501.24
ส464ก
ว.3

การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์

ของ

นางฤดี ศรีน้อย

6 ก.พ. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

171852

การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

นาถฤดี ศรีน้อย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม 2532

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล และคณะวิชาไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยการสุ่มอย่างง่ายจากคณะวิชาเครื่องกลได้นักศึกษาแผนกช่างยนต์ และจากคณะวิชาไฟฟ้าได้นักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีนักศึกษาแผนกช่างละ 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน

กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม คือ นักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้า กลุ่มนี้ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกระหว่างการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ นักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้า กลุ่มนี้ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบระหว่างการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบก่อนการทดลองและแบบทดสอบหลังการทดลอง เรื่องงานและพลังงาน ใช้แบบแผนการทดลองแบบ **Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design** และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม **(Analysis of Covariance)**

การวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมทั้งคณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลกับคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

A STUDY ON SCIENCE TEACHING THROUGH FEEDBACK PROCESS OF THE FIRST YEAR CERTIFICATE STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

NATREUDEE SRINOI

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree

at Srinakharinwirot University

September 1989

The purpose of this research was to study the effect of the feedback process on the academic achievement in learning science of the first-year certificate students on the Department of Mechanical Power and Electrical Power.

The subjects were the first-year certificate students, on the Department of Mechanical Power and Electrical Power during the second semester of 1988 academic year at Rajamangala Institute of Technology, North Bangkok Campus. A simple random sampling was used to group students. Two group of students were randomly selected : one group was Auto-Mechanics students from the Department of Mechanical Power, another groups was Electronics students from the Department of Electrical Power. Each group consisted of 2 classes which were randomly selected into 4 groups : 2 experimental groups and 2 control groups with 30 students each.

Two control groups from Auto-Mechanics students and Electronics students received feedback for the possible and sensible response during the lessons.

Two experimental groups from Auto-Mechanics students and Electronics students received feedback for every response during the lessons.

The instruments used in the study were one lesson on work and Power, two teaching plans and two scientific achievement tests on Work and Power. A pretest and a posttest nonrandomized control group pretest-posttest designs was employed. The data were statistically analysed by analysis of covariance.

The results indicated that

1. The science achievement of the experimental groups and the control groups was significantly different at the .05 level.

2. The science achievement of the experimental groups and the control groups of the Auto-Mechanics students and the Electronics students was significantly different at the .05 level.

3. The science achievement between Auto-Mechanics students and Electronics students both in the experimental groups and the control groups was not significantly different at the .05 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 17 เดือน กันยายน พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างเรียบร้อยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม ซึ่งให้คำปรึกษาแนะนำในสิ่งที่เป็นประโยชน์และสละเวลาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชุติมา วัชนะคีรี ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ต่อการทดลอง และที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจักษ์ เชื้อโชติ อาจารย์ประยุทธ สุวรรณศรี และคณะอาจารย์แผนกวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตพระนครเหนือ และวิทยาเขตนนทบุรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกต่าง ๆ ในการทดลองครั้งนี้ ขอขอบใจนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และการทดลอง

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และขอขอบพระคุณนายแพทย์ พ.ท.กิตติฉัตร วิโรจน์ศิริ และอาจารย์คำรณ ศรีน้อย ที่ให้ความช่วยเหลือ และความห่วงใยแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

นาฉฤดี ศรีน้อย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบซิบเสาะหาความรู้	8
	เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	24
	เอกสารเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ	36
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบซิบเสาะหาความรู้	47
	งานวิจัยเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ	50
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	57
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	58
	ประชากร	58
	กลุ่มตัวอย่าง	58
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	59
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	59
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	59
	แบบแผนการทดลอง	60
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	60
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	64

บทที่ หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล 65
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 65

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 67
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 67
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 68

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 75
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 75
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า 75
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 76
การวิเคราะห์ข้อมูล 77
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 77
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 78
ข้อเสนอแนะ 81

บรรณานุกรม 84

ภาคผนวก 92

ประวัติย่อของผู้วิจัย 189

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก	46
2	การให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ	46
3	แบบแผนการทดลอง	60
4	ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง	68
5	ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง หลังการทดลอง	69
6	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง	70
7	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล	71
8	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า	72
9	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มควบคุม	73
10	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มทดลอง	74
11	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง เรื่องงานและพลังงาน	94

ตาราง หน้า

12 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง เรื่อง งานและพลังงาน 96

13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง 98

14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง 100

15 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง เรื่อง งานและพลังงาน 102

16 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง เรื่อง งานและพลังงาน 104

17 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มควบคุม คณะวิชาเครื่องกล 107

18 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มควบคุม คณะวิชาไฟฟ้า 108

19 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มทดลอง คณะวิชาเครื่องกล 109

20 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มทดลอง คณะวิชาไฟฟ้า 110

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการสอนแบบซิปเสาะหาความรู้	15
2	แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	25
3	แสดงรูปแบบของการเรียนรู้ในโรงเรียนของ บลูม	38

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งความรู้ดังกล่าวนับว่ามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิต การพัฒนาสังคม เศรษฐกิจและประเทศชาติอย่างมาก จึงจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าดังกล่าว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์จึงได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม โดยนำเอาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแผนใหม่

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่มุ่งส่งเสริมสมรรถภาพในด้านการคิด การค้นคว้า และการปฏิบัติ จึงเป็นการเตรียมนักเรียนให้ทันกับความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างดี แต่การที่นักเรียนจะพัฒนาสมรรถภาพดังกล่าวได้ดีนั้นนักเรียนจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกฝนในด้านการคิด ดังนั้นในกระบวนการเรียนการสอน คำถามและคำตอบของครูและของนักเรียนจึงมีบทบาทสำคัญมาก ซึ่งคำถามและคำตอบของครูจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการจูงใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และคำถามและคำตอบของนักเรียนจะเป็นเครื่องมือที่แสดงให้ทราบว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนมากน้อยเพียงใด

อย่างไรก็ตามแม้คำตอบของนักเรียนจะมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสมรรถภาพในด้านการคิด แต่ปรากฏว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่เมื่อได้คำถามแล้วจะสนใจและเน้นกระบวนการหาคำตอบของนักเรียนเฉพาะคำตอบที่ถูกหรือมีส่วนถูกเท่านั้น และละเลยต่อกระบวนการหาคำตอบของคำตอบที่ผิดหรือเป็นไปไม่ได้ (สมสมัย สมหรัพย์. 2529 : 22 - 24 ; อ้างอิงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 4 - 5) ซึ่งเมื่อพิจารณาพฤติกรรมของครูผู้สอนดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะครูคิดว่าเป็นการเสียเวลาโดยไม่จำเป็นหรือครูคาดว่าเมื่อนักเรียนทราบกระบวนการหาคำตอบที่ถูกต้องแล้วก็จะพบคำตอบในการแก้ปัญหาของตนเองได้ แต่ว่านักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันโดยเฉพาะสมรรถภาพในด้านการคิดถึงแม้ว่านักเรียนจะอยู่ในชั้นเรียนเดียวกันและมี

สติปัญญาเท่าเทียมกัน ดังนั้นการที่นักเรียนที่ตอบผิดทราบวิธีการของคำตอบที่ถูก บางคนก็สามารถเข้าใจถึงสาเหตุที่คำตอบของตนผิด แต่อาจจะมีนักเรียนอีกหลาย ๆ คนที่ไม่สามารถเข้าใจถึงสาเหตุที่คำตอบของตนผิดได้ และหากครูผู้สอนสามารถนำคำตอบที่ผิดมาพิจารณาและให้คำแนะนำถึงข้อผิดพลาดของคำตอบ ในรูปของการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback หรือ Knowledge of Results) แล้ว ก็ย่อมเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลของการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอนด้วยเทคนิคการสอนและการประเมินผล ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ปี 2530 ที่กล่าวถึงการเรียนการสอนที่มีคุณภาพว่าควรจะต้องมีการประเมินผลและการให้ข้อมูลป้อนกลับระหว่างการสอนด้วย โดยคำนึงถึงสมรรถภาพในด้านการคิดที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. 2530 : 178 - 180) และแนวคิดดังกล่าวมานี้ตรงกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนของ บลูม (Bloom) และบลูมได้กล่าวเพิ่มเติมว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับนี้เป็นระบบการเรียนการสอนที่ช่วยปรับในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลในตัวผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนพัฒนาได้อย่างเต็มที่ตามจุดประสงค์การสอนที่วางไว้ (Bloom. 1971 : 47)การให้ข้อมูลป้อนกลับสามารถทำได้ในรูปของการใช้วาจา ท่าทาง และสื่อ การให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจานั้นว่าเป็นรูปแบบที่สะดวก ประหยัด และสื่อความหมายได้ชัดเจน ลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจาเท่าที่กระทำกันมา มีทั้งการให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นข้อความโดด ๆ บอกเพียงถูกหรือผิดเท่านั้น การให้ข้อมูลป้อนกลับที่ทำให้เข้าใจเรื่องได้ การให้ข้อมูลป้อนกลับพร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกหรือผิด และการให้ข้อมูลป้อนกลับซึ่งชี้ให้เห็นผลของการกระทำที่อาจเกิดตามมาจากการเลือกตัวเลือกนั้น เป็นต้น ผลจากการวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจา เช่น ไบรอัน ริกนี และพันธอร์น (ดวงจิต ปูรณานนท์. 2528 : 20) อาคซู (Aksu. 1983 : 2640-A) โรเชสเตอร์ (Rochester. 1983 : 127-A) สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2512 : 52) สิริรัตน์ วิภาสศิลป์ (2525 : บทคัดย่อ) และจริยา จงนานุรักษ์ (2527 : บทคัดย่อ) พบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับพร้อมคำอธิบายให้ผลการเรียนรู้ดีที่สุด

จากเหตุผลและเอกสารดังกล่าวจะเห็นว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับพร้อมคำอธิบายมีประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนการสอน อีกทั้งยังสามารถกระทำได้ สะดวก ประหยัด และสื่อความหมายได้รัดเจน แต่ปรากฏว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ละเลยต่อการให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นคำตอบของนักเรียน/นักศึกษา โดยเฉพาะคำตอบที่ผิดหรือคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน/นักศึกษา ในส่วนนี้จึงขาดความสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำตอบของนักเรียน/นักศึกษา ทุกประเภท ทั้งคำตอบที่ถูก และทั้งคำตอบที่ผิด หรือเป็นไปไม่ได้ จึงประสงค์ที่จะทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกันกับนักศึกษาที่อยู่ในต่างคณะวิชากันด้วย

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก กับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้า ที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกัน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลกับคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกัน

<u>ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลของการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้เฉพาะคำตอบที่ถูกกับแบบให้ทุกคำตอบ ในระหว่างการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. ผลจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นแนวทางของการให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ประกอบด้วยนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล จำนวน 3 แผนกช่าง ซึ่งมีจำนวน 6 ห้องเรียน และนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า จำนวน 2 แผนกช่าง ซึ่งมีจำนวน 4 ห้องเรียน รวมมีนักศึกษาจำนวน 10 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มนักศึกษาจากคณะวิชาเครื่องกล ซึ่งมี 3 แผนกช่าง ได้แก่ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน และช่างเชื่อมและโลหะแผ่น สุ่มได้นักศึกษาแผนกช่างยนต์ มีจำนวน 2 ห้องเรียน และได้สุ่มนักศึกษาจากคณะวิชาไฟฟ้า ซึ่งมี 2 แผนกช่าง ได้แก่ ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สุ่มได้นักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีจำนวน 2 ห้องเรียน แล้วได้ทำการสุ่มห้องเรียนของแผนกช่างยนต์ ออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน และทำการสุ่มห้องเรียนของแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่องงานและพลังงาน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พุทธศักราช 2524

4. เวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

5.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจำแนกตามลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

5.1.1.1 ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก

5.1.1.2 ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

5.1.2 คณะวิชา จำแนกออกเป็น 2 คณะวิชา ดังนี้

5.1.2.1 คณะวิชาเครื่องกล

5.1.2.2 คณะวิชาไฟฟ้า

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอน ตามข้อเสนอแนะในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือปัญหาโดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ รวมทั้งครูแนะนำการใช้เครื่องมือในการทดลอง หรือแนะนำการทำกิจกรรมอื่น ๆ

1.2 ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการปฏิบัติทดลอง หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ

1.3 ขั้นสรุปความรู้ โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปตอบปัญหาที่ตั้งไว้ในขั้นที่ 1 หรือสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

2. การให้ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง การอธิบายหรือการซักถามนักศึกษาถึงรายละเอียดที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียน เพื่อให้นักศึกษาทราบผลที่เกิดจากการกระทำของตน ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

2.1 การให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก

2.2 การให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

3. การให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก หมายถึง การอธิบายหรือการซักถามนักศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการหาคำตอบที่ถูกหรือคำตอบที่มีส่วนถูก พร้อมทั้งให้การเสริมแรง

4. การให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ หมายถึง การอธิบายหรือซักถามนักศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการหาคำตอบของนักศึกษา เพื่อให้นักศึกษาทราบความบกพร่องของตน จนกระทั่งได้คำตอบที่เหมาะสม พร้อมทั้งให้การเสริมแรง

5. การเสริมแรง หมายถึง วิธีการกระตุ้นด้วยวาจาและ/หรือท่าทางให้นักศึกษาคิดและแสดงพฤติกรรมที่ปรารถนา ได้แก่ อยากตอบคำถาม อยากร่วมการอภิปราย อยากทดลอง อยากออกความคิดเห็น อยากทำแบบฝึกหัด

5.1 การเสริมแรงโดยใช้วาจา หมายถึง การใช้วาจายอมรับคำตอบของนักศึกษา ได้แก่ การกล่าวคำชมโดยตรง การอ้างถึงการแสดงออกของนักศึกษาที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่นักศึกษากำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้องยิ่งขึ้น การใช้วาจาแสดงว่ายอมรับแต่ขณะเดียวกันก็ถามย้อนกลับเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมหรือได้ตัวอย่างสนับสนุนคำตอบของนักศึกษาซึ่งตอบไว้ก่อนแล้ว

5.2 การเสริมแรงโดยใช้ท่าทาง หมายถึง การใช้ท่าทางยอมรับคำตอบของนักศึกษา ได้แก่ การพยักหน้า การยิ้ม การใช้สีหน้า

6. คำตอบของนักศึกษา หมายถึง พฤติกรรมที่ตอบสนองจุดมุ่งหมายของคำถามของครูโดยตรง

7. ผลการให้ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่องงานและพลังงาน

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่องงานและพลังงานของกลุ่มตัวอย่างที่วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และหาคุณภาพแล้ว ซึ่งประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ 4 ด้าน คือ

8.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

8.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ตีความ ขยายความ และแปลความหมาย โดยอาศัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์หรือความรู้ที่เรียน

8.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างออกไป หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน โดยใช้หลักวิชารองรับ

8.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในด้านการคิดค้นคว้าอย่างเหมาะสมในด้านการคำนวณ การพยากรณ์ การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

9. คณะวิชา หมายถึง แผนกต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มวิชาเดียวกัน ได้แก่ คณะวิชาเครื่องกล คณะวิชาไฟฟ้า

9.1 คณะวิชาเครื่องกล หมายถึง คณะวิชาที่ประกอบด้วยแผนกช่างยนต์ แผนกช่างกลโรงงาน และแผนกช่างเชื่อมและโลหะแผ่น

9.2 คณะวิชาไฟฟ้า หมายถึง คณะวิชาที่ประกอบด้วยแผนกช่างไฟฟ้า และแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า
   - 1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
   - 1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - 1.3 การให้ข้อมูลป้อนกลับ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า
   - 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
   - 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำขึ้น ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530 - 2534 มีจุดประสงค์มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน (สุภาณี อีละวัฒนากูล. 2531 : 6) จึงได้นำเอาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการสอน

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้ คือ

คัสแลนด์ และสโตน (Kusland and Stone. 1969 : 138 - 139) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนโดยครูและนักเรียนได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการและวิญญาณของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีปฏิสัยพฤติกรรมแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ครูให้นักเรียนได้เรียนในขบวนการในเนื้อหาที่ต้องการโดยไม่กำหนดเวลาตายตัว

3. ไม่ควรให้คำตอบถูกหรือผิดแก่นักเรียน เพราะการให้คำตอบผิดหรือถูกไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีการหาคำตอบให้

4. นักเรียนเป็นผู้มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีการแก้ปัญหา

5. เนื้อหาของการสอนแบบสืบเสาะไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับ แม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม

6. การเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยความสงสัย คำถามจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบนี้

7. พยายามทำให้ปัญหามีประเด็นเด่นชัดและแคบพอที่จะเห็นแนวทางแก้ปัญหานั้นในขั้นเรียนได้

8. การตั้งสมมติฐาน เป็นแนวทางของการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติทดลอง การสังเกต การอ่าน และการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

10. การประเมินผลจะต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน และความสามารถของนักเรียน

11. นักเรียนมีการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ชั้น และเป็นรายบุคคล เพื่อรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและสรุปตามสมมติฐาน ต้องพยายามหาคำตอบคำอธิบายที่มีเหตุผล ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

13. การลงข้อสรุปและคำอธิบายต้องมีความสัมพันธ์กันและมีวิธีการนำไปสู่วิทยาศาสตร์มากที่สุด

กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะสำคัญ 2 ประการคือ ผู้เรียนเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และผู้เรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนั้น

ซุคแมน (วราภรณ์ ชัยโอภาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. n.d.) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่เป็นการฝึกกระบวนการสืบเสาะให้แก่นักเรียน ซึ่งการฝึกกระบวนการสืบเสาะนั้น จัดขึ้นเพื่อเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานการทดลอง และตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ต้องรอคำอธิบาย และตีความหมายของครู ซึ่งจะก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระเบียบในตัวผู้เรียน

คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 97 - 104) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการใช้กระบวนการทางสมองของตนหาความรู้ ในลักษณะการทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing Adult) ในการแก้ปัญหา โดยการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบนี้จะขึ้นกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน และสมรรถภาพการสอนของครู

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 125) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ยั่วยุให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นวิธีการให้ได้มาซึ่งความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษาค้นคว้า

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 11) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการแสวงหาความจริง เพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ และนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นมาประยุกต์ใช้

เสริมศรี เสวตามร และสาลี่ งามศรี (2521 : 73) กล่าวว่า หลักการของการสืบเสาะหาความรู้นั้นเน้นฝึกให้นักเรียนคิดค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะถามหรือครูจะถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ขอสำคัญคือครูจะต้องใช้วิธีกระตุ้นให้นักเรียนของใจสงสัยเสียก่อน

ไชศรี อาภรรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2524 : 5 - 7) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ว่าเป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนา

ความคิด และปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่สำคัญคือ การทดลอง และการใช้คำถาม

วีระ ไทยพานิช (2529 : 149) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนสำรวจ สืบสวนค้นหาข้อมูล สิ่งที่ค้นพบและหาทางแก้ปัญหาในสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้แบบเปิด (Open Classroom) โดยครูให้คำแนะนำเพียงเล็กน้อย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อสอนนักเรียนถึงกระบวนการของการสืบสวนและค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาซึ่งเขากำลังประสบอยู่ หรือจะพบในอนาคต

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพการเรียนการสอน ให้เอื้อต่อกระบวนการสืบสวนและค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เขากำลังประสบอยู่หรือจะพบในอนาคต

<u>ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

นักการศึกษาหลายท่านแบ่งประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้แตกต่างกันดังนี้

อนันต์ จันทร์กวี (2523 : 6) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท คือ

1. **Active Inquiry** นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยการเป็นผู้ถาม ซึ่งครูจะเป็นผู้เร้าให้นักเรียนเกิดการซักถามในขั้นต่าง ๆ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. **Passive Inquiry** ครูเป็นผู้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. **Combine Inquiry** ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามตามขั้นต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดค้นคว้าหาความรู้ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

สุเทพ อุสาหะ (2526 : 73) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 2 ประเภท ตามบทบาทของนักเรียนที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. การสอนแบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) ครูจะต้องช่วยเหลือแนะนำนักเรียนในการตั้งปัญหาและวิเคราะห์หาวิธีการในการแก้ปัญหา ตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือกระทำและหาข้อสรุปด้วยตนเอง

2. การสอนแบบไม่แนะแนวทาง (Unguided Inquiry) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของบทเรียนมาก โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาร่วมกับนักเรียน นักเรียนเป็นผู้ศึกษาหาวิธีการทดลองที่อาจเป็นไปได้หลาย ๆ วิธี แล้วพิจารณาร่วมกันว่าวิธีใดดีที่สุด จากนั้นนักเรียนจึงทำการทดลองและหาข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แบ่งการสอนออกเป็น 2 ประเภท คือ (สมจิต สวธนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 104 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. : 2523)

1. การสอนแบบบอกหมด (Expository Oriented) เป็นการป้อนความรู้จากครู โดยใช้คำพูดเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนเป็นฝ่ายฟัง

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เอง (Discovery Oriented) ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ บทบาทของครูมี 2 แบบ คือ

2.1 เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วจะปล่อยให้นักเรียนหาวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาเองโดยไม่ให้คำแนะนำ

2.2 เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วครูจะบอกเกณฑ์และวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา คือ กำหนดแบบการทดลองให้นักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองค้นหาความรู้เอง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่พึงประสงค์จะมุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

<u>หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ เพียเจท์ (เสริมศรี เสวตามร และสาลี่ งามศรี. 2521 : 69 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.) เรื่องการพัฒนาความคิดของคน มี 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้ จะเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิม เพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มี 3 ข้อ ดังนี้ (สุวัฒก์ นิยมค้า. 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้รู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นยั่วยุให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียน คิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงหรือมีความคิดเห็นของตนให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า ถ้าผู้เรียนมีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุดเท่าที่ความสามารถของเขาจะทำได้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายปัญหา การทำการทดลอง และการอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นต้น ย่อมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดหลักต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

<u>ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

ซุดแมน (Sund and Trowbridge. 1967 : 37 ; citing Suchman. n.d.) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายหลักของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเปลี่ยนความคิดในการค้นหาสาเหตุจากแบบมิติเดียวมาเป็นหลายมิติ และการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำไปสู่การทดลองในรูปแบบของการคิดตอบอย่างมีเหตุผล

นิตยา กิจโร (2530 : 18) กล่าวว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ การแสดงให้เห็นว่าความคิดรวบยอด และข้อสรุปต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร การสืบเสาะหาความรู้จะแสวงหาแนวทางพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักตัดสินใจอย่างฉลาดและเป็นอิสระ สามารถใช้วิธีการที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ด้วยการให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือการตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิด

จึงกล่าวได้ว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ การสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการที่เป็นระบบในการค้นหาสาเหตุของปัญหา และในการแก้ปัญหานั้น ๆ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพในด้านการคิดของตน

<u>กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

ซุคแมน (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 43 - 45 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1961) ได้จัดโครงการวิจัยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้น ที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา โดยเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการให้นักเรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จึงเป็นก้าวสำคัญในระยะแรกเริ่มของการศึกษาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนของ ซุคแมน แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ครูสร้างเหตุการณ์ที่คลุมเครือขัดแย้งกันในหลักการ เพื่อให้นักเรียนเกิดช่องว่างระหว่างโครงสร้างการรับรู้ และความคิดเห็นเดิมกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ทำให้นักเรียนเกิดความกระหายที่จะค้นคว้าต่อไป

