

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

บทคัดย่อ
ของ
อาร์ม โพธิ์พัฒน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

เมษายน 2550

อาร์ม โพธิ์พัฒน์. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านวังกะทะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 จำนวน 26 คน ซึ่งได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ โดยใช้แบบการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t – test dependent sample.

ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE ACHIVEMENT IN SCIENCE AND ANALYTICAL THINKING OF
MATHAYOMSUKSA III STUDENTS BY USING SCIENCE ACTIVITIES LEARNING
PAGKAGES ON CONCEPT MAPPING

AN ABSTRACT

BY

ARM PHOPHAT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

April 2007

Arm Phophat. (2007). *A study on the Achievement in Science and Analytical thinking of Mathayomsuksa III students by using science activities learning packages on Concept Mapping*. Master's Project , M.Ed. (Secondary Education).
Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor:
Assoc. Prof. Dr. Chutima Vatanakhiri.

The purpose of this research was to study on the achievement in science and analytical thinking students by using science activities learning packages on concept mapping.

The samples of this research were 26 mathayomsuksa III students in semester 2, Academic year 2006, in Banwungkata school. Office of Chaiyaphum Education Service Area Zone 3. Teaching by using science activities learning packages on concept mapping, by using One Group - Pretest - Posttest Design. The obtained data were analyzed by t - test Dependent Sample.

The results of the study indicated that :

1. The achievement in science learning of the students taught with science activities learning packages on concept mapping was higher than before and significant at the .01 level.
2. The analytical thinking ability of the students taught with science activities learning packages on concept mapping was higher than before and significant at the .01 level.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
.....	
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
ประชากรเป้าหมาย	3
ระยะเวลาเวลาที่ใช้ในการทดลอง	4
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า	7
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม	8
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม	23
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	33
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์	53
เอกสารเกี่ยวกับมโนคติ	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	70
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	73
การกำหนดประชากรเป้าหมาย	73
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	73
ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นคว้า	73

แบบแผนการทดลอง	74
----------------------	----

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3(ต่อ)	
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	74
การดำเนินการทดลอง	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	80
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	87
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	87
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	87
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	87
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	87
เครื่องมือการศึกษาค้นคว้า	88
วิธีดำเนินการทดลอง	88
การวิเคราะห์ข้อมูล	88
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	88
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	89
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	91
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป	91
บรรณานุกรม	92

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	106
ภาคผนวก ก. - ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์	108
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิเทศศาสตร์	128
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	138
ภาคผนวก ข. – ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์	149
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิเทศศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ..	150
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	155
- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางรัฐวิเทศศาสตร์	158
- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์	159
ภาคผนวก ค.- แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิเทศศาสตร์ เรื่องอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	161
- แสดงคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์	163
ภาคผนวก ง. – รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า	165
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	167

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง	74
2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน	85
3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน	86
4 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ	149
5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	150
6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิด วิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	155
7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง วิทยาศาสตร์	158
8 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านการคิดวิเคราะห์	159
9 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	161
10 แสดงคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์	163

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	26
2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	32
3 ยุทธศาสตร์ของการให้เหตุผล	42
4 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์กระจายออก	62
5 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์ปลายเปิด	63
6 แสดงตัวอย่างผังมโนทัศน์เชื่อมโยง	64
7 แสดงตัวอย่างผังมโนทัศน์ปลายปิด	65
8 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมาย	68
9 แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมาย	68
10 แสดงสะพานเชื่อมการเรียนรู้	69

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จากผลสรุปสาระสำคัญ ในด้านความเป็นมาของการปรับปรุงพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 พบว่า “การศึกษาไทยในอดีต เน้นให้ความสำคัญกับการท่องจำ ไม่ได้ฝึกฝนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การวัดและประเมินผลก็มุ่งเน้นตัวความรู้ความจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ จึงทำให้ผู้เรียนไม่ค่อยมีความสุข ค่อนข้างเครียด วิตกกังวล ไม่มีทักษะประยุกต์เอาความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ตลอดจนไม่ค่อยมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านในเอเชีย พบว่า มีคุณภาพด้อยกว่าเพื่อนบ้านมาก ” (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545). 2546: 31.

จากผลการวิเคราะห์สภาพปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาศักยภาพของเด็กไทยของกรมวิชาการ ที่สรุปสาระสำคัญของการศึกษาได้ว่า “นักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มีศักยภาพต่ำสุดในทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคตโดยเฉพาะในทักษะการคิด” (กรมวิชาการ. 2540: 5) จึงพอสรุปได้ว่าบัญญัติสำคัญของการจัดการศึกษานั้นยังไม่มีกระบวนการ ในการพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งกรมวิชาการได้ศึกษา พบว่า “ความสามารถของเด็กไทยในวิชาพื้นฐาน คือ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มต่ำลงและ พบว่า สิ่งที่ต้องการแก้ไขด่วน คือ พื้นฐานการเรียนรู้ในโลกปัจจุบัน และอนาคต กระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาของผู้เรียน ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอน ของไทยตั้งแต่ประถมศึกษา จนถึงมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่ยังยึดครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน เน้นการท่องจำมากกว่าการคิดแก้ปัญหา” (การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์. 2538: 8)

จากการศึกษาสภาพปัญหาของการจัดการศึกษาไทยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน คือ การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพื่อให้เกิดกระบวนการในการพิจารณา สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในอนาคตได้ จึงให้เกิดการปรับปรุงกลวิธีต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เห็นได้จากการปรับปรุงพระราชบัญญัติการศึกษาที่มีสาระหลักดังนี้ “ ในปี 2540 มีการประกาศใช้รัฐธรรมนูญฉบับใหม่ (ฉบับปัจจุบัน) การพยายามปฏิรูปการศึกษา จึงเกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่งจากความร่วมมืออย่างจริงจังระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สกศ.) กับสมาชิกสภาร่างรัฐธรรมนูญ (สสร.) สายการศึกษา และครั้งนี้ ถือว่าประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง เมื่อรัฐธรรมนูญได้กำหนดสาระสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาไว้หลายเรื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งสองเรื่องสำคัญ ๆ คือ ความเสมอภาคในการรับ

การศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่า 12 ปี (มาตรา 43) โดยไม่เก็บค่าใช้จ่ายและการกำหนดให้มีกฎหมายการศึกษาแห่งชาติ เพื่อปรับปรุงการศึกษาให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม (มาตรา 81)” (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545. 2546: 31)

จากการกำหนดสาระสำคัญเพื่อใช้บัญญัติในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ จะเห็นได้ว่า ประการสำคัญที่ต้องการให้เกิดการปฏิรูป คือ กระบวนการในการจัดการเรียนการสอน คือ การปรับปรุงให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงตามสภาพบ้านเมือง ซึ่งวิธีหนึ่งที่ถือได้ว่าเป็นกลวิธีที่สามารถให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติตามความต้องการได้ คือ การพัฒนาให้เกิดทักษะทางการคิด วิเคราะห์ ดังที่ ประเวศ วะสี (2531: 61 – 64) ได้แสดงทัศนะไว้ว่า “การสอนให้นักเรียนมีความรู้ขึ้น การคิดเป็นมโนคติ มีความจำเป็นมาก ซึ่งคนไทยเกือบไม่ได้ฝึกเลย กระบวนการคิดเป็นกระบวนการหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามหลักการคิดเป็น “ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545) มาตรา 22 ระบุไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” และมาตรา 24 ได้ระบุไว้ว่า การจัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ เพื่อใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของการเป็นคนเก่ง ดี มีสุข

จะเห็นได้ว่า จากแนวทางที่ถือเป็นปัจจัยนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษาได้มีนักการศึกษาหลายคนที่คิดค้นกระบวนการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียน บุคคลหนึ่งที่เกิดแนวทางจัดการศึกษาที่น่าสนใจ คือ โนแวก และคณะที่ได้พัฒนาแผนผังมโนคติ (Concept mapping) โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดที่มีระบบ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นแทนการเรียนแบบท่องจำ การมีมโนคติจะทำให้ผู้เรียนสามารถจัดสิ่งเร้าให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อแยกการเรียกออกใช้ เมื่อต้องการ นอกจากนี้จะทำให้ผู้เรียนมีหลักในการแก้ปัญหา (อัญชลี ตนานนท์. 2536: 47 – 48; อ้างอิงจาก Novax; et al. 1984)

จากแนวทางการจัดการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัย จึงเล็งเห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาโดย ใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ (Concept Mapping) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มสาระที่จำเป็นอาศัยเรื่องหลักการคิดถึงเหตุและผลเป็นองค์ความรู้สำคัญ โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3

ที่เป็นวัยที่เหมาะสมแก่การพัฒนากระบวนการคิดอันจะส่งผล ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีระบบควบคู่ไปกับการเรียนรู้ น่าจะทำให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีแนวทางในการนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในอนาคต โดยใช้หลักวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

จากกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังกะทะ ตำบลวังตะเฒ่า อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 เนื่องจากผลการประเมินระดับชาติ (National Test (NT)) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าเกณฑ์ และนักเรียนขาดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ เมื่อนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ (Concept Map) มาใช้จัดการเรียนการสอนซึ่งจะส่งผลสู่การพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนและนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังกะทะ ตำบลวังตะเฒ่า อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เขียนแผนผังมโนทัศน์

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โดยใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขอบเขตเนื้อหาดังนี้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประโยชน์ของอิเล็กทรอนิกส์ การออกแบบอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เขียนแผนผังมโนทัศน์ หมายถึง นวัตกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของรายวิชาและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างอิสระ ซึ่งชุดกิจกรรมประกอบด้วย

1.1 ชื่อชุดกิจกรรม

1.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายวิธีใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อให้บรรลุตามจุดหมายที่วางไว้

1.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เขียนแผนผังมโนทัศน์

1.4 เวลา เป็นส่วนที่กำหนดระยะเวลาในการทำชุดกิจกรรม

1.5 สาระการเรียนรู้ คือ รายละเอียดเกี่ยวกับสาระที่ต้องการให้ผู้ทำชุดกิจกรรมทราบ ซึ่งประกอบไปด้วย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประโยชน์ของอิเล็กทรอนิกส์ และการออกแบบอิเล็กทรอนิกส์

1.6 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในแต่ละกิจกรรม มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.6.1 ขั้นส่งเสริมความรอบรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากสถานการณ์เรื่องที่กำหนดให้ จากการเรียนรู้ การทดลอง การปฏิบัติ เพื่อนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายสู่การพัฒนาทักษะการคิด การสรุปองค์ความรู้

1.6.2 ขั้นปฏิบัติการที่มีประโยชน์ต่อสังคม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ลงมือปฏิบัติ เพิ่มพูนทักษะการคิด พัฒนาระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะปฏิบัติที่มีคุณค่าต่อสังคม

1.6.3 ขั้นเผยแพร่และพัฒนาผลงาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักการตรวจสอบ ปรับปรุง พัฒนา แก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบโดยใช้ การเขียนแผนผังมโนคติ กระบวนการคิดวิเคราะห์ข้อเด่น ข้อด้อย พร้อมทั้งฝึกทักษะการปฏิบัติและการเขียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบปรนัยที่ผู้วิจัยได้ทำการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อ หากการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการพิจารณาข้อความเป็นปัญหา หรือสถานการณ์ โดยการหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือ มายืนยันในการตัดสินใจ ชี้ขาดเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้นและให้ข้อสรุปอย่างถูกต้อง สมเหตุสมผลที่ครอบคลุมกระบวนการคิด 5 ขั้นตอน คือ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการสรุป

3.1 การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจนได้และเข้าใจความหมายของคำ ข้อความหรือแนวคิด

3.2 การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยความเป็นปรนัย เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือได้ แสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือพิจารณาทัศนะของคนอื่นและแสวงหาความรู้ที่ทันสมัย

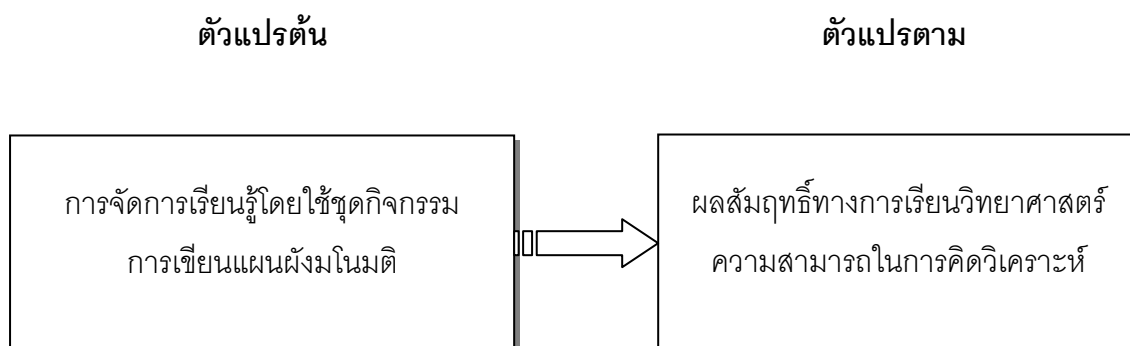
3.3 การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การจัดระบบข้อมูลโดยการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วิจัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล จัดระบบข้อสนเทศโดยวิธีต่าง ๆ เช่น การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียงและการโฆษณาชวนเชื่อ พิจารณาและตัดสินใจ ความขัดแย้งของข้อความ และเสนอข้อสรุปได้

3.4 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การตั้งสมมติฐานโดยการให้ความสำคัญกับการตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา กำหนดสมมติฐานจากความสัมพันธ์เชิงเหตุผลมองหาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหาและเลือกสมมติฐานได้

3.5 การสรุปข้อมูล หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่

การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของ ชำนาญ เอี่ยมสำอาง (2539: 142 – 159) จำนวน 30 ข้อ และ ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (2543: 157 – 167) จำนวน 36 ข้อ

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสาร ตำรา และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
3. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
7. เอกสารที่เกี่ยวกับแผนผังมโนคติ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนคติ

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม (Activity Packages) เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้สำเร็จรูป เป็นสื่อการสอนที่สามารถช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างนักเรียนหรือระหว่างบุคคล และส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เต็มความสามารถ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า ชุดกิจกรรม และมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521: 105) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม หมายถึง ระบบการผลิตและนำสื่อการสอนแบบผสมที่สอดคล้องกับวิชา หน่วยและหัวเรื่องช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วาสนา ชาวหา (2525: 138) ได้ให้ความหมาย ของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม หมายถึง การใช้สื่อประสม เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและเป็นไปตามจุดหมายที่วางไว้ โดยจัดไว้เป็นชุดในลักษณะซองหรือกล่อง สื่อการเรียนการสอนบางชนิดไม่สามารถบรรจุไว้ในซองหรือกล่องได้ เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิต แตกหักเสียหายง่าย มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป หรือมีราคาแพงเกินไป ก็จะกำหนดรายชื่อไว้ในคู่มือการใช้ชุดการสอนเท่านั้น ส่วนสื่อชิ้นนั้นจะถูกจัดไว้ในห้องปฏิบัติการ หรือห้องวิชาการเป็นต้น

ประหยัด จิระวรพงศ์ (2529: 244) ได้ให้ความหมายของชุดการสอน หรือชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดประสบการณ์ที่มีความสมบูรณ์ อันที่ระบบของสื่อประสมเป็นหลักในการช่วยให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536: 193) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดของสื่อประสม (Multi Media) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้บรรลุตามจุดหมายที่วางไว้ และช่วยในการสอนของครูดำเนินไปอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

ประพจน์ ศีลพิพัฒน์ (2540: 30) ได้ให้ความหมายชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อไว้อย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจเรียนตลอดเวลา ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้

วาสนา พรหมสุรินทร์ (2540: 11) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม หมายถึง การนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีระบบ เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระในลักษณะที่สื่อแต่ละชนิดส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน และบรรลุวัตถุประสงค์

นาริรัตน์ พิกสมบุญ (2541: 26) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า คือ สื่อการเรียนรู้หลายอย่างประกอบกัน จัดเข้าเป็นชุด (Package) เรียกว่า สื่อประสม (Multi Media) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากจะใช้สำหรับให้ผู้เรียน เรียนเป็นรายบุคคลแล้ว ยังใช้ประกอบการสอนแบบอื่น หรือใช้สำหรับเรียนเป็นกลุ่มย่อย

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 91) ได้ให้ความหมาย ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา โดยใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่ใช้ร่วมกันจะช่วยเสริมประสบการณ์ ซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ

จิรพรรณ ทองเขียว (2543: 22) กล่าวว่าชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ฟังครูน้อยที่สุดจนเกิดความเข้าใจเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 10) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า เป็นสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูป ซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย กิจกรรมและการประเมินผล ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองตามความสามารถและความถนัด เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

หนึ่งนุช กาฬภักดี (2543: 14) ได้ให้ความหมายว่าชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิด นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ เพื่อการใช้ชุดอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถเรียนอย่างอิสระ ตามความสามารถ

ของแต่ละบุคคล

ศิริลักษณ์ นนงเส (2545: 12) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเองตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคนโดยมีรูปแบบและขั้นตอนที่กำหนดไว้

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 51) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม และเป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนได้รับความต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเรื่องและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้นักเรียน ได้เรียนรู้ อาจจัดไว้เป็นชุดในกล่อง ของ กระเป๋า ชุดกิจกรรมอาจประกอบด้วยเนื้อหาสาระ คำสั่ง ใบงาน ในการทำงาน วัสดุ อุปกรณ์ เอกสาร ความรู้ เครื่องมือ หรือสื่อจำเป็นสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งแบบวัดและประเมินผล การเรียนรู้

พูลทรัพย์ โพธิ์สุข (2546: 21) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้และเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้

สำหรับนักการศึกษาชาวต่างประเทศนั้นได้ให้ความหมายชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

ฮูสตัน (สมภพ. 2524: 5 ; อ้างอิงจาก Houston) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดของประสบการณ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมาย

กู๊ด (Good. 1973: 306) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า คือ โปรแกรมการสอนทุกอย่างที่จัดไว้เฉพาะทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน เนื้อหา คู่มือครู แบบฝึกหัด มีการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนอย่างครบถ้วน ชุดการสอนนั้นนักเรียนจะได้ศึกษาด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้จัดให้และเป็นผู้แนะนำเท่านั้น

จากการศึกษาความหมายเบื้องต้น สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม คือ สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ สามารถแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างนักเรียนหรือบุคคล ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เต็มความสามารถและเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้โดยครูเป็นผู้จัดให้และแนะนำเท่านั้น

1.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521: 107 – 109) ได้กล่าวถึงแนวความคิดที่จะนำสู่การผลิตชุดกิจกรรม สรุปได้ ดังนี้

1. แนวความคิดเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล บุคคลมีความแตกต่างกันหลายด้าน เช่น สติปัญญา ความสามารถ ความสนใจ ร่างกาย สังคม การนำวิธีการสอนเป็นรายบุคคลมาใช้ จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
 2. ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนที่มีครูเป็นแหล่งความรู้มาเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน โดยใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ โดยนิยมจัดในรูปของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม
 3. แนวความคิดที่จะนำการใช้สื่อทัศนูปกรณ์มาบูรณาการเป็นแหล่งความรู้เพื่อช่วยเหลือนักเรียน
 4. แนวความคิดที่จะสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม ในอดีตครูจะเป็นผู้นำและนักเรียนเป็นผู้ตาม ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาส ในการแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี แต่ในปัจจุบันเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันมากขึ้น
 5. แนวความคิดในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยนำหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมตามความสามารถและความสนใจของตนเองทั้งยังได้ทราบผลการปฏิบัติกิจกรรมของตน เมื่อปฏิบัติกิจกรรมถูกต้องก็จะได้รับการเสริมแรง ทำให้เกิดความพึงพอใจ และความพยายามปฏิบัติกิจกรรมต่อไปด้วยความตั้งใจ
- จากแนวคิดของนักวิชาการ สามารถสรุปได้ว่า การนำทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ไปนำมาสู่การผลิตชุดกิจกรรมเป็นการใช้ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นแกนหลักในการสร้างเปลี่ยนแปลงจากการจัดการเรียนการสอน ที่ครูผู้สอนเป็นหลักเปลี่ยนเป็นวิธีการที่สร้างและจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน โดยอาศัยการเรียนรู้จากภูมิทัศน์ แหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการรับรู้จากการสื่อสารและสื่อประสมหลาย ๆ อย่างมาเป็นวิธีการในการเรียนรู้ และผู้สอนมีทักษะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพเป็นระบบเป็นขั้นตอน ตลอดจนมีการพัฒนาและปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพอยู่เสมอ

1.3 ประเภทของชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2526: 118) กล่าวว่าชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม มี 4 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและใช้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน
2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ กลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. การสอนตามเอกัตภาพหรือการสอนเป็นรายบุคคล เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคลอาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน

4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ครูผู้สอนกับผู้เรียนที่อยู่ต่างถิ่นต่างเวลา มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 52 – 53) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนไว้ 3 ประเภทคือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดการสอนสำหรับครูใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ครูลดการพูดให้น้อยลง และใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมในชุดการสอน

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับให้นักเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5 – 7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน และให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง

วัชรภรณ์ เจริญสุข (2547: 13 ; อ้างอิงจาก สุกิจ ศรีพรหม. 2541: 68 – 69) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย หรือเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครูผู้สอน คือ เป็นการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียน เพื่อให้ครูใช้ประกอบการสอน การบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้น้อยลง เน้นบทบาทของนักเรียนให้มากขึ้น

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนแบบนี้เน้นที่ตัวนักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันและอาจจัดในรูปแบบของศูนย์การเรียนรู้ แต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนนักเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นให้นักเรียนได้หมุนทำกิจกรรมจนครบทุกศูนย์

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่ผลิตขึ้นสำหรับนักเรียน เป็นรายบุคคล นักเรียนศึกษาด้วยตนเองตามความสามารถของตนเอง และประเมินความก้าวหน้าของตนเอง

1.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ทิตินา แคมณี (2534: 10 – 12) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรมประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม ประกอบด้วย หมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรมนั้น
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรมและลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น แนวคิดเป็นส่วนที่ระบุเนื้อหา หรือมโนทัศน์ของกิจกรรมนั้น ส่วนนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นพิเศษ
4. เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ อุปกรณ์ ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้ครูทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง
5. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุวิธีการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีการจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2537: 43) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

1. ชื่อชุด หมายถึง ลำดับที่ของชุดและหัวเรื่อง
2. เวลา หมายถึง กำหนดเวลาเรียนเป็น 50 หรือ 100 นาที ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร
4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคติพจน์ให้คิดนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกการพึ่งพาตนเอง
5. กิจกรรม หมายถึง การกำหนดงานปฏิบัติ การอ่านค้นคว้าจากเอกสาร หนังสือเรียน การทดลองโดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้
6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ให้ว่าถูกต้องกับความเข้าใจมากน้อยเพียงไร
7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้นักเรียนเลือกทำกิจกรรมตามลำดับความสนใจ

8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การกำหนดคำถามตามจุดประสงค์ให้นักเรียนตอบ

9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง โดยดูจากแบบเฉลยคำตอบที่ให้ไว้

10. แบบประเมินตนเอง หมายถึง แบบฟอร์มที่ให้นักเรียนกรอกคะแนนที่ได้จากการประเมินผลด้วยตนเอง

กรรณิการ์ ไผทพันธ์ (2541: 83 – 84) ได้จัดทำชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย มีส่วนประกอบดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อเนื้อหาการเรียน
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้บรรลุผลเมื่อจบกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุในการเรียนชุดกิจกรรมนั้น
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการกับชุดกิจกรรมนั้น
6. เนื้อหา เป็นรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ
7. กิจกรรมเป็นส่วนที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 50) ได้ทำชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ มีส่วนประกอบดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นชื่อที่จะศึกษาในชุดกิจกรรมนั้น
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้บรรลุผลเมื่อจบกิจกรรม

4. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนระบุเวลาในการเรียนชุดกิจกรรมนั้น
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม
6. เนื้อหา เป็นรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ
7. สถานการณ์ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นการบรรยาย รูปภาพ หรือการทดลอง

8. กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนปฏิบัติที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

9. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามการปฏิบัติกิจกรรม

10. คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงคำตอบในคำถามท้ายกิจกรรม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 52) ได้แบ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้

ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูหรือนักเรียน ตามแต่ชนิดของชุดการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอน อาจจะทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้นักเรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ มักจะอยู่ในรูปของกระดาษแข็ง ซึ่งจะประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อต่าง ๆ อาจประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง วีดีโอ แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุในชุดการสอน ตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล นักเรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดการสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำลงในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้อง จับคู่ ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม

ส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุอยู่ในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกแก่การใช้นิยมนแยกออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ ดังนี้

1. กล่อง

2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการสอนเรียงตามการใช้

3. บันทึกรายการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน

3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับนักเรียน

3.3 เวลา จำนวนชั่วโมง

3.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป

3.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ

3.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์

3.7 กิจกรรมและสื่อการสอนประกอบวิธีสอน

3.8 การประเมินผล วัดผล การทดสอบก่อนและหลังเรียน

วัชรภรณ์ เจริญสุข (2547: 16 ; อ้างอิงจาก ปฐมาพร อาสนวิเชียร. 2541: 7)

กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมว่ามีส่วนประกอบดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้ในกิจกรรม
5. สื่อ อุปกรณ์
6. เนื้อหาสาระ
7. กิจกรรม
8. การประเมินผล

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) ได้กำหนดโครงสร้างชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรมว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ
2. หัวข้อย่อย
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
5. การทดสอบก่อนเรียน
6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง
7. การทดสอบย่อย
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย

เนลสัน และเลอเปียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975: 247) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครู ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียน หรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติม ใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงงานในการสร้างชุดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วยปัญหา เพื่อนำไปสู่กิจกรรมคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของเด็กได้ คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวบรวมไว้ท้ายกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

คำถามเหล่านี้จะชักจูงเด็กและนำเด็ก และครูเพื่อให้เกิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ให้มีการทดลอง กว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นอยู่กับระดับชั้น กลุ่ม และความสนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดกิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. รายละเอียดเพิ่มเติมประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

และคำแนะนำต่าง ๆ ในการศึกษาต่อไป

5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถาม และคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่มีผู้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ไว้หลายแบบ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบหลัก คือ ชื่อชุดกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ เนื้อหาสาระ การประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน

1.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521: 65) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างไว้ 10 ข้อ ดังนี้

1. การกำหนดเนื้อหาและประสบการณ์
2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาหน่วยวิชาออกเป็นหน่วยการสอน
3. กำหนดหัวเรื่องหรือหน่วยการสอนย่อยให้สัมพันธ์กับเวลาครั้งละ 1 – 2

ชั่วโมง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการให้สอดคล้องกับหัวเรื่องให้สรุปรวบรวม แนวคิดและหลักเกณฑ์สำคัญเพื่อไว้เป็นแนวทางกำหนดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้อง

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่องโดยเขียนให้อยู่ในรูปของ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. กำหนดแบบประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่ง แนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียน ปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม การเล่นเกม เป็นต้น

7. กำหนดแบบประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้ แบบสอบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากการผ่านกิจกรรมแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรม การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกการผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนแล้วก็จัดไว้เป็นหมวดหมู่

9. การทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียน

รุ่งทิวา จักรกร (2527: 89 – 92) ได้กล่าวถึงการสร้างชุดกิจกรรมประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำการสอนอาจจะกำหนดเรื่องตามหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องขึ้นใหม่ตามความเหมาะสมก็ได้ จะแบ่งเนื้อหาอย่างไรขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งในการจัดแบ่งเนื้อเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรมในแต่ละระดับย่อมไม่เหมือนกัน

2. จัดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ แล้วแต่ความต้องการและความเหมาะสม

3. จัดหน่วยการสอนจะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่ง ๆ ควรใช้เวลานานเท่าไร ใช้เวลาเรียนเป็นกี่คาบหรือสัปดาห์หรือตามความเหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงจิตวิทยาพัฒนาผู้เรียน

4. กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนให้เป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้ แต่ละหน่วยจะประกอบด้วยประสบการณ์ในการเรียนรู้อะไรบ้าง กำหนดหัวข้อแต่ละหน่วยนั้น

