น
9. ตะเกียบไม้	หลายอัน
10. พลาสติกรูปแจก	1 อัน
11. ตุ๊กตาสัตว์ต่าง ๆ	หลายตัว
12. ตุ๊กตาเด็ก	1 ตัว
13. เชือก	1 ม้วน
14. ชุดโครงขึงผ้า	1 ชุด

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากรายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ สามารถนำไปสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ในที่นี้ต้องการให้ประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นพื้นฐานในการคิดค้นต่อไป โดยปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ให้คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้เป็นพื้นฐานในการคิด เมื่อคิดได้แล้วให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่คิดว่าจะสร้าง โดยเขียนเป็นภาพหลายเส้นให้พอเข้าใจ และให้ชี้แสดงด้วยว่าส่วนใดในแบบทำด้วยอุปกรณ์ใด อาจจะออกแบบไว้หลาย ๆ แบบดังนี้

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

แบบที่ 4

2. ให้นำแบบของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเพื่อปรึกษาหารือและตัดสินใจเลือกเอาแบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียวที่จะนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ แล้วให้เขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียดว่าจะทำอะไรก่อนหลัง อาจเขียนภาพประกอบขั้นตอนได้ เพื่อให้คนอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น ในขั้นนี้อาจจะคิดนำเอาอุปกรณ์อื่น ๆ มาประกอบด้วยก็ได้ เมื่อได้แบบที่คิดว่าดีที่สุดแล้ว ให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ด้วย (งานกลุ่ม)
- (ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ให้เวลา 2 คาบ)

แบบที่เลือก

ชื่อสิ่งประดิษฐ์ _____

ขั้นตอนการประดิษฐ์

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

3. ดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ แล้วทดลองใช้
สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ถ้ายังใช้ไม่ได้หรือประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ให้ปรับปรุง
จนมีประสิทธิภาพ โดยให้บันทึกผลการปฏิบัติงานไว้ด้วยว่า มีปัญหาใดบ้าง และ
ได้ปรับปรุง แก้ไขปัญหาอย่างไรจึงได้สิ่งประดิษฐ์นั้น

ผลการประดิษฐ์ครั้งแรก.....

.....
.....
.....

ปัญหาที่พบในการประดิษฐ์.....

.....
.....
.....

การแก้ปัญหาและผลที่ได้.....

.....
.....
.....

4. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์และประโยชน์
โดยอธิบายประกอบการเสนอผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

5. ให้ประเมินผลกลุ่มตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากที่ได้เสนอผลงาน และได้ฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้
- ให้ทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน
- เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ
- 3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก
- 2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง
- 1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

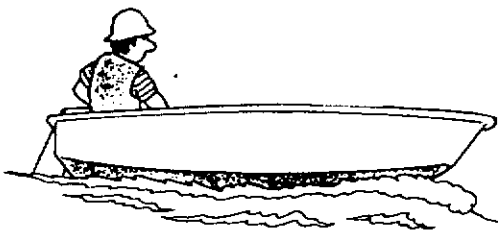
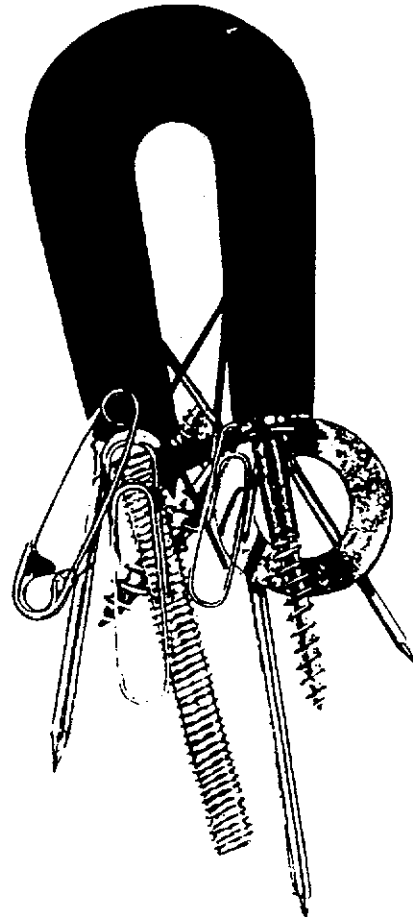
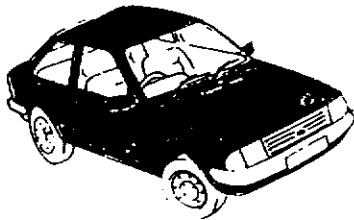
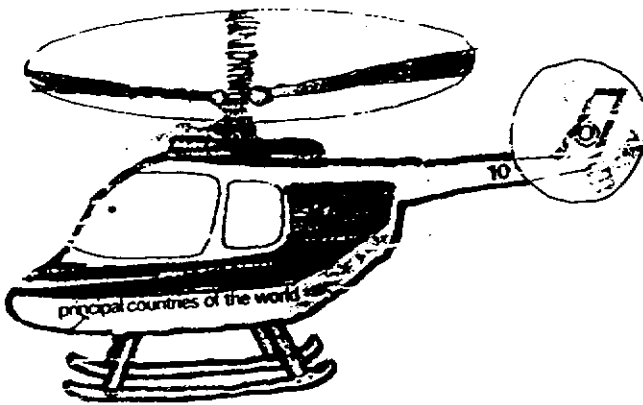
7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

คู่มือครู

ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์



กิจกรรมที่ 1

บิน

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

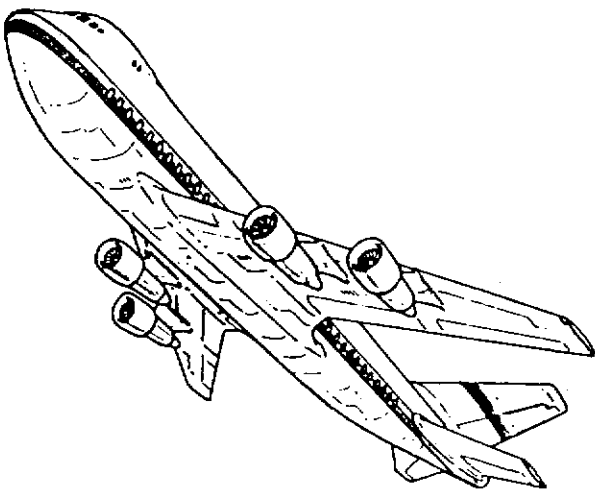
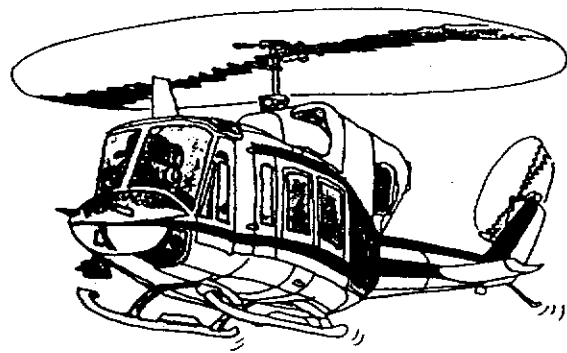
1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการเคลื่อนที่ไปในอากาศได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาี่ก่อนการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้สึกลดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

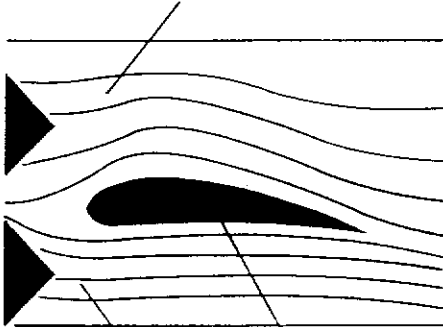
เครื่องบินหนักกว่าอากาศมาก แต่สามารถ
บินไปในอากาศได้ เนื่องจากเครื่องบิน
บางแบบมีใบพัดซึ่งหมุนโดยเครื่องยนต์
กำลังสูง ใบพัดพัดอากาศให้วิ่งเข้าปะทะ
กับปีกเครื่องบินที่สร้างขึ้นมาให้มีลักษณะ
ที่อากาศวิ่งผ่านปีกด้านบนได้เร็วกว่า
ด้านล่าง เมื่อใบพัดหมุนเร็วมากพอที่
จะทำให้อากาศด้านบนมีการเคลื่อนไหว
ได้เร็วพอ จึงทำให้เครื่องบินบินขึ้นและ
ลอยตัวอยู่ในอากาศได้อย่างนก



กังหันและใบพัดเป็นเครื่องจักรประเภท
เดียวกันแต่ทำงานและมีที่ใช้ต่างกัน
ใบของเรือ กังหันลม ใบพัดของเครื่องบิน
และเรือ ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ ล้วน
ทำงานแบบเดียวกัน คือ สร้างแรงยก
ซึ่งก็คือความดันที่ช่วยผลักให้วัตถุต่าง ๆ
ลอยอยู่ในอากาศหรือให้เคลื่อนที่ไป

ใบเรือ ใบพัด มีด้านหนึ่งโค้งออก
ข้างนอก และอีกด้านแบนหรือโค้งน้อย ๆ
เข้าข้างใน เมื่ออากาศไหลผ่านเข้าไป
ด้านที่โค้ง ความดันอากาศบนด้านนั้นจะ
ลดลงต่ำกว่าความดันอากาศที่กระทำ
ต่อด้านที่แบนราบ และความดันที่ต่างกัน
จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางด้านที่
ความดันน้อยกว่า

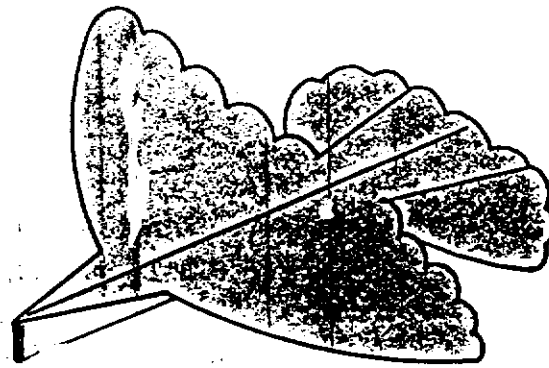
อากาศเคลื่อนที่เร็ว



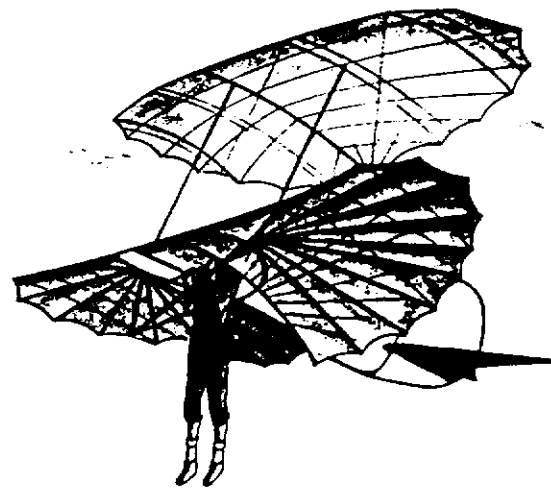
อากาศเคลื่อนที่ช้า

ปีกจึงถูกยกขึ้น

มีเครื่องบินกระดาษอยู่มากมายหลายชนิด
บ้างก็ทำด้วยการพับกระดาษ บางอย่าง
ก็ต้องตัดแล้วพับ เครื่องบินกระดาษบางชนิด
บินได้ไกลและตรง บ้างก็บินตัวงกลม
บ้างก็โฉบขึ้นลง



ขณะ เครื่องบินบินอยู่ลมที่ปะทะปีกแยกออก
เป็นสองกระแส ผ่านทั้งข้างบนและข้างใต้
โดยที่บกตปิกนั้นโค้งที่ผิวบนและแบนที่ผิวล่าง
กระแสลมข้างบนก็ต้องเดินทางไกลกว่า
และเร็วกว่า โดยเหตุนี้ความกดอากาศที่
กดลงที่ผิวบนจึงน้อยกว่าที่ผิวล่าง ความแตก
ต่างกันนี้เกิด แรงยก



วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. หนังสาย	หลายเส้น
2. กระดาษหลังกรอบรูป	หลายแผ่น
3. กระดาษโปสเตอร์แข็ง	หลายแผ่น
4. กระดาษวาดเขียนสีต่าง ๆ	หลายแผ่น
5. กรรไกร	1 เล่ม
6. มีดคัตเตอร์	1 เล่ม
7. ไม้แผ่นเบา	1 แผ่น
8. เครื่องเย็บลวด	1 เครื่อง
9. ไม้เสียบอาหาร	หลายอัน
10. เทปกาว	1 ม้วน
11. ชุดปล่อยกังหัน	1 ชุด
12. กาวอย่างดี	1 หลอด
13. กระดาษแก้ว กระดาษบาง	หลายแผ่น
14. ไม้ไผ่ยาว 50 เซนติเมตร	หลายอัน
15. ด้ายเหนียว ๆ	1 ม้วน
16. ลวดหลายขนาด	หลายชุด

รายการ	จำนวน
17. พลาสติกถุงก๊อบแก๊บ	หลายแผ่น
18. ตุ๊กตาหุ่นทหาร	1 ตัว
19. กล่องโฟมใส่อาหาร	1 กล่อง
20. ถ้วยกระดาษ	2 ใบ
21. เทปใส	1 ม้วน

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้ความคำแนะนำอำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้ความสนใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครูนักเรียนร่วมกันสรุปผลงานที่ได้

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

กิจกรรมที่ 2

แรงหนุนกลับของหนังยาง

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

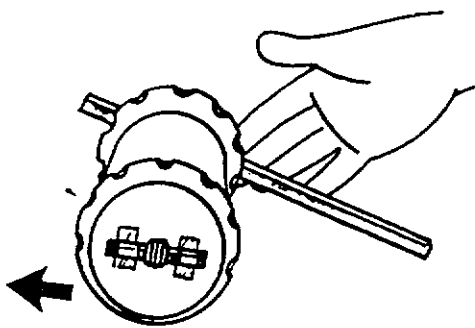
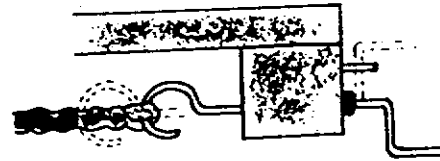
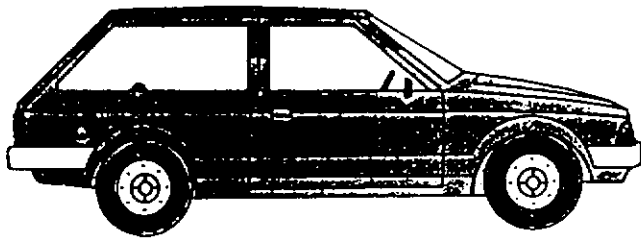
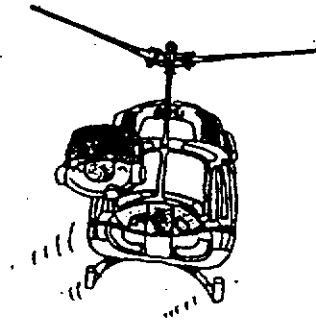
1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการของแรงหนุนกลับของหนังยางได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

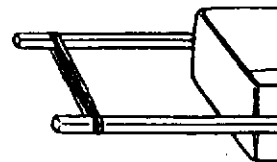
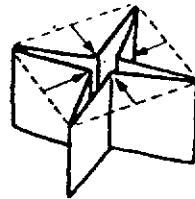
1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานี้ก่อนการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจ ไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

พลังงานสามารถสะสมได้ในลักษณะต่าง ๆ กัน
พลังงานที่สะสมเมื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น
สามารถทำงานได้ เช่น พลังงานที่สะสมใน
หนังยางที่หมุนเป็นเกลียว เมื่อปล่อยเกลียว
ออกจะทำให้เกิดพลังงานได้ เราสามารถ
นำพลังงานนี้ไปใช้ประกอบเป็นของเล่นได้