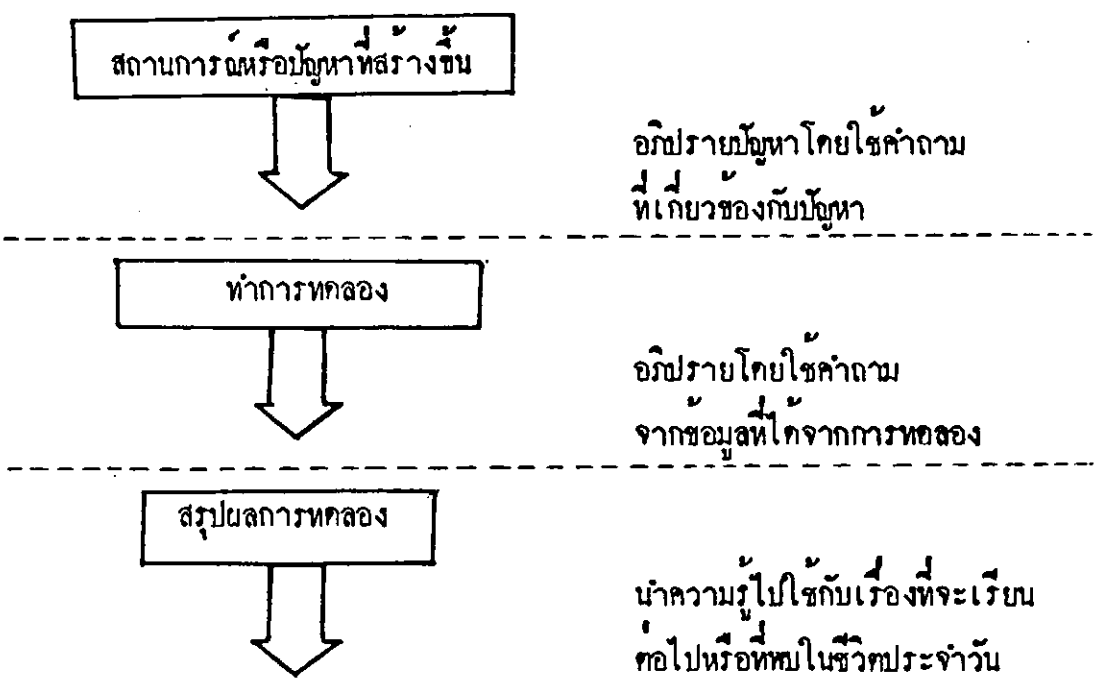
ขั้นที่ 2 ซักถาม นักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อซักถามครู โดยจะต้องตั้งคำถามให้อยู่ในรูปคำตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น เพื่อให้การสืบเสาะเป็นไปอย่างอุปมาน (Inductive) ให้มากที่สุดที่จะมากได้ และครูไม่จำเป็นต้องจัดหาวัสดุมาให้นักเรียนทำการทดลองเพิ่มเติม เพราะจะทำให้เวลาส่วนใหญ่ถูกใช้ไปกับการทดลอง แล้วจะทำให้นักเรียนไม่จำเป็นต้องคิด

ขั้นที่ 3 วิจารณ์กระบวนการสืบค้นด้วยคำถาม โดยครูจะช่วยวิจารณ์ว่านักเรียนควรจะปรับปรุงการถามอย่างไร บางครั้งครูจะเปิดโอกาสโดยใช้เครื่องบันทึกเสียงให้นักเรียนได้ฟังคำถามของตน แล้ววิจารณ์ว่าตอนใดไม่เหมาะสมและควรปรับปรุงอย่างไร

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถแบ่งขั้นตอนออกได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหานั้น ซึ่งสถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจผู้เรียน พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ และคำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในบทเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการสอน และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิค ขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้นและควรจะมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สมจิต สวธนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 105 - 110) ได้อธิบายขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจหามาได้จาก 3 แหล่ง

แหล่งแรก ได้จากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง

แหล่งที่สอง ได้จากการทดลอง

และแหล่งที่สาม ได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสาร หรือจากบุคคล

การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิต ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้รับข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

2. ขั้นสรุปความรู้ใหม่ (Invention) หลังจากสำรวจข้อมูล นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจยังไม่มีความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณ และ/หรือจัดกระทำใหม่ จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไป และผลสรุปที่ได้ส่วนมากจะอยู่ในรูปของฌโมเมติ หรือหลักการ

3. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้พิจารณากิจกรรมสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงแบ่งขั้นตอนการเรียนการสอนออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้ (พรรณี ภวภูตานนท์. 2528 : 33 - 34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดของคนอื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้รู้จักทำงานร่วมกับคนอื่น ถึงแม้ว่า

การทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่มาอภิปรายสรุปหรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูต้องพยายามตั้งคำถาม เพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิด หรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ และแม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็จะหาเหตุผล ซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียดในระหว่างทำการทดลองนั้นมาอธิบายว่าเป็นเพราะเหตุใด

จะเห็นว่าการดำเนินการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ใช้การถามและการตอบเป็นหลักการที่สำคัญ และจะประกอบด้วยขั้นตอนการสอนที่คล้ายกันคือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือปัญหา ขั้นการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ ขั้นสรุปความรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

<u>บทบาทและสมรรถภาพของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

กรมสามัญศึกษา (ม.ป.ป. : 21) ได้ให้คำแนะนำสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมการล่วงหน้า เช่น การทดลองก่อนเข้าสอน สำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้

2. ควรกระตุ้นให้นักเรียนคิด ทำการทดลอง อภิปราย และพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนตลอดเวลา

3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน

4. เมื่อนักเรียนถาม อย่าบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง

5. ควรยอมรับสิ่งที่ไม่รู้ เพื่อร่วมกันค้นหาคำตอบกับนักเรียน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป ในเมื่อยังไม่มีข้อมูลที่เพียงพอ

7. อาจนำเอาวิธีสอนอื่น ๆ มาใช้เมื่อจำเป็น

8. ควรหาความรู้อยู่เสมอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป. : 6 - 7) ให้ข้อแนะนำสำหรับครูที่จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมการล่วงหน้า เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเรื่องนั้นได้มากขึ้น ควรจะได้ทำการทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเรียนเพื่อคาดผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้น ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุป โดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลองและอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ควรใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ในขณะเดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่าบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำตอบของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรจะชี้แจงให้ทราบ และเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา ฉะนั้นอาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่

นักเรียนซักถามได้ ควรจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่แน่นอน และครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอ จึงค่อยสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการให้คำอธิบายเพิ่มเติมมาใช้เมื่อมีความจำเป็นและในโอกาสที่เหมาะสมในเมื่อวิธีการเหล่านั้นช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ดียิ่งขึ้น

สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 76 - 78) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า

1. เป็นผู้วางแผน เลือกและจัดวัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียน กำหนดเวลา และขั้นตอนการเรียน

2. เริ่มบทเรียนโดยการสังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

3. สร้างปัญหา นำไปสู่การค้นคว้า โดยพยายามให้นักเรียนนิยามปัญหาอย่างชัดเจน

4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และวางแผนที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ให้ลุล่วงด้วยตนเอง

5. แนะนำ อุปกรณ์ วิธีใช้ และข้อควรระมัดระวังต่าง ๆ

6. ใช้คำถามอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนฝึกการคิดอย่างมีระบบ โดยใช้ความสามารถขั้นสูงของสมองอย่างเหมาะสม และในขณะเดียวกันต้องฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม ถามครูในสิ่งที่ยังสงสัย โดยครูไม่จำเป็นต้องรีบตอบคำถามของนักเรียน แต่ควรจะชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

7. ควรสังเกตลำดับขั้นในการคิดหาเหตุผลของนักเรียน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อจำเป็นด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบด้วยตนเองมากกว่าที่ครูจะแนะนำให้ทั้งหมด

8. ถ้ามีปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูควรช่วยเหลือนักเรียนโดยเข้าร่วมเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มทดลองนั้น ๆ

9. ควรให้กำลังใจแก่นักเรียนมากกว่าการวิพากษ์วิจารณ์ หรือทำโทษ

10. ควรพยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะ

นอกจากนี้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ครูจะต้องมีสมรรถภาพในการสอนหลายประการ จึงจะทำให้การดำเนินบทบาทของครูในการสอนประสบความสำเร็จ สมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็นได้แก่ (สมสมัย สมหวัง. 2529 : 22 - 24 ; อ้างอิงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 4 - 5)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจในปัญหา อยากรู้คำตอบ เกิดความสงสัย นักเรียนเป็นผู้มองปัญหา เกิดความสงสัย อยากรู้คำตอบ	1. การชักจูง (โดยการถาม การสร้างสถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์ชวนให้คิด ชวนให้สงสัย
2. ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	2. การใช้คำถาม ตามลำดับความคิดของการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้สร้างสมมติฐาน ให้ออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร ให้นำความรู้ไปใช้)

171852

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
3. เมื่อนักเรียนคิดขัดตอนใด ครูไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ยอนคำถามของนักเรียนในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อโดยการถามยอนหรือชักไชร้ไล่เลียง นักเรียนคิดลึกซึ้งละเอียดขึ้น ในลักษณะที่วิเคราะห์ด้วยเหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถสื่อความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน	3. การตอบคำถามโดยการยอนกลับหรือชักไชร้ไล่เลียง (ถามให้ใจความชัดเจน ให้ขยายความ ให้แสดงเหตุผล ให้แสดงหลักฐาน)
4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิด ในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสนักเรียนและนักเรียนคนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป นักเรียนไม่ตัดสินใจเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันทีทันใด นักเรียนคิดต่อและฟังความคิดเห็นของคนอื่น	4. การเสริมพลัง (โดยใช้วาจาหรือท่าทาง) แสดงการยอมรับการกระทำของนักเรียน การกล่าวชม การแสดงความสนใจ กระตือรือร้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การช่วยเสริมสิ่งที่นักเรียนกำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง
5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกหรือเป็นไปได้ คำตอบที่นักเรียนต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเอง หรือเกณฑ์ที่วางไว้ตัดสิน นักเรียนมีความรู้สึกว่าคำตอบโดยความคิดของนักเรียนเองได้รับความสนใจ	5. การใช้คำถามแบบกว้าง มีคำตอบได้หลายอย่าง และที่ต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเอง หรือที่วางไว้ตัดสินในการตอบ

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
นักเรียนอยากตอบคำถามจากความคิด ประสบการณ์และความรู้สึกของนักเรียนเอง โดยไม่กลัวผิด ไม่ต้องกังวลว่าจะตอบถูกตรงกับตำราหรือไม่ อยากคิดกว้างขวางขึ้น อยากคิดอะไรใหม่ ๆ มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ	
6. ครูพยายามให้นักเรียนรู้สึกว่า การสืบเสาะหาความรู้นั้น นักเรียนได้มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้ตอบคำถาม เป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสิน นักเรียนรู้สึกว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียน นักเรียนอยากแก้ปัญหา และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่น และนับถือตนเอง	6. การเสริมพลัง
7. ครูให้เวลานักเรียนคิด (เวลาที่สูญเสียไปอาจจะได้รับการชดเชยในแง่ที่นักเรียนรู้จักคิดอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาดีขึ้น และสามารถเก็บรักษาสิ่งที่คิดไว้ได้นาน)	7. การรอคำตอบ ให้เวลาคิดพอสมควร

จากที่กล่าวมาแล้วพอจะสรุปได้ว่า บทบาทและสมรรถภาพของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเกี่ยวข้องกับการสร้างสถานการณ์ การใช้คำถาม การแนะแนว การรู้จใจ การให้ข้อมูลป้อนกลับ การเสริมแรง การจัดและควบคุมเวลาที่เหมาะสม

<u>บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

วีระ ไทยพานิช (2529 : 149 - 150) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พอสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมีอิสระในการเรียนและการแสดงความคิด

2. นักเรียนคิดในการถามตัวเองและหาคำตอบด้วยตนเอง

3. นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงทักษะการถาม การอธิบาย การเปรียบเทียบและการทดสอบในการแสวงหาความรู้

4. นักเรียนพูด ซักถาม หรือโต้แย้ง ในสิ่งที่ตนเชื่ออย่างมีเหตุผล

ดังนั้นบทบาทของผู้เรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ ผู้เรียนสามารถคิด และแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระแต่มีเหตุผล และผู้เรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงทักษะการถาม การอธิบาย การเปรียบเทียบและการทดสอบในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

<u>เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาหรือตัวความรู้ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สมจิต สวธนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 11 - 12)

ปัจจุบันหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ช่างอุตสาหกรรม พุทธศักราช 2525 ของวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมว่า (วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. 2525 : 32)

1. ให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการตลอดจนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและเป็นพื้นฐานในงานช่างอุตสาหกรรม

2. ให้สามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในงานช่างและในชีวิตประจำวันได้

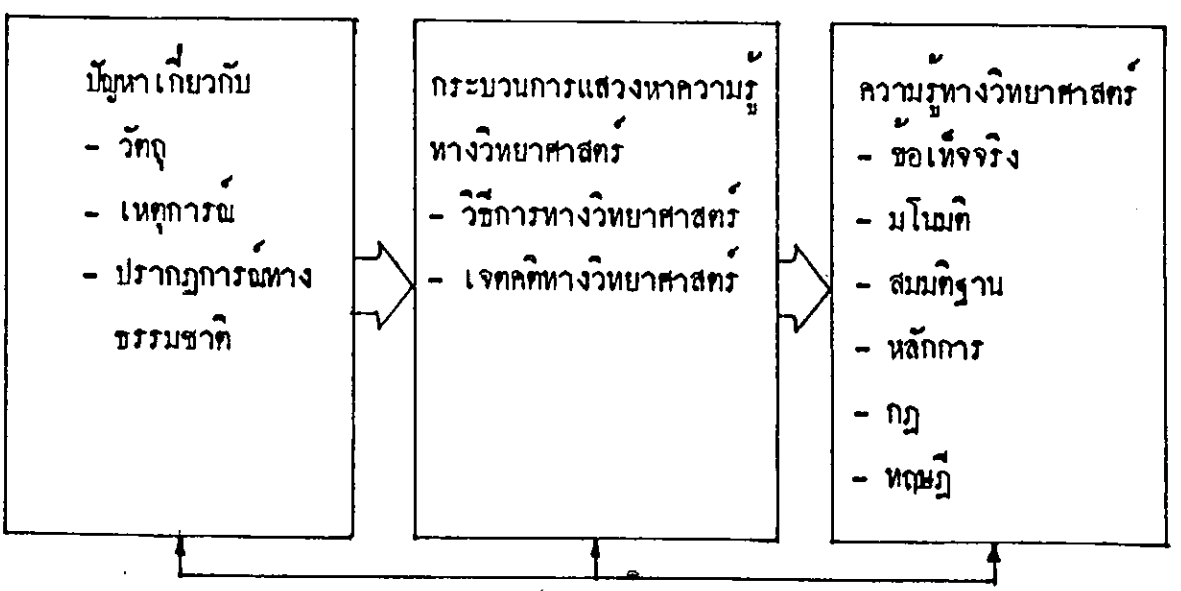
3. ให้มีความรู้และทักษะในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นต่อไป

4. ส่งเสริมให้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. ให้เข้าใจอิทธิพลของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับงานช่าง

6. ปลูกฝังและเสริมสร้างทัศนคติในทางความคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงเห็นว่า จุดประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์คือ มีทั้งตัวความรู้และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้นั่นเอง ซึ่ง วินัย เทียมเมือง (2529 : 20) ได้สรุปถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science.) 1974 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าว่ามี 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ หรือรายละเอียดของสิ่งของ หรือปรากฏการณ์อย่างหนึ่งอย่างใด ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 การใช้จำนวนเลข หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย

1.4 การจัดจำพวก หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือรับความความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติหมายถึง คุณสมบัติที่เกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.7 การสรุปอ้างอิง หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์ หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบการสรุปอ้างอิง

2. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrate Process Skills) มี 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกตวัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่าสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีการสังเกตหรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็น ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม และการควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมติฐาน หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล การประมวลผล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลในรูปของตาราง ข้อความ ข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นจากข้อมูล และการตีความหมาย ข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

2.5 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือ และวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ปัจจุบันทบวงมหาวิทยาลัยได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เช่นเดียวกับสมาคม AAAS ดังนี้คือ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58 - 85)

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมทั้งเครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด

การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมากจะต้องมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณการวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายให้ชัดเจน หรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษา และจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนกสิ่งเหล่านี้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

มิติ หมายถึง ความกว้าง ความยาว หรือความสูง (หนา) ของวัตถุ

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย

การสื่อความหมายเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป

8. ทักษะการทำนาย

การทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolation) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolation)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน หมายถึง ข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้นโดยยังไม่มีการทดสอบรับรอง แต่ข้อความที่เป็นไปได้ชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ สมมติฐานอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ขึ้นอยู่กับการทดสอบยืนยัน

10. ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ

การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การใช้คำพูด และคำศัพท์ที่ถูกต้อง รัดกุม เหมาะสมกับระดับชั้นเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าและทดลอง ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือ การระบุสิ่งที่จะสังเกต และการระบุการกระทำซึ่งได้จากการวัด ทดสอบ หรือการทดลอง

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อไม่ให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง

การทดลองเป็นกระบวนการที่รวบรวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล และสรุปผล

การแปลความหมายข้อมูล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

การสรุปผล เป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526 : 1 - 5)

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 แสดงสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) สเปส หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินได้ว่าสิ่งของแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินได้ว่าของใดกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้อยู่ในรูป

เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบาย หรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้สังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือชี้บ่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.1 การออกแบบการทดลองโดย

12.1.1 กำหนดวิธีทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (Interpretting Data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จึงเห็นได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น นอกจากจะเน้นทางเนื้อหาหรือผลผลิตทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะต้องให้ความสำคัญแก่ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่ด้วยกันหลายทักษะและแต่ละทักษะมีความสัมพันธ์กัน

เอกสารเกี่ยวกับการให้ขอมูลป้อนกลับ

ครูผู้สอนที่สามารถประเมินผลระหว่างการสอนในชั้นเรียนได้ตลอดเวลาโดยจัดเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน จะถือว่าเป็นครูที่มีประสิทธิภาพได้ก็ต่อเมื่อสามารถนำผลของการประเมินผลมาปรับการสอนของตนให้เข้ากับสภาพที่แท้จริงได้ (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. 2530 : 179) ซึ่งการปรับการสอน เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนสามารถกระทำได้ด้วยการให้ขอมูลป้อนกลับนั่นเอง

ความหมายของขอมูลป้อนกลับ

นักการศึกษาและนักวิจัย ได้ให้ความหมายของขอมูลป้อนกลับไว้ดังนี้

กาเย (Gagne'. 1957 : 57) กล่าวว่า การให้ขอมูลป้อนกลับ หมายถึง การให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็นผลการกระทำของตนเอง

ดีส และฮัลส์ (Deese and Hulse. 1967 : 455) กล่าวว่า การให้ขอมูลป้อนกลับหมายถึง การให้ขอมูลแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับการตอบสนองของเขา ซึ่งจะมีผลทำให้ผู้เรียนได้แก้ไขสิ่งที่ผิดให้ถูกต้องในการทดสอบครั้งต่อไป และการให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำโดยตรงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เฉพาะแต่ในด้านพฤติกรรมเท่านั้น แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะเจาะจงบางอย่าง ซึ่งทำให้การกระทำของผู้เรียนเข้าใกล้เกณฑ์ (Criterion) ที่กำหนดไว้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ณิศา เชียววิชัย (2522 : 15) กล่าวว่า ขอมูลป้อนกลับของครู หมายถึง การบอกรายละเอียดเกี่ยวกับการกระทำที่ต่างไปจากแบบที่ถูกต้องจากการสังเกตของครูให้นักเรียนทราบ

ดังนั้นขอมูลป้อนกลับจึงหมายถึง รายละเอียดที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อทำให้ทราบว่าตนบกพร่องอย่างไร และพฤติกรรมของตนห่างจากเป้าหมายเพียงใด

หลักจิตวิทยา หลักการ และทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นแนวคิดของการให้ข้อมูลป้อนกลับ

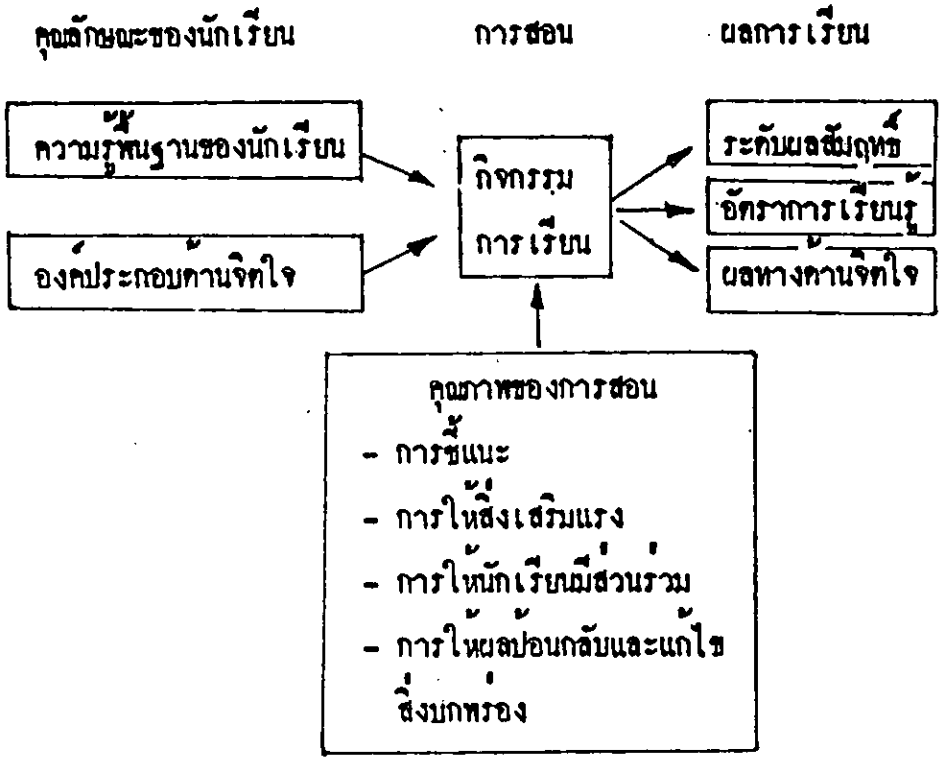
นักจิตวิทยาที่มีชื่อเสียงหลายท่านในกลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ได้กล่าวถึงตัวแปรในขบวนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีคุณภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลป้อนกลับดังนี้

1. สกินเนอร์ (Skinner) ได้ตั้งทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบอาการกระทำ (Operant Conditioning Theory) จนได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยยึดหลักการให้การเสริมแรงเมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้เองแล้วทันที เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าพฤติกรรมที่เขาแสดงนั้นเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ถูกต้อง หรือเป็นการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

2. ธอร์นไดค์ (Thorndike) ได้ให้กำเนิดทฤษฎีการเรียนรู้ทฤษฎีหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย นั่นคือทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connectioned Theory) ทฤษฎีนี้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Respones) โดยที่การตอบสนองมักจะออกมาเป็นรูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบจนกว่าจะพบรูปแบบที่ดีหรือเหมาะสมที่สุด

3. ฮัลล์ (Hull) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้แบบต่อเนื่องระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (Hull's Systematic Behavior Theory) และเขากล่าวว่า "การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อการปฏิบัตินั้นได้รับการเสริมแรง และพื้นฐานของการเรียนรู้เกิดจากการเสริมแรงมากกว่าการจูงใจ" (ณลรัตน์ หลาสุวงษ์. 2528 : 135 - 164)

4. บลูม (Bloom. 1976 : 13 - 15) ได้เสนอรูปแบบของการเรียนรู้ในโรงเรียนซึ่งพัฒนาขึ้นมาภายหลังรูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงรูปแบบของการเรียนรู้ในโรงเรียนของ บลูม

รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนของ บลูม ประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน (Cognitive Entry Behavior) องค์ประกอบด้านจิตใจก่อนการเรียน (Affective Entry Characteristics)และคุณภาพการสอน (Quality of Instruction) เป็นตัวกำหนดผลการเรียน (Learning Outcome) อันได้แก่ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อัตราการเรียนรู้ และผลทางด้านจิตใจหลังการเรียน

ตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งในทฤษฎีการเรียนเพื่อรอบรู้ของ บลูม คือ คุณภาพของการสอน เพราะการสอนที่มีคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จของนักเรียนโดยตรง และองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ที่จะทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพคือ

1. การชี้แนะ (Cue) คือบอกจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน บอกงานและวิธีการที่นักเรียนจะต้องทำอย่างชัดเจนตั้งแต่เริ่มสอน

2. การเสริมแรง (Reinforcement) หมายถึง การให้สิ่งช่วยเสริมให้นักเรียนมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มาเร้าอยู่ตลอดทุกครั้ง เช่น คำชมเชย รางวัล ซึ่งบลูมเสนอว่าควรให้การเสริมแรงในระหว่างการเรียนการสอน ส่วนจะให้ในลักษณะไหนและปริมาณเท่าใดต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะการเสริมแรงให้เด็กบางคนแล้วทำให้เกิดผลดีต่อการเรียน แต่ในสิ่งเสริมแรงเช่นเดียวกันนี้อาจทำให้ผลการเรียนของเด็กอีกคนหนึ่งต่อยลงไป

3. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน (Participation) หมายถึง การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน การปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

4. การให้ผลป้อนกลับและแก้ไขสิ่งบกพร่อง (Feedback and Correction) คือ การแจ้งผลการสอบย่อยแต่ละหน่วยการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองบังบกพร่องในเรื่องใดและครูจะต้องซ่อมเสริมตรงไหนจึงจะบรรลุเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (Bloom. 1976 : 172)

5. กาเย (Gagne') ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้และเหตุการณ์สอน (Instructional Events) 9 เหตุการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียน ดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้