5. ความคิดรวบยอดหรือหลักการต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าผู้เรียนมีความคิดรวบยอดหรือหลักการอะไร

6. กำหนดจุดประสงค์ในการสอนซึ่งหมายถึง จุดประสงค์ในการสอนทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชัดเจน

7. การวิเคราะห์งานโดยนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อมาวิเคราะห์กิจกรรมว่าควรทำอะไรก่อนหลังแล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

8. ลำดับกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากพิจารณาจุดประสงค์ ของแต่ละข้อว่าจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรจึงจะบรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนดไว้ และต้องพิจารณาถึงกิจกรรมที่จะเสริมสร้างความสนใจ และความสามารถให้กับนักเรียนอีกด้วย

9. กำหนดแบบประเมินผลครูต้องหาวิธีในการประเมินผลจะใช้วิธีใดจึงจะประเมินผลได้อย่างแน่นอนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

10. เลือกและผลิตสื่อการสอนโดยพิจารณาจากข้อ 7 เมื่อทราบว่าใช้สื่อการสอนอะไรแล้วก็จัดหาหรือผลิตเพื่อให้ได้ตามที่ต้องการ จัดเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกแก่การใช้
 11. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จแล้วทำการหาประสิทธิภาพโดยการทดลองใช้เพื่อแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง
 12. ในกรณีที่ใช้ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มต้องหากิจกรรมสำรองซึ่งเตรียมไว้เพื่อเสริมความรู้สำหรับเด็กที่เรียนเร็ว หรือกลุ่มที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อน จะได้มีกิจกรรมทำ
 13. สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พร้อมทั้งเฉลย
 14. ขนาดรูปแบบของชุดกิจกรรมควรมีขนาดมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการใช้และความเป็นระเบียบในการเก็บรักษา โดยพิจารณาในด้านประโยชน์ ประหยัด สะดวก และความคงทนถาวร พร้อมทั้งความสวยงาม ด้านหน้าและด้านหลังของชุดกิจกรรมควรเขียนข้อความให้เรียบร้อยเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 53 – 55) ได้เสนอขั้นตอนในการผลิตชุดการสอนดังนี้
1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการสอน อาจจะแบ่งย่อยหัวข้อเป็นหัวข้อย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและลักษณะของการใช้ชุดกิจกรรม
 2. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจมีการกำหนดเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือบูรณาการให้เหมาะสมตามวัย
 3. จัดหน่วยการเรียนรู้การสอนให้เหมาะสม ว่าจะมีการแบ่งเป็นกี่หน่วยหัวข้อย่อยอะไรบ้าง ใช้เวลานานเท่าไรให้พิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้น
 4. กำหนดหัวข้อเรื่อง เพื่อสะดวกแก่นักเรียนว่าแต่ละหน่วยประกอบด้วยหัวข้อใดบ้าง
 5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องมีการกำหนดให้ชัดเจนว่านักเรียนเกิดความคิดรวบยอด หรือหลักการใดบ้าง
 6. กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึง จุดประสงค์ที่แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้หรือจุดประสงค์ทั่วไปรวมทั้งเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 7. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางการผลิตสื่อการเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบทดสอบ
 8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อทราบความเป็นไปของนักเรียนว่ามีความก้าวหน้าทางการเรียนเป็นอย่างไร

9. เลือกและผลิตสื่อการสอน ควรมีสื่อการสอนในแต่ละหัวเรื่องให้เรียบร้อย ควรจัดสื่อการสอนเหล่านั้นออกเป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือแฟ้มที่เตรียมไว้ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้

10. สร้างข้อทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและ กิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ

11. การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง

จากการศึกษาการสร้างชุดกิจกรรม ในการสร้างชุดกิจกรรมจะต้องศึกษาเนื้อหาของ รายวิชา เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เลือกใช้สื่อ ที่เหมาะสม จัดกิจกรรมอย่างหลากหลายและนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ ก่อนนำไปใช้จริง

1.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

บุญเกิด ควรหาเวช (2542: 32 – 33) ได้สรุปคุณค่าและประโยชน์ของชุดกิจกรรม ที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้
2. ช่วยลดภาระของครูผู้สอน
3. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน
4. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ด้วยความมั่นใจ
5. ช่วยให้เกิดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ
6. ช่วยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามวัตถุประสงค์
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่
8. ช่วยสร้างเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524: 175 – 176) ได้กล่าวถึงคุณค่า และประโยชน์ของ ชุดกิจกรรมเสนอว่า

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนของครู ลดบทบาทในการบอกของครู
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนเพราะสื่อประสมที่จัดไว้ในระบบเป็นการ เปลี่ยนแปลงกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนตลอดเวลา
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองทำให้มีลักษณะในการแสวงหา ความรู้พิจารณาข้อมูลและฝึกการรับผิดชอบ การตัดสินใจ
4. เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัยและคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้

5. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลาและไม่

จำเป็นต้องใช้ในโรงเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525: 121) กล่าวถึงคุณค่าและประโยชน์ของชุดกิจกรรม

ซึ่งสรุป ได้ว่า

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูงซึ่งครูไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้

2. ช่วยเร่งความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนและสังคม

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอนเพราะชุดกิจกรรมผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5. ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าอาจารย์ผู้สอนจะมีสภาพหรือความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

6. ช่วยให้เป็นอิสระทางบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดกิจกรรมทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู ไม่ว่าจะสอนหรือพูดไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดกิจกรรมที่ได้ผ่านการทดสอบทางประสิทธิภาพมาแล้ว

7. ในกรณีขาดครู ครูคนอื่นก็สามารถสอนแทนได้โดยใช้ชุดกิจกรรมทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู

8. ส่งเสริมการศึกษาของประชาชนทั่วไปได้อย่างดี ทั้งยังประหยัดในแง่

เศรษฐกิจ

สมจิต วสธนไพบุลย์ (2535: 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองตามอัธยาศัย ความสามารถของแต่ละคน

2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู

3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน

4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน

5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก

6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู
9. ช่วยลดภาระการสอนของครู
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
11. นักเรียนจะเรียนเมื่อไรก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังผู้สอน
12. การเรียนมาจำกัดเวลาและสถานที่
13. ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

เนื่อทอง นายี (2544: 22) ได้กล่าวโดยสรุปถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ไว้ดังนี้

บุคคล

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองตามศักยภาพของแต่ละบุคคล
2. ช่วยให้ทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ตามความสามารถของผู้เรียน
3. ช่วยฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
5. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
6. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้กับผู้สอน
7. ได้รับความสนใจของผู้เรียนไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการสอน
8. ส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน

กาญจนา เกียรติประวัติ (ม.ป.ป.: 174) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ไว้

ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู ลดบทบาทในการบอกของครู
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ พิจารณาข้อมูล ฝึกความรับผิดชอบและการตัดสินใจ
4. เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัย และคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้
5. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง
6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลา และไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะในโรงเรียน

อภิญา เคนบุปผา (2546: 26) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน แต่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการฝึกทักษะปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ได้ด้วย

ธงชัย ต้นทัพไทย (2548: 15) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ว่า เป็นสื่อการสอนที่มีคุณภาพ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนและส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสฝึกปฏิบัติ และแสดงความคิดอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามศักยภาพ ของแต่ละบุคคลได้อย่างเต็มความสามารถ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสมบรูณ์ทั้งด้านความรู้เป็นคนดี และมีความสุข เสริมสร้างมนุษยสัมพันธ์แบบกัลยาณมิตรกับผู้อื่น

จากการศึกษาประโยชน์ของชุดกิจกรรม สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมมีประโยชน์ คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองเต็มศักยภาพ สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะการคิด การปฏิบัติ การแก้ปัญหา ลดบทบาทของครูผู้สอน และสะดวกต่อการนำไปใช้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

วิวาส (Vivas. 1985: 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่า โดยใช้ชุดการสอนจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาวน์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาวน์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

วิลสัน (Wilson. 1996: 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครูเพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก

การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนแบบปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็ก เรียนซ้ำ

2.2 งานวิจัยในประเทศ

กรรณิการ์ ไผทจันทร์ (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริลักษณ์ หนองเส (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนได้หลากหลาย ด้านให้โอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรม

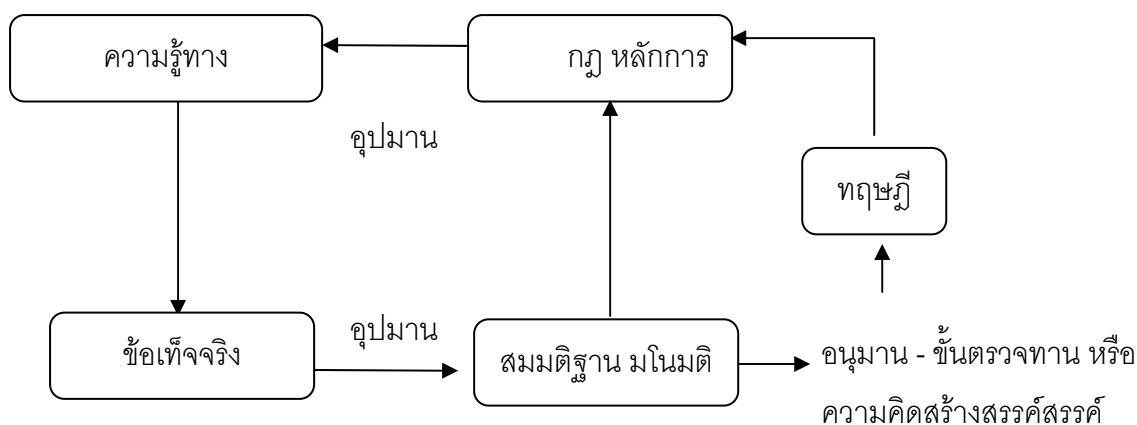
การเขียนแผนผังมโนคติเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยยึดจุดประสงค์ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ประโยชน์ต่อสังคม และพัฒนาคุณภาพชีวิต

ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) และส่วนที่เป็นการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) (อุดมลักษณ์ นกฟิ่งพุ่ม. 2545: 53 ; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535: 94)



ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ที่แน่นอนแตกต่างกันบ้าง แต่ถ้ามีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2540: 10)

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต หรือทดลอง
4. ขั้นสรุปผล การสังเกต หรือทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้คนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้เร็วกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ รอบคอบ
6. ความใจกว้าง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
 ภพ เลหาไพบุณย์ (2540: 14 – 29) วรวิภา รอดแรงคำ และ จิต นวนแก้ว (2542: 3 – 5)
 สรุปได้ว่า สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the
 Advancement of Science – AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า
 วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า
 โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skill)
 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน (Integrated Science Process) 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน
 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุ หรือเหตุการณ์โดยไม่ใส่ใจความคิดเห็นของ
 ผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูล
 เชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และบอกหน่วยมาก ๆ เข้าไว้

1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือ หาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่

3.1.1 การนับสิ่งของได้ถูกต้อง

3.1.2 การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การหาค่าเฉลี่ย

3.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

3.2.2 หาค่าเฉลี่ย

3.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space / Space Relationship and Space – time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่จะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และ วัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้
- 5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา
- 5.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 5.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
- 5.7 บอกได้ว่า วัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไป กับเวลา

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่กับเวลาได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับ

เวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จ่นสื่อ

ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

- 8.2 การพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

- 8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ ประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.4 การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองให้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

12.5 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

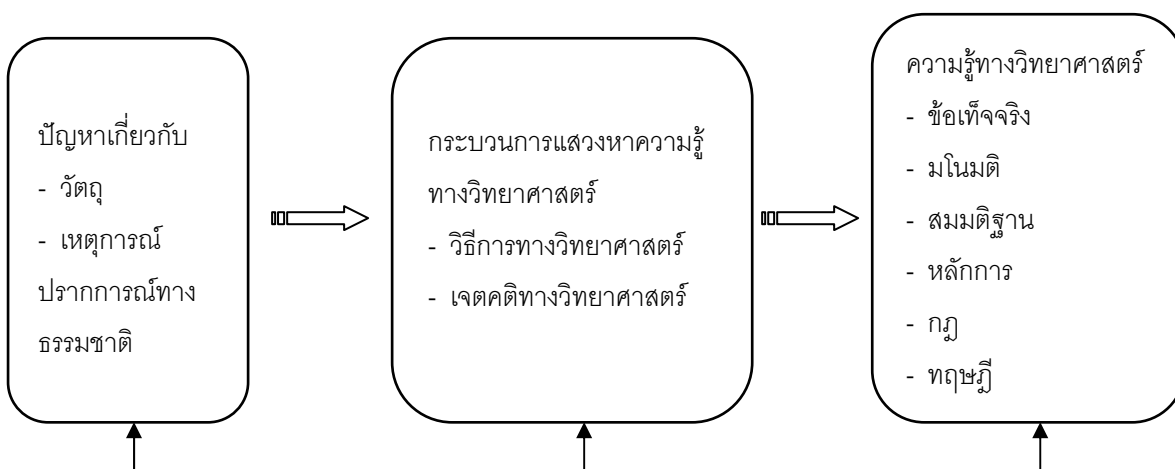
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบุลย์ (อุดมลักษณ์ นกพึงพุ่ม. 2545: 59 ; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบุลย์. 2535: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524: 21 – 31)

1. ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ ทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การลงความเห็นจากข้อมูล

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

คอลลินส์ (Collins. 1990: 2783 – A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดภาพยนตร์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smith. 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เป็นวิธีทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

4.2 งานวิจัยในประเทศ

นุสรา เอี่ยมนวรรณ์ (2542: บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติขุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเชาวน์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์ อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมเชาว์ อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากรายงานการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบบรรยายเพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

จรรยา คุณมี (2521: 4) กล่าวว่า การคิดเป็น คือความคิดในทางสร้างสรรค์ รู้จักประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

มงคล จันทรภิบาล (2531: 10) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนรู้จักรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง มีหลักเกณฑ์ สามารถวิเคราะห์ สิ่งต่าง ๆ ตามที่เกิดขึ้น มีความคิดเป็นของตนเอง และประมวลวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้บนพื้นฐานของความพร้อม ความเป็นไปได้ การคิดอาจไม่ได้รับการตอบสนองในทางปฏิบัติทันที แต่ทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ในสถานการณ์ที่เหมาะสม ความคิดนั้นจะได้รับการปฏิบัติตามวิธีการที่ได้คัดเลือกแล้ว

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533: 14) และวิไลวรรณ ปิยะกรณ์ (2535: 15) ต่างให้ความหมายสอดคล้องกันไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลที่รวมถึง การสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนก รายละเอียดการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผล และเหมาะสม

กรรณิกา อินทรโยธิน (2534: 39 – 40) การคิดช่วยเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์เราที่มีแต่ความกระหาย งามาย และหุนหัน ให้กลายเป็นการกระทำที่เฉลียวฉลาด สุขุม คนที่มีความคิดจะทำอะไร ไตร่ตรอง พิจารณาถึงผลได้ ผลเสียก่อน ซึ่งผลจากการกระทำบางอย่างต้องอาศัยเวลาพิสูจน์

ธัญญะ นุปผเวส และคณะ (2534) ให้ความหมายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับสัมผัส เกิดการรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำ

บุญทัน อยู่สมบุญ (2533: 235) การคิดเป็น คือ การที่คนมีวิธีการนำความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่สะสมออกมาใช้แก้ปัญหาแปลก ๆ ใหม่ ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิไลพร คำเพราะ (2539: 49) ใช้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปจนเป็นหลักการของความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าว ไปใช้ในสถานที่แตกต่างไปจากเดิม

กัลยา สุวรรณแสง (2538: 107) กล่าวว่า การคิด เป็นกระบวนการของจิตใจ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ มีความซับซ้อนไม่แพ้การเรียนรู้ การคิดไม่มีขอบเขตจำกัด และมีความคล้ายกับคำว่า จินตนาการ (Imagination) แต่จินตนาการเป็นเพียงความคาดคะเน ในเหตุการณ์ สิ่งของหรือปรากฏการณ์เหล่านั้น ส่วนการคิดเป็นกระบวนการแก้ปัญหา หรือพยายามหาเหตุผลของมนุษย์เพื่อแก้ไขปัญหาที่ประสบประจำวัน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541: 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญญา คือ เครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

อรัญญา กิณนารี (2542: 11) สรุปว่า การคิด คือ ปฏิบัติการทางสมองที่เป็นกระบวนการของการคิด เริ่มจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Thinking Started with Problematic situation) ทำให้เกิดความรู้สึกติดขัด (Conflict) อารมณ์ถูกรบกวนเป็นทุกข์ (Disturbed) เกิดความตึงเครียด (Tension) จึงกระทำ (Action) อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแก้ปัญหาให้ลุกล่วงไปสู่เป้าหมาย (Goal)

กรมวิชาการ (2542: 31) กล่าวว่า การคิด หมายถึงการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมโดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

อรพวรรณ ลือบุญธวัชชัย (2543: 1) การคิดเป็นการระลึกถึง นึกถึง เป็นความพยายามในการสืบสอบ สร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความชัดเจนในสิ่งต่าง ๆ ที่ดีขึ้นและถูกต้อง

จิรนนท์ วัชรกุล (2546: 7) สรุปว่า การคิด คือ กระบวนการทำงานของสมอง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการรับรู้สิ่งเร้าของแต่ละบุคคล ทำให้เกิดการจัดสิ่งเร้าให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ววิเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบ เพื่อให้ได้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

พรเพ็ญ ศรีวิรัตน์ (2546: 9) สรุปได้ว่า การคิดเป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน และจะมีบทบาทเมื่อบุคคลเหล่านั้นได้รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม แล้วตีเชื่อมโยงเพื่อตอบสนองออกมาเป็นการกระทำขณะเดียวกับการคิดเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้และไม่มีขอบเขตจำกัด ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ เพราะเป็นกระบวนการที่บุคคลพยายามหาเหตุผลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวัน ดังนั้น การคิดเป็นสิ่งที่ควรฝึกฝนให้แก่เด็กและเยาวชนของชาติที่จะนำไปใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป

เกศณีย์ ไทยถนอม (2547: 34) สรุปว่า การคิด คือ กระบวนการทำงานของสมอง ทั้งในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมอง การระลึกถึง สืบสอบ สร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความชัดเจนในสิ่งต่าง ๆ ที่ดีขึ้นและถูกต้อง เป็นความพยายามที่จะรับรู้ข้อมูลสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลผลเบื้องต้นแล้วใช้วิธีการที่มีอยู่หรือเคยได้รับการฝึกฝนมาประมวลสรุปเพื่อแสดงออกเป็นผลผลิตของการคิด

บุญเชิด ชุมพล (2547: 10) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการทำงานของสมอง ในการปรับโครงสร้างโดยใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่ให้สัมพันธ์กับความจริงที่ได้รับจากข้อมูลใหม่หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์ความคิดใหม่

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 336) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ปรากฏในแนวความคิดหรือจิตใจ

เพียเจต์ (วิไลพร คำเพระ. 2539: 49 ; อ้างอิงจาก Piaget. 1962: 58 Cognitive development in the chile) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิด หมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการในสองลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับสถานการณ์เดิมที่มีอยู่ก็กระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้ความคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกัน หรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนความคิดดังกล่าว จะช่วยพัฒนาการความคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

กิลฟอร์ด (Guiford. 1967: 7) ให้ทัศนะการคิดว่าเป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม

แนวคิดของบลูม (Bloom. 1979: 38 – 40) เกี่ยวกับการคิดและการแก้ปัญหา นั้น บลูม กล่าวว่า แม้ความจำ ความรู้ จะเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญในการศึกษาแต่ก็เป็นพื้นฐานสู่สิ่งที่คาดหวังที่สูงกว่า คือ การที่ผู้เรียนสามารถใช้เทคนิคหรือนำหลักการข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ได้เหมาะสมเมื่อเผชิญสถานการณ์ใหม่ การกระทำของผู้เรียนในลักษณะดังกล่าวนี้ บางคนเรียกว่าเป็นการคิดวิจารณ์ญาณ ซึ่ง จอห์น ดิวอี้ เรียกว่าการคิดสะท้อนกลับ (reflective thinking) (Dewey. 1933: 12) หรือหลาย ๆ คนในปัจจุบันเรียกว่า การแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความสามารถของบุคคลในการค้นพบข้อมูลที่เหมาะสม และเทคนิคในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งต้องใช้การวิเคราะห์ มีความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ โดยนำความรู้พื้นฐานที่พร้อมจะนำไปใช้ได้ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์สิ่งต่าง ๆ ไปใช้ในความจำกัดของสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การคิดเป็นลักษณะที่เฉพาะของมนุษย์ เกี่ยวข้องกับการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับและการจัดการกับข้อมูลที่เคยผ่านการเรียนรู้มาแล้วเพื่อนำไปสู่การตอบสนองครั้งใหม่ในสถานการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญอยู่ (Berger. 1984: 306) การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นภายในขึ้นอยู่กับความ

สมารถของสมองแต่ละซีกของมนุษย์ เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล การคิดเริ่มต้นเมื่อมีการกระตุ้นประสาทรับรู้จากสิ่งแวดล้อมและสมองมีการเลือกรับรู้การกระตุ้นนั้นสมองของมนุษย์สามารถคิดได้ตั้งแต่ขั้นต่ำ คือ การคิดสิ่งที่ยังไม่ซับซ้อน จนถึงการคิดขั้นสูงซึ่งเป็นการคิดที่ซับซ้อนตามความสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์ หรือปรากฏการณ์ ความสามารถในการคิดจะมีการพัฒนาเป็นลำดับจากง่ายไปยาก

บลูเนอร์ และคนอื่น ๆ (ศุภพงศ์ อยู่ทอง. 2531: 23 ; อ้างอิงจาก Bruer and others. 1956) ได้ให้ความหมายว่าการคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวความคิดรวบยอด (Concept Formation) ด้วยการจำแนกความแตกต่างการจัดกลุ่ม และการกำหนด ซึ่งเรียกเกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิง การจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

นอร์ริส และ เอนนิส (Ennis. 1985 ; Norris;& Ennis. 1989) ได้ให้ความหมายของการคิดว่าการคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลาการคิดที่เราสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือ คิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจ หรือ แก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometrics) มาช่วยในการวัด

ครูลิค และ รุดนิค (Kruglik; & Rudnick. 1993: 3) ให้ความหมายว่าการคิด เป็นความสามารถ (Ability) ที่จะเข้าถึง หรือ นำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องจากเนื้อหาที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องสร้างความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงนามธรรม จากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ของปัญหา จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายยืนยันข้อสรุปของเขา ข้อสรุปนี้จะถูกรวมไว้ในรูปของ ความคิดใหม่ (New Idea)

จากความหมายเบื้องต้นสรุปได้ว่า การคิด คือ การทำงานของสมอง เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวทุกคนโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมมาวิเคราะห์และประเมินอย่างมีระบบเพื่อให้ได้แนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

5.2 ประเภทของการคิด

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 336 – 342) ได้จำแนกประเภทของการคิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

5.2.1 การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง หมายถึง การคิดจากสิ่งทีประสบพบเห็น จากประสบการณ์ตรง จากสิ่งที่ได้ยินได้ฟังมา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคิดแบบต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกได้ 5 ประเภทย่อย ๆ คือ

5.2.1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

5.2.1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนวทาง เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

5.2.1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง หรือเพื่อให้เกิดความพอใจในตน ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

5.2.1.4 Night Dreaming คือ การคิดเนื่องจากความคิดของตนเอง หรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้า

5.2.1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิด มากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

5.2.2 การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) หมายถึง การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน หรือการคิดที่เลื่อนลอย ไร้ความหมาย ให้เป็นการคิดที่มีทิศทางที่มุ่งไปสู่จุดใดจุดหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกออกเป็นสองลักษณะ ดังนี้

5.2.2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกัน เป็นการคิดในลักษณะที่โยงความสัมพันธ์ได้ (Association) กล่าว คือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อไปให้ระลึกถึงอื่นๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

5.2.2.2 การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสภาพข้อมูลต่าง ๆ ว่า มีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

วิทคิน และคนอื่น ๆ (พจนานารถ บัวเขียว. 2535:19 ; อ้างอิงจาก Witkin; et al. 1974: 39) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดแบบไม่ขึ้นกับสภาพรอบข้าง เป็นการคิดที่ถือเอาตนเองเป็นศูนย์กลางการคิดแบบนี้ไม่ต้องอาศัยข้อมูลจากภายนอก หรือจากสภาพรอบข้าง การตัดสินใจด้วยเหตุผลโดยถือเอาสิ่งที่ปรากฏอยู่จริงในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์

2. การคิดแบบขึ้นกับสภาพรอบข้าง เป็นการคิดที่อาศัยข้อมูลจากภายนอก หรือจากสภาพรอบข้างโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของตนเป็นส่วนประกอบช่วยในการ ตัดสินใจในเรื่องประเภทหรือลักษณะการคิด กาเย่ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530: 13 ; อ้างอิงจาก Gagne. 1970: 283) ได้จำแนกไว้ 2 ประเภท คือ

2.1 การคิดอย่างไม่มีทิศทาง เป็นการคิดจากสิ่งที่พบเห็นจากประสบการณ์ ตรงจากสิ่งที่ได้ยินหรือได้ฟังมา เป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) ได้แก่ การคิดต่อเนื่อง อย่างอิสระถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้วการคิดที่ถูกรวบรวม โดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว การคิดฝันใน ขณะที่ยังตื่นอยู่เรียกว่า ฝันกลางวัน การคิดฝัน การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง โดยอาศัยความ เชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิด

2.2 การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลได้เริ่มใช้ ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อผ่นนำไปสู่จุดมุ่งหมายบทสรุป ได้แก่ การคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่คิดไว้หลายทางหรือการคิดในลักษณะเชื่อมโยง และการคิด อย่างมีวิจารณ์ญาณซึ่งเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่ทางแก้ปัญหา

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสมีเยอร์ และ ริบเพิล (Klausmeir; & Rippple. 1971) ให้ความเห็นว่า เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการ แก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้น บุคคลจะต้องรู้จักใช้การคิด วิเคราะห์ทำความเข้าใจข้อความจริงหรือปัญหาในลักษณะต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา

ส่วนบลูม ได้แยกแยะระบบการคิดของคนตามความสามารถด้านความรู้ การคิด ที่มี การซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามลำดับ 6 ชั้น ดังนี้

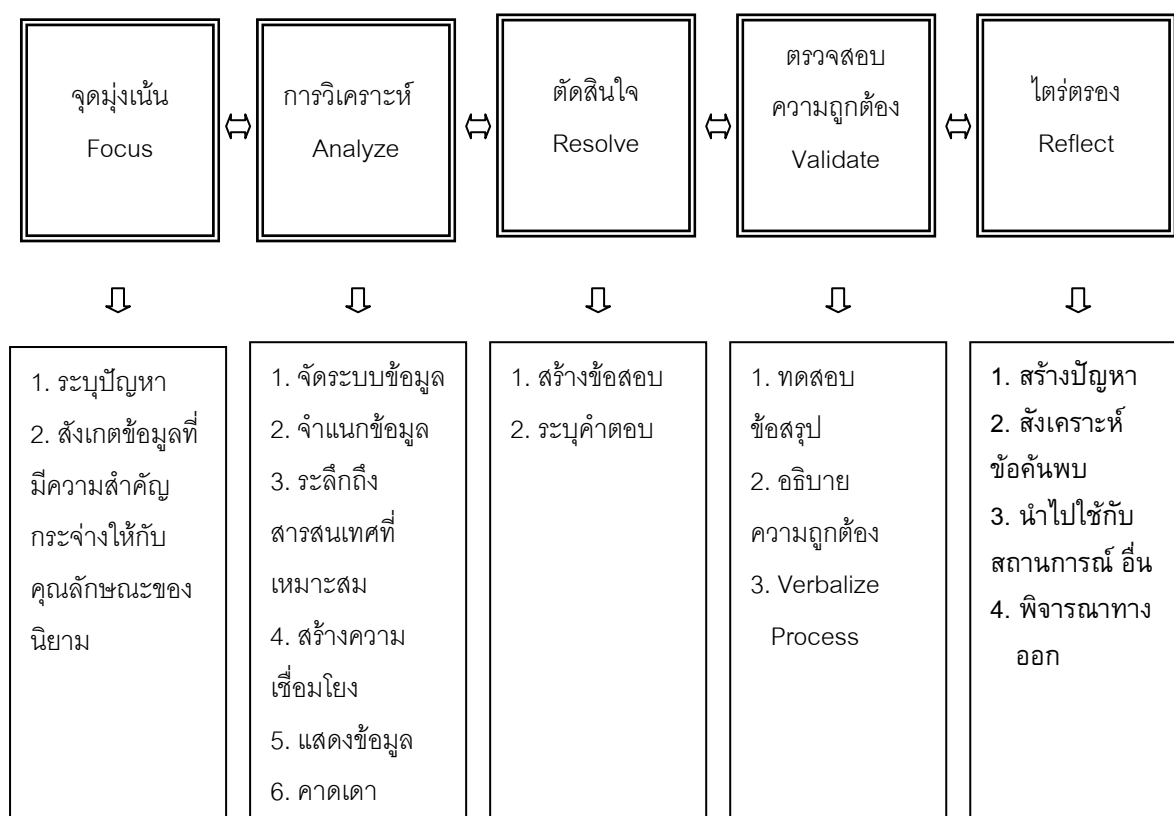
1. ความรู้ ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่มี ความหมายเชิงรูปธรรมและสัญลักษณ์
2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถทางปัญญาในการ จับใจความสำคัญของเรื่องแล้วแปลหรือย่อ ขยาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้
3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำเอาหลักการ ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในอีกสถานการณ์หนึ่งได้
4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมเรื่องราว ต่างองค์ประกอบต่าง ๆ หรือผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การวินิจฉัยตัดสินคุณค่าสิ่งของ หรือเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐาน

การอธิบายถึงลักษณะของการคิด ได้มีนักการศึกษาหลายท่านสร้างรูปแบบของการคิดและมีการอธิบายไว้ในลักษณะที่แตกต่างกัน การคิดขั้นสูงเป็นการคิดที่เริ่มตั้งแต่การคิดในขั้นของการนำสาระต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริง จนถึงการประเมินค่า หรือหมายถึงการคิดที่ทำให้เกิดทางเลือกหลาย ๆ ทาง โดยไม่สามารถคาดเดาหรือบอกวิธีการได้ หรือเป็นการคิดในเชิงเหตุผล มีลำดับขั้นตอนได้คำตอบที่แน่นอน รวมถึงการคิดที่มีการทำนายสถานการณ์ การลงความเห็น การทดสอบสมมติฐาน การสร้างรูปแบบของสาระสำคัญขึ้นใหม่ ไปจนถึงการประเมินค่าสาระต่าง ๆ (Divergent & Evaluation Thinking) (Yinger. 1980: 23 ; Gagne. 1988: 62) ตลอดจนการคิดถึงขั้นที่มนุษย์สามารถแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ได้

การคิดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการเกิดการเรียนรู้ของบุคคล ที่มีลำดับความยากง่าย หรือความซับซ้อน มนุษย์สามารถคิดได้ในระดับต่ำสุดจนถึงสูง คือการคิดที่มีการประเมินค่า (Bloom. 1979: 39) หรือ ความสามารถในการแก้ปัญหา (Gagne. 1988: 56) เนื่องจากโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความพยายามที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และการที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสอดคล้อง มนุษย์จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถของการคิดในระดับนี้

ทั้งนี้ ครูลิด ได้นำเสนอแผนภาพแสดงความต่อเนื่องของการคิดที่ทุกคนจะต้องใช้ เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่ต้องการให้หาทางแก้ไข



ภาพประกอบ 3 ยุทธศาสตร์ของการให้เหตุผล (The Heuristics of Reasoning) (Kulik and Rudnick. 1993: 28)

กระบวนการคิดจะดำเนินไปได้ดี ผู้มีประสบการณ์มากกว่าจะมีการคิดกลับไปกลับมาได้อย่างอัตโนมัติมากกว่าผู้มีประสบการณ์น้อย ผู้สอนจึงต้องพัฒนากระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเองให้แก่ผู้เรียน เบเยอร์ (Berger. 1984: 26 – 30) ได้เลือกทักษะปฏิบัติการ โดยใช้เกณฑ์ 3 ประการ คือ

1. เป็นทักษะที่ใช้ซ้ำในวิชาที่เรียนเป็นส่วนใหญ่
2. ใช้ทั่วไปนอกโรงเรียน
3. ผู้เชี่ยวชาญระบุว่าทักษะเหล่านี้เป็นปฏิบัติการสำคัญของการคิด

เบเยอร์ สรุปว่า การรอบรู้ในปฏิบัติการคิดที่ซับซ้อนใด ๆ ต้องการกระทำซ้ำด้วยความเอาใจใส่และต้องใช้เวลา

เบนตัน และคนอื่น ๆ (บุญสม ครุฑทา. 2525: 11; อ้างอิงจาก Benton and others. 1974) ได้แบ่งการคิดได้ 2 ชนิด

1. การคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายแต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub – Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) การคิดฟุ้งซ่าน (Autistic Thinking) และการคิดแบบสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Dire Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหา หรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการคิดที่มีจุดหมายนั่นเอง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การคิดตรรกะตรง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การคิดอย่างมีทิศทางและ มีจุดมุ่งหมายนี้ ครอบสแมร์และริบเบิล (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530:14 ; อ้างอิงจาก Klausmeir ; & Ripple. 1971) ให้ทัศนะว่า เป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และแก้ปัญหานั้น บุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์ (Critical Thinking) และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ในการเรียนรู้และแก้ปัญหา ซึ่งการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

กรูลิค และ รูดนิค (บุญชู ชลัษเฐียร. 2539 ; อ้างอิงจาก Krulik ; & Rudnick 1993) ถือว่า การคิดประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบที่มีลักษณะ เป็นความสามารถหรือทักษะตามลำดับขั้นจากต่ำไปสูง คือ

1. การคิดในระดับลึก (Recall Thinking) จะรวมทักษะการคิดที่มีธรรมชาติ เกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง

2. การคิดพื้นฐาน (Basic Thinking) เป็นความเข้าใจความรวบยอดอันเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในโรงเรียน

3. การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) เป็นความคิดที่ใช้ในการพิจารณาเชื่อมโยง และประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหาหรือปัญหา ประกอบด้วยทักษะย่อย ได้แก่ การมุ่งเน้นไปในส่วนของข้อมูลในปัญหา หรือสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ การตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์ข้อมูล การจำ และเชื่อมโยงข้อมูลที่เพิ่งได้รับการเรียนรู้เพื่อกำหนดคำตอบที่มีเหตุผล

4. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความคิดที่เป็นต้นฉบับที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ซับซ้อน ความคิดในระดับนี้เป็นสิ่งที่ประดิษฐ์ ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง ประกอบด้วยทักษะย่อย ได้แก่ การสังเคราะห์ความคิด การสร้างความคิด และการนำความคิดไป

ใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของความคิดใหม่ที่สร้างขึ้น

สาริโรจน์ บัวศรี (2531: 9 – 11) ได้แยกประเภทของการคิดที่พัฒนามาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ก่อนคริสตกาล จนถึงสมัยของจอห์น ดิวอี้ ความเข้าใจในเรื่องการคิดได้วิวัฒนาการตามลำดับดังนี้

1. การคิดโดยแยกประเภท (Thinking by Classification) ในสมัยอริสโตเติล เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับพืชและสัตว์กันมาก อริสโตเติล จึงคิดแบ่งพืชออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อการมองเห็นได้ง่ายขึ้น และเข้าใจได้ง่ายขึ้นไม่ปนเปกัน เช่น แบ่งพืช เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

(Monocotyledon) และประเภทใบเลี้ยงคู่ (Decotyledon) เป็นต้น การรู้จักแบ่งกลุ่ม รู้จักแยกแยะเป็นชนิด และรู้จักแบ่งประเภทเหล่านี้ นับว่าเป็นการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์หรือมนุษยวิทยา หรือประวัติศาสตร์ ย่อมใช้การแบ่งชนิดหรือแบ่งประเภท

2. การคิดโดยการตัดประเด็น (Thinking by Elimination) ไปทีละอย่างก็เป็นการคิดที่เห็นได้ชัดเจน และใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันหรือในการสืบสวนสอบสวน

3. การคิดแบบอุปนัย (Inductive Thinking) เป็นการคิดจากส่วนรายละเอียดไปสู่ส่วนสรุป การคิดแบบอุปนัย เริ่มต้นและทดลองอ่าน และเห็นว่าเป็นจริงจึงสรุป

4. การคิดแบบปรนัย (Deductive Thinking) เป็นการคิดแบบตรงกันข้ามกับการคิดแบบอุปนัย นั่นคือ เริ่มต้นจากข้อสรุปหรือทฤษฎีก่อน

5. การคิดแบบไตร่ตรอง หรือการคิดสะท้อน (Reflective Thinking) การคิดแบบนี้ก็คือ วิธีวิทยาศาสตร์ใช้กันอย่างแพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน ในวงการศึกษานี้เรียกว่า วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving Method) หรือวิธีแห่งปัญญา (Method of Intelligence)

การคิดทั้ง 5 แบบดังกล่าว นักปรัชญาลัทธิพิสูจนนิยมถือว่าการคิดแบบไตร่ตรอง เป็นวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทั้งความมุ่งหมายของการศึกษา และเป็นวิธีการของการศึกษาที่ว่า เป็นความมุ่งหมายนั่นก็คือ เรามุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดเป็น ถึงขั้นคิดวิเคราะห์ได้ ซึ่งหมายความว่า ต้องสอนวิธีการคิด ดังกล่าวนี้นี้เป็นที่เข้าใจ และคล่องแคล่วทุกขั้นตอน อันเป็นการทำให้ผู้เรียนจัดแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการนี้จนเป็นนิสัย เมื่อประสบกับปัญหาใดๆ ในชีวิตต่อไปข้างหน้าจะไม่ตกใจจนเกินไป แต่ล้าลึกถือว่าวิธีการแก้ปัญหาได้ และพยายามนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เหล่านั้น

ตามแต่กรณี ลักษณะดังกล่าวคือ “ คิดเป็น” (สาริโรจน์ บัวศรี. 2521: 10)

บุญสม ครุฑทา (252: 9) ได้สรุปธรรมชาติของการคิดไว้ ดังนี้

1. การคิดเกี่ยวกับปฏิกิริยาของสมองที่เกิดจากความรู้สึกลึบสลับหรือไม่พอใจในสิ่งแวดล้อม

2. การคิดเกิดจากความจำเป็นพื้นฐานสำคัญในขบวนการคิด

3. การคิดมีประโยชน์ในการทำให้เกิดการปรับตัวและสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น

4. การคิดทำให้มนุษย์เกิดความพยายามให้ถึงจุดหมายที่ต้องการ อันเป็นสิ่งแสดงถึงความเจริญของมนุษย์และเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน

5.3 การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking)

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายความหมายของการคิดวิเคราะห์โดยใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อน การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมทางปัญญา การคิดวิเคราะห์เป็นการใช้เหตุผล และ เป็นการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับ เดอ โบโน (De Bono. 1976: 29 – 32) ที่ว่าผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดนิยามของการคิดวิเคราะห์ในหลาย ๆ ลักษณะทุกคำนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีคำนิยามใดสามารถอธิบายความหมาย ของการคิดวิเคราะห์ได้สมบูรณ์ที่สุด

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ พุทธศักราช 2530 (2530: 492) คำว่า “คิด” หมายความว่า นึกดำริ ระลึก ตรึกตรอง ส่วนคำว่า “ วิเคราะห์ ” หมายความว่า ดู สังเกต ใคร่ครวญ อย่างละเอียดรอบคอบในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาส่วนดี ส่วนบกพร่อง หรือ จุดเด่นจุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ แล้ว เสนอแนะสิ่งที่ดีสิ่งที่เหมาะสมนั้นอย่างยุติธรรม

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

บลูม (ลัวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 41 – 44 ; อ้างอิงจาก Bloom. 1956) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการของอะไร

กู๊ด (Good. 1973: 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

ดิวี่ (ชานาญ เขียมสำอาง. 2539: 51 อ้างอิงจาก Dewey. 1933: 30) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

รัชเชลล์ (วิไลวรรณ ปิยปกรณ. 2535: 20 ; อ้างอิงจาก Russel. 1956: 281 – 282) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่งโดยผู้คิดจะต้องใช้การ

พิจารณาตัดสินในเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

วัตสันและเกลเซอร์ (1964: 11) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยทัศนคติ เป็นการแสดงออกทางจิตใจ ต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรง และการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติ และความรู้

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2537: 95) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดที่มีเหตุผล และมีประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นการตัดสินใจในสิ่งที่เชื่อหรือจะทำอะไร

อรพรรณ ลือบุญรัชชัย (2538: 18) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดซึ่งเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน มีเป้าหมายในการคิดวิเคราะห์คือความรู้เพื่อตัดสินใจเชื่อปฏิบัติ

นิภาภรณ์ แสงดี (2541: 7) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นพฤติกรรมของบุคคลในการแยกแยะ การคิดพิจารณาใคร่ครวญ ไตร่ตรอง เพื่อตัดสินใจ แก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบมีเหตุผล

วิไลพร คำเพราะ (2539: 53) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดพิจารณา ความเชื่อ ความรู้ คำกล่าวอ้าง และสิ่งต่าง ๆ อย่างสุขุม รอบคอบ โดยหาเหตุผลเพื่อสรุปได้อย่างถูกต้องก่อนจะตัดสินใจ เชื่อ หรือ สรุปเลือก

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541: 94) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ชาติ แจ่มนุช (2545: 54) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดที่สามารถแยกสิ่งสำเร็จรูป ได้แก่ วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวหรือ บรรดาเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริง หรือ ความสำคัญที่แฝงอยู่ภายใน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปการคิดวิเคราะห์ได้ว่า คือ การแยกแยะข้อมูล หรือสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยการหาหลักฐานหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนหรือยืนยันเพื่อพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจเชื่อหรือสรุปเลือก

5.4 การคิดแบบวิเคราะห์

การคิดแบบวิเคราะห์หรือการคิดระดับการวิเคราะห์เป็นการคิดพิจารณาสิ่งสำเร็จรูปหรือระบบใดๆ อย่างแยกแยะให้ค้นพบความจริง ที่แฝงในรูปขององค์ประกอบ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และหลักการที่องค์ประกอบคูกันอยู่เป็นสิ่งที่สำเร็จรูป หรือเป็นระบบอยู่ได้ สิ่งสำเร็จรูปในที่นี้หมายถึงระบบ (System) หรือระบบย่อย (Subsystem) ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งแต่ระบบย่อยประกอบด้วยองค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ภายในต่อกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ได้แก่ พัดลมตัวหนึ่ง บทความ อเมริกายึดอิรัก ความมาสงบในภาคใต้ การประท้วงของ กฟผ. ฯลฯ ล้วนถือเป็นสิ่งสำเร็จรูป หรือระบบหนึ่งระบบใดเสมอ และสิ่งที่เป็ระบบเหล่านี้ ล้วนเป็นส่วนที่เป็นองค์ประกอบ หรือเนื้อแท้ (Element) มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันขององค์ประกอบ (Relationship) และมีหลักการสำคัญที่ทำให้ระบบคูกันอยู่ได้ (Organizational Principle)

5.5 การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์

การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดอย่างแยกแยะได้ และคิดได้อย่างคล่องแคล่ว หรือมีทักษะในการคิดแบบวิเคราะห์ได้ ขั้นแรกสุด ครูผู้สอนต้องรู้จัก ความคิดแบบวิเคราะห์นี้อย่างดีเสียก่อนขั้นต่อ ๆ ไปจึงผสมผสานการคิดแบบนี้เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอน ไม่ว่าจะใช้ระเบียบวิธีสอน เทคนิคการสอนแบบใด โดยแบ่งแนวทางการคิดในรูปกิจกรรมหรือคำถามให้พัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์ขึ้นในตัวผู้เรียน

1. การสอนการคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ (Analysis of Elements) มุ่งให้ผู้เรียนได้คิดแบบแยกแยะว่า สิ่งสำเร็จรูปหนึ่งมีองค์ประกอบอะไร มีแนวทางดังนี้

1.1 วิเคราะห์ชนิด โดยมุ่งให้ผู้เรียนคิดและวินิจฉัยว่า บรรดาข้อความ เรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ใด ๆ ที่พิจารณาอยู่นั้น จัดเป็น ชนิดใด ประเภทใด ลักษณะใด ตามเกณฑ์หรือหลักการใหม่ที่กำหนด เช่นเสียชีพอยาเสียสัตย์ ให้นักเรียนคิด (หรือช่วยกันคิด) ว่าเป็นข้อความชนิดใดและเพราะอะไรตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ใหม่ที่ไมเหมือนในตำรา เช่น เป็นคำพังเพย ความเห็น ความจริง คติเตือนใจ คำปลุกใจ เป็นต้น จุดสำคัญของการสอนให้คิดแบบวิเคราะห์ชนิดนี้ก็คือ ต้องให้เกณฑ์ใหม่และบอกเหตุผลที่จัดชนิดตามเกณฑ์ใหม่ที่กำหนด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ มุ่งให้คิดแยกแยะและวินิจฉัยว่า องค์ประกอบใด สำคัญไม่สำคัญ เช่น ให้นักนหาสาระสำคัญ แก่นสาร ผลลัพธ์ ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย

1.3 วิเคราะห์เลศนัย มุ่งให้คิดค้นหาสิ่งที่พรางไว้ แฝงเร้นอยู่ มิได้บ่งบอกไว้ตรง ๆ แต่มีร่องรอยส่งให้เห็ว่ามีความจริงนั้นซ่อนอยู่

2. การสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships)

มุ่งให้ผู้เรียนคิดแยกแยะว่าสิ่งสำเร็จรูป ระบบ มีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันแบบใด สัมพันธ์ตามกันหรือกลับกัน สัมพันธ์กันสูงต่ำเพียงไร มีแนวทางดังนี้

2.1 วิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดแบบค้นหาชนิดของความสัมพันธ์ ว่าสัมพันธ์แบบตามกัน กลับกัน ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับองค์ประกอบ องค์ประกอบกับเรื่องทั้งหมด

2.2 วิเคราะห์ขนาดความสัมพันธ์ โดยมุ่งให้คิดเพื่อค้นหาขนาด ระดับของความสัมพันธ์

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนของความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดเพื่อค้นลำดับขั้นของความสัมพันธ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นเรื่องแปลกใหม่

2.4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์และวิธีการ มุ่งให้คิดและค้นหาการกระทำ พฤติกรรม พฤติการณ์ มีเป้าหมายอะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผลที่เกิดตามมา มุ่งให้คิดแบบแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ซึ่งเป็นยอดปรารถนาประการหนึ่งของการสอนให้คิดเป็น คือ หาสาเหตุและผลได้ดี

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ โดยให้ค้นหาแบบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่งแล้วบอกความสัมพันธ์นั้น หรือเปรียบเทียบความสัมพันธ์คู่อื่น ๆ ที่คล้าย ๆ กัน ทำนองเดียวกันในรูปอุปมาอุปไมย

3. การสอนการคิดวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles)

มุ่งให้ผู้เรียนคิดอย่างแยกแยะจนจับหลักการได้ว่า สิ่งสำเร็จรูปคุมองค์ประกอบต่าง ๆ อยู่เป็นระบบอยู่ได้ คือ หลักการอะไร ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักการ ต้องอาศัยการวิเคราะห์ขั้นต้นคือการวิเคราะห์องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ก่อน กล่าวคือ ต้องแยกแยะสิ่งสมบูรณ์หรือระบบให้เห็นว่ามีองค์ประกอบสำคัญมีหน้าทียังไร และองค์ประกอบเหล่านั้นเกี่ยวข้องพาดพิง อาศัยความสัมพันธ์กันอย่างไร พิจารณาจนรู้ความสัมพันธ์ตลอดจนสามารถลงสรุปจับหัวใจหรือหลักการได้ว่า การที่ทุกส่วนเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกัน เกาะกลุ่มกันคุมกันจนเป็นระบบอยู่ได้ เพราะหลักการใด ผลที่ได้เป็นการวิเคราะห์หลักการ (Principle) ซึ่งเป็นยอดของการคิดแบบวิเคราะห์ การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์หลักการเน้นการสอนวิเคราะห์ดังนี้

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง มุ่งให้ผู้เรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาโครงสร้างของสิ่งสำเร็จรูปนั้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาใหม่ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ข้อความ การทดลอง

3.2 การวิเคราะห์หลักการ มุ่งให้ผู้เรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาความ

จริงแม้บทของสิ่งนั้น เรื่องราว สิ่งสำเร็จรูปนั้น ได้แก่ การคิดค้นหาหลักการสรุปการสอนให้คิดวิเคราะห์ ต้องให้สิ่งสำเร็จรูปแก่ ผู้เรียน เช่น เรื่องราว เหตุการณ์ ปัญหาการทดลอง แล้วให้คิดอย่างแยกแยะ ให้เห็นถึงองค์ประกอบย่อย ความเกี่ยวข้องระหว่างองค์ประกอบ และหลักการที่ครอบคลุมสิ่งสำเร็จรูป หรือระบบนั้นอยู่ ส่วนเทคนิค วิธีสอนวิธีเรียนจะเป็นแบบใดก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

5.6 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการชี้นำพฤติกรรม ดังนั้น การคิดวิเคราะห์ จึงตรงกันข้ามลักษณะต่อไปนี้ (Scriven & Paul. 2003)

1. การคิดวิเคราะห์จะไม่เป็นเพียงการรู้หรือการจำข้อมูลเพียงอย่างเดียวเพราะการคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้
2. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การมีทักษะเท่านั้นแต่การคิดวิเคราะห์จะต้องเกี่ยวกับการใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง
3. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การฝึกทักษะอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะที่ต้องคำนึงถึงผลที่ยอมรับได้

การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นการคิดวิเคราะห์แตกต่างไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ โดยทั่วไปสามารถแยกแยะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้

การสังเกต จากการสังเกตข้อมูลมาก ๆ สามารถสร้างเป็นข้อเท็จจริงได้

ข้อเท็จจริง จากการรวบรวมข้อเท็จจริงมากมายและการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขาดหายไปสามารถทำให้มีการตีความ

การตีความ เป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของการอ้างอิง ทำให้เกิดการตั้งข้อตั้งสงสัยเบื้องต้น

การตั้งข้อตั้งสงสัยเบื้องต้น จากข้อตั้งสงสัยเบื้องต้นทำให้สามารถมีความคิดเห็น

ความคิดเห็น การแสดงความคิดจะต้องมีหลักและเหตุผลเพื่อพัฒนาข้อคิดวิเคราะห์

การวิเคราะห์ การวิเคราะห์ต้องอาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไปผู้เรียนจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกต และข้อเท็จจริง หรือตีความว่าแตกต่างไปจากการแสดงความคิดเห็น หากผู้เรียนเข้าใจถึงความแตกต่างก็จะทำให้ผู้เรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

5.7 วิธีวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Watson and Glaser. 1964: 11) คือ การวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณา ในการตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนั้น ที่สำคัญในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ก็จะต้องมีความเกี่ยวข้อง เป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเห็นว่าการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาสาเหตุและผลมา เพื่อพิจารณาอยู่เสมอ การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมี 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา จะเป็นการกำหนดปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหา พิจารณาข้อมูล หรือกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งนิยามความหมายของคำ และข้อความ การระบุปัญหาเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิด เมื่อตระหนักว่ามีปัญหา หรือข้อโต้แย้ง หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือ จะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุสมผล เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น ปัญหาจึงเป็นสิ่งเร้า ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์ หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการพิจารณาแนวทาง การสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้ว มาพิจารณาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่นำไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ ในทิศทางใดบ้าง เพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด หรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป
3. การตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการตั้งข้อมูล หรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มาใช้เพื่อออกแบบการทดลอง หรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ในการสรุปอ้างอิงต่อไป
4. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ เป็นการพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุด จากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ ก็จะพยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด ที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล การใช้เหตุผลหรือทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการสรุปปัญหา และเป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดวิเคราะห์ หรือ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการคิดที่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดี และข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีที่สุดด้วย นอร์ริส และ เอนนิส (Norris and Ennis. 1989) ดังนั้น การคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และคุณลักษณะการคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ มีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน เพราะฉะนั้นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยให้การสรุปอ้างอิงเป็นไปอย่างสมเหตุสมผล คือการใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน (Stemberg. 1985) หรือการสรุปอ้างอิงโดยหลักตรรกศาสตร์

5. การประเมินการสรุปอ้างอิง เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุปโดยใช้ หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ ผลที่จะเกิดจะเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับการเปลี่ยนแปลง และได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้งหนึ่งเพื่อตั้งสมมติฐานสรุปอ้างอิงใหม่

5.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

เพียเจต์ (พรณี ข. เจนจิตร. 2538: 137 – 145) เสนอว่า พัฒนาการความสามารถทางสมองของมนุษย์เริ่มตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงขีดสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 15 ปี ซึ่งแบ่งลำดับของการพัฒนาการ เป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. Sensori – Motor Intelligence (0 – 2 ปี) ในวัยนี้เด็กแสดงออกทางการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ มีปฏิริยาตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการกระทำ การคิดของเด็กในขั้นนี้ใช้สัญลักษณ์น้อยมากจะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ จากการกระทำ และการเคลื่อนไหว และจะเรียนรู้จากสิ่งรอบตัวเฉพาะที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้เท่านั้น

2. Preoperational Thought (2 – 7 ปี) เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างอื่น การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ในขั้นนี้พัฒนาการด้านการคิดยังไม่สมเหตุสมผล ยังติดอยู่กับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการคิด คือ การยึดติดกับสิ่งที่ป็นรูปธรรม ไม่สามารถคิดย้อนกลับโดยใช้เหตุผล ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง มองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ละด้าน ไม่สามารถพิจารณาหลาย ๆ ด้านพร้อมกัน

3. Concrete Operations (7 – 11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ และภาษา การสร้างภาพแทนในใจได้ การคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลดน้อยลง แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ คิดย้อนกลับได้ รวมทั้งจัดประเภทสิ่งของ ตลอดจนเข้าใจเรื่องการเปรียบเทียบ

4. Formal Operations (11 ปี ขึ้นไป) เป็นขั้นที่เด็กสามารถเข้าใจสิ่งที่ป็นนามธรรม คิดอย่างสมเหตุสมผล สามารถตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา คิดแบบวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้ รู้จักคิดด้วยการสร้างภาพในใจ สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่นอกเหนือไปจากปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริง และคิดสร้างทฤษฎีได้ การคิดของเด็กไม่ยึดติดกับข้อมูลที่มาจากการสังเกตเพียงอย่างเดียว

ทฤษฎีของเพียเจต์ อธิบายพัฒนาการคิด จากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกาย และวุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคม และสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาของการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้นซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูง และพัฒนาการของการคิดแต่ละคน มีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกัน ในด้านความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของพัฒนาการ

5.9 ทฤษฎีการสอนเพื่อให้คนคิดวิเคราะห์เป็น

หน้าที่ของครูก็คือ สอนให้คิดเป็นเสียก่อน ครูต้องพัฒนาระดับความคิดของผู้เรียน ให้เขามีความคิดดี คิดชอบ เพื่อประโยชน์ของสังคมส่วนรวม ด้วยการสร้างเจตคติ ค่านิยมที่ถูกต้องให้เกิดขึ้นเสียก่อน แนวทางที่จะปฏิบัติเพื่อกิจกรรมที่น่าสนใจน่าจะได้แก่การฝึกให้รู้จักคิด และตัดสินใจได้อย่างมีระบบ ด้วยวิธีการทำค่านิยมให้กระจ่าง (Value Clarification) โดยครูยกเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาทั้งจริงและสมมติ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ (ดิลก ดิลกานนท์. 2525: 64 – 65)

