

507 073

ค ๒๖๑ ก

ว 3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญาโท

ของ

คัมภีร์ สุขศรี

16 เม.ย. 2535

11/11/11

134819

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ธันวาคม 2530

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177180

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
 ของ
 คัมภีร์ สุขศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
 ธันวาคม 2530

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอน ตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัด นครปฐม จำนวน 90 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest

Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง แตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการของเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง สูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการทางเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง สูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A COMPARISON ON SCIENCE ACHIEVEMENT AND OBJECTIVITY-INTELLECTUAL-HONESTY
COMPONENT OF SCIENTIFIC ATTITUDES OF MATHAYOM SUKSA II
STUDENTS LEARNING THROUGH INSTRUCTIONAL MODULES
AND THROUGH THE METHOD IN THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

KHAMPEE SUKSRI

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

December 1987

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa II Students' science achievement and objectivity-intellectual-honesty component of scientific attitude using instructional modules and IPST Teacher's Manual.

The subjects were 90 Mathayom Suksa II Students of Rachineburana School, Muang District, Nakornprathom, during the first Semester of the 1987 academic year. The experimental group was taught by instructional modules. The control group was taught by the IPST Teacher's Manual. R Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in the study. The t-test was statistically used for data analysis.

The results of this study indicated that .

1. The science achievement of the experimental group was significantly higher than that of the control group at the .05 level.
2. The scientific Process Skills achievement of the experimental group was significantly higher than that of the control group at the .01 level
3. The experimental group students gained significantly higher development of scientific Process Skills achievement on the basis of pretest and posttest scores.
4. The control group students gained significantly higher development of scientific Process Skills achievement on the basis of pretest and posttest scores.
5. There was no significantly difference between the experimental and control groups in the objectivity-intellectual-honesty component of scientific attitude.

6. No significant difference was found in the development of objectivity-intellectual-honesty component of scientific attitude between the pretest and posttest of the experimental group.

7. No significant difference was found in the development of objectivity-intellectual-honesty component of scientific attitude between the pretest and posttest of the control group.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณา
ปัญหานี้อย่างรอบคอบแล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน
.....กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
.....กรรมการ
.....กรรมการ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
ของ
คัมภีร์ สุขศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ธันวาคม 2530

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์พวงรัตน์ ทวีรัตน์ และอาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชวช พิทยพิทักษ์ อาจารย์นิทยา กิจโร อาจารย์ สุदारัตน์ จินดาวงษ์ อาจารย์อุษา คำประกอบ อาจารย์วิรงรอง โรจนกุล อาจารย์ลักขณา ศรีแสง ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ยุพิน คุมิยามิ ผู้อำนวยการโรงเรียนราชินีบูรณะ อาจารย์ฉวีวรรณ ทองมี อาจารย์วิทยา อุดมสุข อาจารย์เรณู จาปา และครู อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏโรงเรียนราชินีบูรณะ นักเรียนทุกคน ที่ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกในการทดลอง สร้างเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาแด่คุณแค บิดา มารดา ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมา โดยตลอด

คัมภีร์ สุขศรี

ธันวาคม 2530

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	7
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	8
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	8
	นิยามศัพท์เฉพาะ	9
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	14
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	15
✕ 4	เอกสารเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	20
	เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล	23
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	37
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล	62
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	65
ผลวิจัย ๓๓๗ ผล	3 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์	68
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	73
	ประชากร	73
	กลุ่มตัวอย่าง	73
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	73

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	74
แบบแผนการทดลอง	74
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	75
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	81
การวิเคราะห์ข้อมูล	82
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	83
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	88
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	96
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	96
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	96
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	97
การวิเคราะห์ข้อมูล	98
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	99
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	100
ข้อเสนอแนะ	104
บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก	115

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง	74
2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้บทเรียนโมดูล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามคู่มือครู) หลังการทดลอง	89
3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	90
4 พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียน และหลังการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล	91
5 พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียน และหลังการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู	92
6 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และ มีใจเป็นกลาง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	93
7 พัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ เป็นกลาง ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการ การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล	94
8 พัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ เป็นกลาง ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู	95

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	18
2 แสดงขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโมดูล	33

ภูมิหลัง

ปัจจุบันสภาพสังคมมีการเปลี่ยนไปจากเดิมอย่างมากมาย และต่างก็ยอมรับว่า อิทธิพลสำคัญที่มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว นั้น มาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการศึกษาในปัจจุบันได้มองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และบรรจุลงเป็นหนึ่งในหลาย ๆ วิชาที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์มีเพิ่ม เติมอยู่เสมอ ทั้งความรู้ด้านทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ก็มีใช้ความจริงที่ตายตัว แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งจะถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนได้จดจำแต่เพียงอย่างเดียว ย่อมเป็นไปได้ยาก ทั้งยังไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นการค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ (อาณวย รุ่งรัมย์ 2525 : 1) ดังนั้นการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีจึงควรให้ผู้เรียนได้รับทั้ง ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ไปด้วยในเวลาดังเดียวกัน (นิตา สะเพียรชัย 2521 : 7 - 8)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ในด้านเนื้อหาวิชาได้กำหนดโดยคำนึงถึงความเหมาะสม และสอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการและวุฒิภาวะของนักเรียนส่วนการเรียนการสอนจะเน้นให้นักเรียนได้เรียนแบบสืบเสาะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ด้วยการทำกิจกรรมและทำการทดลองต่าง ๆ ตามวิธีการทำนองเดียวกับวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้หาข้อเท็จจริงด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (ยุพา คันทิเจริญ 2529 : 2)

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในค่านิยมสืบเสาะแสวงหาความรู้จะประกอบด้วย (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 63)

1. ส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นวิธีการที่บุคคลใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้จะอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในอันที่จะช่วยให้เด็กเรียนมีโอกาสฝึกฝนในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดอันจะก่อให้เกิดความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

2. ส่วนที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ เช่น ความละเอียดถี่ถ้วน ความอดทน ความซื่อสัตย์ เป็นต้น

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ ต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ แต่จากการศึกษาค้นคว้าของ มัทนา จงสุขสันติกุล (มัทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 98) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งมุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีอยู่น้อย เป็นผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จากการศึกษาของ กิ่งฟ้า สิ้นธุวงษ์ (กิ่งฟ้า สิ้นธุวงษ์ 2525 : 113) พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม ซึ่งแสดงว่านักเรียนยังไม่ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เหตุผลประการหนึ่งมาจากครูสอนยึดเนื้อหามากเกินไป และสอนทักษะเท่าที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู ไม่ได้ชี้ให้เห็นถึงการนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ส่วนการศึกษาของ วัลภา จิรระวงศ์ (วัลภา จิรระวงศ์ 2528 : 66) พบว่า ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังมีความสามารถในการตั้งคำถามการออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปรอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และจากงานวิจัยของ สุเทพ อุตสาหะ (Usaha. 1983 2505-A)

ได้วิเคราะห์ระดับของความรู้จากคำถามที่มีอยู่ข้างท้ายของแต่ละบทในหนังสือแบบเรียน
 ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่ามีคำถาม 55.4% เป็นคำถามระดับสูงที่เน้นเกี่ยวกับทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แต่พบว่าในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีอยู่น้อยที่สุด
 และได้เสนอให้เพิ่มจำนวนคำถามระดับสูงให้มากขึ้นกว่าเดิมในหนังสือแบบเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว
 จะพบว่า นักเรียนยังประสบปัญหาในการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 อยู่มาก

จากความมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมิได้มุ่งที่จะให้
 นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น
 แต่ได้วางจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งที่จะต้องดำเนินการให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนคือ
 ให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพราะการที่นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แล้ว ก็จะช่วย
 ช่วยให้เขาเข้าใจและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบตัวได้ ทั้งยังจะช่วยให้
 เป็นผู้ที่รู้จักที่จะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง (สุนันท์ สังข์อ่อง
 2529 : 4)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นคุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการ
 แสวงหาความรู้ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 11) ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 จะมีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ มีเหตุผล อยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง มีความซื่อสัตย์
 และมีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม และมีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

สุนันท์ สังข์อ่อง (สุนันท์ สังข์อ่อง 2529 : 8) ได้กล่าวถึง เจตคติ
 ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความซื่อสัตย์ หมายความว่า ความพอใจที่จะแสวงหาความรู้ด้วยการ
 ค้นคว้าทดลองโดยปราศจากอคติหรือความรู้สึกส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง และตีความหมาย
 หรือเสนอผลการค้นพบตามความเป็นจริง โดยไม่ยอมอยู่ภายใต้อิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ
 และการเมือง

ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 4) ได้ระบุถึงคุณลักษณะ
 สำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางไว้ดังนี้

1. สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ
2. ใ้ป้มาสภาพทางสังคม เศรษฐกิจและการเมืองที่เกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
3. ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมาอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใด ๆ
4. มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
5. เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรมและละเอียดรอบคอบ

ความซื่อสัตย์ เมื่อพิจารณาในความหมายทั่วไปที่กล่าวว่า ความซื่อสัตย์ หมายถึง การมีค่านิยมประพฤติปฏิบัติตรงต่อความจริง เช่น ตรงต่อหน้าที่ ตรงต่อความรับผิดชอบ ตรงต่อคำมั่นสัญญา ตรงต่อระเบียบ กฎเกณฑ์ที่ดีของสังคม เป็นต้น (สงบ ลักษณะ 2524 : 34) เมื่อพิจารณาความหมายของความซื่อสัตย์ ในแนวของเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับความหมายโดยทั่วไปแล้ว จะเห็นได้ว่า ความซื่อสัตย์ในทางวิทยาศาสตร์มีซื่อจากค้อยู่ในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ การค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์

การปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนนั้น กล่าวได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ในทุกด้านมีความสำคัญและควรให้เกิดกับนักเรียนในทุกคุณลักษณะและถ้านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางแล้วจะมีผลให้นักเรียนได้รับความรู้จากการเสาะแสวงหา การค้นคว้าทดลองตามความเป็นจริง ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้ร่วมงาน ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาจริยธรรมด้านความซื่อสัตย์อีกด้วย เพราะจากการศึกษา ฦฎฐพงษ์ เจริญพิทย์ (ฦฎฐพงษ์ เจริญพิทย์ 2524 : 98 - 105) พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์ มีความสัมพันธ์กับจริยธรรมด้านความซื่อสัตย์ ด้วยเหตุนี้เองทำให้คาดหมายว่าจะมีผลต่อสังคมในอันที่จะช่วยให้สังคมบังเกิดความสุข ความร่มเย็นต่อไป

แนวทางในการพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 57 - 58) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปคือ ให้จัดการเรียนการสอนที่เน้นวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการทดลอง เพื่อให้นักเรียนมีโอกาใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อันจะเป็นการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปในเวลาเดียวกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม มีการกระตุ้นโดยใช้สถานการณ์หรือคำถามพร้อมทั้งให้แบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แนวทางที่ทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอไว้นี้พบว่าสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ คลัส เมียร์ (สุนันท์ สังข์อ่อง 2523 : 10 - 11 อ้างอิงมาจาก (Klausmeir, n.d.) ได้เสนอว่า ครูควรสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ดำเนินตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการค้นคว้าด้วยตนเอง และเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ทั้งยังกล่าวว่าการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรได้ทำที่ละด้าน จากแนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ มีการทำงานกลุ่ม จัดสถานการณ์หรือบุคคลที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ เอาแบบอย่าง ซึ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก็จะสามารถพัฒนาได้ตามแนวทางที่กล่าวมาแล้ว

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของ สสวท. ที่ให้เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการทำกิจกรรมและทดลองต่าง ๆ อันจะให้นักเรียนได้เกิดทั้งความรู้และกระบวนการค้นหาความรู้ที่ประกอบไปด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่าในทางปฏิบัติยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ข้อจำกัดในเรื่องจำนวนนักเรียนต่อห้องเรียน ความแตกต่างด้านความพร้อมและความสามารถของนักเรียนในชั้นเดียวกัน จึงอาจทำให้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านดำเนินไปได้ไม่เต็มที่ (ยุพา ตันติเจริญ 2529 : 3) นอกจากนี้ในการเรียนการสอนพบว่าครูมักจะเน้นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาคำตอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ละเลยความสำคัญในการสอนให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนไพบุลย์ 2526 : 24)

๕) จากปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งค่านักเรียนและครูผู้สอน
 ดังที่กล่าวมาแล้ว แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวให้ลดน้อยลงได้คือ การนำเอา
 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ (อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ 2526 : 63)
 บทเรียนโมดูลจัดเป็นนวัตกรรมรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน
 วิชาวิทยาศาสตร์ได้

บทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่สำเร็จในตัวเองซึ่งเน้นวิธีการเรียน มีความสำคัญ
 มากเท่ากับเนื้อหาวิชา (กาญจนา เกียรติประวัติ ม.ป.ป. : 87) รูปแบบของ
 บทเรียนโมดูลจะเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง การทำกิจกรรม
 การเรียนภายในบทเรียนเป็นไปอย่างมีระบบ ผู้เรียนจะออกจากระบบโมดูลได้ก็ต้อง
 มีสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ในโมดูลแล้ว นอกจากนั้นบทเรียนโมดูลสามารถแยกแยะ
 เนื้อหาออกเป็นส่วน ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย (ประทวน อ่อนใสว 2527 : 28-29)
 บทเรียนโมดูลจะเป็นการรวบรวมวิธีการเรียนหลายรูปแบบไว้ เช่น การอภิปรายกลุ่มย่อย
 ซึ่งอาจปีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนทัศนคติ การใช้สื่อทัศนูปกรณ์ประกอบการเรียน
 การทดลอง เป็นต้น การใช้บทเรียนโมดูลมีได้หมายความว่า จะทำให้การสอนเป็นเครื่องจักร
 เพียงแต่นำเอาเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือของโมดูลเท่านั้น (กาญจนา เกียรติประวัติ
 ม.ป.ป. : 89)

จากสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของ สสวท.
 ทั้งค่านักเรียนและผู้สอน เช่น จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนมากเกินไป การสอนที่เน้น
 เนื้อหามากกว่าเปิดโอกาสให้นักเรียนหาคำตอบโดยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ความสามารถ
 ของนักเรียนที่แตกต่างกัน เป็นต้น จะเห็นได้ว่าบทเรียนโมดูลได้เข้ามาช่วยในการแก้ไข
 ปัญหาที่เกิดขึ้นให้ลดน้อยลงได้ (กาญจนา เกียรติประวัติ ม.ป.ป. 89) และจากงาน
 วิจัยที่ได้นำบทเรียนโมดูลมาใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า
 นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดย
 วิธีปกติ (สุมาลี ศรีทองกิตติกุล 2521 : 58) หรือจากงานวิจัยของประทวน อ่อนใสว
 (ประทวน อ่อนใสว 2527 : 65 - 75) ที่นำบทเรียนโมดูลไปใช้สอนกับนักเรียน

๙. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนโดยการสอนตามแผนการสอนของ สสวท. สำหรับการนำบทเรียนโมดูลมาใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การลาเสียงในสิ่งมีชีวิตนั้น ยังไม่พบว่ามีผู้ใดศึกษามาก่อน ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงผลการนำบทเรียนโมดูลมาใช้สอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลางของนักเรียน โดยการเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู ✓
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ✓
4. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ✕
5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู ✓
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล
7. เพื่อศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญในการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าจะทำให้ทราบถึงผลการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียน ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 630 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบคือ

3.1.1 การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

3.1.2 การสอนตามคู่มือครู

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.1.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2.1.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์

3.2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4. เวลาที่ใช้ในการทดลอง
การศึกษากันกว่าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
การศึกษากันกว่าครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) เรื่องการเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนโมดูล หมายถึง ชุดของหน่วยการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมให้นักเรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ซึ่งประกอบด้วย หลักการและเหตุผล จุดมุ่งหมาย ความรู้พื้นฐาน การประเมินผลเบื้องต้น กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลหลังการเรียนรู้ และการเรียนซ่อมเสริม

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมที่จัดให้ดำเนินการไปตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง คือ

ชั้นระบุปัญหา เป็นชั้นที่กำหนดสถานการณ์ด้วยข้อความเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและพิจารณาขอบข่ายของปัญหา

ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นชั้นที่นักเรียนช่วยกันคิดหาคำตอบล่วงหน้าในปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งช่วยกันวางแผนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน เป็นชั้นที่นักเรียนร่วมกันทดลองรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

ขั้นสรุปผล เป็นชั้นที่นักเรียนได้ความรู้จากการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตรวจสอบสมมติฐาน

และในทุกชั้นตอนนักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ และแนวทางในการดำเนินการไปตามลำดับ รวมทั้งเน้นพฤติกรรมที่แสดงถึงความเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ในชั้นตอนต่าง ๆ จนครบทุกชั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 กิจกรรมบังคับ จะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนต้องทำโดยการศึกษาจากเอกสาร

1.2 กิจกรรมเลือก จะเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่จัดไว้อย่างน้อย 1 กิจกรรม โดยจัดกิจกรรมไว้ให้เลือก 3 กิจกรรมคือ

1.2.1 ศึกษาจากเอกสาร

1.2.2 ศึกษาจากเทปบันทึกเสียง

1.2.3 ศึกษาจากสไลด์ประกอบเสียง

ทั้งนี้ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับ และกิจกรรมเลือก

2. การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนโมดูล ทั้งในลักษณะที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกจนให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียนโมดูล

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดขึ้น โดยใช้รูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1 ขั้นตอนปราชญ์หา

3.1.1 อภิปรายปัญหา

3.1.2 อภิปรายจุดประสงค์ของการทดลอง

3.1.3 อภิปรายวิธีทดลอง

3.1.4 อภิปรายคุณค่าของความเชื่อ ทัศนคติและมีใจเป็นกลาง และขอความร่วมมือในขณะทำการทดลอง

3.2 ชั้นทดลอง

ทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3.3 ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมารวบรวมอภิปรายเพื่อสรุปผล

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิด ความคล่องแคล่วชำนาญ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐานคือ ทักษะการสังเกต ทักษะ การวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปก และสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ

ทักษะขั้นบูรณาการ เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่ใช้ในการ สืบเสาะแสวงหาความรู้ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการ สื่อความหมายและลงข้อสรุป

4.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดล่วงหน้าจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม

4.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในสมมติฐานให้เป็นที่เข้าใจตรงกันและสามารถทดสอบ หรือวัดได้

4.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อไม่ให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

4.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

4.4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและความคุมตัวแปร) อุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

4.4.2 การปฏิบัติการณ์การทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

4.4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

4.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง "การละลายในสิ่งมีชีวิต" ซึ่งประกอบด้วย

5.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ วัดได้จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการละลายในสิ่งมีชีวิต ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดและปฏิบัติการในทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดาเสียงในสิ่งมีชีวิต ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก แนวโน้มการกระทำ และการเลือกกระทำของบุคคลที่เอื้อต่อการแสวงหาความรู้ จากแนกเป็นด้านต่าง ๆ ได้แก่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ด้านความมีเหตุผล ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความใจกว้าง ด้านความเพียรพยายาม ด้านความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ซึ่งหมายถึง ความรู้สึก แนวโน้มการกระทำ และการเลือกกระทำของบุคคลเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยปราศจากอคติ หรือความรู้สึกส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง และตีความหมายหรือเสนอผลของการทดลองตามความเป็นจริง วัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบสถานการณ์ ซึ่งมีคำถามเกี่ยวกับความรู้สึก แนวโน้มการกระทำ และการเลือกกระทำในแต่ละสถานการณ์

พฤติกรรมที่แสดงถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ได้แก่

6.1 รายงานการสังเกตหรือผลการทดลองตามความเป็นจริง ทั้งเมื่อรายงานผลจะต้องแสดงข้อมูลในด้านต่าง ๆ โดยมาจากข้อมูลที่รวบรวมจากการค้นคว้าทดลองเท่านั้น

6.2 ประเมินสถานการณ์และพิจารณาข้อมูลจากที่มีอยู่โดยปราศจากอคติ ทั้งที่สนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งไม่คิดดัดแปลงข้อมูลแม้จะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน

6.3 พอใจและเต็มใจที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง และเต็มใจที่จะให้ผู้อื่นทานข้อผิดพลาดของตน

6.4 ไม่นาเอาความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัว หรือสภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง มาเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในการทดลองและตีความหมายของผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางแตกต่างกัน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีพัฒนาการของเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้น
7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสาร เกี่ยวกับการวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสาร เกี่ยวกับบทเรียนโมดูล
4. เอกสาร เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสาร เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีและทุกวิธีต่างก็มุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ดังที่ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ เช่น

ซันด์ (Sand. 1973 : 62 - 65) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิกา สะเพียรชัย (นิกา สะเพียรชัย 2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 36) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวน เป็นการสอนที่ครูมุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นพบด้วยตัวเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ผดุงยศ ดวงมาลา (ผดุงยศ ดวงมาลา 2523 : 63) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ด้วย เพื่อให้ให้นักเรียนได้กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาแล้วจึงอาจสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุน จัดเตรียม กิจกรรม สถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งนักเรียนจะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

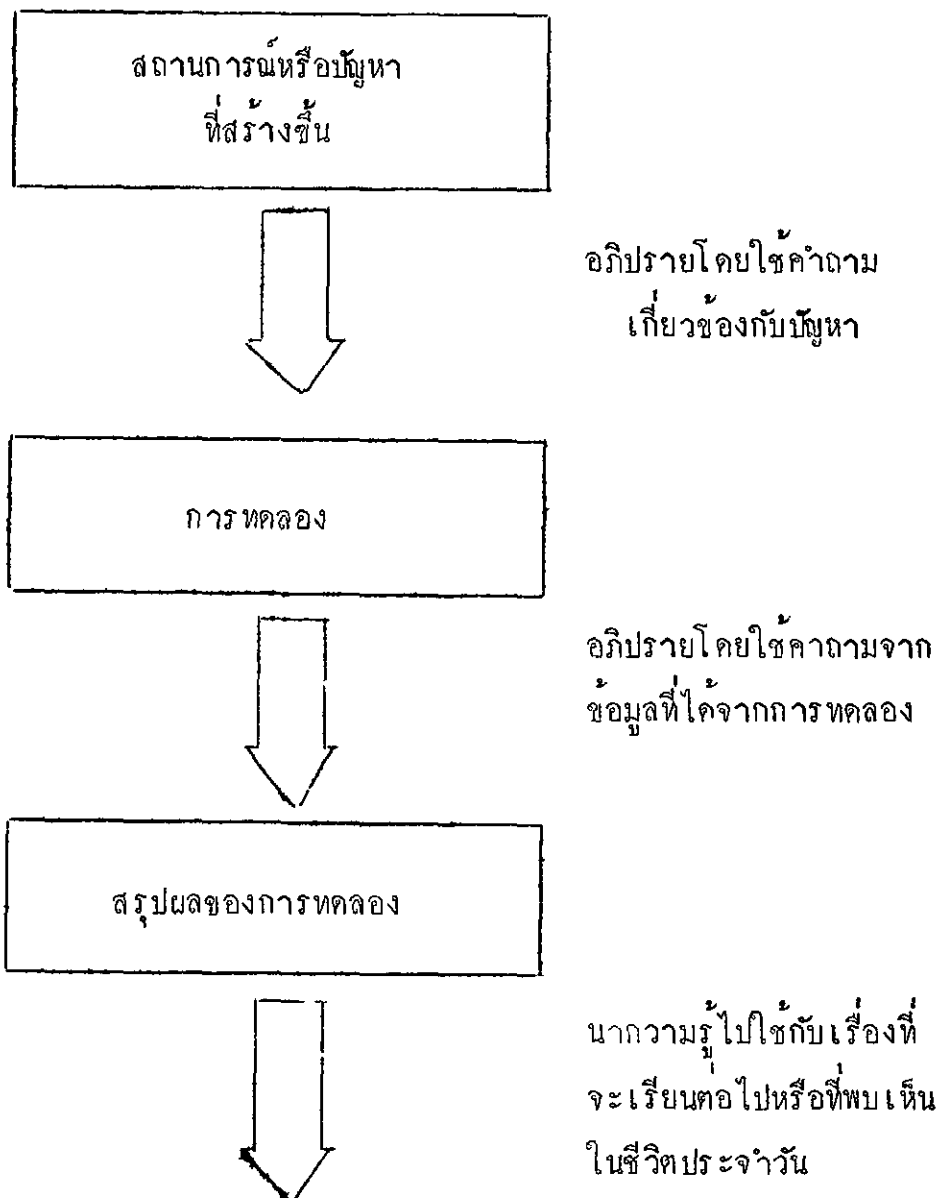
ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 115 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความถึกของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ไต่จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่แบ่งเป็น
ขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ถึงความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา ข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนាំนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้อาจเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลอง และบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้นและควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อ

จากความหมายและขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่า เป็นวิธีสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนถึงวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

เอกสารเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สองส่วนคือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้แก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น อาจจะไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคล นอกจากนี้การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้ที่นำไปใช้ไม่กังวลอะไรอย่างปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วนหาข้อมูลเพิ่มเติมถ้ายังไม่เพียงพอเพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุหรือวิธีการที่ถูกต้อง (พบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 231 - 233)

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (พบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 231 - 233) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า จะต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) เช่น ทักษะในการสังเกต การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การจำแนก การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การทำนาย การสรุปอ้างอิง การให้นิยามปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง โดยนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตอนตามต้องการและเหมาะสมในการใช้ และในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ในขั้นแรกจะต้องมีการบ่งชี้ปัญหา แล้วตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นก็กำหนดวิธีการสังเกต หรือวิธีทดลองเกี่ยวกับเรื่องรานั้น ๆ แล้วทำการสังเกตหรือทดลองจนได้ข้อมูลต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลอง หรือเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 9 - 10) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ กล่าวคือ เมื่อคนเรามีความสนใจหรือต้องการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะหาทางค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันมากได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจจะมี 5 ขั้นบ้าง 6 ขั้นบ้าง แต่แนวหลักแล้วเหมือนกัน ซึ่งถือว่าเป็นการจำลองรูปแบบของการค้นคว้าหรือการเสาะแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้เป็น 4 ขั้นดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

สำหรับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จัดเป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่น่าสนใจเอาขั้นตอนหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบมาใช้ในการสอน วิธีสอนแบบนี้อาจจะเรียกได้หลายอย่างเช่น วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ หรือวิธีสอนแบบแก้ปัญหา (Problem - Solving) หรือวิธีสอนแห่งปัญญา ผู้ที่คิดวิธีสอนแบบนี้ขึ้นมาก็คือ จอห์น ดีวอี้ (John Dewey) โดยยึดหลักที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น โดยนักเรียนจะนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ๆ ในการคิดที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 99 - 101) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การที่จะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมเรื่องที่จะเรียนออกมาในรูปของปัญหา เราความสนใจของนักเรียนให้เกิดจุดรวมของปัญหาต่าง ๆ รวมกัน ในเรื่องที่จะเรียน กิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาอาจจะได้แก่

1. การให้สังเกตของจริง ภาพประกอบที่ครูหรือนักเรียนช่วยกันเตรียมมาอภิปรายร่วมกันจนเกิดปัญหา
2. อาศัยการทดลองหรือการสาธิตเป็นขั้นต้นเพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา
3. การเล่าเรื่องตำนานหรือนิทานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นการเร้าความสนใจให้เกิดขึ้น และการตั้งปัญหาจะตามมาในภายหลัง
4. การให้ดูภาพยนตร์ สไลด์ และฟิล์มสตริป
5. การทายปัญหา
6. การใช้ข่าวและเหตุการณ์ประจำวัน หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นขณะนั้น

7. การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น บทบาทสมมุติ เล่นเกมส์ หรือสถานการณ์อื่น เพื่อเป็นการสร้างให้เกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา (Setting Up of Hypothesis)

สมมติฐานจะเกิดจากการที่ได้สังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนหรือเดาสีงต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล การตั้งสมมติฐานจะเป็นไปในลักษณะการวางแผนกิจกรรมร่วมกัน เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ คือหาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบซึ่งจะต้องใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกัน ไม่ใช่เพียงวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว

ขั้นที่ 3 ทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering Data) เมื่อได้วางแผนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาแล้วก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน หรือจากการทดลอง แล้วจดบันทึกรายละเอียดของข้อมูลเหล่านั้นเอาไว้ ครูจะบีบบทบาทเป็นที่ปรึกษาคอยแนะแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แนะนำแหล่งข้อมูลหรือเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองให้พร้อม

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) เมื่อครูและนักเรียนได้ความรู้ต่าง ๆ จากปัญหาที่วางไว้เป็นแนวทางแล้วก็ควรจะนำข้อมูลนั้นมาเสนอเพื่อให้สมาชิกได้อภิปรายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของแต่ละบุคคล มีการซักถามหรือแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะต้องเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง ช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาดและเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 สรุปผล เป็นขั้นที่มีการสรุปผลที่ได้จากข้อมูล เพื่อเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำที่มีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์และสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นวิธีที่น่ามาใจฝึกฝนผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาได้ ตลอดจนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้มีผู้กำหนดไว้หลาย ๆ ลักษณะ แต่เมื่อพิจารณาโดยส่วนรวมก็อยู่ในข่ายเดียวกัน สำหรับในการทากิจครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโมดูล ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะขั้นบูรณาการ โดยดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นได้ยึดตามแนวของคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดออกเป็น 4 ขั้นคือ

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ตรวจสอบสมมติฐาน
4. สรุปผล

เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลเป็นนวัตกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนได้ด้วยตนเอง บทเรียนโมดูลเป็นกลุ่มประสบการณ์ที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงพฤติกรรมตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของบทเรียนโมดูล ไว้ดังนี้

บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 22) ได้ให้ความหมายบทเรียนโมดูลว่า หมายถึง บทเรียนหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง สร้างขึ้นให้นักเรียนได้ศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์แน่นอนโดยที่บทเรียนหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยวัสดุต่าง ๆ

และคำสอนที่จำเป็นและจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ แสดงสมรรถภาพตามที่กำหนดไว้ใน
วัตถุประสงค์ของโมดูลนั้น ๆ ขนาดของโมดูลจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เด็ก
ได้รับ และวัตถุประสงค์ในแต่ละโมดูลจะต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและเวลา
ใช้ในการเรียนการสอนด้วย

ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา (ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา 2519 : 1)
กล่าวว่าบทเรียนโมดูล หมายถึง กิจกรรมการเรียนซึ่งจัดเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
บทเรียนนั้น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูลขึ้นอยู่กับระดับ
ที่บทเรียนนั้น ๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย
มาน้อยเพียงใด

วิชัย วงษ์ใหญ่ (วิชัย วงษ์ใหญ่ 2521 : 121) กล่าวว่า บทเรียน
โมดูล หมายถึง กิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงถึงสมรรถภาพ
ที่จะเป็นครูในการฝึกสมรรถภาพเป็นครูอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างก็ได้
รูปแบบของโมดูลนั้นจะเป็นบทเรียนหรือหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวสร้างขึ้นมา
เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอนและชัดเจน โมดูลหนึ่ง ๆ
ประกอบด้วยสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้และแสดงสมรรถภาพ
ได้ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของโมดูลนั้น ๆ

ลอเรนซ์ (Lawrence. 1973 10) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลไม่ใช่ตำรา
เรียนหรือสมุดแบบฝึกหัดและอื่น ๆ แต่โมดูลคือ หน่วยการสอนที่มีเนื้อหาจบในตัวเอง
สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเองมากกว่าจะใช้ครู ซึ่งประกอบด้วยสื่อการเรียน
และกระบวนการ เพื่อที่จะใช้ถ่ายทอดเรื่องราวอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีส่วนประกอบ
ได้แก่ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนและการประเมินผล ตามปกติมักนิยมใช้ในลักษณะ
ที่เป็นเอกสารการพิมพ์หรือทำเป็นหนังสือเล่มเล็ก ๆ

เอเรนส์ (Arends. 1973 : 6) กล่าวว่า บทเรียนโมดูล หมายถึง
ชุดของกิจกรรมการเรียนที่จัดเรียงตามลำดับความยากง่าย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

พาร์สัน และคนอื่นๆ (Parsons and others. 1976 : 31) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่นักเรียนสามารถเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเอง อย่างสะดวกตามความสามารถของตนเอง จะใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการและสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม

จากความหมายของบทเรียนโมดูลที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า บทเรียนโมดูลเป็นชุดของการเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยกระบวนการที่ได้รับการออกแบบไว้ในหน่วยการเรียน (Modules) ที่ดำเนินไปตามจุดประสงค์ที่วางไว้อย่างแน่นอน

ลักษณะของบทเรียนโมดูล

ฮุสตัน (Houston. 1972 47) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของบทเรียนโมดูลไว้ 6 ประการคือ

1. ก่อนที่จะสร้างโปรแกรมการเรียนในส่วนย่อยหรือในรายวิชา จำเป็นต้องพิจารณาโปรแกรมใหญ่ทั้งหมดเสียก่อนเสมอ ในทางปฏิบัติที่ผ่านมา ผู้สอนมักจะไม่ค่อยคำนึงถึงโครงการใหญ่มากนัก มักสอนตามที่เห็นว่าสมควร ประสบการณ์การเรียนจึงไปสอดคล้องสับสนกัน ทำให้เกิดช่องว่างและเนื้อหาซ้ำซ้อน
2. เน้นตัวผู้เรียนมากกว่าผู้สอน โดยถือเอาความต้องการของผู้เรียนเป็นเครื่องกำหนดสิ่งที่จะเรียน ไม่ใช่ถือเอาความรู้ของครูและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเครื่องกำหนดเนื้อหาเช่นแต่ก่อน การใช้บทเรียนโมดูลจะทำให้ผู้สอนมองเห็นว่าการสอนโดยใช้การบรรยายนั้นมีความสำคัญน้อยลง
3. เน้นจุดประสงค์เป็นเบื้องต้น ไม่ใช่เน้นที่กิจกรรมการเรียน จุดประสงค์จึงต้องบ่งไว้ชัดเจนเป็นประการแรก ส่วนกิจกรรมการเรียนเพื่อให้จุดประสงค์ได้บรรลุผลสำเร็จนั้นจึงจะตามมา การเรียนการสอนที่เน้นจุดประสงค์ที่ชัดเจนดังกล่าวจะช่วยขจัดปัญหาอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนออกไปได้

4. การเรียนแบบรายบุคคล (Individualized) และเป็นส่วนตัว (Personalized) การเรียนเป็นรายบุคคลในแง่ที่ว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ช้าหรือเร็วตามขีดความสามารถของตนและการเรียนนั้น เน้นเรื่องส่วนตัวในแง่ที่ว่าผู้เรียนแต่ละคนอาจมุ่งไปสู่เป้าประสงค์และจุดประสงค์ของการเรียนรู้นั้นหลายอย่างต่างกันได้ การเรียนการสอนที่ใช้อยู่ทั่วไปนั่นคือ การเปรียบเทียบทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ส่วนการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลนั้นเปรียบเทียบการเรียนกับจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ล่วงหน้าเท่านั้น

5. รวมวิธีการสอน (Instructional Modules) หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกัน แทนที่จะใช้การสอนเพียงอย่างเดียว เช่น การบรรยาย ก็อาจจะปฎิบัติกรรมอื่น ๆ เป็นต้นว่า การเรียนในกลุ่มย่อยจนถึงการศึกษาทดลองและการใช้บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น

6 บทเรียนโมดูลเน้นกระบวนการ (Process) ไม่ใช่ผลขั้นสุดท้าย (Product) จึงต้องมีการแก้ไขปรับปรุงกันอยู่ตลอดเวลา

ส่วนประกอบของบทเรียนโมดูล

โบลูกทุกแบบจะต้องประกอบด้วยขั้นตอน ประการต่อไปนี้ (Houston and others. 1972 • 167 - 169)

1. แก์โครงละเอียด (Prospectus) เป็นส่วนที่รวบเอาหลักการและเหตุผลไว้ด้วยกัน ซึ่งหลักการและเหตุผลนี้จะบอกชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