เหตุการณ์สอน	กระบวนการภายในตัวผู้เรียน
เหตุการณ์ที่	
1. เร้าความสนใจ	ช่วยเสริมความตั้งใจและเลือกรับรู้
2. แจ้งจุดประสงค์	
3. ให้สิ่งเร้าเพื่อดึงความรู้เดิมที่จำเป็น	ช่วยดึงสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนสิ่งใหม่มาเชื่อมกับสิ่งที่ต้องการให้เรียน
4. เสนอบทเรียนใหม่โดยใช้สื่อช่วย	ช่วยในการเลือกรับรู้
5. ให้แนวการเรียนรู้สิ่งใหม่	ช่วยผู้เรียนในการจัดสารสนเทศให้มีระบบ
6. ให้ผู้เรียนปฏิบัติสิ่งที่เรียนรู้ใหม่	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบสนอง

เหตุการณ์สอน	กระบวนการภายในตัวผู้เรียน
7. ให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลป้อนกลับ	เพื่อเสริมแรงผู้เรียน
8. ประเมินผลการเรียนรู้	ช่วยผู้เรียนในการทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ใหม่และเป็นการเสริมแรง
9. เน้นให้เกิดความแม่นยำและการถ่ายโอน	ช่วยผู้เรียนทบทวนความรู้ใหม่อีกครั้งและช่วยให้ขยายข้อความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

(ทิษฎี สีตลวรางค์. 2531 : 50 - 57)

จากแนวคิดทางด้านจิตวิทยา หลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าวมา ชี้ให้เห็นว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ และใช้เป็นรูปหนึ่งของการเสริมแรงด้วย

<u>บทบาทของข้อมูลป้อนกลับ</u>

ข้อมูลป้อนกลับมีความสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนรู้ดังที่กล่าวมา และเมื่อพิจารณาในแง่ของจิตวิทยาแล้วจะพบว่าข้อมูลป้อนกลับมีบทบาทดังนี้

1. เป็นแรงเสริมทางบวก (Positive Reinforcer) (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. 2526 : 36) การรู้ผลการกระทำของตน ทำให้ทราบว่าการกระทำของตนห่างจากเป้าหมายเพียงใด ก่อให้เกิดความพยายามที่จะปรับพฤติกรรมของตนให้เป็นไปตามรูปแบบที่ถูกต้องมากขึ้นเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ต้องการนั้น

2. เป็นแรงจูงใจ (Motivation) (สุโท เจริญสุข. 2515 : 50 - 52) การให้ผู้เรียนทราบถึงความสำเร็จของตน อาจด้วยคำพูดหรือท่าทาง จะเป็นแรงจูงใจกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการกระทำหรือแสดงพฤติกรรมโต้ตอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งความภาคภูมิใจในการกระทำของตนในครั้งต่อ ๆ ไป

3. ช่วยในการกำหนดพฤติกรรม (Regulate Behavior) (คณิต เขียววิชัย. 2522 : 5) ทั้งนี้เพราะข้อมูลป้อนกลับให้รายละเอียดที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงสามารถปรับปรุงพฤติกรรมของตนให้ไปสู่วิธีการที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงได้

4. ช่วยลดความเครียด (อุบลศรี อุบลสวัสดิ์. 2526 : 18 ; อ้างอิงมาจาก (Klicland. n.d.) เนื่องจากผู้เรียนทราบว่าการกระทำของตนถูกหรือผิดอย่างไร และควรปรับปรุงแก้ไขอย่างใด

<u>คุณค่าของการให้ข้อมูลป้อนกลับ</u>

เดอเซคโค กล่าวว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ในทุก ๆ ด้าน (De Cecco. 1968 : 294) ดังนั้นการให้ข้อมูลป้อนกลับจึงมีคุณค่ายิ่ง ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมคุณค่าของการให้ข้อมูลป้อนกลับไว้ดังนี้

1. การให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับงานการรับรู้ด้านมอเตอร์ จะทำให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงพฤติกรรมของตนให้ดีขึ้นได้ ถ้าเขารู้ว่าความพยายามของเขาเข้าใกล้เกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ (Ausubel. 1968 : 315 ; citing Thorndike. 1931 : unpaged)

2. เป็นสิ่งกำหนดพฤติกรรม ถ้าผู้เรียนทราบถึงความบกพร่องของตนก็จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับวิธีการที่ถูกต้องได้ (คณิต เขียววิชัย. 2522 : 5)

3. ทำให้สามารถปรับปรุงการเรียนของตนให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ถ้าเขารู้ถึงสิ่งที่ตนบกพร่อง (จริยา จงนานุรักษ์. 2527 : 48)

4. ในด้านการเรียนมโนทัศน์ (Concept) การให้ข้อมูลป้อนกลับ จะทำให้ผู้เรียนสามารถแยกตัวอย่างที่ถูกออกจากตัวอย่างที่ผิดได้ สามารถรวบรวมความสัมพันธ์หรือให้คำจำกัดความด้านต่าง ๆ ของมโนทัศน์ได้ (De Cecco. 1968 : 284 - 294)

5. เป็นแรงจูงใจ ถ้าผู้เรียนทราบผลการกระทำของตนจะก่อให้เกิดแรงจูงใจในการกระทำกิจกรรมครั้งต่อ ๆ ไป (สุโท เจริญสุข. 2515 : 50)

6. เป็นแรงเสริมและเป็นรางวัลไปในตัว ถ้าผู้เรียนทราบว่า ความพยายามของเขาเข้าใกล้มาตรฐานแค่ไหน (Deese and Hulse. 1967 : 455)

7. เป็นการแจ้งให้ผู้เรียนรู้ว่าตอบสนองถูกหรือผิด ถ้าการตอบสนองถูกจะก่อให้เกิดแรงเสริมในการตอบสนองครั้งต่อไป และถ้าการตอบสนองผิดก็สามารถแก้ไขความเข้าใจผิดได้ทันที (คมกฤช ศรีสนธร. 2521 : 4)

8. เมื่อสิ่งเร้าและการตอบสนองได้รับการกำหนดไว้แล้ว การให้ข้อมูลป้อนกลับ จะทำให้เกิดการเรียนรู้และความคงทนในการจำง่ายขึ้น (Ausubel. 1968 : 315 ; citing Hershberger. 1964 : Unpaged)

9. ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีแรงจูงใจสูง และลดความวิตกกังวลในการเรียน (อุบลศรี อุบลสวัสดิ์. 2526 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Klicland. n.d.) ซึ่งความสำเร็จที่ได้รับจะเป็นตัวเร่งให้ผู้เรียนพยายามทำในสิ่งที่ยากขึ้นไปอีก

10. ทำให้เกิดความสนใจอยู่เสมอและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน (พิชาน พื้นทอง. 2528 : 17)

<u>รูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับ</u>

จากการศึกษารูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ปรากฏ อาจแบ่งรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับได้ดังนี้

1. ใช้วาจา เช่น คำชมเชย คำอธิบาย คำตำหนิ

2. ใช้ท่าทาง เช่น การสั่นหัว การมอง

3. ใช้สื่อทางการศึกษา เช่น รูปภาพ เทปบันทึกเสียง เทปบันทึกภาพ เครื่องช่วยสอนแบบคอมพิวเตอร์ บทเรียนโปรแกรม

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจา เพราะว่าการใช้วาจาสามารถทำได้ง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน และสามารถทำได้ทันทีสอดคล้องกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังที่ พิชาน พื้นทอง (2528 : 46) ได้ทำการวิจัยพบว่า การเรียนแบบ "ไม่ต้องเข้ารหัส" เช่น การเรียนจากเครื่องสอนหรือการตอบสนองด้วยวาจา จะส่งผลดีต่อการเรียนรู้มากกว่าการเรียนแบบที่ต้องถอดรหัสเป็นภาษาเขียน และดวงจิต ปูรณานนท์ (2528:11) ได้รวบรวมรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจาไว้ดังนี้ การให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นข้อความโดด ๆ

บอกเพียงถูกหรือผิดเท่านั้น การให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปของประโยคที่ทำให้เข้าใจเรื่องได้ การให้ข้อมูลป้อนกลับบวกกับคำอธิบายว่า ทำไมคำตอบจึงถูกหรือผิด การให้คำอธิบายที่เป็นคำจำกัดความหรือคำบรรยายเกี่ยวกับตัวเลือกที่ถูกต้อง การอธิบายที่ชี้หลักเหตุผลว่า ทำไมตัวเลือกที่ถูกต้องจึงถูกต้อง และการอธิบายที่ชี้ให้เห็นผลของการกระทำที่อาจเกิดขึ้นจากการเลือกนั้น

ผลจากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจา พบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับบวกคำอธิบายให้ผลการเรียนรู้ดีกว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอื่น ๆ เช่น การบอกคะแนน การบอกเกรด เป็นต้น และดีกว่าการไม่ให้ข้อมูลป้อนกลับ เช่น งานวิจัยของ ไบรอัน ริกนี และพันฮอร์น (ดวงจิต ปูรณานนท์. 2528 : 20) สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2512 : 52) พรรณิภา ประทุมชาติ (2525 : 42) จริยา จงนานุรักษ์ (2527 : บทคัดย่อ) ดวงจิต ปูรณานนท์ (2528 : บทคัดย่อ) จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นคำอธิบาย 2 แบบ คือให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก กับให้ข้อมูลป้อนกลับทั้งคำตอบที่ถูกและคำตอบที่ผิดหรือเป็นไปไม่ได้

<u>ระยะเวลาของการให้ข้อมูลป้อนกลับ</u>

ระยะเวลาของการให้ข้อมูลป้อนกลับแบ่งเป็น 2 ชนิด คือการให้รู้ผลอย่างทันใด (Immediate Feedback) และการให้รู้ผลแบบล่าช้า (Delayed Feedback)

เกี่ยวกับระยะเวลาในการให้ข้อมูลป้อนกลับนี้ กาเย่ (Gagné) กล่าวว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับควรกระทำทันที (ทิพย์ สีตลวรางค์. 2531 : 55) และอุบลศรี อุบลสวัสดิ์ (2526 : 19) กล่าวว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับจะต้องกระทำอย่างฉับพลันทันที จึงจะเป็นผลดีต่อการเรียนรู้ ถ้าหากให้ข้อมูลป้อนกลับล่าช้าจะทำให้การให้ข้อมูลป้อนกลับนั้นไร้ความหมาย ทั้งยังทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ลดลงด้วย

จากที่กล่าวมาจึงเห็นได้ว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีจะส่งผลดีต่อการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งก็สอดคล้องกับหลักจิตวิทยา และหลักของการเรียนรู้ เนื่องจากการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ล่าช้าจะทำให้ผู้เรียนลืมความผิดพลาดและ/หรือขาดความสนใจ

การให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีกระทำได้ 2 ช่วงเวลา คือการให้ข้อมูลป้อนกลับขณะเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับหลังเรียน แต่เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีกิจกรรมการถามและตอบเป็นกิจกรรมสำคัญ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีขณะดำเนินการเรียนการสอน

ข้อแนะนำของการให้ข้อมูลป้อนกลับ

สุวนี ทันทิพัฒนานันท์ (ดวงจิต ปูรณานนท์. 2528 : 11 - 12 ; อ้างอิงมาจาก สุวนี ทันทิพัฒนานันท์. 2521 : 53 - 55) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับไว้ดังนี้

1. ให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ได้รับ

2. การให้ข้อมูลป้อนกลับควรเป็นพฤติกรรม ที่สังเกตเห็นได้เฉพาะอย่าง ไม่ใช่บอกกล่าวอย่างกว้าง ๆ จนผู้รับข้อมูลป้อนกลับไม่ทราบว่าจุดใดบกพร่องที่ตนควรจะแก้ไข

3. การให้ข้อมูลป้อนกลับควรให้ในสิ่งที่บุคคลนั้นสามารถควบคุมได้ ตัวอย่างของสิ่งที่บุคคลไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การพูดติดอ่าง เป็นต้น

4. ข้อมูลป้อนกลับที่ให้แต่ละบุคคล ต้องเป็นสิ่งที่บุคคลนั้นเจริญทางด้านอารมณ์

5. การให้ข้อมูลป้อนกลับจะให้ในลักษณะที่ไม่ทำให้ผู้รับข้อมูลป้อนกลับกลัว หรือรู้สึกว่ามีอันตรายเกิดขึ้นกับตัวเอง

6. ข้อมูลป้อนกลับที่ให้มีได้ทั้งสองทางคือ ทางบวก และทางลบ

7. ภาษาที่ใช้ในการให้ข้อมูลป้อนกลับควรเป็นภาษาที่ผู้รับสามารถเข้าใจได้

8. ผู้ให้ข้อมูลป้อนกลับควรหลีกเลี่ยงการใช้ค่านิยมของตนเข้าตัดสิน และหลีกเลี่ยงการให้คำแนะนำ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในบุคคลอื่นจะเป็นผลตามมาหลังที่ผู้นั้นได้รับข้อมูลป้อนกลับ และเขาจะเป็นผู้ริเริ่มทำการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเอง

9. ทุกคนแสวงหาข้อมูลป้อนกลับจากบุคคลอื่น

10. ควรมีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับข้อมูลป้อนกลับที่ให้ไป เพื่อทั้งผู้ให้และผู้รับข้อมูลป้อนกลับได้เข้าใจในสิ่งที่บอกกล่าวอย่างถูกต้อง

ลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับสำหรับการวิจัยครั้งนี้

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดหลักการ 4 ประการ ตามแนวของภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ม.ป.ป. : 2 - 3) ที่ได้สรุปสภาพที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ดังนี้

1. หลักของการมีส่วนร่วมโดยตรง (Active Participation) โดยจัดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ตามหลักการสอนแบบสืบเสาะ เช่น การอภิปราย การทดลอง

2. หลักของการรู้ผล (Feedback) โดยให้ทราบผลของการกระทำของตน เพื่อเป็นการเสริมแรง เสริมพลังและเพื่อการแก้ไขปรับปรุงพฤติกรรมให้ได้ผล

3. หลักของความสำเร็จ (Scccess Experience) โดยให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนได้รับความสำเร็จ ทำได้ถูกต้อง เพื่อสร้างความรู้สึกสำเร็จหรือภาคภูมิใจให้แก่ผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การยอมรับฟังความคิดเห็น การยกย่องชมเชย การนำคำตอบของผู้เรียนมาอภิปราย และการให้รู้ผลการกระทำ

4. หลักของการประมาณทีละน้อย (Gradual Approximation) หรือการซอยให้เป็นขั้นตอนเล็ก ๆ (Small Steps) โดยแบ่งขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนให้เป็นขั้นตอนสั้น ๆ พอสมควร พอที่จะให้ผู้เรียนได้สามารถทำสำเร็จหรือเรียนรู้เป็นขั้นตอน

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาหรือตัวความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงดำเนินการให้ข้อมูลป้อนกลับทั้งในส่วนของตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะและธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทั้งในกลุ่มควบคุมซึ่งให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก และกลุ่มทดลองซึ่งให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ ได้จำแนกวิธีการให้ข้อมูลป้อนกลับออกเป็น 2 ประเภท ตามประเภทของคำตอบของนักเรียน ดังนี้คือ

1. ประเภทคำตอบที่ถูก

2. ประเภทคำตอบที่ผิด

ซึ่งการให้ข้อมูลป้อนกลับกับคำตอบทั้งสองประเภทมีรายละเอียดที่แตกต่างกันดังนี้

กลุ่มควบคุม

ตาราง 1 การให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูก	คำตอบที่ผิด
1. ให้การเสริมแรงด้วยวาจา ท่าทาง หรือทั้งวาจาและท่าทาง (รับคำตอบ) เช่น ดี ถูก เก่งมาก คำตอบยังไม่สมบูรณ์ มีส่วนถูกช่วยอธิบายเพิ่มเติมด้วย และการพยักหน้า 2. ให้นักศึกษาอธิบายที่มาของคำตอบ	1. ปฏิเสธความคิดของนักศึกษาด้วยวาจา ท่าทาง หรือทั้งวาจาและท่าทาง (ไม่รับคำตอบ) เช่น บอกนักศึกษาว่าตอบผิด ตอบไม่ตรงคำถาม ขอให้คิดใหม่ สั่นศีรษะหรือทำเป็นไม่ได้ยินคำตอบนั้น

หมายเหตุ ในกรณีที่นักศึกษาตอบผิดและไม่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และที่มาของคำตอบที่ถูกให้

กลุ่มทดลอง

ตาราง 2 การให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

คำตอบที่ถูก	คำตอบที่ผิด
1. ให้การเสริมแรงด้วยวาจา ท่าทาง หรือทั้งวาจาและท่าทาง (รับคำตอบ) เช่น ดี ถูก เก่งมาก คำตอบยังไม่สมบูรณ์ มีส่วนถูกช่วยอธิบายเพิ่มเติมด้วย และการพยักหน้า 2. ให้นักศึกษาอธิบายที่มาของคำตอบ	1. รับฟังความคิดของนักศึกษา และนำคำตอบที่ผิดมาอภิปรายร่วมกับนักศึกษา ถึงข้อบกพร่องของคำตอบ หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น ๆ 2. กระตุ้นให้นักศึกษาคิดหาคำตอบที่ถูกต้องด้วยการเสริมแรงหรือแนะแนวทาง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยในประเทศ

สัญญา ทิพย์เสนา (2517 : 55 - 56) ได้เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน เป็นกลุ่มควบคุม 33 คน สอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัย ชีวชนรักษ์ (2517 : 82 - 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยครูจันทรเกษม ปีการศึกษา 2516 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Passive Inquiry) กลุ่มควบคุม 33 คน สอนแบบเดิม ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2519 : รายงานอันดับที่ 10) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 ที่ร่างโดยสถาบันและเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The International Association for the Valuation of Education Achivement) พบว่านักเรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อทดสอบแล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร ปี พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

บังอร ศิลนะชัย (2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้พลังงานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 45 คน สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 45 คน สอนแบบบอกให้รู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีบอกให้รู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กลุ่มควบคุม 30 คน สอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดคล่องว่องหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

แลด และแอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400) ได้ศึกษาระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากคำถามของครู เพื่อดูผลการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูที่มีระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงและต่ำ จำนวน 40 คน สอนนักเรียน 40 ห้อง พบว่า นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงและต่ำได้มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอร์วอล (Norval. 1970 : 95-102) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ โดยปรับปรุงวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของชุดแมนมาใช้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 5 เมืองดีทรอยต์ จำนวน 25 คน ใช้เวลาทดลอง 3 ปีติดต่อกัน และวัดความสามารถในการคิดทุก ๆ ปี รวม 3 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในปี 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์ คิดแบบจำแนกประเภท คิดแบบโยงความสัมพันธ์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการคิดแบบสรุปอ้างอิงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในปี 1965 การคิดทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงสรุปผลว่าการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดแบบต่าง ๆ ของนักเรียน

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Tradition) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) วิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบชี้แนะแนวทาง (Guide - Inquiry Discovery Approach) กับ

การสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository - Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบค้นพบชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถภาพด้านการคิดและสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

งานวิจัยเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ

งานวิจัยในประเทศ

สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2512 : 52) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 จำนวน 180 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ในระหว่างการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีการทดสอบย่อย 3 ครั้ง และหลังจากการทดสอบมีการเฉลยคำตอบให้ทราบโดยอธิบายถึงคำตอบถูกและผิด กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอบแต่ไม่มีการเฉลยคำตอบให้ทราบ กลุ่มที่ 3 ไม่มีการทดสอบย่อยหลังจากการสอนจบเนื้อหาแล้ว กลุ่มทั้ง 3 ได้ทำการทดสอบกับแบบทดสอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ ผลปรากฏว่า การเฉลยข้อสอบทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ดีกว่าที่จะทำการทดสอบอย่างเดียว โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีสมรรถภาพทางการเรียนรู้สูงและต่ำ และการเฉลยข้อสอบมีผลทำให้การเรียนครั้งต่อไปสูงกว่าการไม่เฉลยข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุวดี ปริยฉัตรานันท์ (2520 : 82) ได้ทำการวิจัยถึงผลของการเฉลยข้อสอบที่มีผลต่อพฤติกรรมทางด้านอารมณ์ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมด้านแรงจูงใจ ความสนใจ ทัศนคติ มโนภาพแห่งตน ความวิตกกังวลของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีเฉลยและไม่เฉลยข้อสอบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเฉลยและไม่ได้รับการเฉลยข้อสอบ มีพฤติกรรมด้านอารมณ์ในวิชาคณิตศาสตร์พอ ๆ กัน และนักเรียนที่มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ในกลุ่มที่มีการเฉลยข้อสอบมีพฤติกรรมด้านอารมณ์ไม่แตกต่างกัน

สมบูรณ์ สินถาวร (2521 : 52) ทำการทดลองเพื่อหาผลของการทำแบบฝึกหัด การทดสอบย่อย และการสอนสิ่งบกพร่องที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมปีที่ 7 จำนวน 115 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกหลังจากสอนแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด แล้วตรวจสอบทุกครั้ง กลุ่มที่สองหลังจากสอนมีการทดสอบและการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง กลุ่มที่สามหลังจากสอนแต่ละตอนจะได้รับการทดสอบโดยแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนและหลังจากการทดลอง 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า วิธีสอนที่ให้นักเรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัด การทดสอบย่อย และการสอนสิ่งที่บกพร่องทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และวิธีสอนโดยมีการทดสอบย่อย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าอีกสองวิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และวิธีสอนโดยมีการทดสอบย่อยให้ความคงทนในการจำสูงกว่าอีกสองวิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริรัตน์ วิภาสศิลป์ (2525 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาถึงการสอนเรื่องเศษส่วน ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ วิธีมีการสอบย่อยแต่ไม่มีการสอนซ่อมเสริม วิธีการสอบย่อยและมีการสอนซ่อมเสริม และวิธีไม่มีการสอบย่อย ว่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพียงใด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 72 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการสอบย่อยและมีการสอนซ่อมเสริมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการสอบย่อยแต่ไม่มีการสอนซ่อมเสริมและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการสอบย่อย ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการสอบย่อยแต่ไม่มีการสอนซ่อมเสริมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการสอบย่อยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

พรรณิภา ประทุมชาติ (2525 : 40 - 42) ได้ศึกษาถึงผลของการเฉลยข้อสอบและระยะห่างของการเฉลยข้อสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งระดับความสามารถของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วจัดแต่ละระดับเข้ากลุ่มทดลองสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่ม กลุ่มทดลองที่หนึ่งได้รับการสอบย่อย

และเฉลยข้อสอบทันทีหลังการสอบ กลุ่มทดลองที่สองได้รับการสอบและเฉลยช้าไป 1 วัน ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอบแต่เพียงอย่างเดียวไม่ได้รับการเฉลย ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่มีการเฉลยข้อสอบช้าไป 1 วัน สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเฉลยข้อสอบทันที และสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเฉลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่ได้รับการเฉลยข้อสอบทันทีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการเฉลย

✓จริยา จงนาบุรักษ์ (2527 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลแบบสอบย่อย และการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบสอบแบบเลือกตอบที่มีวิธีการตอบต่างกัน ต่อความสามารถในการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 114 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มเท่า ๆ กัน และแยกนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกเป็น 3 ระดับ ตามความสามารถทางการเรียน โดยแต่ละกลุ่มมีพื้นความสามารถทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษเท่ากันก่อนทดลอง ใช้เวลาทดลอง 11 สัปดาห์ โดยวิธีการสอนเหมือนกัน แต่เมื่อจบเนื้อหาในแต่ละตอนแล้วกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการสอบย่อย กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอบย่อยด้วยแบบสอบเลือกตอบธรรมดาพร้อมทั้งข้อมูลย้อนกลับ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอบย่อยด้วยแบบสอบเลือกตอบแบบบอกความมั่นใจพร้อมทั้งข้อมูลย้อนกลับ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 มีความสามารถในการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 เมื่อไม่จำแนกตามระดับความสามารถพบว่า ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่เมื่อแยกตามระดับความสามารถพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนภาษาอังกฤษสูง และปานกลาง ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำพบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีความสามารถในการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

✓ ดวงจิต ปูรณานนท์ (2528 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ที่มีระดับความคาดหวังและการได้รับข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ฯ จังหวัดปทุมธานี 4 หมู่เรียน จำนวน 120 คน

ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและความแปรปรวนสองทาง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีการของ ทูกี ผลการวิจัยปรากฏว่า นักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับลักษณะบอกเกรดและอธิบายถึงการได้มาซึ่งคำตอบถูกและผิด และลักษณะบอกเกรดและมีข้อความแสดงความคิดเห็นทางบวกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ และนักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับลักษณะบอกเกรด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกับนักศึกษาที่ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ

งานวิจัยต่างประเทศ

ไบรอัน ริกนี และพันธอร์น (ดวงจิต ปูรณานนท์. 2528 : 20 ; อ้างอิงมาจาก (Briteoun ; Rickne and Punhorn. 1957) ได้ศึกษาถึงผลดีของการให้ข้อมูลป้อนกลับบวกการอธิบายสามแบบคือ การให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นคำนิยามกับคำบรรยายตัวเลือกที่มีไว้ให้เลือกอันถูกต้อง ข้อมูลป้อนกลับซึ่งชี้ให้เห็นผลว่าทำไมตัวเลือกหนึ่งจึงถูกต้อง และข้อมูลป้อนกลับซึ่งชี้ให้เห็นผลของการกระทำที่อาจเกิดตามมาจากการเลือก ตัวเลือกนั้น ผลการวิจัยปรากฏว่าข้อมูลป้อนกลับในลักษณะการอธิบายทั้งสามแบบไม่มีแบบใดดีกว่ากัน