1. วิเคราะห์ว่าอะไรคือปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนต้องรวบรวมปัญหา หาข้อมูลพร้อมสาเหตุของปัญหาจากการคิด การถาม การอ่าน หรือพิจารณาจากข้อเท็จจริงนั้น ๆ
2. กำหนดทางเลือก เพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นได้แล้ว ผู้เรียนจะต้องหาทางเลือกที่จะแก้ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่าง ๆ ทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้นไม่จำเป็นต้องมีทางเลือกทางเดียว อาจมีหลาย ๆ ทางเลือกก็ได้
3. ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เป็นทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้น โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจที่สำคัญ คือ ผลได้ ผลเสีย ที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกนั้นซึ่งจะเกิดขึ้นในด้านส่วนตัวและสังคมส่วนรวม
4. ตัดสินใจ เมื่อพิจารณาทางเลือกอย่างรอบคอบในขั้นที่ 3 แล้วจึงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

หลังจากผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ เลือกที่จะแก้ปัญหานั้นในสถานการณ์นั้น ๆ แล้ว ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดของเขา และอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม โดยครูต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคน ถ้าหากคำตอบของผู้เรียนมีความขัดแย้งขึ้นในกลุ่ม ครูจะต้องเป็นผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อไปว่า คำตอบใดก่อให้เกิดผลในทางดีและไม่ดีอย่างไรบ้าง อะไรเป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคมส่วนรวมมากที่สุด ครูควรระลึกไว้เสมอว่า คำตอบที่ผู้เรียนเสนอมานั้นถูกทั้งนั้น และเหตุผลและความคิดของแต่ละคนไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เช่น

คำตอบทางกายภาพศาสตร์ หากครูได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และอภิปราย ปัญหาต่าง ๆ เช่นนี้เป็นประจำก็น่าเชื่อว่าการสอนคนให้วิเคราะห์ได้แล้ว

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

คลีแมน (Klienman. 1963: 307 – 317) ได้สังเกตการณ์สอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้ง แล้วใช้การถามเป็นการ จำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณญาณ (Critical Thinking) จำนวนเก้าคำถาม หรือ มากกว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครูที่ไม่เคยถามคำถาม ความคิดโดยใช้วิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นกลุ่มต่ำแล้วแบบทดสอบวัดความเข้าใจ วิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบฉบับหลังคือ แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณนั้น เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเล็กน้อย และอีกฉบับ คือ ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บาสมาเจียน (Bassmajian. 1978: 210 – A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของเพียเจต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนียกับความสามารถในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา และพัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มนักศึกษา 83 คน ที่เรียนวิชา Biology1 โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี (Berne) ปรากฏว่านักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรม มีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดนามธรรม

เรย์ (Ray. 1979: 3220 – A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับที่ต่ำกับคำถามระดับที่สูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับต่ำกลุ่มที่ 2 ถามด้วยคำถามระดับสูง ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มที่ถามด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

เนลสัน (Nelson. 1970: Abstract) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ครูสองคนที่ใช้วิธีสอนสองแบบกับนักเรียนเกรดหก 2 ห้องเรียน ห้องหนึ่งสอนโดยกระตุ้นให้คิด ส่วนอีกห้องหนึ่งสอนโดยวิธีไม่ได้กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน รวม 36 คาบเรียน จากนั้นทั้งสองชั้นได้รับการนำเข้าสู่การทดลอง ซึ่งทดลองด้วยวิธีการที่เหมือนกัน แต่ในอภิปรายหลังการทดลองห้องที่สอน

โดยไม่กระตุ้นให้คิด ครูจะใช้คำถามระดับต่ำ เช่น ถามความรู้ความจำ ส่วนห้องที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง เช่น คำถามเกี่ยวกับการสรุป อ้างอิง และการพิสูจน์ หลังจากนั้นก็ทำการวัด 1) ทักษะด้านความรู้ของนักเรียนโดยใช้ทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ของนักเรียนซึ่งมีการสังเกต การสรุป อ้างอิง การพิสูจน์ และการจำแนก 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ผลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า พวกที่สอนแบบกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอน โดยวิธีกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณ และ คุณภาพด้านการสังเกต และการสรุปอ้างอิงดีกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เลวิน (Levin. 1980) ได้อ้างอิงงานวิจัยของ คอมเบอร์ และ คีฟส์ (Comber and Keeves. 1973) ในโครงการ IEA ได้ทำการวิจัยกับนักเรียน 19 ประเทศ พบว่า นักเรียนจะปฏิบัติงานได้ดี ในกรณีทำงานเหล่านั้น ใช้ความสามารถด้านการคิด ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) และจะปฏิบัติงานได้ดีพอสมควรเมื่อเป็นงานที่ใช้ความสามารถด้าน การคิด ที่ซับซ้อนเช่น การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) การประเมิน (Evaluation)

นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984) ได้ทำการทดลองเพิ่มศักยภาพทางการคิดของนักเรียนระดับอาชีวศึกษาชั้นสูงที่เรียนซ้ำในเมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ซึ่งทดลองด้วยระยะเวลาจนถึง 1 ปี และ พบว่า สามารถเพิ่มศักยภาพทางการคิดและสมรรถภาพทางสมองของกลุ่มทดลองได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 งานวิจัยในประเทศ

พะยอม ตันมณี (2524: 137 – 153) ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และผู้เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาความคิดวิจารณ์ญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีระ เมืองช้าง (2525: 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณ

ที่ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ พะยอม ตันมณี และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัย พบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ศุภพงศ์ อยู่ทอง (2531: 46) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลของคำถามชั้นวิเคราะห์ที่ส่งผลพฤติกรรมการคิดแบบวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสังคมศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยครูซึ่งใช้แผนการสอนที่ใช้คำถาม ชั้นการวิเคราะห์มีพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยครูซึ่งใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามไม่ถึงชั้นวิเคราะห์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิไลวรรณ ปิยะปรกรณ์ (2535: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิภาภรณ์ แสงดี (2538: 56) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสัจกับการสอนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบอริยสัจกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนของกลุ่มทดลอง มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (2543: 106) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิโนทัศน์ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05

ระพีพันธุ์ คร้ามมี (2544: 80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ประกอบด้วยชนิดข้อคำถาม 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดข้อคำถาม แบบคิดวิเคราะห์ คำอธิบาย และชนิดข้อคำถามแบบเหตุผลเชิงตรรก

7. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติ

7.1 ความหมายของมโนคติ

มโนคติมาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “ Concept ” ซึ่งคำนี้สามารถใช้คำอื่น ในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น สังกกับ ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนทัศน์ และ มโนภาพ ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า มโนคติ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517: 17) ได้ให้ความหมายของ มโนคติ ไว้ว่า “ มโนคติของสิ่งใด คือ Main idea ที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นจินตนาการที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติ หรือคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ”

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532: 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนคติไว้ว่า หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้ อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534: 3) กล่าวว่า “มโนคติเป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม”

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534: 103) กล่าวว่า “มโนคติเป็นผลสรุปจากการรับรู้ของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามาเป็นรูปแบบเดียวกัน เช่น หนังสือ รวมตั้งแต่พจนานุกรมจนถึงหนังสือการ์ตูน เป็นต้น ”

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2537: 22) ให้ความหมายของมโนคติว่า หมายถึงการสรุปลักษณะหรือสมมติส่วนที่สำคัญของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือความคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเหล่านั้นซึ่งแสดงออกมาโดยภาษาหรือถ้อยคำที่เน้นนามธรรม

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 28) กล่าวว่าไว้ สรุปได้ว่า มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่

สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น นำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

ปาเจ (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2534: 103 ; อ้างอิงจาก Page) กล่าวว่า มโนคติ หมายถึง ลักษณะของสิ่งของหรือเหตุการณ์ โดยกระบวนการรับรู้ การจัดลำดับขั้น และการแยกประเภทโดยการแสดงออกทางภาษาที่เป็นสัญลักษณ์

เดอ เซคโค (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2534: 103; อ้างอิงจาก De Cecco) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า มโนคติเป็นกลุ่มเหตุการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะบางประการ หรือหลายประการร่วมกันอยู่ สิ่งแวดล้อมและเหตุการณ์ ได้แก่ วัตถุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิต ตลอดจนดินฟ้าอากาศและอื่น ๆ

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540: 25) ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์หลาย ๆ แบบ และใช้คุณลักษณะประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

มนมนัส สูดลีน (2543: 11) สรุปว่า มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิม แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งเหล่านั้นมาสรุปหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

สุวิทย์ – อรทัย มูลคำ (2545: 174) มโนคติ หมายถึงความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นแล้วใช้คุณลักษณะหรือ คุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม (2545: 27) สรุปว่ามโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการนำความรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม เพื่อหาข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

กู๊ด (Good. 1959: 124) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์ไร้ความคิดทั่วไป เชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรมหรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็นความคิดหรือภาพความคิด

กาเย่ (Gagne. 1977: 32) ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า หมายถึง การจัดประเภทวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ หรือความคิด ซึ่งมโนคติจัดเป็นส่วนประกอบของกฎเกณฑ์และพื้นฐานของการคิดในระดับสูง

โนแวก และ โกวิน (Novak ; & Giowin. 1983: 5) ให้ความหมายของคำว่า มโนคติว่า หมายถึง ความสม่ำเสมอที่มีอยู่ในเหตุการณ์หรือวัตถุต่างๆ และ ตราไว้ให้เป็นที่ยอมรับกันด้วยคำพูด

จากการให้ความหมายของมโนคติของนักวิชาการต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่า มโนคติหมายถึง ความคิดรวบยอด จากความเข้าใจ จากการได้รับรู้โดยสิ่งเร้า เหตุการณ์ ลำดับเป็นกระบวนการความคิดที่สามารถสร้างไว้อย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนจนสามารถนำมาคิดเป็นคำจำกัดความประมวลเป็นภาพหลักได้

7.2 ความหมายของผังมโนคติ

มนัส บุญประกอบ (2533: 26) ได้สรุปความหมายของแผนผังมโนคติไว้ว่า แผนผังมโนคติ มีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่ง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่มีประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539 : 7) กล่าวว่าผังมโนคติ หมายถึง แผนภาพที่ประกอบด้วยกลุ่มมโนคติ เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ระบุมโนคติที่สำคัญ
2. จัดลำดับมโนคติที่มีความหมายกว้างมากที่สุดจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจง
3. เชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้คำเชื่อม
4. ทบทวนมโนคติที่สร้างขึ้น

ประทีป ชูหมื่นไวย (2540: 12) ให้ความหมายของแผนผังมโนคติไว้ว่า แผนผังมโนคติ หมายถึง แผนที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายระหว่าง มโนคติตั้งแต่ 2 มโนคติ ขึ้นไปในลักษณะ 2 มิติ ด้วยคำเชื่อมทำให้เกิดประโยคที่มีความหมายแสดงถึงความรู้ใหม่เข้าเชื่อม กับความรู้เดิมในโครงสร้าง ทางสติปัญญาของผู้เรียน โดยมโนคติที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมอยู่บนสุดของแผนผังแล้วลดลำดับลงมาเป็นมโนคิตรง ซึ่งแสดงลักษณะเดิมขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดได้เป็นมโนคติเฉพาะเจาะจง

โนแวก และ โกวิน (จารุวรรณ โพธิ์ทองธรรม. 2541: 10; อ้างอิงจาก Novak ; & Gowin) ได้กล่าวไว้ว่า “ผังมโนคติเป็นผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างมโนคติต่าง ๆ โดยทำให้อยู่ในรูปของประพจน์” โดยนิยามความหมายของประพจน์ ดังนี้ “ประพจน์ คือ

มโนมติด้อยอย่างน้อย 2 ข้อ ที่แสดงออกด้วยภาษา และเชื่อมกันให้เป็นหน่วย ที่มีความหมายหน่วยหนึ่ง ”

สเตวาร์ท เคิร์ท และ โรเวล (พิทักษ์ เจริญวานิช. 2531: 13 ; อ้างอิงจาก Stewart; Kirt; & Rowell) ได้ให้ความหมายของผังมโนมติว่า เป็นการแสดงโครงสร้างรายวิชา หรือแสดงหน่วยหนึ่งของรายวิชา โดยแสดงในรูป 2 มิติ เพื่อแสดงข้อมูลของรายวิชาเป็นโครงสร้าง ในลักษณะเชิงเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติที่เกี่ยวข้องในรายวิชาได้อย่างเหมาะสม โดยทั่วไปจะแสดงความสัมพันธ์ต่อเนื่องจากมโนมติที่มีความหมายทั่วไป (General Concept) ซึ่งเขียนไว้ที่ส่วนบนสุด ผังมโนมติรองจะลดหลั่นลงมาเรื่อย ๆ จนถึงมโนมติเฉพาะ (Specific Cocept) ซึ่งจะขึ้นชื่อเฉพาะ หรือตัวอย่างของมโนมติ

แลนซิง (นิคม พงษ์ประเสริฐ. 2543: 13; อ้างอิงจาก Lancing) ได้กล่าวถึงความหมายของผังมโนมติไว้ในเอกสารทางอินเทอร์เน็ต ในหัวข้อ “ The Concept Mapping Homepage ” ระบุว่า ผังมโนมติเป็นเทคนิคการนำเสนอความรู้ในรูปของแผนผังโดยแผนผังของความรู้ที่ได้เครือข่ายของมโนมติที่แสดงถึงการนำเสนอความสัมพันธ์กันระหว่างมโนมติ

แวน ชี (นิคม พงษ์ประเสริฐ. 2543: 13; อ้างอิงจาก Van Schie) ได้กล่าวถึงผังมโนมติในเอกสารเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตในหัวข้อ “ The Surveyor ” สรุปได้ว่า ผังมโนมติคือ การนำเสนอโครงสร้างของความรู้ซึ่งธรรมชาติของมันมีการจัดรูปแบบเสมือนว่าเป็นความหมายของการติดต่อ หรือการเชื่อมต่อของความรู้

มิน ทูล บุคส์ สโตร (นิคม พงษ์ประเสริฐ. 2543: 13; อ้างอิงจาก Mind Tools Book Stores) เอกสารเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตของบริษัท Mind Tools Ltd. ได้สรุปเกี่ยวกับผังมโนมติว่า ผังมโนมติเป็นวิธีการบันทึกที่ได้ผลสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นโครงสร้างของมโนมติและความเชื่อมโยงที่สัมพันธ์กันของข้อเท็จจริง และแนวความคิดที่สำคัญเกี่ยวกับข้อเท็จจริงนั้น ๆ ผังมโนมติช่วยเชื่อมโยงความคิดที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ตลอดจนจนถึงสิ่งที่ไม่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ตลอดจนถึงสิ่งที่ไม่สัมพันธ์กันได้อีกด้วย

การ์เนอร์ (ศักดิ์สิน สมอุ่นจรรย์. 2529: 14; อ้างอิงจาก Gardner) กล่าวถึงมโนมติว่า เป็นผังที่แสดงให้ผู้เรียนเห็นความรู้ใหม่และความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่และความรู้เดิม ที่จะเรียนในเนื้อหา นั้นได้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผังมโนมติประกอบด้วยมโนมติด้อยอย่างน้อย 2 มโนมติเชื่อมโยงกัน อย่างมีเหตุผลด้วยคำกริยา โดยมีการจัดลำดับชั้นจากมโนมติที่กว้างครอบคลุมมากไปยังมโนมติที่จำเพาะเจาะจงไปเรื่อย ๆ โดยมีมโนมติที่เฉพาะเจาะจงที่สุดอยู่ล่างสุด

จากที่นักวิชาการต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของแผนผังมโนคติ สามารถสรุปได้ว่าแผนผังมโนคติ หมายถึง การจัดกระบวนการคิดที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ สร้างเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติตั้งแต่ 2 แนวคิดขึ้นไปสามารถเชื่อมโยงความคิดที่สัมพันธ์กัน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย

7.3 ความสำคัญของมโนคติ

มโนคติ เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของคน คนต้องสร้างมโนคติอยู่เสมอตราบเท่าที่มีสิ่งเร้ามาปะทะประสาทสัมผัส ทำให้เกิดการเรียนรู้

สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2526: 59 – 60) กล่าวว่ามโนคติมีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอนและการดำรงชีพของมนุษย์มากในชีวิตประจำวันของบุคคลต้องพบกับปัญหาที่เกิดขึ้น ความต้องการตามวิถีทางของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนคติเป็นรากฐานแทบทั้งสิ้น เพราะมโนคติเป็นแก่นของความรู้หรือที่เรียกว่า “ ความคิดหลัก ” เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ก็จะช่วยให้ความคิดแตกฉานยิ่งขึ้นอาจจะกล่าวได้ว่า ผู้ที่มีประสบการณ์มามากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่าหรือมีประสิทธิภาพ เหนือกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนรู้มโนคติ เพราะนอกจากเป็นพื้นฐานของความคิด วิจัยต่าง ๆ แล้วความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถจะบรรจุทุกเรื่องของการวิทยาการความรู้ันั้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งเน้นไปที่ มโนคติ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง รวดเร็วถึงแก่นของความรู้

นวลจิต เขากีรติพงศ์ (2537: 21) กล่าวว่า การเรียนรู้มโนคติ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า ก็สามารถจำแนกจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

บรูเนอร์ (Bruner. 1966: 231) ให้ความคิดว่าการสอนให้คน เกิดมโนคติในสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบไม่สับสน เรียนรู้ง่าย ไม่ยุ่งยาก
2. ทำให้เกิดความประหยัดที่ไม่ต้องเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้มากจนเกิน

ความจำเป็น

3. ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง สร้างเสริมความรู้ต่อไปได้มากขึ้นและเร็วขึ้น

ออสซูเบล (Ausubel. 1968: 505) ได้กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคนต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอยู่ในโลกของมโนมติมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ การตัดสินใจล้วนแต่ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนมติทั้งสิ้น

ดังนั้นจึงสามารถสรุปถึงความสำคัญของมโนมติ ได้ดังนี้

1. มโนมติเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ และการดำรงชีวิตของมนุษย์
2. มโนมติเป็นการสร้างประสบการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาคำถาม

เทคโนโลยีและนวัตกรรม

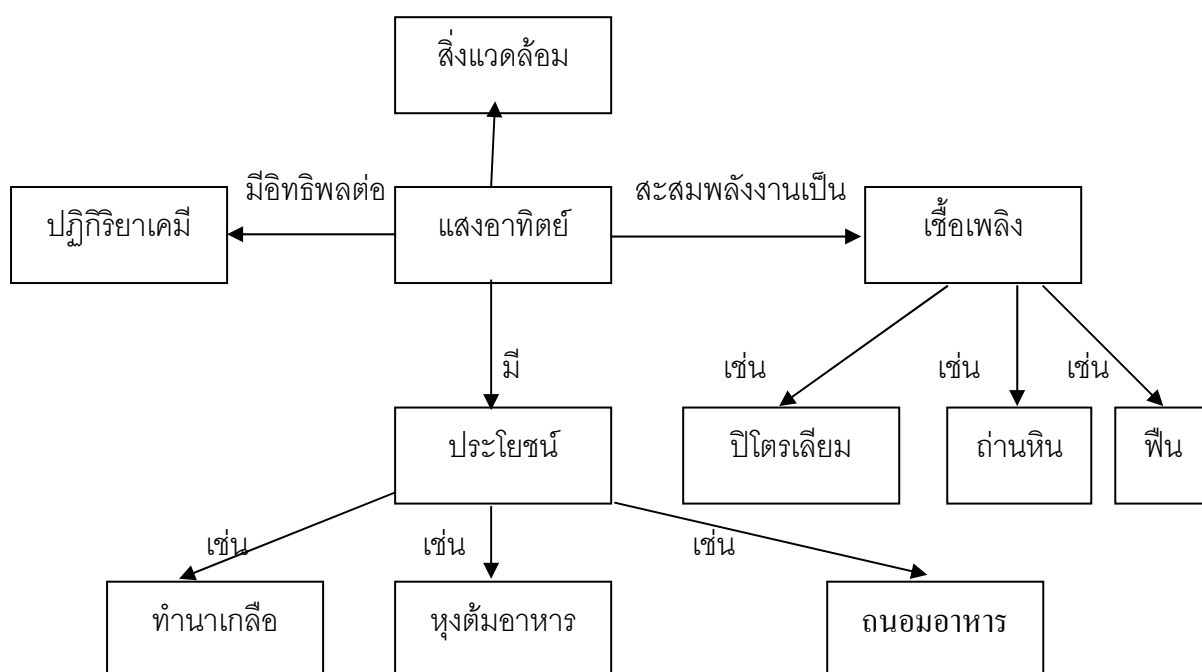
3. มโนมติเป็นพื้นฐานในการพัฒนาการเรียนรู้ให้สูงขึ้น
4. มโนมติถือเป็นการนำกระบวนการมาสร้างการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ
5. มโนมติเป็นประสบการณ์สั่งสมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

สรุปความสำคัญของมโนมติ คือ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบข้อมูลอย่างเป็นระบบ ช่วยให้มีความคิดแตกฉาน เรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง เป็นประสบการณ์สั่งสมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

7.4 ประเภทของผังมโนมติ

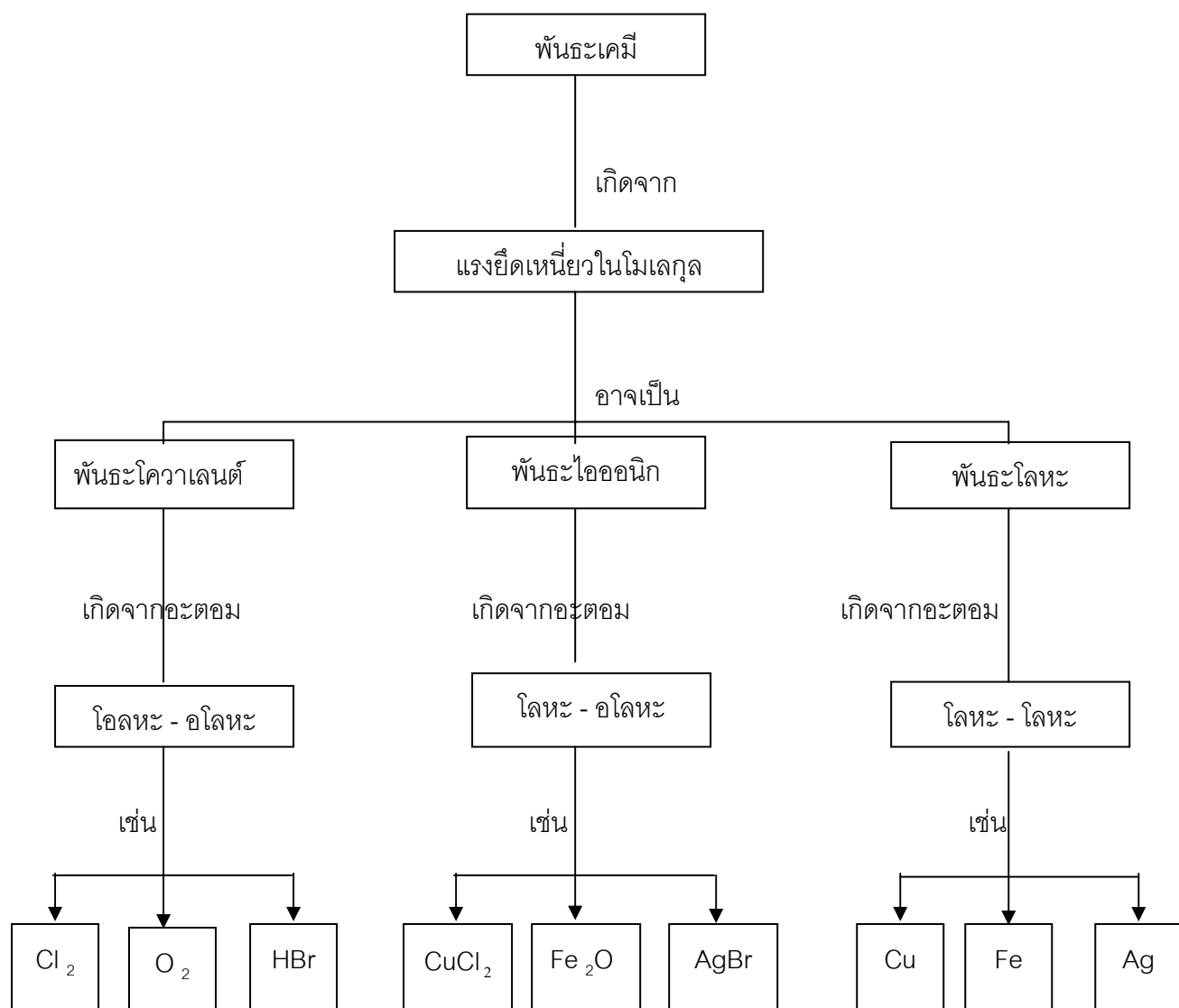
มนัส บุญประกอบ (2533: 27 – 29) ได้จำแนกประเภทของแผนผังมโนมติออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดกระจายออก (Point Grouping) เป็นแผนผังมโนมติที่เริ่มจากคำที่เป็นมโนมติหลักจะเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทางเพื่อเชื่อมต่อกับมโนมติย่อย ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



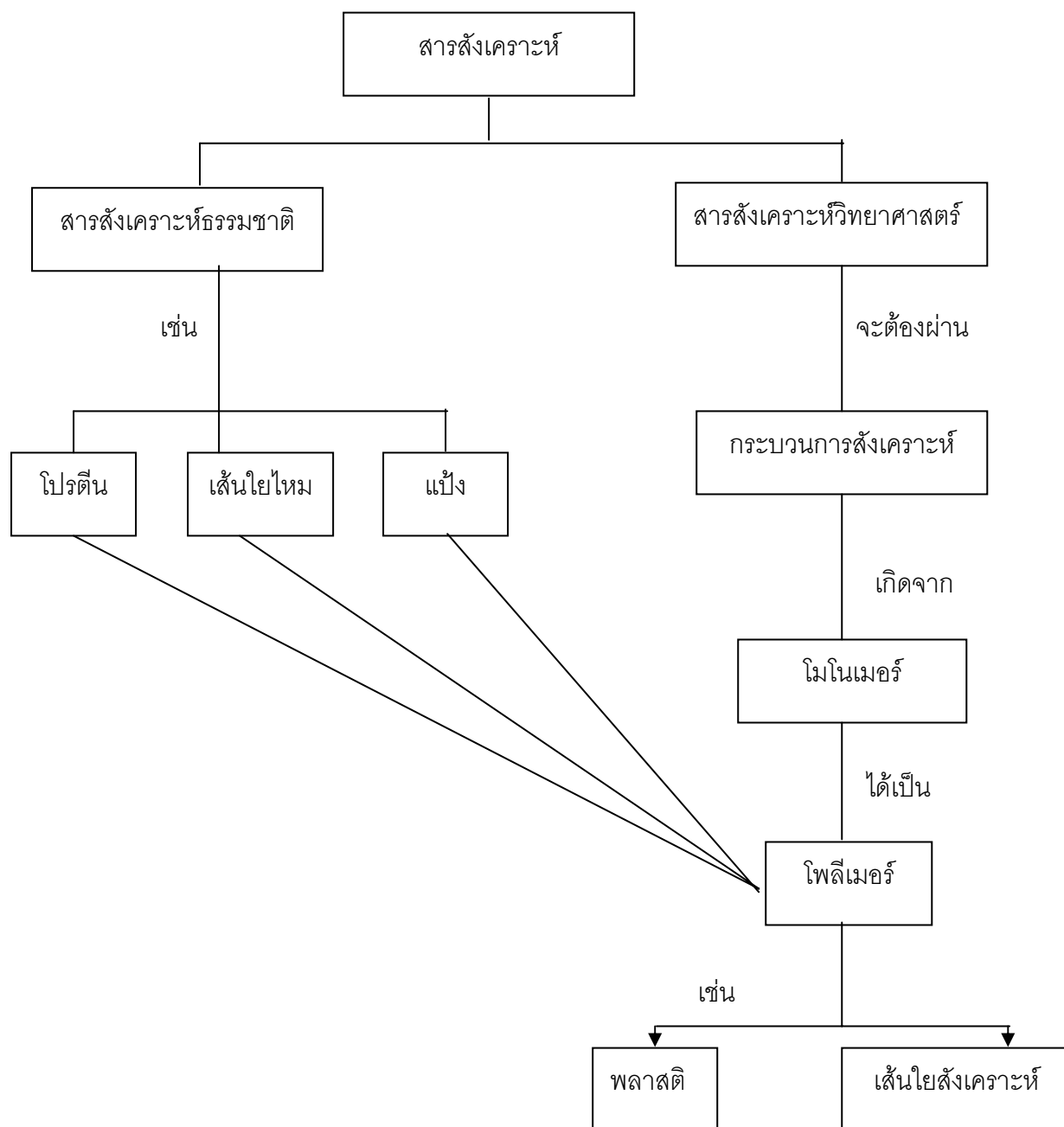
ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์กระจายออก (มนัส บุญประกอบ. 2533ข: 27)