1.1 ความสำคัญของความมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลที่มีต่อนักเรียนและการศึกษาโมดูลนั้น ๆ

1.2 แก์โครงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้เรียนจากโมดูลนั้น

ถ้าผู้เรียนเข้าใจความมุ่งหมายของบทเรียนก็จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมีผลต่อผู้เรียนมาก แก์โครงละเอียดนี้จะเป็นขอบข่ายของโมดูลด้วย จะบอกให้ผู้เรียนทราบว่า ต้องผ่านการเรียนอะไรหรือมีความรู้พื้นฐานอะไรมาก่อนบ้าง และบอกวิธีดำเนินการอย่างคร่าว ๆ ที่จะทำให้นักเรียนโมดูลนี้สำเร็จ

2. จุดประสงค์ (Objectives) เป็นส่วนสำคัญที่สุดของบทเรียนโมดูล
ทุกประโยชน์ของจุดประสงค์จะต้องชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ กำหนดว่าสมรรถภาพ
อะไร พฤติกรรมอะไรที่นักเรียนจะแสดงออกได้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว จึงจะยอมรับว่า
ได้ผ่านโมดูลนั้นไปได้ จุดประสงค์ทำให้การวางแผนและประเมินผลการเรียนของผู้เรียน
ได้วางโครงสร้างของโมดูล ตลอดจนช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียนได้อีกด้วย

3. การประเมินผลก่อนการเรียน (Pre-Assessment) หมายถึง การวัด
ในเรื่องต่อไปนี้

3.1 เพื่อจะรู้ว่า ผู้เรียนมีความรู้หรือสมรรถภาพพื้นฐานในสิ่งที่จะเรียน
ในบทเรียนโมดูลหรือยัง หรือจะต้องฝึกสมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานก่อนจะเริ่มเรียน

3.2 เพื่อจะรู้ว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่ระบุไว้ในโมดูล
หรือยัง เขากว่าจะเรียนโดยใช้กิจกรรมใดเพื่อที่จะได้บรรลุจุดประสงค์

3.3 เพื่อจะรู้ว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในบางส่วนของ
สมรรถภาพที่ระบุไว้ในบทเรียนโมดูลหรือไม่ ถ้ามีเขาอาจจะรวบในกิจกรรมการเรียน
บางกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับที่เขายังไปได้เรียนรู้เท่านั้น

การประเมินผลก่อนการเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความสามารถ
ของตนตามจุดประสงค์บางส่วนหรือทั้งหมด นอกจากนั้นยังช่วยให้เห็นว่า ผู้เรียน
อาจจะยังไม่พร้อมที่จะเรียนโมดูลนั้นก็ได้ เนื่องจากขาดความรู้พื้นฐานของโมดูลนั้น
การประเมินผลก่อนการเรียนจะใช้แบบทดสอบลักษณะใดก็ได้ เช่น แบบปรนัย อัตนัย
การทูลานสง การสอบปากเปล่า หรือการอภิปรายก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมของ
จุดประสงค์ เนื้อหาและระดับของผู้เรียน ไม่จำเป็นต้องมีแบบแผนตายตัว

4. กิจกรรมการเรียน (Enabling Activities) กิจกรรมการเรียน
จะจัดตามจุดประสงค์ของโมดูลและเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือก (Instructional
Alternative) เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่
กำหนดไว้ ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง โดยเลือกกิจกรรมนั้น ๆ
ตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน ถ้าหากจุดประสงค์หรือกิจกรรม
นั้นมีลักษณะต่อเนื่องกัน ควรจะได้ทำแผนผังหรือกาอธิบายของการลำดับกิจกรรมที่ต้องการ

5. การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment) เพื่อจะบอกให้ผู้เรียนได้รู้ว่า เรียนสำเร็จตามจุดประสงค์ของโมดูลมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่ผ่านก็ควรจะเรียนเพิ่มเติมอย่างไร เรียนเพิ่มเติมในส่วนไหนของบทเรียนและที่สำคัญ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลหลังการเรียน ยังชี้ให้เห็นข้อบกพร่องในการเรียนการสอนของบทเรียนโมดูลด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนต่อไป การประเมินผลหลังการเรียนอาจจะเหมือนหรือไม่เหมือนกับแบบประเมินผลก่อนการเรียนก็ได้ แล้วแต่ลักษณะของการประเมินผล

ส่วนประกอบทั้ง 5 ข้อนี้จะขาดส่วนหนึ่งส่วนใดไม่ได้ และอาจมีส่วนอื่น ๆ เพิ่มเข้ามาก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่จุดประสงค์ของผู้สร้างบทเรียนโมดูล เช่นอาจจะแยกความรู้พื้นฐานออกมากำหนดต่างจากเค้าโครงจะเอียงก็ได้ ส่วนมากชั้นความรู้พื้นฐานจะพยายามกำหนดไว้ให้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย การเรียนซ่อมเสริมอาจแยกออกมาจากการประเมินผลหลังการเรียน เพื่อแนะนำผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลหลังการเรียน การเรียนซ่อมเสริมจะแนะนำผู้เรียนว่าควรจะซ่อมเสริมด้วยกิจกรรมใดหรือควรปรึกษากับผู้สอนก่อน

รูปแบบของบทเรียนโมดูล

รูปแบบของบทเรียนโมดูลมีได้หลายรูปแบบ ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว สามารถออกแบบให้เหมาะสมในกระบวนการเรียนการสอน และก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบของ ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา เป็นแบบในการสร้างบทเรียนโมดูล

ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา (ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา 2519 : 1)
ได้เสนอรูปแบบของบทเรียนโมดูล มีองค์ประกอบ 7 ประการดังนี้

1. หลักการและเหตุผล (Rationale)

หลักการและเหตุผล ปีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1. เพื่ออธิบายวัตถุประสงค์และความสำคัญของจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนการสอนในแง่ของการสำรวจข้อมูล ทฤษฎีหรือการปฏิบัติ
2. เพื่อจัดหน่วยการเรียนการสอนและจุดมุ่งหมายให้สอดคล้องกับเนื้อหา

หลักการและเหตุผลจะช่วยอธิบายถึงความสำคัญของหน่วยการเรียนการสอน และยังช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความมุ่งหมายของหลักสูตรทั้งหมด พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนการสอนที่กำลังเรียนกับเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่เขาจะต้องเรียนต่อไป

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives)

จุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน (Instructional Objectives)
ระบุความสามารถที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออก
2. จุดมุ่งหมายในการแสดงออก (Expressive Objectives)
ระบุเหตุการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องมีประสบการณ์

จุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลหาหน้าที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. ช่วยเป็นสื่อที่เชื่อมโยงจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชา ความคาดหวัง และวิธีสอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนและอาจารย์ผู้สอนได้ทราบ
2. ช่วยให้อาจารย์ผู้สอนได้วางแผนและประเมินผลจุดมุ่งหมายวิธีสอน และผลการสอนของตนได้

ดังนั้น จุดมุ่งหมายจึงเป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้างของบทเรียนโมดูล และช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงความรู้ความสามารถ

ตามที่ระบุไว้ อย่างไรก็ตามบทเรียนโมดูลต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันตามจำนวนของ
จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ บทเรียนโมดูลบางเรื่องอาจจะมีจุดมุ่งหมายเพียงอย่างเดียว
แต่บางโมดูลอาจจะระบุจุดมุ่งหมายไว้หลายประการ

3. ความรู้พื้นฐาน (Pre-Requisites)

ความรู้พื้นฐานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ความสามารถพื้นฐานทั่วไปที่จำเป็นในการเริ่มต้นบทเรียนโมดูล
หรือกระบวนการของบทเรียนโมดูล
2. ความสามารถเฉพาะซึ่งได้เรียนมาแล้วในบทเรียนโมดูลก่อน ๆ
โดยทั่วไปควรจัดบทเรียนโมดูลที่มีความรู้พื้นฐานที่ต้องเรียนมาก่อนในขั้นที่สุด ทั้งนี้
เพื่อสะดวกในการยึดหยุ่นของโปรแกรมการเรียน นอกจากนี้การสร้างแบบประเมินผล
เบื้องต้นควรให้ครอบคลุมถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นด้วย

4. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment)

การประเมินผลเบื้องต้น มักจะใช้การทดสอบโดยการเขียน อย่างไรก็ตาม
ก็ตาม ในการสร้างบทเรียนโมดูลควรจะได้พิจารณาถึงกลยุทธ์ของการทดสอบอย่างอื่น
ด้วย ทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการ แบบปรนัยและอัตนัย เช่น การอภิปราย
ระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ก็อาจจะเป็นการประเมินผลเบื้องต้นได้ เป็นต้น

ความมุ่งหมายของการประเมินผลเบื้องต้น

1. เพื่อดูว่าผู้เรียนสามารถแสดงความรู้ที่เป็นพื้นฐานนั้น ๆ ก่อนเรียน
บทเรียนโมดูล
2. เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถบางส่วนที่ระบุไว้ใน
บทเรียนโมดูลที่กำลังจะเรียนแล้วหรือยัง หรือเขาควรจะได้รับความช่วยเหลือแนะแนว
ในกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลนั้น

3. เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถบางส่วนที่ระบุไว้ในบทเรียน โมดูลที่กำลังจะเรียนหรือไม่ ถ้ามีเขาอาจจะเรียนในกิจกรรมการเรียนบางกิจกรรม ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เขายังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

5. กิจกรรมการเรียน (Instructional Alternatives)

กิจกรรมการเรียน หมายถึง งานที่จะให้ผู้เรียนทำเพื่อช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้และบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้

ข้อเสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียน ดังนี้คือ

1. ควรจัดให้มีกิจกรรมการเรียนหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียน รวมทั้งให้ผู้เรียนได้จัดกิจกรรมของตนเองด้วย
2. ประสมการต่าง ๆ ที่จัดขึ้น ควรเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้
3. ควรจัดทำแผนผังหรือคำอธิบายของการวัดลำดับกิจกรรมที่จะเรียน ถ้าหากจุดมุ่งหมายหรือกิจกรรมการเรียนมีลักษณะที่ต่อเนื่อง
4. ควรจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเท่าเทียมกันในการที่จะบรรลุถึงจุดมุ่งหมาย

6. การประเมินผลหลังการเรียน (Post-Assessment)

วิธีการประเมินผลหลังการเรียนอาจจะเหมือนหรือแตกต่างจากวิธีการประเมินผลเบื้องต้น และสามารถจัดได้หลาย ๆ วิธี ซึ่งการประเมินผลหลังการเรียนควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ประเมินผลทั้งหมดที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายด้วยวิธีที่เชื่อถือได้
2. ประเมินผลเฉพาะที่ระบุไว้เป็นต้นๆ ก่อนเรียนบทเรียนโมดูลนั้น หรือก่อนเริ่มโปรแกรม

3. การประเมินผลหลัง การเรียนควรวัดหาทั้งในระหว่างการเรียน และหลังการเรียน

4. การประเมินผลหลังการเรียนจะต้อง เป็นจริงและมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเวลา ทั้งผู้เรียนและผู้สอน

7. การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

การเรียนซ่อมเสริม อาจจะกำหนดไว้แบบเรียนหรือไม่ก็ได้จัดเป็น กิจกรรมการเรียนที่จะช่วยเหลือผู้เรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบหลังบทเรียน อาจจะดำเนินการตามแบบเดิมหรืออาจเปลี่ยนแปลงก็ได้ การเรียนซ่อมเสริมนี้วัตถุประสงค์ก็เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนมิให้ต้องโทษ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บรรลุผลสำเร็จ โดยทั่วไปกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมนี้ผู้สอนและผู้เรียนจะกำหนดร่วมกัน โดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียน และการประเมินผลหลังการเรียน

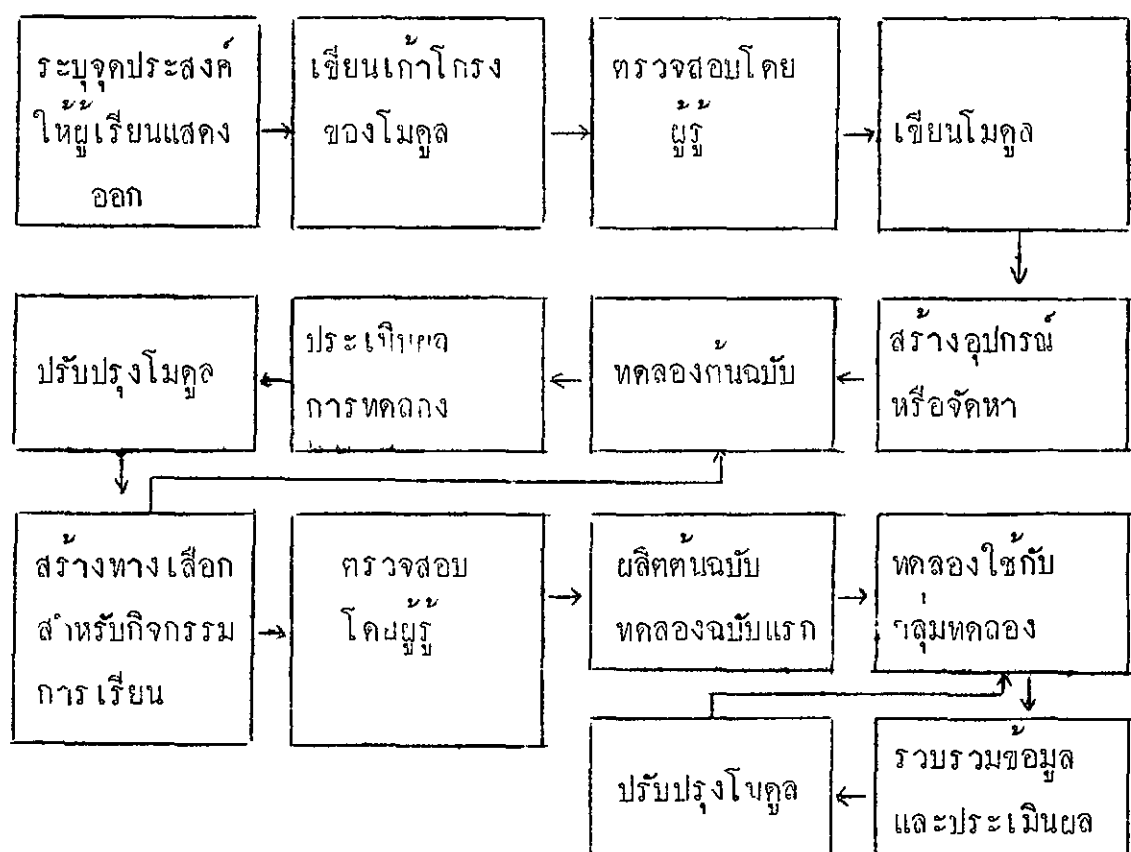
ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโมดูล

กาญจนา เกียรติประวัติ (กาญจนา เกียรติประวัติ ม.ป.ป. : 90) ได้แบ่งขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโมดูลออกเป็น 4 ขั้นตอน

1. การวางแผน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในขั้นนี้คือ หัวสูตร จุดมุ่งหมาย ปัญหาการสอนจำนวนนักเรียน แหล่งความรู้ที่มี จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การทดสอบก่อนและหลังเรียน กิจกรรมการเรียนและทางเลือกของผู้เรียน แผนการนำไปใช้ คำนะนาในการใช้ ระยะวางแผนนี้จะจบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ของบทเรียน
2. การสร้าง ในขั้นนี้จะมีการสะสม รวบรวมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ไว้วางแผนไว้ในขั้นแรก รวมทั้งการกำหนดราคา ในระยะการสร้างบางคนอาจทดสอบกิจกรรมบางอย่างไปด้วย หรือทดสอบวัสดุอุปกรณ์เสียก่อนกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาก่อนจนระยะนี้บทเรียนโมดูลจะต้องเรียบร้อยพร้อมที่จะทำการทดสอบได้
3. การทดสอบต้นแบบ โดยนำบทเรียนโมดูลที่สร้างแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในระดับที่ต้องการ เพื่อรวบรวมข้อมูล รายละเอียดต่าง ๆ ที่พบในการปฏิบัติของผู้เรียนตอบบทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบ

4. การประเมินผลบทเรียน นำข้อมูลที่รวมได้มาวิเคราะห์ดูความสอดคล้องกันขององค์ประกอบต่าง ๆ ในโมดูล สรรวจพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของผู้เรียนว่าตรงกับความคาดหวังหรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ การจัดการกับบทเรียน และปฏิกิริยาของผู้เรียนที่ตอบบทเรียนด้วย เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต้นแบบของบทเรียนให้เหมาะสม แต่ก็มีข้อคิดว่าไม่มีบทเรียนโมดูลใดที่สมบูรณ์แบบที่สุด บทเรียนที่สร้างขึ้นควรได้รับการพัฒนาปรับปรุงอยู่เป็นระยะ

ฮุสตัน (Houston. 1972 : 76 - 77) ได้กล่าวว่า ไม่มีบทเรียนโมดูลใดที่สมบูรณ์ในตัวเอง จึงต้องมีการประเมินผลการใช้และปรับปรุงแก้ไขอยู่เสมอ ลำดับขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโมดูลเป็นไปตามลำดับขั้น ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโมดูล

คุณภาพของบทเรียนโมดูล

ประพนธ์ อ่อนไสว (ประพนธ์ อ่อนไสว 2527 : 28 - 29) ได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนโมดูลไว้ดังนี้

1. บทเรียนโมดูลเป็นวิธีสอนที่มีระเบียบแบบแผนและมีวิธีการศึกษาหาความรู้หลาย ๆ วิธี หรือมีลักษณะที่รวมวิธีการสอน (Instructional Modules) หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกันแทนการสอนเพียงอย่างเดียว จึงเป็นการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความรู้แตกต่างกัน

2. บทเรียนโมดูลสามารถแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วน ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ช้าหรือเร็วตามขีดความสามารถของตนเอง หรือการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนสามารถศึกษาสิ่งที่เขาต้องการได้ด้วยตนเอง

4. บทเรียนโมดูลสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าตนเองตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล (Individualized Learning)

5. มีการใช้สื่อการเรียน การทำกิจกรรมและการเรียนอย่างมีระบบ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาแบบใหม่ที่เรียกว่า "การจัดการศึกษาแบบสมรรถฐาน" (Competency Based Education) ผู้เรียนจะออกจากระบบโมดูลได้ก็ต้องมีสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ในโมดูลแล้ว

และกาญจนา เกียรติประวัติ (กาญจนา เกียรติประวัติ ม.บ.ป. 89) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของบทเรียนโมดูลไว้ดังนี้

1. โปรแกรมทั้งหมดจะถูกขยายเป็นส่วน ๆ เพื่อมิให้มีความซ้ำซ้อนในเนื้อหาเกิดขึ้นและได้มองเห็นโครงร่างของกิจกรรมทั้งหมดติดต่อกันตลอดโปรแกรม นับเป็นการเริ่มต้นอย่างมีระบบ ตามแนวคิดนี้บทเรียนโมดูลแต่ละหน่วยจึงเป็นส่วนย่อยของโปรแกรมทั้งหมด

2. เน้นตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของกิจกรรม ไปใช้ตัวผู้สอน ความต้องการของผู้เรียนเป็นสิ่งที่กำหนดจุดประสงค์ ไม่ใช่ความถนัดของครูหรือวัสดุอุปกรณ์เป็นตัวกำหนด

3. เน้นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการสอนทั่วไปครูมักคิดถึงกิจกรรมการเรียนหรืองานที่ผู้เรียนจะต้องทำก่อน แต่ในบทเรียนโมดูลครูต้องระบุจุดมุ่งหมายก่อนแล้วจึงพิจารณากิจกรรมหรืองานที่ต้องหาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามที่ได้ระบุไว้

4. เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Individualized) และเป็นส่วนบุคคล (Personalized) ที่ว่าเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพราะผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนรู้ไปมากน้อยตามความสามารถของตนเอง ไม่จำเป็นต้องใช้เวลาเท่ากัน และเป็นส่วนบุคคลเพราะว่าผู้เรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องทำกิจกรรมเหมือนกันหมด ขึ้นอยู่กับความพร้อมก่อนเรียน และการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ใช้วิธีวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) ก็ไม่เปรียบเทียบผู้เรียนกับคนอื่น ๆ แต่ผู้เรียนจะถูกเปรียบเทียบตรวจสอบกับจุดประสงค์ของโมดูลโดยตรง

5. บทเรียนโมดูลรวมวิธีสอนแบบต่าง ๆ ไว้หลายอย่างโดยไม่จำกัดว่าครูจะต้องใช้วิธีสอนแบบใดโดยเฉพาะ เทคนิคบางอย่าง เช่น การอภิปรายกลุ่มย่อย อาจมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนทัศนคติ และสร้างกลุ่มสัมพันธ์ วิธีอื่นอาจรวมการแนะนำเป็นรายบุคคล การฝึกงาน หรือการใช้สื่อทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ การใช้บทเรียนโมดูลมิได้หมายความว่าจะทำให้การสอนเป็นเครื่องจักร เพียงแต่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือโมดูลเท่านั้น

6. เน้นกระบวนการ (Process) คือ การสร้างบทเรียนโมดูลจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาอยู่เป็นระยะ ถ้าผลการใช้หรือการทดสอบแสดงว่ายังมีข้อบกพร่องก็ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูลข้างต้นสรุปได้ว่า บทเรียนโมดูลนั้น เป็นชุดของหน่วยการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบขึ้นอย่างเป็นระบบ มุ่งที่จะพัฒนาผู้เรียนตาม วัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ตนเอง ตามความสามารถและความถนัด

๑. เปรียบเทียบการวิจัยครั้งนี้กับผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโมดูลโดยยึดรูปแบบของ ชมพันธ์ุ กุญชร ณ อยุธยา ซึ่งมีองค์ประกอบของบทเรียนอยู่ 7 ประการ และได้กำหนดรายละเอียด ของแต่ละองค์ประกอบไว้ดังนี้

1. หลักการและเหตุผล

1.1 ความสำคัญ จะอธิบายถึงจุดประสงค์และความสำคัญที่ต้องศึกษา หน่วยการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ ของหน่วยการเรียนรู้กับเนื้อหา วิชาที่เขาต้องเรียนต่อไป

1.2 คู่มือผู้สอน เป็นคำแนะนำเกี่ยวกับการนำบทเรียนโมดูลไปใช้ ให้กับผู้สอนหรือครู

1.3 กำหนดใช้ในการใช้บทเรียนโมดูล เป็นการอธิบายวิธีการใช้ บทเรียนให้กับนักเรียน

1.4 กาชี้แจง เป็นส่วนที่แสดงและอธิบายแนวทางของบทเรียนให้กับ ผู้เรียนทั้งระดับกลางถึงขั้นสูงที่นักเรียนต้องปฏิบัติไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ของบทเรียน โดยใช้ การอธิบายด้วยข้อความ และใช้แผนภูมิการเรียนรู้แสดงไว้ให้นักเรียนอ่าน

2. จุดมุ่งหมาย

เป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้างของบทเรียน และช่วยเสนอแนะกิจกรรม การเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุตามความรู้ความสามารถที่ระบุไว้ จุดมุ่งหมายที่ ตั้งขึ้นจะเขียนในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. ความรู้พื้นฐาน

จะเป็นความสามารถพื้นฐานทั่วไปที่จำเป็นในการ เรียนบทเรียนโมดูล

4. การประเมินผลเบื้องต้น
 เพื่อว่าคุณเรียนสามารถแสดงความรู้ของบทเรียนโมดูลหน่วยการเรียนรู้
 เกณฑ์การประเมินผลจะเป็นไปตามที่ผู้สอนกำหนด
5. กิจกรรมการเรียนรู้
 ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมการเรียนรู้ 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับ
 และกิจกรรมเลือก
6. การประเมินผลหลังการเรียนรู้
 เพื่อประเมินว่าคุณเรียนมีความรู้ความสามารถ ตามที่ได้ระบุไว้ใน
 จุดมุ่งหมายแล้วหรือยัง เกณฑ์การประเมินผลจะเป็นไปตามที่ผู้สอนกำหนด
7. การเรียนซ่อมเสริม
 ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้ ให้ผู้เรียนปรึกษา
 ทารักกับครูสอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่เราได้ระบุไว้ใหม่ หรืออาจเกิดกิจกรรม
 การเรียนขึ้นใหม่ก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุความมุ่งหมายที่เราได้ให้ซ่อมเสริม
 ตามความเหมาะสม

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงตัวความรู้อย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหาอีกด้วย ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ จึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้สามารถนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียนและในชีวิตประจำวันได้ สำหรับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังเช่น

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176)
 กล่าวว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่ควรรับเอาแต่ความจริงหรือหลักการ

เท่านั้น แต่ควรจะเรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills)

ได้แก่

- 1.1 การสังเกต (Observing)
- 1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relationships)
- 1.3 การจำแนก (Classifying)
- 1.4 การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Number)
- 1.5 การวัด (Measuring)
- 1.6 การสื่อความหมาย (Communication)
- 1.7 การพยากรณ์ (Predicting)
- 1.8 การสรุปอ้างอิง (Infering)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills)

ได้แก่

- 2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)
- 2.2 การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
- 2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)
- 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.5 การทดลอง (Experimenting)

คลอพเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 568 - 573) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 - 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคน que แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำ

กับข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับ วัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุใดได้โดยการใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุใดได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณ ของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วย กำนับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อนุหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจาแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ เช่น ระบुरूป

3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือกำหนดค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ

จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น
ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ
เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด
จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.5 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมาย
ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับ
ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุป
โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
มาช่วย

8 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าของล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดย
อาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย
ในการสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ
ทำได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอก
ขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น หาค่าผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็น
หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทานายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณ
ที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทานายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณ
ที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การกีดหากาตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การตอบที่กีดหาล่วงหน้านั้น ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือการตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกว้างไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหากาตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของกาหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้นำและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควรควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง ก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุม ตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลอง จริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้อีก จาก การทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และ เหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควรควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้อง ใช้ในการทดลอง

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือ การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว
สรุปได้ว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูควรจะให้โอกาสแก่นักเรียนในการ
ปฏิบัติและฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์
เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจัดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์และ
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ที่ต้องอาศัยองค์ประกอบ
ทั้งสองดังที่กล่าวมาแล้ว เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นต่างจากเจตคติโดยทั่วไปที่เป็น
ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ไว้ดังนี้

สุนันท์ สังข์อ่อง (สุนันท์ สังข์อ่อง 2523 : 5) กล่าวว่า ทักษะคติเชิง
วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้
แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1. ทักษะคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ (Guides to Scientific Behavior)
2. ทักษะคติที่เกี่ยวกับการยอมรับความกึกใหม่ (Acceptance of New Ideas)

3. ทศนคติที่เกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล (Personal View of World)

ทพวงมหาวิทยาลัย (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 4) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นจะมีลักษณะ ชอบค้นคว้าหาหลักความจริง รู้จักเหตุผล เป็นผู้มีใจกว้างขวาง ยอมรับผลงาน หรือรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่มีความอคติสนใจหรือลงข้อสรุปเร็วเกินไป และป้องกันภัยกับการเชื่อถือโซกลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ใด ๆ

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 11) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์คือ คุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้

จากความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เอื้อต่อการแสวงหาความรู้

คุณลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญและพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทพวงมหาวิทยาลัย (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 4 - 6) กล่าวว่า บุคคลที่มีคุณลักษณะและพฤติกรรมต่อไปนี้ เป็นบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์คือ

1. มีเหตุผล

1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล

1.2 ไม่เชื่อโชคลาง คาถาทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น

1.4 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไม
ยังเป็นอย่างนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

2.1 มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ
ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบ
ยิ่งขึ้น

2.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหา
สำคัญในชีวิตประจำวัน

3. มีใจกว้าง

3.1 ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผล
และข้อเท็จจริง

3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ

3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

4.2 ไม่นาสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง มาเกี่ยวข้องกับ
การตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสิน
สิ่งใด ๆ

4.4 มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

4.5 เป็นผู้ซื่อตรง อคทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

5. มีความเพียรพยายาม

- 5.1 ทากิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์
- 5.2 ไม่ทอดทิ้ง เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
- 5.3 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

- 6.1 ใช้วิจรรณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ
- 6.2 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์

ที่เชื่อถือได้

6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวกเร็วเกินไป

สุนันท์ สังข์ทอง (สุนันท์ สังข์ทอง 2523 : 7 - 10) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่บ่งบอกลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น

- 1.1 แสดงออกถึงความพอใจที่จะสืบเสาะหาความรู้หรือความคิดใหม่ ๆ
- 1.2 แสดงออกถึงความพอใจที่จะได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่ ๆ เพิ่มเติม
- 1.3 แสดงออกถึงความพอใจที่จะได้ข้อสรุปที่มีข้อมูลหรือหลักฐานที่น่า

เชื่อถือได้สนับสนุน

1.4 แสดงออกถึงความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่

กำลังเป็นปัญหาสำคัญอยู่ในชีวิตประจำวัน

- 1.5 แสดงออกถึงความพอใจที่จะหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรู้

2. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความใจกว้าง

- 2.1 แสดงความเต็มที่จะยอมรับทั้งการวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่น
- 2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
- 2.3 ตระหนักและยอมรับในข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน
- 2.4 ตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์ อันเป็นผลทำให้มีผลิตผลที่ใช้

ในปัจจุบันมากมาย

3. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมุ่งไปสู่ความเป็นจริง

3.1 ตระหนักและยอมรับในขีดจำกัดของตนเอง

3.2 ตระหนักว่าทุกสิ่งทุกอย่าง อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันข้างหน้า

3.3 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ

3.4 ตระหนักถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ อันเป็นผลจากความ

เพียรพยายามของมนุษย์

3.5 แสดงออกถึงความเชื่อว่า วิทยาศาสตร์นั้นมีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อม

ที่เราอยู่

3.6 ไม่คิดแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ตนค้นพบ แม้ว่าข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุน

สมมติฐานของตน

3.7 แสดงออกถึงความเข้าใจว่า การค้นคว้าวิจัยและทดลองทาง

วิทยาศาสตร์ต้องใช้ความอดทน

3.8 ตระหนักถึงขีดจำกัดของความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

3.9 ตระหนักถึงความสำคัญ วิธีแสวงหาความรู้ กระบวนการ

วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.10 แสดงความเชื่อว่าการค้นคว้าหรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ นั้นควร

จะได้ตระหนักและเข้าใจถึงความเชื่อเก่า ๆ ด้วย

4. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการกล้าได้กล้าเสีย

4.1 เต็มใจที่จะถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือให้ผู้อื่นตำหนิข้อผิดพลาดของตน

4.2 กล้าที่จะแสดงความคิด ความรู้สึกและวิพากษ์วิจารณ์โดยไม่

เกรงกลัวต่ออิทธิพลภายนอก

4.3 ร่วมกิจกรรมอย่างมีอิสระในชั้นเรียน

4.4 เต็มใจที่จะทดลองหรือพยายามใช้วิธีการใหม่ ๆ

5. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีจุดหมาย

5.1 แสดงออกถึงความพอใจที่จะยอมรับข้อสรุปที่มีข้อมูลสนับสนุนมากกว่าข้อสรุปที่ปราศจากข้อมูลสนับสนุน

5.2 แสดงออกถึงความพอใจที่จะยอมรับข้อสรุปที่ได้มาจากการทดสอบหรือโต้แย้งที่น่าเชื่อถือได้

6. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความชัดเจน

6.1 พอใจที่จะได้ข้อสรุปที่ได้ใจความชัดเจน

6.2 ให้นิยามของศัพท์ที่สำคัญ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์

6.3 ใช้ถ้อยคำหรือประโยคอย่างเหมาะสม

6.4 แสดงออกถึงความพอใจที่จะตรวจสอบปัญหาด้วยวิธีการหลาย ๆ

อย่าง

7. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความมั่นใจในตัวเอง

7.1 แสดงความมั่นใจว่าจะหาสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ลุล่วงและมีผลสำเร็จ

7.2 แสดงความเต็มใจที่จะใช้สติปัญญาของตนในการแก้ปัญหา

8. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอดทน

8.1 คาเนินการแก้ปัญหจนถึงที่สุดหรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

9. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจ

9.1 แสดงความพอใจที่จะใช้วิธีการแสวงหาความรู้

9.2 แสดงความมั่นใจว่าความรู้ที่ตนมีอยู่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมาย

ในอนาคต

10. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎี

10.1 ตระหนักถึงความสำคัญของรูปแบบทฤษฎีและแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งเชื่อว่าจะเป็นเรื่องราวทางอันสำคัญในการช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และช่วยให้เกิดการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ

10.2 ตระหนักถึงความสำคัญของทฤษฎีในปัจจุบันที่ยอมรับกันอยู่และเชื่อว่าจะเป็นพื้นฐานของการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ต่อไป

10.3 ตระหนักถึงความสำคัญของการทางวิทยาศาสตร์ในการได้มาซึ่งความรู้ ทฤษฎีและแนวความคิดใหม่ ๆ

11. พฤติกรรมแสดงออกถึงความรับผิดชอบ

11.1 ช่วยเหลือกลุ่มในการทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

11.2 แสดงความเต็มใจที่จะหากิจกรรมนอกเหนือจากที่กำหนดให้เรียนในชั้นเรียน

11.3 ต้องการข้อมูลยืนยันหรือสนับสนุนก่อนจะลงข้อสรุปใด ๆ

11.4 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

11.5 แสดงความพอใจที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น

11.6 แสดงความเต็มใจที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

11.7 ใช้เหตุผลประกอบการวิพากษ์วิจารณ์

11.8 ริเริ่มหากิจกรรมเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อกลุ่ม

12. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น

12.1 แสดงความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเองร่วมกับกิจกรรมกับผู้อื่น

12.2 เต็มใจที่จะขอความช่วยเหลือและร่วมมือจากผู้อื่น

12.3 พยายามที่จะหาความเข้าใจในความคิดเห็นของผู้อื่นให้ชัดเจน

คอสลอฟและเนย์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ 2524 : 31 - 34 อ้างอิงมาจาก Kozlow and Nay. n.d.) ได้กำหนดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้านคือ การใคร่ครวญ ไตรตรอง การมีขอบเขตในการใช้ข้อตัดสิน การยึดถือในประจักษ์พยาน ความซื่อตรง ความเป็นปณัย และความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น และระบุนโยบายของพฤติกรรมที่แสดงถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านไว้ดังต่อไปนี้

1. การใคร่ครวญไตร่ตรอง

พฤติกรรม

- 1.1 มองหาความไม่สอดคล้องกันระหว่างข้ออธิบายปลีกย่อยกับบทสรุป
- 1.2 สืบสวนหาข้อเท็จจริงจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้หลาย ๆ แหล่ง
- 1.3 ใช้หลักฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือจากการปฏิบัติการมาสนับสนุนหรือคัดค้านข้ออธิบายต่าง ๆ
- 1.4 ใช้คำถามที่มีลักษณะเสาะหาข้อเท็จจริงและเหตุผล ประเภทที่เริ่มต้นด้วยอะไร ที่ไหน ทำไม เมื่อไร และอย่างไร
- 1.5 มีความพอใจที่จะขอทบทวนความถูกต้องของข้ออธิบายที่หย่อนด้วยหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุน

2. การมีขอบเขตในการใช้ข้อตัดสิน

พฤติกรรม

- 2.1 สรุปความเท่าที่มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุน
- 2.2 รวบรวมข้อยุติให้ได้มากพอก่อนที่จะลงข้อยุติ
- 2.3 ยอมรับสภาพของข้อยุติต่าง ๆ ว่าเป็นเรื่องชั่วคราว อาจไม่ถูกต้องตลอดไป
- 2.4 ทบทวน ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ก่อนลงข้อยุติ