แรงหมุนกลับของหนังยางนี้สามารถนำไป
ประดิษฐ์เป็นของเล่นต่าง ๆ ได้หลายชนิด
เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นต้น



รายการอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. แผ่นโพล	2
2. ใบพัด หลายขนาด	หลาย อัน
3. กระดาษแข็ง หลายสี	หลายแผ่น
4. เฟือง	1 ชุด
5. พังยางวงใหญ่	หลายเส้น
6. ยางยึด	ใช้ร่วมกัน
7. แหวน	หลายอัน
8. หลอดคาย	4 อัน
9. ล้อใหญ่ เล็ก	4,4 อัน
10. ไม้ตะเกียบ	2 อัน
11. ก่องโพงหลอดหมึก	2 อัน
12. น้ำมันก๊าด	1 แผ่น
13. ก่องนมขนาด 1 ลิตร	1 ก่อง
14. ก่องกระดาษขนาดต่าง ๆ	หลายก่อง
15. ลวดเส้นใหญ่ , เล็ก	1 , 1 ชุด
16. ไม้	หลายตัว
17. แผ่นอลูมิเนียม	1 แผ่น
18. กังหันน้ำ	1 อัน

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำอำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครู นักเรียนร่วมกันสรุปผลงานทั้งหมด

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง
 7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง
 1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

กิจกรรมที่ 3

พลังกังหัน

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

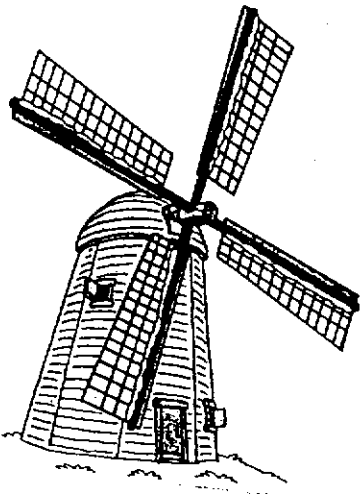
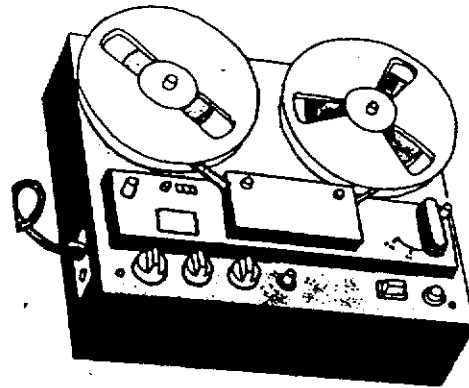
1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการของพลังกังหันได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

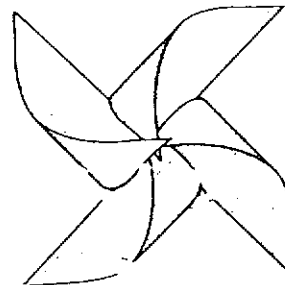
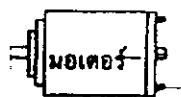
1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ก่อนการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

มอเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะและขนาดต่าง ๆ กัน มีทั้งขนาดใหญ่มาก และเล็กมาก มอเตอร์ จะหมุนด้วยอัตราเร็วต่างกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านไปในมอเตอร์แกนของมอเตอร์จะหมุน เมื่อต้องการใช้งานก็ต่อจากแกนนี้ไปใช้



กังหันและใบพัดเป็นเครื่องจักรประเภท เดียวกันแต่ทำงานและมีที่ใช้ต่างกัน ใบของเรือ กังหันลม ใบพัดของเครื่องบิน และเรือ ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ ล้วน ทำงานแบบเดียวกัน คือ สร้างแรงยก ซึ่งก็คือความดันที่ช่วยผลักดันให้วัตถุต่าง ๆ ลอยอยู่ในอากาศหรือให้เคลื่อนที่ไป





ใบเรือ ใบพัด มีด้านหนึ่งโค้งออก
ข้างนอก และอีกด้านแบนหรือโค้งน้อย ๆ
เข้าข้างใน เมื่ออากาศไหลผ่านเข้าใบ
ด้านที่โค้ง ความดันอากาศบนด้านนั้นจะ
ลดลงต่ำกว่าความดันอากาศที่กระทำ
ต่อด้านที่แบนราบ และความดันที่ต่างกัน
จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางด้านที่
ความดันน้อยกว่า



รายการอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. มอเตอร์	2 ตัว
2. สวิตช์	2 ตัว
3. กระดาษผ่านหรือม้วนไฟฉาย 1 ก้อน , 2 ก้อน	1 , 1 ชุด
4. ใบพัดแบบ 2 ใบ และ 3 ใบ	2 , 2 ใบ
5. ล้อใหญ่ , เล็ก	4 , 4 อัน
6. กระสวยจักร	2 อัน
7. ลวดโลหะแข็ง , สายเปียโนเส้นใหญ่	2 , 2 เส้น
8. กระดาษหลังกรอบรูป	1 แผ่น
9. ไข	1 แผ่น
10. สายไฟ ดำ , แดง ยาว 1 เมตร	1 , 1 เส้น
11. น็อต หลายขนาด	หลายตัว
12. ลวดเหล็ก ทองแดง เบอร์ 30	1 , 1 ขด
13. เข็มจักรดัดมอเตอร์	2 อัน
14. สังกะสีแผ่น	1 แผ่น
15. กระดาษโปสเตอร์สีต่าง อย่างหนา	หลายแผ่น
16. ยางยึด , หนังสายแบบแบน	1 , หลายเส้น
17. วงแหวน	หลายตัว

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้ความคำแนะนำอำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้ความสนใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครู นักเรียนร่วมกันสรุปผลงานทั้งหมด

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มวัดคุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

กิจกรรมที่ 4

แม่เหล็ก

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

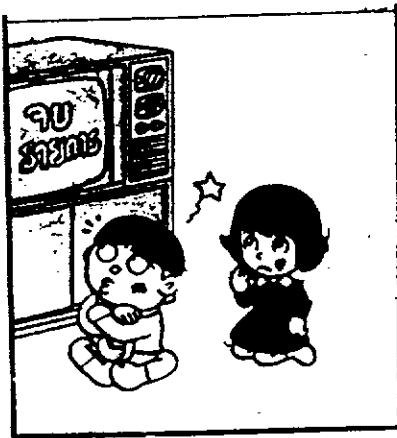
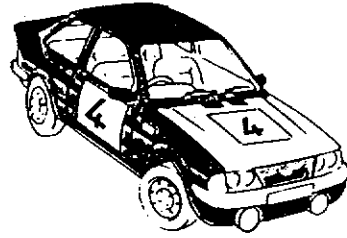
1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการของแม่เหล็กได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

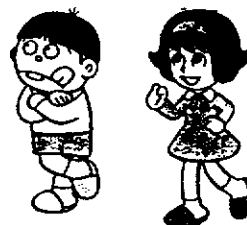
แม่เหล็กเป็นของเล่นที่ทำให้สนุกสนานได้
เธอคงเคยเอาแม่เหล็กไปแตะตามสิ่งของ
เครื่องใช้ต่าง ๆ คว้าแม่เหล็กดูอะไรบ้าง
ในของเล่นหลาย ๆ ชนิดก็มีแม่เหล็กอยู่ด้วย
เช่น รถไฟฟ้า หุ่นยนต์ นอกจากนี้เรายัง
นำแม่เหล็กไปประกอบในเครื่องมือเครื่องใช้
ต่าง ๆ มากมาย เช่น ทำขอบประตูเย็น



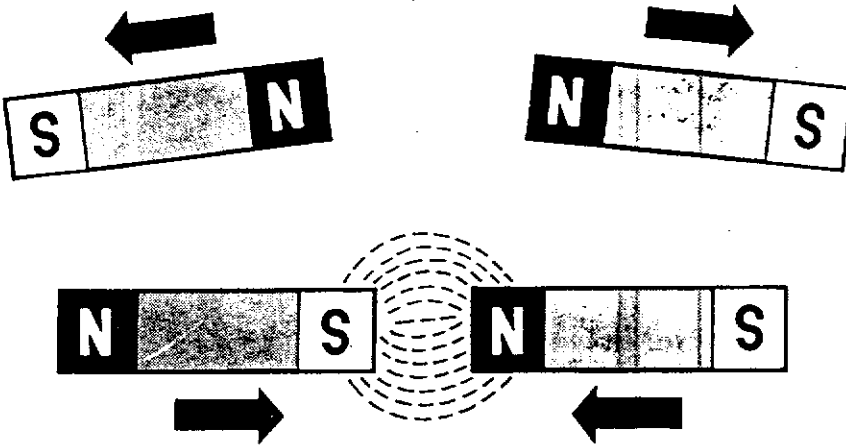
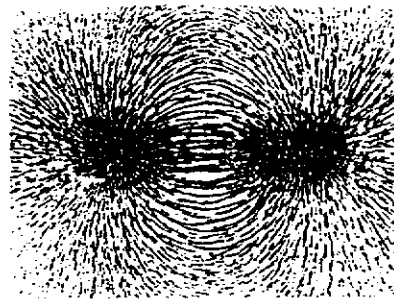
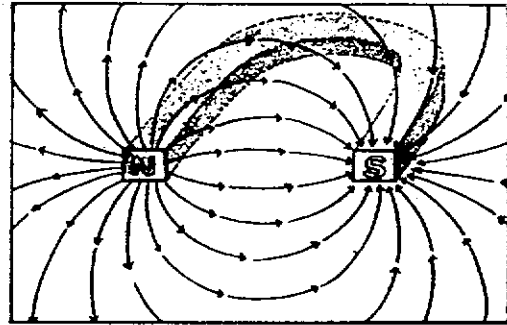
แม่เหล็กยังเป็นตัวทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า
หลายชนิดทำงาน เช่น วิทยุ โทรทัศน์
ไมโครโฟน เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า
และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ทั้งหลาย



แม่เหล็กสามารถดึงดูดวัตถุบางอย่างได้
เราเรียกสิ่งเหล่านั้นว่า สารแม่เหล็ก
สารแม่เหล็กล้วนแต่เป็นโลหะทั้งนั้น
เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์



แรงดึงดูดของแม่เหล็กจะมีมากที่ส่วนปลาย
 สุดหรือที่ขั้วของมัน แม่เหล็กแท่งหนึ่ง
 สามารถดึงดูดแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่งได้
 ถ้าขั้วเหนือของมันหันไปหาขั้วใต้ของ
 อีกแท่งหนึ่ง แต่ถ้ามันหันขั้วใต้เข้าหากัน
 จะทำให้เกิดการผลักกันขึ้น และใน
 ทำนองเดียวกันขั้วเหนือเหมือนกัน
 ก็จะทำให้ผลักกันเช่นเดียวกัน



วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. แม่เหล็กถาวรแบบต่าง ๆ	1 ชุด
2. ตุ๊กตาแมว	1 ตัว
3. ตุ๊กตาหนู	1 ตัว
4. โฟม หนา , บาง	1 , 1 แผ่น
5. กระดาษโปสเตอร์แข็ง	หลายแผ่น
6. พ้ายาง, ยางยืด	หลาย, 1 เส้น
7. แผ่นเกมบันไดงู	1 ชุด
8. แผ่นพลาสติกแข็ง 1 X 10 เซนติเมตร	10 แผ่น
9. ตะเกียบไม้	หลายอัน
10. พลาสติกรูปแจก	1 อัน
11. ตุ๊กตาสัตว์ต่าง ๆ	หลายตัว
12. ตุ๊กตาเด็ก	1 ตัว
13. เชือก	1 ม้วน
14. ชุดโครงขึงผ้า	1 ชุด

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้ความคำแนะนำอำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้ความสนใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครูนักเรียนร่วมกันสรุปผลงานที่ได้

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนของกลุ่มรัดกุมเพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. สิ่งประดิษฐ์มีประโยชน์เพียงใด			
4. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
5. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์

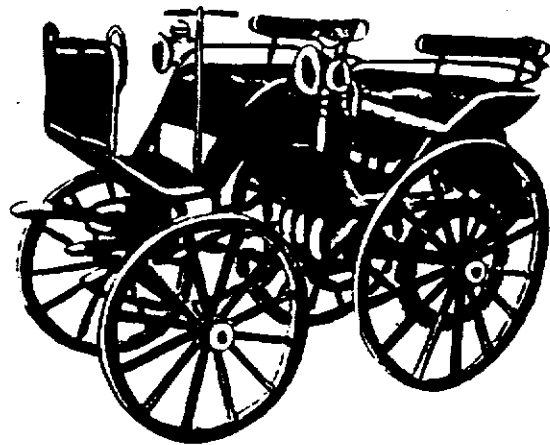
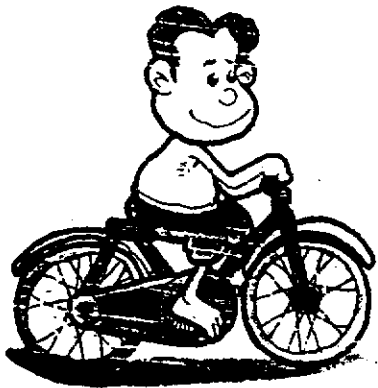
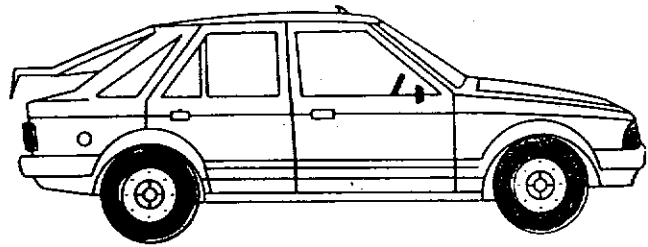
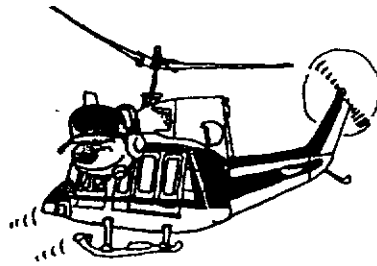
ทางวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 1

พลังกังหัน



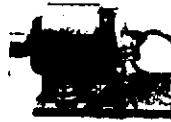
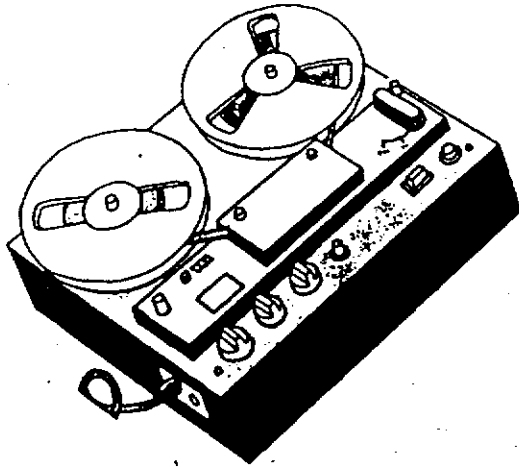
ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

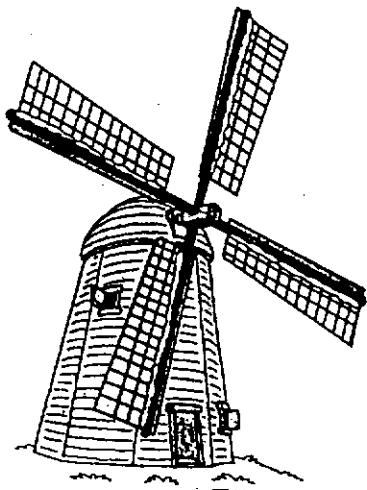
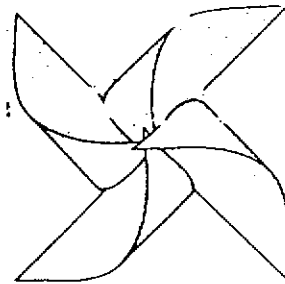
กิจกรรมนี้ต้องการให้ซ่อมแซม ปรับปรุง หรือตัดแปลง สิ่งประดิษฐ์ ที่กำหนดไว้
ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระที่มีไว้ให้จบเสียก่อน เพื่อจะได้แนวความคิดในการซ่อมแซม
ตัดแปลง หรือปรับปรุง
2. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้ละเอียด และทำกิจกรรมตามข้อแนะนำและ
ข้อกำหนดที่ระบุไว้
3. พยายามคิดและทำให้ได้แปลก ๆ แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ เพราะแสดงถึง
การมีความคิดสร้างสรรค์
4. ถ้ากำหนดว่างานกลุ่มให้ร่วมมือปรึกษาหารือกัน อภิปรายตกลงร่วมกันภายใน
กลุ่ม ถ้าไม่ระบุงานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ



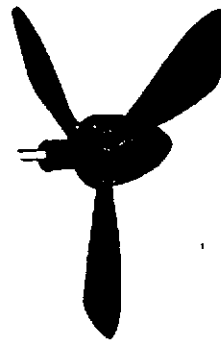
มอเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะและขนาดต่าง ๆ กัน มีทั้งขนาดใหญ่มาก และเล็กมาก มอเตอร์ จะหมุนด้วยอัตราเร็วต่างกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านไปในมอเตอร์แกนของมอเตอร์จะหมุน เมื่อต้องการใช้งานก็ต่อจากแกนนี้ไปใช้



กังหันและใบพัดเป็นเครื่องจักรประเภท เดียวกันแต่ทำงานและมีที่ใช้ต่างกัน ใบของเรือ กังหันลม ใบพัดของเครื่องบิน และเรือ ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ ล้วน ทำงานแบบเดียวกัน คือ สร้างแรงยก ซึ่งก็คือความดันที่ช่วยผลักดันวัตถุต่าง ๆ ลอยอยู่ในอากาศหรือให้เคลื่อนที่ไป



ใบเรือ ใบพัด มีด้านหนึ่งโค้งออก
ข้างนอก และอีกด้านแบนหรือโค้งน้อย ๆ
เข้าข้างใน เมื่ออากาศไหลผ่านเข้าไป
ด้านที่โค้ง ความดันอากาศบนด้านนั้นจะ
ลดลงต่ำกว่าความดันอากาศที่กระทำ
ต่อด้านที่แบนราบ และความดันที่ต่างกัน
จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางด้านที่
ความดันน้อยกว่า



อุปกรณ์

ชุดรถกังหัน

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากชุดรถกังหันที่กำหนดไว้ ให้นักช่อมแซม ปรับปรุง หรือดัดแปลง ให้เป็นสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ โดยอาศัยหลักการเดิม หรือทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม โดยปฏิบัติตามดังนี้

1. ทดลองเล่นชุดรถกังหัน ได้ผลอย่างไร ต้องแก้ไขอย่างไรจึงเล่นได้

ผลการเล่น.....

.....

การแก้ไขให้เล่นได้.....

.....

2. ให้นักคิดปรับปรุง ดัดแปลง รถกังหันให้สามารถเล่นได้เร็วขึ้น สวยงามขึ้น หรือให้เป็นของเล่นอื่น ๆ โดยปฏิบัติตามดังนี้

- 2.1 ตั้งสมมติฐานในการคิดดัดแปลงปรับปรุงหลาย ๆ ข้อ

1.....

2.....

3.
4.
5.

2.2 เลือกสมมติฐานที่จะทำได้และดีที่สุด อาจจะมีเลือกมากกว่า 1 ข้อ ก็ได้

สมมติฐานที่เลือก.....

2.3 นำสมมติฐานของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วตัดสินใจเลือกทำเฉพาะที่ ลงความเห็นว่าเป็นไปได้

สมมติฐานที่ทำ.....

3. เขียนแบบสิ่งประดิษฐ์ที่คิดจะทำ เขียนรายการอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ และเขียน ขั้นตอนการทำซึ่งเขียนเป็นภาพก็ได้ (งานกลุ่ม) ข้อ 1 , 2 , 3 ใช้เวลา 2 คาบ

แบบสิ่งประดิษฐ์

รายการอุปกรณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการประดิษฐ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการประดิษฐ์ ต่อ

.....

4. ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แล้วทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นใหม่ ถ้ายังไม่มีประสิทธิภาพ หรือยังไม่พอใจกับผลงาน ให้ปรับปรุงใหม่อีกได้ถ้ายังมีเวลาพอ (งานกลุ่ม) ชื่อ 4 , 5 , 6 ให้เวลา 4 คาบ

ผลการค้นพบครั้งแรก

.....

.....

การแก้ไขที่ทำการทดลองใช้.....

.....

.....

ผลจากการแก้ไข.....

.....

.....

5. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่ได้ปฏิบัติทั้งหมด จนได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ โดยการอธิบายประกอบผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

6. ให้ประเมินผลกลุ่มของตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากได้เสนอผลงาน และฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถหรือคุณภาพ

- 3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก
2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง
1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด			
4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

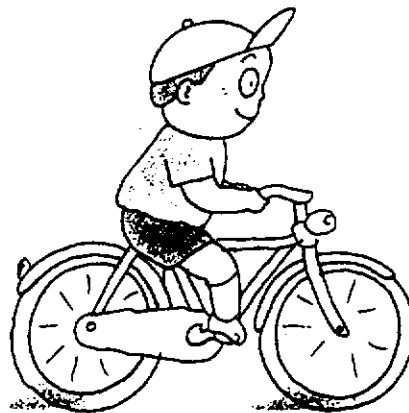
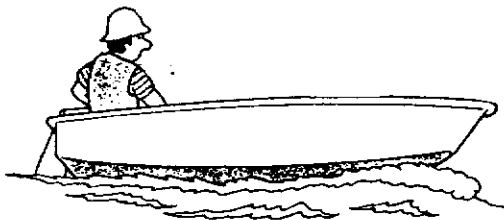
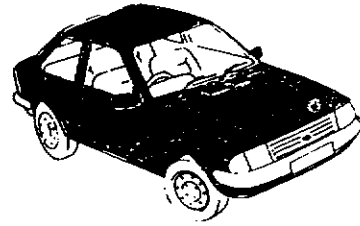
1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 2

แรงหมุนกลับของหนังยาง



ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

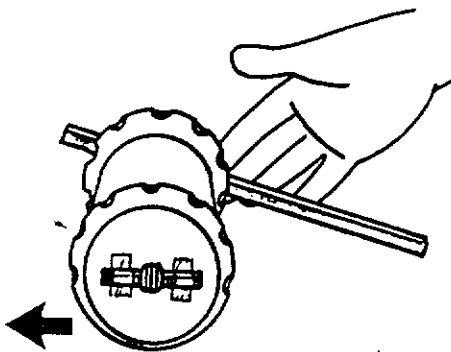
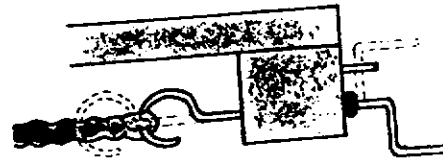
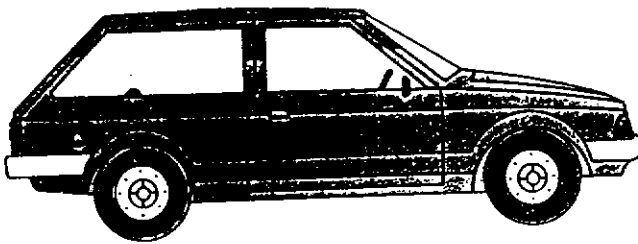
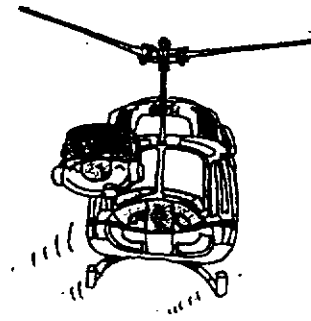
ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมนี้ต้องการให้ซ่อมแซม ปรับปรุง หรือดัดแปลง **สิ่งประดิษฐ์** ที่กำหนดไว้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยปฏิบัติตามนี้

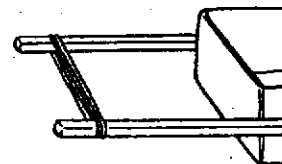
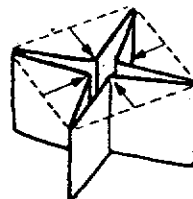
1. ศึกษาเนื้อหาสาระที่มีไว้ให้จบเสียก่อน เพื่อจะได้แนวความคิดในการซ่อมแซม ดัดแปลง หรือปรับปรุง
2. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้ละเอียด และทำกิจกรรมตามข้อเสนอแนะและข้อกำหนดที่ระบุไว้
3. พยายามคิดและทำให้ได้แปลก ๆ แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ เพราะแสดงถึงการมีความคิดสร้างสรรค์
4. ถ้ากำหนดว่างานกลุ่มให้ร่วมมือปรึกษาหารือกัน อภิปรายตกลงร่วมกันภายในกลุ่ม ถ้าไม่ระบุว่างานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ

พลังงานสามารถสะสมได้ในลักษณะต่าง ๆ กัน
พลังงานที่สะสมเมื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น
สามารถทำงานได้ เช่น พลังงานที่สะสมใน
หนังยางที่หมุนเป็นเกลียว เมื่อปล่อยเกลียว
ออกจะทำให้เกิดพลังงานได้ เราสามารถ
นำพลังงานนี้ไปใช้ประกอบเป็นของเล่นได้



แรงหมุนกลับของหนังยางนี้สามารถนำไป
ประดิษฐ์เป็นของเล่นต่าง ๆ ได้หลายชนิด
เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นต้น



อุปกรณ์

ชุดรถแรงยาง

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากชุดรถแรงยางที่กำหนดไว้ ให้คิดซ่อมแซม ปรับปรุง หรือดัดแปลง ให้เป็นสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ โดยอาศัยหลักการเดิม หรือทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม โดยปฏิบัติตามดังนี้

1. ทดลองเล่นชุดรถแรงยาง ได้ผลอย่างไร ต้องแก้ไขอย่างไรจึงเล่นได้

ผลการเล่น.....

.....

การแก้ไขให้เล่นได้.....

.....

2. ให้คิดปรับปรุง คัดแปลง รดแรงยางให้สามารถเล่นได้เร็วขึ้น สวยงามขึ้น หรือให้เป็นของเล่นอื่น ๆ โดยปฏิบัติตามนี้

2.1 ตั้งสมมติฐานในการคิดคัดแปลงปรับปรุงหลาย ๆ ข้อ

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

2.2 เลือกสมมติฐานที่จะทำได้และดีที่สุด อาจจะมีเลือกมากกว่า 1 ข้อ ก็ได้

สมมติฐานที่เลือก.....

2.3 นำสมมติฐานของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วตัดสินใจเลือกทำเฉพาะที่
 ลงความเห็นว่าเป็นไปได้

สมมติฐานที่ทำ.....

ขั้นตอนการประดิษฐ์

[illegible]

4. ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แล้วทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นใหม่ ถ้ายังไม่มีประสิทธิภาพ หรือยังไม่พอใจกับผลงาน ให้ปรับปรุงใหม่อีกได้ถ้ายังมีเวลาพอ (งานกลุ่ม) ข้อ 4 , 5 , 6 ให้เวลา 4 คาบ

ผลการดัดแปลงครั้งแรก.....

การแก้ไขที่ทำหลังการทดลอง.....

ผลจากการแก้ไข.....

5. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่ได้ปฏิบัติทั้งหมด จนได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ โดยการอธิบายประกอบผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

6. ให้ประเมินผลกลุ่มของตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากได้เสนอผลงาน และฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้

ให้ทำเครื่องหมาย✓ในช่องที่ตรงกับความสามารถหรือคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด			
4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

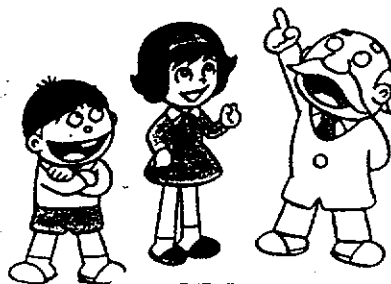
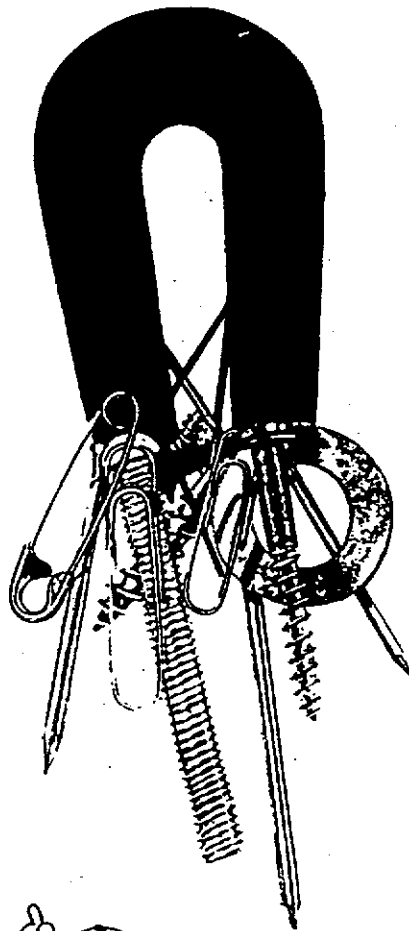
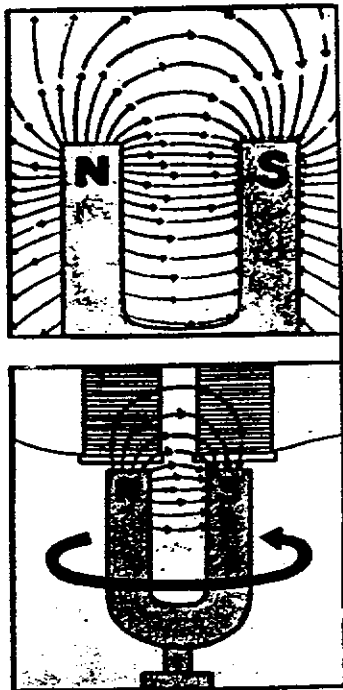
1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 3

แม่เหล็ก



ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมนี้ต้องการให้ซ่อมแซม ปรับปรุง หรือตัดแปลง สิ่งประดิษฐ์ ที่กำหนดไว้ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยปฏิบัติตามดังนี้

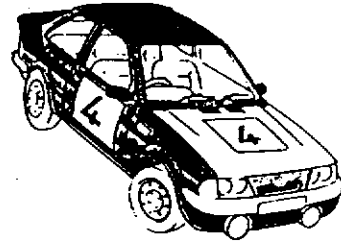
1. ศึกษาเนื้อหาสาระที่มีไว้ให้จบเสียก่อน เพื่อจะได้แนวความคิดในการซ่อมแซม ตัดแปลง หรือปรับปรุง
2. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้ละเอียด และทำกิจกรรมตามข้อเสนอแนะและข้อกำหนดที่ระบุไว้
3. พยายามคิดและทำให้ได้แปลก ๆ แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ เพราะแสดงถึงการมีความคิดสร้างสรรค์
4. ถ้ากำหนดว่างานกลุ่มให้ร่วมมือปรึกษาหารือกัน อภิปรายตกลงร่วมกันภายในกลุ่ม ถ้าไม่ระบุว่างานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ

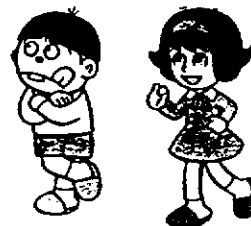
แม่เหล็กเป็นของเล่นที่ทำให้สนุกสนานได้ เธอคงเคยเอาแม่เหล็กไปเตะตามสิ่งของ เครื่องใช้ต่าง ๆ คว้าแม่เหล็กดูอะไรบ้าง ในของเล่นหลาย ๆ ชนิดก็มีแม่เหล็กอยู่ด้วย เช่น รถไฟฟ้า หุ่นยนต์ นอกจากนี้เรายัง นำแม่เหล็กไปประกอบในเครื่องมือเครื่องใช้ ต่าง ๆ มากมาย เช่น ทำขอบประตูตู้เย็น



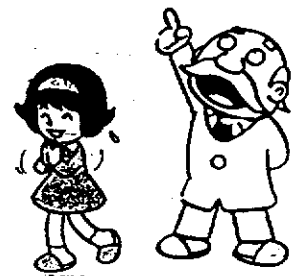
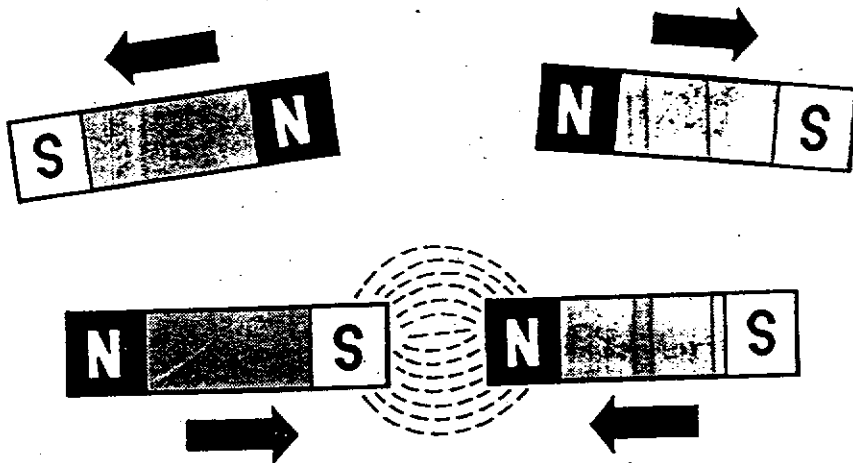
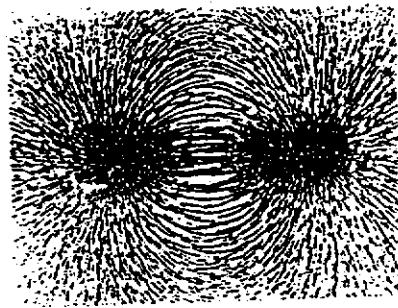
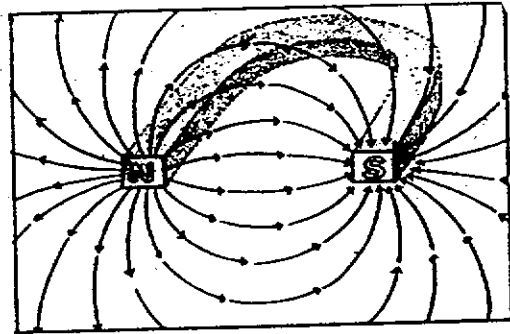
แม่เหล็กสามารถดึงดูดวัตถุบางอย่างได้ เราเรียกสิ่งเหล่านั้นว่า สารแม่เหล็ก สารแม่เหล็กล้วนแต่เป็นโลหะทั้งนั้น เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์



แม่เหล็กยังเป็นตัวทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า หลายชนิดทำงาน เช่น วิทยุ โทรทัศน์ ไมโครโฟน เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ทั้งหลาย



แรงดึงดูดของแม่เหล็กจะมีมากที่ส่วนปลาย
สุดหรือที่ขั้วของมัน แม่เหล็กแท่งหนึ่ง
สามารถดึงดูดแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่งได้
ถ้าขั้วเหนือของมันหันไปหาขั้วใต้ของ
อีกแท่งหนึ่ง แต่ถ้ามันหันขั้วได้เข้าหากัน
จะทำให้เกิดการผลักกันขึ้น และใน
ทำนองเดียวกันขั้วเหนือเหมือนกัน
ก็จะผลักกันเช่นเดียวกัน



อุปกรณ์

กระเช้าลอยฟ้า

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากชุดกระเช้าลอยฟ้าที่กำหนดไว้ ให้คิดซ่อมแซม ปรับปรุง หรือดัดแปลง ให้เป็น
สิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ โดยอาศัยหลักการเดิม หรือทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม โดยปฏิบัติ
ดังนี้

1. ทดลองเล่นชุดกระเช้าลอยฟ้า ได้ผลอย่างไร ต้องแก้ไขอย่างไรจึงเล่นได้

ผลการเล่น.....

.....

การแก้ไข.....

.....

2. ให้คิดปรับปรุง ดัดแปลง กระเช้าลอยฟ้าให้ให้เป็นของเล่นอื่น ๆ โดยปฏิบัติดังนี้

2.1 ตั้งสมมติฐานในการคิดดัดแปลงปรับปรุงหลาย ๆ ข้อ

1.....

2.....

3.
4.
5.

2.2 เลือกสมมติฐานที่จะทำได้และดีที่สุด อาจจะเลือกมากกว่า 1 ข้อ ก็ได้

สมมติฐานที่เลือก.....

2.3 นำสมมติฐานของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วตัดสินใจเลือกทำเฉพาะที่
 ลงความเห็นว่าดีและเป็นไปได้

สมมติฐานที่ทำ.....

3. เขียนแบบสิ่งประดิษฐ์ที่คิดจะทำ เขียนรายการอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ และเขียน
 ขั้นตอนการทำซึ่งเขียนเป็นภาพก็ได้ (งานกลุ่ม) ข้อ 1 , 2 , 3 ให้เวลา 2 คาบ

แบบสิ่งประดิษฐ์

รายการอุปกรณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1001-1005.

ขั้นตอนการประดิษฐ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1001-1005.

.....

ขั้นตอนการประดิษฐ์ ต่อ

.....

4. ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แล้วทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นใหม่ ถ้ายังไม่มีประสิทธิภาพ หรือยังไม่พอใจกับผลงาน ให้ปรับปรุงใหม่อีกได้ถ้ายังมีเวลาพอ (งานกลุ่ม) ข้อ 4 , 5 , 6 ให้เวลา 4 คาบ

ผลการตัดแปลงครั้งแรก

.....

.....

การแก้ไข้ทำหลังการทดลองใช้.....

.....

.....

ผลจากการแก้ไข.....

.....

.....

5. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่ได้ปฏิบัติทั้งหมด จนได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ โดยการอธิบายประกอบผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)

6. ให้ประเมินผลกลุ่มของตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากได้เสนอผลงาน และฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้

ให้ทำเครื่องหมาย✓ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด			
4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

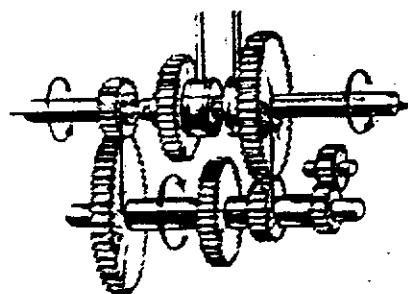
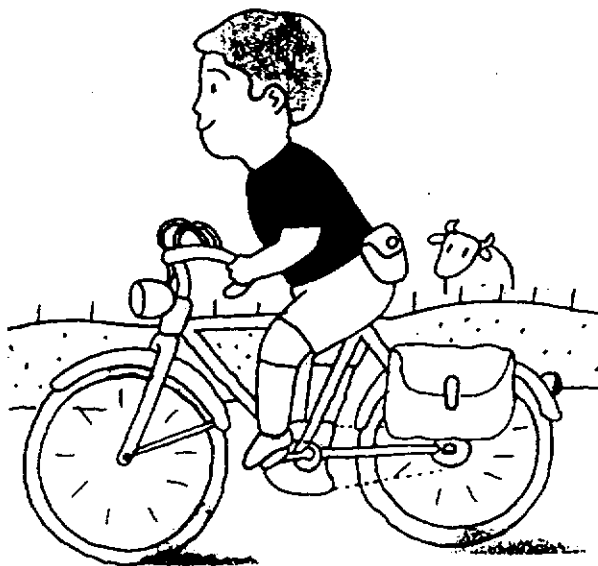
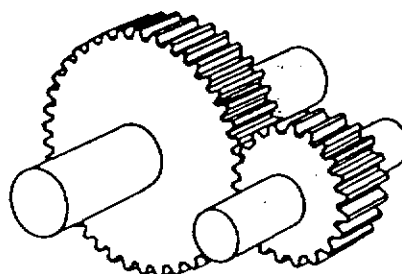
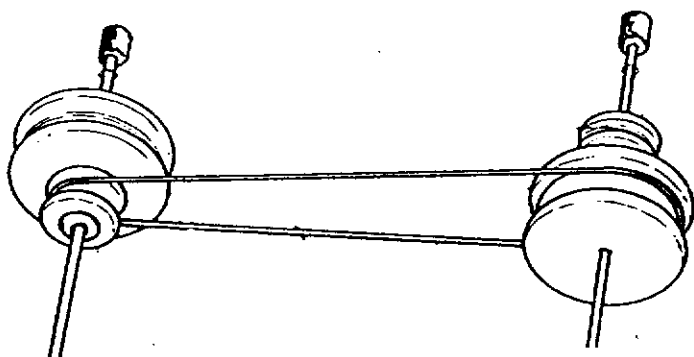
1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 4

การถ่ายทอดกำลัง



ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมนี้ต้องการให้ซ่อมแซม ปรับปรุง หรือคิดแปลงสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดไว้
ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยปฏิบัติตามดังนี้

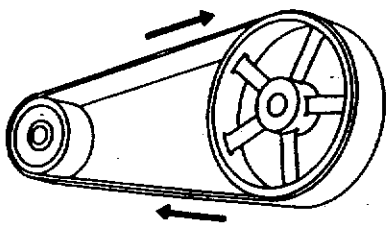
1. ศึกษาเนื้อหาสาระที่มีไว้ให้จบเสียก่อน เพื่อจะได้แนวความคิดในการซ่อมแซม
ดัดแปลง หรือปรับปรุง
2. อ่านกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้ละเอียด และทำกิจกรรมตามข้อแนะนำและ
ข้อกำหนดที่ระบุไว้
3. พยายามคิดและทำให้ได้แปลก ๆ แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ เพราะแสดงถึง
การมีความคิดสร้างสรรค์
4. ถ้ากำหนดว่างานกลุ่มให้ร่วมมือปรึกษาหารือกัน อภิปรายตกลงร่วมกันภายใน
กลุ่ม ถ้าไม่ระบุงานกลุ่มให้ทำเป็นรายบุคคล

เนื้อหาสาระ

การถ่ายทอดกำลังมีหลายแบบ

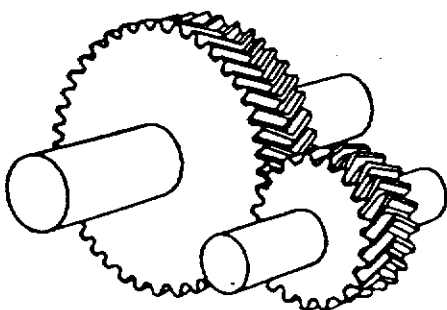
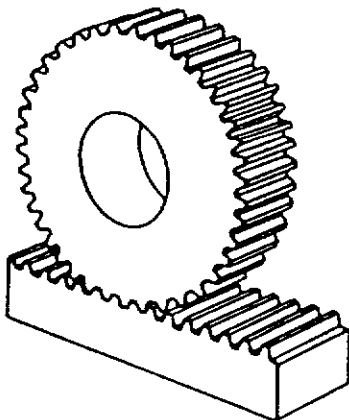
เช่น ใช้ของเหลว ใช้เฟือง

ใช้โซ่ ใช้สายพาน เป็นต้น



การถ่ายทอดกำลังโดยใช้เฟือง

จะใช้หลักการของคานงัด



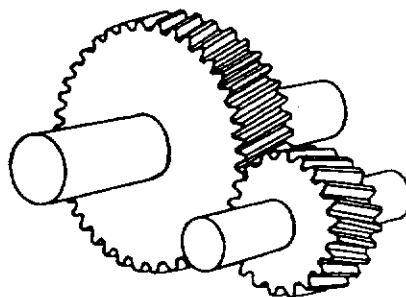
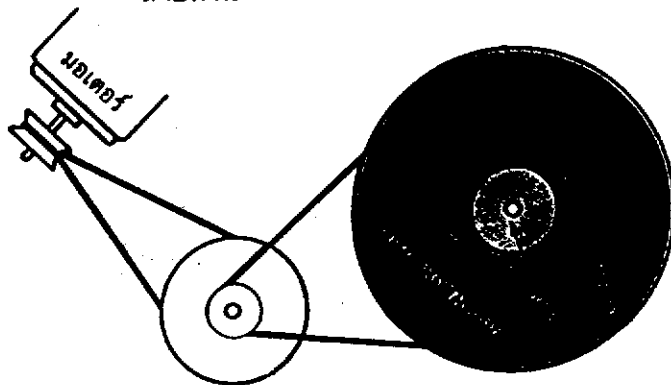
การถ่ายทอดกำลังโดยใช้ความฝืด

ใช้หลักการของความฝืดระหว่างผิว

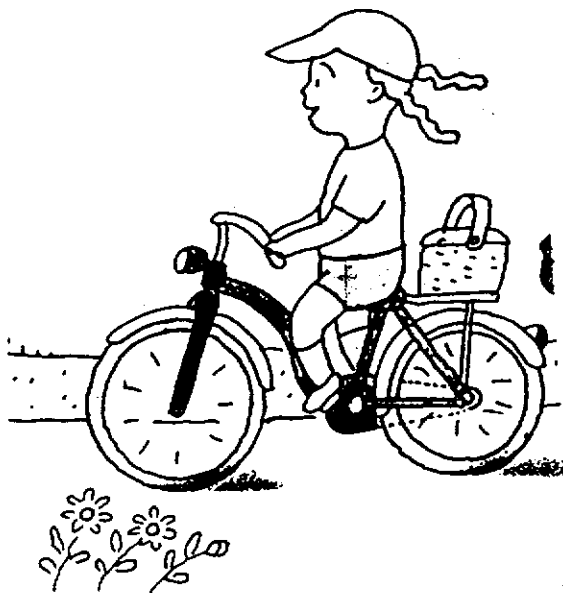
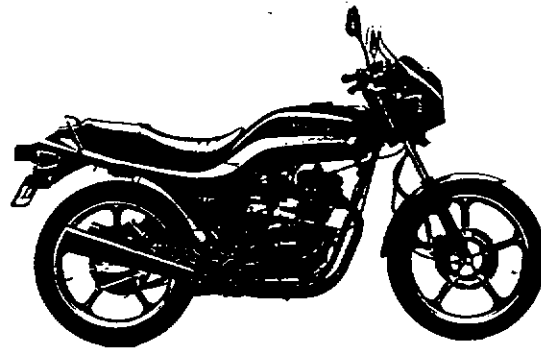
ของวัตถุ 2 อันซึ่งนำมาสัมผัสกัน

เช่น การถ่ายทอดกำลังโดยใช้

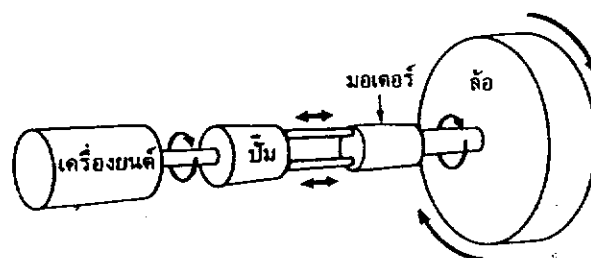
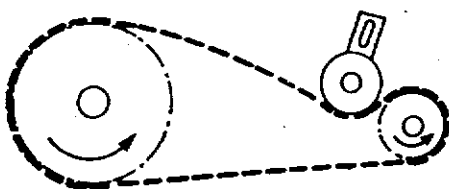
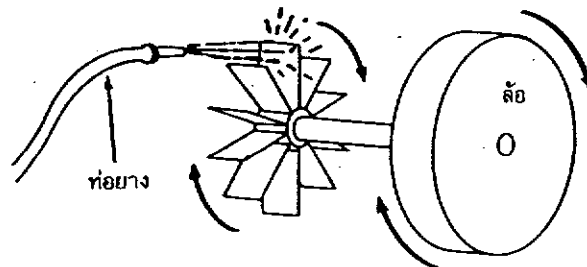
สายพาน



การถ่ายทอตกำลังโดยใช้โซ่
คล้ายกับการถ่ายทอตกำลัง
โดยใช้สายพาน ซึ่งจะถ่ายทอ
กำลังจากเพลานึง ไปสู่อีก
เพลานึง



การถ่ายทอตกำลังโดยใช้ของเหลว
จะใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการ
ถ่ายทอกำลัง



อุปกรณ์

ชุดรถแรงดัน

กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

จากชุดรถแรงดัน ที่กำหนดไว้ ให้นักช่อมแซม ปรับปรุง หรือดัดแปลง
ให้เป็นสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ โดยอาศัยหลักการเดิม หรือทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม
โดยปฏิบัติตามนี้

1. ทดลองเล่นชุดรถแรงดัน ได้ผลอย่างไร ต้องแก้ไขอย่างไรจึงเล่นได้

ผลการเล่น.....