2. ชนิดปลายเปิด (Open Grouping) เป็นแผนผังมโนคติที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่มมโนคติต่าง ๆ ลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของมโนคติที่ผู้เขียนกำหนดไว้ ดังแสดงในภาพประกอบ 5



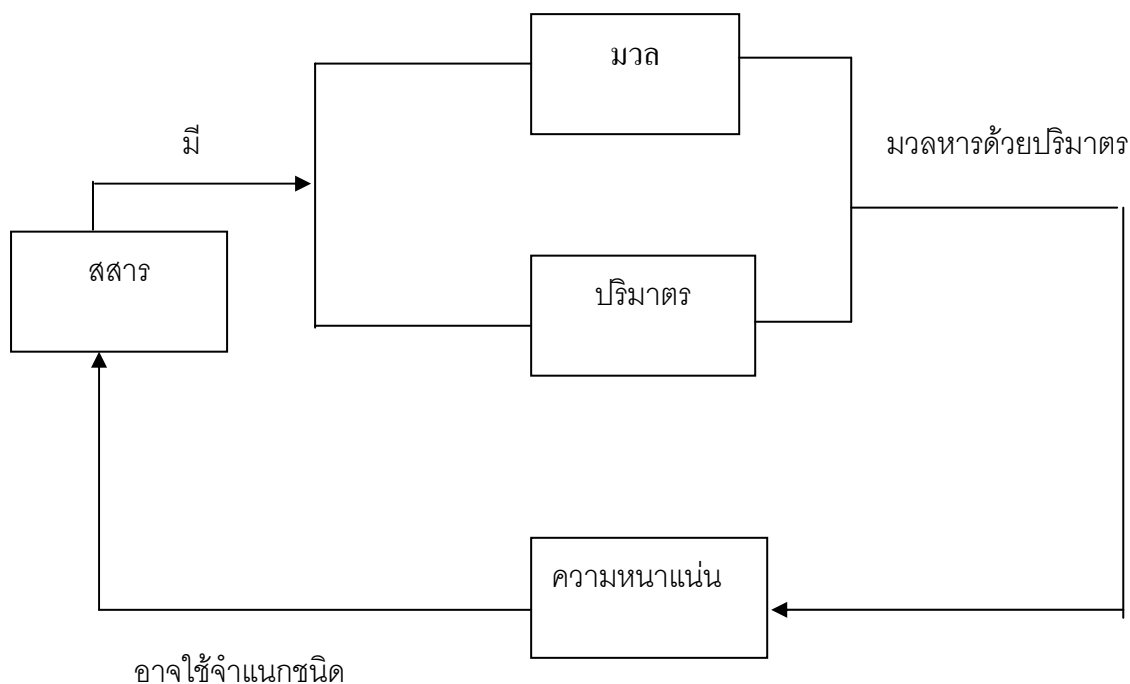
ภาพประกอบ 5 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดปลายเปิด (มนัส บุญประกอบ. 2533ช: 28)

3. ชนิดเชื่อมโยง (Linked Grouping) เป็นแผนผังมโนมิตี ที่มีลักษณะคล้ายกับชนิดปลายเปิดแต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างมโนมิตีได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงตัวอย่างผังมโนมิตีชนิดเชื่อมโยง (มนัส บุญประกอบ. 2533ข : 28)

4. ชนิดปลายปิดหรือล้อมเป็นวง (Close Grouping) เป็นผังมโนมิตีค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงตัวอย่างผังมโนมิตีชนิดปลายปิด (มนัส บุญประกอบ. 2533ข: 29)

7.5 ประโยชน์ของผังมโนมิตี

Malone และ Dekker (ศักดิ์สิน สมอุมจารย์. 2529: 17; อ้างอิงจาก Malone และ Dekker.) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนมิตีที่ช่วยในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยผสมผสานความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว ทำให้ผู้เรียนจดจำได้ง่ายและมีความคงทนในการจำ
2. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและท้าทายเมื่อนำมาใช้ตอนเริ่มเรียนเรื่องใหม่ และยังทำให้ผู้เรียนรู้ว่าเรื่องใหม่ประกอบด้วยความรู้อะไรบ้าง
3. ช่วยแสดงโครงสร้างของเรื่องที่เรียนว่ามีความซับซ้อน และแสดงความสัมพันธ์กับมโนมิตีอื่น ๆ อีกมากมาย

โนแวก และโกวิน (มนัส บุญประกอบ. 2533: 26 – 27; อ้างอิงจาก Novak และ Gowin.) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังมโนมิตีไว้ว่า

1. ใช้วางแผนการจัดหรือพัฒนาหลักสูตรการเรียน หน่วยการเรียนรู้ บทเรียน ตลอดจนการวางแผนจัดทำเอกสารตำราเรียน การเขียนเค้าโครงของบทความ เนื่องจากผังมโนมิตติ จะแสดงให้เห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว

2. เป็นเสมือนแผนที่แสดงเส้นทางการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

3. ใช้วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนที่จะเรียน

4. ใช้ประเมินหรือสำรวจผู้เรียนได้ว่าสิ่งใดที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วหรือมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด โดยให้ผู้เรียนสร้างผังมโนมิตติของตนเองขึ้นจากที่ได้ศึกษาค้นคว้าหรือเรียนจบแล้ว

5. ใช้สรุปความหมายเชิงมโนมิตติทั้งหมดที่ได้รับจากการอ่านตำราเรียน ตลอดจนการอ่านบทความในหนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสารต่าง ๆ

6. ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

จะเห็นว่าประโยชน์ของผังมโนมิตติ สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ทุกขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การเตรียมการสอน ใช้ในกิจกรรมการสอน จนถึงขั้นวัดและประเมินผล ช่วยผสมผสานความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิม ช่วยต่อการจดจำและมีความคงทนในการจำ

7.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างแผนผังมโนมิตติ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างแผนผังมโนมิตติ คือทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของ ออซูเบล (ซูราจค์ โค้วตระกูล. 2533: 155 – 157 ; อ้างอิงจาก Ausubel. 1963) ทฤษฎีของออซูเบลเน้นความสำคัญของการเรียนรู้ ความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ ถ้ามีสิ่งที่เรียนรู้ใหม่นั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้เดิม ของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ใหม่นั้นมีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนต้องการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยไม่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิม หรือผู้เรียนไม่เคยมีความรู้พื้นฐานมาก่อนบ้างเลย การเรียนรู้ชนิดนั้นจะไม่มีมีความหมาย เป็นการเรียนแบบการท่องจำ (Rote Learning) ซึ่งจะทำให้ลืมง่ายและไม่สามารถนำไปใช้ได้ ออซูเบลแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การเรียนรู้โดยการรับรู้ที่มีความหมาย (Meaning Deception Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วนแล้วผู้เรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

2. การเรียนรู้โดยการรับรู้แบบท่องจำ (Rote Reception Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วนและผู้เรียนท่องจำไว้

3. การเรียนรู้โดยการค้นพบอย่างมีความหมาย (Meaningful Discovery Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนค้นหาคำตอบเองและนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

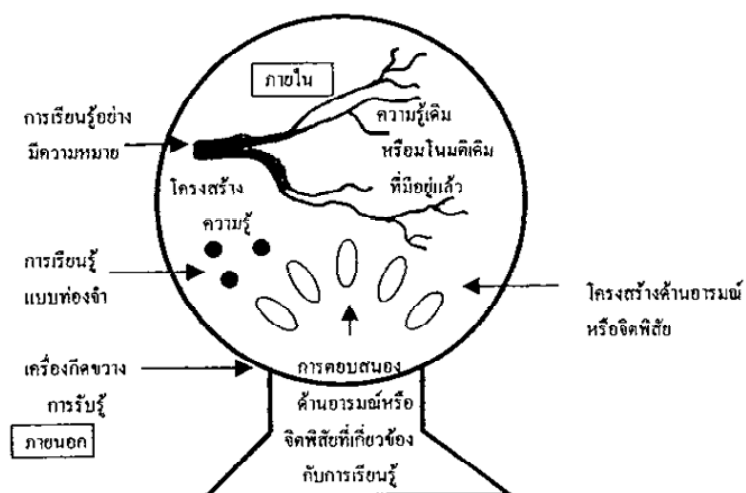
4. การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำ (Rote Discovery Learning) เป็น

การเรียนรู้ที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองแต่ท่องจำ

การรับรู้หรือการค้นพบ ถือเป็นขั้นแรกของการเรียนรู้ ถ้านักเรียนตั้งใจจะให้ได้รับข้อมูลที่ได้รับมาใหม่เกิดความคงทน จำได้นาน จะต้องนำไปสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องรู้มาก่อนแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนตั้งใจจะจำข้อมูลที่ได้รับมาใหม่โดยไม่นำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะทำให้เกิดการเรียนรู้แบบท่องจำ

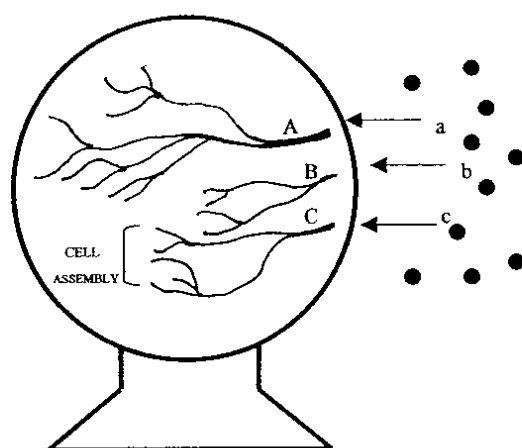
การนำข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างของความรู้ จะใช้โดยการดูดซึมเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างของความรู้เดิม โดยกระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (Subsumption) ในการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทั้งชนิดรับรู้และค้นพบ เมื่อความรู้ใหม่เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างของความรู้แล้ว ต่อไปนาน ๆ แม้ว่าจะไม่สามารถจดจำได้ทั้งหมด แต่ก็สามารถระลึกย้อนหลังถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หรือถ้าเป็นการเรียนใหม่อีกครั้งก็จะใช้เวลาน้อยกว่าการเริ่มเรียนในครั้งแรก

โดยสรุปการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สามารถเชื่อมกับมโนทัศน์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่ง ออชเชล เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (Subsumption) มโนทัศน์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงนี้ว่า ซับซัมเมอร์ (Subsumer) แต่ถ้าไม่นำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ก็จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ ดังภาพประกอบ 8



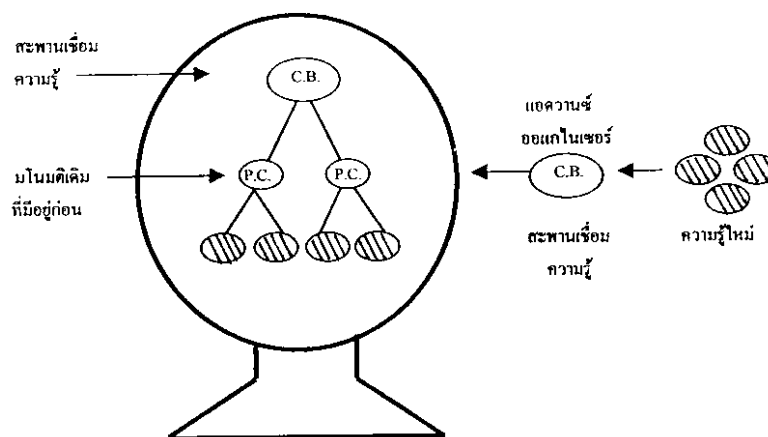
ภาพประกอบ 8 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมาย
(Novak. 1977: 27)

จากภาพประกอบแสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมายซึ่งเกิดจากการรับรู้ข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้



ภาพประกอบ 9 แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Novak. 1977: 75)

จากภาพประกอบ เมื่อมีการรับความรู้ใหม่ a, b และ c เข้าเชื่อมโยงกับความรู้ในโครงสร้างของความรู้ A, B และ C ตามลำดับ จะเห็นว่าความรู้ที่เกิดขึ้นแล้วในโครงสร้าง A จะมีการแยกแยะความแตกต่างสูงกว่า B และ C เมื่อมองในแง่ของโครงสร้างความรู้ทางชีวภาพแล้ว โครงสร้าง A ก็อาจมีหน่วยของเซลล์ที่เก็บความรู้จะมีความซับซ้อนมากกว่าด้วย



ภาพประกอบ 10 แสดงสะพานเชื่อมการเรียนรู้ (Cognitive Bridge)

จากภาพประกอบ แสดงสะพานเชื่อมโยงการเรียนรู้ใหม่เข้าสู่โครงสร้างของความสามารถทางสมอง ซึ่งออซูเบล เรียกว่า แอดวานซ์ ออแกไนเซอร์ (Advance Organizer)

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออซูเบล พอสรุปได้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ปริมาณ ความชัดเจน และองค์ประกอบของความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ในปัจจุบัน
2. ความมีศักยภาพในการที่จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม
3. ลักษณะความเชื่อมโยงและความต่อเนื่องของเนื้อหา
4. ความมุ่งมั่นและความตั้งใจจริงของผู้เรียนที่จะเรียนอย่างมีความหมาย
5. การเรียนรู้จะเกิดจากการได้รับการกระตุ้นจากภายนอกและภายในตัวผู้เรียน

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

อัลซุเบล และ ฟิทเกอร์ลด์ (กรุณา สืบอุดม. 2536: 48; อ้างอิงจาก Ausubel ; & Fitzgerald) ได้ร่วมกันเกี่ยวกับการให้ มโนตินำเรื่อง กับนักเรียนที่มีความสามารถทางภาษาแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้ต่อเนื่องโดย เนื้อเรื่องที่ให้ เป็นชุดต่อเนื่อง เกี่ยวข้องกัน แต่ไม่สัมพันธ์กับความรู้เดิมที่เคยเรียนมาก่อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองศึกษาบทความที่มีมโนตินำเรื่องประเภทบทย่อ ที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่อง ส่วนกลุ่มควบคุมศึกษาบทความที่มีมโนตินำเรื่องประเภทบทความที่มีใจความไม่ตรงกัน กับเนื้อเรื่อง ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่มีความสามารถทางภาษาต่ำ ต้องการมโนตินำเรื่องมากกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางภาษาสูง

อัลท์ (Ault. 1985) พบว่า ฟังมโนติจะนำนักเรียนออกห่างจากการเรียนแบบท่องจำและนำไปสู่ความเข้าใจถูกต้องของมโนติตลอดจนความสัมพันธ์ของแต่ละมโนติโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของโอคิบูโคลาร์ (Okebukola. 1990) ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ฟังมโนติจะเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีท่องจำ นอกจากนี้ ฟิเตอร์สัน และ เทียร์กัส (Peterson; & Treagust. 1989) ยังใช้ฟังมโนติเป็นเครื่องมือวิจัยเกี่ยวกับมโนติที่คลาดเคลื่อนเรื่องพันธะโควาเลนต์และโครงสร้าง

โนแวนค โกวิน และ โจฮันเซน (Novak, Giowin; & Johansen. 1983: 18) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ฟังมโนติและแผนผังรูปตัววี กับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยศึกษาความสามารถ ในการใช้ฟังมโนติและแผนผังรูปตัววีของนักเรียนเกรด 7 และ เกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกรด 7 และ เกรด 8 ใช้ฟังมโนติและแผนผังรูปตัววีในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนเกรด 7 สามารถใช้ได้ดีกว่า เกรด 8 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เลห์แมน คาร์เตอร์ และ คาร์เล (Lehman, Carter; & Kahle. 1985: 39) ทำการวิจัยผลการใช้แผนผังมโนติ รูปตัววี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนผิวดำระดับมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ ผลการ วิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และพบว่าปัจจัยที่ทำให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

1. ความไม่เท่าเทียมกันของที่ใช้ ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยถึงการทดลอง
2. ครูและนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการสอนแบบใช้ฟังมโนติและแผนผังรูปตัววี

3. ระยะเวลาของการทดลองอาจสั้นเกินไป

4. แบบทดสอบยากเกินไป

8.2 งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ สอนตระกูล (2535: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ระบบการสอนแบบจัดกรอบมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนมติกที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539: 75 – 78) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติกทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติก พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติกทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านมโนมติกทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอน ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านมโนมติกทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีพันธะของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอน ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประทีป ชูหมื่นไวย (2540: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทรัพยากรในดิน (ดิน หิน แร่) ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนผังด้าน มโนมติก นักเรียนชอบที่จะให้มีการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติก

มนมนัส สุตสิน (2543: 78 – 79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครูผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดประชากรเป้าหมาย
2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. แบบแผนการทดลอง
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรเป้าหมาย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังกระทะ ตำบลวังตะเฒ่า อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 จำนวน 26 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยมีหัวข้อดังนี้

- 2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 2.2 ประโยชน์ของอิเล็กทรอนิกส์
- 2.3 การออกแบบอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โดยใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง

4. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One – Grup Pretest – Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 63) ดังปรากฏในตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

5. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.1 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

5.1.1. ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

การสร้างชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

5.1.1.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดเกี่ยวกับการทำชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติเพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

5.1.1.2 ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในการทำชุดกิจกรรม

5.1.1.3 ศึกษาเนื้อหาสาระ เรื่องอิเล็กทรอนิกส์จากหนังสือแบบเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และคู่มือครูตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.1.1.4 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นส่งเสริมความรอบรู้ ขั้นปฏิบัติการที่มีประโยชน์ และขั้นเผยแพร่ผลงาน และประกอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ คำถามเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

5.1.1.5 นำชุดกิจกรรมที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

5.1.1.6 นำแบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

5.1.1.7 นำชุดกิจกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน แล้วนำผลที่ได้รับมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุง

5.1.1.8 นำชุดกิจกรรมที่ได้แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 20 คน แล้วนำผลไปหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมได้ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม 82.33 / 80.67

5.1.1.9 ตรวจสอบการใช้ชุดกิจกรรมจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอิเล็กทรอนิกส์

5.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการ ดังนี้

5.1.2.1 ศึกษาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

5.1.2.2 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้ 4 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์ในข้อ 2 จำนวน 60 ข้อ

5.1.2.4 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ ได้จำนวน 44 ข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 122 – 127)

5.1.2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วไปทดลองกับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโกสโลภทวีทย์ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนเรื่องนี้แล้วจำนวน 100 คน

5.1.2.6 ทำการตรวจสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เต ฟาน เลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

5.1.2.7 นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 6 ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโกสโลภทวีศักดิ์ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ KR – 20 (Kuder Richardson - 20) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82

5.1.2.8 นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป จำนวน 40 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ด้านความรู้ – ความจำ

- ไดโอดเปล่งแสงสีใดให้ความสว่างมากที่สุด

- | | |
|----------|-------------|
| ก. สีแดง | ข. สีเขียว |
| ค. สีส้ม | ง. สีเหลือง |
| จ. สีฟ้า | |

- ทρανซิสเตอร์ทำจากธาตุใด

- | | |
|------------|----------------|
| ก. เหล็ก | ข. ดีบุก |
| ค. ซิลิคอน | ง. อะลูมิเนียม |
| จ. ทองแดง | |

ด้านความเข้าใจ

- ไดโอดจะนำไฟฟ้าได้ในกรณีใด

- | |
|--|
| ก. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดต่ำกว่าศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด |
| ข. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด |
| ค. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด |
| ง. ไดโอดสามารถนำไฟฟ้าได้ทั้งข้อ 1 และ 3 |

จ. ไดโอดสามารถนำไฟฟ้าได้ทั้งข้อ 1, 2 และ 3

- ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของไดโอด

ก. ทำจากสารกึ่งตัวนำ

ข. ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทางเดียว

ค. เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านจะให้พลังงานแสง

ง. ขั้วแอโนดต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด P

จ. ขั้วแอโนดต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด N

ด้านการนำไปใช้

- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้นำมาใช้เป็นปุ่มปรับคลื่นความถี่จากสถานีวิทยุต่าง ๆ เพื่อเลือกหาสถานีวิทยุ ที่ต้องการ

ก. ทรานซิสเตอร์

ข. แบตเตอรี่

ค. ไดโอดเปล่งแสงได้

ง. ตัวต้านทานที่แปลงค่าได้

จ. ตัวเก็บประจุที่แปรค่าได้

- อุปกรณ์ในข้อใดนำมาใช้ประโยชน์ในการแปลงไฟกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงได้ในวงจรเรกติไฟเออร์

ก. ไดโอด

ข. แบตเตอรี่

ค. ทรานซิสเตอร์

ง. ตัวต้านทาน

จ. ตัวเก็บประจุ

ด้านทักษะกระบวนการ

- เมื่อเปลี่ยนหลอดไฟเป็นไดโอดเปล่งแสงในวงจร หลังจากนั้นสลับขั้วของไดโอดเปล่งแสง มีการบันทึกผลดังนี้

1. ก่อนสลับขั้ว ทั้งหลอดไฟและไดโอดเปล่งแสงให้แสงสว่างได้

2. ก่อนสลับขั้ว หลอดไฟให้แสงสว่าง แต่ไดโอดเปล่งแสงไม่ให้แสงสว่าง

3. หลังสลับขั้ว ทั้งหลอดไฟและไดโอดเปล่งแสงไม่สว่างทั้งคู่

4. หลังสลับขั้ว หลอดไฟสว่าง แต่ไดโอดเปล่งแสงไม่สว่าง

5. หลังสลับขั้ว ทั้งหลอดไฟและไดโอดเปล่งแสงสว่างทั้งคู่

ข้อใดถูกต้อง

ก. ข้อ 1 และ 4

ข. ข้อ 1 และ 5

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 2 และ 4

จ. ข้อ 2 และ 5

5.1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.1.3.1 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านการคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดจุดมุ่งหมาย ในการวัดความสามารถ ด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปข้อมูล

5.1.3.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ ชำนาญ เขียมสำอาง (2539: 142 – 159) คัดเลือกและนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก

5.1.3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน ความเหมาะสม ของข้อความภาษาที่ใช้แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ พฤติกรรมแล้วเลือกความเหมาะสมของตัวเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ ได้จำนวน 32 ข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536:122 – 127)

5.1.3.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโกสุมพิตรวิทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ทำการตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เต ฟาน เลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ความยากง่าย มีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม จำนวน 30 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

5.1.3.5 นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 3.4 ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโกสุมพิตรวิทย สาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน ที่เคยเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.75

5.1.3.6 นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป จำนวน 30 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 5 ห้องครัวที่บ้านของสายสมรค่อนข้างแคบ มีเฉพาะหน้าต่างเพียง 2 บาน เมื่อประกอบอาหาร ควันไฟ กลิ่นอาหาร และความร้อนจะลอยอบอวลอยู่ในห้องครัวเป็นเวลานาน

1. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้
 - ก. ห้องครัวแคบ
 - ข. ห้องครัวร้อนอยู่เสมอ
 - ค. ห้องครัวมีหน้าต่างน้อย
 - ง. ห้องครัวมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ
 - จ. ควันไฟ กลิ่นอาหาร และความร้อนอบอวลอยู่ในห้องครัวนาน
2. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**
 - ก. ห้องครัวแคบ
 - ข. ห้องครัวมีหน้าต่าง 2 บาน
 - ค. สายสมรจะทำห้องครัวใหม่
 - ง. ห้องครัวร้อนและอบอวล
 - จ. ห้องครัวมีกลิ่นอาหารและควันไฟลอยอบอวล
3. จากสถานการณ์ของข้อมูล นักเรียนคิดว่าข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น
 - ข้อ 1 “ห้องครัวสายสมร แคบและร้อนอบอวล”
 - ข้อ 2 “ห้องครัวสายสมรร้อนเพราะมีหน้าต่างเพียง 2 บาน”
 - ข้อ 3 “ห้องครัวสายสมร เมื่อประกอบอาหารควันไฟ กลิ่นอาหารจะลอยอบอวล”
 - ก. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
 - ข. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
 - ค. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น
 - ง. ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อเท็จจริง
 - จ. ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น

4. จากข้อมูลที่กำหนดให้ สายสมรควรจะปรับปรุงห้องครัวอย่างไรก่อน
 - ก. หาที่กันแดดครัว
 - ข. ติดพัดลมเพดาน
 - ค. เจาะช่องระบายอากาศที่ผนังด้านบน
 - ง. เปลี่ยนสีห้องครัวเป็นสีที่ไม่ดูดกลืนความร้อน
 - จ. เปลี่ยนฝาผนังเป็นวัสดุที่สามารถดูดความร้อนได้ดี
5. จากการตั้งสมมติฐาน ในข้อ 4 นักเรียนใช้เกณฑ์ใดสรุปอ้างอิง
 - ก. ที่บ้านไม่มีต้นไม้ไว้กันแดด
 - ข. ห้องครัวยังมีการระบายอากาศที่ไม่ดี
 - ค. ที่บ้านหลังเล็กจึงขยายห้องครัวไม่ได้
 - ง. การออกแบบสร้างบ้านยังไม่ดีเท่าที่ควร
 - จ. สีที่ทาห้องครัวเป็นสีที่ดูดกลืนความร้อนได้ดี

6. การดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. เลือกนักเรียนมาหนึ่งกลุ่มโดยการเลือกแบบเจาะจง
2. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายโดยใช้เนื้อหาสาระ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

4. ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5. ตรวจสอบผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แล้วหาค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ล้วน สายยศ และ

อังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.1.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance)

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

เมื่อ	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

7.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เทห์ ฟาน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 131)

7.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร K.R.20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

จากสูตร

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
			$= \frac{\text{จำนวนของคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ
		$= 1 - p$

S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
---------	-----	-----------------------------

7.2.4 คำนวณหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบ กิจกรรมระหว่างการเรียนของนักเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหรือกิจกรรม การเรียน

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\sum F / N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียน หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม) คิดเป็นร้อยละของ คะแนน เฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและ หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียนและหรือการ ประกอบกิจกรรมหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
B	แทน	จำนวนเต็มของการสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรม หลังเรียน

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

7.3.1 ใช้ค่าสถิติ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังการใช้ชุดกิจกรรม โดยใช้
t – test Dependent (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{(n \sum D^2 - (\sum D)^2)}{n - 1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าใช้ในการพิจารณา t – test Dependent
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	ประชากรกลุ่มเป้าหมาย
$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม
$[\sum D]^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดกิจกรรม
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงค่าที่ (t – distribution)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดลอง	n	$\bar{X}$	S^2	$\sum D$	$\sum D^2$	T
ก่อนเรียน	26	16.9	3.76	208	1794	17.89 **
หลังเรียน	26	23.89	13.92			

$$t_{(01,25)} = 2.485$$

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดลอง	N	$\bar{X}$	S^2	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	26	11.59	23.00	190	1528	15.77 **
หลังเรียน	26	18.62	26.10			

$t_{(.01,25)} = 2.485$

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 นั่นคือ ผลการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ สาระการเรียนรู้ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังกะทะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติมีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังกะทะ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 26 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้เลือกเนื้อหา วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เครื่องมือการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมิตีมีค่าประสิทธิภาพ 82.33 / 80.67
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีค่าความเชื่อมั่น 0.75
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เป็นชนิดแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีค่าความเชื่อมั่น 0.82

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้งหมด 26 คน
2. เตรียมการจัดการเรียนการสอนโดยแนะนำวิธีเรียนและบทบาทของครูและนักเรียน
3. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. ดำเนินการจัดตามระยะเวลาที่กำหนดในแต่ละกิจกรรม
5. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
6. ตรวจผลการทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t – test dependent samples

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้

ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยให้นักเรียนได้แสดงความคิด ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนออกมาในรูปของแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของความคิดที่ได้ในแต่ละเรื่อง สามารถจัดระบบความคิดความเข้าใจที่มีต่อบทเรียนได้เป็นอย่างดี โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นส่งเสริมความรอบรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และนำเอาข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายในรูปของมโนทัศน์นำไปสู่การพัฒนาการคิด การสรุปองค์ความรู้ ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มพูนทักษะการคิด พัฒนาระบบการทำงานร่วมกับคนอื่น เป็นการปฏิบัติที่มีคุณค่าต่อสังคม และขั้นเผยแพร่และพัฒนาผลงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ตรวจสอบปรับปรุง พัฒนาแก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งได้ฝึกทักษะการประชาสัมพันธ์ โดยการออกมานำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน และเผยแพร่โดยเขียนออกมาในรูปของแผนผังมโนทัศน์ มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างนักเรียนในชั้นเรียน ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนสามารถพัฒนา ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 34) ซึ่งกล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด และนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จในการเรียน เกิดการเรียนรู้ได้ดี และสอดคล้องกับไทเลอร์ (Tylor, 1965: 148 – 150) ที่กล่าวได้ว่า การที่ครูให้หลักการ หรือข้อสรุปให้กับนักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง การที่นักเรียนสรุปหรือสร้างหลักด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและรวดเร็ว และสอดคล้องกับความคิดของครูที่สอน

วิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อ้างอิงจาก สุนีย์ สอนตระกูล (2535: 164) ที่ได้เสนอ และสรุปไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ถ้าผู้เรียนได้สร้างกรอบมโนทัศน์ (Concept Mapping) ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความชำนาญในการสร้างและส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริง เพราะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรอบมโนทัศน์จะมีประโยชน์ต่อผู้เรียน ตลอดจนทำความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิทักษ์ เจริญวานิช (2531: 54) ได้ศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิตี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนอย่างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมิตี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เล็กทอริกส์ เบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียน แต่ค่าการกระจายของคะแนนมากขึ้นเนื่องมาจากนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้แตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมิตีแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2 อภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนมิตีเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในหลักการ ด้วยตนเอง เน้นพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบภายใต้ หลักการที่เป็นเหตุผล มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ออกมา ในรูปของมโนมิตี และยังสามารถนำมโนมิตินั้น ๆ มาจัดลำดับและเขียนเป็นแผนผังมโนมิตี ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ หทัยรัช รังสุวรรณ (2539: 76) ซึ่งได้เปรียบเทียบความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยใช้แผนภูมิโนทัศน์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่ม ควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (2543: 106) พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ เจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า นักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิโนทัศน์ มีความสามารถ ด้านการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัย ของมนมนัส สุตสิน (2543: 20) ได้ศึกษาพบว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผัง

มโนคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2535: 80) ที่พบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 จากลักษณะของกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติผู้เรียนจะต้องคิดหาคำมโนคติ คำเชื่อม แล้วนำมโนคติเหล่านั้นมาเขียนแผนผังมโนคติ ส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ พิจารณา หาเหตุผล รู้จักไตร่ตรองอย่างรอบคอบ จึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ สูงขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการศึกษาต่อไปนี้

1. การนำชุดกิจกรรมไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับชุดกิจกรรมและลองทำแบบฝึกหัดทุกข้อเพื่อหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม
2. ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการเขียนแผนผังมโนติก่อนที่จะนำเอาชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเพื่อทำความเข้าใจกับชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติกับระดับชั้นอื่น
2. ควรนำเอาการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนโดยใช้สื่ออย่างอื่น เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงชุดกิจกรรม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). *การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด: แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กรรณิการ์ ไพฑูริย์. (254). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรรณิการ์ อินทรโยธิน. (2534). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาสังคมศึกษา เรื่อง สังคม อนาคตของไทย โดยใช้การสอนวิธีการแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรรณิการ์ อรุณรัตน์. (2536). *กระบวนการเขียนชุดแผนการสอน*. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กัลยา สุวรรณแสง. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เกศณีย์ ไทยถนอม. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ ด้านการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบการเขียนผังมโนทัศน์*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จตุรนต์ คุ้มมี. (2529). *กระบวนการสอน*. วารสารประชากรศึกษา.