3. การยึดถือในประจักษ์พยาน

พฤติกรรม

- 3.1 ใช้หลักฐานข้อมูลจากการทดลองหรือจากการปฏิบัติการมาสนับสนุนหรือคัดค้านข้ออธิบายต่าง ๆ
- 3.2 รวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ ให้มากพอ ก่อนที่จะหาข้อยุติ
- 3.3 ใช้คำอธิบายที่เหมาะสมและตรงตามข้อเท็จจริง
- 3.4 ไม่ใช้หรือกล่าวข้อความใด ๆ ที่ขาดประจักษ์พยานหรือหลักฐานสนับสนุน

3.5 ใช้ข้อมูลภาคสนาม หรือข้อมูลจากการทดลองมาสนับสนุนคำกล่าวอ้าง
ต่าง ๆ

4. ความซื่อตรง

พฤติกรรม

- 4.1 รายงานการสังเกตหรือผลการทดลองอย่างตรงไปตรงมา
- 4.2 แสดงกติกิกรรมประกาศในผลงานของบุคคลอื่นที่นำมาใช้หรืออ้างอิง
- 4.3 พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่หรือที่ได้มาในหลายแง่หลายมุม ก่อนที่จะสรุป

ความหรือลงยุติ

5. ความเป็นปรนัย

พฤติกรรม

- 5.1 พิจารณาข้อมูลและหลักฐานทั้งหลายที่มีอยู่หรือที่ได้มาโดยปราศจาก
อคติ
- 5.2 รายงานการสังเกตหรือผลการทดลองอย่างตรงไปตรงมา
- 5.3 รับพิจารณาความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของบุคคลอื่นด้วยใจ

เป็นธรรม

- 5.4 บอกรับข้อหาได้หลายแง่หลายมุม และหาทางออกได้หลาย ๆ ทาง
- 5.5 ประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ จากข้อมูลรอบด้าน ทั้งที่เป็นข้อมูล

สนับสนุนหรือข้อมูลคัดค้าน

6. ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น

พฤติกรรม

- 6.1 ยอมรับสภาพของข้อยุติต่าง ๆ ว่าเป็นเรื่องชั่วคราว อาจไม่ถูกต้อง
เสมอไป
- 6.2 ยอมรับว่าไม่มีข้อมูลที่จัดว่าเป็นความรู้ใด ๆ ที่มีความสมบูรณ์แบบ
- 6.3 รับพิจารณาความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของบุคคลอื่นด้วยใจ

เป็นธรรม

6.4 ยอมรับพิจารณาประจักษ์พยานต่าง ๆ ที่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

6.5 ยอมเปลี่ยนแปลงสมมติฐานที่กำหนดไว้ด้วยความเต็มใจ โดยยึดข้อมูลภาคสนามหรือข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก

จากขอบข่ายพฤติกรรมที่บ่งบอกลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านการเชื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ที่ได้เสนอมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่ามีแนวทางคล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถรวบรวมพฤติกรรมที่แสดงถึงลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านการเชื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางไว้ดังนี้

1. รายงานการสังเกตหรือผลการทดลองตามความเป็นจริง
2. พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่หรือที่ได้มาในหลายแง่หลายมุมก่อนที่จะสรุปความหรือลงข้อยุติ
3. พิจารณาข้อมูลและหลักฐานทั้งหลายที่มีอยู่ หรือที่ได้มาโดยปราศจากอคติ
4. ประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ จากข้อมูลรอบด้านทั้งที่เป็นข้อมูลสนับสนุนหรือข้อมูลที่คัดค้าน
5. ไม่คิดคัดแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ตนค้นพบ แม้ว่าข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน
6. แสดงกิจกรรมประกาศในผลงานของบุคคลอื่นที่นำมาใช้หรืออ้างอิง
7. รับพิจารณาความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของบุคคลอื่นด้วยใจเป็นกลาง
8. เต็มใจที่จะถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือให้ผู้อื่นตำหนิข้อผิดพลาดของตน
9. เมื่อรายงานผลการค้นคว้า ต้องรายงานถึงข้อขัดแย้ง ข้ออ้างอิง แสดงให้เห็นขอบเขตของข้อมูลที่ใช้ โดยมาจากข้อมูลที่รวบรวมจากการค้นคว้าทดลองนั้นเท่านั้น
10. แสดงความพอใจและเต็มใจที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
11. มองปัญหาได้หลายแง่หลายมุม และหาทางออกได้หลาย ๆ ทาง

12. ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัว มามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจที่จะดำเนินการทดลอง

13. ไม่นาสภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

จากพฤติกรรมดังกล่าวอาจสรุปได้เป็น 4 พฤติกรรมใหญ่ ๆ คือ

1. รายงานการสังเกตผลการทดลองตามความเป็นจริง การรายงานผลจะต้องแสดงข้อมูลในด้านต่าง ๆ จากข้อมูลที่คุณว่าทดลองเท่านั้น

2. ประเมินสถานการณ์และพิจารณาข้อมูลที่มีอยู่โดยปราศจากอคติทั้งที่สนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งไม่คิดคัดแปลงข้อมูลแม้จะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน

3. พอใจและเต็มใจที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง และเต็มใจที่จะให้ผู้อื่นทบทวนข้อผิดพลาดของตน

4. ไปมาเอาความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัว หรือสภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในการทดลองและตีความหมายของผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

แนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 มีการกำหนดจุดประสงค์ข้อหนึ่งว่า "เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์" ดังนั้นจึงถือเป็นหน้าที่โดยตรงของครูวิทยาศาสตร์ที่จะต้องพยายามปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมีแนวทางที่นักการศึกษาได้เสนอไว้ดังนี้

คลัสเมียร์ (สุนันท์ สังข์อ่อง 2523 : 10 - 11 อ้างอิงมาจาก Klausmir. n.d.) ได้เสนอแนะวิธีการที่ครูสามารถใช้ในการพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ก่อนจะพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน ครูควรได้วิเคราะห์ก่อนว่าทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่จะพัฒนาให้นักเรียน
2. ควรจะให้ให้นักเรียนได้ทราบและทำความเข้าใจถึงความหมายของทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละลักษณะให้แจ่มชัดเสียก่อน
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยครูอาจสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนมีโอกาสใช้กระบวนการปัญหา (Problem - Solving Process) ซึ่งได้แก่

3.1 เข้าใจปัญหาและกำหนดตัวปัญหาได้ (Sensing of the Problem in a Perplexing Situation)

3.2 วิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจน (Clarifying and Defining the Problem)

3.3 ตั้งสมมติฐาน (Formulating of Situation)

3.4 วางแผนการทดลอง (Designing of Investigation)

3.5 รวบรวมข้อมูล (Gathering of Data)

3.6 จัดกระทำและตีความหมายจากข้อมูล (Treating and Interpreting Data)

3.7 ลงข้อสรุป (Generalizing or Drawing Conclusions)

3.8 รายงานผลให้ผู้อื่นทราบ (Communicating the Results of the Investigation to others) ในขณะที่ให้นักเรียนนี้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวในข้อ 3.1 - 3.8 ครูควรจะทำให้ให้นักเรียนเห็นลักษณะของทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน ขณะทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหานั้น

4. ครูอาจเสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนอาจศึกษาเป็นตัวอย่างได้ เช่น ครู พ่อแม่ เพื่อน นักเรียน นักวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับอิสระเต็มที่ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนจะได้ฝึกใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นผลด้านทัศนคติแก่ตัวนักเรียน
6. ในการสอนแต่ละครั้ง ครูควรจะมีจุดเน้นที่การพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนที่ละลักษณะ

7. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มและเป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ในบางลักษณะ

8. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกปฏิบัติจริง หรือได้พบสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เป็นจริง

ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 6 - 7) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลองให้นักเรียนมีโอกาใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปได้ในเวลาเดียวกัน
2. การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทุกการทดลอง ควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และในขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้น ครูต้องคอยดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และจะได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย
3. การใช้คำถาม หรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ก็ เช่น ขณะที่นักเรียนเรียนเรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ในหัวข้อที่ว่าทำไมจึงต้องมีการย่อยอาหาร ในบทเรียนนี้ครูอาจตั้งคำถามถามนักเรียนว่า

3.1 ทำไมแพทย์จึงแนะนำให้คนไข้กินอาหารอ่อน ๆ เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก

3.2 นักเรียนเคยเห็นแพทย์ให้ลูโกศทางเส้นเลือดกับคนไข้ไหม
ทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น

4. ในขณะที่การสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ด้าน หรือฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น การให้ควาบเอาใจใส่ของครู ฯลฯ เหล่านี้จะเป็นหลักสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของ เจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียนกับให้มีการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้น ๆ ด้วย

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าวจากการตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเอง หรือนักเรียนอาจจะประมวลจากประกาศของทางราชการ หรือจากสื่อมวลชนก็ได้ เพื่อฝึกเนวคิดของนักเรียน ครูควรเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่

6.1 กำหนดตัวปัญหา

6.2 ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อเพื่อหาคำตอบ

6.3 ทดลองทดลอง

6.4 รวบรวมข้อมูล

6.5 จัดกระทำและตีความหมายจากข้อมูล

6.6 สรุป

หลังจากได้มีการสรุปเรื่องนี้แล้ว ครูควรอธิบายเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่าทุกขั้นตอนจะมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนากับตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจศึกษาหรือเลียนแบบอย่างใด เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดา มารดา เพื่อนนักเรียน ฯลฯ เป็นต้น

สมจิต สวชนไพมูลย์ (สมจิต สวชนไพมูลย์ 2526 : 25) ได้ให้ข้อเสนอว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องใช้เวลา คงไม่สามารถดำเนินการให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ในช่วงระยะเวลาอันสั้น หรือเพียงบทเรียนใดบทเรียนหนึ่งเท่านั้น แต่จะต้องดำเนินการจัดให้นักเรียนฝึกฝนแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการแสวงหาความรู้เหล่านั้น จัดโอกาสให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ปรึกษาหารือกันเป็นประจำอยู่ตลอดเวลา จึงจะพอช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

จากข้อเสนอแนะในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนจะพบว่า ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ทั้งการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาไปทีละขั้น

การวัดเจตคติ

เจตคติเป็นคุณลักษณะด้านหนึ่งของคุณลักษณะด้านวิภาววิสัย ซึ่งมีอยู่หลาย ๆ ด้าน ความหมายของเจตคติได้นักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

อนันต์ จันทร์ทวี (อนันต์ จันทร์ทวี 2523 : 14) ให้นิยามคำว่าทัศนคติว่าหมายถึงท่าที ความคิดเห็น ความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหลังจากที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น พฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจแสดงออกให้เห็นในลักษณะ ความเชื่อ ท่าทาง ความคิดเห็น ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1. ทศนคติทางบวก เป็นการ"แสดงออกในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน ปฏิบัติด้วยความเต็มใจ
2. ทศนคติทางลบ เป็นการแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ คัดค้าน ไม่ร่วมมือ
3. ทศนคติที่เป็นกลาง ๆ หรือระดับกลาง ๆ อยู่ระหว่างกลางของข้อ (1) และข้อ (2) ดังกล่าวแล้ว

อาร์มอนด์ เพชรขึ้น (อาร์มอนด์ เพชรขึ้น 2527 : 115) กล่าวว่า เจตคติ เป็นลักษณะหนึ่งของบุคลิกภาพของคน คำที่มีความหมายเดียวกันกับคำว่า เจตคติ ได้แก่ ทศนคติ (Attitude)

มาตรวัดเจตคติที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการศึกษาและวิจัยมาตราบหนึ่ง ก็คือมาตรวัดเจตคติของ ลีเคิร์ท ผู้สร้างคือ เรนีส ลีเคิร์ท (Renis Likert) มาตรวัดแบบนี้ประกอบด้วยข้อความที่เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลาย ๆ ข้อความ มีทั้งข้อความที่กล่าวถึงสิ่งนั้นทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และทางที่ไม่ดี (ทางลบ) เมื่อผู้ตอบได้อ่านข้อความนั้นแล้ว ก็ให้นึกถึงว่า ตนเองมีความรู้สึกต่อสิ่งนั้นเหมือนกับที่ ข้อความระบุหรือไม่ และอยู่ในระดับใด (อาร์มอนด์ เพชรขึ้น 2527 : 116) หลักในการสร้างมาตรวัดเจตคติของ ลีเคิร์ท โดยสรุปคือ (อาร์มอนด์ เพชรขึ้น 2527 : 117)

1. จัดช่วงความเห็นออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เห็นด้วยกับส่วนที่ไม่เห็นด้วย
 - 1.1 ส่วนที่เห็นด้วย แบ่งเป็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เห็นด้วย
 - 1.2 ส่วนที่ไปเห็นด้วย แบ่งเป็น ไม่เห็นด้วย
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. เนื่องจากบางเรื่องราว คนเราไม่อาจตัดสินได้ หรือมีความไม่แน่ใจว่าจะบอกว่า เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย ดังนั้นจึงได้กำหนดช่วงกลางระหว่างเห็นด้วย กับไม่เห็นด้วย อีกช่วงหนึ่ง รวมเป็น 5 ช่วงดังนี้

เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
-----------------------	----------	----------	-------------	--------------------------

3. การออกความคิดเห็น ใช้วิธีการให้น้ำหนัก (Weight) ตามความเหมาะสม และกำหนดคะแนนให้ในแต่ละช่วงเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 หรือ 4, 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ

แบบทดสอบสถานการณ์

ความคิดรวบยอดของแบบทดสอบสถานการณ์ ก็คือ การจัดสถานการณ์ซึ่งคล้ายกัน หรือเลียนแบบสถานการณ์ในสัทธิจริง เพื่อให้ผู้เข้าสอบได้สัมผัสกับสถานการณ์เหล่านั้น แล้วก็แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ออกมาตามจุดประสงค์ซึ่งผู้จัดสถานการณ์ได้วางแผนเอาไว้ แล้ว ผู้จัดสถานการณ์ก็คือ ผู้จัดสอบซึ่งเป็นผู้คอยสังเกต บันทึกและวัดนั่นเอง เป้าหมายของแบบทดสอบสถานการณ์ก็คือ ต้องการประเมินผลทางด้านอารมณ์ สังคม เจตคติ และบุคลิกภาพต่าง ๆ มิใช่ประเมินด้านสมรรถภาพสมอง หรือด้านความรู้ (โชติ เพชรชื่น 2526 : 7 อ้างอิงมาจาก Anatası. 1968)

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบสถานการณ์ด้านวิภาวีสัย (โชติ เพชรชื่น 2526 : 12 - 17) ได้แก่

1. สถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างหรือกำหนดขึ้น ควรจะเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริงกับบุคคลหรือกลุ่มตัวอย่างนั้น

1.2 ความเข้มหรือความรุนแรงของสถานการณ์ ควรอยู่ในระดับกลาง ๆ และไม่สร้างความเครียดให้เกิดขึ้นแก่ผู้อ่าน หรือผู้ตอบมากเกินไป เช่น สถานการณ์ว่า พ่อแม่กำลังป่วยหนัก ตนเองไม่มีเงินในขณะนั้น ถ้าพบเงินจำนวนหนึ่ง จะทำอย่างไร

คือจะคืนเจ้าของหรือเก็บเอาไปซื้อขายไหม สถานการณ์เช่นนี้ความเข้มสูงอาจทำให้ผู้ตอบเขวได้ในแง่ที่แท้จริง ๆ อย่างจะคืนให้เจ้าของ เพราะตนเองก็ไม่อยากได้เงินของผู้อื่น (เป็นคนมีความซื่อสัตย์ต่อบุคคลอื่น) แยกแยะเกี่ยวกับการตอบแทนบุญคุณของพ่อแม่ ความรักพ่อแม่ก็เป็นสิ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งเช่นเดียวกัน (มีความเข้มสูง) ดังนั้นผู้ตอบจะตอบในความสำคัญของกตัญญูทวดที่มากกว่าที่จะไปนึกคิดถึงในด้านความซื่อสัตย์

1.3 ข้อมูลหรือสาระสำคัญที่กำหนดให้จะต้องเพียงพอ การตัดสินใจในทิศทางหรือจุดประสงค์ในการวัด (การตัดสินใจ หมายถึง การเลือกทางปฏิบัติในแนวทางที่เห็นเหมาะสม)

2. คำถาม

คำถามที่ใช้ถาม อาจมี 2 ลักษณะคือ

2.1 คำถามที่ถามให้นักเรียนประเมินสถานการณ์ดังกล่าวนำในข้อ 1 การประเมิน หมายถึง การพิจารณาตัดสินว่า ควร-ไม่ควร ดี-ไม่ดี เหมาะสม-ไม่เหมาะสม ใช้ได้-ใช้ไม่ได้ ถูกต้อง-ไม่ถูกต้อง และรวมถึงกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้

2.2 คำถามที่ให้นักเรียนระบุแนวทางที่ตนจะปฏิบัติ ถ้าหากตนเองเป็นผู้หนึ่งที่เกี่ยวพัน เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์นั้นตนจะปฏิบัติอย่างไร

จากเอกสารด้านการวัด เจตคติผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับความรู้สึก การเลือกกระทำ และแนวโน้มการกระทำ

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้มีดังนี้

เฮอส์ท (Hurst. 1973 : 1752 -A) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนโมดูลเกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานของครูประถมศึกษา โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลเกี่ยวกับวิธีสืบค้นหา (Problem Inquiry) โดยกลุ่มทดลองที่ 1 สอนเป็นรายบุคคล กลุ่มที่ 2 สอนเป็นกลุ่มและกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ในวิชาภาษาศาสตร์ และการสอนคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งสอนเป็นรายบุคคลโดยใช้บทเรียนโมดูล ใช้เวลาในชั้นน้อยกว่ากลุ่มทดลองที่สอนเป็นกลุ่มโดยใช้บทเรียนโมดูลเช่นกัน แต่คะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1975 : 274-A) ทดลองสอนนักเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลวิชาชีววิทยา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 81 คน ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แบลคเบิร์น (Blackbern. 1975 : 274-A) ได้ทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติกับนักศึกษาฝึกหัดครูระดับปริญญาตรี จำนวน 29 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

แมคคาร์นี (McCarney. 1977 : 4296-A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอน 3 แบบคือ สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลอย่างเดียว สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติและสอนโดยวิธีปกติอย่างเดียว ของ นักศึกษาฝึกหัดครูระดับปริญญาตรี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการสอนทั้ง 3 แบบ

ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 42) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยบทเรียนโมดูลได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ เมื่อคำนวณทางสถิติปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล

สุมาลี ศรีทองกิตติกุล (สุมาลี ศรีทองกิตติกุล 2521 : 58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แล้ว กลุ่มทดลองมีทัศนคติสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้วิจัยได้เสนอแนะจากการเรียน โดยใช้บทเรียนโมดูลว่าทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างดีและควรที่จะได้มีการคัดแปลง ปรับปรุงหรือสร้างบทเรียนขึ้นใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพของโรงเรียน ประถมศึกษาในแต่ละท้องถิ่นต่อไป

พิสุทธิ บุญเจริญ (พิสุทธิ บุญเจริญ 2522 : 71 - 81) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มของการสอนด้วยชุดการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามปกติในวิชาภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลองโดยใช้ชุดการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีสอนตามปกติ โดยใช้เวลาดูกลุ่มละ 45 ชั่วโมงเท่ากัน ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งหกทุกด้านคือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ความคิด การประเมินค่า การนำไปใช้ ทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบอีกว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสียง ชูสกุล (เสียง ชูสกุล 2525 : 46) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคุณสมบัติของสามเหลี่ยมมุมฉาก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการเรียนตามแผนการสอนของ สสวท. ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนโมดูลและนักเรียนที่เรียนโดยแผนการเรียนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคุณสมบัติของสามเหลี่ยมมุมฉากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประทวน อ่อนไสว (ประทวน อ่อนไสว 2527 : 65 - 75) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล พบว่านักเรียนที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่สอนโดยการสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลเพิ่มขึ้น, อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล สรุปได้ว่า บทเรียนโมดูลสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ในทุกระดับชั้นและในหลายสาขาวิชา จากผลการวิจัยจะพบว่าการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลในวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีทั้งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้จากการวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วยนั้นสูงขึ้น และไม่แตกต่างไปจากการสอนตามปกติ นอกจากนั้นในงานวิจัยบางฉบับพบว่าบทเรียนโมดูลยังสามารถทำให้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลที่ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมที่เหมาะสมอื่น ๆ ตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน โดยเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครูซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้มีดังนี้

วิดเด็น (Widdens. 1973 : 186) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach)

โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวกคือ กลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุม ครูจะสอนตามหลักสูตรเดิมโดยไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

แวนเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3 จำนวน 54 คน ระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทากิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกเบิล และรับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษา ในมหาวิทยาลัยอินเดียนา จำนวน 58 คน พบว่านักศึกษาคูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

อุทัย สีวนรักษ์ (อุทัย สีวนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ส่วนอีก 33 คนเป็นกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม ผลการทดลองพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทำการทดลอง

พิทยา คำรงกุลรัตน์ (พิทยา คำรงกุลรัตน์ 2522 : 37 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ เรื่อง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา จำนวน 54 คน เป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจี โรจนประศาสน์ (รุจี โรจนประศาสน์ 2523 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

เชาวนี อะยะวงศ์ (เชาวนี อะยะวงศ์ 2525 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสม และครูผู้ฝึก ซึ่งมีแผนการฝึกสำคัญขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ใช้การฝึกด้วยสื่อผสม ส่วนอีก 30 คนเป็นกลุ่มควบคุม ครูเป็นผู้ฝึก ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสมกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กอตักดิ์ ศรีน้อย (กอตักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้
 กำหนดเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการในการสอน
 แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 105 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มที่ 1 สอนโดย
 เน้นตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู ผลการทดลอง
 ปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสงี่ยม วิไลนุรักษ์ (เสงี่ยม วิไลนุรักษ์ 2527 : 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์
 ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ
 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า การสอน
 ที่นำนวัตกรรมทางการศึกษา เช่น บทเรียนโมดูล บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนรู้ด้วย
 ตนเอง เป็นต้น มาใช้สอนเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู จะพบว่ามีทั้งให้
 ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และไม่แตกต่างกับการสอนตามคู่มือครู
 นอกจากนั้นจากงานวิจัยจะพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย จากงาน
 วิจัยดังกล่าวมาแล้วได้แสดงให้เห็นว่าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียน
 เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติ
 ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปด้วย

งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้
 มีดังนี้

กาห์น (Kahn. 1962 . 115 - 127) ได้ทดลองวิธีสอนที่จะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนเกรด 7 และ 8 โดยสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบัน (Current Events Approach) ให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และสอนด้วยวิธีตามคู่มือครู กับนักเรียนกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งต่าง ๆ มากกว่า รู้จักสังเกตรอบคอบมากขึ้นกว่าเดิม ไม่เชื่อโชคลางและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มีความคิดเห็นส่วนตัวมากขึ้น การสรุปสิ่งต่าง ๆ ต้องมีข้อมูลเพียงพอ

วอลเตอร์ (Walter. 1966 994-A - 995-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหา แก้ปัญหา แต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช้ตำราเรียน ไม่มีการกำหนดงานเป็นกรบ้าน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยาย การกำหนดงานมีการบ้าน มีการให้ทำปฏิบัติการบ้าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 112 คน จัดกลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศ คะแนนเฉลี่ย ความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัยกลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในก้นมีเหตุผล ไม่เชื่อถือโชคลางสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีทักษะในการเรียน การแก้ปัญหาและการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีผลสัมฤทธิ์ก้นเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลูคัส (Lucas. 1975 : 6530-A - 6531-A) ได้ศึกษาผลการอบรมในโปรแกรมการสอนอุทุนิยมวิทยาแก่นักเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงก์ (Fernbank Science Center) ในแง่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการพิจารณาตัวแปร 7 ตัวแปร ได้แก่ คะแนนความรอบรู้ทางวิชาการ (The Scholastic Aptitude) ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงก์ เจตคติต่อวิชาอุทุนิยมวิทยา ผลสัมฤทธิ์วิชาอุทุนิยมวิทยา เจตคติของครูต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการวิจัยใช้แบบกลุ่มควบคุมและกลุ่ม

ทดลองสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test - Post-test Control Group Design) กับครู 8 คน และนักเรียนเกรด 6 จำนวน 493 คน โดยครูจะเป็นผู้เลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเอง ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ในวิชาอนุนิยมวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความรู้ทางวิชาการสูงหรือมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย

วิกเตอร์ และจอร์จ (Victor and George. 1975 . 157 - 161)

ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัย และครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของ เทอร์สโตน (Thurstone) โดยสร้างข้อความทั้งเชิงนิเสธและเชิงนิมาน จำนวน 36 ข้อ ไปทำการทดสอบ ผลปรากฏว่า นักศึกษาของมหาวิทยาลัยกับครูวิทยาศาสตร์มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับนักศึกษามหาวิทยาลัย มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สมพงษ์ รุจิรวรรณ (สมพงษ์ รุจิรวรรณ 2516 : 51 - 54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร โรงเรียนปากช่อง และโรงเรียนรุ่งอรุณวิทยา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 417 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศึกษาลิขณ์ มณีพันธุ์ (ศึกษาลิขณ์ มณีพันธุ์ 2519 : 58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการศึกษาเปลี่ยนแปลงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน กลุ่มควบคุม 36 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง

เจริญ สวัสดิ์ดีถาวร (เจริญ สวัสดิ์ดีถาวร 2520 : 59 - 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 3 เปรียบเทียบระหว่างเพศ ศาสนา และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 378 คน เป็นชาย 178 คน หญิง 200 คน ผลการวิจัยพบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ 2524 : 98 - 105) ได้ศึกษาจริยธรรมและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนิสิตวิทยาศาสตร์ศึกษา ผลทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์พบว่า นิสิตวิทยาศาสตร์ศึกษา จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสามัญ ยกเว้น เรื่องการมีขอบเขตในการตัดสินใจอยู่ในระดับไม่พึงปรารถนา และนิสิตวิทยาศาสตร์ศึกษา เจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าปัสถานทั้ง 6 ประการ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับจริยธรรมในระดับปานกลาง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ได้มีการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรม เป็นต้น และศึกษาว่าการสอนวิธีต่าง ๆ กันจะมีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างไร เช่น

การสอนโดยวิธีการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบัน การใช้บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น และพบว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครูจะมีทั้งทำให้เจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยข้างได้กล่าวมาแล้วเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับ การสอนตามคู่มือครู

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 630 คน ซึ่งจัดเป็นห้องเรียน 14 ห้อง โดยแต่ละห้องนักเรียนมีความสามารถในระดับ เก่ง อ่อน ปานกลาง คละกันไป

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง โดยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 14 ห้องเรียน แล้วนำรายชื่อนักเรียนจากทั้ง 2 ห้องเรียนมาคละกัน แล้วจับฉลากออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 45 คน จับฉลากอีกครั้งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งนักเรียนยังไม่เคยเรียนในเรื่องนี้มาก่อน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ใช้เวลาในการทดลอง
กลุ่มละ 20 คาบ ภายละ 50 นาที ทดลองสัปดาห์ละ 4 คาบต่อกลุ่ม

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย
แบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design (จวน สายยศ และ
อังคณา สายยศ 2528 : 216) มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X คือ การจัดกระทำ

T_1 คือ การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง

T_2 คือ การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง

R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

C คือ กลุ่มควบคุม

E คือ กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการล่าเสียงในสิ่งมีชีวิต

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ คือ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4. แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการล่าเสียงในสิ่งมีชีวิต

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ

1. บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการล่าเสียงในสิ่งมีชีวิต

1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการล่าเสียงในสิ่งมีชีวิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหาดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการย่อยอาหาร ประกอบด้วยเนื้อหา คือ รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์ และทำไมจึงต้องมีการย่อย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเดินทางของอาหารไปสู่เซลล์ ประกอบด้วยเนื้อหา คือ การย่อยและทางเดินอาหารของนก และการแพร่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการล่าเสียงในพืช ประกอบด้วยเนื้อหา คือ การล่าเสียงในพืช

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการล่าเสียงในสัตว์ ประกอบด้วยเนื้อหา คือ การล่าเสียงในสัตว์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการลำเลียงของเส้น ประกอบด้วยเนื้อหา คือ การลำเลียงของเส้นออกจากเซลล์และการขับถ่ายออกจากร่างกาย และความสำคัญของ ระบบการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

1.2 การสร้างบทเรียนโมดูล

1.2.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ จากแบบเรียนและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของ สสวท.

1.2.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนโมดูลจาก เอกสารและงานวิจัย เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโมดูล

1.2.3 รูปแบบของบทเรียนโมดูล มีองค์ประกอบดังนี้

1.2.3.1 หลักการและเหตุผล

1.2.3.2 จุดมุ่งหมาย

1.2.3.3 ความรู้พื้นฐาน

1.2.3.4 การประเมินผลเบื้องต้น

1.2.3.5 กิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3.6 การประเมินผลหลังการเรียนรู้

1.2.3.7 การเรียนซ่อมเสริม

1.2.4 ศึกษาขั้นตอนและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดำเนินการ ไปตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับการส่งเสริมให้นักเรียน ได้แสดงพฤติกรรมที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง จำแนก เป็นกิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก สำหรับกิจกรรมเลือก ได้แก่

1.2.4.1 กิจกรรมที่ใช้เอกสารประกอบการศึกษา

1.2.4.2 กิจกรรมที่ใช้เทปบันทึกเสียงประกอบการศึกษา

1.2.4.3 กิจกรรมที่ใช้สไลด์ประกอบการเรียน

1.2.5 นวัตกรรมโมเดลที่สร้างขึ้นให้ครูผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมในบทเรียนโมเดล

1.2.6 นวัตกรรมโมเดลที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) เรื่อง การลาเลียงในสิ่งมีชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1.2.6.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้

1.2.6.2 ทดลองกลุ่มเล็ก 5 - 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนโมเดล

1.2.6.3 ทดลองสนาม นวัตกรรมโมเดลที่ปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองกลุ่มเล็ก ไปทดลองใช้กับนักเรียนประมาณ 50 คน แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงเพื่อนำไปใช้จริง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 2 คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่องการลาเลียงในสิ่งมีชีวิต เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเนื้อหาเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้) และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.3 เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามตารางวิเคราะห์จากข้อ 2.2 โดยเขียนเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อสอบของแต่ละด้านพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตาม ตารางวิเคราะห์จากข้อ 2.2 โดยเขียนเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อสอบของแต่ละทักษะให้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบเพียงตรงเชิง เนื้อหาและเชิงโครงสร้าง

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและ ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อาเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้รับการเรียนเรื่องนี้ไปแล้วจำนวน 150 คน

2.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือข้อที่ไม่ได้ทำให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วจึงนำมา วิเคราะห์หาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเป็นรายข้อ โดยใช้วิธีเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .02 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้และปรับปรุงข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และนำไปทดสอบใหม่

2.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเคอร์ริชาร์ดสัน ไรสูตร KR - 20 (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ .772 และค่าความเชื่อมั่นของแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .815

3. แบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 เขียนนิยามของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง

3.1.2 รวบรวมนิยามของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง

3.1.3 รวบรวมพฤติกรรมที่แสดงออกถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง

3.1.4 เขียนนิยามของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง ในรูปนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งสรุปมาจากการค้นคว้าจากเอกสาร

3.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเขียนข้อสอบตามคานิยามของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง โดยอาศัยแนวทางการสร้างแบบทดสอบสถานการณ์ของ โชติ (เพชรรัตน์ (โชติ เพชรรัตน์ 2526 : 7 - 17)

3.2.1 ลักษณะข้อสอบที่สร้างเป็นแบบสถานการณ์สมมุติซึ่งผู้ตอบเรื่องราวสั้น ๆ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามให้นักเรียนตอบ 3 คำถาม และมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อดังนี้

คำถามข้อที่ 1 ถามเกี่ยวกับความรู้สึกของผู้ตอบ มีคำตอบว่า เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ยังตัดสินใจไม่ได้ ให้คะแนนเป็น 1, -1 และ 0 ตามลำดับ สำหรับสถานการณ์ในทางบวก ส่วนสถานการณ์ในทางลบให้คะแนน -1, 1 และ 0 ตามลำดับ

คำถามข้อที่ 2 ถามเกี่ยวกับแนวโน้มการกระทำของผู้ตอบ มีคำตอบว่ากระทำ ไม่กระทำ และไม่แน่ใจ ถ้าเป็นสถานการณ์ในทางบวกให้คะแนนเป็น 1 - 1 และ 0 ตามลำดับ ส่วนสถานการณ์ในทางลบให้คะแนน -1, 1 และ 0 ตามลำดับ

คำถามข้อที่ 3 ถามเกี่ยวกับการเลือกกระทำของผู้ตอบ มีตัวเลือก 3 ข้อคือ ถ้าเลือกพฤติกรรมที่แสดงถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลางได้ 1 คะแนน ถ้าเลือกพฤติกรรมที่แสดงออกในทางตรงข้ามกับพฤติกรรม

ที่แสดงถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางได้ -1 คะแนน และพฤติกรรมที่เป็นกลาง ๆ ได้ 0 คะแนน

3.2.2 สร้างสถานการณ์สมมุติให้ครอบคลุมพฤติกรรมตามคานิยาม โดยจะมีจำนวนสถานการณ์ 10 สถานการณ์

3.2.3 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเบื้องต้น ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยดูดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาจากการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบแบบทดสอบในแต่ละสถานการณ์ว่าวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในนิยามหรือไม่ แล้วให้คะแนน 1 เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรง ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าวัดไม่ได้ และคะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจ และตรวจสอบความถูกต้องของภาษาในสถานการณ์ข้อคำถาม และตัวเลือก

3.3 นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.4 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยแบ่งกลุ่มที่ได้นักคะแนนสูงออกมา 25 เปอร์เซนต์เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้นักคะแนนต่ำออกมา 25 เปอร์เซนต์เป็นกลุ่มต่ำ แล้วใช้สถิติ t-test คัดเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนก (มีค่า T ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไปไว้) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 185 - 186)

3.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 170 - 171) ได้ค่าความเชื่อมั่น .847

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านเรื่องในสถานการณ์สมมุติแต่ละเรื่อง แล้วตอบคำถามที่กำหนดให้หาข้อใดในแต่ละสถานการณ์สมมุตินั้น ๆ โดยให้ตอบตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด คำตอบที่นักเรียนตอบในแต่ละข้อนั้นจะไม่มีข้อใดถูกหรือผิดอย่างแท้จริง

สถานการณ์ที่ ๐

จากการศึกษาเรื่องกฎทรงมวลของสารครูบอกกับสมสุขว่า มวลของสาร ก. กับมวลของสาร ข. เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกันและหลังทำปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าเท่ากัน แต่เมื่อสมสุขทำการทดลองพบว่า มวลของสารทั้งสอง เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกันแล้วจะลดลง ดังนั้นสมสุขจึงทำการทดลองซ้ำอีกหลายครั้ง ก็ยังได้ผลการทดลองเหมือนเดิม สมสุขจึงรายงานผลการทดลองว่ามวลของสาร ก. กับสาร ข. เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกันจะมีมวลลดลง

1. การที่สมสุขรายงานผลการทดลองเช่นนั้น นักเรียนคิดว่า สมสุขหาถูกต้องหรือไม่

- ก. ถูกต้อง
- ข. ไม่ถูกต้อง
- ค. ไม่แน่ใจ

2. เมื่อนักเรียนได้ผลการทดลองไม่ตรงกับคำอธิบายของครู นักเรียนจะทำการรายงานผลการทดลองอย่างสมสุขหรือไม่

- ก. ทำ
- ข. ไม่ทำ
- ค. ไม่แน่ใจ

3. เมื่อนักเรียนได้ผลการทดลองไม่ตรงกับคำอธิบายของครู นักเรียนจะกระทำในข้อใด

- ก. รายงานผลการทดลองตามความเป็นจริง
- ข. รายงานผลการทดลองให้ถูกต้องตามคำอธิบายของครู
- ค. รายงานผลการทดลองของกลุ่มอื่น ถ้าตรงกันก็รายงานตามที่ทดลองได้ ถ้าไม่ตรงกันก็รายงานตามคำอธิบายของครู