มัวร์ และสมิธ (เปรื่อง กุมุท. 2519 : 52 - 53 ; อ้างอิงมาจาก Moore and Smith. 1962) พบว่า กลุ่มที่ได้รับการให้ข้อมูลป้อนกลับ มีผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งในการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยยอมรับว่า โปรแกรมการสะกดคำที่ใช้ในการทดลองนั้นง่ายมาก และยังมีการย้ำเนื้อหาซ้ำแล้วซ้ำอีก ทำให้ความจำเป็นในการให้ข้อมูลป้อนกลับลดลงไป

แคส และซีแมน (Kaess and Zeaman. 1960 : 12 - 17) ได้ศึกษาผลเสียของการให้ข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งเป็นการเฉลยข้อสอบด้วยการบอกตัวเลือกที่เป็นคำตอบผิดของแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนตอบผิดตามที่เฉลยมากขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การอธิบายคำตอบมีผลต่อการเรียนรู้

คาร์ราเกอร์ (Karraker. 1967 : 11 - 14) ได้ศึกษาผลของการเฉลยข้อสอบและการตอบผิดของนิสิตมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 จำนวน 72 คน วิชาจิตวิทยา แบ่งเป็น 3 กลุ่มเท่า ๆ กัน คือกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ในชั่วโมงแรกกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

เข้าทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ ชั่วโมงที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการบอกคำตอบถูกของการทดสอบครั้งแรก แต่ไม่มีการอธิบายใด ๆ กลุ่มทดลองที่ 2 ไม่ได้รับการบอกคำตอบใด ๆ ทั้งสิ้น ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการทดสอบเลย ชั่วโมงที่ 3 กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพจ (Gronlund. 1976 : 504 ; citing Page. n.d.) ได้ศึกษาพบว่า ข้อเสนอแนะและความเห็นในทางบวกของครู เช่น ดีมาก ดี จะส่งผลต่อการเรียนรู้ได้ดีกว่าการแสดงความคิดเห็นตามสถานการณ์ที่เขาทำได้จริง ๆ และการไม่ได้รับข้อคิดเห็นของครูในกระดาษคำตอบเลย

เลียวนาร์ด กีส และพาเดน (Leonard, Gies and Paden. 1971 : 478 - 480) ได้ทำการศึกษากับนักศึกษาครูที่กำลังฝึกสอนวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 80 คน ข้อมูลเกี่ยวกับการฝึกสอนของนักศึกษาทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ทั้ง 2 ภาคเรียน หลังจากการทดสอบ นักศึกษาทุกคนจะได้รับรู้ผลของการสอนของตนเองจากอาจารย์ที่ปรึกษาสำหรับกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม นอกจากจะรู้ผลจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว กลุ่มทดลองที่ 1 จะได้ดูเทปบันทึกภาพ (Vedio Tape) ที่บันทึกพฤติกรรมการสอนของตัวเองด้วย ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 จะได้ฟังเทปบันทึกเสียง (Audio Tape) ที่บันทึกเสียงของตนระหว่างการสอน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนบางด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะใช้วิธีสอนแบบบรรยายน้อยลง และให้นักเรียนได้มีส่วนพูดมากขึ้น ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้เทปบันทึกเสียงควบคู่ไปกับการรู้ผลจากอาจารย์ที่ปรึกษา ก็มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบางอย่าง และกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมากกว่ากลุ่มควบคุมที่รู้ผลจากอาจารย์ที่ปรึกษาแต่เพียงอย่างเดียว

เวกเลย์ และธอร์นตัน (Wexley and Thornton. 1972 : 119) ได้ศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยวาจาที่มีผลต่อการเรียนรู้ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาจิตวิทยา ในมหาวิทยาลัยมิดเวสต์ สหรัฐอเมริกา การทดลองใช้วิธีแจ้งผลการสอบและ

เฉลยข้อสอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลว่าถูกหรือผิดอย่างไร การเฉลยข้อสอบกระทำเพียงครั้งหนึ่งของข้อสอบทั้งหมด และนำข้อสอบคู่ขนานของข้อสอบครั้งหลังที่ไม่ได้เฉลยมาสอบใหม่ในครั้งต่อไป และเมื่อสอบเสร็จแล้วก็เฉลยข้อสอบเพียงครั้งแรกอีก และนำข้อสอบคู่ขนานของครั้งหลังที่ไม่ได้เฉลยมาสอบในครั้งต่อไปอีก อย่างนี้เรื่อยไปจนกว่าจะจบบทเรียน จากการศึกษาสองครั้งกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 169 คน และ 92 คน พบว่านักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจามีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นโดยมีผลการสอบดีขึ้นเมื่อเทียบกับผลการสอบในครั้งก่อน ๆ

แอนเดอร์สัน คูลฮาวี และแอนเดร์ (Anderson, Kulhavy and Andre. 1974) ได้ศึกษาลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีผลต่อการเรียนรู้ โดยการเฉลยคำตอบจากการใช้บทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program) กับนักศึกษามหาวิทยาลัยที่เรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 168 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ไม่มีการให้คำเฉลยที่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 2 ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากที่ตอบคำถามในแต่ละกรอบ

กลุ่มที่ 3 ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากที่ตอบถูกเท่านั้น

กลุ่มที่ 4 ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากสุ่มว่าตอบถูกทุก ๆ 10 %

กลุ่มที่ 5 ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากที่ตอบผิดเท่านั้น

กลุ่มที่ 6 ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากที่ตอบผิด ให้เวลาดูคำเฉลย 15 วินาที

กลุ่มที่ 7 ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากที่ตอบถูกแต่ละครั้ง ในกรณีที่ตอบผิดโปรแกรมจะสั่งให้พยายามทำอีกครั้งหนึ่ง และจะเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้เมื่อผู้รับการทดลองตอบผิด 10 ครั้งในกรอบเดียวกันนั้น

กลุ่มที่ 8 หลังจากตอบคำถาม ผู้รับการทดลองจะเลือกว่าจะดูคำเฉลยหรือจะศึกษากรอบต่อไปทันทีเลย

ผลจากการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ 2, 6, 7 และ 8 มีคะแนนดีกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 5 มีคะแนนดีกว่ากลุ่มที่ 3

อาคซู (Aksu. 1983 : 2640-A) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการประเมินผลความก้าวหน้าที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาการศึกษา 332 การวัดและการประเมินผล จำนวน 93 คน ใช้เวลาทดลอง 14 สัปดาห์ สุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วสุ่มให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มได้รับการสอนเหมือนกัน แต่กลุ่มทดลองจะได้รับการสอบหลังจากจบบทเรียนในแต่ละบท พร้อมทั้งได้รับข้อมูลป้อนกลับด้วย ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ปลายภาคเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมไปหนึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (One Standard Deviation)

โรเชสเตอร์ (Rochester. 1983 : 127A) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้อันเป็นผลจากการได้รับการประเมินความก้าวหน้า (Formative Assessment) และแก้ไขข้อบกพร่อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 9, 10 แยกออกเป็น 4 กลุ่ม และแต่ละกลุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือนักเรียนที่มีระดับการเรียนปานกลาง และต่ำ แต่ละกลุ่มจะได้รับการสอนเหมือนกัน แต่กลุ่มแรกจะได้รับการประเมินความก้าวหน้า และแก้ไขข้อบกพร่อง กลุ่มที่ 2 จะได้รับการประเมินความก้าวหน้าเท่านั้น กลุ่มที่ 3 จะได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องเท่านั้น และกลุ่มที่ 4 จะไม่ได้รับทั้งการประเมินความก้าวหน้าและการแก้ไขข้อบกพร่อง ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และ 2 ได้คะแนนในการสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 และเมื่อพิจารณาตามระดับผลการเรียน พบว่า นักเรียนที่มีระดับการเรียนต่ำ ในกลุ่มที่มีการสอบและการให้ข้อมูลป้อนกลับ มีผลการเรียนสูงขึ้น

จากงานวิจัยดังกล่าวมาชี้ให้เห็นว่า การประเมินผลความก้าวหน้าและการให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นตัวแปรสำคัญตัวหนึ่ง ที่มีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

2. นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

3. นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดขอบข่ายของประชากร
2. เลือกกลุ่มตัวอย่าง
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
5. ดำเนินการทดลอง
6. วิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ประกอบด้วยนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล จำนวน 3 แผนกช่าง ซึ่งมีจำนวน 6 ห้องเรียน และนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า จำนวน 2 แผนกช่าง ซึ่งมีจำนวน 4 ห้องเรียน รวมมีนักศึกษาจำนวน 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มนักศึกษาจากคณะวิชาเครื่องกล ซึ่งมี 3 แผนกช่าง ได้แก่ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน และช่างเชื่อมและโลหะแผ่น สุ่มได้นักศึกษาแผนกช่างยนต์ จำนวน 2 ห้องเรียน และได้สุ่มนักศึกษาจากคณะวิชาไฟฟ้า ซึ่งมี 2 แผนกช่าง ได้แก่ ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สุ่มได้นักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วได้ทำการสุ่มห้องเรียนของแผนกช่างยนต์ ออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน และทำการสุ่มห้องเรียนของแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ออกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

กลุ่มควบคุม สอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกระหว่างการสอน

กลุ่มทดลอง สอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบระหว่างการสอน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล ซึ่งมี 3 แผนกช่าง ได้แก่ แผนกช่างยนต์ แผนกช่างกลโรงงาน และแผนกช่างเชื่อมและโลหะแผ่น โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นแผนกช่าง ได้มา 1 แผนกช่าง จำนวน 2 ห้องเรียน และสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า ซึ่งมี 2 แผนกช่าง ได้แก่ แผนกช่างไฟฟ้า และแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นแผนกช่าง ได้มา 1 แผนกช่าง มีจำนวน 2 ห้องเรียน

2. แต่ละแผนกช่างที่สุ่มมาได้กำหนดให้นักเรียนห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ด้วยวิธีจับสลาก

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่อง งานและพลังงาน ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พุทธศักราช 2524

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 โดยทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลอง ตามแบบแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design ตามแผนผังที่แสดงไว้ในตาราง 3 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 219 - 220)

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

T_1 แทน การทดสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง

T_2 แทน การทดสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง

X แทน การให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

\- แทน การให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่อง งานและพลังงาน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบก่อนการทดลอง และแบบทดสอบหลังการทดลอง ซึ่งใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ด้าน คือ

2.1 ด้านความรู้ความจำ

2.2 ด้านความเข้าใจ

2.3 ด้านการนำไปใช้

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

<u>การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับใช้ในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์รายวิชา จากหนังสือหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2525

1.2 ศึกษาขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม และรายละเอียดของเนื้อหาวิชา เรื่อง งานและพลังงาน ที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากหนังสือคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2

1.3 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชา เรื่อง งานและพลังงาน

1.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอน

1.5 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การให้ข้อมูลป้อนกลับ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.6 สร้างแผนการสอน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.6.1 ความคิดรวบยอด

1.6.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.6.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

1.6.3.1 ขั้นอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือปัญหา หรือการทดลอง โดยครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันรวมทั้งครูแนะนำการใช้เครื่องมือในการทดลอง หรือแนะนำการทำกิจกรรมอื่น ๆ

1.6.3.2 ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการปฏิบัติทดลองตามหนังสือ หรือการทำกิจกรรมอื่น ๆ

1.6.3.3 ขั้นสรุปความรู้หรือการทดลองโดยครูเป็นผู้นำของการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความรู้ที่เป็นคำตอบในการแก้สถานการณ์ หรือปัญหาตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

1.6.4 สื่อการเรียนการสอน

1.6.5 การประเมินผล

1.7 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัยพิจารณาความเที่ยงตรงและภาษา เพื่อนำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไข

1.9 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาเขตพระนครเหนือ กรุงเทพฯ เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา กิจกรรมการเรียนการสอน และบทบาทของครูในการดำเนินการสอน ฯลฯ

1.10 นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุง เพื่อเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัย

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่อง งานและพลังงาน ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่างอุตสาหกรรม 2 จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงและหาอัตราส่วนในการออกข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมเป็น 4 ด้าน คือ

2.3.1 ด้านความรู้ความจำ

2.3.2 ด้านความเข้าใจ

2.3.3 ด้านการนำไปใช้

2.3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวนประมาณ 3 เท่าของจำนวนข้อสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และเชิงโครงสร้าง

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะของการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความถูกต้องด้านภาษา เพื่อนำไปปรับปรุง

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาเขตพระนครเหนือ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จำนวนประมาณ 100 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531

2.7 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.7.1 หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

2.7.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 เอาไว้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ โดยแบ่งเป็น 2 ฉบับ จำนวนฉบับละ 30 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวนฉบับละ 30 ข้อ ไปทดลองใช้ในงานวิจัย เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตร KR-20

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. เตรียมการก่อนการทดลองดังนี้

1.1 นำนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิชาเครื่องกล จำนวน 3 แผนกช่าง มาสุ่มด้วยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มตัวอย่าง 1 แผนกช่างได้แผนกช่างยนต์ จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วจับสลากเพื่อสุ่มเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอีกครั้งหนึ่ง

1.2 นำนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิชาไฟฟ้า จำนวน 3 แผนกช่าง มาสุ่มด้วยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มตัวอย่าง 1 แผนกช่างได้แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วจับสลากเพื่อสุ่มเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอีกครั้งหนึ่ง

1.3 ทดสอบก่อนการทดลองสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม

2. ดำเนินการทดลอง

2.1 ทดลองสอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับระหว่างการสอนกับกลุ่มตัวอย่างตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทุกกลุ่มและใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม คือนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล ได้แก่ นักศึกษาแผนกช่างยนต์ 1 กลุ่ม และนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า ได้แก่ นักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ 1 กลุ่ม สอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก

กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล ได้แก่ นักศึกษาแผนกช่างยนต์ 1 กลุ่ม และนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า ได้แก่ นักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ 1 กลุ่ม สอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

3. หลังการทดลอง

3.1 ทดสอบหลังการทดลอง (Posttest) เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม

3.2 ตรวจผลการทดสอบ

3.3 นำคะแนนผลการทดสอบก่อนการทดลองสอนและหลังการทดลองสอนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยคำนวณจากสูตร

2. หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เคห์ ฟาน

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง และระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
$\overline{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X_1	แทน คะแนนก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม
X_2	แทน คะแนนก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง
Y_1	แทน คะแนนหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม
Y_2	แทน คะแนนหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
T_X	แทน ผลรวมของคะแนนก่อนการทดลอง
T_Y	แทน ผลรวมของคะแนนหลังการทดลอง
ΣX^2	แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนก่อนการทดลอง
ΣY^2	แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนหลังการทดลอง
SS'_t	แทน ความแปรปรวนทั้งหมดของการปรับคะแนนจากตัวแปรร่วม
SS'_b	แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของการปรับคะแนนจากตัวแปรร่วม
SS'_w	แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่มของการปรับคะแนนจากตัวแปรร่วม
MS'	แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
F	แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา F-distribution
กลุ่มควบคุม	แทน กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก
กลุ่มทดลอง	แทน กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง

กลุ่ม	คณะ	จำนวน	$\bar{X}$	SD	จำนวน	$\bar{X}$	SD
ควบคุม	เครื่องกล	30	12.17	3.12	60	12.77	3.40
	ไฟฟ้า	30	13.37	3.61			
ทดลอง	เครื่องกล	30	11.87	3.29	60	13.83	3.70
	ไฟฟ้า	30	15.80	3.01			

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง หลังการทดลอง

กลุ่ม	คณะ	จำนวน	$\bar{X}$	SD	จำนวน	$\bar{X}$	SD
ควบคุม	เครื่องกล	30	15.93	4.30	60	16.18	4.70
	ไฟฟ้า	30	16.43	5.14			
ทดลอง	เครื่องกล	30	17.53	3.83	60	19.07	3.81
	ไฟฟ้า	30	20.60	3.17			

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ มีสมมติฐานว่า นักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	137.79	1	137.79	10.80*
ภายในกลุ่ม (w)	1492.19	117	12.75	
รวม	1629.98	118		

$F_{.05}(1,117) = 3.92$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลและกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้า ที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกัน มีสมมติฐานว่า นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลและกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้า ที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกล

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	48.80	1	48.80	4.08 *
ภายในกลุ่ม (w)	681.21	57	11.95	
รวม	730.01	58		

$F_{.05}(1,57) = 4.00$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	91.96	1	91.96	6.51*
ภายในกลุ่ม (w)	805.41	57	14.13	
รวม	897.37	58		

$F_{.05}(1,57) = 4.00$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองของนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกัน มีสมมติฐานว่า นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลและกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	4.59	1	4.59	0.33
ภายในกลุ่ม (w)	784.56	57	13.76	
รวม	789.15	58		

$$F_{.05}(1,57) = 4.00$$

จากตาราง 9 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกเหมือนกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	24.9	1	24.9	2.26
ภายในกลุ่ม (w)	628.23	57	11.02	
รวม	653.13	58		

$$F_{.05}(1,57) = 4.00$$

จากตาราง 10 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกลำดับเหมือนกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะการให้ข้อมูลป้อนกลับแตกต่างกันกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกัน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล กับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกัน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

2. นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

3. นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 คณะวิชาเครื่องกล ได้แก่ แผนกช่างยนต์ และคณะวิชาไฟฟ้า ได้แก่ แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวนแผนกช่างละ 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน แต่ละแผนกช่างกำหนดเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายวิธีจับสลาก

กลุ่มควบคุมจะได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกระหว่างการสอน

กลุ่มทดลองจะได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบระหว่างการสอน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่อง งานและพลังงาน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบก่อนการทดลอง และแบบทดสอบหลังการทดลอง

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองสอน เรื่อง งานและพลังงาน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.61

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสอน เรื่อง งานและพลังงาน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.78

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 คณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้าเข้าเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองดังกล่าวในเรื่องกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบก่อนการสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองสอนกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

3.3 ดำเนินการสอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น โดยใช้เนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทุกกลุ่ม และใช้เวลาในการสอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับระหว่างการสอนกลุ่มละ 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที

3.4 ทดสอบหลังสอน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการสอนกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

3.5 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้า ที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้า ที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

<u>สรุปผลการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบของคณะวิชาเครื่องกล และคณะวิชาไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกและกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

<u>อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า</u>

จากการศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ กับนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลและคณะวิชาไฟฟ้า โดยผลการศึกษาค้นคว้า ซึ่งสามารถแยกอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากสมมติฐานข้อที่ 1 นักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ทั้งนี้อาจด้วยสาเหตุ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

ประการแรก การที่นักศึกษาได้รับรู้ผลการตอบของตน พร้อมทั้งคำอธิบายคำตอบของตนทันทีนับว่ามีผลดีต่อการเรียนรู้ ซึ่งตามหลักจิตวิทยานั้นถือว่าการกระทำเช่นนี้จะเป็นแรงเสริมทางบวก (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. 2526 : 36) สำหรับผู้ที่ตอบถูก และเป็นแรงจูงใจ (สุโท เจริญสุข. 2515 : 50) สำหรับผู้ที่ตอบผิด กระตุ้นให้เกิดการปรับพฤติกรรมให้เป็นไปตามรูปแบบที่ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แอนเดอร์สัน คูลฮาวี และแอนเดร์ (Anderson ; Kulhavy and Andre. 1974)ที่ได้ศึกษาลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีผลต่อการเรียนรู้โดยการเฉลยคำตอบจากการใช้บทเรียนโปรแกรมกับนักศึกษามหาวิทยาลัยที่เรียนวิชาจิตวิทยาประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า นักศึกษากลุ่มที่ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากตอบผิดเท่านั้นมีคะแนนดีกว่ากลุ่มที่ได้รับคำเฉลยที่ถูกต้องทันทีหลังจากที่ตอบถูกเท่านั้น และพบว่ากลุ่มที่ได้รับคำเฉลย

ที่ถูกต้องมีคะแนนดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับคำเฉลย และจากการวิจัยของ ดวงจิต ปูรณานนท์ (2528 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ที่มีระดับความคาดหวังและการได้รับข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและความแปรปรวนสองทาง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีการของทูกี พบว่า นักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับลักษณะบอกเกรดและอธิบายถึงการให้คะแนนซึ่งคำตอบถูกและผิด และลักษณะบอกเกรดและมีข้อความแสดงความคิดเห็นทางบวกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ และนักศึกษาที่ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับกับนักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับลักษณะบอกเกรดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

ประการที่สอง นักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบมีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากกว่า โดยการนำเอาคำตอบของนักศึกษาเหล่านั้นมาใช้ในการอภิปราย ซึ่งแนวคิดการจัดการเรียนการสอนนี้มีความสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนดังที่ สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 125 - 126) ได้กล่าวว่า ครูควรได้จัดกิจกรรมให้เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียน ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงหรือมีความคิดของตนให้มากที่สุด และต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้า นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ บลูม (Bloom. 1976 : 13) ซึ่งถือว่า การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการโต้ตอบระหว่างครูกับผู้เรียน การปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหนึ่งในสี่ประการที่จะทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ

ประการที่สาม นักศึกษาที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบจะได้รับทราบความบกพร่องของตนและเรียนรู้ที่จะแก้ไขข้อบกพร่องทันทีเป็นปริมาณมากกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูก ทำให้กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบได้รับความรู้พื้นฐานในระหว่างการเรียนการสอนดีกว่า ซึ่งจากการศึกษาของ แคโรล (Carroll. 1963) ไวเล่ย์ (Willey. 1973) บลูม (Bloom. 1976) พบว่าความรู้พื้นฐานเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะช่วยทำให้นักศึกษาที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่าง ๆ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาลี นิสสัยสุข (2527 : 12) ที่ได้ศึกษาปัจจัยหรือตัวแปร

ที่จะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพบว่าความรู้พื้นฐานจะเป็นตัวกำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถึงร้อยละ 50 ส่วนอีกร้อยละ 50 จะได้มาจากอิทธิพลการสอนของครู

2. จากสมมติฐานข้อที่ 2 นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลและกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

ผลจากการศึกษาพบว่านักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกล และกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการสอนของ กาเย่ (ทุษฎี ฮีตลวรางค์. 2531 : 51) ที่กล่าวว่า "การสอนที่ต่างกันให้ผลผลิตแห่งการเรียนรู้ที่ต่างกัน" และยังมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาในสมมติฐานข้อที่ 1 ด้วย ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. จากสมมติฐานข้อที่ 3 นักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลและกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเหมือนกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มคณะวิชาเครื่องกลกับกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แต่มีความสอดคล้องกันกับทฤษฎีการสอนของ กาเย่ (ทุษฎี ฮีตลวรางค์. 2531 : 51) ที่กล่าวว่า "การสอนที่แตกต่างกันให้ผลผลิตแห่งการเรียนรู้ที่ต่างกัน" ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ทั้งนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลและนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า ต่างก็เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือเช่นเดียวกัน ได้รับการสอนและการให้ข้อมูลป้อนกลับวิธีการเดียวกันจากครูคนเดียวกัน อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลองและสื่อการสอนที่ใช้ก็เหมือนกัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักศึกษาคณะวิชาเครื่องกลกับคณะวิชาไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับนักศึกษากลุ่มทดลองซึ่งได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบนั้นมีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองของกลุ่มคณะวิชาไฟฟ้าสูงกว่าคณะวิชาเครื่องกล ประกอบกับจากการสังเกตการสอน พบว่า นักศึกษากลุ่มคณะวิชาไฟฟ้ามีความสนใจและความตั้งใจ

ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่า ซึ่ง บลูม (Bloom. 1976 : 13) ได้กล่าวว่า นอกจากวิธีการสอนแล้วความรู้พื้นฐานและองค์ประกอบด้านจิตใจ ก็เป็นอีก 2 ปัจจัยที่สำคัญต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การสอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบในระหว่างการสอนจะเป็นแรงเสริมและแรงจูงใจก่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมาก อีกทั้งผู้เรียนสามารถทราบและแก้ไขความบกพร่องของตนได้ทันที จึงเป็นการสร้างพื้นฐานความรู้ในส่วนที่เรียนได้ดี จากงานวิจัยครั้งนี้พบว่าการสอนดังกล่าวสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาให้สูงขึ้นได้ ครูและผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาจึงควรดำเนินการสอนโดยนำเอากระบวนการสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบในระหว่างการสอนมาใช้ในการจัดดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 ครูวิทยาศาสตร์ที่จะนำกระบวนการสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบระหว่างการสอนมาใช้ ควรปฏิบัติดังนี้

1.2.1 การเตรียมการล่วงหน้าก่อนการสอน

1.2.1.1 ศึกษาหลักของการใช้คำถาม

1.2.1.2 วางแผนการสอนในแต่ละครั้ง โดยเตรียมคำถามหลักเพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน และคำถามหลักนี้จะเป็นคำถามหลักของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วย

1.2.1.3 เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อที่จะใช้ในการเรียนการสอน

1.2.2 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2.2.1 ควรใช้คำถามให้มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับความสามารถของนักศึกษา และพยายามให้นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา

1.2.2.2 เมื่อนักศึกษาตอบคำถามไม่ได้ควรแนะแนวหรือบอกความรู้ที่เป็นหลักการพื้นฐานในการคิดคำตอบของคำถามให้ทราบ

1.2.2.3 ถ้านักศึกษามีข้อสงสัยหรือมีคำถามที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนถาม ครูควรจะนำคำถามเหล่านั้นมาอภิปรายร่วมกับนักศึกษาคนอื่น ๆ ด้วย

1.2.2.4 ถ้าคำถามใดที่ไม่ใช่คำถามหลักของครูแต่นักศึกษาส่วนมากตอบไม่ได้ ควรได้นำคำตอบนั้นมาอภิปรายร่วมกันเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของคำตอบเหล่านั้นด้วย

1.2.2.5 ครูควรมีเวลาให้นักศึกษาได้คิดให้เหมาะสมกับประเภทของคำถามที่ใช้หลังจากที่ได้ถามคำถามแล้ว

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบกับวิชาอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียนด้วยหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่มเดียวกัน และเนื้อหาเดียวกัน ที่สอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบระหว่างการสอน

2.3 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักศึกษาที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันที่สอนโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบระหว่างการสอนเหมือนกัน

2.4 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจากับการให้ข้อมูลป้อนกลับลักษณะอื่น ๆ เป็นต้นว่าการใช้ท่าทาง การใช้สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ

2.5 ควรศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกกับวิธีการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบ

2.6 ควรศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยวาจากับการให้ข้อมูลป้อนกลับลักษณะอื่น ๆ เช่น การใช้ท่าทาง การใช้สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

ไขศรี อาภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้," ข่าวสาร สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2524.