- จารุวรรณ โพธิ์ทองธรรม. (2541). ผลการใช้นวัตกรรมนำเรื่องในการสอนคณิตศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จิต นวนแก้ว. (2532). ผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา
จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จิรพรรณ ทองเขียว. (2543). การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้
ชุดกิจกรรมอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรนนท์ วัชรกุล. (2546). ผลการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์.ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอน
ตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เลี้ยวเชิง.
- ชำนาญ เข้มล้าอง. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่าง
มีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนทางนิศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521). นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอน. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2525). เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. นนทบุรี: มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช.

- ดิลก ดิลกานนท์. (2534). *การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทวีป บรรจงเปลี่ยน. (2540). *การเปรียบเทียบความเข้าใจในมโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติตามทฤษฎี ของ POSNER และคณะกับการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์.ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แชมมณี. (2534). *คู่มือครูรูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงไชย ต้นทัพไทย. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และค่านิยมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธัญญา นุภาพเวส และคณะ. (2534). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นวลจิต เชากีร์ติพงศ์. (2537, ตุลาคม – ธันวาคม). *ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน*. *การพัฒนาหลักสูตร*. 14(119): 6.
- นาริรัตน์ พักสมบุญ. (2541). *การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิพล นาสมบุญ. (2536). *ผลของการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์หิวาการณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์.ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิภาภรณ์ แสงดี. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสัจกับการสอนตามคู่มือครูการสอนของหน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นุศรา เอี่ยมนวรรตน์. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอน.
โดยครูเป็นผู้สอน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เนื่อทอง น่ายี. (2544). ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอน
โดยครูเป็นผู้สอนที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533). การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญสม ครูททา. (2525). การสร้างแบบคิดเป็น. วิทยานิพนธ์.ค.ม. (การมัธยมศึกษา)
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเกื้อ ควรรหาเวช. (2530). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- . (2542). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุญเชิด ชุมพล. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนอานวยวิทย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญทัน อยู่สมบุญ. (2533). หลักการสอน. เชียงราย: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์วิทยาลัยครูเชียงราย.
- บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ
การตัดสินใจที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทาง
วิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประจักษ์ สุดประเสริฐ. (2531). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประทีป ชูหมื่นไวย. (2540). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศ
กรรมการฝึกหัดครู.

- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). *หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศกรรมการฝึกหัดครู.
- ประพจน์ ศิลพิพัฒน์. (2540). *การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. (2529). *หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประเวศ วะสี. (2531, มิถุนายน – กันยายน). *การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อสติปัญญา*. วารสารวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 16(2): 64.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2534). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สมมิตร ออฟเซต.
- พจนารถ บัวเขียว. (2535). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้การคิดแบบโยนิโสมนสิการ*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- พะยอม ต้นมณี. (2524). *การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาในรูปเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป*. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรเพ็ญ ศรีวิรัตน์. (2546). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการเล่นเกมฝึกทักษะการคิด*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณี ข. เจนจิต. (2538). *จิตวิทยาและการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ดันอ้อแกรมมี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พิทักษ์ เจริญวานิช. (2531). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียนการสอน โดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- พูลทรัพย์ โพธิ์สุ. (2546). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2532). *ปรัชญาการศึกษาและปรัชญาการคิดของไทย*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไพศาล ห้างพานิช. (2532). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม. (2545). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถ ด้านการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิโนทัศน์กับการสอน ตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ คม.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มงคล จันทรทิบาล. (2531). *รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัย และพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนมนัส สุตลีน. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หิวาจรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ. (2532 – 2535). *แผนภูมิโนทัศน์กับแผนภูมิอื่นๆ*. สสวท. 18 – 19(69 – 76): 22 – 25.
- . (2533 – 2534, มกราคม – ธันวาคม). *แผนภูมิโนทัศน์การนำไปใช้ ในชั้นเรียน*. สสวท. 18 – 19(69 – 76): 15 – 26.

มนัส บุญประกอบ. (2533). ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา : แผนภูมิโมโนมิติ. สสวท. 18(69):

26 – 29.

----- . (2533). แผนที่โมโนมิติกับแผนภูมิอื่น. สสวท. 18(70): 22 – 25.

----- . (2533). แผนที่โมโนมิติการนำไปใช้ในชั้นเรียน. สสวท. 18 (71).

ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.

----- . (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ระพีพันธ์ คร้ามณี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม.

(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถ่ายเอกสาร.

รุ่งทิพา จักรกร. (2527). วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----- . (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณทิพา รอดแรงคำ; และ จิต นวนแก้ว. (2542). การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

วสันต์ ทองไทย. (2547). วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

วาสนา ชาวหา. (2533). สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วาสนา พรหมสุรินทร์. (2540). การสร้างชุดการสอนโดยวิเคราะห์ระบบเพื่อพัฒนาทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์

กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถ่ายเอกสาร.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ. การวิจัยทาง

การศึกษา. 19 (3): 1820.

- วิไลพร คำเพระ. (2539). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิไลวรรณ ปิยะปรกรณ์. (2535). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีระ เมืองช้าง. (2525). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิเคราะห์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐาราม. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์สิน สมอุ่นจารย์. (2529). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง กลไกของการสังเคราะห์แสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนตามหลักการของ Ausubel กับการสอนตามแนวหลักสูตรปัจจุบัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริลักษณ์ หนองเส. (2545). การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวณไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2541). เอกสารการสอนวิชา กว. 571 ประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สมจิต สวณไพบุญย์. (2546). รายงานการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเจตน์ ไวยากรณ์. (2530). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ปฏิพานนท์. (2542). ผลของการสอนด้วยวิธีสตอรี่ไลน์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์.คม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สาโรจน์ บัวศรี. (2531, มกราคม – ธันวาคม). การคิด. ศึกษาศาสตร์. 8: 9 – 11.
- สุนีย์ สอนตระกูล. (2535). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุพรรณิ ศรีโพธิ์. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมประเทืองปัญญาให้น้องนักวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพระราชกรัรบำรุง. ภาคนิพนธ์ ระดับสูง กศ.ม. (การวิจัยทางการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี ชาติชุม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอน ตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรพล เย็นเจริญ. (2543). ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาชีวธุรกิจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปทุมคงคา สังกัดกรมสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ: สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สุวิทย์ มูลคำ; อรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนการพิมพ์.

- เสงี่ยม ไตรรัตน์. (2546, มิถุนายน – ตุลาคม). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*.
- หทัยรัช รัสสุวรรณ. (2539). *ผลการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนคติและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- หนึ่งนุช กาฬภักดี. (2543). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อภิญา เคนบุปผา. (2546). *การพัฒนาชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรพวรรณ ลีอนุญธวัชชัย. (2543). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณ : การเรียนการสอนทางพยาบาลศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ธนา เพรส แอนด์ กราฟฟิค จำกัด.
- อรัญญา กิณนารี. (2542). *ผลการใช้แบบฝึกคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดด้วยคำถามต่อพัฒนาการคิดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2*. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ. กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี ตนานนท์. (2536). *ผังมโนทัศน์สัมพันธ์กับการพัฒนาความคิด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อุดมลักษณ์ นกฟุ้งฟูม. (2545). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2537). *เอกสารประกอบการสอนวิชา กพ 544 วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ*. ภาควิชาการศึกษาพิเศษ. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- Ault, C.R. (1985). Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science.
Journal of College Science Teaching. 15: 38 – 44.
- Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology*. New York: A Cognitive View :
Holt Rinehart and Winston.
- Bassmajian, Ronald Keith. (1978, July). The Relationship Between Piagetian Cognitive
Maturity and Scholastic Success of Students Enrolled in Audio-Tutorial Biology
Program. *Dissertation Abstracts International*. 39(7): 210 – 4.
- Berger, M.C. (1984, September). Critical Thinking Ability and Nursing Student.
Journal of Nursing Education. 33: 306 – 308.
- Bloom, Benjamin S. (1958). *Taxonomy of Education objective Handbook I : Cognitive
Domain*. New York: David Mac Kay Company, Inc.
- . (1979). *Taxonomy of Education objective*. London: Longman Group.
- Bruner, J. S.; Goodnow, J. J. & Austin, G.A. (1956). *A Study of Thinking*. New York:
Wiley.
- Bruner, Jerome S. (1966). *Studies in Cognitive Growth : Collaboration at the Center
For Cognitive Studies*. New York: John Wiley and Sons.
- Collins, O.W. (1990, March). The Impact of Computer – Assisted Instruction Upon
Student Achievement in Magnet School. *Dissertation Abstract International*.
50: 2783 – A.
- Dewey, J. (1933). *How We Think*. New York: D.C. Heath Company.
- Ennis, Robert H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skill.
Education Leadership. 45 – 48.
- Gagne, Robert M. (1997). *The Condition of Learning*. 3rd ed. New York: Holt,
Rinehart and Winston, Inc.
- Good, Carter V. (1959). *Dictionary of Education*. Edited by Good Carter V. New York:
Mc Graw – Hill Company.
- . (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mc Graw – Hill
Book Company.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: Mc Graw Hill.

- Hilgard, E.R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York: Harcourt, Brace and World Inc.
- Houston, R. W. ; & Howsam, R. Bb. (1972). *Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules College of Education*. Texas: University of Houston.
- Klausmeir, H. J.; & Ripple, R.E. (1971). *Learning and Human Abilities*. New York: Harper and Row, Publishers, Inc.
- Klienman, Gladys S. (1936, March). General Science Teacher Questions, Pupil and Teacher Behavior and Pupils Understanding of Science. *Dissertation Abstracts International*. 25(17): 5153 – 4A.
- Krulik, S. ;& Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem, Solving : A Hand Book for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lehwan, D.J. ;& Carter, C.; & Kahle, J. B. (1985, October). Concept Mapping, Vee Mapping and Achievement : Results of a Field Study with Black High School Students. *Journal of Research in Science Teaching*. 22 (17): 663 – 673.
- Levin, Tamar. (1980). Instruction which Enable Students to Develop Higher Mental Process. in *Evaluation in Education*. 3: 174 – 220. Chopin B.H. and Post Let Waite (ed) Pergamon Pren Ltd.
- Nelson, Ieslic W.; & Geoge, C. Lobeer. (1975). *Science Activities for Elementary Children*. 4th ed. Iowa: W.M.C. Brown Company Publishers.
- Lumpkin, Cynthia Rolen. (1991, May). Effects of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability, Achievement, And Retention of Social Studies Content by Fifth and Sixth Graders. *Dissertation Abstracts International*. 51(11): 3694 – A.
- Nickerson, Raymond S. (1984, September). Kind of Thinking Taught in Current Programs. *Education Leadership*. 42(1): 26 – 36.
- Novak, JosephD; Gowing, D. Bob ; & Johansen, Gerard T. (1983, October). The Use of Concept Mapping and Know ledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. *Science Education*. 67(9): 625 – 645.

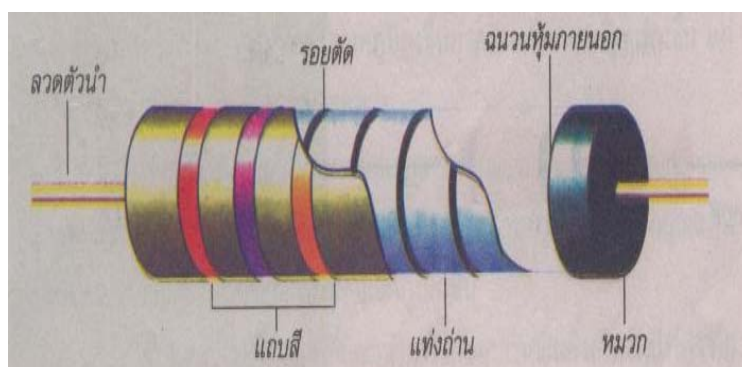
- Ray Charles Lear. (1978, April). A Comparative Laboratory Study the effects of Lower Level Questions one Students. Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two – Non – Directive High School Chemistry Classroom. *Dissertation Abstracts International*. 40(6): 3320 – A.
- Reed, J.H. (1999, May). Effect of Model for Critical on Students Achievement in Primary Source Document Analysis and Interpretation. Argumentative Reasoning, Critical Thinking Disposition, and History Source. *Dissertation Abstracts International*. 59(11): 3220 – A.
- Ruggieor, Vincent Ryan. (1988). *The Art of Thinking*. New York: Harper & Row Publishers.
- Russel, Alan M. (1956). *The Biotechnology Revolution : An International Perspective , Bright*. Sussex: Wheat Sheaf.
- Vivas , David A. (1985, September). The Design and Evolution of a Course in Thinking Operations for First Grades in Venezuela (Cognitive, Elementary Learning). *Dissertation Abstracts International*. 46(3): 603 – A.
- Smith, Patty Templeton. (1994, January). Instructional Method Effect on Student Attitude and Achievement . *Dissertation Abstract International*. 54 (7): 2528 – 17.
- Tylor, Paul Alan. (1965, March). Concept Learning Using Positive and Negative Instances in Learning the Classification Scheme of Bloom 's Taxonomy. *Dissertation Abstracts*. 29(5): 10877 – A.
- Wattson, G.; & Glaser, E. M. (1964). *Wattson Glaser Critical Thinking, Appraisal Manual*. New York: Horcourt , Brace and World.
- Wilson, Cynthia Lovise. (1996, August). An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem – Solving to Learning Disabled Student. *Dissertation Abstracts International*. 50(02A): 416.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์



ชื่อ สกุล ชั้น ม.3 เลขที่
ผู้สอน

โรงเรียนบ้านวังกะทะ
ตำบลวังตะเฒ่า อำเภอหนองบัวระเหว
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3

ข้อเสนอแนะในการใช้ชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นี้สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ขั้นตอนในแต่ละกิจกรรมมี ดังต่อไปนี้

- 2.1 ขั้นส่งเสริมความรอบรู้
- 2.2 ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์
- 2.2 ขั้นพัฒนาและเผยแพร่ผลงาน

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เป็นชุดกิจกรรมที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกกระบวนการคิด นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพจนบรรลุจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้โดยจะต้องปฏิบัติตามคำชี้แจงต่อไปนี้

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ให้เข้าใจ
2. นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมโดยขั้นตอนในแต่ละกิจกรรมมีดังต่อไปนี้

- 2.1 ขั้นส่งเสริมความรอบรู้
- 2.2 ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์
- 2.2 ขั้นพัฒนาและเผยแพร่ผลงาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายสมบัติเบื้องต้นของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บางชนิด เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ไอซี ได้



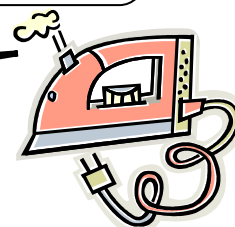
ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

ขั้นส่งเสริมความรอบรู้

ชุดที่ 1

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นวิทยุ โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ ล้วนมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบอยู่ ปัจจุบันชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทำจากสารกึ่งตัวนำ



เรื่องน่ารู้

อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) หมายถึง

การควบคุม หรือออกแบบการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ซึ่งมีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็น

ส่วนประกอบของวงจร ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า

เก่งคิด ... เก่งทำ

ตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด

(Superconductor)

เป็นสารที่เมื่ออุณหภูมิต่ำ จะไม่มีความต้านทานไฟฟ้า ทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ด้วยความเร็วสูง

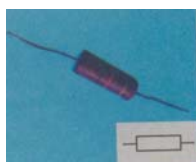
1. สารกึ่งตัวนำ คืออะไร
2. ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์จะพัฒนาตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดมาทำเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพราะเหตุใด



มารู้จักกับชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ กันเถอะ

1. ตัวต้านทาน

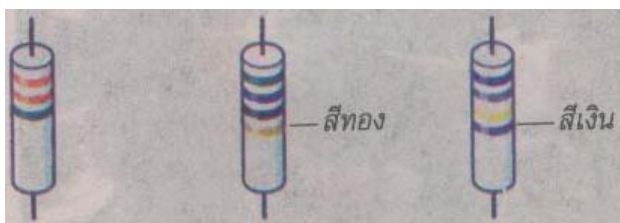
ตัวต้านทาน (Resister) ใช้ตัวย่อ R เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานน้อยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก และตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานมากจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย ตัวต้านทาน มี 4 ชนิด ดังนี้



สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทาน

1.1 ตัวต้านทานค่าคงที่

เป็นตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานเพียงค่าเดียวที่ปรากฏอยู่บนตัวต้านทาน ซึ่งแสดงค่าด้วยแถบสีต่าง ๆ ผู้ใช้ต้องอ่านจากแถบสีบนตัวต้านทาน ซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่ ชนิด 3 แถบสี (แถบสีที่ 4 ไม่มีสี) ชนิดแถบ 4 สี ชนิด 5 แถบสี และชนิด 6 แถบสี ในที่นี่จะกล่าวถึงตัวต้านทานค่าคงที่เฉพาะ 3 แถบสี (แถบสีที่ 4 ไม่มีสี) และ ชนิดแถบ 4 สี เท่านั้น ดังภาพ



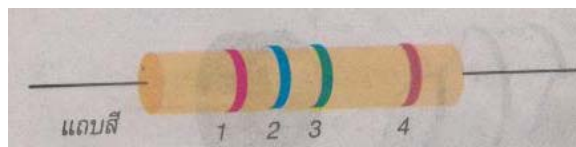
ตัวต้านทานแต่ละตัวมีสีและแถบสีแตกต่างกันไป

ยังจำได้ไหมจ๊ะว่า ค่าความต้านทานมีหน่วยวัดเป็นโอห์ม (Ω)
ถ้ามีค่ามากๆ จะวัดเป็นกิโลโอห์ม ($K\Omega$) หรือ เมกะโอห์ม ($M\Omega$)





มาทำความเข้าใจเกี่ยวกับแถบสีกันเถอะ



คำถามชวนลอง

จำนวนแถบสีของตัวต้านทาน
มีผลต่อค่าความต้านทาน
หรือไม่อย่างไร

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

แถบสีที่ 1 บอกให้ทราบตัวเลขที่ 1

แถบสีที่ 2 บอกให้ทราบตัวเลขที่ 2

แถบสีที่ 3 บอกตัวคูณ

แถบสีที่ 4 (ถ้ามี) บอกค่าความ

คลาดเคลื่อน (วัดเป็น %)

ตารางแสดงค่าแถบสีของตัวต้านทาน



แถบสี	ตัวเลขเทียบเท่า	ตัวคูณ	ความคลาดเคลื่อน
ดำ	0	1	-
น้ำตาล	1	10	-
แดง	2	100	-
ส้ม	3	1,000	-
เหลือง	4	10,000	-
เขียว	5	100,000	-
น้ำเงิน	6	1,000,000	-
ม่วง	7	10,000,000	-
เทา	8	100,000,000	-
ขาว	9	1,000,000,000	-
ทอง	-	0.1	± 5 %
เงิน	-	0.01	± 10 %
ไม่มีสี	-		± 20 %



ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 การอ่านค่าความต้านทานของตัวต้านทานซึ่งมี 3 แถบสี

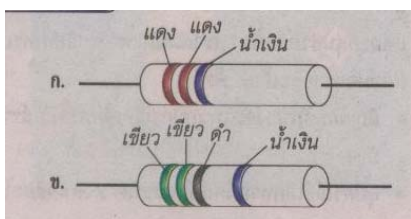


แถบสี	แดง	เหลือง	ดำ	
ตัวเลข	ตัวเลขที่1	ตัวเลขที่2	ตัวคูณ	= ค่าความต้านทาน
แทนค่า	2	4	1	$= 24 \times 1$
ดังนั้น ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน				$= 24 \text{ โอห์ม}$

ตัวอย่างที่ 2 การอ่านค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่มี 4 แถบสี

	แถบสี	แดง	เหลือง	ดำ	ทอง	
ตัวเลข	ตัวเลขที่1	ตัวเลขที่2	ตัวคูณ	ความคลาดเคลื่อน	=	ค่าความต้านทาน
แทนค่า	2	4	1	± 5		$= 24 \times 1 \pm 5\%$
						$= 24 \pm 1.2$

ดังนั้น ตัวต้านทานนี้มีค่า 24 โอห์ม มีความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ แสดงว่าอาจมีค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 22.8 โอห์ม ถึง 25.2 โอห์ม



จากภาพ ภาพใดมีความต้านทานมากกว่ากันและต่างกันเท่าไร

.....

.....

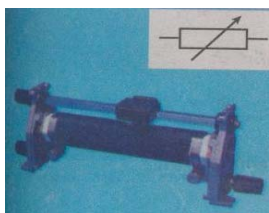
.....

.....

.....

.....

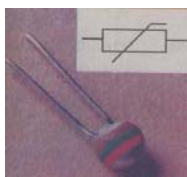
มูมนี้นี้สำหรับคนเก่ง



สัญลักษณ์และลักษณะ
ของตัวต้านทานปรับค่าได้

1.2 ตัวต้านทานปรับค่าได้

ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Variable resistor) หรือ รีโอสแตท (Rheostat) เป็นตัวต้านทานที่สามารถเปลี่ยนค่าได้ด้วยการหมุนหรือเลื่อนปุ่มปรับค่าเพื่อเพิ่มหรือลดความต้านทานที่ต้องการได้ เช่น การเพิ่มหรือลดเสียงวิทยุหรือโทรทัศน์



สัญลักษณ์และลักษณะของ
ตัวต้านทานไวความร้อน

1.3 ตัวต้านทานไวความร้อน

ตัวต้านทานไวความร้อน (Thermistr) เป็นตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) เทอร์มิสเตอร์ที่แปรผันตรงกับอุณหภูมิ (Positive Temperature Control Thermistor : PCT) นั่นคือถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทานก็จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลงค่าความต้านทานจะลดลง
- 2) เทอร์มิสเตอร์ที่แปรผกผันกับอุณหภูมิ (Negative Temperature Control Thermistor : NCT) เป็นตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ และค่าความต้านทานจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

คำถามชวนลอง

ถ้าในวงจรไฟฟ้าไม่มี
ตัวต้านทานจะเกิด
อะไร
ขึ้น.....

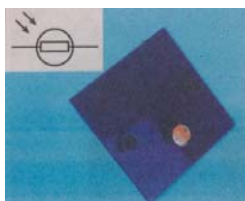


สาระน่ารู้



ตัวต้านทานไวความร้อนที่นิยมนำมาใช้
กับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ
เทอร์มิสเตอร์ที่แปรผันตรงกับอุณหภูมิ เช่น ใช้
เป็นตัวต้านทาน

1.4 ตัวต้านทานไวแสง



สัญลักษณ์และลักษณะ
ของตัวต้านทานไวแสง

ตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor : LDR)

เป็นตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อความเข้มของแสงที่ตกกระทบเปลี่ยนไป โดยเมื่อมีแสงหรือความเข้มแสงมากขึ้น ความต้านทานจะมีค่าลดลง วัสดุที่ใช้ผลิต LDR ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ เช่นแคดเมียมซัลไฟด์ และ แคดเมียมซีลีไนด์ เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในเครื่องวัดแสงของกล้องถ่ายรูปเพื่อตรวจสอบปริมาณของแสงในขณะถ่ายภาพ และใช้เป็นตัวต้านทานในสวิตช์ปิด – เปิดไฟอัตโนมัติ



ฉลาดรู้...ฉลาดคิด

1. ตัวต้านทานแบ่งได้ ประเภท ได้แก่

.....

2. ตัวต้านทานที่มีค่ามากจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ อย่างไร

.....

3. สัญลักษณ์ของตัวต้านทานคือ

.....

4. ตัวต้านทานที่ค่าความต้านทานเปลี่ยนไปตามแสงที่ตกกระทบ

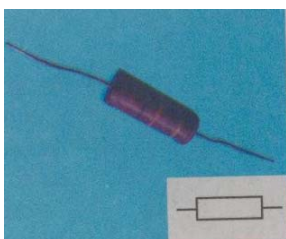
เรียกว่า

5. ประโยชน์ของตัวต้านทาน คือ

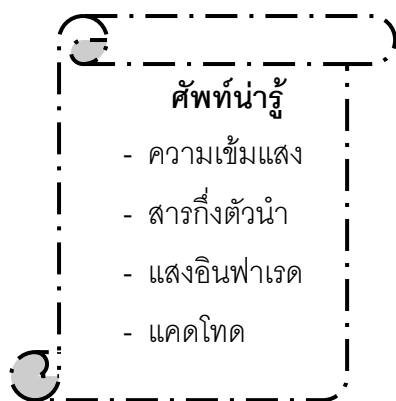
.....

.....

.....