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีนักเรียนกลุ่มละ 45 คน ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
3. คาเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ ใช้เวลากลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที
 - 3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล
 - 3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
5. ทรวผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทรว จสข สมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent Group
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Difference Score
3. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group
4. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group
5. เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Difference Score

6. ศึกษาพัฒนาการของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group

7. ศึกษาพัฒนาการของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าความแปรปรวน (S^2)

2. หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร KR - 20 (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน สัดส่วนของคนที่ถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน สัดส่วนของคนที่ผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1 - p$
	S_t^2	แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

4. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของ แบบทดสอบวัด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับพฤติกรรมที่แสดงถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง มีสูตรดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญนนทพงษ์ 2526 : 89 - 91)

$$IOC = \Sigma R/N$$

เมื่อ IOC แทน คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม
 ΣR แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้าน
 เนื้อหาทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา

5. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์
 และมีใจเป็นกลาง โดยวิธีการแจกแจงของที (T-distribution) จากสูตร (ลวน สายยศ
 และอังคณา สายยศ 2528 : 185 - 186)

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

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 $\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
 $\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
 s_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
 s_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
 n_H แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
 n_L แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์
 และมีใจเป็นกลาง โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของ
 ครอนบัค (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 170 - 171)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma s_1^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน จำนวนข้อของ เครื่องมือวัด
	s_1^2	แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน คะแนนความแปรปรวนของ เครื่องมือทั้งฉบับ

7. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คำนวนจากสูตร (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 84)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2
	n_1	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	n_2	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	s_1^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1
	s_2^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 2

8. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Different Score คำนวนจากสูตร (Scott. 1967 : 264)

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

ซึ่ง

$$s_{MD_1 MD_2} = \sqrt{\frac{SD^2}{n_1} + \frac{SD^2}{n_2}}$$

และ

$$SD^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ

t	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
MD ₁	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
MD ₂	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
SD ²	แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่าง ระหว่างการทดสอบ หลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม
D ₁	แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มทดลอง
D ₂	แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มควบคุม
n ₁	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n ₂	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

9. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม โดยคำนวณจากสูตร (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 87)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ	t	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
	D	แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
- $\bar{D}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง ระหว่าง คะแนนแต่ละคู่
- t แทน การแจกแจงแบบที
- s^2 แทน ความแปรปรวนของ คะแนน
- MD แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- sd^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของผลต่าง ระหว่างหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้น ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมเดล กับการสอนตามคู่มือครู
ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมา
เปรียบเทียบกัน โดยใช้ t -test แบบ Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้บทเรียนโมดูล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามคู่มือครู) หลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	45	41.867	67.573	2.633*
กลุ่มควบคุม	45	37.356	64.507	

$t(.05, 88) = 2.000$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การสอนวิชา วิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกัน จึงเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดลองหลังการเรียนกับการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test แบบ Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	SD ²	t
กลุ่มทดลอง	45	4.578	11.558	2.983 **
กลุ่มควบคุม	45	2.440		

$$t (.01, 88) = 2.660$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนตามคู่มือครู ให้ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
 ผู้วิจัยได้หาค่าคะแนนเฉลี่ยและทำการทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ โดยใช้ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{D}$	t
ก่อนการเรียน	45	16.44	4.578	9.592**
หลังการเรียน	45	21.022		

$$t (.01, 45) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้บทเรียนโมดูลหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ผู้วิจัยได้หาค่าคะแนนเฉลี่ย และทำการทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ โดยใช้ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน และหลังการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{D}$	t
ก่อนการเรียน	45	15.956	2.444	4.296**
หลังการเรียน	45	18.533		

$$t(.01, 45) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบโดยใช้ t-test แบบ Difference
Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	SD ²	t
กลุ่มทดลอง	45	4.578	43.049	1.546
กลุ่มควบคุม	45	2.440		

$$t (.05; 88) = 2.00$$

จากตาราง 6 พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอน
วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู ไม่ทำให้เจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางแตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

6. ศึกษาพัฒนาการของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาค่าคะแนนเฉลี่ย และทำการทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ โดยใช้ t -test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 พัฒนาการของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{D}$	t
ก่อนการเรียน	45	17.644	0.844	.099
หลังการเรียน	45	18.489		

$$t (.05, 45) = 1.684$$

จากตาราง 7 พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ใ้ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6

7. ศึกษาพัฒนาการของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาค่าคะแนนเฉลี่ย และทำการทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ โดยใช้ t -test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 พัฒนาการของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{D}$	t
ก่อนการเรียน	45	18.511	-1.911	-2.218
หลังการเรียน	45	16.600		

$$t (0.05, 45) = -1.684$$

จากตาราง 8 พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการเรียนลดลงซึ่งแสดงว่าการสอนตามคู่มือครูไม่ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 7

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้
บทเรียนโมดูลและการสอนตามคู่มือครู สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล
4. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ
เป็นกลางของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล
7. เพื่อศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ
เป็นกลางของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนตามคู่มือครูมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางแตกต่างกัน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้น
7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต
 - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ คือ
 - 2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น .772
 - 2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น .815

2.3 แบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง มีค่าความเชื่อมั่น .847

2.4 แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลาเสียงในสิ่งมีชีวิต

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 จัดนักเรียนเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้นักเรียนกลุ่มละ 45 คน โดยการจัดสลา

3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ ใช้เวลากลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.1 กลุ่มทดลองสอนใช้บทเรียนโมดูล

3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

3.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง โดยใช้แบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

3.5 ตรวจให้คะแนน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent Group

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Difference Score
3. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group
4. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group
5. เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Difference Score
6. ศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group
7. ศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีพัฒนาการทางเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการวิจัยพร้อมการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม และผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สมมติฐานข้อที่ 1 - 4) ได้ผลดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม และผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการสอนสองวิธีปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวบและผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม และผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล และการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและการสอนตามคู่มือครู ต่างก็มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งผลการศึกษาในประเด็นแรกสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทวน อ่อนใสว (ประทวน อ่อนใสว 2527 : 68 - 69) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน โดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ สสวท. และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิยม ทองอุคม (นิยม ทองอุคม 2520 : 23-25) ที่พบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1975 : 274) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติ สำหรับในประเด็นที่สองได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัย ชีวชนรักษ์ (อุทัย ชีวชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ซึ่งพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักศึกษาฝึกหัดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ สามารถอธิบายได้หลายประการดังต่อไปนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนโมดูลถูกออกแบบเพื่อให้ให้นักเรียน ได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ ที่ดำเนินไปภายใต้ขั้นตอน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่การสอนตามคู่มือครูนั้นโอกาสที่นักเรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้นั้นมีอยู่น้อย (มัทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 98) ซึ่งจาก งานวิจัยของ รุจี โรจน์ประศาสน์ (รุจี โรจน์ประศาสน์ 2523 : 47 - 48) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ กันทางบวก นั่นคือนักเรียนที่มีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน รู้มากเท่าไรก็ย่อมที่จะทำได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามไปด้วย จากที่กล่าวมานี้จึงสนับสนุนผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่เรียนรู จากบทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวม และผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู

ประการที่สอง รูปแบบการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในด้านการเรียนรู้ อาทิ การประเมินผลก่อนการเรียนในแต่ละหน่วย และเมื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้จบสิ้นแล้ว หากไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ซึ่งถ้ากำหนดเกณฑ์ที่ไม่ผ่านไว้สูง) โอกาสที่นักเรียนส่วนใหญ่จะได้รับการสอนซ่อมเสริมที่เพิ่มมากขึ้นเท่ากับเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน และฝึกฝนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น สำหรับการสอนตามคู่มือครูไม่มีกระบวนการสอนที่มีการประเมินผลการเรียนก่อนและหลังการเรียนในแต่ละเนื้อหา ทั้งการสอนซ่อมเสริมก็จะกระทำเมื่อมีการสอบประจำบทซึ่งมีเพียงหนึ่งครั้งต่อหนึ่งบทเรียน จากที่กล่าวมานี้สนับสนุนผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวม และผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู

ประการที่สาม สำหรับในกรณีที่ศึกษาพัฒนาการแม้ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูจะมีวิธีการเรียนที่แตกต่างกัน แต่ก็ได้รับการสอนในเนื้อหา ระยะเวลา ทั้งแนวทางที่นักเรียนได้ปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง เน้นการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองวิธีมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีพัฒนาการขึ้นนั่นเอง

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (สมมติฐานข้อที่ 5 - 7)

1. เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางจากการสอนสองแบบ พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ สามารถอธิบายได้ว่าการสอนตามคู่มือครูนักเรียนจะได้รับแบบอย่างในคุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากครู ได้มีโอกาสทดลองปฏิบัติจริง มีการทำงานกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ส่วนการสอน

โดยใช้บทเรียนโมเดลนั้นนักเรียนมีอิสระที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานกลุ่ม ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนทั้งสองแบบนี้ต่างก็มุ่งส่งเสริมให้ยูเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง อันเป็นไปตามข้อเสนอแนะในหลายประการของคลัส เมียร์ (สุนันท์ สังข์อ่อง 2523 : 340 อ้างอิงมาจาก Klausmir.n.d.) ด้วยเหตุนี้เองทำให้ผลการศึกษพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลและการสอนตามคู่มือครูมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ไม่แตกต่างกัน

2. ศึกษาพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมเดลและการสอนตามคู่มือครู พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมเดลและการสอนตามคู่มือครูต่างก็มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางก่อนกับหลังการทดลองสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษาค้นคว้าดังกล่าวนี้ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลมีคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางในระดับกลาง ซึ่งแสดงว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองมีเพียง 20 คาบ ความละ 50 นาที ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาอันสั้น จึงทำให้พัฒนาการเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลางสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูนั้นพบว่า คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางอยู่ในระดับกลาง แต่พบว่าภายหลังที่นักเรียนได้รับการสอนตามคู่มือครูแล้ว คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนเคยชินกับการสอนแบบนี้อมาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการสอนที่นักเรียนไม่เคยได้รับการย้าให้ตระหนักถึงพฤติกรรมที่เอื้อต่อการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง แต่เมื่อได้รับการสอนที่ได้ย้าให้ตระหนักถึงพฤติกรรมที่เอื้อต่อการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง นักเรียนอาจเกิดความสับสนและไม่แน่ใจในการตอบสนอง

ข้อหาที่ใหม่ของการสอนซึ่งต่างไปจากเดิม จึงทำให้คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ เป็นกลางภายหลังการทดลองจากการสอนตามคู่มือครูลดลง อันเป็นผลทำให้พัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ เป็นกลาง เป็นไปในทางตรงกันข้าม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนจากบทเรียนโมดูลสูงกว่าที่เรียนตามคู่มือครู ดังนั้นครู-อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาจึงควรผลิตหรือพิจารณานำบทเรียนโมดูลมาใช้ในการสอน

1.2 ก่อนการใช้บทเรียนโมดูลซึ่งเป็นการสอนที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองนั้น ผู้สอนควรที่จะเตรียมนักเรียนให้มีพื้นฐานในการเรียนการสอนลักษณะนี้ก่อน เช่น ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมในบทเรียนโมดูลเพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝน ทักษะและพื้นฐานที่จำเป็น เช่น ทักษะในการอ่าน การเขียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น อันจะทำให้ นักเรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนโมดูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ครู-อาจารย์ที่จะนำบทเรียนโมดูลไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อาจนำไปใช้สลับกับการสอนวิธีอื่น ๆ เช่น การสอนตามคู่มือครู การสอนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง โดยพิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหา วิธีการ อุปกรณ์ฯ ทั้งนี้จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลการใช้บทเรียนโมดูลกับตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา มโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยส่วนรวม ผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามตัวแปร เกี่ยวกับ เพศ ระดับชั้น ระดับความสามารถที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล

2.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมเลือกใน บทเรียนโมดูลให้มีความหลากหลายเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4 ควรมีการศึกษาวิธีสอนรูปแบบอื่น ๆ เช่น ชุดการ เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กาญจนา เกียรติประวัติ นวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ม.ป.ป., 216 หน้า

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และคนอื่น ๆ รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525,

169 หน้า

กอสักดิ์ ศรีน้อย เปรียบเทียบผลสัมพัทธ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 107 หน้า อักสำเนา

เจริญ สวัสดิ์ถาวร ความสัมพันธ์ระหว่าง เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520, 119 หน้า อักสำเนา

ชมพันธ์ ญูชร ณ อยุธยา หน่วยการเรียนรู้การสอน เอกสารประกอบการเรียน

วิชาปฏิบัติการพัฒนาหลักสูตรและการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา 2519, 11 หน้า

ชวาล แพร์ตกุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 โรงพิมพ์วัฒนาพานิช 2518,

434 หน้า

เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า

ชูศรี วงศ์รัตน์ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย โรงพิมพ์เจริญผล 2525, 252 หน้า

เชาวนี อยะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า

อักสำเนา

เชิดศักดิ์ โขवासินธุ์ การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ 2522, 206 หน้า

โชติ เพชรชื่น "การสร้างเครื่องมือวัดด้านจริยธรรม" การวัดผลการศึกษา 2 :

23 - 28, 2524

_____ "แบบทดสอบสถานการณ์" การวัดผลการศึกษา 2 : 7 - 16 2526

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ รายงานการวิจัยเรื่อง จริยธรรมและเจตคติวิทยาศาสตร์ของ
นิสิตวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พินิจโลก 2526, 170 หน้า
อค์สำเนา

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู และ
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2528, 158 หน้า อค์สำเนา

ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 105 หน้า อค์สำเนา

นิตา สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1 : 21 มกราคม 2518

_____ "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 : 6 - 7 กรกฎาคม 2520

_____ "วิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาประเทศได้อย่างไร" ข่าวสาร สสวท.

6(3) 1 - 6, 2521

นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีทาง
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2519,
175 หน้า

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 140 หน้า อค์สำเนา

บุญมี ก้อนทอง "บทเรียนโมดูลเพื่อเสริมความรู้" วิทยาสาร 26 : 21 - 23

มกราคม 2518

บุญเชิด วิทยุโณนันทพงษ์' การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ ภาควิชา

พื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2526, 285 หน้า

ประหวน อ่อนไสว ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอน

แบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 404 หน้า อักสำเนา

ณดุงยศ ดวงมาลา การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2523, 331 หน้า

พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์" พัฒนาวิทย์ 10 :

49 - 51 มกราคม 2517

พิทยาภรณ์ คำรงกุลรัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน

แบบโมดูลกับการสอนปกติ เรื่องกระบวนการวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ กศ.บ.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 112 หน้า อักสำเนา

พิศาล สร้อยขุฑูร่า ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ กรมวิชาการ

กระทรวงศึกษาธิการ 2522, 165 หน้า

พิสุทธิ บุญเจริญ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ

แก้ปัญหาเป็นกลุ่มของการสอนด้วยชุดการเรียนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอน

ตามปกติในวิชาภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 280 หน้า อักสำเนา

มหาวิทยาลัย, ทบวง คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน

วิทยาศาสตร์ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ม.ป.ท. 2525,

74 หน้า

ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า

ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 211 หน้า

ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 2525, 287 หน้า

มังกร ทองสุคี การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตการพิมพ์
2522, 188 หน้า

มันทนา จงสุขสันติกุล ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า อัดสำเนา
ยุพา ทัศนิจเจริญ โครงการพัฒนาเจตคติที่ดีในการเรียนวิทยาศาสตร์ของ เด็กไทย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารโรเนียว 2529
9 หน้า

รุจี โรจน์ประศาสน์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทศนคติ
ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2523, 89 หน้า อัดสำเนา

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2
วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

_____ หลักการวิจัยทางการศึกษา ศึกษาพร 2528, 314 หน้า
วัลภา จิรระวงศ์ การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคณาดโดยใช้กระบวนการ
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใน
กรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2528, 97 หน้า อัดสำเนา

วาสนา ขาวหา เทคโนโลยีทางการศึกษา อักษรสยามการพิมพ์ 2522, 200 หน้า
วิชัย วงษ์ใหญ่ พัฒนาหลักสูตรและการสอน โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม 2521, 174 หน้า
วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเคียนการพิมพ์ 2518,
2518, 164 หน้า

วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน อานวยการพิมพ์
2521, 121 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์
คุรุสภา 2521, 252 หน้า

ศึกษาศิสน์ มณีพันธ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ
การเปลี่ยนแปลง เจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2519, 176 หน้า อักสาเนา

สงบ ลักษณะ "การศึกษาและพัฒนาจริยธรรมไทย" การวัดผลการศึกษา 2 : 29 -
57 2524

สมโชค พูลนาม ความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์กับความรับรู้สักรับผิดชอบ ปรินูญานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 63 หน้า อักสาเนา

สมจิต สวชนไพบูลย์ สมรรถภาพการสอนของครู ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2527, 40 หน้า อักสาเนา

วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ม.ป.ท. 212 หน้า

สมพงษ์ รุจิรวรรณ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิด
สร้างสรรค์ พฤติกรรมค่านิยม ความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 83 หน้า อักสาเนา

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว ม.ป.ป., 16 หน้า

หน่วยทดสอบและประเมินผล รายงานการสํางแบบสอบถามเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว 2517, 9 หน้า

สุนันท์ สังข์ทอง ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว 2523, 30 หน้า

สุมาลี ศรีทองกิติกุล การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การเปลี่ยนแปลง ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 219 หน้า
อักสาเนา

- เสียง ชูสกุล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชา
คณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามแผนการสอนคณิตศาสตร์ของ สสวท.
ปฏิญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 49 หน้า
อค์สำเนา
- เสียงม วิไลนุรักษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปฏิญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 100 หน้า อค์สำเนา
- อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ พื้นฐานทางเทคโนโลยีในการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีทาง
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน 2526,
152 หน้า
- อนันต์ จันทกรวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปฏิญานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2523, 226 หน้า อค์สำเนา
- อุทัย ชีวะชนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ปฏิญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2517, 101 หน้า อค์สำเนา
- อานวย รุ่งรัศมี การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2525, 184 หน้า
- Anderson, Austin. "The Effects of A Modular Biology Course on Attitude
Toward Biology," Dissertation Abstracts International. 36(4)
2119-A, October, 1975.
- American Association for the Advancement of Science. Science A Process
Approach Commentary for Teacher. Washington D.C., AAAS, 1970.
683 p.
- Arends, Robert L, and others. Handbook for the Development of
Instructional Module in Competency-based Teacher Education
Program. 2nd.ed., New York, State University College at Buffalo,
1973. 36 p.

- Blackburn, Garry Myrle. "Modulized and Traditional Teaching Method in Pre-service Teacher Training : An Experimental Study," Dissertation Abstracts International. 36 : 724-A, August, 1975.
- Edwards, Allen L. Statistical Method for the Behavioral Science. New York, Rinehart and Co. Inc., 1954. 542 p.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service, Princeton, 1952. 32 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw Hill, Book Company, 1976. 529 p.
- Gabel, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics - Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching," Science Education. 61 : 503 - 511, October - December, 1977.
- Houston, W. Robert and others. Development Instructional Modules. Texas, College of Education, University of Texas, Houston, 1972. 188 p.
- Hurst, Joseph B. "Competency - Based Learning Modules in Elementary Teacher Training : A Comparison of Individual and Group Instructional for Problem-Inquiry Teacher," Dissertation Abstracts International. 33(11) : 1752-A, May, 1973.
- Kahn, P. "An Experimental Study of Determine the Effect of a Selected Procedure for Teaching the Scientific Attitudes to Seventh and Eighth Grade Boys Through the Use of Current Events in Science," Science Education. 46 : 115 - 127, March, 1962.
- Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science," in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Benjamin S. Bloom, et.al., New York, McGraw Hill, Co., 1971. 923 p.
- Lawrence, Gordon. Florida Modules on Generic Teacher Competencies Module on Modules. Florida, University of Florida Gainesville. 1973. 27 p.
- Lucas, Don Horace. "The Effect of Participation in an Instructional Program at Fernbank Science Center has on Upper Elementary School Student's Scientific Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 6530-A - 6531-A, April, 1975.
- McCarney, Stephen Bart. "Modularized, Modularized and Traditional and Traditional Teaching Method Utilized in Pre-Service Teacher Training An Experimental Study," Dissertation Abstracts International. 37(7) : 4269-A, January, 1977.

- Parsans, Jerry and others. "Criteria for Selecting Evaluation or Development Learning Modules," Educational Technology. 4 : 31-32, February, 1976. .
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th.ed., New York, John Wiley and Son, Inc., 1967. 445 p.
- Sund, Robert B. and Leslie Trowbride. Student Centred Teaching in Secondary School. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1975. 631 p.
- Usaha, Sutep. "Analysis of Knowledge Levels of Questions Appearing at the End of Each Chapter of Science Textbook Used in Thai Lower Secondary School," Dissertation Abstracts International. 49(07) : 2307-A, January, 1983.
- Vanek, Eugenia Ann Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 1522-A, September, 1974.
- Victor, Y. Billeh and George A. Zakhariades. "The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitude," Science Education. 59(2) : 155 - 156, April - June, 1975.
- Walter, Johns Kenneth. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science - Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts. 27 : 994-A - 995-A, October, 1966.

การคำนวณ

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.57	.47	16	.68	.60
2	.42	.57	17	.44	.44
3	.61	.62	18	.47	.48
4	.79	.62	19	.63	.66
5	.47	.48	20	.35	.42
6	.36	.44	21	.38	.21
7	.40	.50	22	.33	.79
8	.45	.42	23	.32	.21
9	.29	.58	24	.49	.58
10	.44	.50	25	.41	.62
11	.59	.60	26	.20	.24
12	.70	.30	27	.27	.46
13	.44	.50	28	.35	.34
14	.68	.46	29	.32	.49
15	.57	.29	30	.69	.37

ตาราง 10 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.51	.49	.25	16	.64	.36	.23
2	.37	.63	.23	17	.43	.57	.25
3	.71	.29	.21	18	.47	.53	.25
4	.79	.21	.17	19	.62	.38	.24
5	.53	.47	.25	20	.34	.66	.22
6	.39	.61	.24	21	.42	.58	.24
7	.35	.65	.23	22	.38	.62	.24
8	.48	.52	.25	23	.31	.69	.21
9	.34	.66	.22	24	.64	.36	.23
10	.38	.62	.24	25	.44	.56	.25
11	.57	.43	.25	26	.23	.77	.18
12	.83	.17	.14	27	.33	.67	.22
13	.47	.53	.25	28	.32	.68	.22
14	.66	.34	.22	29	.35	.65	.23
15	.60	.40	.24	30	.65	.35	.23

ตาราง 11 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.43	.30	16	.32	.44
2	.49	.41	17	.69	.58
3	.37	.45	18	.54	.49
4	.42	.59	19	.58	.43
5	.61	.53	20	.63	.61
6	.21	.27	21	.67	.35
7	.60	.59	22	.64	.36
8	.58	.61	23	.41	.57
9	.51	.44	24	.56	.70
10	.48	.58	25	.76	.39
11	.25	.37	26	.60	.65
12	.49	.60	27	.61	.45
13	.52	.36	28	.76	.31
14	.41	.43	29	.53	.44
15	.35	.42	30	.36	.82

ตาราง 12 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้าน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.44	.56	.25	16	.32	.68	.22
2	.41	.59	.24	17	.64	.36	.23
3	.36	.64	.23	18	.52	.48	.25
4	.47	.53	.25	19	.63	.37	.23
5	.64	.36	.23	20	.70	.30	.21
6	.23	.77	.18	21	.63	.37	.23
7	.57	.43	.25	22	.65	.35	.23
8	.54	.46	.25	23	.34	.66	.22
9	.44	.56	.25	24	.50	.50	.25
10	.49	.51	.25	25	.83	.17	.14
11	.29	.71	.21	26	.55	.45	.25
12	.50	.50	.25	27	.65	.35	.23
13	.53	.47	.25	28	.76	.24	.18
14	.41	.59	.25	29	.57	.43	.25
15	.28	.72	.20	30	.61	.39	.24

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้าน
ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient)
โดยใช้สูตรครอนบัค

$$\text{จากสูตร} \quad s_i^2 = \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N^2}$$

$$\sum s_i^2 = 326 + .457 + \dots + 1.016 = 13.359$$

$$\text{จากสูตร} \quad s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$$= \frac{149 \times 41665 - (2137)^2}{149 \times 149}$$

$$= 73.930$$

$$\text{จากสูตร} \quad \alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

$$= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{13.359}{73.930} \right\}$$

$$= 1.034 \times .819$$

$$= .847$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .847

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต โดยใช้สูตร KR - 20
ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = (.44 \times .56) + (.41 \times .59) + \dots \dots \dots + (.61 \times .39) = 6.871$$

$$\Sigma X = 4 + 5 + 6 + \dots \dots \dots + 28 = 2362$$

$$\Sigma X^2 = 16 + 25 + \dots \dots \dots + 784 = 41636$$

จากสูตร

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

$$s_t^2 = 32.446$$

จากสูตร

$$r_{rt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right\}$$

$$= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.871}{32.446} \right\}$$

$$= 1.034 \times .788$$

$$= .815$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น . 815

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้
ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเคอร์ -
ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\sum pq = (.51 \times .49) + (.37 \times .63) + \dots + (.65 \times .35) = 6.803$$

$$\sum x = 10 + 9 + \dots + 25 = 2127$$

$$\sum x^2 = 100 + 81 + \dots + 625 = 34899$$

จากสูตร

$$s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$$s_t^2 = 26.793$$

จากสูตร

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.803}{26.793} \right\} \\ &= 1.034 \times .746 \\ &= .772 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น .772

ภาคผนวก ข

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 13 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	46	16	43	31	46
2	56	17	48	32	41
3	49	18	50	33	33
4	50	19	51	34	41
5	49	20	51	35	34
6	51	21	37	36	28
7	56	22	14	37	35
8	52	23	33	38	44
9	37	24	31	39	36
10	39	25	30	40	43
11	57	26	42	41	37
12	45	27	46	42	37
13	42	28	24	43	37
14	41	29	51	44	33
15	47	30	31	45	30

ตาราง 14 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การลาเลียงในสิ่งมีชีวิต ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	30	16	28	31	48
2	20	17	36	32	44
3	35	18	42	33	44
4	42	19	30	34	49
5	24	20	34	35	51
6	39	21	25	36	42
7	29	22	36	37	46
8	42	23	30	38	47
9	28	24	21	39	44
10	35	25	46	40	47
11	29	26	39	41	37
12	33	27	28	42	45
13	35	28	39	43	49
14	41	29	41	44	40
15	32	30	45	45	34

ตาราง 15 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน			เลขที่	คะแนน		
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง
1	15	21	6	24	13	15	2
2	25	27	2	25	12	15	3
3	16	25	9	26	19	21	2
4	20	22	2	27	18	20	2
5	22	23	1	28	10	12	2
6	24	25	1	29	24	23	-1
7	19	28	9	30	15	18	3
8	23	26	3	31	16	21	5
9	11	18	7	32	10	21	11
10	15	23	8	33	17	18	1
11	26	28	2	34	13	18	5
12	14	23	9	35	18	20	2
13	16	22	6	36	10	14	4
14	15	22	7	37	10	20	10
15	19	24	5	38	18	22	4
16	15	20	5	39	10	17	7
17	25	22	-3	40	17	20	3
18	22	25	3	41	12	20	8
19	25	26	1	42	14	21	7
20	20	26	6	43	13	23	10
21	12	19	7	44	10	19	9
22	17	21	4	45	12	14	2
23	13	18	5				

ตาราง 16 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน			เลขที่	คะแนน		
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง
1	16	22	6	24	7	8	1
2	5	11	6	25	22	24	2
3	13	18	5	26	21	19	-2
4	16	21	5	27	12	14	2
5	6	11	5	28	16	22	6
6	21	21	0	29	19	21	2
7	12	15	3	30	18	21	3
8	17	18	1	31	13	23	10
9	10	17	7	32	16	22	6
10	16	16	0	33	20	24	4
11	16	12	-4	34	24	26	2
12	9	16	7	35	24	24	0
13	11	16	5	36	18	20	2
14	15	22	7	37	20	21	1
15	14	16	2	38	19	24	5
16	18	14	-4	39	22	19	-3
17	17	15	-2	40	18	22	4
18	17	17	0	41	14	19	5
19	15	15	0	42	20	22	2
20	9	19	10	43	22	23	1
21	10	16	6	44	17	22	5
22	17	20	3	45	19	17	-2
23	17	9	-8				

ตาราง 17 แสดงคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
ของครูนักทดลอง

เลขที่	คะแนน			เลขที่	คะแนน		
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง
1	18	19	1	24	16	20	4
2	16	23	7	25	10	19	9
3	27	23	-4	26	19	21	3
4	15	25	10	27	18	20	2
5	19	17	-2	28	10	12	2
6	24	20	-4	29	24	23	-1
7	24	26	6	30	15	18	3
8	22	12	-10	31	16	21	5
9	28	23	-5	32	10	21	11
10	25	28	3	33	17	18	1
11	28	29	1	34	13	18	5
12	26	25	-1	35	18	20	2
13	18	25	7	36	10	14	4
14	10	18	8	37	10	20	10
15	16	18	2	38	18	22	4
16	23	20	-3	39	10	17	7
17	10	22	12	40	17	20	3
18	16	22	6	41	12	20	8
19	23	22	-1	42	14	21	7
20	10	11	1	43	13	23	10
21	9	12	3	44	10	19	9
22	16	17	1	45	12	14	2
23	20	19	-1				

ตาราง 18 แสดงคะแนนเวทกกีทางวิทยาศาสตร์ ความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง
ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน			เลขที่	คะแนน		
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ผลต่าง
1	22	25	3	24	19	22	3
2	15	14	-1	25	22	22	0
3	9	5	-4	26	13	10	-3
4	15	17	2	27	14	9	-5
5	16	18	2	28	18	21	3
6	18	9	-9	29	15	8	-7
7	13	18	5	30	28	24	-4
8	26	17	-11	31	18	22	6
9	21	14	-7	32	30	29	-1
10	15	13	-2	33	21	16	-5
11	15	14	-1	34	15	19	4
12	13	18	5	35	23	20	-3
13	20	26	6	36	15	10	-5
14	21	21	0	37	15	10	-5
15	21	22	1	38	20	24	4
16	16	16	0	39	15	17	2
17	13	11	-2	40	27	2	-25
18	24	20	-4	41	25	21	-4
19	24	25	1	42	18	22	4
20	18	20	2	43	21	16	-5
21	15	7	-8	44	20	9	-11
22	10	11	1	45	15	14	-1
23	24	15	-9				

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง ลงในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนตอบในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ในช่อง
ก. ข. ค. ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้ทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
4. ห้ามเขียน - ชี้คลงบนแบบทดสอบ

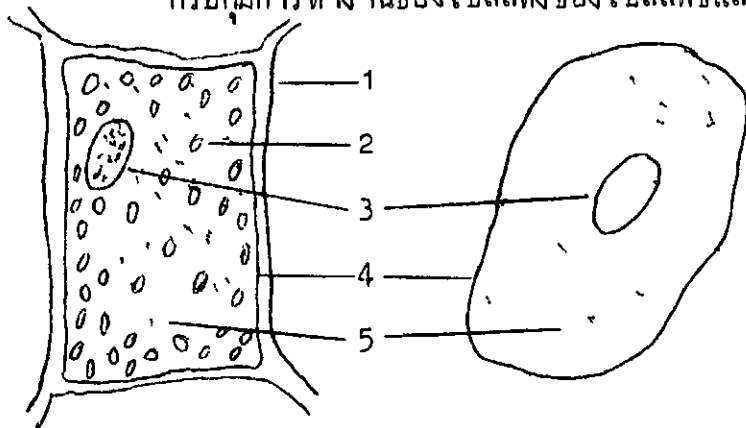
1. ส่วนประกอบของเซลล์ที่ช่วยให้ความแข็งแรงแก่เซลล์พืชคืออะไร

- | | |
|----------------|-----------------|
| ก. ผนังเซลล์ | ข. นิวเคลียส |
| ค. ไซโทพลาสซึม | ง. เซลล์เมมเบรน |
| จ. คลอโรพลาสต์ | |

2. ส่วนประกอบของเซลล์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าและออกจากเซลล์คืออะไร

- | | |
|----------------|-----------------|
| ก. ผนังเซลล์ | ข. นิวเคลียส |
| ค. ไซโทพลาสซึม | ง. เซลล์เมมเบรน |
| จ. คลอโรพลาสต์ | |

3. จากภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ควบคุมการทางานของเซลล์ทั้งของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คือข้อใด



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

4. เมื่อน้ำแบ่งสุกและสารละลายน้ำตาลกลูโคสผสมกันในอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วแช่ในน้ำเย็น 10 นาที จะเกิดอะไรขึ้น

- ก. พบแบ่งในน้ำ
- ข. ได้สารใหม่ในน้ำมีสีส้ม
- ค. พบน้ำตาลกลูโคสในน้ำ
- ง. พบสารละลายไอโอดีนในน้ำ
- จ. พบสารละลายเบเนดิกต์ในน้ำ

5. คอไปนัซอิกถูกทดลอง

- ก. อาหารส่วนใหญ่จะถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร
- ข. น้ำย่อยในลำไส้เล็กมีสมบัติเป็นกรดอ่อนๆ
- ค. เอนไซม์อะไมเลสในปากจะถูกผลิตจากตับอ่อน
- ง. ในลำไส้เล็กมีเอนไซม์ที่ช่วยให้อาหารย่อยวิตามิน
- จ. น้ำย่อยในกระเพาะอาหารทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะเป็นกรด

6. สารใด ไม่ อยู่ในกลุ่ม

- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. กลูโคส
- ง. เอนไซม์
- จ. กรดอะมิโน

7. กรดอะมิโนเกิดจากการที่ร่างกายย่อยสลายสารอาหารชนิดใด

- ก. ส้ม
- ข. เนย
- ค. ข้าว
- ง. เกลือ
- จ. ถั่วเหลือง

8. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. คนที่ทานอาหารมังสวิรัตินานๆ จะขาดโปรตีนทุกคน
- ข. การเคี้ยวอาหารช่วยให้พื้นที่เอนไซม์ได้สัมผัสกับอาหารมีมากขึ้น
- ค. ในร่างกายจะมีศูนย์กลางผลิตเอนไซม์ในการย่อยอาหารชนิดต่างๆ
- ง. การทานอาหารประเภทที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ มากๆ เพื่อช่วยในการย่อย
- จ. หลังทานอาหารใหม่ๆ ควรให้ความอบอุ่นร่างกายเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยในการทำงานของเอนไซม์ที่ขึ้น

9. การย่อยอาหารเกิดขึ้นที่อวัยวะส่วนใดมากที่สุด

- | | |
|-----------------|--------------|
| ก. ปาก | ข. ลำไส้เล็ก |
| ค. ลำไส้ใหญ่ | ง. ลำไส้ตรง |
| จ. กระเพาะอาหาร | |

10. ไขมันแข็ง เมื่อถูกย่อยแล้วจะได้โมเลกุลที่เล็กที่สุดคืออะไร

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ก. กรดไขมัน | ข. กลีเซอรอล |
| ค. กรดอะมิโน | ง. น้ำตาลกลูโคส |
| จ. น้ำตาลมอลโทส | |

11. อาหารที่ย่อยแล้วส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ณ บริเวณใด

- | | |
|-----------------|--------------|
| ก. ลำไส้ | ข. ลำไส้เล็ก |
| ค. ลำไส้ใหญ่ | ง. หลอดอาหาร |
| จ. กระเพาะอาหาร | |

12. กลุ่มอาหารข้อใดเมื่อเรากินแล้วย่อยออกมาเป็นกรด

- | |
|---------------------------------------|
| ก. ฝรั่งทอง ทุเรียน ไข่ต้ม |
| ข. สับปะรด เป็ดไข่ มะม่วงทอง |
| ค. แองโก้ กลวยบวชชี ผักผักคะน้า |
| ง. นาพริกมะขาม แองเลียงบวบ เต้าหู้ทอด |
| จ. สลัดผัก แองจีมะระ ข้าวโพดทอด |