.....

การแก้ไข.....

.....

2. ให้นักปรับปรุง ดัดแปลงรถแรงดัน ให้สามารถเล่นได้ สวยงามขึ้น หรือให้เป็น
ของเล่นอื่น ๆ โดยปฏิบัติตามนี้

- 2.1 ตั้งสมมติฐานในการคิดดัดแปลงปรับปรุงหลาย ๆ ข้อ

1.....

2.....

3.

4.

2.2 เลือกสมมติฐานที่จะทำได้และดีที่สุด อาจจะเลือกมากกว่า 1 ข้อ ก็ได้

สมมติฐานที่เลือก.....

.....

2.3 นำสมมติฐานของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วตัดสินใจเลือกทำเฉพาะที่
ลงความเห็นว่าเป็นไปได้

สมมติฐานที่ทำ.....

.....

3. เขียนแบบสิ่งประดิษฐ์ที่คิดจะทำ เขียนรายการอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ และเขียน
ขั้นตอนการทำซึ่งเขียนเป็นภาพก็ได้ (งานกลุ่ม) ข้อ 1 ,2 , 3 ใช้เวลา 2 คาบ

แบบสิ่งประดิษฐ์

รายการอุปกรณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการประดิษฐ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการประดิษฐ์ ต่อ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แล้วทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นใหม่ ถ้ายังไม่มีประสิทธิภาพ หรือยังไม่พอใจกับผลงาน ให้ปรับปรุงใหม่อีกได้ถ้ายังมีเวลาพอ (งานกลุ่ม) ข้อ 4 , 5 , 6 ให้เวลา 4 คาบ

ผลการประดิษฐ์ครั้งแรก.....

.....

.....

การแก้ไขที่หา.....

.....

.....

ผลการแก้ไข.....

.....

.....

5. เตรียมเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่ได้ปฏิบัติทั้งหมด จนได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ โดยการอธิบายประกอบผลงาน (ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที)
6. ให้ประเมินผลกลุ่มของตนเองโดยประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากได้เสนอผลงานและฟังกลุ่มอื่น ๆ แล้ว ดังนี้
ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถหรือคุณภาพ
 - 3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก
 - 2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง
 - 1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด			
4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

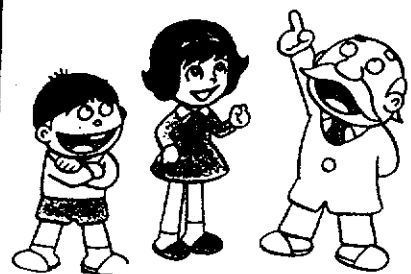
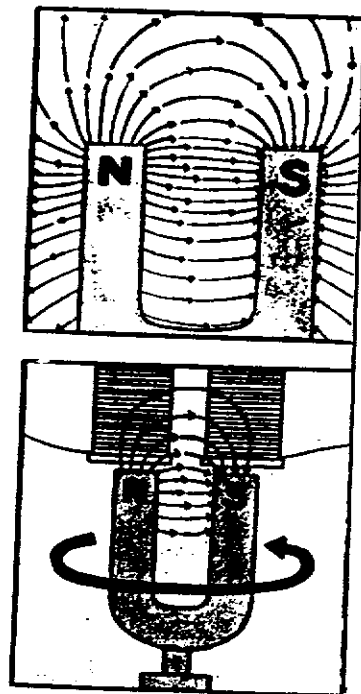
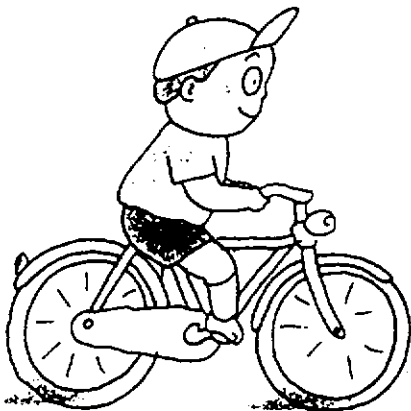
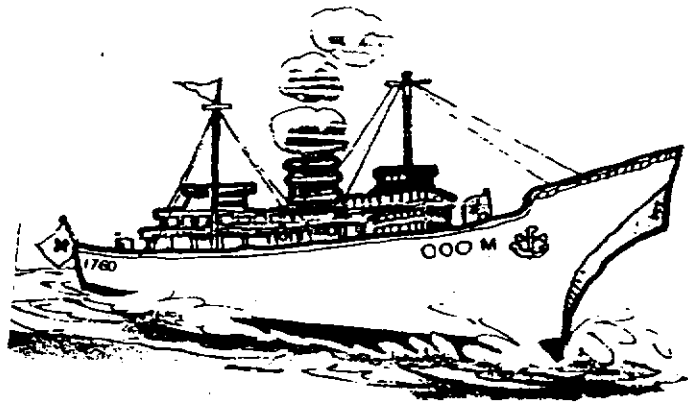
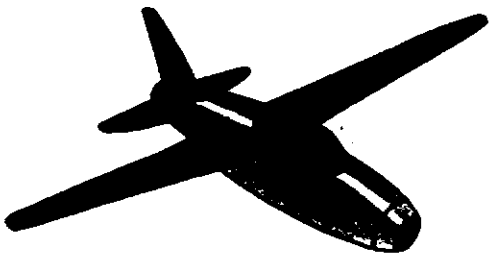
7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

คู่มือครู

ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์

ทางวิทยาศาสตร์



กิจกรรมที่ 1

พลังกังหัน

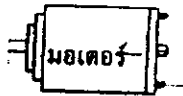
จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

1. คัดแปลงรถกังหันให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ หรือให้มีประสิทธิภาพได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

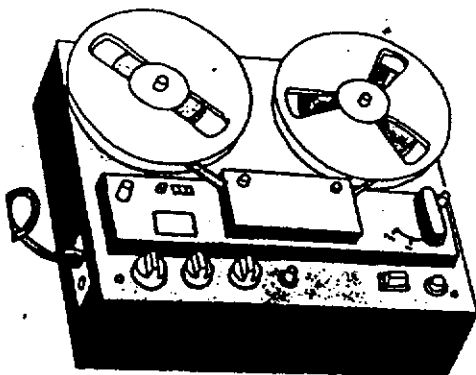
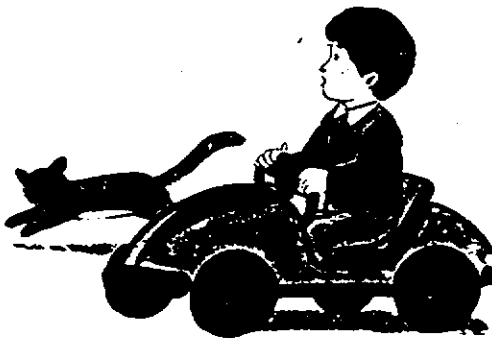
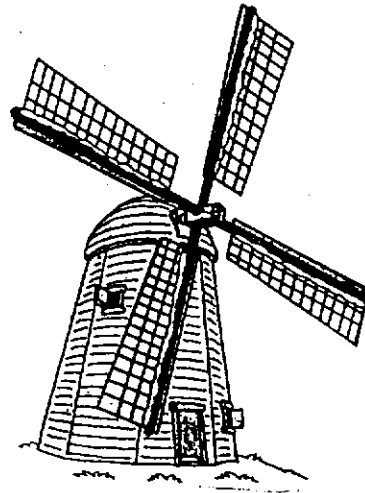
ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาี่ก่อนการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ



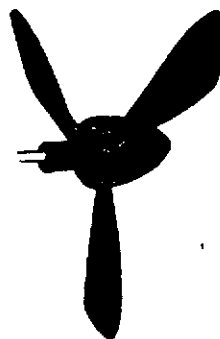
มอเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะและขนาดต่าง ๆ กัน มีทั้งขนาดใหญ่มาก และเล็กมาก มอเตอร์ จะหมุนด้วยอัตราเร็วต่างกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านไปโนมอเตอร์แกนของมอเตอร์จะหมุน เมื่อต้องการใช้งานก็ต่อจากแกนนี้ไปใช้



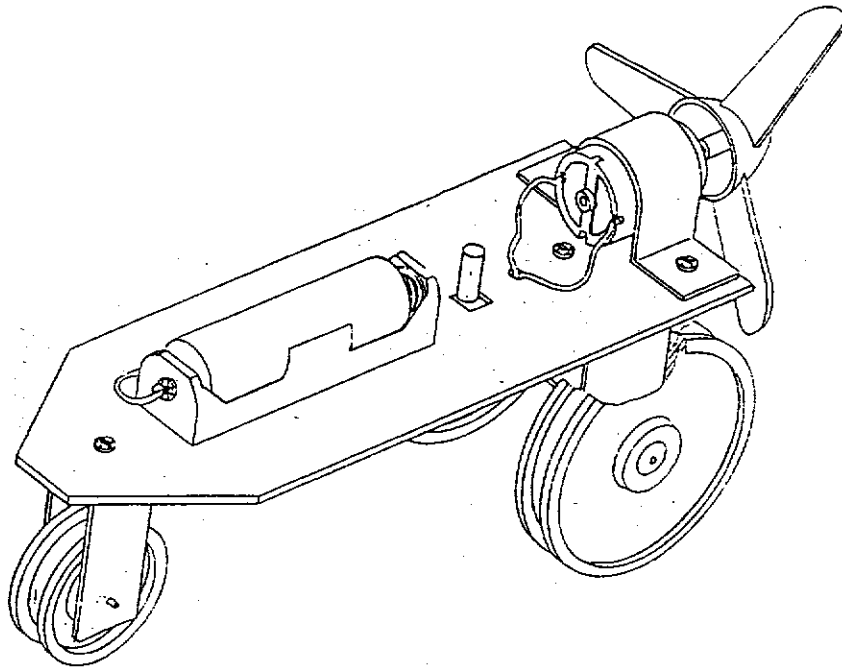
กังหันและใบพัดเป็นเครื่องจักรประเภท เดียวกันแต่ทำงานและมีที่ใช้ต่างกัน ใบของเรือ กังหันลม ใบพัดของเครื่องบิน และเรือ ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ ล้วน ทำงานแบบเดียวกัน คือ สร้างแรงยก ซึ่งก็คือความดันที่ช่วยผลักดันให้วัตถุต่าง ๆ ลอยอยู่ในอากาศหรือให้เคลื่อนที่ไป



ใบเรือ ใบพัด มีด้านหนึ่งโค้งออก
ข้างนอก และอีกด้านแบนหรือโค้งน้อย ๆ
เข้าข้างใน เมื่ออากาศไหลผ่านเข้าไป
ด้านที่โค้ง ความดันอากาศบนด้านนั้นจะ
ลดลงต่ำกว่าความดันอากาศที่กระทำ
ต่อด้านที่แบนราบ และความดันที่ต่างกัน
จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางด้านที่
ความดันน้อยกว่า



ชุดสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์



การทำให้รถกักกันไม่สมบูรณ์

1. ไม่ต่อสายไฟกับแบตเตอรี่
2. ไม่ใส่ถ่านไฟฉาย
3. ให้ถ่านไฟฉายที่ใช้ไม่ได้

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้ความคำแนะนำ อำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้ความสนใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม ครู นักเรียนร่วมมือกันสรุปผลงานที่ได้

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย✓ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด			
4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

กิจกรรมที่ 2

แรงหมุนกลับของหนังยาง

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

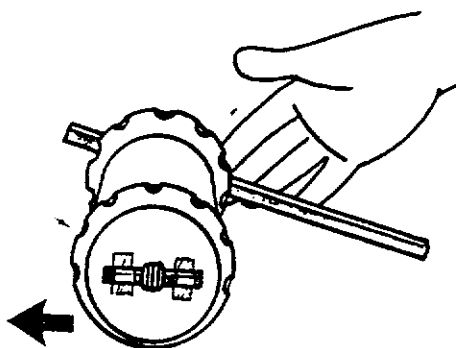
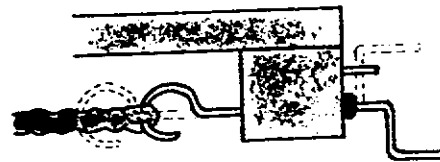
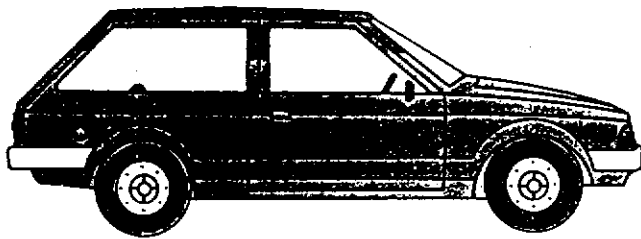
1. ตัดแปลงรถแรงยางให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ หรือให้มีประสิทธิภาพได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

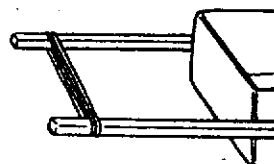
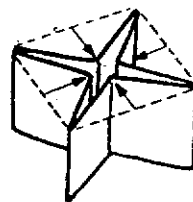
1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

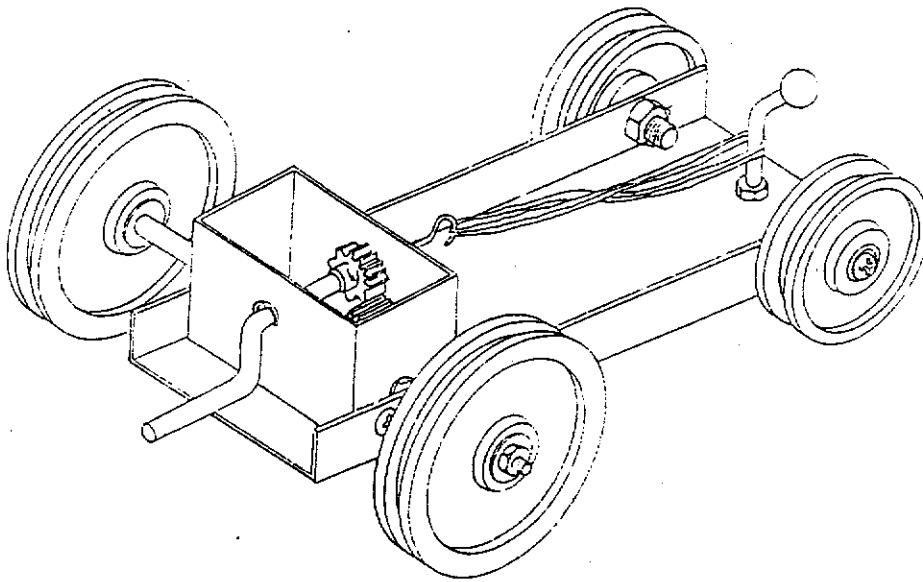
พลังงานสามารถสะสมได้ในลักษณะต่าง ๆ กัน
พลังงานที่สะสมเมื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น
สามารถทำงานได้ เช่น พลังงานที่สะสมใน
หนังยางที่หมุนเป็นเกลียว เมื่อปล่อยเกลียว
ออกจะทำให้เกิดพลังงานได้ เราสามารถ
นำพลังงานนี้ไปใช้ประกอบเป็นของเล่นได้