สัญลักษณ์และลักษณะของไดโอด

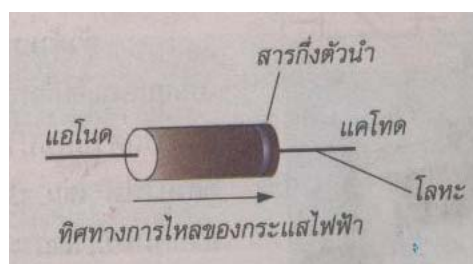


2. ไดโอด (Diode)

ไดโอด (diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทางเดียว ทำจากสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิด คือ ชนิดพี (p หรือ +) และ ชนิด (n หรือ -) ประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ ขั้วแอโนดต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด p และ ขั้วแคโทด ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด n แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

2.1 ไดโอดธรรมดา

ไดโอดธรรมดา (normal diode) มีรูปร่างหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะมีลักษณะคล้ายตัวต้านทาน ซึ่งมีขนาดเล็ก ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไหลไปทางเดียว ทำจากสารกึ่งตัวนำ มี 2 ขั้ว



2.2 ไดโอดเปล่งแสงหรือ LED

ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) หรือเรียกว่า LED (แอลอีดี) เป็นไดโอดที่สามารถเปล่งแสงออกมาเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้า โดยไดโอดจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง แสงที่ปล่อยออกมามีหลายสี ขึ้นอยู่กับชนิดของสารกึ่งตัวนำที่นำมาผลิต เช่น แสงอินฟราเรด แดง เหลือง เขียว ส้ม เป็นต้น ที่พบมากจะเป็นไดโอดเปล่งแสงสีแดง สีเหลือง และสีเขียวตามลำดับ ซึ่งไดโอดเปล่งแสงสีแดงจะให้ความสว่างมากที่สุด

ไดโอดเปล่งแสงมีลักษณะและสมบัติ ดังนี้

- 1) ขั้วลบและขั้วบวกอยู่ด้านเดียวกันปกติจะมีสองขา ขาทั้งสองจะยาวไม่เท่ากัน โดยขาที่สั้นจะเป็นขั้วลบ ส่วนขาที่ยาวกว่าจะ

เป็นขั้วบวก และปลายขาลบด้านที่อยู่ในครอบพลาสติกจะตก
ว่าปลายขาบวก

2) การต่อ LED ที่ถูกต้อง ต้องให้ขั้วลบของ LED ต่อกับขั้วลบ
ของแบตเตอรี่ และขั้วบวกของ LED ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่
เช่นเดียวกับไดโอดธรรมดา ซึ่งทำให้แอมป์ของไดโอดเปล่งแสง
มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าแคโทด

ลึบสมอง



จงเติมข้อความให้สมบูรณ์

1. ไดโอดทำหน้าที่ อย่างไร.....
2. ไดโอดเปล่งแสงทำหน้าที่
กับหลอดไฟ
3. ไดโอดต่อเข้ากับวงจรอย่างไร
3. ไดโอดเปล่งแสง มีหลักการทำงานอย่างไร

.....

.....

.....

3. ทรานซิสเตอร์ (transistor)

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ มีสามขา (tree leads) ใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกชนิด เช่น เป็น วงจรขยายในเครื่องรับวิทยุและโทรทัศน์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เปิด - ปิด เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นต้น

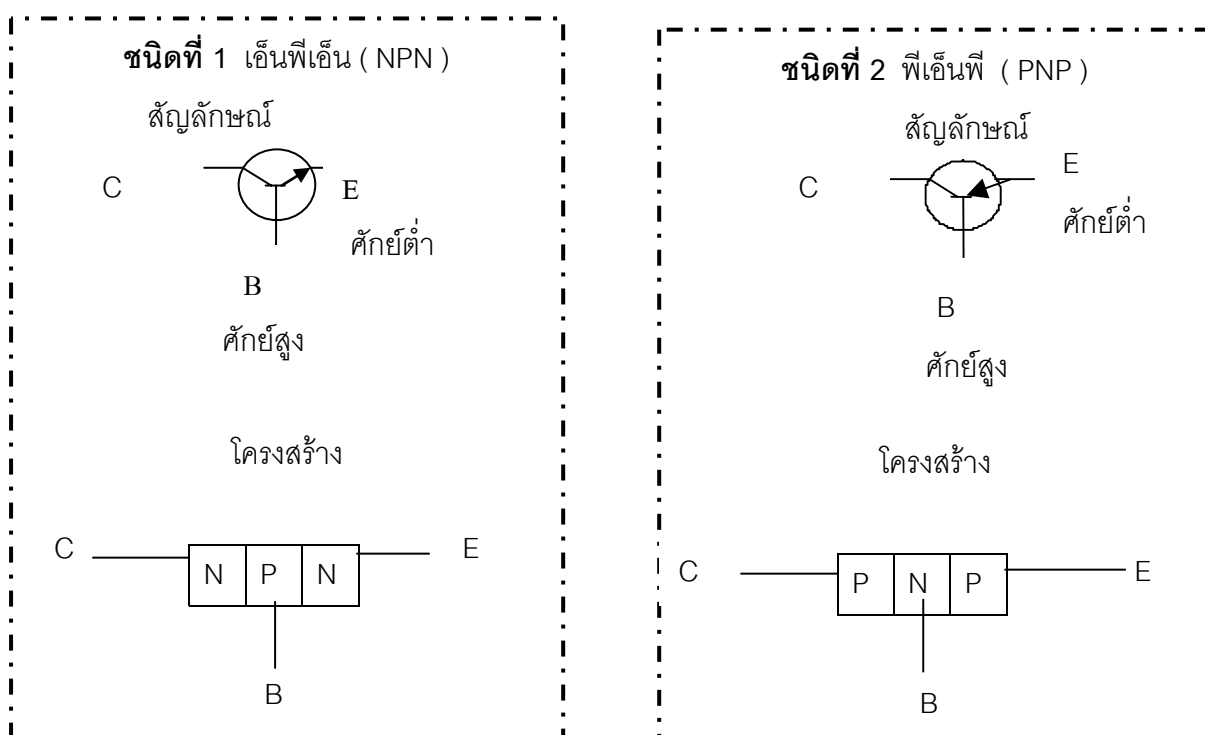
โครงสร้างของทรานซิสเตอร์มีสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น แต่ละชั้นจะต่อ ลวดตัวนำจากเนื้อสารกึ่งตัวนำไปใช้งาน จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ มี 3 ขา ชั้นที่เล็กที่สุด (บางที่สุด) เรียกว่า เบส (base : b) สารกึ่งตัวนำชั้นที่เหลือคือ คอลเลกเตอร์ (collector : c) และ อิมิตเตอร์ (emitter หรือ e)

สิ่งที่สำคัญของการต่อทรานซิสเตอร์ในวงจร คือ จะต้อง แยกขาแต่ละขาของทรานซิสเตอร์ให้ถูกต้องก่อนต่อ

ทรานซิสเตอร์ในวงจร ซึ่งบริษัทผู้ผลิตมีวิธีต่าง ๆ กันในการทำ เครื่องหมายขาของทรานซิสเตอร์เพื่อสื่อให้เข้าใจ เช่น การ กำหนดขนาดความสั้นยาวของขา การใช้แถบสีหรือการกำหนด ตำแหน่ง

ชนิดของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์แบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะของการประกอบของ สารกึ่งตัวนำชนิด P กับ N ดังนี้



อย่าลืมนะ สารกึ่ง
ตัวนำ P – type มีโฮส ซึ่ง
มีประจุบวกเป็นผู้รับ
อิเล็กตรอน ส่วนสารกึ่ง
ตัวนำ N – type มี
อิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งมี
ประจุลบเป็นผู้ให้
อิเล็กตรอน

หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์

ส่วนใหญ่การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จะใช้ทรานซิสเตอร์
ชนิด NPN



การนำกระแสไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์ขึ้นอยู่กับค่าของ
ศักย์ไฟฟ้าที่ขา E , B และ C ดังนี้

1. ศักย์ไฟฟ้าที่ขา B ต้องสูงกว่าที่ขา E ดังนั้นจึงต้องต่อขา B
เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า และต่อขาบวกรับเข้ากับ
ขั้วบวกของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า
2. ศักย์ไฟฟ้าที่ขา B ต้องต่ำกว่าที่ขา C ดังนั้นจึงต้องต่อขา B
เข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและต่อขา C เข้ากับ
ขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าจะไหลจากศักย์ไฟฟ้า
สูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำหรือไหลออกจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของ
แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจะไหลจากเบสเตอร์
มาทางขา B แล้วออกทางขา E แต่กระแสไฟฟ้าจากเบสเตอร์ 2
จะไหลออกทางขา C แล้วออกทางขา E ซึ่งสามารถเขียน
สัญลักษณ์ได้ดังนี้

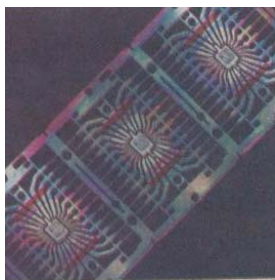


$$I(E) = I(B) + I(C)$$

หมายถึง กระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ออกทางขา E = กระแสไฟฟ้าที่
เข้าทางขา B + กระแสไฟฟ้าที่เข้าทางขา C

4. ไอซีหรือซิลิคอนชิป

ไอซี ย่อมาจาก Integrate Circuit เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่
บรรจุชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดจิ๋วจำนวนมากไว้



เราสามารถควบคุม
การปิด – เปิด
ของทรานซิสเตอร์โดยใช้
อิเล็กทรอนิกส์ชนิดใด

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

ภายใน ซึ่งปัจจุบันเรียกว่า ซิลิคอนชิป (silicon chip) หรือ ชิป ผลิตโดยการลดขนาดของทรานซิสเตอร์ให้มีขนาดเล็กลงมากจนเหลือเพียงจุดเล็ก ๆ เท่านั้น แต่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่าทรานซิสเตอร์ ซิลิคอนชิปแต่ละอันจะถูกออกแบบให้สามารถนำไปใช้งานที่แตกต่างกันออกไป หากแบ่งประเภทตามการใช้งาน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- ซิลิคอนชิปสำหรับบันทึกข้อมูล
- ซิลิคอนชิปสำหรับบันทึกข้อมูลและสั่งงาน
- ซิลิคอนชิปสำหรับบันทึกข้อมูลและประมวลผล

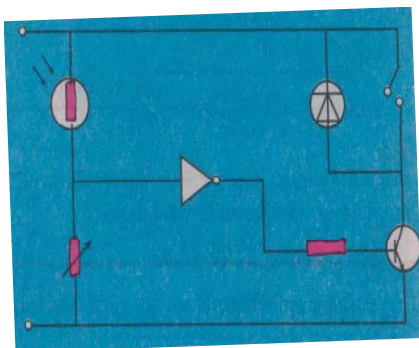
ลึบสมอง

ถ้าไม่มีไอซี จะมีผลต่อ
วงจรอิเล็กทรอนิกส์
อย่างไร

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



ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์ต่อสังคม

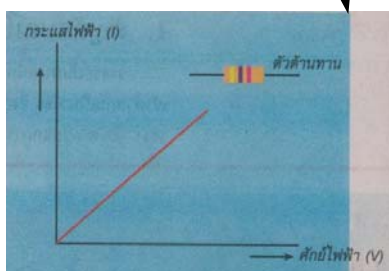


1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. แต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาแผนภาพวงจรอิเล็กทรอนิกส์แล้วบอกรายละเอียด ดังนี้

- สัญลักษณ์ในวงจรแทนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดใดบ้าง
-
-
-
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด ทำหน้าที่อะไรในวงจร
-
-
-

ไขปัญหา ... ทำพิสูจน์

ขั้นเผยแพร่และพัฒนา



1) จากกราฟจะสรุปได้อย่างไร
(ถ้าคุณสมบัติของตัวต้านทานคงที่)

2) เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
กระแสไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ตัวต้านทาน โดยใช้
สัญลักษณ์ที่แสดงไว้ในกราฟ

เขียน Mind mapping เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



คำถามท้ายกิจกรรม

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ไดโอดเปล่งแสงสีใดให้แสงสว่างมากที่สุด

ก. สีแดง

ข. สีเขียว

ค. สีส้ม

ง. สีเหลือง

2. ทรานซิสเตอร์ทำจากธาตุใด

ก. เหล็ก

ข. ดีบุก

ค. ซิลิคอน

ง. อะลูมิเนียม

3. ไดโอดจะนำไฟฟ้าได้ในกรณีใด

ก. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดต่ำกว่าศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด

ข. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด

ค. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด

ง. ไดโอดสามารถนำไฟฟ้าได้ทั้งกรณีข้อ ก และ ข

4. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของไดโอด

ก. ทำจากสารกึ่งตัวนำ

ข. ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทางเดียว

ค. เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านจะให้พลังงานแสง

ง. ขั้วแอโนดต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด P

5. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดนำมาใช้เป็นปุ่มปรับคลื่นความถี่จากสถานีวิทยุต่างๆ เพื่อเลือกหาสถานีวิทยุที่ต้องการ

ก. ทรานซิสเตอร์

ข. ไดโอดเปล่งแสงได้

ค. ตัวต้านทานที่แปลงค่าได้

ง. ตัวเก็บประจุที่แปรค่าได้

6. ความต้านทานตัวหนึ่งมีแถบสี ดังนี้



ทอง

แดง ม่วง น้ำตาล

ค่าความต้านทานที่อ่านได้เป็นเท่าใด

ก. 270.0 โอห์ม

ข. 275.0 โอห์ม

ค. 280.0 โอห์ม

ง. 283.5 โอห์ม

7.



จากรูป เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด

ก. LDR

ข. LED

ค. ไดโอด

ง. ตัวเก็บประจุ

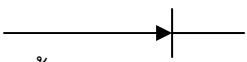
8. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดที่ค่าของความต้านทานเปลี่ยนไปตามแสงที่ตกกระทบ

ก. LDR

ข. LED

ค. ไดโอด

ง. ตัวเก็บประจุ

9.  จากรูป เป็นสัญลักษณ์ของสิ่งใด และที่มีลักษณะเป็นหัวลูกศร หมายถึงขั้วใด ตามลำดับ

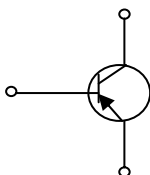
ก. LED ขั้วแอนโนด

ข. LED ขั้วแคโทด

ค. ไดโอด ขั้วแอนโนด

ง. ไดโอด ขั้วแคโทด

10. จากรูป เป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด



ก. ไดโอด

ข. ไดโอดเปล่งแสง

ค. ทρανซิสเตอร์

ง. ตัวต้านทานไวแสง

11. ตัวต้านทานไวแสงหมายถึงขั้วใด

ก. IC

ข. LDR

ค. LED

ง. PNP

12. สารกึ่งตัวนำชนิด N และชนิด P ของไดโอดมีสมบัติอย่างไร

ก. สารแต่ละชนิดสามารถทั้งให้และรับอิเล็กตรอนได้

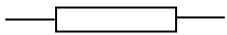
ข. สารชนิด N- รับอิเล็กตรอน สารชนิด P – ให้อิเล็กตรอน

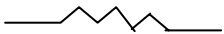
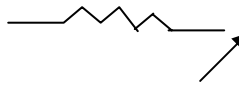
ค. สารชนิด N- ให้อิเล็กตรอน สารชนิด P – รับอิเล็กตรอน

ง. สารชนิด N และ P ไม่มีสมบัติในการรับหรือให้อิเล็กตรอนได้

13. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ LED

- ก. LED คือไดโอดเปล่งแสงหรือโฟโตไดโอด
- ข. ขาทั้งสองข้างยาวไม่เท่ากัน ขาที่ยาวกว่าเป็นขั้วลบ
- ค. สามารถเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้
- ง. ส่วนที่เป็นขาของขั้วลบที่อยู่ในครอบพลาสติกมีขนาดโตกว่าอีกขาหนึ่ง

14.  เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แปลความหมายเหมือนกับสัญลักษณ์ในข้อใด

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

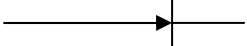
15. ข้อใดเป็นหน้าที่ของทรานซิสเตอร์

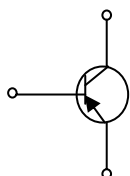
- ก. เพิ่มกระแสไฟฟ้า
- ข. แปลงกระแสไฟฟ้า
- ค. เป็นสวิตช์ปิดเปิดวงจร
- ง. เป็นตัวต้านทานไฟฟ้า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนกากบาทลงบนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ
2. ห้ามขีดเขียนสิ่งใดลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ ใช้เวลาสอบ 60 นาที

1. ไดโอดจะนำไฟฟ้าได้ในกรณีใด (ความรู้ – ความจำ)
 - ก. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดต่ำกว่าศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด
 - ข. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด
 - ค. ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่แคโทด
 - ง. ไดโอดสามารถนำไฟฟ้าได้ทั้งกรณีข้อ ก และ ข
 - จ. ไดโอดสามารถนำไฟฟ้าได้ทุกกรณีทั้งข้อ ก , ข และ ค
2. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดที่ค่าของความต้านทานเปลี่ยนไปตามแสงที่ตกกระทบ (ความรู้ – ความจำ)
 - ก. LDR
 - ข. LED
 - ค. ไดโอด
 - ง. ตัวเก็บประจุ
 - จ. ซีลิกอนชิป
3.  จากรูป เป็นสัญลักษณ์ของสิ่งใด และที่มีลักษณะเป็นหัวลูกศร หมายถึงขั้วใด ตามลำดับ (ความรู้ – ความจำ)
 - ก. LED , ขั้วแอโนด
 - ข. LED , ขั้วแคโทด
 - ค. ไดโอด , ขั้วแอโนด
 - ง. ไดโอด , ขั้วแคโทด
 - จ. LDR , ขั้วแคโทด
4. จากรูป เป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด (ความรู้ – ความจำ)

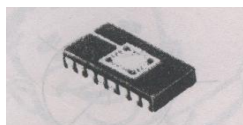


- ก. ไดโอด
- ข. ไดโอดเปล่งแสง
- ค. ทราานซิสเตอร์
- ง. ตัวต้านทานไวแสง
- จ. ซีลิกอนชิป

10. การทำงานของทรานซิสเตอร์เหมือนกับอุปกรณ์ใดในวงจรไฟฟ้า (ความรู้ – ความจำ)

- | | |
|-----------------|---------------|
| ก. สวิตช์ | ข. แอมมิเตอร์ |
| ค. สายไฟ | ง. มอเตอร์ |
| จ. โวลต์มิเตอร์ | |

11.



จากรูป เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด (ความรู้ – ความจำ)

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ก. LED | ข. ตัวเก็บประจุ |
| ค. ตัวต้านทาน | ง. ซิลิคอนชิป |
| จ. ทรานซิสเตอร์ | |

12. ข้อใดเป็นหน้าที่ของทรานซิสเตอร์ (ความรู้ – ความจำ)

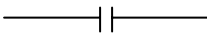
- | | |
|----------------------------|------------------------|
| ก. เพิ่มกระแสไฟฟ้า | ข. แปลงกระแสไฟฟ้า |
| ค. เป็นสวิตช์เปิดปิดวงจร | ง. เป็นตัวต้านทานไฟฟ้า |
| จ. เพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า | |

13.



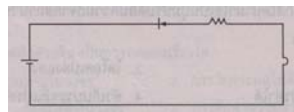
จากรูป เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด (ความรู้ – ความจำ)

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ก. LED | ข. ทรานซิสเตอร์ |
| ค. ตัวต้านทาน | ง. ซิลิคอนชิป |
| จ. ตัวเก็บประจุ | |

14.  เป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ในข้อใด (ความรู้ – ความจำ)

- | | |
|-----------------|---------------|
| ก. IC | ข. ตัวต้านทาน |
| ค. ตัวเก็บประจุ | ง. ไดโอด |
| จ. ทรานซิสเตอร์ | |

20. จากรูป วงจรนี้มีกระแสไฟฟ้าไหลหรือไม่ เพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)



- ก. ไหล เพราะต่อครบวงจร
 - ข. ไหล เพราะไดโอดเป็นตัวนำไฟฟ้า
 - ค. ไม่ไหล เพราะมีความต้านทานสูงมาก
 - ง. ไม่ไหล เพราะความต่างศักย์ไฟฟ้าของขั้วบวกกับขั้วลบเท่ากัน
 - จ. ไม่ไหล เพราะต่อขั้วลบและขั้วบวกของไดโอดเข้ากับถ่านไฟฉายผิดขั้ว
21. จากสัญลักษณ์ A — (D) — B ข้อใดไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
- ก. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้ คือ ไดโอด
 - ข. ขั้วไฟฟ้าด้าน B เรียกว่า แอโนด
 - ค. จะต้องต่อตัวต้านทานไว้ในวงจรด้วย
 - ง. ด้าน A ต้องต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่
 - จ. การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้ต้องต่ออนุกรมกับวงจร
22. ตัวต้านทานมีผลต่อการนำกระแสไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์เพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)
- ก. ตัวต้านทานไปเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ข. ตัวต้านทานไปลดความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ค. ตัวต้านทานทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปที่ทรานซิสเตอร์ได้น้อย
 - ง. ตัวต้านทานไปเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าให้ไหลไปที่ทรานซิสเตอร์
 - จ. ตัวต้านทานปรับแรงดันกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมป้อนที่ขาของทรานซิสเตอร์
23. เหตุผลที่นำ IC มาใช้มากในปัจจุบันเพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)
- ก. มีน้ำหนักเบาทำให้ประหยัดพลังงานในการขนส่ง
 - ข. สารที่ใช้ประกอบหาง่าย และอุปกรณ์ไม่ซับซ้อน
 - ค. ทำด้วยวัสดุคงทน สามารถนำกลับมาใช้งานได้หลายครั้ง
 - ง. มีขนาดเล็กและอุปกรณ์ที่บรรจุก็มีราคาถูก ลดต้นทุนการผลิต
 - จ. มีขนาดเล็กทำให้เครื่องใช้ต่าง ๆ มีขนาดเล็กลงแต่มีประสิทธิภาพสูง

27. จากแผนภาพทรานซิสเตอร์ที่ใช้ต่อในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นชนิดใดและมีประโยชน์อย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. PNP ช่วยปิดเปิดวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- ข. NPN ช่วยปิดเปิดวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- ค. PNP ช่วยลดความต้านทานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- ง. PNP ช่วยเพิ่มความต้านทานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- จ. NPN ช่วยลดความต้านทานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์

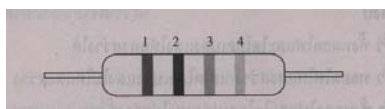
28. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดนำมาใช้เป็นปุ่มปรับคลื่นความถี่จากสถานีวิทยุต่างๆ เพื่อเลือกหาสถานีวิทยุที่ต้องการ (การนำไปใช้)

- ก. ทรานซิสเตอร์
- ข. ไดโอดเปล่งแสงได้
- ค. ตัวต้านทานที่แปลงค่าได้
- ง. ตัวเก็บประจุที่แปรค่าได้
- จ. แอมมิเตอร์

29. อุปกรณ์ในข้อใดนำมาใช้ประโยชน์ในการแปลงไฟกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงได้ในวงจรเรกติไฟเออร์ (การนำไปใช้)

- ก. ไดโอด
- ข. ทรานซิสเตอร์
- ค. ตัวต้านทาน
- ง. ตัวเก็บประจุ
- จ. ซีลิกอนชิป

30. ตัวต้านทานตัวหนึ่ง อ่านค่าความต้านทานได้ 6 , 400 โอห์ม มีความคลาดเคลื่อน $\pm 10 \%$



หมายเลข 1, 2 , 3 และ 4 ควรมีแถบสีใดตามลำดับ (การนำไปใช้)

- ก. ม่วง เหลือง น้ำตาล เงิน
- ข. น้ำเงิน เหลือง แดง เงิน
- ค. ส้ม ม่วง น้ำตาล ทอง
- ง. เขียว น้ำเงิน ส้ม ทอง
- จ. ม่วง น้ำเงิน แดง ทอง

31. อุปกรณ์ชนิดใดสามารถต่อเข้ากับวงจรโดยไม่ต้องระวังว่าต่อเข้ากับขั้วบวกหรือขั้วลบของวงจรไฟฟ้า (การนำไปใช้)

- ก. โวลต์มิเตอร์
- ข. แอมมิเตอร์
- ค. ไดโอดเปล่งแสง
- ง. ตัวต้านทานแปรค่าได้
- จ. ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก

32. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดที่นำมาใช้ในเครื่องวัดแสงของกล้องถ่ายรูปเพื่อตรวจสอบปริมาณของแสงในขณะถ่ายรูป (การนำไปใช้)

ก. LED

ข. LDR

ค. ซิลิคอนชิป

ง. ตัวเก็บประจุแปรค่าได้

จ. ตัวต้านทานแปรค่าได้

33. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของซิลิคอนชิป (การนำไปใช้)

ก. ใช้สำหรับสั่งการ

ข. ใช้สำหรับประมวลผล

ค. ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล

ง. บันทึกข้อมูลและประมวลผล

จ. ข้อ ก และ ข

34. ความต้านทานตัวหนึ่งมีแถบสีดังนี้



ค่าความต้านทานที่อ่านได้เป็นเท่าใด (การคำนวณ)

ก. 270.0 โอห์ม

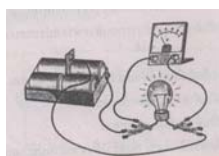
ข. 275.0 โอห์ม

ค. 280.0 โอห์ม

ง. 283.5 โอห์ม

จ. 285.5 โอห์ม

35. พิจารณารูปต่อไปนี้



จากรูปเป็นการวัดสิ่งใดในวงจรไฟฟ้า (การทดลอง)

ก. กระแสไฟฟ้า

ข. พลังงานไฟฟ้า

ค. ความต้านทานไฟฟ้า

ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้า

จ. ข้อ ก และ ง

36. จากข้อ 35 เครื่องวัดนี้จะต้องต่ออย่างไรในวงจรไฟฟ้า (การทดลอง)

ก. ต่อแบบขนาน

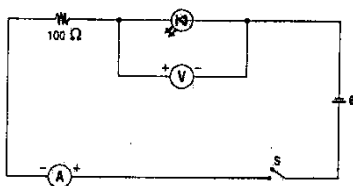
ข. ต่อแบบอนุกรม

ค. ต่อแบบผสม

ง. ต่อเข้ากับความต้านทาน

จ. ต่ออย่างไรก็ได้

37. จงพิจารณาวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ต่อไปนี้ว่าอุปกรณ์ชนิดใดต่อไปนี้ถูกต้องเมื่อหมุนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง ON แล้วไดโอดเปล่งแสงจึงไม่สว่าง (การทดลอง)



- [illegible]

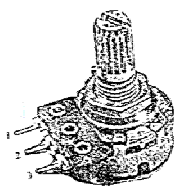
38. ตารางบันทึกผลการต่อไดโอด และ ไดโอดเปล่งแสงเป็น ดังนี้

การทดลอง	ความสว่าง	การเบนเข็มของแอมมิเตอร์
1. เมื่อต่อหลอดไฟเข้าในวงจร	หลอดสว่าง	เข็มเบน
2. เปลี่ยนหลอดไฟเป็นไดโอดเปล่งแสง	ให้แสงสว่าง	เข็มเบน
3. กลับขั้วของไดโอดเปล่งแสง	ไม่ให้แสงสว่าง	เข็มไม่เบน
4. เปลี่ยนไดโอดเปล่งแสงเป็นไดโอด	-	เข็มเบน
5. กลับขั้วของไดโอด	-	เข็มไม่เบน

ข้อใดไม่ใช่สมมติฐานของการทดลองนี้ (การตั้งสมมติฐาน)

- การกลับขั้วของไดโอดมีผลต่อความสว่าง
- แสงจากหลอดไฟสว่างกว่าแสงจากไดโอด
- ไดโอดเปล่งแสงใช้แทนหลอดไฟได้หรือไม่
- เมื่อใช้ไดโอดแทนหลอดไฟจะไม่สว่าง
- การเบนเข็มของแอมมิเตอร์ของหลอดไฟและไดโอดเปล่งแสงไม่เท่ากัน

39.