13. การแพร่หมายถึง

- | |
|---|
| ก. การกระจายของก๊าซในอากาศ |
| ข. การกระจายของอนุภาคของแข็งในของเหลว |
| ค. การกระจายของสารจากที่หนึ่ง ไปสู่อีกที่หนึ่ง |
| ง. การกระจายของสารจากที่ที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่นมาก |
| จ. การกระจายของสารจากบริเวณที่มีจำนวนโมเลกุลมากไปยังบริเวณที่มีจำนวนโมเลกุลของสารน้อยกว่า |

18. การคายน้ำของพืช ไม่มีส่วนช่วย ในการทำหน้าที่อะไร
- การรับและคายก๊าซของพืช
 - การลำเลียงเกลือแร่ขึ้นสู่ใบ
 - การลำเลียงน้ำทางท่อลำเลียงน้ำ
 - การลดยุทหนุมที่ใบเมื่อได้รับแสง
 - การลำเลียงอาหารทางท่อลำเลียงอาหาร
19. เหตุใดใบของต้นกระบองเพชรจึงมีลักษณะเป็นหนามแหลม
- เพราะต้องการลดการคายน้ำในนอยลง
 - เพราะพืชต้องการให้ลำต้นสังเคราะห์แสง
 - เพราะต้องการลดการลำเลียงอาหารให้กับใบ
 - เพราะต้องการให้เป็นหนามเพื่อป้องกันอันตราย
 - เพราะต้นกระบองเพชรมักขึ้นในทะเลทรายจึงต้องให้ใบติดกับลำต้นนานๆ
20. เมื่อนักเรียนค่อยๆ ย้ายต้นเข็มที่ปักชำเอาไว้ลงในแปลงที่เตรียมไว้ นักเรียนต้องเก็บใบทิ้งไปจำนวนหนึ่ง เพราะเหตุใด
- ลดการคายน้ำเพื่อให้ใบไม่เหี่ยว
 - ป้องกันการบังกันใบของต้นที่แสดงอาทิตย์ส่องลงมาถึงใบ
 - ลดการสังเคราะห์แสงเพื่อให้พืชได้มีการปรับตัวก่อน
 - ป้องกันการแย่งน้ำและก๊าซสำหรับการสังเคราะห์แสง
 - ช่วยให้พืชเตรียมปรับระบบต่างๆ ภายในพืชให้เหมาะสมกับภาวะแวดล้อม
21. เมื่อเซลล์ของร่างกายได้รับอันตรายเกิดบาดแผล สารใดที่ช่วยให้เลือดแข็งตัว
- | | |
|-----------------|---------------|
| ก. แคลเซียม | ข. วิตามินเค |
| ค. น้าเหลือง | ง. ฮีโมโกลบิน |
| จ. ธาตุแคลเซียม | |
22. เส้นเลือดในข้อใดมีผนังหนาที่สุด
- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| ก. เส้นเลือดฝอย | ข. เส้นเลือดดำ |
| ค. เส้นเลือดเข้าสู่หัวใจ | ง. เส้นเลือดออกจากหัวใจ |
| จ. เส้นเลือดในผิวหนัง | |

29. สิ่งมีชีวิตใช้วิธีการใดในการล่าเหยื่อสารต่างๆ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิต

ก. การแพร่

ข. การคายน้ำ

ค. การดูดซึมโคไลต

ง. การสังเคราะห์แสง

จ. เอนไซม์ช่วยการล่าเหยื่อ

30. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการล่าเหยื่อในสิ่งมีชีวิต

ก. การแพร่

ข. การย่อยอาหาร

ค. การหมุนเวียนของเลือด

ง. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

จ. การขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น ห้อง ลงในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนตอบในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาทในช่อง ก. ข. ค. ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ขอสอบฉบับนี้ทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 40 นาที
4. ห้ามเขียน — ชีคลงบนแบบทดสอบ

1. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่า "ส่วนประกอบของเซลล์"

- ก. เซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด จะมีลักษณะไม่เหมือนกัน
- ข. เซลล์เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดและสำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต
- ค. ในเซลล์จะมีนิวเคลียสและของเหลวรอบๆ นิวเคลียสที่เรียกว่า ไซโทพลาสซึม
- ง. นิวเคลียสทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมให้กับเซลล์สิ่งมีชีวิตทุกชนิด
- จ. ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีส่วนประกอบของเซลล์ต่างกันคือ เซลล์พืชมีคลอโรพลาสต์และผนังเซลล์แต่เซลล์สัตว์ไม่มี

คำชี้แจง ข้อใดต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 2 และ 3

ถ้าต้องการทราบหาระหว่างแบ่งและน้ำตาล สารใดจะมีขนาดเล็กโมเลกุลใหญ่กว่ากัน โดยเบาแบ่งสูงและสารละลายน้ำตาลใส่ลงในถุงกระดาษแก้ว ซึ่งมีรูเล็กๆ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จากนั้นนำถุงกระดาษแก้วไปแช่น้ำ แล้วจึงคว่ำน้ำไปทดสอบหาโมเลกุลกับสารละลายไอโอดีน และทดสอบหาโมเลกุลของน้ำตาลกับสารละลายเบเนดิกต์

2 จากข้อมุดังกล่าว ขั้นตอนการทดลองในข้อใด ไม่จำเป็น

- ก. เทน้ำแบ่งสูงและสารละลายน้ำตาลลงในถุงกระดาษแก้วรัศมีปากถุงให้แน่น ล้างข้างนอกถุงด้วยน้ำ
- ข. นำถุงกระดาษแก้วไปแช่น้ำในแก้วต้งทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที
- ค. สังเกตน้ำในแก้วว่ามี การเปลี่ยนแปลงหรือไม่บันทึกผลการทดลอง
- ง. นำน้ำในแก้วใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด
- จ. ทดสอบน้ำในหลอดทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

3. อุปกรณ์ในข้อใด ไม่จำเป็น สำหรับการทดลองครั้งนี้

- ก. บารัก
- ข. นาฬิกา
- ค. หลอดหยด
- ง. หลอดฉีดยา
- จ. ขาคงพร้อมที่จับหลอดทดลอง

4. จากการทดลองเรื่องเอนไซม์ พบว่าเอนไซม์ในน้ำลายสามารถเปลี่ยนอาหารประเภทแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นการให้ความหมายข้อความที่ว่า "การทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย" ได้ดีที่สุดในการนำไปปฏิบัติทดลอง

- ก. หมายถึง ผลการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์แล้วพบการเปลี่ยนแปลง
- ข. หมายถึง ความสามารถของเอนไซม์ในน้ำลายในการ เปลี่ยนแปลงแป้งให้เป็นน้ำตาล
- ค. หมายถึง ความสามารถที่เอนไซม์ในน้ำลายเปลี่ยนแปลงแป้งให้เป็นน้ำตาลซึ่งทดสอบได้
- ง. หมายถึง การเปลี่ยนจากแป้งให้เป็นน้ำตาล โดยมีเอนไซม์ในน้ำลายเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยา
- จ. หมายถึง ความสามารถที่เอนไซม์ในน้ำลายเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลซึ่งทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์แล้วพบว่ามี การเปลี่ยนแปลง

5.

หลอดที่ 1



น้ำลาย

+

น้ำแป้ง

หลอดที่ 2



น้ำลายต้ม

+

น้ำแป้ง

จากภาพแสดงการทดลองเรื่อง ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย เมื่อนำหลอดทดลองทั้งสองไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์พบว่าสารในหลอดที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลง นักเรียนคิดว่า ตัวแปรต้น ในการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. ปริมาณของน้ำแป้ง
- ข. น้ำลายในอุณหภูมิที่ต่างกัน
- ค. ปริมาณของน้ำลายในหลอดทั้งสอง
- ง. เวลาที่น้ำลายผสมกับน้ำแป้งในหลอดทดลอง
- จ. ความเข้มข้นของสารละลายเบเนดิกต์ที่ใช้ทดสอบ

6. ข้อใดควรเป็นสมมติฐานของการทดลองในข้อ 5

- ก. น้ำลายสามารถเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลได้
- ข. โมเลกุลของแป้งจะถูกย่อยให้เล็กลงโดยเอนไซม์ในน้ำลาย
- ค. เมื่อตมน้ำลายจะทำให้เอนไซม์ในน้ำลายไม่สามารถย่อยแป้งได้
- ง. เอนไซม์ในน้ำลายจะถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียส
- จ. เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีในภาวะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิพอเหมาะ มีความเป็นกลาง และใกล้ชิดกับอาหารมากพอ

ข้อชี้แจง ให้ใช้ตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 7 และ 8

หลอดที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบด้วย สารละลายเบเนดิกต์
1	น้ำลาย + น้ำแป้ง	โคตะกอนสีเหลือง
2	น้ำลายต้ม + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง
3	น้ำลาย + น้ำแป้ง + กรดไฮโดรคลอริก	ไม่เปลี่ยนแปลง

7. จากตารางบันทึกผลการทดลองเรื่องภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลายอย่างไร นักเรียนคิดว่าสมมติฐานในข้อใดคงได้สอดคล้องมากที่สุด

- ก. เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูง
- ข. เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่อมีน้ำแป้งอยู่มาก
- ค. เอนไซม์ในน้ำลายทำงานเมื่อมีภาวะเป็นกรดและมีอุณหภูมิสูง
- ง. เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในภาวะที่เป็นกรดและมีอุณหภูมิสูง
- จ. เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงานในภาวะที่เป็นเบสและมีพื้นที่สัมผัสกับอาหารน้อย

8. จากตารางข้อใดต่อไปนี้สรุปผลการทดลองได้ดีที่สุด

- ก. เอนไซม์ในน้ำลายคือ อะไมเลสที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
- ข. การทดสอบสารในหลอดทั้งสาม ให้ผลการทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์
- ค. น้ำลาย น้ำแป้ง กรดไฮโดรคลอริก เป็นสารที่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
- ง. ระบบการย่อยอาหารของคนเริ่มจากปากและมีเอนไซม์จากน้ำลายเป็นเอนไซม์ชนิดแรกที่เกิดการย่อย
- จ. เอนไซม์ในน้ำลายจะย่อยแป้งได้คงอยู่ในภาวะที่เหมาะสม จะไม่ทำงานเมื่อมีภาวะที่เป็นกรด และมีอุณหภูมิสูง

คำชี้แจง จากตารางแสดงทางเดินอาหารและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 9

ทางเดินอาหาร	เอนไซม์	อาหารที่ย่อย	ผลที่ได้
ปาก	อะไมเลส	แป้ง	น้ำตาลที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่นมอลโทส
กระเพาะอาหาร	เปปซิน	โปรตีน	โปรตีนที่มีโมเลกุลเล็กลง
ลำไส้เล็ก	เอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน	โปรตีนที่มีโมเลกุลเล็กลง	กรดอะมิโน
	เอนไซม์ที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต	น้ำตาลที่มีโมเลกุลใหญ่	น้ำตาลที่มีโมเลกุลเดี่ยว
	อะไมเลสจากตับอ่อน	แป้ง	น้ำตาลโมเลกุลคู่
	ทริปซินจากตับอ่อน	โปรตีน	กรดอะมิโน

9. จากข้อมูลในตาราง ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. ลำไส้เล็กเป็นอวัยวะที่อาหารถูกย่อยมากที่สุด
- ข. เอนไซม์อะไมเลสถูกผลิตจากต่อมน้ำลายมาช่วยย่อยอาหารในปาก
- ค. น้ำคั้นจากถั่วเขียวให้ไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็กๆ ในลำไส้เล็ก
- ง. ในกระเพาะอาหารมีสภาวะเป็นกรด เพื่อช่วยย่อยอาหารในปาก
- จ. ลำไส้ใหญ่เป็นอวัยวะที่คั้นน้ำจากกากอาหารที่เหลือจากการย่อย

10. ถ้าหยคน้ำหมึกสีน้ำเงินลงในน้ำในบีกเกอร์ ก. และหยดสารละลายค่างทับทิมลงในบีกเกอร์ ข. พร้อมๆกัน โดยบีกเกอร์ทั้งสองมีน้ำอยู่ในปริมาตรเท่ากัน สังเกตการแพร่ของน้ำหมึกและสารละลายค่างทับทิมในบีกเกอร์ในเวลาเท่ากัน

จากการทดลองสิ่งใด ไม่จำเป็น ต้องใช้ในการทดลองดังกล่าว

- ก. น้ำ
- ข. นาฬิกา
- ค. หลอดฉีดยา
- ง. แท่งคนสาร
- จ. กระบอกตวง

ข้อชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11 - 14

จากการทดลองเรื่องการแพร่ โดยการสังเกตการแพร่ของน้ำเข้าไปในถุงกระชาย แก้วโดยทำการทดลองดังต่อไปนี้

1. ใช้กระชายแก้วชุบน้ำให้เปียกมุงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 เทสารละลายน้ำตาลเข้มข้นลงไป
2. นำหลอดแก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร มาอันหนึ่งใช้ยางรัดให้เป็นปมห่างจากปลายด้านหนึ่งประมาณ 3 เซนติเมตร
3. จุ่มปลายหลอดแก้วข้างที่มียางรัดเป็นปมอยู่ลงในสารละลายน้ำตาลรวบชาย กระชายแก้วมาที่ปลายหลอดให้เป็นถุงเล็ก
4. ใช้ยางรัดปากถุงติดกับหลอดแก้วให้แน่น ตรึงตาแหน่งเหนือบม เวลาพักพยายามไม่ให้เกิดฟองก๊าซ
5. ยึดหลอดแก้วไว้กับขาตั้ง ทำเครื่องหมายแสดงระดับของเหลวในหลอด หย่อนลงลงในน้ำในบีกเกอร์ ใ้หน้าทวมแคระอยยางรัด สังเกตการเปลี่ยนแปลงในเวลา 5 นาที บันทึกผล

11. จากการทดลองข้อใดเป็นตัวแทน
- ก. เวลาที่ใช้ในการทดลอง
 - ข. ขนาดของรูกระคายแก้ว
 - ค. ปริมาณของเหลวในหลอดแก้ว
 - ง. ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล
 - จ. การแพร่ของน้ำเข้าสู่รูกระคายแก้ว
12. ข้อใดทำให้ทราบว่าการแพร่เข้าสู่รูกระคายแก้ว
- ก. สังเกตจากระดับของเหลวในหลอดแก้วสูงขึ้น
 - ข. สังเกตจากระดับน้ำในบีกเกอร์ที่ลดลง
 - ค. สังเกตจากความหวานของสารละลายน้ำตาลลดลง
 - ง. สังเกตจากความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลที่น้อยลง
 - จ. สังเกตจากของเหลวในรูกระคายแก้วที่มีมากขึ้นจากเดิม
13. จากการทดลอง ขั้นตอนใดทำให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อนได้มากที่สุด
- ก. ข้อ 1
 - ข. ข้อ 2
 - ค. ข้อ 3
 - ง. ข้อ 4
 - จ. ข้อ 5
14. จากการทดลอง ภาพวาดระดับของเหลวในหลอดเพิ่มสูงขึ้น 1.5 เซนติเมตรในเวลา 5 นาที นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
- ก. การแพร่คือ การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสารจากที่มากไปยังที่น้อยกว่า
 - ข. แรงดึงดูดของของเหลวในหลอดแก้วจะเพิ่มขึ้น เมื่อหลอดแก้วมีขนาดเล็กลง
 - ค. รูกระคายแก้วที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติให้โมเลกุลเล็กๆ ลอดผ่านได้
 - ง. โมเลกุลของน้ำตาลจะถูกแทนที่ด้วยโมเลกุลของน้ำทำให้ระดับของเหลวในหลอดเพิ่มสูงขึ้น
 - จ. น้ำจากบีกเกอร์แพร่เข้าสู่รูกระคายแก้วที่มีสารละลายน้ำตาลอยู่ ทำให้ระดับของเหลวในหลอดเพิ่มสูงขึ้น

15. จากการทดลองหนึ่ง เมื่อหยดสารละลายสีแสดลงที่ใบของสาหร่ายหางกระรอก และเนื้อเยื่อข้างแก้ม หลังจากนั้นนำเซลล์ของสาหร่ายหางกระรอกและเซลล์ของเนื้อเยื่อข้างแก้มมาตรวจ เพื่อต้องการทราบว่าในเวลาเท่ากันสารละลายสีแสดจะแพร่เข้าสู่เซลล์ชนิดใดได้เร็วกว่ากัน

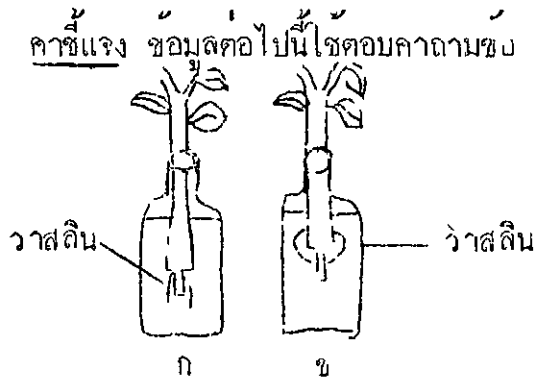
การทดลองดังกล่าวควรใช้ตรวจสอบสมมติฐานข้อใด จึงเหมาะสมที่สุด

- ก. ขนาดของหยดสารละลายสีแสดมีผลต่อการแพร่เข้าสู่เซลล์
 - ข. สารละลายสีแสดจะแพร่เข้าสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตใดก็กว่านั้น
 - ค. โมเลกุลของสารละลายสีแสดมีผลต่อการทำงานของเซลล์เมมเบรน
 - ง. อัตราการแพร่ของสารละลายสีแสดเข้าสู่เซลล์สาหร่ายหางกระรอกจะสูงกว่าในเซลล์เยื่อข้างแก้ม
 - จ. เซลล์สาหร่ายหางกระรอกจะป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่เซลล์ไ้มากกว่าเซลล์เยื่อข้างแก้ม
16. จากการใช้แว่นขยายตรวจสอบลักษณะของรากซึ่งเพิ่งงอกจากเมล็ด พบว่าส่วนปลายรากมีรากขนอ่อนอยู่เป็นจำนวนมาก เหตุใดในข้อใดที่เหมาะสมที่สุดต่อการที่พืชสร้างรากขนอ่อนให้มีจำนวนมากมาย
- ก. เพื่อช่วยให้อินทรียะ
 - ข. เพื่อจะไ้เกาะยึดกับดินเหนียวแน่น
 - ค. เพื่อจะไ้แตกออกเป็นรากแขนงไ้มาก
 - ง. เพื่อจะไ้มีส่วนสัมผัสกับน้ำและสารต่างๆ มาก
 - จ. เพื่อช่วยป้องกันอันตรายที่เข้าสู่รากแก้วของพืช

17. จากการทดลองที่นำผักกระสังแช่ในหมักแดงแล้วใช้ใบมีดตัดลำต้น ใบของผักกระสังแล้วตรวจสอบรอยตัดด้วยแว่นขยาย เพื่อสังเกตว่าหมักแดงเคลื่อนที่เข้าไปยังลำต้นหรือใบของพืช สมมติฐานในข้อใดสอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าว

- ก. ผักกระสังสามารถเจริญเติบโตไ้ในน้ำ
- ข. นำหมักแดงช่วยในการเจริญเติบโตของผักกระสัง
- ค. ผักกระสังจะลาเลียงน้ำจากรากไปสู่ลำต้นและใบตามลำต้น
- ง. ผักกระสังสามารถดูดสารที่เป็นพิษจากดินไ้ไ้กว่าพืชอื่น
- จ. ผักกระสังเป็นพืชชนิดเดียวที่ลาเลียงน้ำจากรากไปสู่ใบไ้ไ้โดยทางลาเลียงน้ำ

คำชี้แจง ข้อสอบต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 18 และข้อ 19



จากภาพเป็นการทดลองเพื่อแสดงส่วนของ
ลำต้นของพืชที่ลำเลียงน้ำโดยการทาวาสลิน
เพื่อไม่ให้น้ำซึมเข้าสู่เนื้อไม้ โดยในขวด ก
จะทาวาสลินโดยรอบของแกนไม้ ส่วนขวด ข
จะทาวาสลินโดยรอบเปลือกไม้ เมื่อทดลอง
โดยทิ้งทิ้งไว้ 7 วันพบว่า กิ่งไม้ในขวด ก มีใบ

ร่วงหล่น 9 ใบ และใบที่ยังติดกับกิ่งมีสีเหลืองแห้ง ส่วนกิ่งไม้ในขวด ข มีใบร่วงหล่น 3 ใบ
และใบยังมีสีเขียวสด

18. ข้อใดมีผลกระทบบต่อการทดลองน้อยที่สุด

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ก. ขนาดของขวด | ข. ชนิดของกิ่งไม้ |
| ค. ปริมาณน้ำในขวด | ง. ตำแหน่งที่ทาวาสลิน |
| จ. จำนวนใบของกิ่งไม้ | |

19. จากข้อมูลการทดลอง ถ้ามีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. = เตรียมขวดขนาดเท่ากัน 2 ใบ เาะจุกเป็นรูโตะพอเสียบกิ่งเข็มลงไปได้
ใส่น้ำปริมาณเท่ากัน
 2. = ควั่นเอาส่วนเปลือกนอกของกิ่งออกให้เหลือแต่แกนไม้แล้วเอาวาสลินเคลือบ
โดยกิ่งที่ 1 เคลือบแบบรูป ก กิ่งที่ 2 เคลือบแบบรูป ข
 3. = ตักปลายกิ่งเข็มออกเล็กน้อย โดยตัดโคนแล้วเสียบลงในรูของจุกให้ตักพอปร มาณ
 4. = จุ่มกิ่งลงในขวดให้จุกขวดพอดี ทาเครื่องหมายแสดงระดับน้ำของทั้งสองขวด
ทิ้งทิ้งไว้ 7 วัน สังเกตและบันทึกผล
 5. = ตักกิ่งขึ้นมา 2 กิ่ง ขนาดเท่ากัน
- ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนของการทดลองได้ถูกต้อง

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

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 20 และ 21



วิธีทดลอง

1. ตัดกิ่งขามา 2 กิ่ง นำมาแช่น้ำไว้ในขวด
2. นำถุงพลาสติกใบหนึ่งมาหุ้มกิ่งที่ 1 อีกใบหนึ่ง
นำมาหุ้มกิ่งที่ 2 ซึ่งเด็ดใบออกมาหมด ใช้เชือก
ผูกรวบถุงตรงโคนให้แน่น นำไปตั้งไว้ในที่ซึ่งถูก

แดดประมาณ 10-15 นาที สังเกตและบันทึกผล

ผลการทดลอง ในถุงพลาสติกที่มีกิ่งที่ 1 อยู่ มีไอน้ำเกาะข้างถุงมากกว่าในถุงพลาสติกใบที่ 2 อยู่

20. การทดลองนี้ตอบปัญหาของข้อใด

- ก. พืชคายน้ำไอน้ำหรือไม่
- ข. พืชคายน้ำในเวลาใด
- ค. ส่วนใดของพืชที่คายน้ำ
- ง. การคายน้ำของพืชคืออะไร
- จ. สาเหตุอะไรที่ทำให้พืชคายน้ำ

21. ขนาดของถุงพลาสติก ขนาดของกิ่งไม้ ปริมาณแสง จัดเป็นตัวอย่างประเภทใด

- ก. ตัวแปรต้น
- ข. ตัวแปรตาม
- ค. ตัวแปรอิสระ
- ง. ตัวแปรสอดแทรก
- จ. ตัวแปรที่ต้องควบคุม

22. การทดสอบสมมติฐานที่ว่า "แสงมีผลต่อการคายน้ำของพืช" โดยนำต้นเข็มมา 2 กระถาง

คลุมด้วยถุงพลาสติก นกกระถางที่ 1 ไว้ในที่มืด อีกกระถางหนึ่งไว้ในที่มีแสง

ข้อใดแสดงว่า "พืชมีการคายน้ำ"

- ก. คือมีหยดน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
- ข. คือ ต้นเข็มสูญเสียน้ำออกจากต้น
- ค. คือ อัตราการแพร่ของน้ำในต้นเข็มมากขึ้น
- ง. คือ เมื่อต้นเข็มมีการสังเคราะห์แสงให้น้ำออกมา
- จ. คือ มีการไล่เลียงน้ำจากรากไปยังใบของต้นเข็มมากขึ้น

คำชี้แจง ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 23 – 24

นักศัลยกรรมมาวางไว้ในกรอบแก้วที่มีก๊าซ ก อยู่เป็นจำนวนมาก วางไว้ประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นนำส่วนต่างๆ ของศัลยกรรมมาตรวจสอบหาปริมาณของก๊าซ ก ได้ผลการทดลองดังนี้

ส่วนต่างๆ ของศัลยกรรม	ปริมาณก๊าซ ก (หน่วย)
คอก	2
ใบ	23
ลำต้น	1
ราก	0

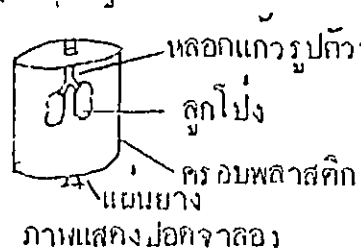
23. สมมติฐานข้อใด ไม่สอดคล้อง กับการทดลองนี้

- ก. ก๊าซ ก จะแพร่เข้าสู่ศัลยกรรม
- ข. ส่วนต่างๆ ของศัลยกรรมจะสะสมก๊าซ ก ได้ต่างกัน
- ค. ส่วนที่เป็นใบของศัลยกรรมจะสะสมก๊าซ ก ได้มากกว่าส่วนอื่นๆ
- ง. ระบบการลำเลียงของศัลยกรรมจะมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อได้รับก๊าซ ก
- จ. ถ้าวางศัลยกรรมไว้ในกรอบแก้ว 30 นาทีจะพบก๊าซ ก อยู่ตามส่วนต่างๆ ของศัลยกรรม

24. จากผลการทดลอง ข้อสรุปใด ไม่สอดคล้อง กับการทดลอง

- ก. ศัลยกรรมไม่สะสมก๊าซ ก ไว้ที่ราก
- ข. ส่วนใบของศัลยกรรมสะสมก๊าซ ก ได้มากที่สุด
- ค. ส่วนต่างๆ ของศัลยกรรมสะสมก๊าซ ก ได้ไม่เท่ากัน
- ง. ก๊าซ ก จะแพร่เข้าสู่คอกได้มากกว่าส่วนที่เป็นลำต้นของศัลยกรรม
- จ. การแพร่ของก๊าซ ก ไปยังส่วนต่างๆ ของศัลยกรรมต้องอาศัยท่อลำเลียงนำ

คำชี้แจง ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 25–26



จากการทดลองเรื่อง อวัยวะช่วยการหายใจของมนุษย์ศึกษาจากการทำงานของปอดจากแรง โดยศึกษาจากการทำงานของปอดจากแรง โดยการเปรียบเทียบกับการทำงานของปอด มีขั้นตอนการทดลองคือ

ทั้งแนบยางลงแทนการหายใจเข้า (ลูกโป่งจะพองออก) และเมื่อกันแนบยางเข้า
ไปในครอบพลาสติกแทนการหายใจออก (ลูกโป่งจะแฟบ)

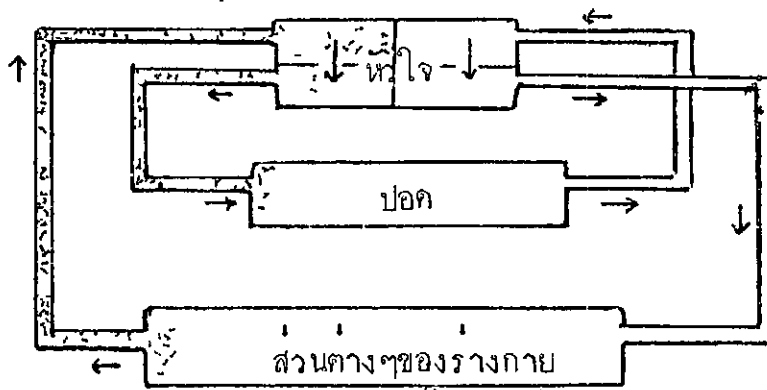
25. จากข้อมูลการทดลอง นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้ลูกโป่งเกิดการเปลี่ยนแปลง

- ก. ขนาดของลูกโป่ง
- ข. การกึ่งหรือกันแนบยาง
- ค. อุณหภูมิภายในครอบพลาสติก
- ง. ขนาดของครอบพลาสติก
- จ. ความยาวของหลอดแก้วรูปตัววาย

26. อุปกรณ์ของปอดจำลองในข้อใดใช้แทนหลอดลมในอวัยวะของร่างกาย

- ก. ลูกโป่ง
- ข. ยางวงแหวน
- ค. หลอดแก้วรูปตัววาย
- ง. แนบยาง
- จ. ครอบพลาสติก

27. จากภาพแสดงการหมุนเวียนของเลือดในร่างกายคนต่อไปนี้



จากภาพการตีความหมายในข้อใดถูกต้อง

- ก. เส้นเลือดจกเป็นส่วนหนึ่งของอวัยวะการหายใจ
- ข. ปอดจะทำหน้าที่เปลี่ยนเลือดคากให้เป็นเลือดคาง
- ค. หัวใจทำหน้าที่ส่งทั้งเลือดคากและเลือดคางเข้าสู่ปอด
- ง. หัวใจทำหน้าที่เปลี่ยนเลือดคางแล้วส่งไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายแล้วเข้าสู่ปอด
- จ. ร่างกายคนประกอบด้วยอวัยวะสำคัญ 3 ส่วนคือ หัวใจ ปอด และเส้นเลือด

คำชี้แจง จากข้อต่อไปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 28 – 30

จากการทดลองการ เต้นของชีพจรต่อไปนี้

1. พายมือซ้ายขึ้นใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางของมือขวาแตะที่ข้อมือซ้าย หาคาตำแหน่งซึ่งรู้สึกว่ามี การ เต้น
2. วางนิ้วอยู่ที่ตำแหน่งนั้น นับจำนวนครั้งของการ เต้นภายในเวลา 1 นาที
3. ใส่น้ำสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในหลอดทดลอง รุมหลอดกาแฟลงในสารละลายของหลอดทดลอง
4. อมหลอดกาแฟซึ่ง รุมอยู่ในสารละลาย หายใจออกทางปากผ่านหลอดกาแฟสู่สารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 – 4 แต่หลังออกกำลังกายแล้ว

28. วิธีการในข้อใดใช้เป็นความหมายที่จะนำไปสู่การอธิบาย "การ เต้นของชีพจร" ในการทดลองครั้งนี้ได้

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

29. สมมติฐานในข้อใดที่สอดคล้องกับการทดลองมากที่สุด

- ก. การ เต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับเพศ
- ข. การ เต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับสภาพร่างกาย
- ค. การ เต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของร่างกาย
- ง. การ เต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับการทำงานของ หลอด เลือด คาว
- จ. การ เต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับ การ เปลี่ยนแปลงของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์

30. จากข้อมูลการทดลอง ถ้านำไปทดสอบกับนักเรียนหนึ่งคนหนึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

เพศ	สภาพร่างกาย	จำนวนครั้งการเต้นของชีพจรใน 1 นาที			การเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมไฮดรอกไซด์
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	
หญิง	ในสภาพปกติ	73	71	72	ชุ่มมีตะกอนขาว
	สภาพหลังออกกำลังกาย	97	93	95	ชุ่มมากกว่าและมีตะกอนมาก

จากผลการทดลองข้อสรุปการทดลองข้อใดถูกต้อง

- ก. เมื่อหายใจถี่ขึ้นการเต้นของชีพจรจะมากขึ้นด้วย
- ข. การเต้นของชีพจรโดยปกติของทุกคนเฉลี่ย 72 ครั้งต่อนาที
- ค. เมื่ออยู่ในสภาพปกติการเต้นของชีพจรจะเป็นปกติ แต่ถ้าออกกำลังกายจะไม่ปกติ
- ง. การเต้นของชีพจรในทุก 1 นาที ไม่เท่ากัน และร่างกายต้องขับกาซคาร์บอนไดออกไซด์
- จ. การเต้นของชีพจรหลังออกกำลังกายจะมีมากกว่าสภาพปกติ และร่างกายต้องการปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น

แบบสอบถาม เจตคติทางวิทยาศาสตร์

กาน

ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถาม ความรู้สึก แนวโน้มการกระทำ และการเลือกกระทำของนักเรียน เมื่อมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้กับนักเรียน
2. แบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึก แนวโน้มการกระทำ และการเลือกกระทำที่แตกต่างกันไป
3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่ใหม่ แล้วตอบข้อความไปตามลำดับ โดยนักเรียนใช้ความคิดและตัดสินใจด้วยตนเอง

คำสั่ง โปรดทำเครื่องหมาย X ลงในกระดานคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1 จากการศึกษาเรื่อง กฎทรงมวลของสสาร ครูบอกกับสมสุขว่า มวลของสาร ก และมวลของสาร ข เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกัน และหลังทำปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าเท่ากัน แต่เมื่อสมสุขทำการทดลองพบว่า มวลของสารทั้งสอง เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกันแล้วจะลดลง ดังนั้นสมสุขจึงทำการทดลองซ้ำอีกหลายครั้ง ก็ยังได้ผลการทดลองเหมือนเดิม สมสุขจึงรายงานผลการทดลองว่ามวลของสาร ก กับสาร ข เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกันจะมีมวลลดลง

1. การที่สมสุขรายงานผลการทดลองเช่นนั้น นักเรียนคิดว่า สมสุขหาถูกต้องหรือไม่

ก. ถูกต้อง

ข. ไม่ถูกต้อง

ค. ไม่แน่ใจ

2. เมื่อนักเรียนได้ผลการทดลองไม่ตรงกับคำอธิบายของครู นักเรียนจะทำการรายงานผลการทดลองอย่างสมสุขหรือไม่

ก. ทำ

ข. ไม่ทำ

ค. ไม่แน่ใจ

3. เมื่อนักเรียนได้ผลการทดลองไม่ตรงกับคำอธิบายของครู นักเรียนจะกระทำในข้อใด

ก. รายงานผลการทดลองตามความเป็นจริง

ข. รายงานผลการทดลองให้ถูกต้องตามคำอธิบายของครู

ค. คุณผลการทดลองของกลุ่มอื่น ถ้าตรงกันก็รายงานตามที่ทดลองได้
ถ้าไม่ตรงกันก็รายงานตามคำอธิบายของครู

สถานการณ์ที่ 2 ในการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ว่า "หนูมีชีวิที่ยืนยาวกว่ากระต่ายเมื่อดอกนา" ปรากฏว่าผลการทดลองกระต่ายตายในวันที่เจ็ด พอถึงวันที่สิบสามหนูถึงตาย

วิจัยรายงานผลการทดลองว่า สัตว์ส่วนใหญ่ถ้าหากจะตายภายในเวลาไม่เกินสิบสามวัน

พิมพ์รายงานผลการทดลองว่า หนูจะมีชีวิที่ยืนยาวกว่ากระต่ายถ้าหากในเวลาที่เดียวกัน

ส่วนถึงแก่วางงานผลการทดลองว่า สัตว์ที่มีรูปร่างใหญ่โตจะออกนาคินอยกว่าสัตว์ที่มีรูปร่างขนาดเล็ก

4. นักเรียนเห็นด้วยกับการรายงานผลการทดลองของวิจัยหรือไม่

- ก. เห็นด้วย
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ

5. ถ้านักเรียนต้องรายงานผลการทดลองนี้ นักเรียนจะเลือกใช้ผลการทดลองของใคร

- ก. วิจัย
- ข. พิมพ์
- ค. ใช้ของใครก็ได้เพราะถูกทุกคน

6. ถ้านักเรียนอยู่ในกลุ่มการทดลองนี้นักเรียนจะทำอย่างไร

- ก. สนับสนุนรายงานผลการทดลองของวิจัย เพราะครอบคลุมชนิดของสัตว์ได้ดี
- ข. สนับสนุนรายงานผลการทดลองของพิมพ์ เพราะอยู่ในขอบเขตของข้อมูลที่ไดจากการทดลอง
- ค. สนับสนุนรายงานผลการทดลองของทุกคน เพราะมีความถูกต้องทั้งสิ้น