แรงหมุนกลับของหนังยางนี้สามารถนำไป
ประดิษฐ์เป็นของเล่นต่าง ๆ ได้หลายชนิด
เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นต้น



ชุดสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์



การทำให้รถแรงยางไม่สมบูรณ์

1. ไม่คล้องพยาง
2. ให้พยางที่เสียความยืดหยุ่นแล้ว
3. ให้พยางเพียงเส้นเดียว
4. คล้องพยางไว้เส้นเดียว

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้กำลังใจ อย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครู นักเรียนร่วมมือกันสรุปผลงานทั้งหมด

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด 2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด 3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด 4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด 5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด 6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง
 7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง
 1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

กิจกรรมที่ 3

แม่เหล็ก

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

1. คัดแปลงกระเช้าลอยฟ้าให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ หรือให้มีประสิทธิภาพได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

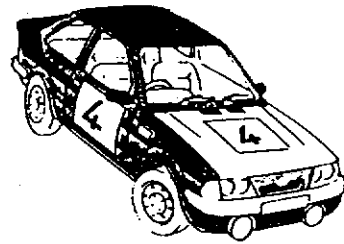
1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาขึ้นก่อนการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

แม่เหล็กเป็นของเล่นที่ทำให้สนุกสนานได้
เธอคงเคยเอาแม่เหล็กไปเตะตามสิ่งของ
เครื่องใช้ต่าง ๆ ว่าคุณแม่เหล็กคืออะไรบ้าง
ในของเล่นหลาย ๆ ชนิดก็มีแม่เหล็กอยู่ด้วย
เช่น รถไฟฟ้า หุ่นยนต์ นอกจากนี้เรายัง
นำแม่เหล็กไปประกอบในเครื่องมือเครื่องใช้
ต่าง ๆ มากมาย เช่น ทำขอบประตูตู้เย็น



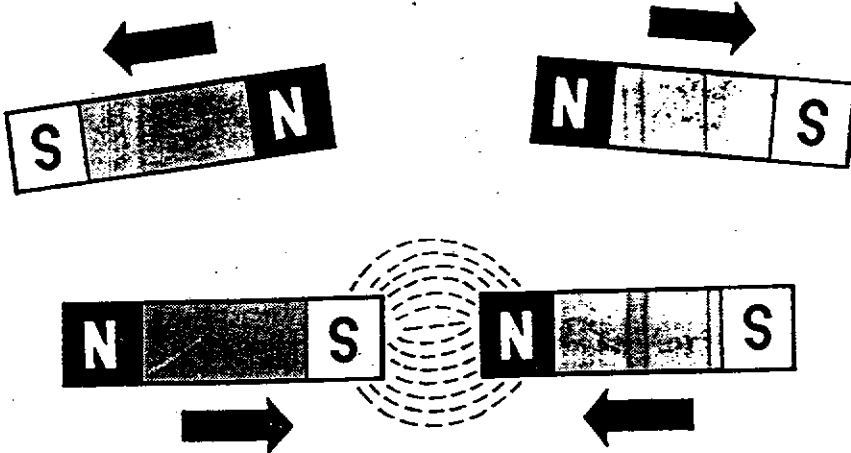
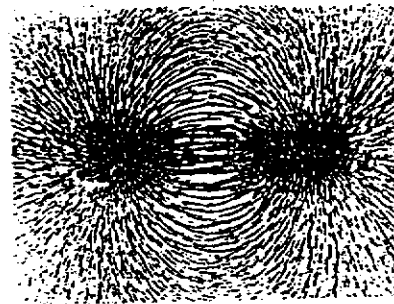
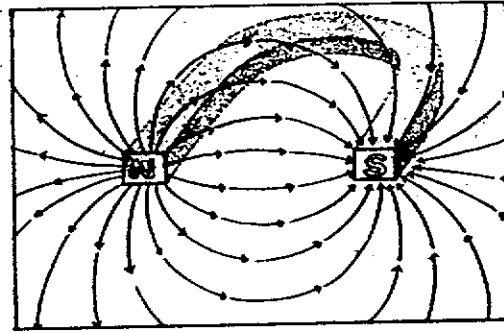
แม่เหล็กสามารถดึงดูดวัตถุบางอย่างได้
เราเรียกสิ่งเหล่านั้นว่า สารแม่เหล็ก
สารแม่เหล็กล้วนแต่เป็นโลหะทั้งนั้น
เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์



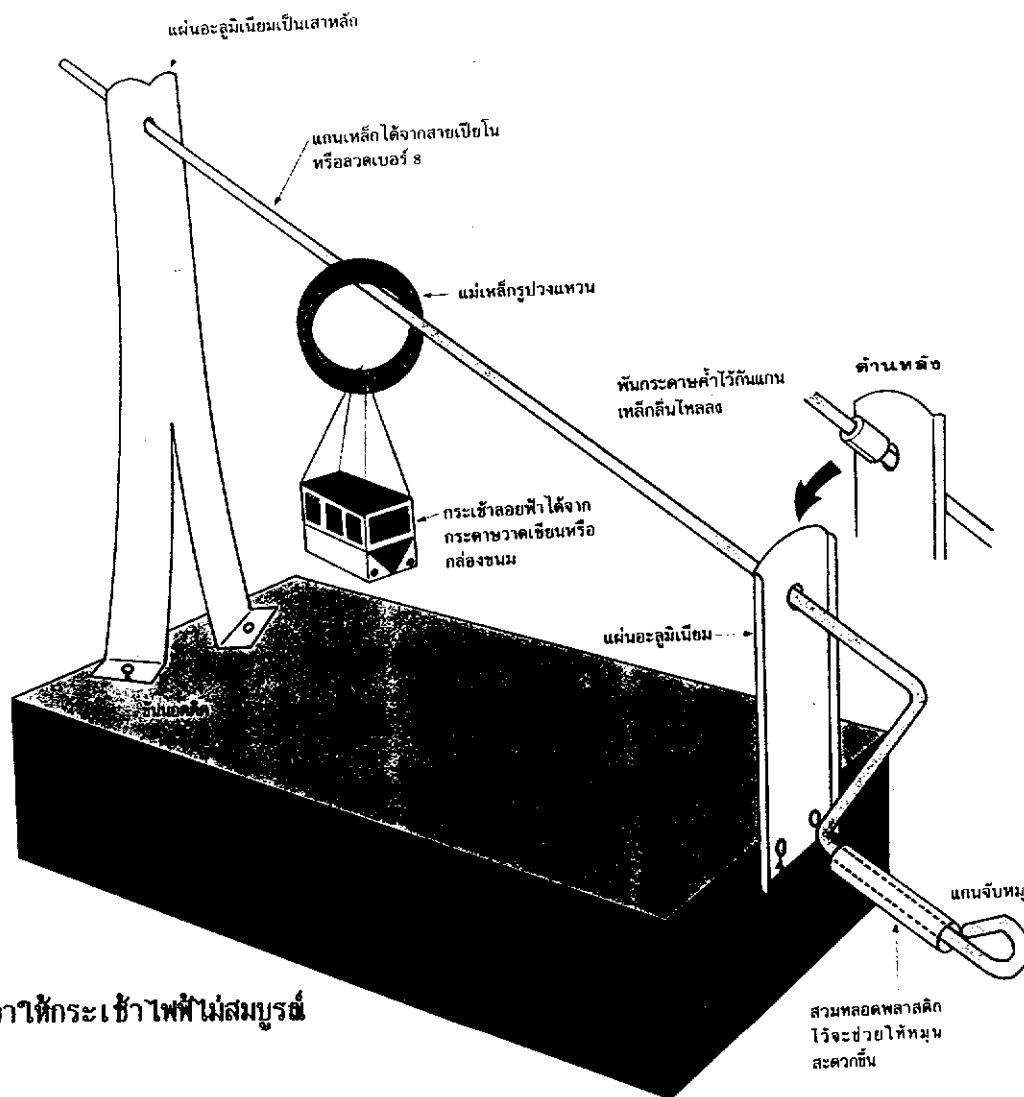
แม่เหล็กยังเป็นตัวทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า
หลายชนิดทำงาน เช่น วิทยุ โทรทัศน์
ไมโครโฟน เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า
และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ทั้งหลาย



แรงดึงดูดของแม่เหล็กจะมีมากที่ส่วนปลาย
 สุดหรือที่ขั้วของมัน แม่เหล็กแท่งหนึ่ง
 สามารถดึงดูดแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่งได้
 ถ้าขั้วเหนือของมันหันไปหาขั้วใต้ของ
 อีกแท่งหนึ่ง แต่ถ้ามันหันขั้วได้เข้าหากัน
 จะทำให้เกิดการผลักกันขึ้น และใน
 ทำนองเดียวกันขั้วเหนือเหมือนกัน
 ก็จะผลักกัน เช่นเดียวกัน



ชุดสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์



การทำให้กระเช้าไฟฟ้าไม่สมบูรณ์

1. ใส่แม่เหล็กไม่ถูกต้อง
2. ไม่ประกอบแกนให้

การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้ความคำแนะนำอำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครู นักเรียนร่วมเมื่อกันสรุปผลงานทั้งหมด

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด 2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด 3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด 4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด 5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด 6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			

คะแนน 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง
 7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง
 1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

กิจกรรมที่ 4

การถ่ายทอดกำลัง

จุดมุ่งหมาย กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียน

1. คัดแปลงชุดรถแรงดันให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ หรือให้มีประสิทธิภาพได้
2. มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อแนะนำ กิจกรรมนี้ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

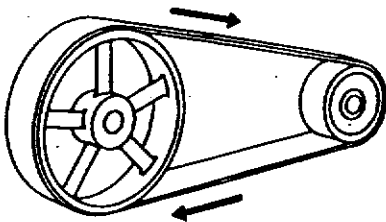
1. ศึกษาชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียด
2. ทดลองปฏิบัติตามชุดกิจกรรมก่อนนำไปสอนนักเรียน
3. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ก่อนการสอน
4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมไว้ล่วงหน้าก่อนการสอน
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
6. คอยให้กำลังใจไม่ขัดขวางพฤติกรรมอันจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาก่อนจะเป็นการดียิ่งขึ้น
8. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง รู้ลึกปลอดภัย ไม่เคร่งเครียดขณะสอน
9. กิจกรรมนี้ ใช้เวลาในการสอน 3 ครั้ง 6 คาบ

เนื้อหาสาระ

การถ่ายทอดกำลังมีหลายแบบ

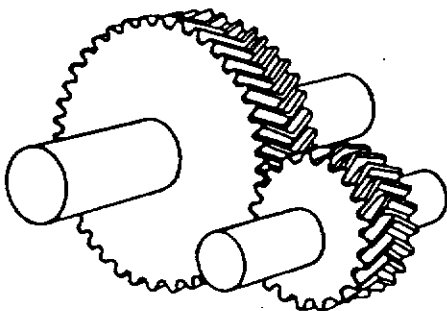
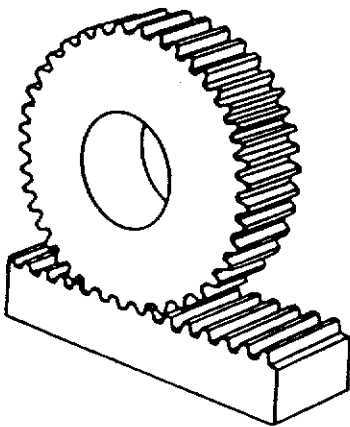
เช่น ใช้ของเหลว ใช้เฟือง

ใช้โซ่ ใช้สายพาน เป็นต้น



การถ่ายทอดกำลังโดยใช้เฟือง

จะใช้หลักการของคานงัด



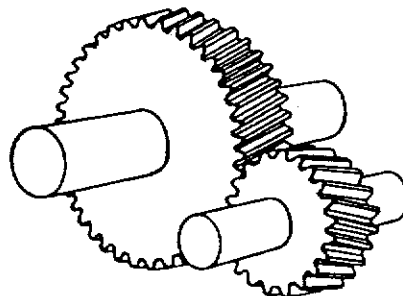
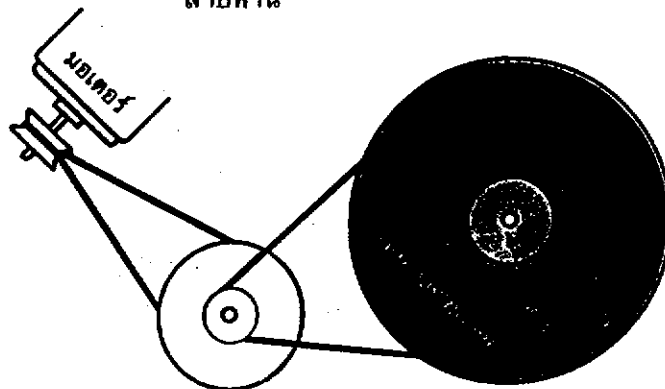
การถ่ายทอดกำลังโดยใช้ความฝืด

ใช้หลักการของความฝืดระหว่างผิว

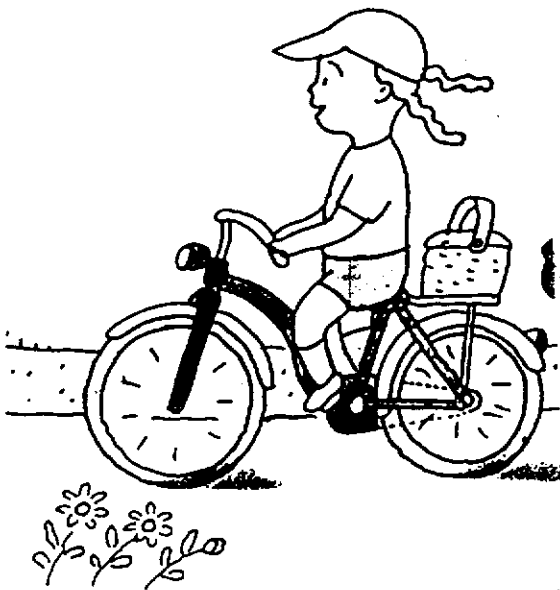
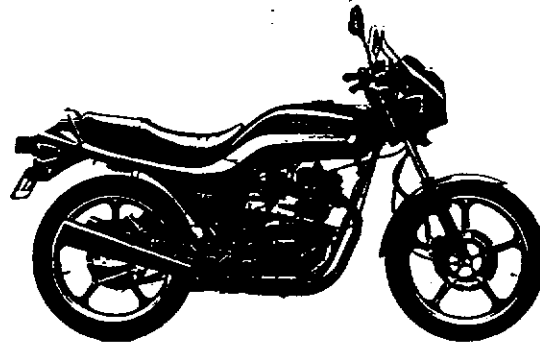
ของวัตถุ 2 อันซึ่งนำมาสัมผัสกัน