คณิต เขียววิชัย. ผลของผลย้อนกลับจากครูต่อการเรียนรู้ทางทักษะเทคโนโลยีเทคนิค, วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

คมกฤช ศรีสินธุรส. การทดลองเปรียบเทียบการสอนเรื่องไฟฟ้าในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ, ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

จริยา จงนานุรักษ์. ผลของแบบสอบย่อยและการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบสอบแบบเลือกตอบที่มีวิธีการตอบต่างกัน ต่อความสามารถในการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัดสำเนา.

ดวงจิต ปูรณานนท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีระดับความคาดหวังและการได้รับข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ทุษฎี สีทลวรางค์. "แนวคิดของ Gagne' เกี่ยวกับการเรียนการสอน," สารพัฒนาหลักสูตร. (78) : 50 - 57 ; กันยายน 2531.

เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, วิทยาลัย. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ช่างอุตสาหกรรม พุทธศักราช 2525. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2525.

นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

บังอร ศิลนะชัย. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องการใช้พลังงานระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

เปรื่อง กุมุท. การวิจัยสื่อและนวกรรมการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.

พรรณี ภาภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

พรรณิภา ประชุมชาติ. อิทธิพลของการเฉลยข้อสอบ และช่วงระยะห่างของการเฉลยข้อสอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.

พิชาน พันทอง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบเข้ารหัสกับแบบไม่เข้ารหัส. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

มาลี นิสสัยสุข. "คอลัมน์สัมภาษณ์ : โครงการวิจัยพฤติกรรมการสอนเพื่อการเรียนรู้," มติชน. 7(2503) : 22 มิถุนายน 2527.

ยุวดี ปริยฉัตรานันท์. อิทธิพลของการเฉลยข้อสอบที่มีต่อพฤติกรรมทางด้านอารมณ์ในวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

วราภรณ์ ชัยโอภาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2521.

วินัย เพียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวน สอบสวน วิธีคิดเป็น - ทำเป็น - แก้ปัญหาเป็น. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.

วีระ ไทยพานิช. หนังสือสำหรับผู้สอน 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.

ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, มหาวิทยาลัย. การประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอนด้านเทคนิคการสอนและเทคนิคการประเมินผล 1 - 2 มิถุนายน 2530. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2530.

ศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัย. คู่มืออาจารย์นิเทศการสอนรุ่นภาคและการฝึกสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, ม.ป.ป.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล. ม.ป.ท., ม.ป.ป.

_____. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล. ม.ป.ท., 2519.

_____. เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ม.ป.ท., 2526.

สมจิต สวธนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

สมบูรณ์ สินถาวร. ผลการทำแบบฝึกหัด การทดสอบย่อยและการสอนสิ่งที่บกพร่องที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. การปรับปรุงพฤติกรรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โอเดียนสโตร์, 2526.

สมสมัย สมหรัพย์. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สัญญา ทิพย์เสนา. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

สามัญศึกษา, กรม. แนวการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษาที่ 12 เอกสารลำดับที่ 25, ม.ป.ป.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. อิทธิพลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาบางประการในวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่มีสมรรถภาพในการเรียนต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

สิริรัตน์ วิภาสศิลป์. ผลของการใช้แบบสอบย่อยต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.

สุเทพ อุสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.

สุโท เจริญสุข. จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับมูลฐานสำหรับครู). กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา, 2515.

สุภาณี ฉัตะวัฒนากูล. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

สุวิมล เชี่ยวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2527.

เสริมศรี เสวตามร และสาลี่ งามศิริ. "วิเคราะห์การสอนแบบ Inquiry," คุรุศาสตร์. 8(ฉบับพิเศษ) : 68 - 79 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.

อนันต์ จันทร์กวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

อุทัย ชีวชนรักษ์. การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

อุบลศรี อุบลสวัสดิ์. การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจจากหนังสือการ์ตูนซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการประกอบภาพเองโดยมีการให้ผลย้อนกลับพร้อมการอธิบายและไม่มีการอธิบาย กับไม่มีผลย้อนกลับ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

Aksu, Meral. "Effects of Formative Evaluation in School Achievement," Dissertation Abstracts International. 43 : 2640A ; February, 1983.

American Association for the Advancement of Science. Science a process approach. 4th ed. n.p. Commentary for the teachers, 1974.

Anderson, Richard C., Raymond W. Kulhavy and Thomas Andre. "Feedback procedures in Programmed Instruction," Journal of Educational Psychology. 62 : 148 - 156 ; April, 1974.

Ausubel, David A. Educational Psychology. New York : Holt Rinehart and Winston, 1968.

Bloom, Benjamin S. Mastery Learning : Theory and Practice. New York : Holt, Rinehart and Wiston, 1971.

_____. Human Characteristics and School Learning. New York : McGraw-Hill Book Company, 1976.

Carin, Arthur A. and Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery. Ohio : Charls E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company Columbus, 1975.

Carroll, John B. "A Model of School Learning," Teacher College Record. 64 : 723 - 733 ; May, 1963.

Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A ; January, 1979.

De Cecco. John P. The Psychology of Learning and Instruction. New Jersey : Prentice - Hall, 1968.

Deese, James. and Stewart H. Hulse. The Psychology of Learning. 3nd ed. New York : McGraw-Hill Book Company, 1967.

Gagne', Robert M. The Condition of Learning. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1957.

Good, Carter V. and W.R. Merkel. Dictionary of Education. 3nd ed. New York : McGraw-Hill Company, 1973.

Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. 3nd ed. New York : Mc Macmillan Publishing Company, 1976.

Kaess and Zeaman. "Positive and Negative Knowledge of Results on Pressey Type Punch-board," Journal of Experimental Psychology. 60 : 12 - 17 ; 1960.

Karraker, R.J. "Knowledge of Results and Incorrect Recall of Plausible Multiple - Choice Alternatives," Journal of Education Psychology. 58 : 11 - 14 ; February, 1967.

Kolebas, Particia. "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics, and Interest in Science Levels of Third Grade Student who have Perticipated in Science - A Process Approach Science First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A ; February, 1972.

Kusland, Louis I and Harries A Stone. Teaching Children Science : An Inquiry Approach. 3nd ed. Belmont : California Wadsworth Publishing Company, 1969.

Ladd, George T. and Anderson H.O. "Derterming the Level of Inquiry in Teacher's Question," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 395 - 400 ; 1970.

Leonard, Charles, Frederick J. Gies and John S. Paden. "The Effect of Selected Media Feedback upon the Interactive Behavior of Student Teachers," The Journal of Educational Research, 64 : 478 - 480 ; July - August. 1971.

Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three - Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 95 - 102 ; 1970.

Olarinoye, Pappel D. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching a Secondary School Physics Coarce in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848-A ; February, 1974.

Rochester, Margot. "The Effect of Formative Assesment and Corrective on Learning Achievement," Dissertation Abstracts International. 44 : 127A ; July, 1983.

Sund, Robert B. and Lestie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry : in the Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1967.

Wexley, Kenneth N. and Carl L. Thornton. "Effect of Verbal Feedback of Test Reseults upon Learning" The Journal of Educational Research. 66 ; November, 1972.

✓ Willey, D.E. Another Hour. Another Day : Quality of Schooling A Potent Part for Policy. Studies of Education Process, Report No.3 University of Chicago, 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 11 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง เรื่องงานและพลังงาน

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p_H	p_L	p	r
1	24	13	.89	.48	.70	.48
2	18	13	.67	.48	.58	.20
3	18	10	.67	.37	.52	.30
4	26	8	.96	.30	.68	.72
5	10	2	.37	.07	.20	.43
6	20	12	.74	.44	.59	.31
7	25	11	.93	.41	.70	.59
8	22	17	.81	.63	.72	.22
9	26	12	.96	.44	.74	.64
10	13	5	.48	.19	.33	.32
11	20	6	.74	.22	.48	.52
12	16	9	.59	.33	.46	.27
13	11	4	.41	.15	.27	.32
14	23	19	.85	.70	.78	.21
15	14	5	.52	.19	.35	.36
16	10	5	.37	.19	.28	.22
17	10	5	.37	.19	.28	.22
18	8	3	.30	.11	.20	.28
19	15	6	.56	.22	.38	.36
20	10	4	.37	.15	.25	.28

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p_H	p_L	p	r
21	17	11	.63	.41	.52	.22
22	19	5	.70	.19	.44	.51
23	23	11	.85	.41	.64	.47
24	12	2	.44	.07	.23	.49
25	20	9	.74	.33	.54	.41
26	16	8	.59	.30	.44	.30
27	21	8	.78	.30	.54	.48
28	22	12	.81	.44	.63	.40
29	24	16	.89	.59	.75	.38
30	14	9	.52	.33	.42	.20

ตาราง 12 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง เรื่องงานและพลังงาน

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	P_H	P_L	P	r
1	19	7	.70	.26	.48	.44
2	15	9	.56	.33	.44	.24
3	9	3	.33	.11	.21	.31
4	16	4	.59	.15	.35	.47
5	15	3	.56	.11	.32	.51
6	21	4	.78	.15	.46	.62
7	24	12	.89	.44	.68	.51
8	14	5	.52	.19	.35	.36
9	15	9	.56	.33	.44	.24
10	14	3	.52	.11	.30	.48
11	14	6	.52	.22	.36	.32
12	16	2	.59	.07	.30	.59
13	8	4	.30	.15	.22	.21
14	23	19	.85	.70	.78	.21
15	15	4	.56	.15	.34	.45
16	10	5	.37	.19	.28	.22
17	9	3	.33	.11	.21	.31
18	8	4	.30	.15	.22	.21
19	20	8	.74	.30	.52	.44
20	10	4	.37	.15	.25	.28

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p_H	p_L	p	r
21	10	5	.37	.19	.28	.22
22	19	4	.70	.15	.41	.56
23	21	7	.78	.26	.52	.52
24	12	7	.44	.26	.35	.20
25	10	2	.37	.07	.20	.43
26	15	3	.56	.11	.32	.51
27	19	4	.70	.15	.41	.56
28	8	3	.30	.11	.20	.28
29	16	8	.59	.30	.44	.30
30	14	9	.52	.33	.42	.20

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
1	16	21	12	41	17	61	18
2	20	22	16	42	22	62	7
3	19	23	13	43	20	63	17
4	16	24	12	44	14	64	11
5	14	25	19	45	21	65	8
6	21	26	11	46	15	66	17
7	19	27	11	47	18	67	24
8	18	28	15	48	20	68	8
9	19	29	14	49	14	69	10
10	16	30	10	50	17	70	13
11	10	31	21	51	10	71	17
12	15	32	16	52	13	72	16
13	18	33	9	53	10	73	20
14	16	34	21	54	11	74	21
15	15	35	19	55	6	75	17
16	14	36	22	56	16	76	16
17	13	37	9	57	18	77	10
18	14	38	14	58	19	78	17
19	22	39	16	59	10	79	12
20	13	40	12	60	18	80	10

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
81	17	86	16	91	15	96	10
82	16	87	6	92	13	97	13
83	8	88	14	93	13	98	9
84	16	89	8	94	13	99	15
85	17	90	14	95	14	100	12

$\Sigma X = 1487$ $\Sigma X^2 = 23707$

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลอง

คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
1	24	21	26	41	14	61	12
2	27	22	17	42	20	62	15
3	23	23	18	43	19	63	24
4	20	24	15	44	19	64	25
5	20	25	14	45	21	65	16
6	18	26	24	46	19	66	13
7	12	27	7	47	25	67	16
8	9	28	16	48	15	68	19
9	19	29	10	49	12	69	23
10	12	30	20	50	12	70	18
11	25	31	12	51	16	71	17
12	10	32	20	52	21	72	20
13	13	33	18	53	18	73	21
14	22	34	10	54	10	74	11
15	18	35	8	55	25	75	17
16	11	36	19	56	12	76	15
17	11	37	17	57	13	77	21
18	16	38	22	58	18	78	10
19	23	39	16	59	15	79	11
20	17	40	16	60	23	80	15

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
81	24	86	21	91	8	96	23
82	21	87	26	92	20	97	26
83	23	88	24	93	12	98	25
84	5	89	6	94	18	99	16
85	18	90	16	95	11	100	18

$\Sigma X = 1722$ $\Sigma X^2 = 32330$

ตาราง 15 แสดงค่า p,q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง เรื่อง งานและพลังงาน

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.61	.39	.24	16	.30	.70	.21
2	.62	.38	.24	17	.36	.64	.23
3	.62	.38	.24	18	.24	.76	.18
4	.48	.52	.25	19	.53	.47	.25
5	.20	.80	.16	20	.31	.69	.21
6	.49	.51	.25	21	.41	.59	.24
7	.70	.30	.21	22	.36	.64	.23
8	.79	.21	.17	23	.56	.44	.25
9	.72	.28	.20	24	.26	.74	.19
10	.31	.69	.21	25	.55	.45	.25
11	.56	.44	.25	26	.48	.52	.25
12	.47	.52	.25	27	.50	.50	.25
13	.25	.75	.19	28	.71	.29	.21
14	.89	.11	.10	29	.83	.17	.14
15	.36	.64	.23	30	.40	.60	.24

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$\Sigma pq = 6.52 \qquad \Sigma X = 1487 \qquad \Sigma X^2 = 23707$

จากสูตร $s_t^2 = \dfrac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \dfrac{1000 \times 23707 - (1487)^2}{100^2}$

$= 15.95$

แทนค่าสูตร $r_{tt} = \dfrac{n}{n-1}\left[1 - \dfrac{pq}{s_t^2}\right]$

$= \dfrac{30}{30-1}\left[1 - \dfrac{6.52}{15.95}\right]$

$= 0.61$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองมีความเชื่อมั่น 0.61

ตาราง 16 แสดงค่า p,q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง เรื่องงานและพลังงาน

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.74	.26	.19	16	.32	.68	.22
2	.69	.31	.22	17	.49	.51	.25
3	.53	.47	.25	18	.41	.59	.24
4	.64	.36	.23	19	.67	.33	.22
5	.84	.16	.13	20	.40	.60	.24
6	.85	.15	.13	21	.41	.59	.24
7	.81	.19	.15	22	.47	.53	.25
8	.58	.42	.24	23	.46	.54	.25
9	.60	.40	.24	24	.50	.50	.25
10	.61	.39	.24	25	.63	.37	.23
11	.49	.51	.25	26	.57	.43	.25
12	.75	.25	.19	27	.67	.33	.22
13	.58	.42	.24	28	.27	.73	.20
14	.95	.05	.05	29	.59	.41	.24
15	.36	.64	.23	30	.34	.66	.22

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$\Sigma pq = 6.5 \qquad \Sigma X = 1722 \qquad \Sigma X^2 = 32330$

จากสูตร $s_t^2 = \dfrac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \dfrac{100 \times 32330 - (1722)^2}{100^2}$

$= 26.77$

แทนค่าสูตร $r_{tt} = \dfrac{n}{n-1}\left[1 - \dfrac{pq}{s_t^2}\right]$

$= \dfrac{30}{30-1}\left[1 - \dfrac{6.5}{26.77}\right]$

$= 0.78$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองมีความเชื่อมั่น 0.78

ภาคผนวก ข

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 17 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มควบคุม คณะวิชาเครื่องกล

คนที่	คะแนน			คนที่	คะแนน		
	X	Y	XY		X	Y	XY
1	13	15	195	16	16	25	400
2	10	14	140	17	8	10	80
3	10	17	170	18	12	18	216
4	10	17	170	19	11	12	132
5	14	18	252	20	15	15	225
6	15	16	240	21	8	12	96
7	7	11	77	22	12	12	144
8	10	11	110	23	12	16	192
9	12	18	216	24	23	24	552
10	13	21	273	25	16	21	336
11	12	13	156	26	13	16	208
12	11	10	110	27	10	19	190
13	16	24	384	28	13	19	247
14	11	12	132	29	12	14	168
15	10	10	100	30	10	18	180

$N = 30$

$\Sigma X = 365$ $\quad \Sigma X^2 = 4723$ $\quad \bar{X} = 12.17$

$\Sigma Y = 478$ $\quad \Sigma Y^2 = 8152$ $\quad \bar{Y} = 15.93$

$\Sigma XY = 6091$

ตาราง 18 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มควบคุม คณะวิชาไฟฟ้า

คนที่	คะแนน			คนที่	คะแนน		
	X	Y	XY		X	Y	XY
1	12	7	84	16	10	19	190
2	12	24	288	17	6	6	36
3	10	18	180	18	20	24	480
4	15	15	225	19	12	20	240
5	13	18	234	20	12	17	204
6	19	25	475	21	10	15	150
7	20	23	460	22	10	10	100
8	9	12	108	23	10	10	100
9	18	19	342	24	13	21	273
10	15	12	180	25	16	16	256
11	13	19	247	26	13	16	208
12	10	8	80	27	16	10	160
13	14	16	224	28	19	20	380
14	14	16	224	29	12	20	240
15	18	20	360	30	10	17	170

$\Sigma N = 30$

$\Sigma X = 401$ $\quad \Sigma X^2 = 5737$ $\quad \bar{X} = 13.37$

$\Sigma Y = 493$ $\quad \Sigma Y^2 = 8867$ $\quad \bar{Y} = 16.43$

$\Sigma XY = 6898$

ตาราง 19 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มทดลอง คณะวิชาเครื่องกล

คนที่	คะแนน			คนที่	คะแนน		
	X	Y	XY		X	Y	XY
1	12	13	156	16	16	22	352
2	14	16	224	17	11	16	176
3	14	24	336	18	10	22	220
4	15	18	270	19	14	20	280
5	18	24	432	20	14	19	266
6	12	14	168	21	10	15	150
7	6	17	102	22	9	14	126
8	11	23	253	23	9	16	144
9	13	24	312	24	7	19	133
10	15	17	255	25	16	18	288
11	19	20	380	26	8	10	80
12	9	21	189	27	8	19	152
13	13	16	208	28	7	16	112
14	13	13	169	29	11	12	132
15	10	13	130	30	12	15	180

$\Sigma N = 30$

$\Sigma X = 356 \quad \Sigma X^2 = 4538 \quad \overline{X} = 11.87$

$\Sigma Y = 526 \quad \Sigma Y^2 = 9648 \quad \overline{Y} = 17.53$

$\Sigma XY = 6375$

ตาราง 20 แสดงคะแนนเจตคติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (Y) ของกลุ่มทดลอง คณะวิชาไฟฟ้า

คนที่	คะแนน			คนที่	คะแนน		
	X	Y	XY		X	Y	XY
1	16	23	368	16	19	22	418
2	13	19	247	17	20	16	320
3	14	23	322	18	19	24	456
4	21	26	546	19	10	17	170
5	14	25	350	20	14	21	294
6	16	13	208	21	16	23	368
7	13	20	260	22	12	21	252
8	12	19	228	23	17	21	357
9	19	25	475	24	19	20	380
10	11	22	242	25	15	23	345
11	15	17	225	26	21	26	546
12	14	17	238	27	15	19	285
13	13	20	260	28	18	20	360
14	20	22	440	29	15	16	240
15	16	19	304	30	17	19	323

$\Sigma N = 30$

$\Sigma X = 474 \quad \Sigma X^2 = 7752 \quad \bar{X} = 15.80$

$\Sigma Y = 618 \quad \Sigma Y^2 = 13022 \quad \bar{Y} = 20.60$

$\Sigma XY = 9857$

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการสอน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการสอนคาบที่ 1

ความคิดรวบยอด

1. งานในทางวิทยาศาสตร์เป็นผลของการออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการขจัดเนื่องจากแรงนั้น

2. งานมีขนาดเท่ากับผลคูณของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่แนวเดียวกับแรง เขียนเป็นสูตรว่า $W = Fs \cos \theta$ เมื่อ θ เป็นมุมระหว่างแรง F และการขจัด S

3. หน่วยของงานเป็นหน่วยของแรงคูณกับหน่วยของระยะทาง ในระบบ SI ใช้นิวตัน-เมตร หรือจูล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของงานในทางวิทยาศาสตร์ได้

2. บอกสูตรของงานได้ว่า $W = Fs \cos \theta$

3. บอกได้ว่างานมีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร หรือจูล

4. คำนวณงานเนื่องจากแรง ๆ หนึ่งที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยแรงทำมุมต่าง ๆ กับแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องกล 1.2 นักเรียนดูแผ่นภาพโปร่งใสชุดที่ 1 แล้วครูใช้คำถามดังนี้ . ภาพเหล่านี้เป็นภาพเกี่ยวกับเรื่องอะไร 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของงานในทางวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำถามดังนี้ . นักเรียนคิดว่างานมีความหมายว่าอย่างไร . งานในภาพใดบ้างที่จัดว่าเป็นงานในทางวิทยาศาสตร์ด้วย . งานในทางวิทยาศาสตร์หมายความว่าอย่างไร	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม - แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตร และหน่วยของงาน โดยใช้รูปที่ 4.2 ในหนังสือแบบเรียนประกอบและใช้คำถามดังนี้ . งานในการลากวัตถุมวล m ด้วยแรง F ที่เท่ากัน แต่มีทิศทางต่างกันดังรูป จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด . งานในการลากวัตถุกับงานในการผลักวัตถุมวล m ด้วยแรง F ที่เท่ากัน และมีทิศทางเดียวกันดังรูป จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด . ค่าของงานจะเกี่ยวข้องกับตัวแปรใดบ้าง และอย่างไร . ขนาดของงานสามารถคำนวณได้จากสูตรอะไร . หน่วยของงานเป็นอะไร 2.3 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการหาค่าของงานเนื่องจากแรงดึงในเส้นเชือก (T) โดยใช้รูปที่ 4.3 ประกอบและใช้คำถามดังนี้	2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ สั่นหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และบอกหมายของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะรับคำตอบที่ผิดนั้นแล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
. เมื่อยกวัตถุมวล m ขึ้นด้วยความเร็ว v เป็นระยะความสูง h งานเนื่องจากแรงดึง T มีค่าเท่าไร . ขณะที่รถยกวิ่งไปบนพื้นราบดังรูป งานเนื่องจากแรงดึง T มีค่าเท่าไร . ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับคำถามที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ในหนังสือแบบเรียน 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน โดยครูใช้คำถามดังนี้ . งานในทางวิทยาศาสตร์หมายความว่าอย่างไร . สูตรของงานเขียนได้อย่างไร . หน่วยของงานเป็นจูลย์ได้ในกรณีใดบ้าง . งานโดยทั่วไปชนิดใดบ้างที่เป็นงานในทางวิทยาศาสตร์ด้วย 3.2 นักเรียนตอบคำถามท้ายบทเรียนข้อที่ 2		

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นภาพโปร่งใส

แผ่นภาพโปร่งใสชุดที่ 1 แสดงภาพของงานในชีวิตประจำวันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ การนั่งประชุม การทำงานของรถตักดิน การทำงานของเฟืองกัด

2. หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2.1 รูปที่ 4.2 และ 4.3

2.2 คำถามที่ 4.1 ถึง 4.3

2.3 แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 2

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน

2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 2

ความคิดรวบยอด

1. งานที่เกิดจากแรงหลายแรงกระทำกับวัตถุเรียกว่างานลัพธ์ มีขนาดเท่ากับผลรวมของงานเนื่องจากแรงแต่ละแรงเหล่านั้น เขียนสูตรได้ว่า $W = F_{ลัพธ์}s$ เมื่อ $F_{ลัพธ์}$ แทน ผลรวมของแรงทั้งหมดในแนวการเคลื่อนที่

2. การหมุนวัตถุจะทำให้เกิดงานและงานในการหมุนวัตถุมีค่าเท่ากับผลคูณของแรงกับระยะทางที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ขณะถูกแรงกระทำ เขียนสูตรได้ว่า $W = 2\pi rnF$ เมื่อ r แทน รัศมีของการหมุน และ n แทน จำนวนรอบที่ออกแรงหมุน

3. ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นแรงที่ไม่คงที่แต่มีลักษณะเพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างคงที่ สามารถคำนวณขนาดของงานได้จากผลคูณของแรงเฉลี่ยกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ขณะถูกแรงกระทำ เขียนสูตรได้ว่า $W = (\frac{F_1 + F_2}{2})s$ เมื่อ F_1 เป็นแรงเริ่มต้น และ F_2 เป็นแรงสุดท้าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของงานลัพธ์ได้
2. บอกสูตรของงานลัพธ์ได้ว่า $W = F_{ลัพธ์}s$
3. คำนวณหาขนาดของงานลัพธ์ได้
4. บอกสูตรของงานเนื่องจากการหมุนได้ว่า $W = 2\pi rnF$
5. คำนวณงานในการหมุนล้อหรือเพลาได้
6. บอกสูตรของงานเนื่องจากแรงที่ไม่คงที่ได้ว่า $W = (\frac{F_1 + F_2}{2})s$
7. คำนวณงานเนื่องจากแรงที่ไม่คงที่กระทำต่อวัตถุได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูทบทวนเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาโดยใช้คำถามดังนี้ . งานในทางวิทยาศาสตร์หมายความว่าอย่างไร . งานเนื่องจากแรง ๆ หนึ่งกระทำต่อวัตถุ สามารถคำนวณได้จากสูตรอะไร 1.2 ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับ 1.2.1 ความหมาย และขนาดของงานอัพย์ 1.2.2 งานในการหมุนวัตถุ 1.2.3 งานที่เกิดจากแรงที่ไม่คงที่กระทำต่อวัตถุ 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับขนาดของงานในการที่มีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนดูรูป 4.4 ในหนังสือแบบเรียน แล้วครูใช้คำถามดังนี้	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือ ท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือ ท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
. จากรูปมีแรงกระทำต่อวัตถุกี่แรง และแต่ละแรงมีทิศทางอย่างไร . เมื่อต้องการดึงวัตถุมวล m ขึ้นสูง h จะต้องทำงานอย่างน้อยเท่าใด และเพราะเหตุใด . งานในการยกวัตถุมวล m ขึ้นกับงานในการหย่อนวัตถุมวล m ลงมีค่าเท่ากันหรือไม่ เมื่อระยะความสูงเป็น h เท่ากัน และเพราะเหตุใด . ในกรณีที่ค่าของงานเป็นลบ มีความหมายว่าอย่างไร . งานเนื่องจากมีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่สามารถคำนวณได้อย่างไร 2.2 ครูบอกให้นักเรียนหาบวายผลรวมของงานเนื่องจากแรงหลายแรงที่มากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่เรียกว่างานลัพธ์ 2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสูตรของงานลัพธ์ ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่และในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่	ไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ ส่ันหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และที่มาของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	รับคำตอบที่ผิดนั้นแล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
2.4 ครูอธิบายตัวอย่างการคำนวณหาขนาดของงานลัพธ์จากตัวอย่างที่ 4.1 ในหนังสือแบบเรียน		
2.5 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุรอบแกนคงที่ เช่น พัดลม เฟือง ว่ามีการทำงานหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยใช้รูปที่ 4.5 ในหนังสือแบบเรียนประกอบ โดยครูใช้คำถามดังนี้ . จากรูปเมื่อเฟือง B ขับ ทำให้เฟือง A เคลื่อนที่ตามด้วย จะถือว่า เฟือง B ทำให้เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพราะเหตุใด . ถ้าให้ F เป็นแรงที่เฟือง B ไปกระทำต่อเฟือง A ซึ่งมีรัศมี r หมุนไปจำนวน n รอบ นักเรียนจะคำนวณงานที่ทำได้จากสูตรอะไร		
2.6 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับคำถามที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ในหนังสือแบบเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ		

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
2.7 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับค่าของงานในกรณีที่แรงที่มากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นแรงที่มีลักษณะไม่คงที่ โดยใช้รูปที่ 4.6 และตาชั่งสปริงแบบแขวนประกอบ และใช้คำถามดังนี้ . เมื่อออกแรงดึงสปริงให้ยืดออก แรงที่กระทำต่อสปริงเป็นแรงที่คงที่หรือไม่ . เมื่อออกแรงดึงสปริงเป็น 10 นิวตัน สปริงยืดออก 5 เซนติเมตร จะทำงานได้เท่าไร . ในกรณีที่แรงที่มากระทำต่อวัตถุเป็นแรงที่ไม่คงที่ นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าของงานได้จากสูตรอะไร 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 ครูให้นักเรียนบอกสูตรการคำนวณหาค่าของงานใน 4 กรณี ดังนี้ 3.1.1 กรณีที่มีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 3.1.2 กรณีที่มีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่		

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
3.1.3 กรณีที่แรงทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดคงที่ 3.1.4 กรณีที่แรงที่มากระทำเป็นแรงไม่คงที่		

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สสวท.
   1.1 รูปที่ 4.4 ถึง 4.6
   1.2 คำถามที่ 4.4 ถึง 4.6
   1.3 ตัวอย่างที่ 4.1
2. เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้น
2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 3

ความคิดรวบยอด

1. การทำให้วัตถุเคลื่อนที่สวนทิศกับทิศของสนามของแรงโน้มถ่วงด้วยวิธีการที่ต่างกัน ถ้ามีระยะความสูงเท่ากันจะต้องให้งานเท่ากัน

2. งานที่ต้องทำในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งซึ่งมีทิศสวนกับทิศของสนามของแรงโน้มถ่วง สามารถคำนวณได้จากสูตร $W = mgh$ เมื่อ h แทน ความสูงจากระดับอ้างอิง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกขนาดของแรงที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุตามแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่ได้

2. บอกได้ว่า เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่ งานในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งขึ้นอยู่กับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวดิ่งเท่านั้น

3. บอกสูตรของงานในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งได้ว่า $W = mgh$

4. คำนวณงานในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนเกี่ยวกับการหาค่าของน้ำหนักของวัตถุ ผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุ และการสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง ดังนี้ . วัตถุมวล 2 กิโลกรัม จะมีน้ำหนักกี่นิวตัน และหาค่าได้อย่างไร . แรงโน้มถ่วงมีผลอย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ . สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งหมายความว่าอย่างไร 1.2 ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้ . ถ้าทำให้วัตถุมวล m เปลี่ยนตำแหน่งในแนวดิ่งเป็นระยะความสูง h ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน จะทำงานได้เท่ากันหรือไม่ 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการทำให้วัตถุเปลี่ยนตำแหน่งในแนวดิ่งและค่าของงานเนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่ง โดยใช้ตัวอย่าง	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
คำถามที่ 4.2 มาประกอบการอภิปรายและโดยครูใช้คำถามดังนี้ . เมื่อแรงแบกทำมุม θ_1 กับการเคลื่อนที่ดังรูป ก. งานเนื่องจากแรงแบกมีค่าเท่าไร . เมื่อแรงแบกทำมุม θ_2 กับการเคลื่อนที่ดังรูป ข. งานเนื่องจากแรงแบกมีค่าเท่าไร . งานเนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งเป็นระยะทางเท่ากัน จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ . งานเนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่ สามารถเขียนสูตรได้อย่างไร 2.2 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับคำถามที่ 4.7 และ 4.8 ในหนังสือแบบเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปค่าของงานในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่ โดยใช้แผ่นโปร่งใสประกอบ	ไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ สั่นหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และหมายของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	รับคำตอบที่ผิดนั้น แล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
3.2 นักเรียนตอบคำถามท้ายบทข้อที่ 3 และ 4		

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นภาพโปร่งใส

แผ่นภาพโปร่งใสชุดที่ 2 แสดงภาพของงานในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่งด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน ได้แก่ การแบกขึ้นบันได การแบกวัตถุขึ้นพื้นเอียง การใช้รอกดึง

2. หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมเล่ม 2 ของ สสวท.

2.1 คำถามที่ 4.7 และ 4.8

2.2 ตัวอย่างที่ 4.2

2.3 คำถามท้ายบทเรียนข้อที่ 3 และ 4

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 4

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งที่ทำให้คน เครื่องยนต์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถทำงานได้เรียกว่า "พลังงาน"
2. พลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของวัตถุในสนามของแรงเราเรียกว่า "พลังงานศักย์"
3. วัตถุที่วางอยู่ในสนามของแรงโน้มถ่วง จะมีพลังงานศักย์ที่เรียกว่า "พลังงานศักย์โน้มถ่วง"
4. พลังงานศักย์โน้มถ่วงสามารถคำนวณได้จากสูตร $E_p = mgh$ เมื่อ m เป็นมวล และ h เป็นความสูงจากระดับอ้างอิง
5. หน่วยของพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นหน่วยของน้ำหนักคูณกับหน่วยของระยะทาง ในระบบ SI ใช้จูล
6. งานที่ให้กับวัตถุสามารถทำให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุเปลี่ยนแปลงได้ และพลังงานศักย์โน้มถ่วงสามารถทำให้เกิดงานได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของพลังงานได้
2. บอกความหมายของพลังงานศักย์ได้
3. บอกความหมายของพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้
4. บอกสูตรของพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้ว่า $E_p = mgh$
5. บอกได้ว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีหน่วยเป็นจูล
6. คำนวณค่าของพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้เมื่อกำหนดระดับอ้างอิงมาให้
7. บอกความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงกับงานในการเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวดิ่งได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูปล่อยวัตถุลงบนพื้น ที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน แล้วใช้คำถามดังนี้ . นักเรียนสังเกตอะไรได้บ้างจากการกระทำของครู . ทำไมเมื่อปล่อยวัตถุที่ระดับความสูงต่างกันจึงมีเสียงดังไม่เท่ากัน 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายความหมายของคำว่า "พลังงาน" ร่วมกัน โดยครูใช้คำถามดังนี้ . นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าวัตถุใดมีพลังงาน . พลังงานหมายความว่าอย่างไร 2.2 ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่าพลังงานที่สะสมในวัตถุและเกี่ยวข้องกับตำแหน่งความสูงของวัตถุในสนามของแรง เรียกว่า "พลังงานศักย์" 2.3 ครูนำอภิปรายให้นักเรียนเห็นว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในสนามของแรงโน้มถ่วง	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
งานที่วัตถุทำได้จะมีความสัมพันธ์กับพลังงานศักย์โดยใช้รูปที่ 4.8 ในหนังสือแบบเรียน ประกอบการอภิปราย 2.4 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความหมาย สูตร และหน่วยของพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยครูใช้คำถามดังนี้ . วัตถุทุกชนิดเมื่ออยู่ในสนามของแรงโน้มถ่วง จะมีพลังงานศักย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า พลังงานศักย์อะไร . วัตถุมวล m กิโลกรัม เมื่ออยู่สูงจากพื้น h เมตร จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าไร เมื่อใช้พื้นเป็นระดับอ้างอิง . พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีหน่วยเป็นอะไร 2.5 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับคำถามที่ 4.9 3. ขั้นสรุปความรู้ นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อที่ 5 เป็นกลุ่ม	ไม่รับคำตอบด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ ส่ันหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และพฤติกรรมของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	รับคำตอบที่ผิดนั้น แล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สสวท.

1. รูปที่ 4.8
2. คำถามที่ 4.9
3. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 5

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 5

ความคิดรวบยอด

1. วัตถุที่มีสมบัติยืดหยุ่นจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
2. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นสามารถคำนวณได้จากสูตร $E_p = \frac{1}{2}Fs$ หรือ $E_p = \frac{1}{2}ks^2$ เมื่อ F เป็นแรง k เป็นค่าคงที่หรือค่านิจ และ s เป็นระยะยืดหรืออัดสปริงจากสภาพสมดุล
3. หน่วยของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นหน่วยของแรงคูณกับหน่วยของระยะทาง ในระบบ SI ใช้จูล
4. งานที่ให้กับวัตถุยืดหยุ่นจะทำให้วัตถุมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น และพลังงานศักย์ยืดหยุ่นสามารถทำให้เกิดงานได้
5. เมื่อวัตถุอยู่ภายในสนามของแรงบางประเภทจะมีพลังงานศักย์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
2. บอกความหมายของค่าคงที่หรือค่านิจของสปริงได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ยืดสปริงกับระยะยืดของสปริงได้
4. บอกสูตรของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้ว่า $E_p = \frac{1}{2}Fs$ และ $E_p = \frac{1}{2}ks^2$
5. บอกหน่วยของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
6. คำนวณพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงได้
7. บอกความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงได้
8. ระบุได้ว่าวัตถุจะมีพลังงานศักย์เมื่ออยู่ภายในสนามของแรงบางประเภท

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูใช้คำถามนำเข้าสู่เนื้อหาในคาบนี้ดังนี้ . พลังงานศักย์มีหลายชนิด ซึ่งนอกจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้ว นักเรียนรู้จักพลังงานศักย์ชนิดใดอีกบ้าง 1.2 ครูใช้รูป 4.10 นำอภิปรายให้เห็นว่าสปริง AB เมื่อถูกยืดจากสภาพปกติ แล้วปล่อยจะสามารถทำงานดันลูกแล้วให้เคลื่อนที่ได้ แสดงว่าสปริงขณะยืดมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 1.3 ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้เราจะทำการทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับ 1.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ยืดสปริงกับระยะยืดของสปริง 1.3.2 สมบัติของสปริง 1.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการจัดเครื่องมือ วิธีทำการทดลอง และ	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
การบันทึกผลข้อมูล ของการทดลองที่ 4.1 โดยใช้รูป 4.11 ประกอบการอภิปราย 2.2 นักเรียนทำการทดลองที่ 4.1 และบันทึกผลข้อมูลจากการทดลอง 2.3 นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 ครูใช้คำถามเพื่อสรุปผลการทดลองดังนี้ . แรงที่ใช้ดึงสปริงมีความสัมพันธ์กับระยะยืดของสปริงอย่างไร . ภายใต้ขีดจำกัดของความยืดหยุ่นสปริงมีสมบัติอะไร . ค่าคงที่หรือที่เรียกว่าค่านิจของสปริงของการทดลองมีค่าเท่าไร . ถ้าความแข็งของสปริงเพิ่มขึ้นจะมีผลอย่างไร . งานในการยืดสปริงมีความสัมพันธ์กับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงอย่างไร . งานในการยืดสปริงคำนวณได้จากสูตรอะไร	ไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ สั่นหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และหมายของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	รับคำตอบที่ผิดนั้นแล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นสามารถคำนวณได้จากสูตรอะไรบ้าง 3.2 นักเรียนตอบคำถามที่ 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 และ 4.15 3.3 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานศักย์แม่เหล็ก และพลังงานศักย์ไฟฟ้า โดยใช้รูป 4.12 ประกอบการอภิปราย 3.4 นักเรียนตอบคำถามท้ายบทข้อที่ 9		

<u>อุปกรณ์การทดลอง</u>

1. สปริงอ่อนเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 mm. ยาวประมาณ 6 cm. 1 อัน
2. ขาตั้ง 1 ชุด
3. ไม้บรรทัด 1 อัน
4. เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง
5. แป้นเกลียว 1 อัน
6. ขอแขวน 1 อัน
7. เชือกยาวประมาณ 20 cm. 2 เส้น

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สสวท.

1. รูปที่ 4.10 ถึง 4.12
2. คำถามที่ 4.10 ถึง 4.15
3. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 9

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายความคิดเห็น การค้นคว้า การทดลอง และการรายงานผลการทดลองของกลุ่ม
3. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 6 - 7

ความคิดรวบยอด

1. วัตถุที่มีการเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์
2. พลังงานจลน์ของวัตถุขณะใด ๆ มีค่าเท่ากับผลคูณของมวลกับกำลังสองของความเร็วของวัตถุขณะนั้น เขียนสูตรว่า $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
3. ขนาดของพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลงจะมีค่าเท่ากับงานที่วัตถุทำได้ และมีผลทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของพลังงานจลน์ได้
2. บอกสูตรของพลังงานจลน์ได้
3. คำนวณพลังงานจลน์ของวัตถุได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของวัตถุหนึ่งกับงานที่วัตถุนั้นทำได้
5. คำนวณงานจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ของวัตถุได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูนำอภิปรายให้นักเรียนเห็นว่าวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่สามารถทำงานได้ และงานที่วัตถุทำได้คือพลังงานจลน์ที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ 1.2 ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้เราจะทำการทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับ 1.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและความเร็วกับค่าของพลังงานจลน์ 1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการจัดเครื่องมือ การทำการทดลอง และการบันทึกผลการทดลองของการทดลองที่ 4.2 โดยใช้รูปที่ 4.13 ประกอบการอภิปราย 2.2 นักเรียนทำการทดลองและบันทึกข้อมูลจากการทดลอง 2.3 นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 นักเรียนเสนอผลการทดลองทุกกลุ่มบนแผ่นใส เฉพาะค่าของงานและความเร็วในการทดลองแต่ละครั้ง ดังตารางที่ 1 และ 2	2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ สั่นหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และชี้หมายของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะรับคำตอบที่ผิดนั้น แล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

ตาราง 1

กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	W	V	W	V	W	V
1						
2						
3						
⋮						

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง

ตาราง 2

กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	W/V	W/V^2	W/V	W/V^2	W/V	W/V^2
1						
2						
3						
⋮						

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามดังนี้

. อัตราส่วนระหว่างงานกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

. อัตราส่วนระหว่างงานกับกำลังสองของความเร็วมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีค่าประมาณเท่าของมวลรถทดลอง

. งานที่รถทดลองทำได้มีค่าเท่ากับเท่าไรที่ความเร็วขณะใด ๆ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
. ถ้าให้ E_k แทนพลังงานจลน์ของรถทดลอง และ พ แทนงานที่รถทดลองทำได้ นักเรียนจะเขียนความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของรถทดลอง และงานที่รถทดลองทำได้อย่างไร 3.3 กรูอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ มวล และความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยอาศัยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน 3.4 นักเรียนตอบคำถามที่ 4.16 และ 4.17 3.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อที่ 6, 7, และ 8		

<u>อุปกรณ์การทดลอง</u>

1.	รางไม้	1	อัน
2.	รถทดลอง	1	คัน
3.	ชุดเครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1	ชุด
4.	แถบกระดาษยาวประมาณ 50 cm.	5	แถบ
5.	เชือกเล็กๆ ยาวประมาณ 30 cm.	1	เส้น

6. เครื่องชั่งสปริงพร้อมปลอก 1 ชุด
7. ไม้บรรทัด 1 อัน
8. มวล 500g 2 แท่ง

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สอวท.
   1.1 รูปที่ 4.13
   1.2 คำถามที่ 4.16 และ 4.17
   1.3 แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 6, 7 และ 8
2. แผ่นโปร่งใส เพื่อให้นักเรียนเสนอผลการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายความคิดเห็น การค้นคว้า การทดลอง และการรายงานผลการทดลองของกลุ่ม
3. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 8 - 9

ความคิดรวบยอด

1. วัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้สนามของแรงโน้มถ่วงหรือแรงยืดหยุ่นจะมีทั้งพลังงานศักย์และพลังงานจลน์

2. ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์รวมเรียกว่า พลังงานกล

3. วัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้สนามของแรงโน้มถ่วงหรือแรงยืดหยุ่น ถ้าไม่มีแรงอื่นกระทำ เมื่อพลังงานศักย์ของวัตถุลดลงพลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นในขนาดที่เท่ากัน

4. สำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้สนามของแรงโน้มถ่วงหรือแรงยืดหยุ่น ถ้าผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์มีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนที่เราเรียกว่า วัตถุเคลื่อนที่ตามหลักการคงที่ของพลังงานกล

5. พลังงานกลของวัตถุจะเปลี่ยนแปลง ถ้ามีแรงอื่น ๆ มากระทำต่อวัตถุ เช่น แรงเสียดทาน และจะมีผลทำให้พลังงานกลเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น ความร้อน แสง เสียง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้สนามของแรงโน้มถ่วง หรือสนามของแรงยืดหยุ่น จะมีทั้งพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์

2. บอกความหมายของพลังงานกลได้

3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์กับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้สนามของแรงโน้มถ่วง หรือแรงยืดหยุ่นได้

4. คำนวณหาขนาดของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ขณะเวลาใด ๆ ได้

5. คำนวณหาขนาดของพลังงานกลได้

6. อธิบายหลักการหรงพลังงานกลในสนามของแรงบางประเภทได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูโยนวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่ง แล้วถามนักเรียนว่า . เมื่อเวลาผ่านไปพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร . นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนแปลง 1.2 ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้เราจะทำการทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับ 1.2.1 การเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์สำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่ตามแนวดิ่ง 1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์ที่เปลี่ยนแปลงกับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลง 1.2.3 การคงที่ของพลังงานกล 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการจัดเครื่องมือ การทำการทดลอง และ	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
การบันทึกผลข้อมูล โดยใช้รูป 4.14 ประกอบ 2.2 นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง 2.3 นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 นักเรียนเสนอผลการทดลองทุกกลุ่มให้ครูตรวจ เฉพาะค่าความสูง h พลังงานศักย์ (E_p) พลังงานจลน์ (E_k) และพลังงานกล ($E_p + E_k$) ดังตาราง	ไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ ส่ายหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และพิมพ์ของคำตอบที่ถูกให้หราบ	รับคำตอบที่ผิดนั้นแล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

ความสูง (h)	พลังงานศักย์ (E_p)	พลังงานจลน์ (E_k)	พลังงานกล ($E_p + E_k$)

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองโดยครูใช้คำถามดังนี้ . เมื่อความสูงของวัตถุลดลง พลังงานศักย์และพลังงานจลน์เปลี่ยนแปลงอย่างไร . ค่าของพลังงานศักย์ที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับค่าของพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างไร . เมื่อเรียกผลรวมของพลังงานจลน์กับพลังงานศักย์ว่า พลังงานกล เราจะพบว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่อย่างอิสระในแนวดิ่ง พลังงานกลที่ตำแหน่งใด ๆ ของการทดลองมีค่าเท่ากันหรือไม่ 3.3 ครูอธิบายการเปลี่ยนรูประหว่างพลังงานจลน์กับพลังงานศักย์ ในกรณีต่าง ๆ และหลักการทรงพลังงานกล 3.4 นักเรียนตอบคำถามที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 3.5 นักเรียนตอบคำถามท้ายบทข้อที่ 11		

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดเครื่องเคาะสัญญาณเวลา 1 ชุด
2. แถบกระดาษยาวประมาณ 1 เมตร 3 แถบ
3. ถุงทรายหนัก 500 กรัม 1 ถุง

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สสวท.

1. รูป 4.14
2. คำถามที่ 4.18 ถึง 4.20
3. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 11

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายความคิดเห็น การค้นคว้า การทดลอง และการรายงานผลการทดลองของกลุ่ม
3. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 10

ความคิดรวบยอด

1. พลังงานมีหลายรูป และพลังงานรูปต่าง ๆ สามารถเปลี่ยนรูปไปมาซึ่งกันและกันได้
2. ถ้าสามารถวัดค่าของพลังงานทุกรูปได้อย่างถูกต้อง ผลรวมของพลังงานจะมีค่าคงที่ และเรียกหลักการนี้ว่า หลักการทรงพลังงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกพลังงานรูปอื่น ๆ นอกเหนือจากพลังงานกลได้
2. ระบุการเปลี่ยนรูปของพลังงานรูปต่าง ๆ ได้
3. บอกความหมายของหลักการทรงพลังงานได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับความหมายและสูตรของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์และสมการการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยครูใช้คำถามดังนี้ . พลังงานศักย์ หมายถึงอย่างไร และสามารถคำนวณได้จากสูตรอะไร	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
. พลังงานจลน์ หมายถึงอย่างไร และสามารถคำนวณได้จากสูตรอะไร . มีสมการของการเคลื่อนที่สมการอะไรบ้างที่สามารถคำนวณเกี่ยวกับระยะทาง ความเร็ว ความเร่ง และเวลา 1.2 ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้ . พลังงานที่มีอยู่บนโลกนี้ นอกจากพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ หรือที่รวมเรียกว่าพลังงานกลแล้ว ยังมีพลังงานรูปอื่น ๆ อีกหรือไม่ ถ้ามี ได้แก่พลังงานอะไร	ทำทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือทำทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่สั่นหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถาม	ทำทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะรับคำตอบที่ผิดนั้น แล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรง
2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานรูปอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากพลังงานกลตามรายละเอียดในหนังสือแบบเรียน ซึ่งได้แก่ พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า 2.2 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปของพลังงานชนิดต่าง ๆ 2.3 ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า ถ้าเราสามารถวัดพลังงานทุกรูปได้ จะพบว่าผลรวมของพลังงานจะมีค่าคงที่ และเรียกหลักการนี้ว่า หลักการหรงพลังงาน		

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 ให้นักเรียนตอบคำถามที่ 4.21 3.2 ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายบทข้อที่ 1	ให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และพิมพ์ของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	หรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สสวท.