สถานการณ์ที่ 3 ในการทดลองเรื่อง ความสำคัญของธาตุที่มีต่อพืช มาลีได้ตั้งสมมติฐาน การทดลองว่า "คนถั่วปลูกในขวดที่มีน้ำผสมปุ๋ยจะเจริญเติบโตดีกว่าคนถั่วปลูกในน้ำกลั่น" โดยสังเกตผลการทดลองของตนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ปรากฏว่าคนถั่วทั้งสองมีใบเหลืองและ ลำต้นไม่แข็งแรง แต่ผลการทดลองของคนอื่นๆ นั้นปรากฏว่า คนถั่วที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ย เจริญเติบโตดีกว่า มาลีจึงบันทึกผลความที่เพื่อนคนอื่นทดลองได้ เพื่อจะได้นำรายงานผลให้ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

7. นักเรียนคิดว่า การกระทำของมาลีดังกล่าวถูกต้องหรือไม่

- ก. ถูกต้อง
- ข. ไม่ถูกต้อง
- ค. ไม่แน่ใจ

8. ถ้านักเรียนต้องการทดลองนี้และผลการทดลองเหมือนกับของมาลี นักเรียนจะหา อย่างเดียวกับมาลีหรือไม่

- ก. ทา
- ข. ไม่ทา
- ค. ไม่แน่ใจ

9. เมื่อผลการทดลองที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะหาอย่างไร

- ก. พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่ตามความจริง แม้จะไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก็ตาม
- ข. เมื่อประเมินสถานการณ์แล้ว เห็นว่าควรแก้ไขผลการทดลองให้สอดคล้อง กับสมมติฐานก็ควรกระทำ
- ค. ควรดูผลการทดลองของคนอื่นๆ ทั่วๆ ไป ถ้าเหมือนกับคนส่วนใหญ่ที่รายงาน ผลการทดลองตามที่ทดลองได้จริง

สถานการณ์ที่ 4 สุภาสียงเคยผลการทดลองพบว่า เมื่อนาสาร ก ซึ่งเป็นผงสีขาวล
เช่นเดียวกับสาร ข มาผสมกันแล้วจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น

สุภา : เอาสาร ก กับสาร ข มาผสมกันแล้วจะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิด

วิมล : อย่าเพิ่งแน่ใจ น่าจะใช้วิธีการหลายๆ อย่างมาทดสอบก่อนที่จะ

สุภา : ไม่น่าจะมีการเปลี่ยนแปลง เพราะสีของสารที่ผสมกันแล้วไม่

วิมล : ทำไมไม่ลองชิมกลิ่นของสารดูว่ามันจะต่างจากกลิ่นเดิมของมัน
ผสมกันหรือไม่

10. นักเรียนคิดว่าข้อเสนอของวิมลเหมาะสมแล้วหรือไม่

ก. เหมาะสม

ข. ไม่เหมาะสม

ค. ไม่แน่ใจ

11. ถ้านักเรียนเป็นสุภานักเรียนจะยอมรับข้อเสนอของวิมลหรือไม่

ก. ยอมรับ

ข. ไม่ยอมรับ

ค. ไม่แน่ใจ

12. สมมติว่านักเรียนเป็นสุภาและรับข้อเสนอจากเพื่อนให้ทดลองเพื่อจะไต่ถามยันค
นักเรียนเองว่าถูกหรือผิด นักเรียนจะทำอย่างไร

ก. นำข้อเสนอแนะมาให้เพื่อนคนอื่นๆ ช่วยตัดสินใจว่าจะนำไปทดลอง

ข. ไม่นำข้อเสนอของเพื่อนมาพิจารณา เพราะอาจจะยังมีข้อผิดพลาด

ค. พิจารณารอเสนอนั้นและถ่วงการทดลองยืนยันว่าความคิดของเรา

สถานการณ์ที่ 5 การทดลองเรื่อง มวลของสารหลังการเผา กนกวรรณทดลองพบว่า มวลของสารที่ไค้หลังจากการเผามีมวลเท่าเดิม แต่อรุมาทดลองพบว่า มวลของสารที่ไค้หลังจากการเผ่าจะเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองของอรุมาตรงกับผลการทดลองของสรพงษ์ สรพงษ์จึงเห็นว่าผลการทดลองของกนกวรรณนั้นยังบกพร่องและควรใช้ผลการ

ทดลองของตัวเองกับของอรุมาในการสรุปผลการทดลอง

แต่วันนี้เสนอว่าควรตรวจสอบการทดลองใหม่อีกครั้ง ไม่ควรดำเนินการทดลองของกนกวรรณว่าผิดพลาด แต่ควรนำผลการทดลองของทุกคนมาพิจารณาร่วมกัน

13. นักเรียนคิดว่าจะยอมรับข้อเสนอของวันชัยหรือไม่

ก. ยอมรับ

ข. ไม่ยอมรับ

ค. ไม่แน่ใจ

14. ถ้านักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่ไค้ร่วมกันอภิปรายในครั้งไค้ย นักเรียนจะเห็นด้วยกับความเห็นของไค้

ก. สรพงษ์

ข. วันชัย

ค. ยังไม่แน่ใจ

15. สมมติว่าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นจริงในกลุ่มทดลองของนักเรียน นักเรียนจะหาตามข้อใด

ก. นำความเห็นของทุกคนมาพิจารณาแล้ว คอยตัดสินใจ

ข. ควรใช้ความเห็นแบบเกี่ยวกับสรพงษ์ เพราะไม่ทำให้การทดลองยุ่งยากเสียเวลา

ค. หาตามความเห็นของ เสียงส่วนใหญ่ของกลุ่ม

สถานการณ์ที่ 6 มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งทำการทดลองเรื่องจุดเดือดของน้ำ โดยตั้งสมมติฐานว่า "น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส" ปรากฏว่าเมื่อทำการทดลองพบว่า น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 99.5 องศาเซลเซียส จึงมีการอภิปรายกันภายในกลุ่ม และลงมติว่า ควรแก้ไขผลการทดลอง โดยบันทึกผลให้เป็นไปตามสมมติฐาน เพราะมีบางคนให้ความเห็นว่าการที่น้ำไม่เดือดที่ 100 องศาเซลเซียส เนื่องมาจากความบกพร่องของอุปกรณ์การทดลอง และบางคนเสนอว่า ใ้อานพบจากหนังสือว่า จุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส ดังนั้นสมาชิกในกลุ่มจึงลงความเห็นให้เปลี่ยนผลการทดลอง เป็น 100 องศาเซลเซียส

16. นักเรียนเห็นด้วยกับการลงมติ ของสมาชิกในกลุ่มนี้หรือไม่

- ก. เห็นด้วย
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ

17. ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนี้ นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองอย่างไร

- ก. บันทึกตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
- ข. บันทึกตามผลการทดลองที่ได้จริง
- ค. ไม่แน่ใจ

18. สมมติว่าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นจริงในกลุ่มการทดลองของนักเรียน นักเรียนจะหาอย่างไร

- ก. ควรเปลี่ยนการบันทึกผลการทดลอง เพราะรู้สาเหตุของข้อบกพร่องและข้อมูลที่ถูกต้องจากหนังสือแล้ว
- ข. ไม่เปลี่ยนการบันทึกผลการทดลอง แม้จะเป็นข้อมูลที่ไม่นับสนับสนุนสมมติฐานก็ตาม
- ค. ยังไม่แน่ใจควรขอให้ครูหาการสรุปผลการทดลองเสียก่อน

สถานการณ์ที่ 7 มาลีทดลองปลูกต้นกุหลาบสังเกตเห็นว่า ต้นกุหลาบที่ปลูกคอกไม้โตและไม่แข็งแรง ซึ่งต่างกับต้นกุหลาบของสีหาที่นำมาจากการตอนกิ่งจากต้นเดียวกัน ต้นกุหลาบของสีหาคอกไม้โตและแข็งแรง ต้นกุหลาบของมาลีที่ปลูกอยู่ในร่มและใช้ดินผสมซีเถ้า ส่วนกุหลาบของสีหาปลูกกลางแจ้งและใช้ดินผสมขุยมะพร้าว ส่วนการดูแลรักษาอื่น ๆ นั้นเหมือนกัน มาลีจึงทดลองปลูกกุหลาบขึ้นใหม่อีก 3 กระถางโดย

กระถางใบที่ 1 ปลูกไว้กลางแจ้งแต่ยังใช้ดินผสมซีเถ้า

กระถางใบที่ 2 ปลูกไว้ในร่มและใช้ดินผสมขุยมะพร้าว

กระถางใบที่ 3 ปลูกไว้กลางแจ้งและใช้ดินผสมขุยมะพร้าว

เมื่อสีหาทราบข่าวนี้ก็แย้งว่า การทดลองของมาลีนั้นสิ้นเปลืองเวลาและยุ่งยาก สาเหตุที่แท้จริงมาจากการปลูกไว้ในที่ร่ม จึงเปลี่ยนสถานที่ปลูกก็พอเพียงแล้ว

19. การทดลองหาสาเหตุที่ต้นกุหลาบมีคอกไม้โตและแข็งแรงของมาลีนี้นักเรียนคิดว่าเป็นสิ่งที่ควรกระทำหรือไม่

ก. ควรกระทำ

ข. ไม่ควรกระทำ

ค. ไม่แน่ใจ

20. ถ้านักเรียนปลูกกุหลาบแล้วคอกไม้โตและแข็งแรง เช่นเดียวกับที่มาลีประสบมานักเรียนจะทำการทดลองเหมือนกับมาลีหรือไม่

ก. กระทำ

ข. ไม่กระทำ

ค. ไม่แน่ใจ

21. สมมติว่านักเรียนปลูกต้นกุหลาบและปรากฏว่าคอกกุหลาบไม้โตและแข็งแรงนักเรียนจะหาอย่างไร

ก. นำปัญหาก็กล่าวไปปรึกษาครูเพื่อขอคำแนะนำ

ข. ทำตามคำแนะนำของเพื่อนที่ปลูกต้นกุหลาบแล้วคอกไม้โตและแข็งแรง

ค. จัดการทดลองหลายๆแบบเพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้คอกกุหลาบไม้โตและแข็งแรง

สถานการณ์ที่ 8 นักเรียนกลุ่มหนึ่งทำการทดลองเรื่อง เซลไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย

โดยใช้หลอดไฟฟ้านาค 2.5 โวลต์เป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าที่เซลล์ไฟฟ้าผลิตออกมา
ปรากฏว่าข้อมูลที่ไ้ตรงกับของนักเรียนกลุ่มอื่นๆ คือ หลอดไม่สว่างแสดงว่า ไม่มีไฟฟ้าใน
หลอดไฟฟ้า แต่ปริิคำซึ่งเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มเสนอว่า การใช้หลอดไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้า
จากเซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างง่ายยังไม่เหมาะ ควรใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ละเอียดกว่า
ซึ่งสมาชิกบางคนในกลุ่มเห็นว่าการใช้หลอดไฟฟ้าก็เพียงพอที่ทำการทดลองได้แล้ว

22. นักเรียนเห็นด้วยกับข้อเสนอของปริิคำหรือไม่

- ก. เห็นด้วย
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ

23. ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนจะยอมรับข้อเสนอของปริิคำหรือไม่

- ก. ยอมรับ
- ข. ไม่ยอมรับ
- ค. ไม่แน่ใจแล้วแต่ความเห็นของกลุ่ม

24. สมมติว่านักเรียนต้องทำการทดลองนี้จริงๆ นักเรียนจะทําอย่างไร เมื่อปริิคำได้เสนอ
ความเห็นดังกล่าว

- ก. ยอมรับว่าความคิดเห็นของปริิคำก็มีเหตุผล
- ข. เมื่อผลการทดลองตรงกับกลุ่มอื่นแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องรับฟังความเห็นของปริิคำอีก
- ค. แล้วแต่ความเห็นของสมาชิกส่วนใหญ่

สถานการณ์ที่ 9 ในการทดลองหาจุดเคี้ยวของน้ำ ขณะที่พจนากำลังอ่านเทอร์โมมิเตอร์ อยู่ สุมาลีก็ท้วงติงว่า ถ้ากลมลงอ่านเทอร์โมมิเตอร์แบบที่พจนาทายอยู่นั้นผลการทดลองอาจจะผิดพลาดคลาดเคลื่อนได้ แต่พจนาก็บอกว่า "การอ่านเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้สะดวกและรวดเร็ว กว่า แม่จะคลาดเคลื่อนอยู่บ้างแต่ก็เล็กน้อยเท่านั้น" สุมาลีก็ยังยืนยันว่า "ถึงอย่างไรก็ควรอ่านให้ถูกวิธีดีกว่า"

25. นักเรียนคิดว่าการอ่านเทอร์โมมิเตอร์ของพจนทำให้เกิดผลเสียต่อการสรุปผลการทดลองในเรื่องนี้อย่างไร

- ก. มีผลมาก
- ข. มีผลเล็กน้อย
- ค. ไม่แน่ใจ

26. ถ้านักเรียนเป็นพจน นักเรียนจะทำตามที่สุมาลีบอกหรือไม่

- ก. ทำตาม
- ข. ไม่ทำตาม
- ค. ไม่แน่ใจ

27. สมมติว่าถ้ามีเพื่อนที่นักเรียนไม่ชอบมาบอกว่า วิธีอ่านเทอร์โมมิเตอร์ของนักเรียนยังไม่ถูกต้อง และได้แนะนำวิธีที่ถูกต้องให้นักเรียนจะทำอย่างไร

- ก. พิจารณาว่าคำแนะนำถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องก็ทำตาม
- ข. ไม่ควรทำตามคำแนะนำเพราะอาจจะโดนกลั่นแกล้งให้ทำการทดลองล่าช้า
- ค. นำคำแนะนำนั้นมาพิจารณา แต่ยังไม่ทำตามจนกว่าจะได้รับคำยืนยันจากเพื่อนคนอื่น

สถานการณ์ที่ 10 เมื่อสมพงษ์ทราบข่าวโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เซโนบิลที่สหภาพโซเวียต
 เกิดระเบิดขึ้น จึงบอกกับภรรยาว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรค้นคว้าเรื่องพลังงานนิวเคลียร์อีก
 ต่อไป เพราะจะทำให้เราต้องประสบกับความหายนะเร็วขึ้น

28. นักเรียนเห็นด้วยกับความเห็นของสมพงษ์หรือไม่

- ก. เห็นด้วย
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ

29. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์และศึกษาในเรื่องพลังงานนิวเคลียร์อยู่ นักเรียนทราบ
 ข่าวนี้อย่างไรจะยังคงศึกษาในเรื่องนี้ต่อไปอีกหรือไม่

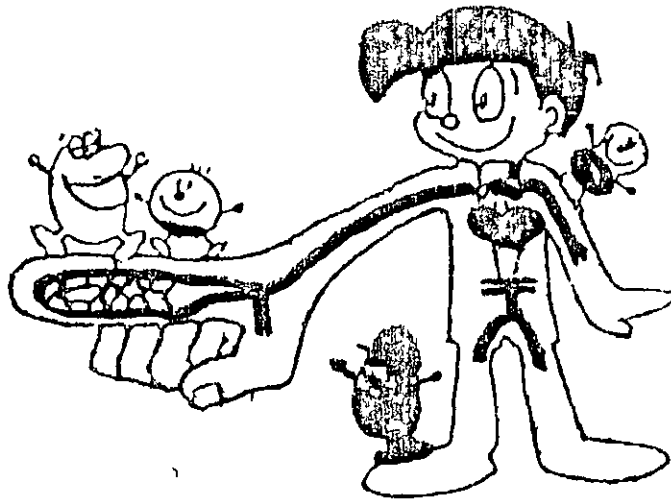
- ก. ยังคงศึกษาต่อไป
- ข. ไม่ศึกษาต่อไปอีก
- ค. ยังไม่แน่ใจ

30. ถ้านักเรียนสนทนากับเพื่อนในเรื่องพลังงานนิวเคลียร์และเห็นว่าผลงานที่นักวิทยาศาสตร์
 คิดขึ้นในเรื่องนี้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว แต่เพื่อนก็กล่าวว่า "แต่ความรู้นี้ก็นำ
 ภัยพิบัติมาสู่โลกมากกว่าประโยชน์จึงไม่น่าจะค้นคว้าต่อไปอีกเลย" นักเรียนจะทำ
 อย่างไร

- ก. สนับสนุนคำพูดของเขา เพราะมีตัวอย่างให้เห็นอย่างชัดเจนแล้ว
- ข. คัดค้านคำพูดของเพื่อน เพราะเหตุร้ายที่เกิดขึ้นมาจากความประมาทของคน
 มากกว่าหลักการทางวิทยาศาสตร์
- ค. ไม่คัดค้านหรือสนับสนุนคำพูดของเพื่อน เพราะที่เพื่อนพูดก็มีส่วนที่ถูก
 และส่วนที่ผิดอยู่บ้าง

บทเรียนโมดูล

เรื่อง การล่าเหยื่อในสิ่งมีชีวิต



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กุ่มบทเรียนโมกุล
เรื่อง
การดำเลี้ยงในสิ่งมีชีวิต

กลุ่มบทเรียนโมดูล
เรื่อง
การลาเลียงในสิ่งมีชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 18 คาบ

หลักการและเหตุผล

บทเรียนนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของการลำเลียงสารต่าง ๆ เช่น อาหาร ก๊าซ ของเสีย ของสิ่งมีชีวิต นักเรียนจะได้ศึกษาจากแผนภาพเกี่ยวกับลักษณะของเซลล์พืช กับ เซลล์สัตว์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างและศึกษาจากการทดลองเพื่อให้เกิดแนวความคิดเกี่ยวกับ ขนาดโมเลกุลของสารที่มีผลต่อการลำเลียง และความสำคัญของการย่อยอาหารให้มีโมเลกุลเล็กลงก่อน แพร่เข้าสู่เซลล์ นักเรียนจะได้ทำการทดลองเกี่ยวกับบทบาทของเอนไซม์ในการย่อยอาหาร รวมทั้งภาวะ แวกกลอสที่พอเหมาะต่อการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ยังจะได้ศึกษาอวัยวะที่มีการย่อยอาหารได้แก่ ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก การย่อยอาหารจะสิ้นสุดลงในลำไส้เล็ก ได้อาหารที่มีโมเลกุลเล็ก แล้วแพร่เข้าสู่เส้นเลือด ผลการทดลองเกี่ยวกับการแพร่ของสารทำให้นักเรียนสรุปได้ว่าสารจะแพร่จาก ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลของสารนั้นมากไปสู่ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลของสารน้อยกว่า คนและ สัตว์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารต่างๆทางเส้นเลือด นักเรียนจะได้ศึกษาการทำงานของ ปอดจาลองเพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับการหายใจเข้าออก และศึกษาจากหัวใจจำลองเพื่อให้เข้าใจการ ไหลของเลือดและระบบหมุนเวียนของโลหิต และใช้แผนภาพศึกษาเกี่ยวกับอวัยวะที่ทำหน้าที่กำจัดของ เสียออกจากร่างกายได้แก่ ลำไส้ใหญ่ ไต ปอด ผิวหนัง สัตว์เซลล์เดียวหรือสัตว์หลายเซลล์บางชนิดไม่มี อวัยวะพิเศษช่วยในการลำเลียงสารต่างๆ จะแพร่เข้าออกจากเซลล์ทางเซลล์เมมเบรน

นักเรียนจะได้ทำการทดลองและใช้ข้อมูลศึกษาเกี่ยวกับการลำเลียงในพืชและสรุปได้ว่า ส่วน ที่ทำหน้าที่ลำเลียงได้แก่ ราก ลำต้น และใบ น้ำและเกลือแร่จะแพร่เข้าสู่รากผ่านท่อลำเลียงน้ำขึ้นไป ยังลำต้นและใบ อาหารที่พืชสร้างขึ้นจะลำเลียงทางเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่างๆ สำหรับกาซ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และไอน้ำ แพร่เข้าออกจากเซลล์ทางรูใบ

การลำเลียงสารต่างๆในสิ่งมีชีวิตจะต้องดำเนินไปอย่างสม่ำเสมอ และสัมพันธ์กันจึงจะทำให้ ร่างกายอยู่ในสภาพปกติ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ การเลี้ยว การย่อ การแพร่ ออสโมซิส
2. บอกส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ และลักษณะที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์
3. ทาการทดลอง เพื่อแสดงว่าการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส
4. บอกได้ว่าอาหารแต่ละประเภทถูกย่อยด้วยเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่อวัยวะต่างกันจนได้สารซึ่งมีโมเลกุลขนาดเล็ก
5. ใช้หลักของการแพร่อธิบายเกี่ยวกับการดูดซึมของสารเข้าสู่เซลล์
6. สรุปจากการทดลองได้ว่า เนื้อเยื่อส่วนใดของพืชทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและอาหาร
7. สรุปจากการทดลองได้ว่า น้ำและเกลือแร่ลำเลียงจากส่วนล่างขึ้นไปสู่ส่วนบนของพืช
8. บอกได้ว่าอาหารที่สร้างขึ้นที่ใบมีการลำเลียงไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช
9. ทาการทดลองแสดงการคายน้ำของพืช
10. บอกได้ว่าไอน้ำและก๊าซผ่านเข้าออกทางรูใบเป็นส่วนใหญ่
11. อธิบายได้ว่าอาหารที่ย่อยแล้วจะถูกลำเลียงไปสู่เซลล์ทั่วร่างกายโดยการหมุนเวียนของเลือด
12. อธิบายได้ว่า ลมหายใจเข้าออกเกิดจากความดันของอากาศภายในช่องอก
13. บอกได้ว่า ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด เป็นตัวกำหนดอัตราการหายใจเข้าออก
14. อธิบายเกี่ยวกับทางเดินของเลือดผ่านเข้าออกหัวใจของคนจากแผนภาพ
15. วัฏจักรเต้นของชีพจรของคนและอธิบายความแตกต่างของอัตราการเต้นของชีพจรเมื่อร่างกายอยู่ในสภาพต่างกัน
16. อธิบายเกี่ยวกับการเลี้ยวและการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย
17. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น และคิดหาวิธีการทดลองแล้วดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น
18. เมื่อตกหนักให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถแสดงถึงความเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
19. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนปฏิบัติ นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

ความรู้พื้นฐาน

ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องมีความรู้ที่จำเป็นจะต้องใช้ในหน่วยการเรียนนั้น

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มบทเรียนโมดูลนี้แบ่งออกเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้คือ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การย่อยอาหาร

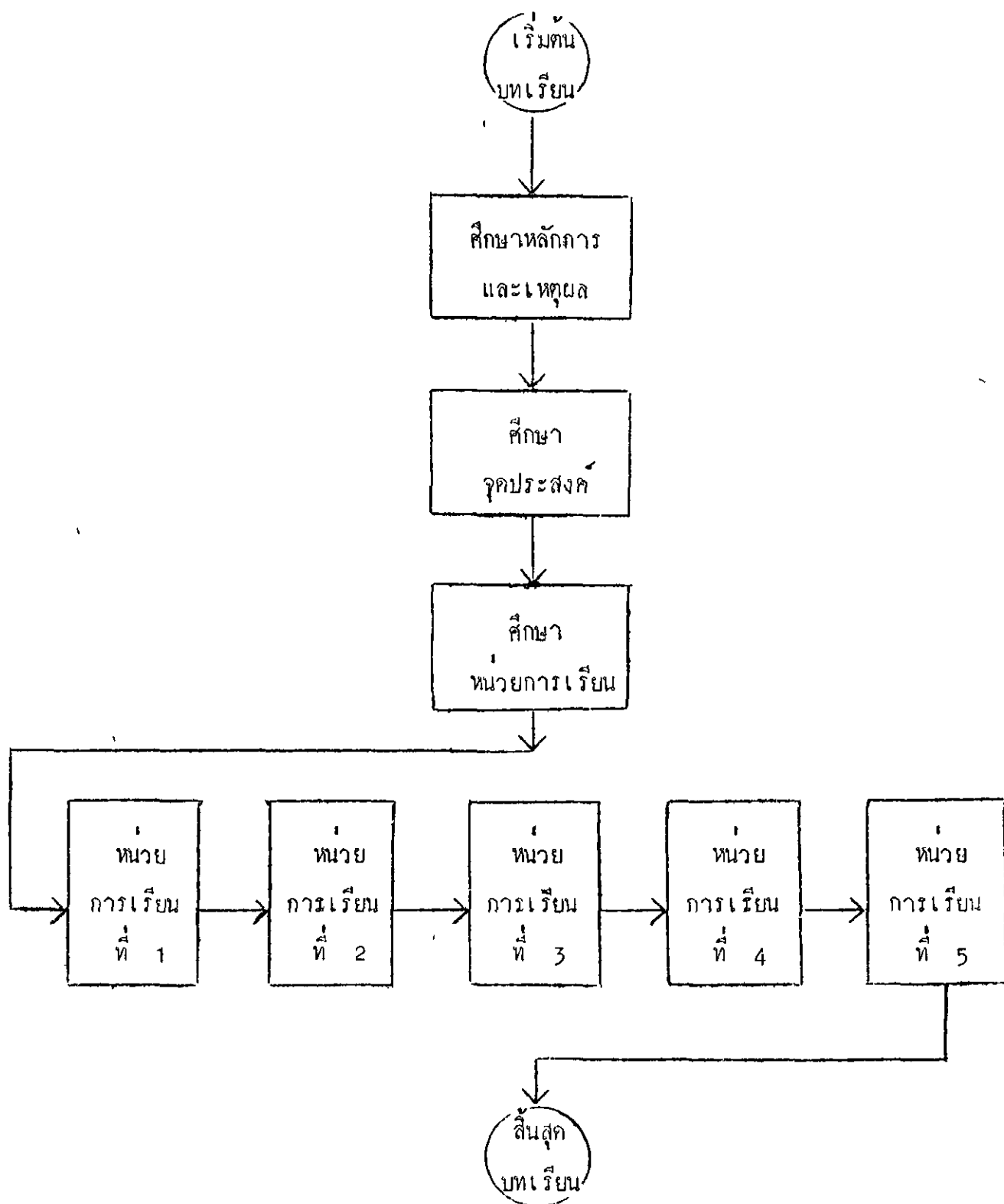
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเดินทางของอาหารไปสู่เซลล์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแลกเปลี่ยนในพืช

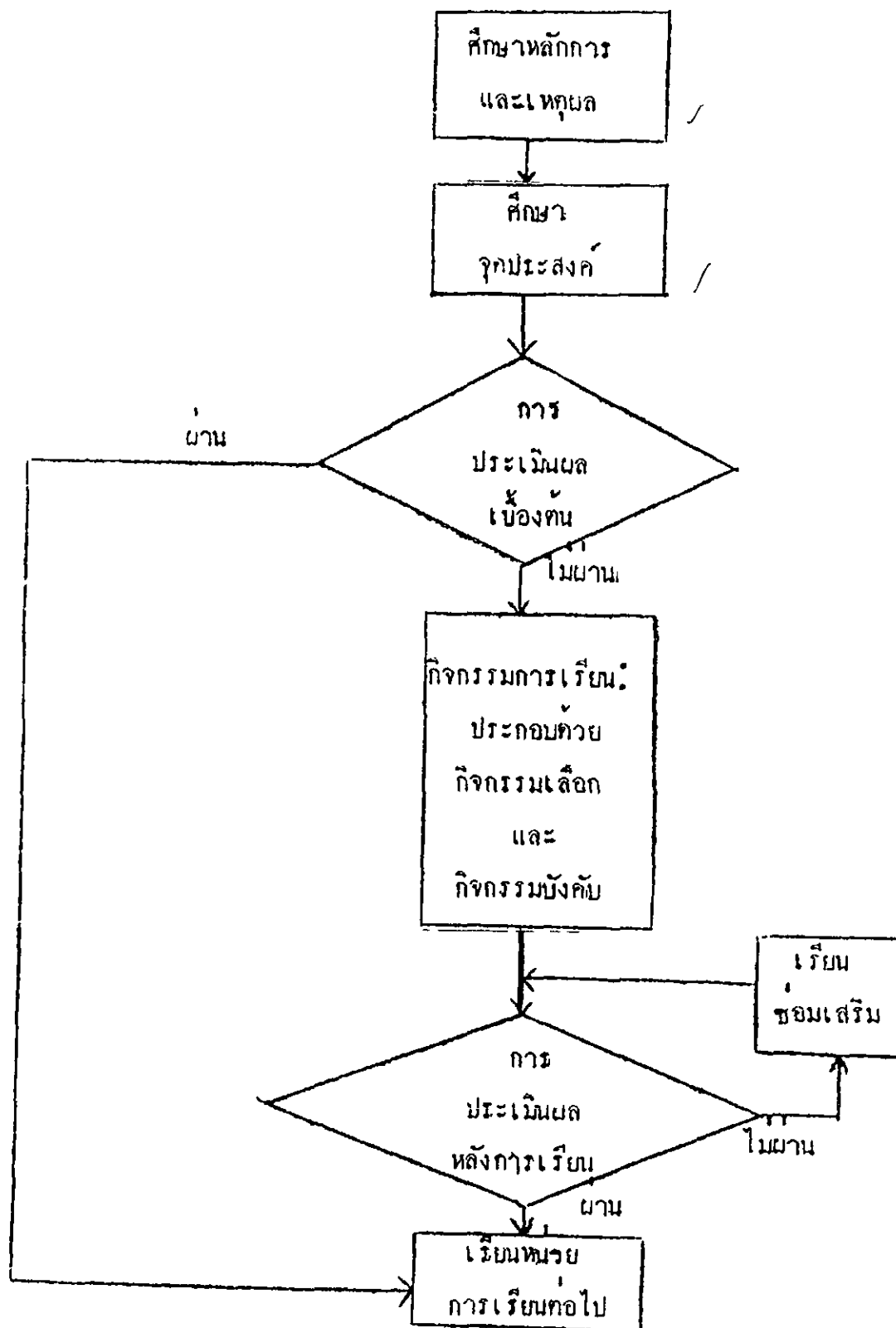
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแลกเปลี่ยนในสัตว์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแลกเปลี่ยนของเสีย

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนในกลุ่มบทเรียนโมดูล

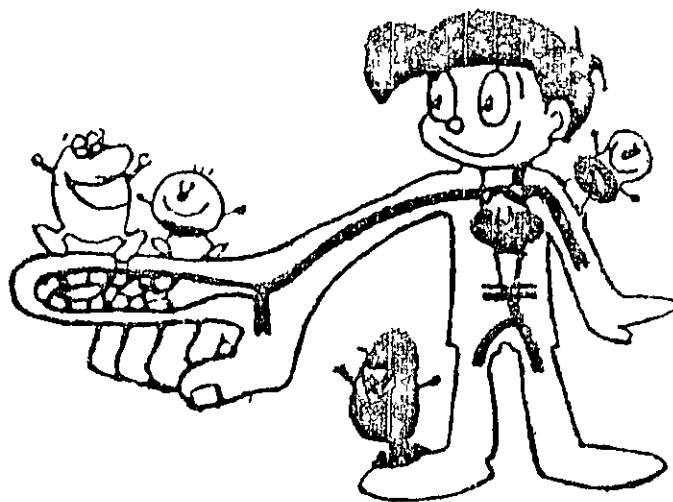


แผนภูมิแสดงรูปแบบขั้นตอนการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน



บทเรียนโมดูล

เรื่อง การล่าเหยื่อในสิ่งมีชีวิต



หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง

การขยายอาหาร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง

การย่อยอาหาร

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลาประมาณ 5 คาบ

คำแนะนำการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนโมดูลไปตามลำดับ โดยเริ่มจากการอ่านคำชี้แจง แผนภูมิ-การเรียน และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามทีละขั้นในบทเรียน นักเรียนไม่ควรข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งไป เพราะจะทำให้นักเรียนไม่เข้าใจบทเรียนได้อย่างต่อเนื่อง
2. ในส่วนที่เป็นคำถาม ให้นักเรียนตอบคำถามและตรวจคำตอบได้จากคำตอบที่ให้ไว้ แต่ถ้านักเรียนยังเขียนคำตอบไม่เสร็จ ก็ไม่ควรดูคำตอบก่อนเพราะนักเรียนจะไม่ได้รับประโยชน์จากการตอบคำถามครั้งนั้น และเป็นการแสดงถึงความไม่ซื่อตรงต่อตนเองอีกด้วย
3. การปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้นั้น บทเรียนมุ่งจะให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความเป็นผู้ซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ทั้งนี้ นักเรียนและเพื่อนในกลุ่มจะต้องร่วมมือกันปฏิบัติตามความมุ่งหมายของบทเรียนดังกล่าวมาแล้ว
4. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยขณะที่เรียนให้สอบถามจากครูหรือปรึกษาเพื่อนได้

คำชี้แจง

หลักการและเหตุผล

หน่วยการเรียนรู้นี้จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์ แต่ละเซลล์จะมีความต้องการอาหารจึงต้องมีการลำเลียง เซลล์นั้นคือหน่วยที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เซลล์พืชและเซลล์สัตว์จะมีรูปร่างและลักษณะต่างกัน

นักเรียนจะรู้ถึงความสำคัญของการย่อยอาหาร ซึ่งเป็นการเปลี่ยนโมเลกุลของอาหารจากขนาดโมเลกุลใหญ่ มาเป็นโมเลกุลขนาดเล็กโดยมีเอนไซม์ช่วยในการย่อยอาหาร นักเรียนจะได้ทำการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น

อุณหภูมิ และความเป็นกรด - เบส ในการย่อยอาหารแต่ละประเภทต้องใช้เอนไซม์ต่างกันเพื่อให้ได้โมเลกุลที่มีขนาดเล็ก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ และลักษณะที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์
2. หากการทดลองและสรุปได้ว่า โมเลกุลของแป้งมีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส และโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสสามารถผ่านเซลล์แมนเบรนได้
3. บอกความหมายของการย่อยได้
4. หากการทดลองและสรุปได้ว่า น้ำลายมีเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
5. หากการทดลองและสรุปได้ว่า เอนไซม์ในน้ำลายทำหน้าที่ได้ดีในภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นกรด - เบส เล็กน้อย
6. บอกได้ว่า อุณหภูมิพอเหมาะกับการทำงานของเอนไซม์คืออุณหภูมิของร่างกายประมาณ 37 องศาเซลเซียส
7. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ปฏิบัติ นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่แสดงถึงความเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนสามารถทดสอบแป้งโดยสารละลายไอโอดีน และทดสอบน้ำตาลโดยสารละลายเบเนดิกต์

การประเมินผลเบื้องต้น

ให้ผู้เรียนประเมินผลก่อนการเรียนรู้โดยทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของหน่วยการเรียนรู้ หากนักเรียนสามารถทำคะแนนได้ 15 คะแนนจากคะแนนเต็ม 18 ให้นักเรียนสามารถผ่านไปเรียนหน่วยการเรียนรู้ต่อไปได้

กิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับคือ

- กิจกรรมที่ 1 เป็นกิจกรรมเลือก โดยนักเรียนสามารถเลือกศึกษาได้จากกิจกรรมต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษาจากเอกสารหมายเลข 1.1
 - 1.2 ศึกษาจากเทปบันทึกเสียงหมายเลข 1.2
 - 1.3 ศึกษาจากสไลด์ประกอบเสียงหมายเลข 1.3

- กิจกรรมที่ 2 เป็นกิจกรรมบังคับโดยนักเรียนจะต้องศึกษาจากเอกสารหมายเลข 1.4
- กิจกรรมที่ 3 เป็นกิจกรรมเลือกโดยนักเรียนสามารถเลือกศึกษาได้จากกิจกรรมต่อไปนี้
 - 3.1 ศึกษาจากเอกสารหมายเลข 1.5
 - 3.2 ศึกษาจากเทปบันทึกเสียงหมายเลข 1.6
 - 3.3 ศึกษาจากสไลด์ประกอบเสียงหมายเลข 1.7