เช่น การถ่ายทอดกำลังโดยใช้

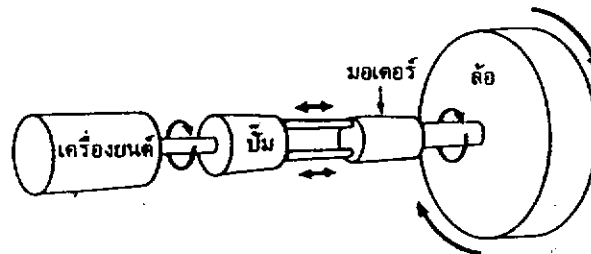
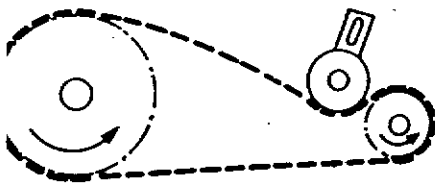
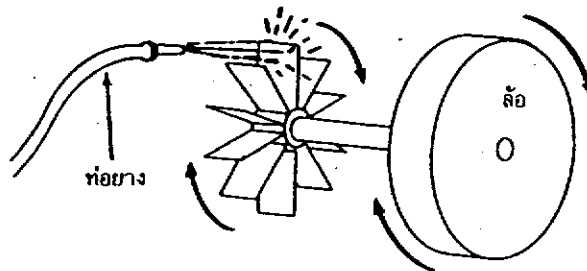
สายพาน



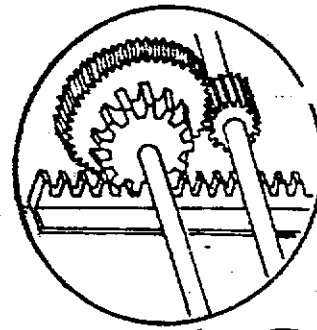
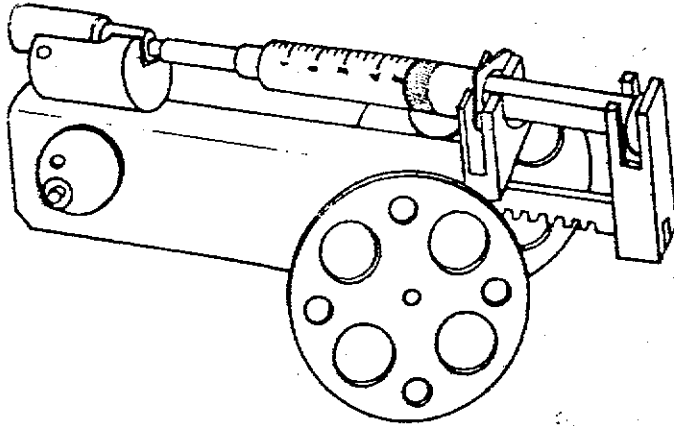
การถ่ายทอตกำลังโดยใช้โซ่
คล้ายกับการถ่ายทอตกำลัง
โดยใช้สายพาน ซึ่งจะถ่ายทอ
กำลังจากเพลาหนึ่ง ไปสู่อีก
เพลาหนึ่ง



การถ่ายทอตกำลังโดยใช้ของเหลว
จะใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการ
ถ่ายทอตกำลัง

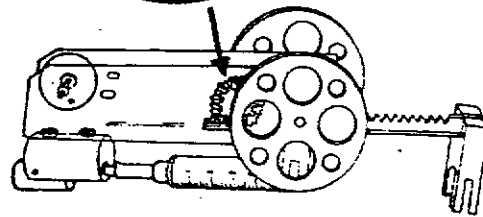


ชุดสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สมบูรณ์



การทำให้รถแรงดันไม่สมบูรณ์

1. ให้อานสูบชำรุด
2. ให้กระบอกสูบรั่ว
3. ให้เฟืองชำรุด
4. ให้ล้อรถผิด



การดำเนินกิจกรรม ในการสอนกิจกรรมนี้ครูควรปฏิบัติดังนี้

ขั้นนำ ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือ ให้ความแนะนำอำนวยความสะดวก ดูแลความปลอดภัยและความสะอาดเรียบร้อย ให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด

ขั้นสรุป ให้นักเรียนเสนอผลงานเป็นกลุ่มทุกกลุ่ม แล้วครู นักเรียนร่วมมือกันสรุปผลงานทั้งหมด

การประเมินผล

ครูประเมินผลความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้

แบบประเมินความสามารถในการประดิษฐ์

ให้ทำเครื่องหมาย✓ในช่องที่ตรงกับความสามารถและคุณภาพของงาน

เลข 3 , 2 , 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
1. การตั้งสมมติฐานเป็นไปได้เพียงใด			
2. แบบแปลกใหม่กว่ากลุ่มอื่นเพียงใด			
3. ผลงานมีประโยชน์เพียงใด			
4. สิ่งประดิษฐ์ทำงานได้ดีเพียงใด			
5. การเสนอผลงานสมบูรณ์เพียงใด			
6. ผลงานประสบผลสำเร็จเพียงใด			
รวม			
เฉลี่ย			

คะแนนเฉลี่ย 13 - 18 หมายถึง ความสามารถสูงและคุณภาพสูง

7 - 12 หมายถึง ความสามารถปานกลางและคุณภาพปานกลาง

1 - 6 หมายถึง ความสามารถต่ำและคุณภาพต่ำ

คู่มือแบบประเมิน

ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

คู่มือแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินชุดนี้มีชื่อว่าแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลรวมของการเรียนรายวิชา ว 013 วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เลือกเรียนรายวิชานี้ โดยใช้วิธีประเมินการสอบเป็นรายบุคคล คะแนนที่ได้จะนำไปรวมกับคะแนนระหว่างภาคเรียน เพื่อนำไปพิจารณาตัดสินผลการเรียนของวิชานี้ และนอกจากนี้ผลของการวัดจะทำให้ทราบว่านักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด ควรปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนใด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไป

ลักษณะของแบบประเมิน

ลักษณะทั่วไปของแบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินการปฏิบัติที่ใช้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล ผู้ที่ทำการประเมินจะต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการประเมิน หรือเป็นผู้สอนในรายวิชา ว 013 เพราะจะต้องสังเกตการปฏิบัติงาน และให้คะแนนการปฏิบัติงานของนักเรียนทั้งขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติงาน และการเสนอผลงาน

วิธีการประเมิน

การประเมินจะแบ่งขั้นตอนการประเมินเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การประเมินการวางแผน จะตรวจให้คะแนนตามแผนงานที่นักเรียนเขียนไว้ โดยให้คะแนนในช่วงก่อนการปฏิบัติงานในขั้นที่ 2 เพื่อป้องกันการแก้ไขแผนงาน

ขั้นที่ 2 การประเมินการปฏิบัติ จะให้คะแนนขณะที่นักเรียนปฏิบัติงาน ผู้ประเมินควรจะสังเกตนักเรียนโดยอัตราเฉลี่ย ครู:นักเรียน 1:5 เพื่อให้ผลการประเมิน เชื่อถือได้ ดังนั้นผู้ประเมินควรแบ่งนักเรียนสอบปฏิบัติออกเป็นรอบ ๆ

ขั้นที่ 3 การประเมินคุณภาพและการเสนอผลงาน จะต้องให้นักเรียนจัดแสดงผลงาน แล้วผู้ประเมินเป็นผู้ซักถามนักเรียนพร้อม ๆ กับดูผลงานสิ่งประดิษฐ์ด้วย

ตัวอย่างแบบประเมิน

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับช่องที่มีตัวเลขที่นักเรียนมีความสามารถ และผลงานมีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์ตามคู่มือการประเมิน

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
ตอนที่ 1 การวางแผน 1. การเขียนวิธีการประดิษฐ์ชัดเจน 2. การออกแบบมีแนวความคิดใหม่ 3. ความยากง่ายของแบบสิ่งประดิษฐ์ 4. มีการคิดดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ 5. การเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะสมกับสมบัติของวัสดุ			
ตอนที่ 2 การปฏิบัติงาน 6. การใช้เครื่องมือคล่องแคล่ว 7. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย 8. มีการเตรียมพร้อมในการปฏิบัติงาน 9. สถานที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย 10. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน 11. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา			

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
ตอนที่ 3 คุณภาพ ประสิทธิภาพ และการเสนอผลงาน 12. ผลผลิตตรงกับการวางแผน 13. โครงสร้างของสิ่งประดิษฐ์แข็งแรง 14. รูปร่างสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วน 15. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสม 16. มีความประณีตในการประดิษฐ์ 17. ตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ได้สวยงาม 18. ผลผลิตมีความสมบูรณ์ 19. ผลงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ 20. การเสนอผลงานจัดระบบเรื่องราวดี 21. การสื่อความหมายในผลงานถูกต้อง 22. เสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว 23. แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในผลงาน			
รวมคะแนน			

เกณฑ์การประเมิน

ตอนที่ 1 การวางแผน

1. การเขียนวิธีการประดิษฐ์ชัดเจน

- 3 คะแนน เมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ได้ชัดเจน ละเอียดถี่ถ้วน ปฏิบัติตามได้ง่าย
- 2 คะแนน เมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ละเอียด แต่อ่านแล้วเข้าใจ
- 1 คะแนน เมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ละเอียด อ่านไม่เข้าใจ

2. การออกแบบมีแนวความคิดใหม่

- 3 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่มาก
- 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์คิดแปลงบางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์เป็นการลอกเลียนโดยตรง

3. ความยากง่ายของแบบสิ่งประดิษฐ์

- 3 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ยากกว่าความรู้ในระดับชั้น
- 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์เป็นความรู้ในระดับชั้น
- 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ง่ายเกินไปกับระดับชั้น

4. มีการคิดดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์

- 3 คะแนน เมื่อมีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์เป็นจำนวนมาก
- 2 คะแนน เมื่อมีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่บ้างเล็กน้อยก่อนการประดิษฐ์
- 1 คะแนน เมื่อไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ก่อนการประดิษฐ์

5. การเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะกับสมบัติของวัสดุ

- 3 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประดิษฐ์ตรงและเหมาะกับสมบัติของวัสดุเป็นจำนวนมาก
- 2 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประดิษฐ์ตรงและเหมาะกับสมบัติของวัสดุน้อยขึ้น
- 1 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประดิษฐ์ไม่ตรงและไม่เหมาะกับสมบัติของวัสดุ

ตอนที่ 2 การปฏิบัติงาน

6. การใช้เครื่องมือคล่องแคล่ว

- 3 คะแนน เมื่อจับเครื่องมือต่าง ๆ ใช้อย่างคล่องแคล่วไม่ติดขัดเคอะเขิน
- 2 คะแนน เมื่อจับเครื่องมือ เลือกเครื่องมือไม่ค่อยเหมาะกับงานที่ทำ
- 1 คะแนน เมื่อใช้เครื่องมือไม่เป็น หรือไม่เหมาะสม

7. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย

- 3 คะแนน เมื่อทำงานด้วยความระมัดระวังไม่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน
- 2 คะแนน เมื่อทำงานประมาทเกือบทำให้เกิดอุบัติเหตุในขณะทำงาน
- 1 คะแนน เมื่อทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน หรือเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

8. มีการเตรียมพร้อมในการปฏิบัติงาน

- 3 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ครบทุกชิ้น และวางเป็นระเบียบก่อนปฏิบัติงาน
- 2 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ครบทุกชิ้น แต่จัดวางไม่เป็นระเบียบ
ก่อนปฏิบัติงาน
- 1 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ไม่ครบทุกชิ้นและจัดวางไม่เป็นระเบียบ
ก่อนปฏิบัติงาน

9. สถานที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย

- 3 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานทำความสะอาดเครื่องมือ โต๊ะปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย
- 2 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานทำความสะอาดเครื่องมือแต่โต๊ะปฏิบัติงาน
ไม่สะอาดเรียบร้อย
- 1 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานไม่ทำความสะอาดเครื่องมือและโต๊ะปฏิบัติงาน
ไม่สะอาดเรียบร้อย

10. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน

- 3 คะแนน เมื่อปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผนทุกขั้นตอน
- 2 คะแนน เมื่อมีการปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผนไม่ครบถ้วน
- 1 คะแนน เมื่อไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน คู่มือส่นวนวาย
หรือเมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ละเอียด อ่านไม่เข้าใจ

11. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา

- 3 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จก่อนหรือเสร็จตามเวลาที่กำหนด
- 2 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 10 นาที
- 1 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที หรือทำไม่สำเร็จ

ตอนที่ 3 คุณภาพ ประสิทธิภาพ และการเสนอผลงาน

12. ผลผลิตตรงกับการวางแผน

- 3 คะแนน เมื่อผลงานที่ได้เหมือนกับที่ออกแบบไว้
- 2 คะแนน เมื่อผลงานที่ได้มีส่วนเหมือนกับที่ออกแบบไว้
- 1 คะแนน เมื่อผลงานที่ได้ไม่เหมือนกับที่ออกแบบไว้

13. โครงสร้างของสิ่งประดิษฐ์แข็งแรง

- 3 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้แข็งแรง แน่นหนาไม่โยกเยกเมื่อจับต้องดู
- 2 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีการโยกเยกบ้าง ไม่ค่อยแน่นหนา
- 1 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้หลุคเสียหายได้ง่าย

14. รูปร่างสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วน

- 3 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มองดูสมส่วนทั้งความกว้าง ความยาว ความสูง
- 2 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีทั้งได้สัดส่วน และ ไม่ได้สัดส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ไม่ได้สัดส่วน มองดูบิดตา

15. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสม

- 3 คะแนน เมื่อหาวัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์บางส่วนไม่เหมาะสม
- 1 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์ไม่เหมาะสมกับงานและสมบัติ

16. มีความประณีตในการประดิษฐ์

- 3 คะแนน เมื่อการต่อ การตัด การติดกาว หรือความเรียบของผิวดีมาก
- 2 คะแนน เมื่อการต่อ การตัด การติดกาว หรือความเรียบของผิวมีบางส่วนที่ไม่ดี
- 1 คะแนน เมื่อการต่อ การตัด การติดกาว หรือความเรียบของผิวหยาบมาก

17. ตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ได้สวยงาม

- 3 คะแนน เมื่อมีการตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ให้สวยงามขึ้นแต่ไม่ผิดแบบมาก
- 2 คะแนน เมื่อมีการตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ให้สวยงามขึ้นผิดแบบมาก
- 1 คะแนน เมื่อไม่มีการตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ให้สวยงามขึ้นเลย

18. ผลผลิตมีความสมบูรณ์

- 3 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ครบถ้วน สมบูรณ์ ใช้ประโยชน์ได้
- 2 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ต้องปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้นใช้ประโยชน์ได้
- 1 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ไม่สมบูรณ์ปรับปรุงไม่ได้หรือไม่ใช้ประโยชน์

19. ผลงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

- 3 คะแนน เมื่อใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์และสามารถอธิบายได้
- 2 คะแนน เมื่อใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์แต่ไม่สามารถอธิบายได้
- 1 คะแนน เมื่อไม่มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์หรือบอกไม่ได้ว่ามีหรือไม่

20. การเสนอผลงานจัดระบบเรื่องราวดี

- 3 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนดีทำให้เข้าใจง่าย
- 2 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนที่สับสนบ้างแต่สามารถทำให้เข้าใจได้
- 1 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานลำดับขั้นตอนไม่ดีทำให้เข้าใจยาก

21. การสื่อความหมายในผลงานถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อใช้ภาษาในการเสนอผลงานได้เข้าใจ ถูกต้อง ชัดเจน
- 2 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจ แต่ใช้ภาษาไม่ค่อยถูกต้อง ชัดเจน
- 1 คะแนน เมื่อภาษาในการเสนอผลงานไม่เข้าใจ ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่

22. เสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว

- 3 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานได้อย่างชัดเจน คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด
- 2 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ชัดเจน แต่คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด
- 1 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ชัดเจน ไม่คล่องแคล่ว ติดขัด

23. แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในผลงาน

- 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้ถูกต้อง ผิดน้อยมากหรือไม่ผิดเลย
- 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้บ้าง ผิดบ้าง
- 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามไม่ได้ ไม่ถูกต้องและตอบผิดมาก

การทดสอบภาคปฏิบัติวิชา ว 013

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์คนละ 1 อย่าง โดยนักเรียนจะต้องคำนึงว่า สิ่งประดิษฐ์นั้นใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และพยายามให้แตกต่างจากผู้อื่น ในการประดิษฐ์นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามนี้

1. เขียนรายงานการวางแผนสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยละเอียด ให้อ่านเข้าใจและปฏิบัติได้โดยเขียนภาพร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ รายการอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนการสร้าง และกำหนดเวลาที่จะใช้ในการสร้างด้วย
2. ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคล
3. เสนอผลงาน โดยอธิบายผลการประดิษฐ์และตอบคำถามเป็นรายบุคคล

แบบทดสอบ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

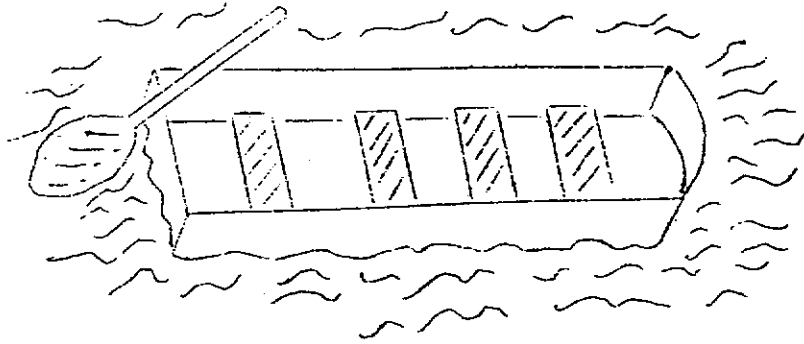
.....