1. คำถามที่ 4.21
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 1

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 11

ความคิดรวบยอด

1. เครื่องกลหรือเครื่องยนต์จะทำงานได้ เมื่อมีพลังงานป้อนให้กับเครื่อง
2. พลังงานที่ให้กับเครื่องกลต่อ 1 หน่วยเวลา เรียกว่า กำลังที่ให้เครื่องกล
3. งานที่เครื่องกลทำได้ต่อ 1 หน่วยเวลา เรียกว่า กำลังของเครื่องกล
4. กำลังมีหน่วยเป็นหน่วยของงานหารด้วยหน่วยของเวลา ตามระบบ SI คือ จูล/วินาที หรือเรียกว่า วัตต์
5. เครื่องกลที่ทำงานได้ต่างกันในเวลาที่เท่ากัน หรือเครื่องกลที่ทำงานได้เท่ากันในเวลาที่ต่างกัน เรียกว่า เครื่องกลมีกำลังต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่าเครื่องกลหรือเครื่องยนต์จะทำงานได้ต่อเมื่อมีพลังงานป้อนให้กับเครื่อง
2. บอกความหมายของคำว่า "กำลัง" ได้
3. บอกหน่วยของกำลังได้
4. บอกความหมายของกำลังของเครื่องจักรกล และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้
5. คำนวณกำลังของเครื่องจักรกลได้
6. คำนวณกำลังที่ต้องป้อนให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
7. บอกได้ว่าเครื่องกลที่ทำงานได้ต่างกันในเวลาที่เท่ากัน หรือเครื่องกลที่ทำงานได้เท่ากัน ในเวลาที่ต่างกันมีกำลังต่างกัน

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบการทำงานของนักเรียน 2 คน ในการย้ายวัตถุมวล 100 กิโลกรัม เป็นระยะทาง 10 เมตร โดยคนที่ 1 ทำงานเสร็จในเวลา 15 นาที คนที่ 2 ทำงานเสร็จในเวลา 20 นาที ว่า นักเรียน 2 คนนี้ทำงาน ได้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด 1.2 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบกำลังของนักเรียน 2 คน จากตัวอย่างที่ยกมาในข้อ 1.1 ว่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูให้นักเรียนอธิบายความหมายของคำว่า "กำลัง" 2.2 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำว่า "กำลัง" จากการเปรียบเทียบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน 2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสูตร การคำนวณหาค่าของกำลัง	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น 2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะ

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
2.4 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับหน่วยของกำลังว่า "กำลัง จูล/วินาที เรียกว่า วัตต์" 2.5 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำว่า "กำลัง" ของเครื่องจักรกล และเครื่องใช้ไฟฟ้า ตามรายละเอียดในหนังสือ 2.6 ครูอธิบายความหมายของคำว่า "กำลัง" ที่ผู้ผลิตหมายถึงกับเครื่องจักรกล และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 ครูให้นักเรียนอธิบายความหมายและบอกสูตรการคำนวณเกี่ยวกับกำลัง 3.2 นักเรียนตอบคำถามที่ 4.24 และ 4.25 ในหนังสือแบบเรียน 3.3 นักเรียนตอบคำถามแบบฝึกหัดท้ายบทข้อที่ 10 และ 12	ไม่รับคำตอบด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ สั่นหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และหมายของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	รับคำตอบที่ผิดนั้น แล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมเล่ม 2 ของ สสวท.

1. คำถามที่ 4.24 และ 4.25
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 10 และ 12

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนคาบที่ 12

ความคิดรวบยอด

1. พลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องกล จะสูญเสียไปกับเครื่องกลบางส่วน งานที่ได้จากเครื่องกลจึงน้อยกว่างานที่ป้อนให้กับเครื่องกล

2. เครื่องกลที่มีประสิทธิภาพสูง หมายถึง เครื่องกลที่ทำงานได้ใกล้เคียงกับพลังงานที่ให้กับเครื่องกล

3. ประสิทธิภาพของเครื่องกลคำนวณจาก

$$n = \frac{\text{งานที่ได้}}{\text{งานที่ให้}} \times 100$$

หรือ

$$n = \frac{\text{กำลังที่ได้}}{\text{กำลังที่ให้}} \times 100$$

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลได้

2. คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลได้

3. คำนวณงานและพลังงานที่จำเป็นต้องให้และได้รับจากเครื่องจักรกลเมื่อทราบประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลได้

4. อธิบายสาเหตุการสูญเสียพลังงานในระบบของเครื่องจักรกล และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรกล เพื่อแสดงให้เห็นว่างานหรือพลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องจักรกลจะมีขนาดมากกว่างานหรือพลังงานที่ได้รับจากเครื่องจักรกลนั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่อง 2. ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ 2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมาย สูตร และหน่วยของประสิทธิภาพ โดยใช้คำถามดังนี้ . ประสิทธิภาพหมายความว่าอย่างไร . การคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลและเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากสูตรอะไร . หน่วยของประสิทธิภาพเป็นอะไร 2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้งานหรือพลังงานส่วนหนึ่งต้องสูญเสียไป โดยครูใช้คำถามดังนี้	ให้ข้อมูลป้อนกลับเฉพาะคำตอบที่ถูกดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น	ให้ข้อมูลป้อนกลับทุกคำตอบดังนี้ 1. เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก ครูจะรับคำตอบนั้น พร้อมทั้งให้การเสริมแรงด้วยวาจา และ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การกล่าวคำชม การอ้างถึงการแสดงออกของนักเรียนที่เคยกระทำมาแล้ว การช่วยเสริมสิ่งที่กำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง การพยักหน้าการยิ้ม แล้วให้นักเรียนอธิบายที่มาของคำตอบนั้น

กิจกรรมการเรียนการสอน	การให้ข้อมูลป้อนกลับ	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้งานหรือพลังงานส่วนหนึ่งต้องสูญเสียไปในระบบของเครื่องจักรกลและเครื่องใช้ไฟฟ้าได้บ้าง และอย่างไร . พลังงานที่สูญเสียไปจะเป็นไปในแบบใดได้บ้าง 3. ขั้นสรุปความรู้ 3.1 นักเรียนตอบคำถามที่ 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 และ 4.30 3.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อที่ 13	2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะไม่รับคำตอบด้วยวาจาและ/หรือท่าทาง ซึ่งได้แก่ การบอกนักเรียนว่า ยังตอบไม่ถูก ขอให้คิดใหม่ ส่ายหัว 3. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด และไม่สามารถตอบคำถามให้ถูกได้ ครูจะเป็นผู้เฉลยคำตอบ และบอกหมายของคำตอบที่ถูกให้ทราบ	2. เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะรับคำตอบที่ผิดนั้น แล้วนำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผิดของคำตอบนั้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ถูก และให้การเสริมแรงหรือแนะแนวทางจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกหรือเหมาะสม

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 2 ของ สสวท.

1. คำถามที่ 4.26 ถึง 4.30
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนข้อที่ 12

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการตอบคำถามระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง งานและพลังงาน

<u>คำชี้แจง</u>

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล รหัสประจำตัว และชุดที่ของข้อสอบลงในกระดาษคำตอบ

2. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

3. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงบนตัวแบบทดสอบ

4. การตอบให้ทำเครื่องหมาย × ทับของ ก ข ค ง หรือ จ ให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือกในกระดาษเพียงคำตอบเดียว เช่น

ข้อ ๐ ก ข ค ง จ

( ) ( ) (×) ( ) ( )

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม และทำเครื่องหมายให้ตรงกับของตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่ เช่น ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่จากข้อ ค ให้เป็นข้อ ก ให้ทำดังนี้

ข้อ ๐ ก ข ค ง จ

(×) ( ) (=) ( ) ( )

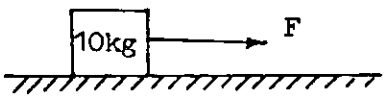
5. ไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยากหรือคิดคำตอบยังไม่ได้ควรจะเว้นไว้แล้วไปทำข้อที่คิดได้ก่อนจึงย้อนกลับมาทำ ข้อที่เว้นไว้ภายหลัง

6. ห้ามนักเรียนนำแบบทดสอบชุดนี้ออกนอกห้องสอบ

งานและพลังงาน

1. กิจกรรมข้อใดไม่ทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์
   ก. โก่งคันธนู
   ข. ดึงยางรัดของให้ยืด
   ค. ยกของลงจากโต๊ะ
   ง. แบกวัตถุเดินไปบนพื้นราบ
   จ. ลากวัตถุให้เคลื่อนที่บนพื้นราบ

2. ออกแรง 50 นิวตัน เข็นวัตถุมวล 10 กิโลกรัม เป็นระยะทาง 3 เมตร แล้ววัตถุลื่น เคลื่อนที่ไปอีก 0.5 เมตร จึงหยุด งานเนื่องจากแรง 50 นิวตัน มีค่ากี่จูล



   ก. 50 จูล
   ข. 100 จูล
   ค. 150 จูล
   ง. 175 จูล
   จ. 300 จูล

3. ถ้าลูกล้อเลื่อนมวล 150 กิโลกรัม ขึ้นพื้นลาดซึ่งมีความชัน 30 องศา เป็นระยะทาง 10 เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้น จะทำงานได้กี่จูล

   ก. 4,500 จูล

   ข. 6,495 จูล

   ค. 7,500 จูล

   ง. 15,000 จูล

   จ. 30,000 จูล

4. ในการสตาร์ตเครื่องยนต์ โดยใช้เชือกพันที่ล้อช่วยแรง รัศมี 15 เซนติเมตร จำนวน 4 รอบ แล้วดึงด้วยแรงขนาด 200 นิวตัน เพื่อสตาร์ตเครื่อง จงหางานเนื่องจากแรงที่ใช้สตาร์ตเครื่องยนต์

   ก. 100.0 จูล

   ข. 120.0 จูล

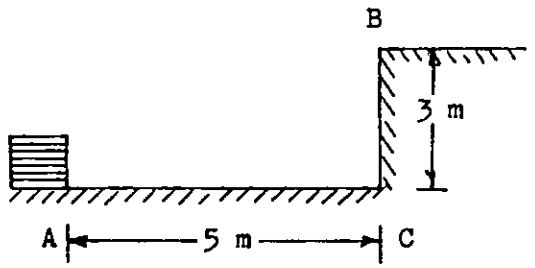
   ค. 200.0 จูล

   ง. 565.5 จูล

   จ. 754.0 จูล

5. เมื่อเคลื่อนย้ายมวล 50 กิโลกรัม ที่วางณ ตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B ซึ่งอยู่ห่างออกไป 5 เมตร และสูงกว่าเดิม 3 เมตร ดังรูป ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

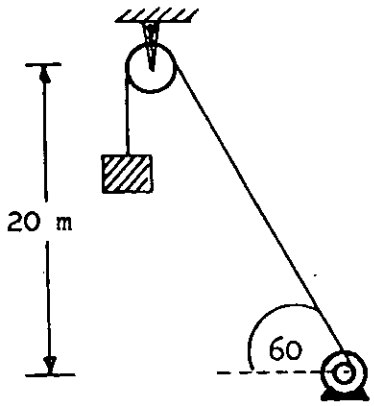
1. แบกจาก A ไปยัง C แล้วใช้รอกดึงขึ้นไปยัง B
2. ใช้พื้นเอียงหาดระหว่าง A และ B แล้วเข็นวัตถุขึ้นไป
3. แบกจาก A ไปยัง C แล้วแบกขึ้นบันไดไปยัง B



ถ้าพื้นเอียงและรอกไม่มีความฝืด ข้อใดถูกต้อง

ก. งานตามวิธีทั้งสามเท่ากัน
ข. งานตามวิธีที่ 1 น้อยที่สุด
ค. งานตามวิธีที่ 2 น้อยที่สุด
ง. งานตามวิธีที่ 3 น้อยที่สุด
จ. งานตามวิธีที่ 2 และ 3 เท่ากันแต่มากกว่าวิธีที่ 1

6. มอเตอร์จะต้องทำงานอย่างน้อยกี่จูล จึงจะสามารถยกวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ขึ้นที่สูง 20 เมตรได้



ก. 10,000 จูล

ข. 15,000 จูล

ค. 17,320 จูล

ง. 20,000 จูล

จ. 25,000 จูล

7. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงพลังงานได้ถูกต้อง

ก. เมื่อวางวัตถุบนโต๊ะ พลังงานของวัตถุจะเป็นศูนย์

ข. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เข้าชนกันจะเกิดการสูญเสียพลังงาน

ค. พลังงานและงานมีความหมายเหมือนกันและมีหน่วยเป็นจูล

ง. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แนวระดับ พลังงานของวัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลง

จ. เมื่อโยนวัตถุขึ้นไป ณ ตำแหน่งที่สูงสุด วัตถุจะมีพลังงานศักย์สูงสุด

8. ข้อใดพลังงานศักย์โน้มถ่วงเปลี่ยนแปลง

ก. วัตถุที่วางบนพื้น

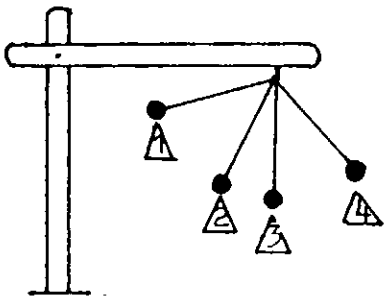
ข. น้ำในอ่างเก็บน้ำ

ค. การผลักกำแพง

ง. รถวิ่งบนถนนราบ

จ. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา

9. เมื่อลูกตุ้มอยู่ที่ตำแหน่งใดจะมีพลังงานศักย์น้อยที่สุด



ก. ตำแหน่งที่ 1

ข. ตำแหน่งที่ 2

ค. ตำแหน่งที่ 3

ง. ตำแหน่งที่ 4

จ. ทุกตำแหน่งมีพลังงานศักย์เท่ากัน

10. เมื่อวางวัตถุบนที่สูง 2 เมตร วัตถุมีพลังงาน 500 จูล ถ้าวัตถุตกลงมาเป็นระยะทาง 0.5 เมตร วัตถุจะมีพลังงานศักย์ลดลงเหลือกี่จูล

ก. 125 จูล

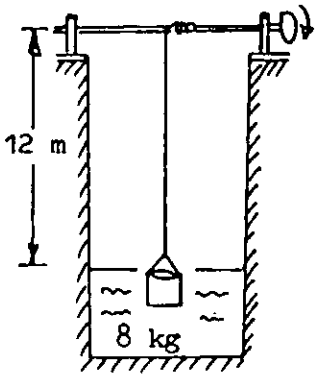
ข. 167 จูล

ค. 250 จูล

ง. 375 จูล

จ. 500 จูล

11. จะต้องทำงานกี่จูลในการหมุนกว้าน ซึ่งมีรัศมี 15 เซนติเมตร เพื่อดึงถังบรรจุน้ำมวล 8 กิโลกรัม ขึ้นมาเป็นระยะทาง 12 เมตร (ดังรูป)



ก. 75 จูล

ข. 905 จูล

ค. 960 จูล

ง. 1,865 จูล

จ. ไม่มีคำตอบถูก

12. สปริงอันหนึ่งมีค่านิจ 500 นิวตัน/เมตร มีความหมายว่าอย่างไร

ก. เมื่อออกแรง 500 นิวตันยืดสปริง สปริงจะยืดออก 1 เมตร

ข. เมื่อออกแรงน้อยกว่า 500 นิวตันยืดสปริง สปริงจะไม่ยืดออก

ค. เมื่อออกแรงมากกว่า 500 นิวตันยืดสปริง สปริงจะคราก

ง. เมื่อออกแรงเพิ่มขึ้นทุก 500 นิวตันยืดสปริง สปริงจะยืดออกอีก 1 เมตรเสมอ

จ. ถูกทุกคำตอบ

13. สปริงมีค่านิจ 500 นิวตัน/เมตร เมื่อออกให้สปริงหดสั้นเข้า 10 เซนติเมตร สปริงจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นกี่จูล

ก. 2.5 จูล

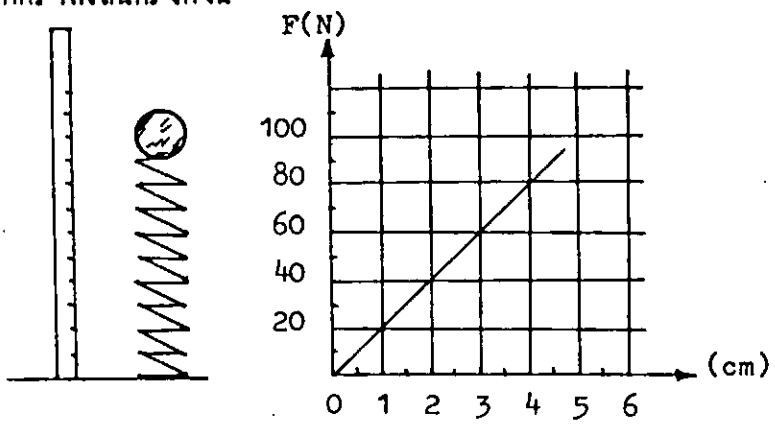
ข. 25 จูล

ค. 50 จูล

ง. 75 จูล

จ. 100 จูล

14. จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหดของสปริงดังรูป แล้วเขียนกราฟความสัมพันธ์ได้กราฟเส้นตรงดังนี้



ถ้านำวัตถุหนัก 560 นิวตัน มาวางบนสปริง สปริงจะหดสั้นเข้ากี่เซนติเมตร

ก. 20 เซนติเมตร

ข. 25 เซนติเมตร

ค. 28 เซนติเมตร

ง. 30 เซนติเมตร

จ. 34 เซนติเมตร

15. ข้อใดกล่าวถึงพลังงานศักย์ไม่ถูกต้อง

ก. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

ข. วัตถุมีมวลเนื่องจากวางอยู่ในสนามของแรงโน้มถ่วง

ค. เข็มทิศชี้ทิศเหนือใต้เนื่องจากวางอยู่ในสนามแม่เหล็กโลก

ง. ประจุไฟฟ้าลบจะเคลื่อนที่เข้าหาประจุไฟฟ้าบวกได้เอง

จ. เมื่อชั่งน้ำหนักวัตถุที่ระดับความสูงต่างกันจะมีน้ำหนักไม่เท่ากัน

16. วัตถุ A มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V วัตถุ B มวล 2m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V/2 พลังงานจลน์ของวัตถุ A(E_{kA}) และพลังงานจลน์ของวัตถุ B(E_{kB}) มีความสัมพันธ์กันตามข้อใด

ก. $E_{kA} = 1/4\ E_{kB}$

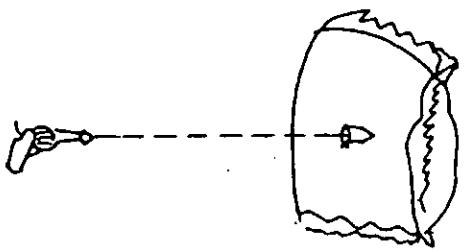
ข. $E_{kA} = 1/2\ E_{kB}$

ค. $E_{kA} = E_{kB}$

ง. $E_{kA} = 2E_{kB}$

จ. $E_{kA} = 4E_{kB}$

17. ลูกปืนมวล 0.2 กิโลกรัม ขนถุงทรายด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ถ้าลูกปืนลดความเร็วสม่ำเสมอจนหยุดในเวลา 0.05 วินาที ทรายในถุงจะต้องหนาอย่างน้อยที่สุดกี่เซนติเมตร



ก. 20 เซนติเมตร

ข. 25 เซนติเมตร

ค. 30 เซนติเมตร

ง. 40 เซนติเมตร

จ. 45 เซนติเมตร

18. ไม้คิวแทงลูกบิลเลียดออกแรงเฉลี่ย 5 นิวตัน ตลอดเวลานาน 2 วินาที ถ้าลูกบิลเลียดมีมวล 0.2 กิโลกรัม ลูกบิลเลียดจะได้รับพลังงานจลน์กี่จูล

ก. 50 จูล

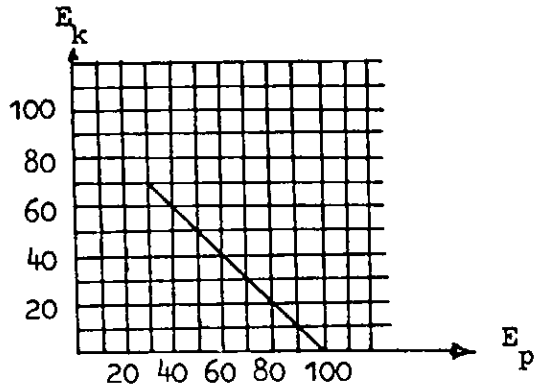
ข. 100 จูล

ค. 200 จูล

ง. 250 จูล

จ. 500 จูล

19. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์ (E_p) กับพลังงานจลน์ (E_k) ดังรูป



ถ้าพลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้น 20 จูล พลังงานศักย์ของวัตถุจะเปลี่ยนไปกี่จูล

ก. ลดลง 20 จูล

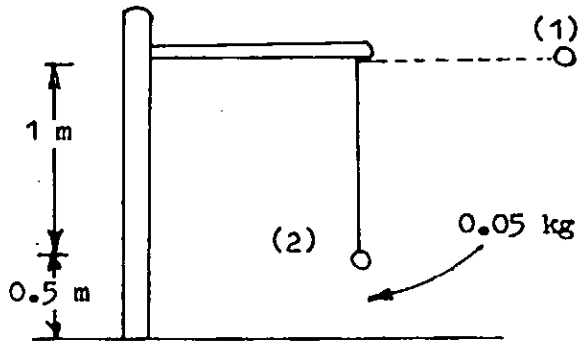
ข. ลดลง 30 จูล

ค. ลดลง 80 จูล

ง. เพิ่มขึ้น 20 จูล

จ. เพิ่มขึ้น 30 จูล

20. เชือกเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร ปลายข้างหนึ่งผูกกับวัตถุมวล 0.05 กิโลกรัม ปลายอีกข้างหนึ่งถูกตรึงไว้กับจุด ๆ หนึ่ง (ดังรูป) ถ้าตอนแรกให้เส้นเชือกอยู่ในแนวระดับ (หมายเลข 1) แล้วปล่อยให้ตกลง เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งต่ำสุด (หมายเลข 2) วัตถุจะมีความเร็วกี่เมตร/วินาที



ก. 4.0 เมตร/วินาที

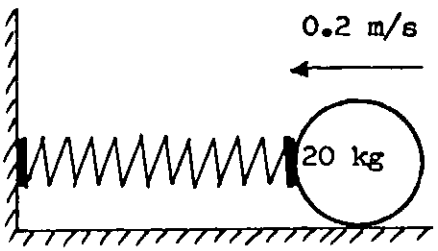
ข. 4.5 เมตร/วินาที

ค. 5.0 เมตร/วินาที

ง. 5.5 เมตร/วินาที

จ. 6.0 เมตร/วินาที

21. ลูกกลมมีมวล 20 กิโลกรัม กลิ้งไปบนพื้นราบเรียบด้วยความเร็ว 0.2 เมตร/วินาที เข้าชนสปริงที่มีค่านิจ 2,000 นิวตัน/เมตร จงหาว่าสปริงถูกอัดให้หดสั้นเข้ากี่เซนติเมตร



ก. 1.4 เซนติเมตร

ข. 2.0 เซนติเมตร

ค. 4.0 เซนติเมตร

ง. 5.0 เซนติเมตร

จ. 6.0 เซนติเมตร

22. พลังงานกลหมายความว่าอย่างไร

ก. ผลรวมของพลังงานทุกชนิด

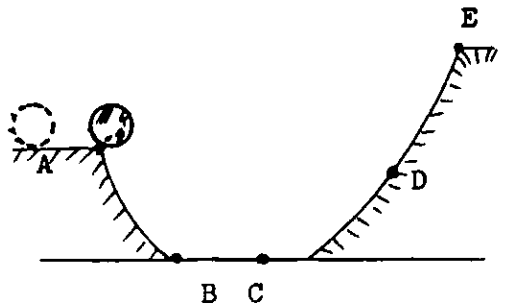
ข. ผลรวมของพลังงานศักย์ทุกชนิด

ค. ผลรวมของพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์

ง. ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

จ. ผลรวมของพลังงานศักย์ พลังงานจลน์ และงานเนื่องจากแรงเสียดทาน

23. ABCDE เป็นพื้นผิวเกลี้ยง วัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V จากจุด A ไปตามพื้นผิว ABCDE (ดังรูป) ที่ตำแหน่งใดวัตถุจะมีพลังงานจลน์น้อยที่สุด



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

จ. E

24. หลอดไฟขนาด 1,000 วัตต์ หมายความว่าอย่างไร

ก. หลอดไฟทำงานได้ 1,000 จูล

ข. หลอดไฟทำงานได้วินาทีละ 1,000 วัตต์

ค. หลอดไฟทำงานได้วินาทีละ 1,000 จูล

ง. หลอดไฟใช้พลังงานวินาทีละ 1,000 วัตต์

จ. หลอดไฟใช้พลังงานวินาทีละ 1,000 จูล

25. ข้อใดบอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง

ก. งานมีหน่วยเป็นนิวตัน - เมตร

ข. พลังงานมีหน่วยเป็นจูล - วินาที

ค. กำลังมีหน่วยเป็นวัตต์ - วินาที

ง. แรงมีหน่วยเป็นนิวตัน - วินาที

จ. โมเมนตัมมีหน่วยเป็นเมตร - วินาที

26. ก. และ ข. แบกวัตถุมวลเท่ากันขึ้นบันได นาย ก. เดินขึ้นด้วยความเร็วสม่ำเสมอ นาย ข. วิ่งขึ้นด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ข้อความใดเปรียบเทียบได้ถูกต้องที่สุด

ก. ก. ทำงานน้อยกว่า ข.