ข้อใดใช้ทักษะการสังเกต (การสังเกต)

- ก. มี 3 ขา
- ข. มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้
- ค. ศักย์ไฟฟ้าที่ C สูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ E
- ง. ศักย์ไฟฟ้าที่ขา B , E และ C ต่างกัน
- จ. ช่วยควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร

40. ข้อใดแสดงถึงการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (การลงความคิดเห็นจากข้อมูล)

- ก. เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับแอมมิเตอร์เข็มของแอมมิเตอร์ไม่เบน
- ข. มีประจุจากถ่านไฟฉายเก็บไว้ในตัวเก็บประจุไหลผ่านแอมมิเตอร์
- ค. ตัวเก็บประจุ ทำหน้าที่ สะสมประจุไฟฟ้าหรือคายประจุไฟฟ้าให้กับวงจรหรืออุปกรณ์อื่น ๆ
- ง. เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับแอมมิเตอร์เข็มของแอมมิเตอร์ไม่เบนแสดงว่าไม่มีประจุในตัวเก็บประจุ
- จ. ตัวเก็บประจุจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้โดยต่อตัวเก็บประจุกับถ่านไฟฉาย 4 ก้อน เป็นเวลา 10 วินาที

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที

.....

คำชี้แจง ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 4

“ ห้องครัวที่บ้านของสายสมรค่อนข้างแคบ มีเฉพาะหน้าต่างเพียง 2 บาน เมื่อประกอบอาหาร คั่วไหม้ กลิ่นอาหาร และความร้อนจะลอยอบอวลอยู่ในห้องครัวเป็นเวลานาน ”

1. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ห้องครัวแคบ
- ข. ห้องครัวร้อนอยู่เสมอ
- ค. ห้องครัวมีหน้าต่างน้อย
- ง. ห้องครัวมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ
- จ. คั่วไหม้ กลิ่นอาหาร และความร้อนอบอวลอยู่ในห้องครัวนาน

2. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. ห้องครัวแคบ
- ข. ห้องครัวมีหน้าต่าง 2 บาน
- ค. สายสมรจะทำห้องครัวใหม่
- ง. ห้องครัวร้อนและอบอวล
- จ. ห้องครัวมีกลิ่นอาหารและคั่วไหม้ลอยอบอวล

3. จากข้อมูลที่กำหนดให้ สายสมรควรปรับปรุงห้องครัวอย่างไรก่อน

- ก. หาที่กันแดดครัว
- ข. ติดพัดลมเพดาน
- ค. เจาะช่องระบายอากาศที่ผนังด้านบน
- ง. เปลี่ยนสีห้องครัวเป็นสีที่ไม่ดูดกลืนความร้อน
- จ. เปลี่ยนฝาผนังเป็นวัสดุที่สามารถดูดความร้อนได้ดี

4. จากการตั้งสมมติฐาน ในข้อ 4 นักเรียนใช้เกณฑ์ใดสรุปอ้างอิง

- ก. ที่บ้านไม่มีต้นไม้ไว้กันแดด
- ข. ห้องครัวยังมีการระบายอากาศที่ไม่ดี
- ค. ที่บ้านหลังเล็กจึงขยายห้องครัวไม่ได้
- ง. การออกแบบสร้างบ้านยังไม่ดีเท่าที่ควร
- จ. สีที่ทาห้องครัวเป็นสีที่ดูดกลืนความร้อนได้ดี

คำชี้แจง ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 – 9

“ วิชัย เลี้ยงกระต่ายไว้ 3 ตัว วันหนึ่งวิชัยซื้อผักกาดขาวมาจากตลาดแล้วให้กระต่ายกินเป็นอาหารปรากฏว่าวันรุ่งขึ้นกระต่ายตายหมดโดยไม่มีบาดแผล และกรงที่เลี้ยงไว้ ก็มีสภาพเป็นปกติ ”

5. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. กระต่ายเป็นโรคอะไรตาย
- ข. ทำไมกระต่ายจึงตายหมด
- ค. อะไรทำให้กระต่ายตกใจตาย
- ง. ในผักกาดขาวมีสารพิษอะไร
- จ. ในผักกาดขาวอาจมีสารอะไรที่เป็นพิษ

6. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น

- ข้อ 1 กระต่ายตกใจตาย
- ข้อ 2 กระต่ายอาจได้รับสารพิษจากผักกาด
- ข้อ 3 กระต่ายตายโดยไม่มีบาดแผล
- ก. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น
- ข. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 3 เป็นข้อเท็จจริง
- ค. ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อเท็จจริง
- ง. ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น
- จ. ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น

7. ข้อใดเป็นสมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. เกิดโรคระบาดในกระต่าย
- ข. กระต่ายขาดอากาศหายใจ
- ค. มีสัตว์มาทำให้กระต่ายตกใจตาย
- ง. กระต่ายอาจได้รับสารพิษจากผักกาด
- จ. กรงที่ใช้เลี้ยงกระต่ายแคบเกินไป

8. นักเรียนมีวิธีทดสอบสมมติฐานนี้ได้อย่างไร
- เลี้ยงกระต่ายในที่โล่งกว้าง
 - ฉีดวัคซีนป้องกันโรคให้กระต่าย
 - นำผักกาดขาวไปตรวจสอบหาสารพิษ
 - ทำรั้วบริเวณที่เลี้ยงกระต่ายให้หนาแน่น
 - ไม่ให้สัตว์อื่นผ่านบริเวณเลี้ยงกระต่าย
9. ถ้าผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จะนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไร
- ควรนำสัตว์เลี้ยงไปฉีดวัคซีนป้องกันโรค
 - ไม่ควรเลี้ยงสัตว์หลาย ๆ ชนิดไว้ด้วยกัน
 - ห้ามนำสัตว์อื่นผ่านบริเวณเลี้ยงกระต่าย
 - ก่อนให้อาหารสัตว์แต่ละครั้งควรแน่ใจว่าปลอดภัย
 - การเลี้ยงสัตว์ควรเลี้ยงในที่โล่งมากกว่าเลี้ยงในกรง

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10 – 12

“ นักวิทยาศาสตร์เริ่มวิตกกังวลว่าชีวิตสัตว์ได้ทะเลกำลังตกอยู่ในความเสี่ยงอันตราย เพราะมลพิษจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศที่เพิ่มมากขึ้นมหาสมุทรได้ทำประโยชน์มหาศาลต่อมนุษย์ ด้วยการซึมซับแก๊สพิษที่อยู่ในอากาศลงไปครั้งหนึ่ง เป็นการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งอาจนำไปสู่ภาวะโลกร้อนขึ้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กำลังกักความร้อนเอาไว้ อาจกลุ่กลามชีวิตของสัตว์น้ำและอาจจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเลด้วย ”

10. ปัญหาสำคัญที่สุดที่นักวิทยาศาสตร์วิตกกังวลคืออะไร
- ความร้อนบนผิวโลก
 - การกักความร้อนของแก๊ส
 - ปริมาณน้ำในมหาสมุทร
 - ปริมาณของมลพิษในอากาศ
 - การดำรงชีวิตของสัตว์ทะเล
11. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- มหาสมุทรช่วยดูดแก๊สพิษที่อยู่ในอากาศ
 - มหาสมุทรทำประโยชน์มหาศาลต่อมวลมนุษย
 - ชีวิตสัตว์ทะเลกำลังตกอยู่ในความเสี่ยงอันตราย
 - ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่ออุณหภูมิของโลก
 - ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ

12. จากข้อมูลที่กำหนดให้ นักเรียนจะป้องกันไม่ใหระบบนิเวศทางทะเลถูกทำลายได้อย่างไร

- ก. ไม่จับสัตว์ทะเล
- ข. ไม่ก่อมลพิษทางอากาศ
- ค. ลดการบริโภคอาหารทะเล
- ง. ไม่ปล่อยน้ำเสียลงในทะเล
- จ. เข้าร่วมชมรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13 – 14

เมื่อ พ.ศ. 2545 ศาสตราจารย์อาทิตรา อิริตานี หัวหน้าทีมวิจัย เรือง พันธุวิศวกรรมแห่งมหาวิทยาลัยกนิกา ทางภาคตะวันตกของญี่ปุ่น ประสบความสำเร็จในการทดลองนำเยีนจากผักโขม ผสมกับเยีนของสุกรโดยการฉีดเยีนของผักโขมลงไปไนไข่ของสุกรที่ผสมพันธุ์แล้วในหลอดแก้ว จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้บอ แล้วฉีดกลับไปในสุกร เมื่อลูกสุกรคลอดออกมา ปรากฏว่ามีสภาพ แข็งแรงดี และที่สำคัญคือ ลูกสุกรผสมตัวนี้ เมื่อนำไปวัดไขมันแล้วพบว่ามึปริมาณไขมันลดลง 20 เปอร์เซ็นต์

นักวิจัยเชื่อว่าสุกรอนามัยตัวนี้ จะมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าสุกรทั่วไปเพราะมีเยีนของผักโขม ซึ่งเป็นผักที่มีประโยชน์ต่อร่างกายผสมอยู่ อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าว ยังอยู่ในขั้นทดลองระดับหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากอัตราการรอดชีวิตของสุกรที่ผ่านการผ่าตัดแต่งพันธุกรรมมีน้อยเพียงแค 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

13. ปัญหาสำคัญที่สุดของงานวิจัยนี้ คืออะไร

- ก. ปริมาณไขมันในสุกร
- ข. ขั้นตอนในการผสมพันธุ์
- ค. อัตราการรอดชีวิตของลูกสุกร
- ง. คุณค่าทางโภชนาการของสุกร
- จ. สุขภาพของลูกสุกรหลังคลอด

14. จากสภาพการณ์ของข้อมูล นักเรียนคิดว่า ข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น

- ข้อ 1 ลูกสุกรผสม มีปริมาณไขมันลดลงกว่า สุกรทั่วไป
- ข้อ 2 นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าลูกสุกรอนามัยจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าสุกรทั่วไป
- ข้อ 3 ลูกสุกรอนามัยมีสุขภาพแข็งแรงดี
- ก. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
- ข. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ค. ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น
- ง. ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น
- จ. ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 3 เป็นข้อคิดเห็น

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 15 - 17

“ พืชปลูกมะเขือไว้ในกระถาง ในระยะแรกต้นมะเขือเจริญงอกงามและออกดอกออกผลดี แต่ในระยะต่อมาต้นมะเขือกลับไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร ทั้ง ๆ ที่พืชยังรดน้ำและใส่ปุ๋ยตามปกติ ”

15. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คือข้อใด

- ก. ทำอย่างไรต้นมะเขือจึงจะออกดอกออกผล
- ข. ชนิดพันธุ์ของมะเขือมีผลต่อการเจริญเติบโตหรือไม่
- ค. ทำไมระยะหลังต้นมะเขือจึงไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร
- ง. ต้นมะเขือไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกในกระถางใช่หรือไม่
- จ. ชนิดของดินในกระถางไม่เหมาะสมกับการปลูกต้นมะเขือใช่หรือไม่

16. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้คือข้อใด

- ก. มะเขือต้องการน้ำและปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น
- ข. ดินในกระถางไม่เหมาะสมที่จะนำมาปลูกต้นมะเขือ
- ค. ต้นมะเขือบางพันธุ์ไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกในกระถาง
- ง. ต้นมะเขือเป็นพืชที่ไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกในกระถาง
- จ. ต้นมะเขือไม่เจริญงอกงามเนื่องจากดินและรากที่อัดแน่นจนเกินไป

17. ถ้าผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไร

- ก. การปลูกพืชควรเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของดิน
- ข. เมื่อพืชไม่เจริญเติบโตควรรดน้ำและใส่ปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น
- ค. พืชมีความเหมาะสมที่จะปลูกลงดินมากกว่าปลูกลงในกระถาง
- ง. พืชบางพันธุ์เมื่อนำมาปลูกในกระถางจะเจริญเติบโตได้เพียงระยะหนึ่งเท่านั้น
- จ. เมื่อพืชไม่เจริญเติบโตนั้นต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18 – 20

“ ลุงชมทำสวนส้ม ซึ่งลุงชมได้ดูแลเอาใจใส่รดน้ำอย่างสม่ำเสมอมาพบว่าต้นส้มไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร ลุงชมจึงใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้น ผลปรากฏว่าต้นส้มบางต้นใบเหลืองและร่วงลงมา ”

18. ข้อใดเป็นปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. เหตุใดส้มจึงไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร
- ข. ดินที่ปลูกส้มเริ่มเสื่อมคุณภาพใช่หรือไม่
- ค. ชนิดของปุ๋ยที่ใส่มีความเหมาะสมหรือไม่
- ง. เหตุใดต้นส้มจึงมีใบเหลืองและร่วงหล่นลงมา
- จ. ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ให้ต้นส้มมีความเหมาะสมหรือไม่

19. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้คือข้อใด

- ก. ต้นส้มหมดอายุ
- ข. ดินเสื่อมคุณภาพ
- ค. เกิดความแห้งแล้ง
- ง. ปริมาณปุ๋ยไม่เหมาะสม
- จ. ชนิดของปุ๋ยไม่เหมาะสม

20. นักเรียนจะทดสอบสมมติฐานของปัญหานี้อย่างไร

- ก. เพิ่มปริมาณน้ำที่รด
- ข. ลดปริมาณปุ๋ยที่ใส่
- ค. เปลี่ยนชนิดของปุ๋ยที่ใส่
- ง. เพิ่มปุ๋ยหลาย ๆ ชนิดให้กับดิน
- จ. เปลี่ยนมาปลูกพืชชนิดอื่นแทนส้ม

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 21 - 22

“ ในการเดินป่าของคณะสำรวจคณะหนึ่ง ได้พบรอยเท้าสัตว์ขนาดใหญ่อยู่บนพื้นดิน ในบริเวณป่าไผ่หลายรอยและบริเวณป่าไผ่มีรอยแหวกของกิ่งไผ่อยู่หลายต้น ”

21. จากข้อมูลดังกล่าว จะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

- ก. บริเวณนั้นเป็นที่ต่อสู้กันของสัตว์ป่า
- ข. บริเวณนั้นเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
- ค. บริเวณนั้นเป็นทางเดินของสัตว์ป่า
- ง. บริเวณนั้นมีไผ่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่า
- จ. บริเวณนั้นมีสัตว์ป่าอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก

22. นักเรียนคิดว่ารอยเท้านั้นน่าจะเป็นรอยเท้าของสัตว์ในข้อใด

- ก. ช้าง
- ข. กวาง
- ค. วัว
- ง. หมาป่า
- จ. เสือ

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 23 – 24

“ จากข่าวทางหนังสือพิมพ์ มีการพบปลาตายอยู่ในสระน้ำแหล่งหนึ่งเป็นจำนวนมาก ตามตัวของปลาไม่มีบาดแผลใด ๆ มีแต่รอยข้ำ ใกล้เคียงสระน้ำแห่งนี้มีโรงงานอุตสาหกรรม จึงมีการสันนิษฐานว่า สาเหตุน่าจะมาจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือไม่ก็มีคนทิ้งสารเคมีลงในน้ำ ”

23. ข้อความใดเป็นจริง

- ก. โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียลงสระ
- ข. ในสระน้ำมีปลาเหลืออยู่อีกหลายตัว
- ค. มีปลาตายเป็นจำนวนมากในสระน้ำ
- ง. สารเคมีที่พบเป็นชนิดที่เป็นอันตรายมาก
- จ. มีคนทิ้งสารเคมีลงในสระน้ำจำนวนมาก

24. จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสาเหตุใดที่ทำให้ปลาตาย

- ก. สารเคมีที่มีคนนำมาทิ้ง
- ข. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
- ค. ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณน้อย
- ง. แบคทีเรียในน้ำมีมากเกินไป
- จ. ยังสรุปไม่ได้

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 25 – 26

“ บางทีรถยนต์ได้ปล่อยแก๊สพิษต่าง ๆ ออกมานั้นได้ก่อให้เกิดผลร้ายต่อชีวิต สุขภาพ และอนามัยของประชาชน ซึ่งนับว่าเป็นอาชญากรรมอย่างหนึ่ง และเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงยิ่งกว่าอาชญากรรมอื่นใด เพราะผู้ที่เจ็บป่วยหรือผู้ที่เสียชีวิตโดยเป็นผลมาจากอากาศเป็นพิษนี้ เป็นผู้เสียหายที่เรียกร้องค่าเสียหายจากใครไม่ได้ และไม่สามารถเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดได้ เรายังไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อมคุ้มครองประชาชนเหมือนอย่างประเทศที่เจริญแล้ว ”

25. สาระสำคัญของข้อความข้างต้นนี้คืออะไร

- ก. แก๊สพิษเป็นอันตรายมากในประเทศไทย
- ข. แก๊สพิษเป็นอันตรายแต่หาผู้รับผิดชอบไม่ได้
- ค. แก๊สพิษเป็นอันตรายยิ่งกว่าการประกอบอาชญากรรม
- ง. แก๊สพิษเป็นอันตรายทำให้มีคนเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก
- จ. แก๊สพิษเป็นอันตรายและประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายคุ้มครองประชาชน

26. ข้อสนับสนุนที่ว่า “ อันตรายจากแก๊สพิษ เป็นภัยร้ายแรงในประเทศไทย ” มาจากข้อสรุปใด

- ก. รถยนต์ปล่อยแก๊สพิษออกมาจำนวนมาก
- ข. คนที่เจ็บป่วยเพราะแก๊สพิษอาจเสียชีวิตได้
- ค. บ้านเมืองของเรายังไม่มีกฎหมายว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อม
- ง. คนที่เจ็บป่วยเพราะแก๊สพิษนั้นไม่มีผู้ใดรับผิดชอบ
- จ. แก๊สพิษได้ก่อให้เกิดผลร้ายต่อชีวิต สุขภาพ และอนามัยของประชาชน

คำชี้แจง ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27 – 30

“ สุนัขต้องการข้ามแม่น้ำจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่งแต่เขามีสิ่งของ 3 ชนิด คือ สุนัข ไก่ และ ข้าวเปลือก 1 ถุง สถานที่ข้ามมีเรือขนาดใหญ่ พอสำหรับให้สุนัขข้ามฝั่งไปพร้อมกับสิ่งของ 1 ชนิดเท่านั้น ในแต่ละเที่ยว ถ้าเขาปล่อยสุนัขและไก่ ไว้ตามลำพังไก่จะกินข้าวเปลือก แต่ถ้าเขาปล่อยสุนัขและไก่ไว้ตามลำพังสุนัขจะกินไก่ สุนัขจะข้ามฝั่งแม่น้ำได้อย่างปลอดภัยพร้อมกับสิ่งของ 3 ชนิดนี้ได้อย่างไร ”

27. ปัญหาของสุนัข คืออะไร

- ก. สัตว์จะทำร้ายกัน
- ข. ไก่ไม่สามารถว่ายน้ำได้
- ค. ความปลอดภัยของสัตว์และสิ่งของ
- ง. การข้ามฝั่งพร้อมสิ่งของเที่ยวละ 1 ชนิด
- จ. น้ำไหลเชี่ยวมากทำให้สุนัขไม่สามารถว่ายน้ำข้ามได้

28. จากเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนคิดว่าสุนัขควรนำข้อมูลใดมาพิจารณาดำเนินการ

- ก. ถ้านำสุนัขข้ามปากก่อน ไก่จะกินข้าวเปลือก
- ข. ถ้านำข้าวเปลือกข้ามปากก่อน สุนัขจะกินไก่
- ค. ถ้านำไก่ข้ามปากก่อน สุนัขจะไม่กินข้าวเปลือก
- ง. นำไก่หรือสุนัขข้ามปากก่อนแล้วกลับไปรับข้าวเปลือก
- จ. นำข้าวเปลือกหรือสุนัขข้ามปากก่อนแล้วให้ไก่อยู่กับสิ่งที่เหลือ

29. สมมติว่าสุนัขจะข้ามปากโดยเรือพร้อมกับสิ่งของ 2 สิ่งในแต่ละเที่ยว เขาควรจะทำเนินการอย่างไร

- ก. ข้ามปากไปพร้อมกับไก่และข้าวเปลือก แล้วกลับมารับสุนัข
- ข. ข้ามปากไปพร้อมกับไก่และสุนัข แล้วกลับมารับข้าวเปลือก
- ค. ข้ามปากไปพร้อมกับสุนัขและข้าวเปลือก แล้วกลับมารับไก่
- ง. ข้ามปากไปพร้อมกับข้าวเปลือก แล้วกลับมารับไก่และสุนัข
- จ. ข้ามปากไปพร้อมกับสุนัข แล้วกลับมารับไก่และข้าวเปลือก

30. การกระทำเช่นไร ที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งของทั้งหมด

- ก. นำข้าวเปลือกไปพร้อมกับคน
- ข. นำสัตว์ที่ไม่กินข้าวเปลือกมาพร้อมกับคน
- ค. นำสัตว์ที่กินข้าวเปลือกมาพร้อมกับข้าวเปลือก
- ง. นำสัตว์ที่ไม่กินข้าวเปลือกมาพร้อมกับข้าวเปลือก
- จ. นำสัตว์ที่ไม่กินข้าวเปลือกมาพร้อมกับสัตว์ที่กินข้าวเปลือก

ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เขียนแผนผังมโนทัศน์
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

ตาราง 4 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แผนผังมโนทัศน์

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน 30 คะแนน	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน
1	23	22
2	27	25
3	24	23
4	28	26
5	24	26
6	27	25
7	22	21
8	26	25
9	25	24
10	28	26
11	19	22
12	22	21
13	27	26
14	24	25
15	25	25
16	21	24
17	28	26
18	25	23
19	22	24
20	27	25
รวม	494	484
E_1 / E_2	82.33	80.67

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
1	+1	+1	0	0.67	+1	0	0	0.33	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
2	+1	+1	0	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
3	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
4	1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	0	+1	+1	0.67	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
8	+1	+1	0	0.67	0	+1	+1	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
10	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	0	+1	0	0.33	+1	0	0	0.33
11	0	+1	0	0.33	+1	0	0	0.33	0	0	0	0	0	+1	0	0.33
12	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
13	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
14	+1	+1	0	0.67	+1	+1	0	0.67	+1	+1	0	0.67	+1	+1	+1	1
15	0	+1	+1	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
16	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	0	+1	+1	0.67
17	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
19	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
21	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
22	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
23	0	+1	+1	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
24	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
25	0	+1	0	0.33	+1	0	0	0.67	+1	+1	0	0.67	0	0	0	0
26	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67	+1	0	0	0.33	+1	0	+1	0.67

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
27	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
28	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
29	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
30	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
31	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
32	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
33	+1	0	0	0.33	0	+1	+1	0.67	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33
34	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
35	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
36	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
37	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	+1	+1	0	0.67	0	+1	0	0.33	+1	0	+1	0.67	+1	+1	0	0.67
40	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	0	+1	0.67	0	+1	+1	0.67
44	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
45	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
46	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
47	+1	+1	0	0.67	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67
48	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33
49	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
50	0	+1	0	0.33	+1	0	0	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
51	+1	0	0	0.33	0	0	0	0	0	+1	+1	0.67	+1	0	+1	0.67
52	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
53	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
54	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
55	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
56	+1	0	+1	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67
57	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
58	+1	0	0	0.33	+1	0	+1	0.67	+1	+1	0	0.67	+1	0	+1	0.67
59	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
60	+1	0	+1	0.67	+1	+1	0	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
2	+1	+1	0	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
3	+1	0	0	0.33	+1	0	+1	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
8	+1	+1	0	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
12	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
13	0	+1	+1	0.67	0	+1	+1	0.67	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33
14	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
15	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
16	+1	+1	+1	1	+1	+1	0	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	0	0.67
17	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
19	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	0	0	0.33
20	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
21	+1	+1	0	0.67	0	+1	+1	0.67	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
22	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
23	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	0	0	0.33
24	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
25	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
26	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
27	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
28	+1	0	0	0.33	+1	0	+1	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
29	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
30	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม				ความเหมาะสมของตัวเลือก				ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
31	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
32	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
33	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
34	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
35	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
36	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
37	+1	0	+1	0.67	+1	0	0	0.33	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
38	+1	0	0	0.33	+1	+1	0	0.67	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
39	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
40	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.48	.37	21	.48	.30
2	.67	.37	22	.54	.48
3	.59	.22	23	.61	.26
4	.48	.22	24	.54	.26
5	.56	.44	25	.46	.48
6	.48	.22	26	.56	.37
7	.59	.22	27	.46	.33
8	.63	.22	28	.43	.56
9	.56	.22	29	.54	.33
10	.54	.33	30	.50	.26
11	.59	.30	31	.50	.33
12	.41	.22	32	.46	.48
13	.48	.30	33	.54	.26
14	.59	.59	34	.52	.67
15	.52	.52	35	.50	.26
16	.48	.22	36	.52	.30
17	.54	.33	37	.61	.33
18	.50	.56	38	.57	.70
19	.54	.26	39	.52	.74
20	.44	.37	40	.56	.74

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ด้านการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.48	.52	16	.46	.56
2	.54	.48	17	.57	.26
3	.56	.22	18	.65	.33
4	.61	.26	19	.57	.56
5	.54	.41	20	.48	.37
6	.56	.30	21	.50	.33
7	.52	.22	22	.54	.33
8	.56	.37	23	.50	.33
9	.52	.44	24	.57	.41
10	.61	.33	25	.50	.48
11	.61	.33	26	.50	.26
12	.56	.37	27	.41	.37
13	.52	.22	28	.43	.26
14	.56	.37	29	.43	.41
15	.59	.30	30	.46	.56

ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
การเขียนแผนผังมโนคติ
- ตารางแสดง คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุด
กิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ

ตาราง 9 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
1	15	20	5	25
2	16	22	6	36
3	17	22	5	25
4	18	23	5	25
5	17	22	5	25
6	21	32	11	121
7	19	29	10	100
8	18	30	12	144
9	18	28	10	100
10	16	23	7	49
11	19	29	10	100
12	19	30	11	121
13	16	23	7	49
14	17	25	8	64
15	16	25	9	84
16	18	26	8	64
17	16	21	5	25
18	14	20	6	36
19	12	20	8	64
20	19	30	11	121
21	17	27	10	100
22	18	29	11	121
23	16	22	6	36
24	15	23	8	64
25	16	23	7	49
26	14	21	7	49
X	437	645	-	-
Σ	-	-	208	1794

ใช้ค่าสถิติ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$$\begin{aligned}
 t - \text{test} &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N[\sum D^2] - [\sum D]^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{208}{\sqrt{\frac{26 \times 1749 - 208 \times 208}{26 - 1}}} \\
 &= \frac{208}{11.63} \\
 &= 17.88
 \end{aligned}$$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR – 20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{40}{40 - 1} \left[1 - \frac{6}{31.5} \right] \\
 &= 0.82
 \end{aligned}$$

ตาราง 10 แสดงคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
1	4	15	11	121
2	11	17	6	36
3	9	16	7	49
4	7	16	9	81
5	14	19	5	25
6	20	26	6	36
7	11	21	10	100
8	12	22	10	100
9	14	20	6	36
10	7	17	10	100
11	16	22	6	36
12	13	19	6	36
13	4	15	11	121
14	16	20	4	16
15	11	20	9	81
16	17	21	4	16
17	12	19	7	49
18	10	17	7	49
19	3	15	12	144
20	19	24	5	25
21	13	20	7	49
22	21	26	5	25
23	13	16	6	36
24	10	18	8	64
25	17	21	4	16
26	9	18	9	81
X	313	503	-	-
Σ	-	-	190	1528

ใช้ค่าสถิติ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถ
ด้านการคิดวิเคราะห์

$$\begin{aligned}
 t - \text{test} &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N[\sum D^2] - [\sum D]^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{190}{\sqrt{\frac{26 \times 1528 - 190 \times 190}{26 - 1}}} \\
 &= \frac{190}{12.05} \\
 &= 15.77
 \end{aligned}$$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของแบบทดสอบจากสูตร K.R. 20 ของ
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{30}{30 - 1} \left[1 - \frac{4.4}{16.9} \right] \\
 &= 0.75
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

อาจารย์ พัทธรา นิระหานี

อาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์

โรงเรียนโกศลภัทรวินัย กรุงเทพมหานคร ฯ

อาจารย์ สุรศักดิ์ แซ่เตียว

อาจารย์สอนวิชาฟิสิกส์

โรงเรียนปัญญาวรคุณ กรุงเทพมหานคร ฯ

อาจารย์ จตุภูมิ เขตจัตุรัส

อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติและการวิจัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นางสาวอาร์ม โพธิ์พัฒน์
วันเดือนปีเกิด	6 มิถุนายน 2520
สถานที่เกิด	กิ่งอำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	17 ม.5 บ.นาแพง ตำบลนาแพง กิ่งอำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น 40160
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านวังกะทะ ตำบลวังตะเฆ่ อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ 36250
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอมัธยาศรี จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2543	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