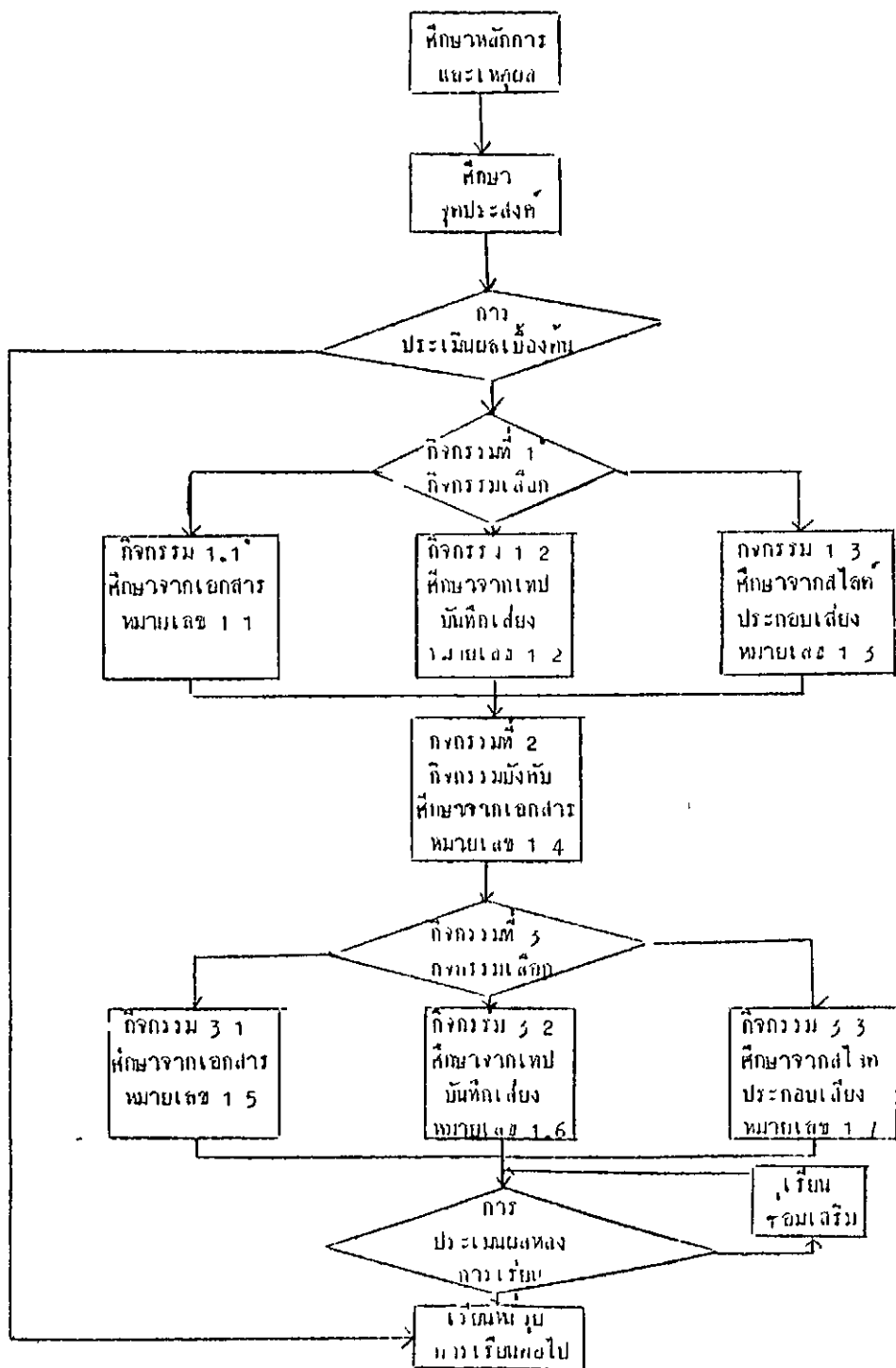
การประเมินผลหลังการเรียน

ให้ผู้เรียนประเมินผลหลังการเรียนโดยหาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของหน่วยการเรียนนี้ เกณฑ์การประเมินผลนักเรียนจะต้องได้คะแนนอย่างน้อย 15 คะแนนจากคะแนนเต็ม 18 จึงถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

การเรียนซ่อมเสริม

ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ผู้สอนกำหนดไว้ ให้นักเรียนปรึกษารื้อกับครูสอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนตามที่ระบุไว้ใหม่หรืออาจคิดกิจกรรมการเรียนขึ้นใหม่ก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ให้ซ่อมเสริมตามความเหมาะสม

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1



คู่มือผู้สอน
บทเรียนโมดูล
เรื่อง
การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑

คู่มือผู้สอน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลาประมาณ 5 คาบ

คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

1. หน่วยการเรียนรู้นี้มีเอกสารอยู่ 8 ฉบับ คือ
 - 1.1 เอกสารหมายเลข 1.1 – 1.7 หมายเลขละ 1 ฉบับ
 - 1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 ฉบับ
2. ให้ผู้สอนแจกเอกสารหมายเลข 1.1 – 1.7 ให้กับนักเรียนเมื่อเริ่มบทเรียน
3. รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้มีดังนี้
 - 3.1 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในขั้นตอนการประเมินผลก่อนและหลังการเรียนรู้
 - 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็นกิจกรรม 2 ประเภท คือ
 - กิจกรรมเลือก ได้แก่ กิจกรรมที่ศึกษาจากเอกสาร หรือกิจกรรมที่ศึกษาจากเทปบันทึกเสียง หรือ กิจกรรมที่ศึกษาจากสไลด์ประกอบเสียง (คือ กิจกรรมที่ 1 และกิจกรรมที่ 3)
 - กิจกรรมบังคับ ได้แก่ กิจกรรมที่ศึกษาจากเอกสาร (คือ กิจกรรมที่ 2)
4. เวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆของหน่วยการเรียนรู้มีดังนี้
 - 4.1 การประเมินผลเบื้องต้น ประมาณ 20 นาที
 - 4.2 ศึกษากิจกรรมที่ 1 ประมาณ 50 นาที
 - 4.3 ศึกษากิจกรรมที่ 2 ประมาณ 100 นาที
 - 4.4 ศึกษากิจกรรมที่ 3 ประมาณ 100 นาที
 - 4.5 การประเมินผลหลังการเรียนรู้ ประมาณ 20 นาที

5. ให้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและเหตุผล จนถึง แผนภูมิแสดง ขั้นตอนการเรียนในหน่วยการเรียนนี้

6. ไปรศทตรวจสอบและจัดหาอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในกิจกรรมการเรียนตามที่แจ้งไว้ให้เรียบร้อย เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนในหน่วยการเรียนนี้

7. หน่วยการเรียนนี้เน้นการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนโดยผ่านกิจกรรม ที่ดำเนินไปตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจ เป็นกลาง ดังนั้นขอให้ผู้สอนช่วยสังเกตการปฏิบัติตามกิจกรรมต่างๆ ของผู้เรียนให้เป็นไป ตามความมุ่งหวังดังกล่าว และหากพบข้อบกพร่องจากผู้เรียนในค่านดังกล่าวให้ผู้สอนป้อน ข้อมูลย้อนกลับให้กับผู้เรียนทันที

8. การแบ่งกลุ่มผู้เรียนประมาณ 2 - 4 คนต่อกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละคนจะมีสมุดค บัณทิกของตนเอง

9. การประเมินผลก่อนและหลังการเรียนเป็นข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนที่ผู้สอนควรเป็นผู้ตรวจคำตอบเอง โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 80 จึงถือว่าผ่านเกณฑ์ ที่กำหนด

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ ๑

เวลา 20 นาที

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หน่วยที่เล็กที่สุดที่ทำหน้าที่ในการดำรงชีวิตได้แก่อะไร

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ก. เซลล์ | ข. นิวเคลียส |
| ค. โปรโตพลาสซึม | ง. เม็ดคลอโรพลาสต์ |
| จ. โมเลกุลของโปรตีน | |

2. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์แตกต่างกันในเรื่องใด

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| ก. ขนาดของเซลล์ | ข. หน้าที่ของนิวเคลียส |
| ค. ประเภทของผนังเซลล์ | ง. ชนิดของเซลล์เมมเบรน |
| จ. ส่วนประกอบของเซลล์ในไซโทพลาสซึม | |

3. สารสีเขียวในคลอโรพลาสต์คืออะไร

- | | |
|-------------------|--------------------|
| ก. เซลล์ | ข. นิวเคลียส |
| ค. คลอโรฟิลล์ | ง. เม็ดแป้งสีเขียว |
| จ. ของเหลวสีเขียว | |

4. ข้อใดถูกต้องสำหรับเซลล์เมมเบรน

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| ก. พบเฉพาะเซลล์พืช | ข. พบเฉพาะเซลล์สัตว์ |
| ค. พบในเซลล์ทุกชนิด | ง. พบในเซลล์ส่วนมาก |
| จ. พบในเซลล์สัตว์บางชนิด | |

5. นิวเคลียสมีหน้าที่ถ่ายทอดพันธุกรรมไปยังลูกหลานข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ หน้าที่ของนิวเคลียส

- | | |
|----------------------|-------------------|
| ก. พ่อเป็นโจร | ลูกเป็นโจร |
| ข. พ่อมีผมหยิก | ลูกมีผมหยิก |
| ค. พ่อเป็นคนอ้วน | ลูกเป็นคนอ้วน |
| ง. พ่อมีผมเหลือง เอ | ลูกมีผมเหลือง เอ |
| จ. พ่อเป็นโรคเบาหวาน | ลูกเป็นโรคเบาหวาน |

6. ถ้ามีสิ่งที่จะทำอันตรายให้กับเซลล์จากภายนอกเข้าสู่เซลล์พืชแล้วจะได้รับการป้องกันจากส่วนประกอบใดของพืชก่อน

- | | |
|-----------------|----------------------|
| ก. ผนังเซลล์ | ข. คลอโรพลาสต์ |
| ค. นิวเคลียส | ง. เซลล์ไมโทคอนเดรีย |
| จ. ไส้ท่อพลาสมา | |

7. ข้อใดให้ความหมายข้อความที่ว่า "ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์" เมื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติการศึกษาทดลอง

- | |
|---|
| ก. ในเซลล์พืชมีส่วนประกอบของเซลล์ว่างจากเซลล์สัตว์ |
| ข. พบสารที่ย่อยแป้งได้ในเซลล์พืชแต่ไม่พบในเซลล์สัตว์ |
| ค. เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นคลอโรพลาสต์ที่มีสีเขียวในเซลล์พืช แต่จะไม่พบในเซลล์สัตว์ |
| ง. ผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในเซลล์พืชแต่ไม่พบในเซลล์สัตว์ทุกชนิด |
| จ. พืชสังเคราะห์แสงได้แสดงว่ามีคลอโรพลาสต์ แต่สัตว์สังเคราะห์แสงไม่ได้แสดงว่าไม่มีคลอโรพลาสต์ |

8. การย่อยคืออะไร

- | |
|---|
| ก. การเขย่าอาหารในร่างกาย |
| ข. การรับและให้อาหารเข้าและออกจากเซลล์ |
| ค. การสร้างอาหารและนำไปสู่ส่วนต่างๆของพืช |
| ง. การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของอาหารให้เล็กลง |
| จ. การเคลื่อนที่ของอาหารจากที่มีมากไปยังที่มีอยู่น้อยกว่า |

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 9-12

ถ้าต้องการทราบว่าระหว่างแป้งและน้ำตาลสารใดจะมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่ากัน โดยนำแป้งสาลีและสารละลายน้ำตาลใส่ลงในถุงกระดาษแก้ว ซึ่งมีรูเล็กๆที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จากนั้นนำถุงกระดาษแก้วไปแช่ในน้ำแล้วจึงจุ่มน้ำไปทดสอบหาโมเลกุลของแป้งกับสารละลายไอโอดีน และทดสอบหาโมเลกุลของน้ำตาลกับสารละลายเบเนดิกต์

9. สมมติฐานข้อใดทั้งสี่สอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลองครั้งนี้

- ก. โม่เลกุลของสารจะแพร่กระจายผ่านสิ่งกีดขวางได้
- ข. โม่เลกุลของแป้งสามารถรวมตัวกับน้ำตาลายนอกถุงได้
- ค. โม่เลกุลของแป้งสามารถลอดผ่านถุงกระดาษแก้วออกมาได้
- ง. โม่เลกุลของน้ำสามารถลอดผ่านเข้าไปในถุงกระดาษแก้วได้
- จ. โม่เลกุลของน้ำตาลสามารถรวมตัวกับน้ำตาลายนอกถุงกระดาษแก้วได้

10. ข้อใดทำให้ทราบว่า "ขนาดโมเลกุลของสาร" ไม่เท่ากัน

- ก. หทราบได้จากความสามารถในการลอดผ่านกระดาษแก้วของสารนั้น
- ข. หทราบได้จากความสามารถในการเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของสารนั้น
- ค. หทราบได้จากความสามารถในการหาปฏิกริยากับน้ำได้รวดเร็วกว่ากัน
- ง. หทราบได้จากความสามารถในการเคลื่อนที่ไปยังน้ำได้รวดเร็วกว่ากันของสาร
- จ. หทราบได้จากความสามารถในการหาปฏิกริยาเคมีระหว่างน้ำแป้งกับสารละลายน้ำตาล

11. จากการทดลองข้อใดเป็นสาเหตุทำให้เมื่อทดสอบน้ำในแก้วแล้วจะพบโมเลกุลของน้ำตาลหรือโมเลกุลของแป้ง

- ก. กระดาษแก้ว
- ข. ปริมาณของน้ำ
- ค. สารละลายไอโอดีน
- ง. สกปรกละลายเบเนดิกต์
- จ. ความเข้มข้นของน้ำแป้งและสารละลายน้ำตาล

12. ถ้าผลการทดลองพบว่า สามารถตรวจสอบโมเลกุลของน้ำตาลในน้ำ นักเรียนคิดว่าข้อสรุปใดเป็นไปไม่ได้

- ก. โมเลกุลของแป้งมีขนาดใหญ่กว่ารูกระดาษแก้ว
- ข. โมเลกุลของน้ำตาลมีขนาดเล็กกว่ารูกระดาษแก้ว
- ค. โมเลกุลของแป้งมีขนาดเล็กกว่าโมเลกุลของน้ำตาล
- ง. โมเลกุลของน้ำตาลมีขนาดเล็กกว่าโมเลกุลของแป้ง
- จ. โมเลกุลของน้ำตาลและโมเลกุลของแป้งมีขนาดไม่เท่ากัน

13. การกระทำในข้อใดช่วยให้การทำงานของเอนไซม์ในระบบการย่อยอาหารของเราทำงานได้ดีขึ้น
- เคี้ยวอาหารให้ละเอียด
 - ทานผลไม้รสเปรี้ยวจัดให้มากๆ
 - กินอาหารประเภทน้ำตาลแทนแป้ง
 - ใส่เสื้อผ้าให้ความอบอุ่นกับร่างกาย
 - ควรทานอาหารทุกชนิดก่อนรับประทาน
14. เอนไซม์ในน้ำลายมีชื่อว่าอย่างไร
- เปปซิน
 - ไลเปส
 - ทริปซิน
 - อะไมเลส
 - อะไมเลส
 - อะไมเลส
15. สิ่งใดต่างออกไปจากกลุ่ม
- ทริปซิน
 - เปปซิน
 - ไลเปส
 - อะไมเลส
 - มอลโทส
16. อาหารชนิดใดเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที
- โจ๊ก
 - นมสด
 - น้ำเต้าหู้
 - น้ำเกลือ
 - ขนมครก
17. เมื่อเราเป็นไข้ เหตุใดเวลาเคี้ยวข้าวจึงรู้สึกไม่มีรสหวาน
- เพราะอาหารไม่ย่อย
 - เพราะเอนไซม์ในน้ำลายไม่ย่อยข้าว
 - เพราะอุณหภูมิในร่างกายทำให้ข้าวมีรสจืด
 - เพราะท่อน้ำลายสร้างสารบางอย่างทำให้ขมคอ
 - เพราะสภาพแวดล้อมในช่องปากมีความเป็นกรดยิ่งกว่าปกติ

18. ขาวที่เหลือจากการย่อยในปาก เมื่อทกไปถึงลำไส้เล็กจะมี ะย่อยอีกหรือไม่เพราะเหตุใด

- ก. ไม่มี เพราะขาวถูกย่อยหมดสิ้นแล้วในปาก
- ข. มีเพราะ ในลำไส้เล็กจะมีเอนไซม์ย่อยให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
- ค. ไม่มี เพราะเอนไซม์ในลำไส้เล็กไม่มีชนิดที่ย่อยขาวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวได้
- ง. มีเพราะ เอนไซม์ที่ย่อยขาวจากปากจะทำหน้าที่ต่อในลำไส้เล็กจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ เพราะการศึกษาเรื่องนี้ยังไม่กระจ่างชัดพอ

เอกสารหมายเลข 1.1

เรื่อง

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์
(กิจกรรมเลือก)

เอกสารหมายเลข 1.1

เรื่อง

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์

กิจกรรมเลือก

ให้นักเรียนศึกษาเอกสารหมายเลข 1.1 50 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2 - 4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยอ่านและปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารไปตามลำดับ

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการอาหารซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต เมื่อเรากินอาหารเข้าไปแล้ว นักเรียนเคยสงสัยบ้างหรือไม่ว่า อาหารถูกนำไปที่ไหน และนำไปใช้อย่างไร ก่อนอื่นนักเรียนต้องทราบก่อนว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะประกอบขึ้นด้วยหน่วยสำคัญของชีวิตที่เรียกว่า

เซลล์

สิ่งมีชีวิตบางชนิดประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวเช่น แบคทีเรีย ยีสต์ สิ่งมีชีวิตบางชนิดประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก และการที่สิ่งมีชีวิตต้องกินอาหารนั้นเพราะ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตต้องการอาหารนั่นเอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการลำเลียงอาหารให้แก่เซลล์ นอกจากการลำเลียงอาหารให้แก่เซลล์แล้ว สิ่งมีชีวิตยังมีกิจกรรมการลำเลียงอย่างอื่นอีกหรือไม่

นับแต่ศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา มีการค้นพบใหม่ๆ ทางชีววิทยา ทั้งนี้เพราะสามารถประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งทำให้มองเห็นสิ่งเล็กๆ ที่ตาเปล่าไม่สามารถมองเห็นได้ และในปีค.ศ. 1665 โรเบิร์ต ฮุก ได้ค้นพบเซลล์ของไม้คอร์ก แต่เป็นเซลล์ของเนื้อไม้ที่ตายแล้ว ทำให้ไม่สามารถมองเห็นส่วนประกอบที่สำคัญๆ ของเซลล์ได้

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน เซลล์ของสัตว์บางชนิดสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์ของไข่จำพวกนกและสัตว์เลื้อยคลาน (ส่วนที่เป็นไข่แดง) โดยทั่วไปแล้ว เซลล์มีขนาดเล็กมากต้องมองด้วยกล้องจุลทรรศน์ สำหรับร่างกายของมนุษย์ประกอบขึ้นมาจากเซลล์ถึงสองแสนล้านเซลล์ ซึ่งประกอบขึ้นเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

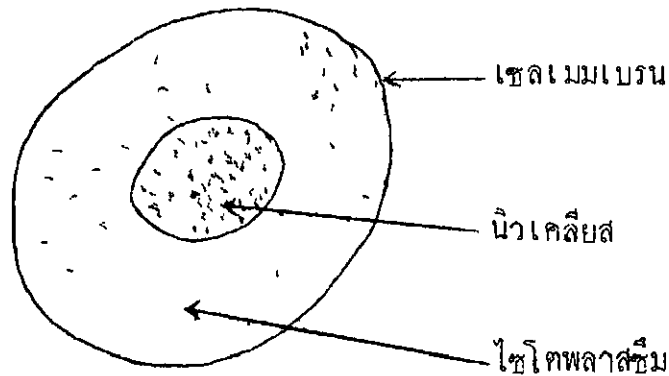
จากความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า
2. ผู้ค้นพบเซลล์ไมคอร์กเป็นคนแรกคือ
3. เราสามารถมองเห็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า

นักเรียนคงตอบคำถามในหน้าที่ผ่านมาได้แล้ว คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า เซลล์
2. ผู้ค้นพบเซลล์ไม้คอร์กเป็นคนแรกคือ โรเบิร์ต ฮุก
3. เราสามารถมองเห็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์

ในยุคแรกของการค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับเซลล์ ได้มีการวาดภาพของเซลล์ให้มีรูปร่างอย่างง่าย ๆ เพื่อใช้ในการอธิบายส่วนประกอบของเซลล์ ดังภาพข้างล่างนี้



ภาพแสดงส่วนประกอบของเซลล์อย่างง่าย ๆ

ส่วนประกอบของเซลล์จากภาพประกอบด้วย เซลล์เมมเบรน ซึ่งเป็นเยื่อบางๆ ที่ห่อหุ้มเซลล์ไว้ แยกออกจากเซลล์อื่นๆ และมีหน้าที่คอยควบคุมการผ่านเข้าออกของสารบางอย่าง เช่น น้ำ ก๊าซ และสารละลาย เซลล์เมมเบรนเปรียบเหมือนเยื่อบางๆ ที่มีรูขนาดเล็กๆ ที่ยอมให้สารบางอย่างเช่น โมเลกุลของอาหารที่เล็กกว่ารูลอดผ่านไปได้ แต่ถ้าโมเลกุลของอาหารที่มีขนาดใหญ่ ก็จะไม่สามารถผ่านเซลล์เมมเบรนเข้าสู่เซลล์ได้

ภายในเซลล์จะประกอบด้วยนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม เซลล์ส่วนมากมี นิวเคลียส ซึ่งจะมีลักษณะเป็นก้อนค่อนข้างกลมเพียง 1 อัน นิวเคลียสทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์เป็นต้นว่า การเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปยังลูกหลานด้วย

ส่วน ไซโทพลาสซึม เป็นชื่อเรียกของเหลวที่อยู่รอบๆ นิวเคลียส ซึ่งภายในไซโทพลาสซึมจะมีทั้งอาหารเช่น โปรตีน น้ำตาล ไขมัน ตลอดจนสิ่งขับถ่ายและส่วนประกอบอื่นๆ ของเซลล์

จากความรู้ที่ผ่านมา ให้นักเรียนใช้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. เยื่อต่างๆ ที่ห่อหุ้มเซลล์เรียกว่า
2. ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์คือ
3. ส่วนประกอบของเซลล์ที่สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเซลล์ได้แก่
4. ช่องเหลวที่อยู่รอบๆ นิวเคลียสของเซลล์เรียกว่า

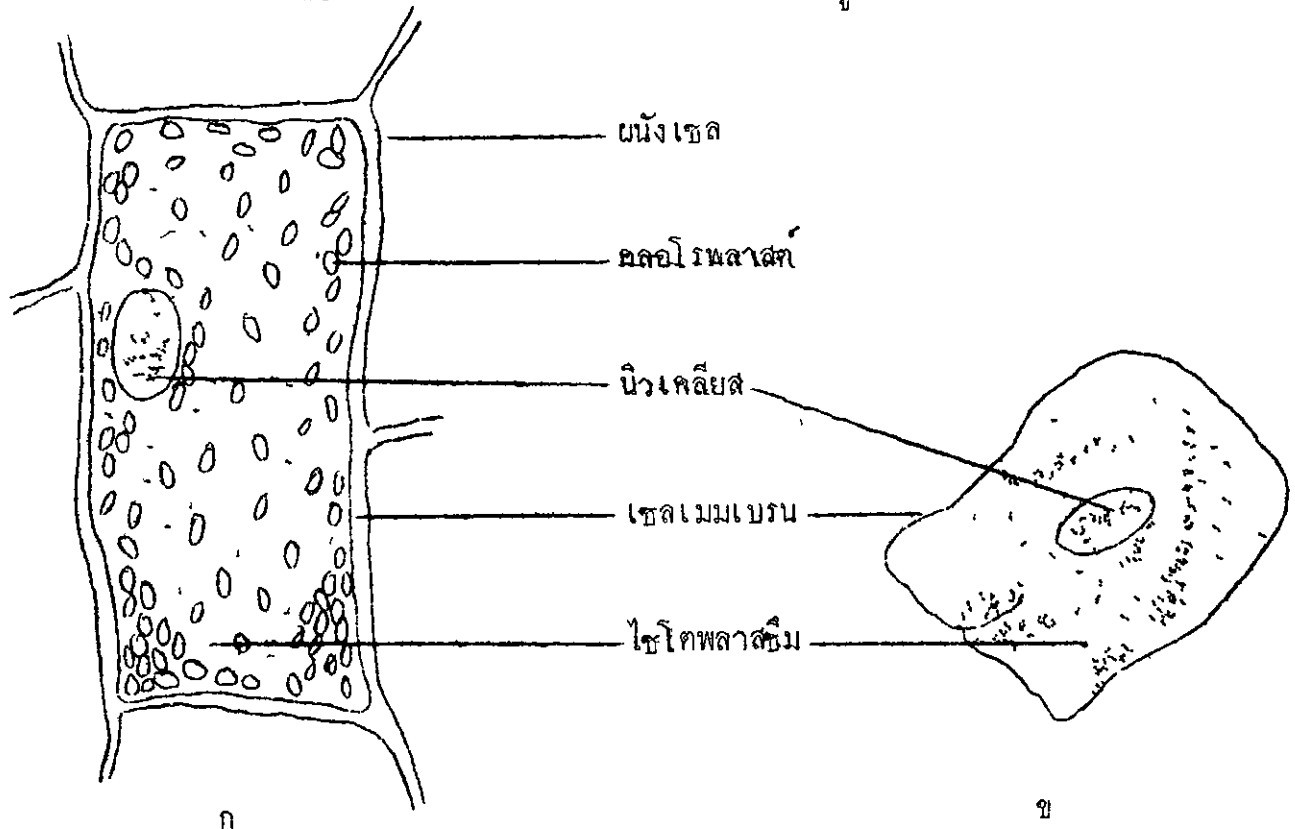
คาถามคงไม่ยากเกินไป ให้นักเรียนตรวจคำตอบอีกครั้งต่อไปนี้

1. เยื่อบางๆ ที่ห่อหุ้มเซลล์เรียกว่า เซลล์เมมเบรน
2. ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์คือ นิวเคลียส
3. ส่วนประกอบของเซลล์ที่สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเซลล์ได้แก่ นิวเคลียส
4. ของเหลวที่อยู่รอบๆ นิวเคลียสของเซลล์เรียกว่า ไซโทพลาสซึม

จากการสังเกตเซลล์ของสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เนื้อเยื่อผนังด้านในของแก้ว
ทวักกลองจุลทรรศน์ นักเรียนจะพบข้อแตกต่างระหว่างเซลล์ทั้งสอง โดยจะพบว่าในเซลล์สาหร่าย
หางกระรอกซึ่งเป็นเซลล์พืชนั้นจะมีส่วนประกอบสำคัญ 2 อย่างที่เซลล์เนื้อเยื่อผนังด้านในของแก้ว
ซึ่งเป็นเซลล์สัตว์ไม่มีคือ

ผนังเซลล์ เป็นส่วนประกอบของเซลล์พืชที่หุ้มเซลล์เมมเบรนอีกชั้นหนึ่งทั้งนี้ เพื่อช่วยให้
เซลล์ของพืชแข็งแรง

คลอโรพลาสต์ ซึ่งจะเป็นเม็ดสีเขียว เป็นส่วนประกอบที่จะเห็นได้ชัดเจนจากกลองจุลทรรศน์
คลอโรพลาสต์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ที่มีอยู่ในไซโทพลาสซึม



ภาพแสดงเซลล์สาหร่ายหางกระรอก(พืช)ภาพ ก และ เซลล์เยื่อข้างแก้ว

ภาพ ข

ให้นักเรียนตอบคำถาม 2 ข้อต่อไปนี้

1. สารสีเขียวในคลอโรพลาสต์คือ มีหน้าที่
2. ส่วนประกอบของเซลล์ที่ช่วยให้เซลล์ของพืชแข็งแรงคือ

คำถามทั้งสองข้อเป็นการทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้อ่านผ่านมา ให้นักเรียนตรวจดูเฉลยคำตอบดังต่อไปนี้

1. สารสีเขียวในคลอโรพลาสต์คือ คลอโรฟิลล์ มีหน้าที่ สังเคราะห์แสง
2. ส่วนประกอบของเซลล์ที่ช่วยให้เซลล์ของพืชแข็งแรงคือ ผนังเซลล์

ต่อไปนี้นักเรียนจะได้สังเกตส่วนประกอบของเซลล์สำหรับหายใจทางกระบอกซึ่งเป็นเซลล์พืช และเซลล์เยื่อ مخاطแก้มซึ่งเป็นเซลล์สัตว์ จากกล้องจุลทรรศน์

นักเรียนคงจะได้สังเกตเห็นเซลล์ของพืชและสัตว์จากกล้องจุลทรรศน์แล้ว ถ้านักเรียนต้องการให้ความหมายของข้อความที่ว่า "ความแตกต่างของเซลล์สำหรับทางกระรอกกับเซลล์เยื่อข้างแก้ม" จากที่ได้สังเกตเห็นจากกล้องจุลทรรศน์

นักเรียนให้ความหมายของข้อความที่ว่า ความแตกต่างของเซลล์สำหรับทางกระรอกกับเซลล์เยื่อข้างแก้ม หมายความว่า

การให้ความหมายของข้อความนี้ คงไม่ยากเกินไปเพราะนักเรียนได้สังเกตเห็นจากของจริงมาแล้ว แต่ในการตอบคำถามนี้นักเรียนคงจะได้ร่วมกันปรึกษาและแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนๆ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคนอื่นๆ นั้นอาจไม่สอดคล้องกับความเห็นของเรา แต่เราก็ควรรับฟังด้วยใจเป็นกลางและเต็มใจที่จะให้ผู้อื่นตำหนิข้อผิดพลาดของตนได้ด้วยเช่นกัน

นักเรียนอาจจะให้ความหมายต่างๆ กันไปจากที่ได้ตั้ง เกิดจากเซลล์ที่มองผ่านกล้องจุลทรรศน์แล้ว และได้มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งให้ความหมายไว้ดังนี้

ความแตกต่างของเซลล์สำหรับวางกระดูกกับเซลล์เยื่อข้างแก้ม คือ เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเมือกสีชมพูอยู่ภายในเซลล์สำหรับวางกระดูกแต่จะไม่พบในเซลล์เยื่อข้างแก้ม

จากความรู้ที่นักเรียนทราบมาแล้วว่า สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ และเซลล์ต้องการอาหาร จึงจำเป็นต้องมีการลำเลียงอาหารให้กับเซลล์ นอกจากอาหารแล้วยังมีการลำเลียงสิ่งอื่นที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น ก๊าซออกซิเจน

และเมื่อมีการเผาผลาญอาหารเกิดขึ้นภายในเซลล์ ก็จะมีของเสียเกิดขึ้นซึ่งเซลล์จะต้องกำจัดออกไป นั่นคือลำเลียงออกไปจากเซลล์นั่นเอง

ดังนั้นการลำเลียงจึงหมายถึง การที่สิ่งต่างๆ เช่น อาหาร ก๊าซ ของเสีย เคลื่อนที่เข้าหรือออกจากเซลล์หนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่ง หรือเคลื่อนที่ออกไปภายนอก

เอกสารหมายเลข 1.2

เรื่อง

รูปร่างและส่วนประกอบของ เซลล์

(กิจกรรมเลือก)

ใช้ประกอบการศึกษาบทที่ 1 เซลล์เนื้อเยื่อ

เอกสารหมายเลข 1.2

เรื่อง

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์

กิจกรรมเลือก (ใช้ประกอบการศึกษากับเทปบันทึกเสียง) ใช้เวลาสำหรับศึกษาจากกิจกรรมนี้ 50 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยฟังและปฏิบัติกิจกรรมจากเทปบันทึกเสียงไปตามลำดับ

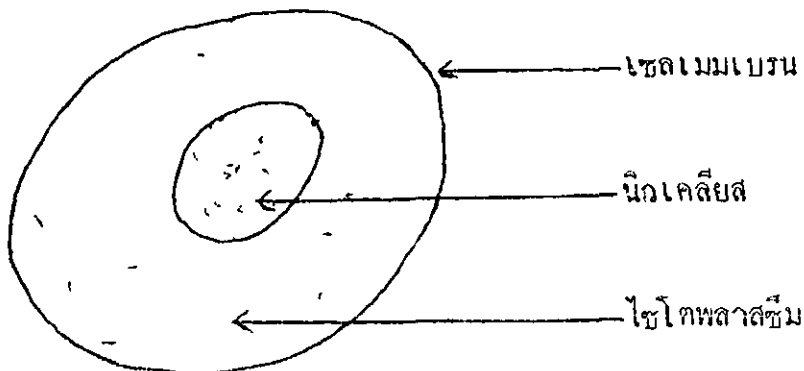
รูปร่างและส่วนประกอบของ เซลล์

คำถามข้อที่ 1

- 1.1 หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า
- 1.2 ผู้ค้นพบเซลล์ของไมคอร์กเป็นคนแรกคือ
- 1.3 เราสามารถมองเห็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า

ภาพที่ ๑

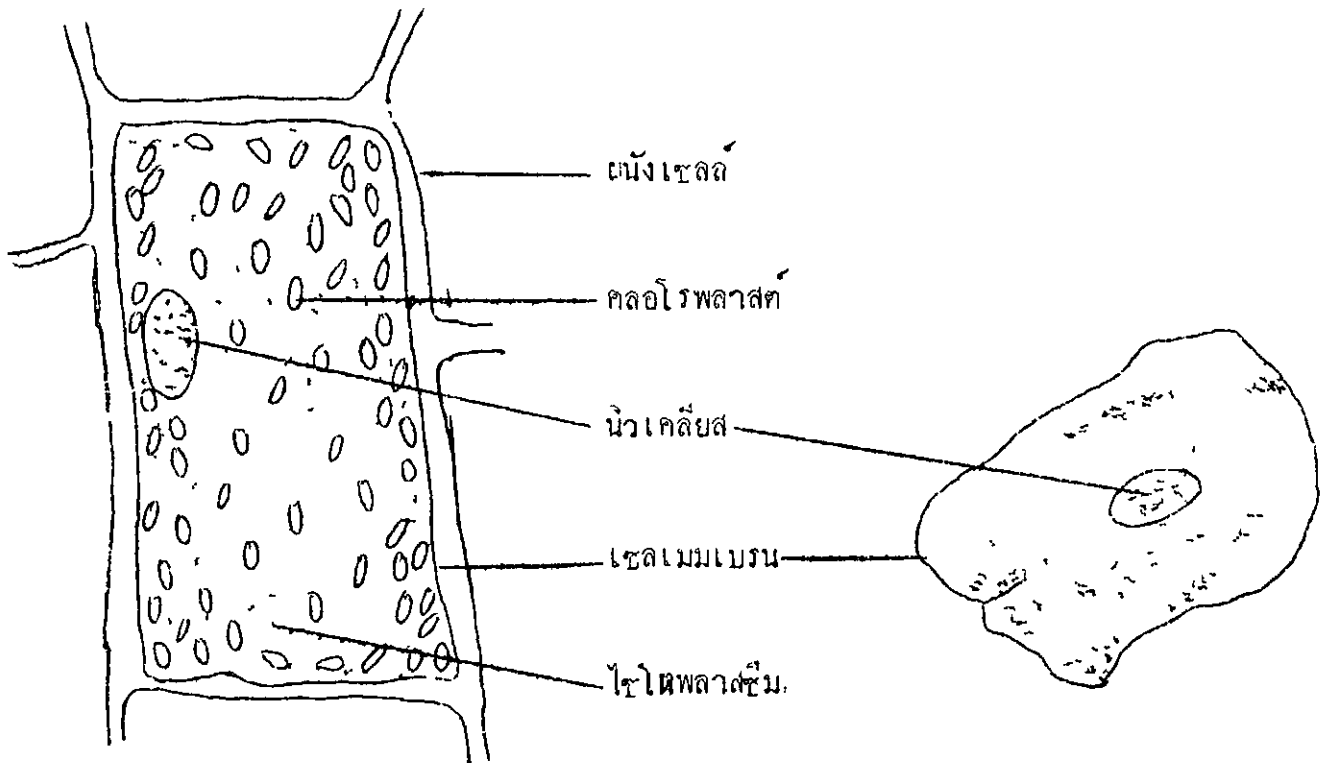
แสดงรูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์อย่างง่าย ๆ