ข. ก. ทำงานมากกว่า ข.

ค. ก. ออกแรงแบกน้อยกว่า ข.

ง. ก. ออกแรงแบกมากกว่า ข.

จ. ก. ใช้กำลังน้อยกว่า ข.

27. ถ้าเครื่องยนต์ทำงานได้ 4,000 จูล และเครื่องมีประสิทธิภาพ 80% จะต้องให้งานแก่เครื่องยนต์กี่จูล

ก. 3,200 จูล

ข. 4,000 จูล

ค. 4,500 จูล

ง. 5,000 จูล

จ. 7,200 จูล

28. เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพ 40% หมายความว่าอย่างไร
   ก. เครื่องสูบน้ำทำงานได้ 40 จูล เมื่อให้พลังงาน 60 จูล
   ข. เครื่องสูบน้ำทำงานได้ 80 จูล เมื่อให้พลังงาน 200 จูล
   ค. เครื่องสูบน้ำทำงานได้วินาทีละ 40 จูล
   ง. เครื่องสูบน้ำใช้พลังงานวินาทีละ 40 จูล
   จ. เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้วินาทีละ 40 ลูกบาศก์เมตร

29. ข้อใดอธิบายการเปลี่ยนรูปของพลังงานได้ถูกต้อง
   ก. มะพร้าวหล่นจากต้นมีการเปลี่ยนรูปของพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์
   ข. การเผาไหม้มีการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์เป็นพลังงานความร้อน
   ค. การอัดสปริงให้หดสั้นเข้ามีการเปลี่ยนรูปของพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์
   ง. การดีดตัวของสปริงมีการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์
   จ. รถวิ่งขึ้นเนินมีการเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อนเป็นพลังงานจลน์

30. ขนาดของแรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับ
   ก. มวลของวัตถุ
   ข. พื้นที่ผิวสัมผัส
   ค. น้ำหนักของวัตถุ
   ง. ความเร็วของวัตถุ
   จ. ลักษณะพื้นผิวสัมผัส

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง งานและพลังงาน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล รหัสประจำตัว และชุดที่ของข้อสอบลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
3. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงบนตัวแบบทดสอบ
4. การตอบให้ทำเครื่องหมาย × ทับช่อง ก ข ค ง หรือ จ ให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือกในกระดาษเพียงคำตอบเดียว เช่น

ข้อ	๐	ก	ข	ค	ง	จ
		( )	( )	(×)	( )	( )

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม และทำเครื่องหมายให้ตรงกับช่องตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่ เช่น ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่จากข้อ ค ให้เป็นข้อ ก ให้ทำดังนี้

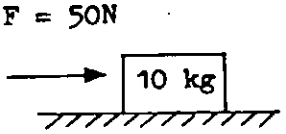
ข้อ	๐	ก	ข	ค	ง	จ
		(×)	( )	(=)	( )	( )

5. ไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยากหรือคิดคำตอบยังไม่ได้ควรจะเว้นไว้แล้วไปทำข้อที่คิดได้ก่อนจึงย้อนกลับมาทำ ข้อที่เว้นไว้ภายหลัง
6. ห้ามนักเรียนนำแบบทดสอบชุดนี้ออกนอกห้องสอบ

งานและพลังงาน

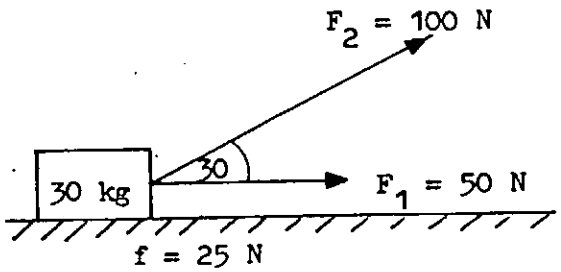
1. กิจกรรมข้อใดทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์
   ก. ออกแรงผลักกำแพง
   ข. การเกิดสนิมของโลหะ
   ค. แม่เหล็กดูดเหล็กมาติด
   ง. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์
   จ. หิ้วเงาะ 2 กิโลกรัมมาบ้าน

2. ออกแรง 50 นิวตัน เข็นวัตถุมวล 10 กิโลกรัม เป็นระยะทาง 3 เมตร แล้ววัตถุลื่นเคลื่อนที่ไปอีก 0.5 เมตรจึงหยุด งานเนื่องจากแรง 50 นิวตัน มีค่ากี่จูล



   ก. 50 จูล
   ข. 100 จูล
   ค. 150 จูล
   ง. 175 จูล
   จ. 300 จูล

3. ออกแรง F_1 = 50 นิวตัน ในแนวระดับและออกแรง F_2 = 100 นิวตัน ทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ ลากวัตถุมวล 30 กิโลกรัม (ดังรูป) ไปเป็นระยะทาง 5 เมตร ถ้าแรงเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นเท่ากับ 25 นิวตัน จะทำงานได้กี่จูล



ก. 375 จูล

ข. 558 จูล

ค. 625 จูล

ง. 750 จูล

จ. 808 จูล

4. ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ โดยใช้เชือกพันที่ล้อช่วยแรงรัศมี 15 เซนติเมตร จำนวน 4 รอบ แล้วดึงด้วยแรงขนาด 200 นิวตัน เพื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ ปรากฏว่าเมื่อดึงไปได้ 3 รอบ เครื่องยนต์ก็ติด จงหางานเนื่องจากแรงที่ใช้สตาร์ทเครื่องยนต์

ก. 90.0 จูล

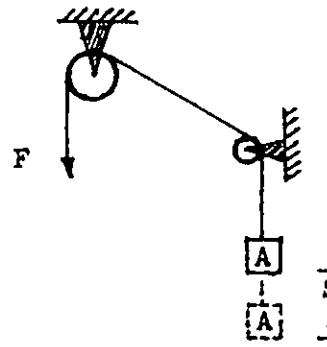
ข. 120.0 จูล

ค. 188.5 จูล

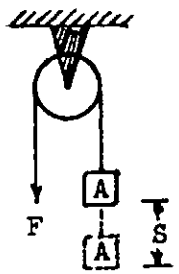
ง. 565.5 จูล

จ. 754.0 จูล

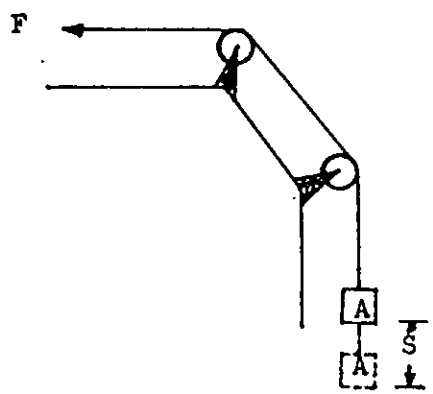
5. ดึงวัตถุ A ด้วยแรง F ที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นระยะทาง S เท่า ๆ กัน ดังรูป 1, 2 และ 3 ซึ่งทำให้เกิดงานที่มีขนาด W_1, W_2 และ W_3 ตามลำดับความสัมพันธ์ระหว่างงานดังกล่าวในข้อใดสรุปได้ถูกต้อง เมื่อรอกไม่มีความฝืด



รูป 1



รูป 3



รูป 2

ก. $W_1 = W_2 = W_3$

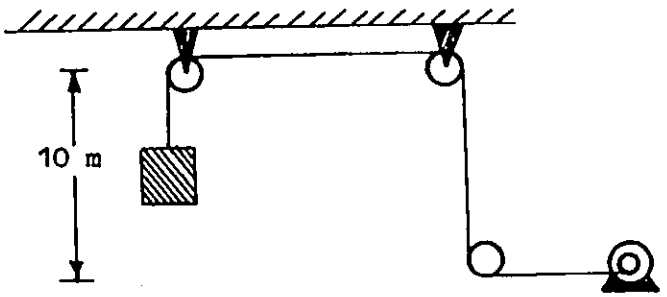
ข. $W_1 > W_2 > W_3$

ค. $W_3 > W_2 > W_1$

ง. $W_1 = W_3$ และ $W_1 > W_2$

จ. $W_2 = W_3$ และ $W_2 > W_1$

6. มอเตอร์จะต้องทำงานอย่างน้อยที่สุด ในการดึงกระเช้าใส่ปูนซีเมนต์ผสมมวล 500 กิโลกรัม ขึ้นสูงจากพื้นดิน 10 เมตร



ก. 50 จูล

ข. 500 จูล

ค. 2,500 จูล

ง. 5,000 จูล

จ. 50,000 จูล

7. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงพลังงานได้ถูกต้อง

ก. เมื่อวางวัตถุบนโต๊ะ พลังงานของวัตถุจะเป็นศูนย์

ข. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แนวระดับพลังงานของวัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลง

ค. พลังงานและงานมีความหมายเหมือนกัน และมีหน่วยเป็นจูล

ง. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เข้าชนกันจะเกิดการสูญเสียพลังงาน

จ. เมื่อโยนวัตถุขึ้นไป ณ ตำแหน่งที่สูงสุด วัตถุจะมีพลังงานศักย์สูงสุด

8. กิจกรรมข้อใดพลังงานศักย์<u>ไม่</u>เปลี่ยนแปลง

ก. การว่ายน้ำในสระ

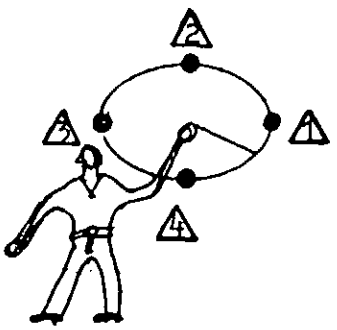
ข. การยืดยางรัด

ค. การอัดสปริง

ง. การดอกตะปู

จ. การกระโดดเชือก

9. ผูกวัตถุกับเชือกเส้นหนึ่งแล้วจับปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกเหวี่ยงให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมตามแนวราบ (ดังรูป) ณ ตำแหน่งใดวัตถุจะมีพลังงานศักย์มากที่สุด



ก. ตำแหน่งที่ 1

ข. ตำแหน่งที่ 2

ค. ตำแหน่งที่ 3

ง. ตำแหน่งที่ 4

จ. ทุกตำแหน่งมีพลังงานศักย์เท่ากัน

10. เมื่อวางวัตถุบนที่สูง 2 เมตร วัตถุมีพลังงาน 500 จูล ถ้าวัตถุตกลงมา และอยู่สูงจากพื้น 1.5 เมตร วัตถุจะมีพลังงานศักย์ลดลงกี่จูล

ก. 125 จูล

ข. 167 จูล

ค. 250 จูล

ง. 375 จูล

จ. 500 จูล

11. ชายคนหนึ่งมวล 50 กิโลกรัม เดินบนพื้นราบได้ 2 เมตร แล้วเดินขึ้นบันไดสูง 8 เมตร ชายคนนี้ทำงานได้กี่จูล

ก. 0 จูล

ข. 1,000 จูล

ค. 3,000 จูล

ง. 4,000 จูล

จ. 5,000 จูล

12. จากการทดลองแขวนตุ้มน้ำหนักขนาดต่าง ๆ แล้วัดระยะยืดของสปริงได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง สปริงนี้มีค่าคงที่เท่าไร

น้ำหนักที่แขวน (N)	ระยะยืดของสปริง (cm)
100	16
300	48
900	144

ก. 6.25

ข. 16.00

ค. 32.00

ง. 48.00

จ. 160.00

13. สปริงมีค่านิจ 500 นิวตัน/เมตร เมื่อออัดให้สปริงหดสั้นเข้า 10 เซนติเมตร สปริงจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นกี่จูล

ก. 2.5 จูล

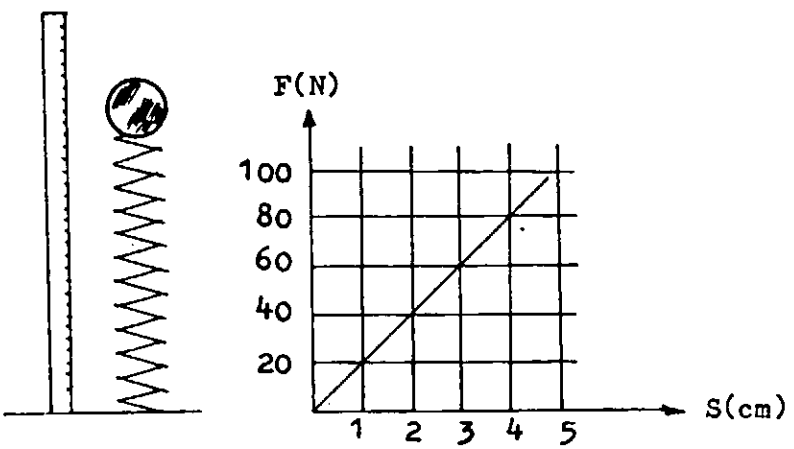
ข. 25 จูล

ค. 50 จูล

ง. 75 จูล

จ. 100 จูล

14. จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหดของสปริง ดังรูป แล้วเขียนกราฟความสัมพันธ์ได้กราฟเส้นตรงดังนี้



ถ้านำน้ำหนัก 560 นิวตัน มาวางบนสปริง สปริงจะหดสั้นเข้ากี่เซนติเมตร

ก. 20 เซนติเมตร

ข. 25 เซนติเมตร

ค. 28 เซนติเมตร

ง. 30 เซนติเมตร

จ. 34 เซนติเมตร

15. ข้อใดกล่าวถึงพลังงานศักย์ไม่ถูกต้อง

ก. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

ข. วัตถุมีมวลเนื่องจากวางอยู่ในสนามของแรงโน้มถ่วง

ค. เข็มทิศชี้ทิศเหนือใต้เนื่องจากวางอยู่ในสนามแม่เหล็กโลก

ง. ประจุไฟฟ้าลบจะเคลื่อนที่เข้าหาประจุไฟฟ้าบวกได้เอง

จ. เมื่อชั่งน้ำหนักวัตถุที่ระดับความสูงต่างกันจะมีน้ำหนักไม่เท่ากัน

16. วัตถุ A มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V และวัตถุ B มวล 2m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V/2 พลังงานจลน์ของวัตถุ A(E_{kA}) และพลังงานจลน์ของวัตถุ B(E_{kB}) มีความสัมพันธ์กันตามข้อใด

ก. $E_{kA} = 1/4\ E_{kB}$

ข. $E_{kA} = 1/2\ E_{kB}$

ค. $E_{kA} = E_{kB}$

ง. $E_{kA} = 2\ E_{kB}$

จ. $E_{kA} = 4\ E_{kB}$

17. กระสุนปืนมวล 0.2 กิโลกรัม ขณะกระทบไม้มีความเร็ว 10 เมตร/วินาที แล้วทะลุไม้ออกไปด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที งานเนื่องจากแรงต้านของเนื้อไม้มีค่ากี่จูล

ก. 2.4 จูล

ข. 4.0 จูล

ค. 6.4 จูล

ง. 9.6 จูล

จ. 10.4 จูล

18. ไม้กีวแพงบิลเลียดออกแรงเฉลี่ย 5 นิวตัน ตลอดเวลานาน 2 วินาที ถ้าลูกบิลเลียดมีมวล 0.2 กิโลกรัม ลูกบิลเลียดจะได้รับพลังงานจลน์กี่จูล

ก. 50 จูล

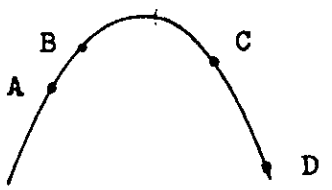
ข. 100 จูล

ค. 200 จูล

ง. 250 จูล

จ. 500 จูล

19. จากการทดลองโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศแล้ววัตถุตกลงมามีลักษณะดังรูป เมื่อคำนวณพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ของวัตถุที่ตำแหน่ง A, B, C, D ปรากฏผลดังนี้



ตำแหน่ง	พลังงานศักย์ (จูล)	พลังงานจลน์ (จูล)
A	2	7
B	6	-
C	-	4
D	1	8

พลังงานจลน์ที่ B และพลังงานศักย์ที่ C มีค่าเท่าไรตามลำดับ

ก. 9, 4

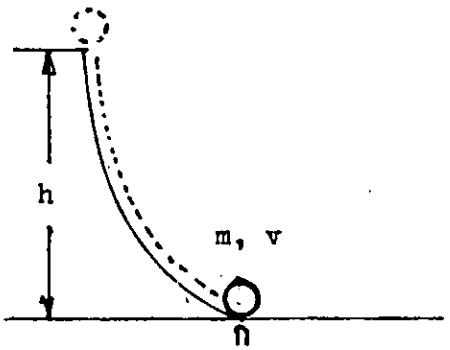
ข. 2, 7

ค. 3, 5

ง. 5, 2

จ. 0, 10

20. ปล่อยลูกบอลมวล m ให้เคลื่อนที่ลงมาตามรางโค้งเรียบ เมื่อลูกบอลถึงพื้นที่จุด ก. ลูกบอลจะมีความเร็วเท่าไร



ก. $2\sqrt{gh}$

ข. $2\sqrt{g/h}$

ค. $\sqrt{mgh}$

ง. $\sqrt{2mg}$

จ. $\sqrt{2gh}$

21. สปริงของแหนบรถคันหนึ่งมีค่านิจเท่ากับ 400 กิโลนิวตัน/เมตร เมื่อถูกชนปรากฏว่าสปริงหดสั้นเข้า 5 เซนติเมตร จึงหยุด ขณะนั้นสปริงจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเปลี่ยนไปกี่จูล

ก. 200 จูล

ข. 350 จูล

ค. 500 จูล

ง. 720 จูล

จ. 1,000 จูล

22. เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กมวล 0.5 กิโลกรัม จากที่สูง 1.5 เมตร ให้เคลื่อนที่ลงมาตามรางโค้ง แล้ววัดค่าพลังงานต่าง ๆ และงานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างลูกกลมเหล็กกับรางที่ความสูง h ได้ค่าดังแสดงในตาราง

พลังงานความร้อน (J)	พลังงานศักย์ (J)	พลังงานจลน์ (J)	งานเนื่องจากแรงเสียดทาน (J)
1	2	4	0.5

ณ ระดับความสูง h วัตถุมีพลังงานกลเท่าไร

ก. 1.5 จูล

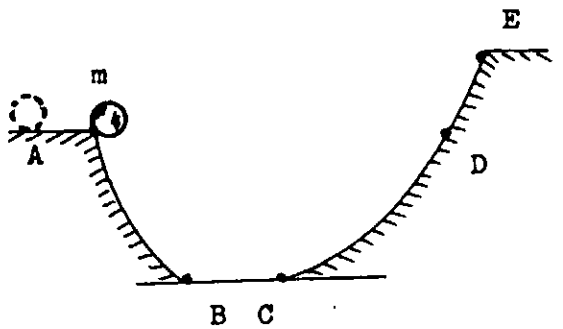
ข. 2.0 จูล

ค. 6.0 จูล

ง. 7.0 จูล

จ. 7.5 จูล

23. ABCDEเป็นพื้นผิวเกลี้ยง วัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V จากจุด A ไปตามพื้นผิว ABCDE (ดังรูป) ที่ตำแหน่งใดวัตถุมีพลังงานจลน์น้อยที่สุด



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

จ. E

24. เครื่องยนต์มีกำลัง 10 กิโลวัตต์ หมายความว่าอย่างไร

ก. เครื่องยนต์ทำงานได้ 10 กิโลวัตต์

ข. เครื่องยนต์ทำงานได้วินาทีละ 10 กิโลจูล

ค. เครื่องยนต์ทำงานได้วินาทีละ 10 กิโลวัตต์

ง. เครื่องยนต์ใช้พลังงานวินาทีละ 10 กิโลจูล

จ. เครื่องยนต์ใช้พลังงานวินาทีละ 10 กิโลวัตต์

25. ปริมาณใดทางฟิสิกส์มีหน่วยเป็นจูล/นาที

ก. งาน

ข. กำลัง

ค. การขจัด

ง. โมเมนตัม

จ. พลังงานกล

26. ก. และ ข. แบกวัตถุมวลเท่ากันขึ้นบันได นาย ก. เดินขึ้นด้วยความเร็วสม่ำเสมอ นาย ข. วิ่งขึ้นด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ข้อความใดเปรียบเทียบได้ถูกต้องที่สุด

ก. ก. ทำงานมากกว่า ข.

ข. ก. ใช้กำลังน้อยกว่า ข.

ค. ก. ใช้พลังงานน้อยกว่า ข.

ง. ก. ออกแรงแบกน้อยกว่า ข.

จ. ก. มีประสิทธิภาพมากกว่า ข.

27. เครื่องกลเครื่องหนึ่งมีประสิทธิภาพ 80% โดยงาน 20% ต้องสูญเสียไปในการต่อต้านแรงเสียดทานและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ถ้าให้เครื่องกลทำงาน 5,000 จูล/วินาที จะต้องให้พลังงานแก่เครื่องกลกี่จูลใน 1 วินาที

ก. 3,600 จูล

ข. 4,000 จูล

ค. 4,150 จูล

ง. 6,250 จูล

จ. 7,500 จูล

28. เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพ 60% ทำงานให้กำลัง 1.5 กิโลวัตต์ ความหมายข้อใดถูกต้อง

ก. เครื่องยนต์ทำงานได้วินาทีละ 900 จูล

ข. เครื่องยนต์ทำงานได้วินาทีละ 2,500 จูล

ค. เครื่องยนต์ทำงานได้วินาทีละ 3,750 จูล

ง. เครื่องยนต์ใช้พลังงานวินาทีละ 900 จูล

จ. เครื่องยนต์ใช้พลังงานวินาทีละ 2,500 จูล

29. ข้อใดอธิบายการเปลี่ยนรูปของพลังงานไม่ถูกต้อง

ก. เมื่อโยนวัตถุขึ้นไปพลังงานจลน์ของวัตถุจะลดลง

ข. เมื่อวัตถุตกลงพื้น พลังงานศักย์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้น

ค. เมื่อสปริงดีดตัว พลังงานศักย์ของสปริงจะลดลง

ง. เมื่อรถมีความเร็วเพิ่มขึ้น พลังงานจลน์ของรถจะเพิ่มขึ้น

จ. เมื่อมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่งจะไม่ทำให้พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ จุดนั้น ลดลง

30. ข้อใดไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกล

ก. จุดศูนย์ถ่วงของเครื่อง

ข. การสึกกร่อนของชิ้นส่วน

ค. การใช้งานเกินกำลังของเครื่อง

ง. อายุการใช้งานของเครื่อง

จ. ความหนืดของสารหล่อลื่นที่ใช้กับเครื่อง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นางฉุดี ศรีน้อย

ภูมิลำเนาเดิม 106/736 ตำบลออนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ

ภูมิลำเนาปัจจุบัน 137/19 ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

การศึกษา

ปีการศึกษา 2515 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนกองทัพบก อุปถัมภ์เพชราวุธวิทยา กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2518 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียน สตรีเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2520 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นต้น จากวิทยาลัยครูพระนคร กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2524 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษาบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2532 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ

หน้าที่ราชการ ปัจจุบันรับราชการครู สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ถนนพิบูลย์สงคราม เขตดุสิต กรุงเทพฯ