คำแนะนำในการตอบแบบทดสอบ

1. นักเรียนจะได้คะแนนมาก ถ้าตอบได้มาก ตอบได้หลายแนวทาง ตอบได้แปลกกว่าคนอื่น
ตอบในสิ่งที่คนอื่นนึกไม่ถึง ตอบในสิ่งที่ไม่ได้เรียนปกติ
2. คำตอบทุกคำตอบจะไม่ผิด แต่คำตอบที่จะได้คะแนนต้องเป็นคำตอบที่ใช้หลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
3. คำตอบที่จะได้คะแนนต้องเป็นคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถามในแต่ละข้อ นักเรียนต้องอ่านคำสั่งให้เข้าใจ
4. ผลการตอบของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
5. แบบทดสอบแต่ละข้อให้นักเรียนตอบข้อละ 15 นาที โดยครูจะบอกสัญญาณหมดเวลา
6. ให้ตอบคำถามในแบบทดสอบนี้

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1

1. "คิดแปลง-เพิ่มเติม"



จากภาพ เรือลำนี้เจ้าของเรือได้มอบหมายให้นายช่างต่อเรือคิดแปลงลักษณะหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรก็ได้ เพื่อให้เรือลำนี้วิ่งได้เร็ว มีลักษณะแปลกใหม่ และมีอุปกรณ์ประกอบเรือที่ทันสมัย โดยไม่ต้องกังวลถึงราคาในการแปลงหรือเพิ่มเติม และในการเพิ่มเติมจะใช้อุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมก็ได้

ถ้านักเรียนเป็นนายช่างต่อเรือดังกล่าว ซึ่งจะต้องพยายามคิดรายการที่จะแปลงลักษณะหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรือให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เพื่อที่จะให้ได้เรือซึ่งมีคุณสมบัติตามที่เจ้าของเรือต้องการ

นักเรียนคิดว่า จะมีรายการแปลงลักษณะของเรือหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรบ้าง

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

7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.

2. "นักค้นคว้า"

นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อนพบพืชชนิดหนึ่งขึ้นอยู่บริเวณรอบ ๆ แอ่งน้ำ จึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่าพืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้นห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตร จะไม่มีพืชชนิดนี้อยู่เลย และจากการศึกษาพบว่าบริเวณนั้นจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นจึงได้นำ ต้นกล้า กิ่งใบผลพร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้นี้มาประมาณอย่างละ 10 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่านักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์ท่านนั้น ให้นักเรียนคิดวิธีทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบอธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีหรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้

วิธีที่ 1

.....

.....

.....

วิธีที่ 2

.....

.....

.....

វិធី 3

.....

វិធី 4

.....

វិធី 5

.....

វិធី 6

.....

វិធី 7

.....

វិធី 8

.....

វិធី 9

.....

3. "ปลาทอง"

ถ้าท่านเลี้ยงปลาทอง 1 ตัว ไว้ในอ่าง ท่านจะสามารถนำปลาทองตัวนี้ไปทดลองทางวิทยาศาสตร์อะไรได้บ้าง โดยไม่ทำให้ปลาทองตายหรือบาดเจ็บ

ให้คิดหาวิธีทดลองที่แปลก ๆ ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 15 นาที แล้วอธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ ประกอบด้วย ท่านอาจจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือใด ๆ ประกอบด้วยก็ได้

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการศึกษว่า "ถ้าอากาศน้อยลง ปลาทองจะลอยน้ำ หรือจมน้ำได้ดีขึ้น"
การทดลอง เอาครอบแก้วที่มีเครื่องสูบลมอากาศออกครอบอ่างปลาไว้
แล้วค่อย ๆ สูบลมออก คอยสังเกตตัวปลาว่า
ลอยขึ้น หรือจมลง

ตัวอย่างที่ 2 ต้องการศึกษว่า "ปลาทองว่ายน้ำได้เพราะครีบออกหรือครีบล้างไข่หรือไม่"
การทดลอง เอาสก็อตเทปพันรอบตัวปลาไว้ เพื่อไม่ให้ครีบออกหรือ
ครีบล้างเคลื่อนไหว แล้วปล่อยปลาลงในอ่างน้ำ สังเกตว่า
ปลายังว่ายน้ำได้อยู่หรือไม่

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

4.
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
6.
.....
.....
.....
7.
.....
.....
.....
8.
.....
.....
.....
9.
.....
.....
.....
.....
.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2

1. "นักประดิษฐ์"

ให้นักเรียนเลือกวัสดุที่ใช้แล้วที่กำหนดให้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น

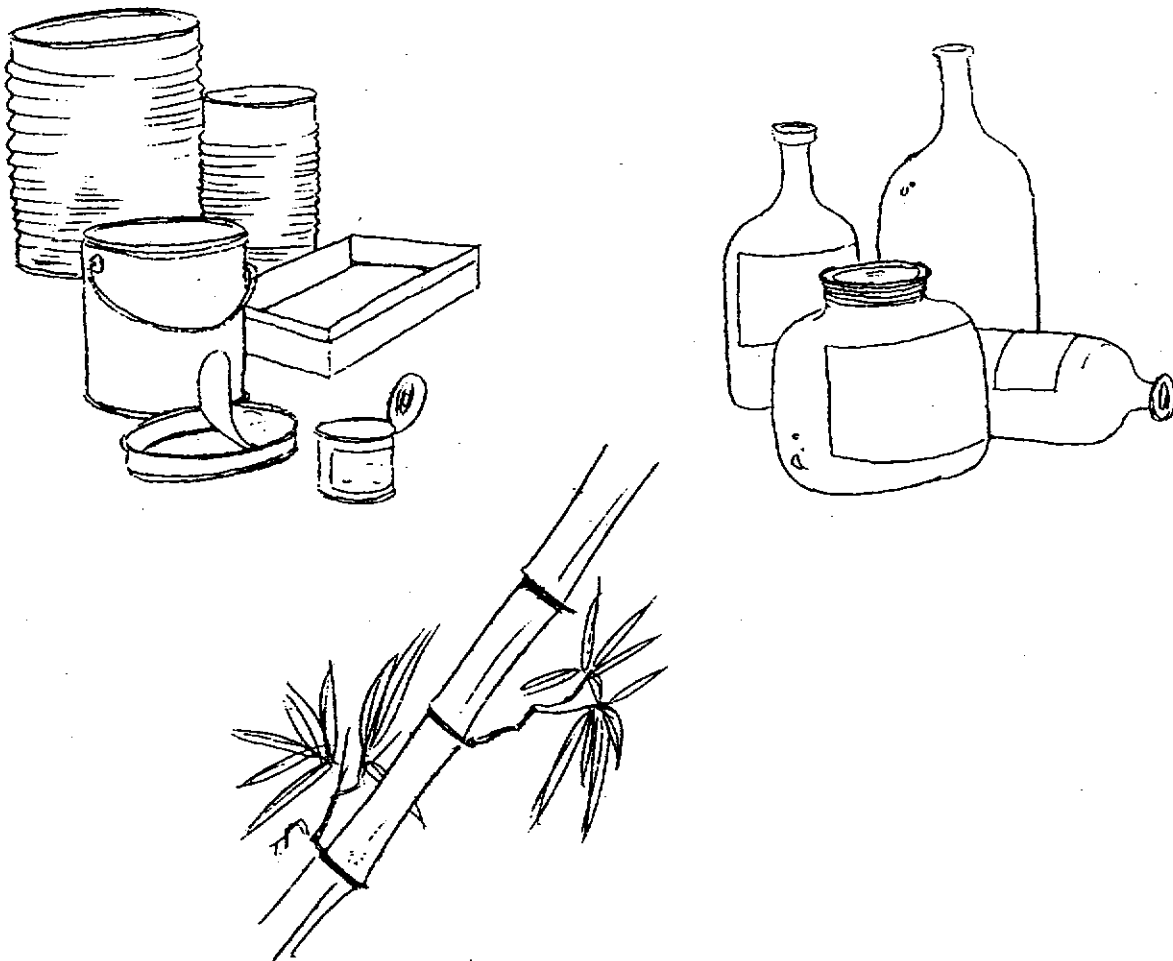
- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้ก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้อุปกรณ์ซ้ำ ๆ กันก็ได้และอาจจะดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้ดowel กรรไกร ฟัน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

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

อุปกรณ์ที่กำหนดให้



ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้อย่างย่อ ๆ

เครื่องมือชุดที่ 1 1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอยาวประมาณ 1 ฟุต

2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องขนาดเท่ากันทั้ง 3 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากันฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน

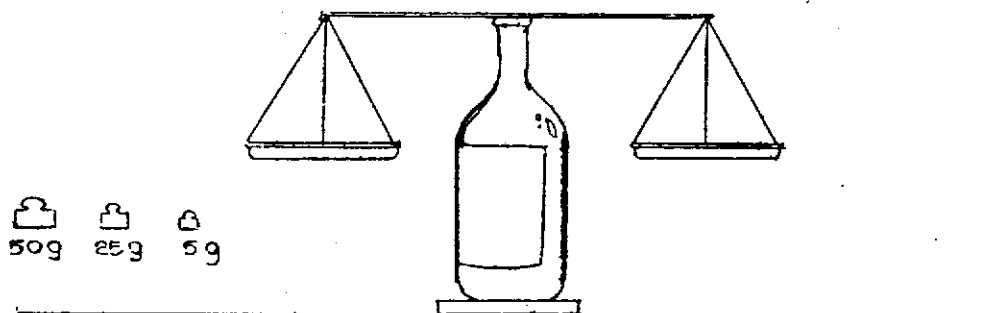
3. รวบปลายเชือกมาขมวดแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่

4. นำไม้ไผ่ที่มาวางบนปากขวด ให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากัน ใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องมือซึ่งอย่างง่าย)

หรือ : การวาดรูปเครื่องมือหรือของใช้

เครื่องมือชุดที่ 1



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องซึ่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 4

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 5

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 6

.....

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 7

.....

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 8

.....

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 9

.....

.....

.....

การนำไปใช้

2. "ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์"

ถ้านักเรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติกอยู่ 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นักเรียนจะนำมาทำอะไรได้บ้าง และมีวิธีการทำอย่างไร จงอธิบายหรือเขียนภาพมาให้เข้าใจ โดยต้องคำนึงว่าสิ่งที่ทำให้หลักการ หรือเป็นงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ช่วย ก็ได้ หรือนำไปประกอบกับสิ่งอื่น ๆ ก็ได้

1. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
2. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
3. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
4. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....

5. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
6. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
7. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
8. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
9. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....
10. ใช้ทำ
วิธีทำ
.....
.....
.....

3. "ไข่มุกแตก"

ให้นักเรียนคิดหาวิธีทำให้ไข่มุกแตกหรือไข่มุกซึ่งเป็นไข่มุก จำนวน 1 ฟอง ทั้งจากตีก
ชั้นที่ 3 ตกลงมาถึงชั้นล่างสุด โดยไข่มุกแตก ท่านจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้

ขอให้ท่านคิดหาวิธีที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลา 15 นาที
แล้วอธิบายหรือเขียนภาพวิธีคิดแต่ละวิธีลงในที่ว่างต่อไปนี้

1.

.....

.....

.....

.....

2.

.....

.....

.....

.....

3.

.....

.....

.....

.....

4.

.....

.....

.....

.....

5.

.....

.....

.....

6.
.....
.....
.....
.....
.....
7.
.....
.....
.....
.....
.....
8.
.....
.....
.....
.....
.....
9.
.....
.....
.....
.....
.....
10.
.....
.....
.....
.....
.....
11.
.....
.....
.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายสมบุญญา	ชื่อสกุล ศรีภคณานนท์
เกิดวันที่ 10	เดือน สิงหาคม พุทธศักราช 2499
สถานที่เกิด	อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	108/128 หมู่บ้านบัวทอง 2 ถ.คลังชั้น-บางบัวทอง ตำบลบางรักพัฒนา อำเภอบางบัวทอง นนทบุรี 11110
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนยานนาเวศวิทยาาคม ถ.สาธิตประดิษฐ์ เขต สาทร กรุงเทพมหานคร 10120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2515	มศ.3 จากโรงเรียนนายกวัดนากร ปากพลี อำเภอ ปากพลี จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2517	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2519	พ.ม. (ประโยคครูพิเศษมัธยม) จากการสมัครสอบกับ กรมการศึกษาหัตถครู
พ.ศ. 2519	ป.กศ. สูง (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครู สวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2522	กศ.บ (วิชาเอกสุขศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา
พ.ศ. 2535	กศ.ม (วิชาเอกการมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์
กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

สมบัติญา ศรีภักคนานนท์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2535

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนยานนาวาเวศวิทยาคม กรุงเทพมหานคร จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย 2 ห้องเรียน ด้วยวิธีจับสลากจากทั้งหมด 3 ห้องเรียน แล้วจับสลากมาห้องละ 24 คน จับสลากให้เข้ารับการทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Two Experimental Groups, posttest Only Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวและหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A Study of Mathayom Suksa II Students' Scientific Invention
and Creative Thinking Abilities through Scientific
Devising and Repairing Activity Kits

An Abstract

by

Sompanya Sripakananon

Presented in partail fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakarinwirot University

March 1992

The purpose of this study was to compare the Scientific Invention and Creative Thinking Abilities and the relation between the Scientific Invention and Creative Thinking Abilities of Mathayom suksa II students through Scientific Devising and Repairing Activity Kits.

The subject were 48 Mathayom suksa II students studying in the first Semester of the 1991 academic year at Yannawate Wittayakom school in Bangkok Metropolitan. They were chosen randomly from 3 classroom and divided into two experimental groups , each of 24 students. The first experimental group was taught by Scientific Devising Activity kit and the second experimental group was taught by Scientific Repairing Activity kit. The design of study was Two Experimental Groups, Posttest Only Design were used in the study. The methodology was used One Way Analysis of Covariance and Pearson Product-Moment Correlation.

The results of this study indicated that:

1. The Scientific Invention Ability, Creative Thinking Ability, and Scientific Fluency, Flexibility, Originality of Mathayom suksa II students learned through Scientific devising and Repairing Activity Kits were not significantly different.

2. The correlation coefficients between Scientific Invention and Creative Thinking Abilities in both groups of students learned through Scientific Devising and Repairing Activity Kits were statistically significant at .05.