- 2.1 เยื่อต่างๆ ที่ห่อหุ้มเซลล์คือ
- 2.2 ส่วนประกอบของเซลล์ที่หาหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์คือ
- 2.3 ส่วนประกอบของเซลล์ที่สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเซลล์ได้แก่
- 2.4 ของเหลวที่อยู่รอบนิวเคลียสของเซลล์คือ

ภาพที่ 2

แสดงรูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์สำหรับพืช (เซลล์พืช) และเซลล์เยื่อผนังด้านในของแก้ม (เซลล์สัตว์)



คำถามข้อที่ 3

- 3.1 สารสีเขียวในคลอโรพลาสต์คือ มีหน้าที่
- 3.2 ส่วนประกอบของเซลล์ที่ช่วยให้เซลล์ของพืชแข็งแรงคือ

คำถามข้อที่ 4

- ความแตกต่างของเซลล์สำหรับพืชกับเซลล์เยื่อข้างแก้ม หมายถึง

เอกสารหมายเลข 1.3

เรื่อง

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์

(กิจกรรมเลือก)

ใช้ประกอบการศึกษากับสไลด์ประกอบเสียง

เอกสารหมายเลข 1.3

เรื่อง

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์

กิจกรรมเลือก(ใช้ประกอบการศึกษาค้นสไลด์ประกอบเสียง) ใช้เวลาสำหรับศึกษาจากกิจกรรมนี้ 50 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยดูและปฏิบัติกิจกรรมจากสไลด์ประกอบเสียงไปตามลำดับ

รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์

คำถามข้อที่ 1

- 1.1 หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า
- 1.2 ผู้ค้นพบเซลล์ของไมคอร์กเป็นคนแรกคือ
- 1.3 เราสามารถมองเห็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า

คำถามข้อที่ 2

- 2.1 เยื่อบางๆที่ห่อหุ้มเซลล์คือ
- 2.2 ส่วนประกอบของเซลล์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทางานของเซลล์คือ
- 2.3 ส่วนประกอบของเซลล์ที่สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเซลล์ได้แก่
- 2.4 ของเหลวที่อยู่รอบๆนิวเคลียสของเซลล์คือ

คำถามข้อที่ 3

- 3.1 สารสีเขียวในคลอโรพลาสต์คือ มีหน้าที่
- 3.2 ส่วนประกอบของเซลล์ที่ช่วยให้เซลล์ของพืชแข็งแรงคือ

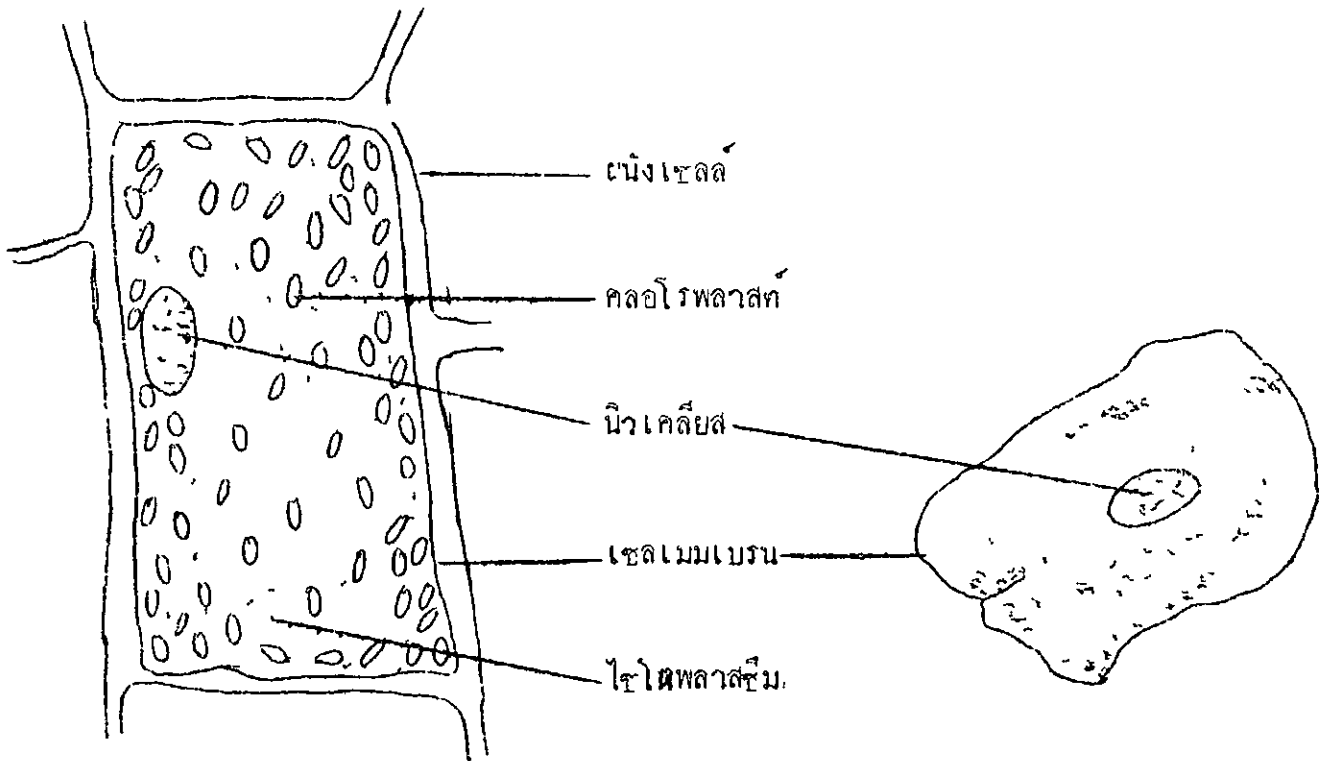
คำถามข้อที่ 4

- ความแตกต่างของเซลล์สำหรับทางกระบอกกับเซลล์เยื่อชั้นบางๆ หมายถึง

- 2.1 เยื่อต่างๆ ที่ห่อหุ้มเซลล์คือ
- 2.2 ส่วนประกอบของเซลล์ที่หาหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์คือ
- 2.3 ส่วนประกอบของเซลล์ที่สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเซลล์ได้แก่
- 2.4 ของเหลวที่อยู่รอบๆ นิวเคลียสของเซลล์คือ

ภาพที่ 2

แสดงรูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์สำหรับทางกรรอก (เซลล์พืช) และเซลล์เยื่อผนังด้านในของแก้ว (เซลล์สัตว์)



คำถามข้อที่ 3

- 3.1 สารสีเขียวในคลอโรพลาสต์คือ มีหน้าที่
- 3.2 ส่วนประกอบของเซลล์ที่ช่วยให้เซลล์ของพืชแข็งแรงคือ

คำถามข้อที่ 4

- ความแตกต่างของเซลล์สำหรับทางกรรอกกับเซลล์เยื่อผนังด้านใน หมายถึง

เอกสารหมายเลข 1.4

เรื่อง

ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

(กิจกรรมบังคับ)

เอกสารหมายเลข 1.4

เรื่อง

ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

กิจกรรมบังคับ

ให้นักเรียนศึกษาเอกสารหมายเลข 1 4 100 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยอ่านและปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารไปตามลำดับ

ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

อาหารที่เรารับประทานอยู่ทุกวันจะมีอยู่ด้วยกันหลายประเภทเช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน ฯลฯ อาหารเหล่านี้จะมีคุณสมบัติและขนาดของโมเลกุลแตกต่างกัน และแม้ว่าอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล ต่างก็เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน แต่ขนาดของโมเลกุลแป้งและน้ำตาลมีขนาดแตกต่างกัน

อุปกรณ์การทดลองง่ายๆ ที่สามารถนำมาพิสูจน์ว่า ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลมีขนาดแตกต่างกันก็คือ "กระดาษแก้ว" เพราะในการผลิตกระดาษแก้วนั้น เขาจะทำให้กระดาษแก้วเป็นรูเล็กๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งรูเล็กๆ เหล่านี้จะทำหน้าที่เสมือนเครื่องกรอง กันมิให้สารที่มีโมเลกุลใหญ่กว่ารูลอดผ่านได้

จากข้อความที่กล่าวถึงขนาดของโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล ทำให้เกิดปัญหาที่น่าสนใจว่า ระหว่างโมเลกุลของแป้ง กับโมเลกุลของน้ำตาล โมเลกุลใดจะสามารถลอดผ่านกระดาษแก้วออกมาได้

ในการทดลองอย่างง่าย ๆ นั้น เราไม่สามารถสังเกตขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลด้วยตาเปล่าได้ แต่เรามีวิธีการที่สามารถพิสูจน์ในเรื่องนี้ได้โดยใช้น้ำแป้งสุกและสารละลายน้ำตาลกลูโคส มาใช้ในการทดลอง ก่อนอื่นนักเรียนจะให้ความหมายของคำว่า น้ำแป้งสุกและสารละลายน้ำตาลกลูโคส ในความหมายที่สามารถนำไปใช้ในการทดลองเพื่อที่ว่า ขนาดโมเลกุลของสารใดจะสามารถลอดผ่านกระดาษแก้วได้อย่างไร

น้ำแป้งสุก หมายถึง

สารละลายกลูโคส หมายถึง

การให้ความหมายของคำทั้งสองไม่ใช่สิ่งที่ยากเลยใช่ไหม แต่อย่างไรก็ตามถ้านักเรียนร่วมกันให้ความหมายกับเพื่อนๆ ภายในกลุ่มคงจะมีบางคนที่แสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะต่างจากตัวนักเรียนเอง นักเรียนควรที่จะรับมาพิจารณาความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของบุคคลอื่นด้วยใจที่เป็นกลาง

นักเรียนคงจะอธิบายความหมายของ น้ำแข็งสุกและสารละลายกลูโคส ในความหมายที่กล่าวถึงขนาดของโมเลกุลของสารได้แล้ว หากมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งช่วยกันให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

น้ำแข็งสุก หมายถึง น้ำผสมแข็งมัน โดยใช้น้ำผสมกับแข็งมันและนำไปต้มจนสุก ซึ่งในน้ำแข็งสุกนี้จะมีโมเลกุลของแข็งอยู่

สารละลายกลูโคส หมายถึง สารละลายที่ใช้น้ำตาลกลูโคสละลายกับน้ำ ซึ่งในสารละลายกลูโคสนี้จะมีโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสอยู่

หลังจากได้ทราบปัญหาที่เกี่ยวกับขนาดโมเลกุลกับความสามารถในการลอดผ่านกระดาษแก้วแล้ว เพื่อการค้นหาคำตอบของปัญหา นักวิทยาศาสตร์จะดำเนินการในขั้นต่อมาคือการตั้งสมมติฐาน

ในการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเรื่อง ขนาดโมเลกุลของแป้งและ น้ำตาลที่สามารถลอดผ่านกระดาษแก้วนั้น เราอาจตั้งสมมติฐานว่า "โมเลกุลของแป้งและน้ำตาล สามารถลอดผ่านกระดาษแก้วออกมาได้"

จากตัวอย่างสมมติฐานข้างกล่าว นักเรียนคิดว่าอะไรคือตัวแปรต้น และอะไรคือตัวแปรตาม
 ตัวแปรต้น คือ
 ตัวแปรตาม คือ

นักเรียนคงจะสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ในสมมติฐานที่ว่า "โมเลกุลของแป้งและน้ำตาลสามารถลอดผ่านกระดาษแก้วออกมาได้" ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งระบุตัวแปรดังกล่าวกว่านี้

ตัวแปรต้น คือ ขนาดของโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการลอดผ่านกระดาษแก้วของโมเลกุล

อย่างไรก็ตามการตั้งสมมติฐานในปัญหาเรื่อง ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลในการลอคผ่านกระดาษแก้วนั้น เรายังสามารถตั้งสมมติฐานได้อีกหลายๆ สมมติฐาน ให้นักเขียนช่วยกันคิดตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง และการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่นักเรียนได้ตั้งขึ้นว่าถูกต้องหรือไม่ (นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้มากกว่า หนึ่งสมมติฐาน)

สมมติฐาน คือ

นักเรียนคงตั้งสมมติฐานได้แล้ว ในการตั้งสมมติฐานที่คือนักเรียนควรได้สำรวจข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่นักเรียนได้เคยศึกษามา โดยพิจารณาทั้งที่เป็นข้อมูลที่สนับสนุน หรือคัดค้านความเป็นไปได้ในการสร้างสมมติฐานของนักเรียน

นักเรียนคงตั้งสมมติฐานออกมาในลักษณะต่างๆกัน โดยทั่วไปแล้วการคิดแก้ปัญหาโดยการสมมติฐานมาพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือไม่ของนักวิทยาศาสตร์นั้น เขาจะต้องมีการออกแบบการทดลอง และทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น เช่นหากมีนักเรียนบางกลุ่มตั้งสมมติฐานในเรื่องนี้ว่า "โมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสสามารถลอดผ่านกระดาษแก้วได้ ส่วนโมเลกุลของแป้งไม่สามารถผ่านกระดาษแก้วออกมาได้"

จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนี้ นักเรียนคงอยากทราบว่าถูกต้องหรือไม่ เราจะได้คำตอบเมื่อได้ทำการทดลอง ซึ่งถ้ากำหนดอุปกรณ์การทดลองให้ตามรายการต่อไปนี้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองตามแนวคิดของนักเรียนได้อย่างไร

อุปกรณ์ที่กำหนดให้ มีดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| 1. น้ำแป้งสุก | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. สารละลายกลูโคส | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. สารละลายไอโอดีน | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. สารละลายเบเนดิกต์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 5. กระดาษแก้ว | 1 แผ่น |
| 6. กระป๋องนม | 1 ใบ |
| 7. กลองพลาสติก | 2 ใบ |
| 8. หลอดทดลองขนาดกลาง | 2 หลอด |
| 9. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |
| 10. หลอดฉีดยา | 1 หลอด |

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากนักเรียนเห็นว่าจำเป็นต้องใช้)

การออกแบบการทดลองมีดังต่อไปนี้

/

-

-

10

/

100 100

100 100 100

100 100 100

100 100 100

100 100

100 100 100

100 100 100

100

100

100

100

100

100 100 100 100

100 100 100 100

100 100 100 100

100

100 100

100

100 100 100 100

นักเรียนคงจะออกแบบการทดลองในลักษณะต่างๆกัน และถ้ามีนักเรียนบางกลุ่มออกแบบการทดลองในลักษณะต่อไปนี้

1. นากะเพาะแก้วใสขนาด 15 เซนติเมตร $\times$ 15 เซนติเมตร ชูน้ำให้เปียกบุลงในกล่องพลาสติก
2. เทน้ำแบ่งสู่ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับสารละลายน้ำตาลกลูโคส 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนกระดาษแก้วที่อยู่ในกล่องรวบส่วนบนของกระดาษ
3. นำถุงนี้แชลงในกล่องพลาสติก ซึ่งมีน้ำ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที จึงยกถุงออก
4. เทน้ำในกล่องพลาสติกใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไอโอดีน 2 หยด ลงในหลอดที่ 1 และสารละลายเบเนดิกต์ 3 หยด ลงในหลอดที่ 2
5. ต้มน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในกระป๋องนม เมื่อน้ำเดือด จุ่มหลอดที่ 2 ลงไป ต้มต่อไปอีกประมาณ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

จากการออกแบบการทดลองดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาว่าผลการทดลองจะสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ในขณะทำการทดลองให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีทดลองและบันทึกผลตามความเป็นจริง

บันทึกผลการทดลอง

การทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น การรายงานผลการทดลองตามความเป็นจริงนับว่ามีความสำคัญและส่งผลให้การทดลองนั้นมีคุณค่าเชื่อถือ นักเรียนจะได้บันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริงเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ได้กระทำแล้วใช่ไหม

นักเรียนคงจะทดลองและบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้ว จากผลการทดลองนักเรียนจะสรุป
ผลการทดลองได้อย่างไร

สรุปผลการทดลอง

4 337 015 22 0 01224 2022

13 0 10700207111221

4 337 015 22 0 01224 2022

4 337 015 22 0 01224 2022

การสรุปผลการทดลองคงต้องมีการอภิปรายโต้แย้ง แสดงความเห็นเพื่อการสรุปผลกัน
ภายในกลุ่ม หวังว่านักเรียนคงจะแสดงความพอใจและเต็มใจที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

นักเรียนคงจะสรุปผลการทดลองได้แล้ว ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งมีผลการทดลองต่อไปนี้

การทดสอบ	จากการทดลองสารละลายในกล่องพลาสติก
สารละลายไอโอดีน	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
สารละลายเบเนดิกต์	ได้ตะกอนสีเหลือง

จากผลการทดลองข้างต้นให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากผลการทดลองพบว่ามีแป้งและน้ำตาลในน้ำหรือไม่
2. โมเลกุลของสารใดสามารถผ่านกระดาษแก้วออกมาได้
3. นักเรียนคิดว่าแป้งหรือน้ำตาลมีขนาดของโมเลกุลใหญ่กว่ากัน เพราะเหตุใด
4. ในการให้อาหารทางเส้นเลือดแก่คนไข้ เหตุใดแพทย์จึงใช้สารละลายกลูโคส แต่ไม่ใช้น้ำแป้ง

นักเรียนคงตอบคำถามในหน้าที่ผ่านมาได้แล้ว ดังนั้นให้นักเรียนตรวจสอบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่โดยคาดเดายต่อไปนี้

1. จากผลการทดสอบพบว่าน้ำตาลในน้ำ แต่ไม่พบว่ามีแป้งอยู่ในน้ำ
2. โมเลกุลของน้ำตาลสามารถผ่านกระดาษแก้วออกมาได้
3. โมเลกุลของแป้งจะมีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำตาล เพราะไม่สามารถผ่านกระดาษแก้วออกมาได้
4. ในการให้อาหารทางเส้นเลือดแก่คนไข้ แพทย์ใช้สารละลายกลูโคสเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กสามารถผ่านผนังเส้นเลือดเข้าไปในเซลล์ได้ง่าย โดยไม่ต้องผ่านการย่อย

จากความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาผ่านมาแล้ว นักเรียนคงจะมองเห็นแล้วว่า โมเลกุลของแป้งไม่สามารถผ่านกระดาษแก้วออกมาได้ เช่นเดียวกันโมเลกุลของแป้งก็ไม่สามารถผ่านเซลล์เมมเบรนซึ่งมีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ที่มีรูเล็กๆ คอยกันไม่ให้โมเลกุลของแป้งเข้าไปสู่ภายในเซลล์ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้งให้เล็กลงก่อน จึงจะผ่านเข้าสู่เซลล์ได้

การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้ง

จากปัญหาที่ว่า จะเปลี่ยนโมเลกุลของแป้งให้เล็กลงจนสามารถลอดผ่านเซลล์เมมเบรนได้อย่างไรนั้น ทำให้เราคิดว่าในชีวิตประจำวันของเรานั้นต้องบริโภคอาหารประเภทแป้งอยู่เสมอ แล้วร่างกายจะนำอาหารประเภทแป้งไปใช้ประโยชน์ให้กับเซลล์ของร่างกายได้อย่างไร

ในเรื่องดังกล่าวนี้ เอนไซม์ ซึ่งมีอยู่ในระบบการย่อยอาหารจะมีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของอาหาร และเราจะได้ทดลองว่าเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำลายจะสามารถเปลี่ยนแป้งให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงได้หรือไม่

นักเรียนทราบมาแล้วว่าโมเลกุลของแป้งไม่สามารถลอดผ่านกระดาษแก้วได้ ถ้ามีปัญหาวว่า "เอนไซม์ในน้ำลายจะสามารถเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้งให้เล็กลงจนสามารถลอดผ่านกระดาษแก้วออกมาได้หรือไม่" นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหานี้ได้อย่างไร

สมมติฐานคือ

การตั้งสมมติฐานนี้นักเรียนคงจะได้ร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนๆ นักเรียนควรพิจารณาความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของเพื่อนด้วยใจเป็นกลาง เพราะความคิดเห็นทุกคนต่างก็มีส่วนที่ทำให้ประโยชน์ต่อเราได้เสมอ

นักเรียนคงตั้งสมมติฐานได้แล้ว ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งตั้งสมมติฐานในการทดลองครั้งนี้ว่า "เอนไซม์ในน้ำลายสามารถเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลของแป้งให้เล็กลงจนสามารถลอดผ่านรูกระดาษแก้วได้"

จากสมมติฐานดังกล่าว นักเรียนคิดว่าอะไรคือ ตัวแปรต้น และตัวแปรตาม

ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

นักเรียนคงจะสามารถระบุตัวแปรต้น และตัวแปรตามในสมมติฐานได้แล้ว ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งระบุไว้ดังนี้

ตัวแปรต้น คือ การทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย

ตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้ง

จากสมมติฐานที่ว่า "เอนไซม์ในน้ำลายสามารถเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้งให้เล็กลงจนสามารถกลืนผ่านรูกระเพาะแก้วได้" นั้นถ้าเราอยากทราบว่าถูกต้องหรือไม่ เราจะทดสอบได้โดยการทดลองซึ่งนักเรียนจะได้ออกแบบการทดลองตามแนวคิดของนักเรียนได้อย่างไร ถ้ากำหนดอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ให้นักเรียน

- | | |
|--|----------------------|
| 1. น้ำแป้งสุก | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. สารละลายไอโอดีน 1 % | 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. สารละลายเบเนดิกต์ 1 % | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. กระดาษแก้ว | 1 แผ่น |
| 5. กระป๋องนม | 1 ใบ |
| 6. หลอดทดลอง ขนาดกลาง | 2 หลอด |
| 7. หลอดหยด | 1 หลอด |
| 8. ที่จับหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 9. หลอดจิ้งจก | 1 หลอด |
| 10. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |

-(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากนักเรียนเห็นว่าจำเป็น)

การออกแบบการทดลองมีดังต่อไปนี้

การร่วมกันออกแบบการทดลองนั้นคงต้องมีการโต้แย้งกันอยู่บ้างและบางครั้งเราก็พบว่าตัวเองได้แสดงความคิดเห็นที่ผิดพลาดไปบ้าง ในกรณีเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่คือนั้นเขาจะเต็มใจที่จะถูกพิจารณาวิจารณ์ หรือให้ผู้อื่นตำหนิข้อผิดพลาดของตนได้ นักเรียนก็เป็นผู้หนึ่งที่ไ้ทำเช่นนั้นได้ไหม

การทดลองครั้งนี้นักเรียนคงจะออกแบบการทดลองได้ต่างๆ กันไป หากมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ออกแบบการทดลองไว้ดังนี้

1. นากะดาษแก้วใสขนาด 15×15 เซนติเมตร มาชุบน้ำให้เปียก บดลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 3

2. เทน้ำแป้งสุก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำลาย 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนกระดาษแก้วที่ชุบน้ำไว้ รวบรวมบนของกระดาษแก้วให้เป็นถุงเล็กๆ ใ้ยารักให้แน่นล่างข้างนอกถุงด้วยน้ำ

3. แฉ่งน้ำในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 ซึ่งมีน้ำ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ 20-25 นาที แล้วใช้สารละลายไอโอดีนและสารละลายเบเนดิกต์ทดสอบน้ำในกล่องพลาสติกตามการทดลองที่ผ่านมาบันทึกผลการทดลอง

นักเรียนจะออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองของการทดลองดังกล่าวได้อย่างไร

บันทึกผลการทดลอง

นักเรียนคงไม่ลืมว่า การรายงานผลการทดลองตามความเป็นจริงนั้นเป็นคุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ที่ดี และการทดลองครั้งนี้มุ่งหวังที่จะให้นักเรียนได้รายงานผลการทดลองตามความจริง

นักเรียนคงจะทดลองและบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้วจากผลการทดลองนักเรียนจะสรุปผล
การทดลองได้ว่าอย่างไร

สรุปผลการทดลอง

นักเรียนคงได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการสรุปผลของกลุ่ม นักเรียนต้องไม่ลืมว่าเราจะยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่นด้วยความพอใจและเต็มใจแม้เราจะไม่เห็นด้วยก็ตาม

ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

การทดสอบ	จากการทดลองสารละลายในกล่องพลาสติก
สารละลายไอโอดีน	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
สารละลายเบเนดิกต์	ได้ตะกอนสีเหลือง

จากผลการทดลองข้างต้นให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลตอบคำถามต่อไปนี้

1. ตรวจพบสารอะไรในน้ำภายนอกถุงกระดาษแก้ว
2. สารนั้นมาจากไหน เกิดขึ้นได้อย่างไร
3. ทำไมเมื่อเคี้ยวข้าวสุกอยู่ในปาก จึงมีรสหวานเกิดขึ้น
4. นักเรียนคิดว่าในน้ำลายมีน้ำตาลอยู่หรือไม่ เราจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไร

ต่อไปนี้เป็นคำตอบของคำถามในหน้าที่ผ่านมา

1. ตรวจสอบพบน้ำตาลในน้ำภายนอกถุงกระชายแก้ว
2. น้ำตาลที่ตรวจพบมาจากภายในถุงกระชายแก้ว และมาจากการเปลี่ยนโมเลกุลของแป้งเป็นโมเลกุลของน้ำตาล ทำให้โมเลกุลมีขนาดเล็กจนสามารถลอดผ่านรูกระชายแก้วออกมาได้
3. เมื่อเคี้ยวข้าวสุกอยู่ในปากแล้วมีรสหวานเกิดขึ้น เพราะข้าวซึ่งเป็แป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโดยเอนไซม์ในน้ำลาย
4. ในน้ำลายไม่มีน้ำตาลอยู่ เราจะทดสอบได้คือนำน้ำลายไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์

นักเรียนทราบมาแล้วว่าแป้งไม่สามารถลอดผ่านกระดาษแก้วออกมาภายนอกได้เนื่องจากมีโมเลกุลใหญ่กว่าขนาดของรูกระดาษแก้ว แต่การทดสอบพบว่ามือน้ำตาลอยู่ในน้ำ แสดงว่าน้ำตาลจะต้องเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแป้งเมื่อมีน้ำลายอยู่ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำลายมีเอนไซม์ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ การที่โมเลกุลของอาหารเปลี่ยนเป็นโมเลกุลเล็กลงนี้เรียกว่า การย่อย นักเรียนคิดว่าการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับภาวะอย่างไรบ้าง

เอกสารหมายเลข 1.5

เรื่อง

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์อย่างไร
(กิจกรรมเลือก)

เอกสารหมายเลข 1.5

เรื่อง

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

กิจกรรมบังคับ

ให้นักเรียนศึกษาเอกสารหมายเลข 1.5 นี้ 100 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยอ่านและปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารไปตามลำดับ

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

จากความรู้ที่ว่า การย่อยหมายถึงการเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของอาหารให้เล็กลงนั้น ทำให้เราทราบว่าน้ำลายสามารถทำให้โมเลกุลของแป้งเปลี่ยนเป็นโมเลกุลของน้ำตาลซึ่งมีขนาดเล็กลง ทั้งนี้เพราะมีเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ ดังนั้นนักเรียนคิดว่าการทำงานของเอนไซม์นั้นจะขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมอย่างไร

จากปัญหาที่ว่า "การทํางานของเอนไซม์นั้นจะขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมอย่างไร" หากเราใช้เอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำลายมาทดลองกับอาหารประเภทแป้งแล้ว นักเรียนคิดว่าค่าต่อไปนี้ควรมีความหมายเพื่อใช้ในการทดลองอย่างไร

การทํางานของเอนไซม์ในน้ำลาย หมายถึง

“ ”

ภาวะแวดล้อม หมายถึง

นักเรียนคงให้ความหมายของคำทั้งสองได้แล้ว หากมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้ ให้นักเรียนตรวจสอบดูว่าใกล้เคียงกับความหมายที่นักเรียนให้ไว้หรือไม่

การทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลของเอนไซม์ในน้ำลาย ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยสารละลายเบเนดิกต์ แล้วให้ตะกอนสีเหลือง

ภาวะแวดล้อมหมายถึง ภาวะต่างๆ ที่มีผลในการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ของน้ำลาย เป็นต้น

ในปัญหาที่กล่าวถึง ภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไรวินั้น เราอาจตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นการตอบคำถามดังกล่าวได้ว่า "เอนไซม์จะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิ

37 องศาเซลเซียส"

จากตัวอย่างสมมติฐานดังกล่าว นักเรียนคิดว่าตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ของสมมติฐานได้แก่อะไร
ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

นักเรียนคงสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามได้แล้ว หากมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งระบุตัวแปร
ดังกล่าวกว้างดังต่อไปนี้

ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิ

ตัวแปรตาม คือ การทำงานของเอนไซม์

การตั้งสมมติฐานในปัญหาเรื่อง การะแวกล้อมกับการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลายนั้น เราสามารถตั้งได้อีกหลายๆ สมมติฐานหากนักเรียนต้องการศึกษาการะแวกล้อมในเรื่อง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ว่าจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย หรือไม่ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (นักเรียนสามารถตั้งได้หลายๆ สมมติฐาน)

สมมติฐาน คือ

นักเรียนคงตั้งสมมติฐานได้มากกว่าหนึ่งสมมติฐาน เมื่อเราสามารถตั้งสมมติฐานได้แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบการทดลอง และทดลองดูว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นถูกต้องหรือไม่

หากมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งตั้งสมมติฐานในเรื่องดังกล่าวว่า "เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิปกติและไม่เป็นกรดหรือเบส"

จากสมมติฐานดังกล่าว นักเรียนคงอยากทราบว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบนั้นจะมีได้ต่อเมื่อได้ทำการทดลอง ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ตามแนวคิดของนักเรียนเพื่อพิสูจน์สมมติฐานดังกล่าว

อุปกรณ์ที่กําหนด

1 น้ำแป้งสุก	4 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2 น้ำลาย	4 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3 กรดไฮโดรคลอริก	1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5 สารละลายเบเนดิกต์	1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6 กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน สีแดง อย่างละ	1 ชิ้น
7 หลอดทดลองขนาดกลาง	4 หลอด
8 หลอดจิ้งจิก	1 หลอด
9 กระป๋องนม	1 ใบ
10 กลองพลาสติก	1 ใบ
11 ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด	1 ชุด

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากนักเรียนเห็นว่าจำเป็นต้องใช้)

การออกแบบการทดลองและการบันทึกผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

การรวมกันออกแบบการทดลองนั้นคงต้องมีการโต้แย้งกันอยู่บ้าง และบางครั้งเราก็พบว่าตัวเองได้แสดงความเห็นที่ผิดพลาดไปบ้าง ในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่กิน เขาจะเต็มใจที่จะถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือให้ผู้อื่นตำหนิข้อผิดพลาดของตนได้ นักเรียนก็เป็นผู้หนึ่งที่ไ้หาเช่นนั้นใหม่

นักเรียนคงจะออกแบบการทดลองและการวางแผนการทดลองในลักษณะต่างๆ กันและถ้ามีนักเรียนบางกลุ่มออกแบบการทดลองในลักษณะต่อไปนี้

1. บ้วนน้ำลายลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส บันทึกผล
2. เทน้ำลายลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอดๆ ละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ท้มหลอดที่ 2 ในกระป๋องนม ซึ่งมีน้ำเค็ม 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 8-10 นาที
4. เทน้ำแป้งสุกที่มีอยู่แล้วลงในหลอดทั้งสี่ หลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรทิ้งไว้อีก 3 นาที
5. หยดกรดไฮโดรคลอริกลงในหลอดที่ 3 และสารละลายไอเคียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดที่ 4 อย่างละ 4 หยด เขย่าให้สารละลายในแต่ละหลอดเข้ากัน ทิ้งไว้ 3 นาที
6. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 4 หยด ลงในแต่ละหลอด ท้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเค็ม 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาที บันทึกผล

จากผลการออกแบบการทดลองดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาว่า ผลการทดลองจะสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ โดยให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในตารางต่อไปนี้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ ควยสารละลาย เบเนดิกต์	ผลการทดสอบ น้ำตาลควย กระดาษลิทมัส
1	น้ำตาล น้ำแป้ง		
2	น้ำตาลต้ม น้ำแป้ง		
3	น้ำตาล กรดไฮโดรคลอริก น้ำแป้ง		
4	น้ำตาล โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำแป้ง		

ผลการทดลองเพียงครั้งเดียวจะยังไม่ใช่ว่าสรุปให้เห็นว่าการทดลองของเราผิดพลาดหรือไม่เหมือนกับของกลุ่มอื่นๆ แล้วรีบแก้ไขให้เหมือนกัน ข้อสำคัญคือเมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้วต้องรายงานผลการทดลองตามความเป็นจริง

นักเรียนคงจะทดลองและบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้วจากผลการทดลองนักเรียนจะสรุปผล
การทดลองได้อย่างไร

สรุปผลการทดลอง

นักเรียนคงได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการสรุปผลของกลุ่ม นักเรียนต้องไม่ลืมว่าเราจะยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่นด้วยความพอใจและเต็มใจ แม้เราจะไม่เห็นด้วยก็ตาม

นักเรียนคงจะสรุปผลการทดลองได้แล้ว ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งมีผลการทดลองต่อไปนี้

หลอดที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบด้วย สารละลายเบเนดิกต์	ผลการทดสอบ น้ำตาลด้วย กระดาษลิตมัส
1	น้ำตาล น้ำแป้ง	ได้ตะกอนสีเหลือง	กระดาษลิตมัส ไม่เปลี่ยนสี
2	น้ำตาลต้ม น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	
3	น้ำตาล กรดไฮโดรคลอริก น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	
4	น้ำตาล โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	

จากผลการทดลองข้างต้นให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำตาลมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส
2. เอนไซม์ในน้ำตาลทำงานได้ดีที่สุดอุณหภูมิใด และจะถูกทำลายที่อุณหภูมิเช่นไร
3. ในภาวะที่เป็นกรดหรือเบส เอนไซม์ในน้ำตาลทำหน้าที่ย่อยแป้งหรือไม่
อย่างไร

ทราบได้

ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนได้ดังต่อไปนี้

1. เมื่อทดสอบน้ำลายด้วยกระดาษลิตมัส ปรากฏว่ากระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าน้ำลายมีสมบัติเป็นกลาง สำหรับผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มอาจพบว่ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเป็นแดง แสดงว่าน้ำลายนั้นมีสมบัติเป็นกรดหรือเบสเล็กน้อย
2. เอนไซม์ในน้ำลายทำงานได้ดีที่อุณหภูมิปกติของร่างกายคือ 37 องศาเซลเซียส และจะถูกทำลายเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงเช่น 100 องศาเซลเซียส
3. ในภาวะที่เป็นกรดหรือเบส เอนไซม์ในน้ำลายไม่สามารถทำหน้าที่ย่อยแป้งได้ โดยทราบได้จากการทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์เพื่อรู้ว่า น้ำลายชวนให้แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้หรือไม่

จากการศึกษาที่ผ่านมามีสรุปได้ว่า การย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ในน้ำลายขึ้นอยู่กับภาวะที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิและความเป็นกรดหรือเบส การย่อยแป้งจะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อเอนไซม์อยู่ในภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย หรือเป็นเบสเล็กน้อย และอุณหภูมิที่เหมาะสมของร่างกายคือ 37 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์ส่วนใหญ่ถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเอนไซม์แต่ละชนิดอาจทำหน้าที่ได้ดีในสภาพที่แตกต่างกันออกไป การที่เอนไซม์จะทำงานได้ดีหรือรวดเร็วขึ้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับเนื้อที่ที่เอนไซม์สามารถสัมผัสกับอาหารด้วย การเคี้ยวอาหารจึงมีประโยชน์ในการเพิ่มเนื้อที่สัมผัสกับอาหารให้กับเอนไซม์

เอนไซม์ชนิดต่างๆ

ในการย่อยอาหารประเภทต่างๆ นั้น ระบบการย่อยอาหารของเราต้องใช้เอนไซม์หลายชนิดเข้ามาช่วยทำงาน ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้จะอยู่ในอวัยวะของระบบทางเดินอาหาร

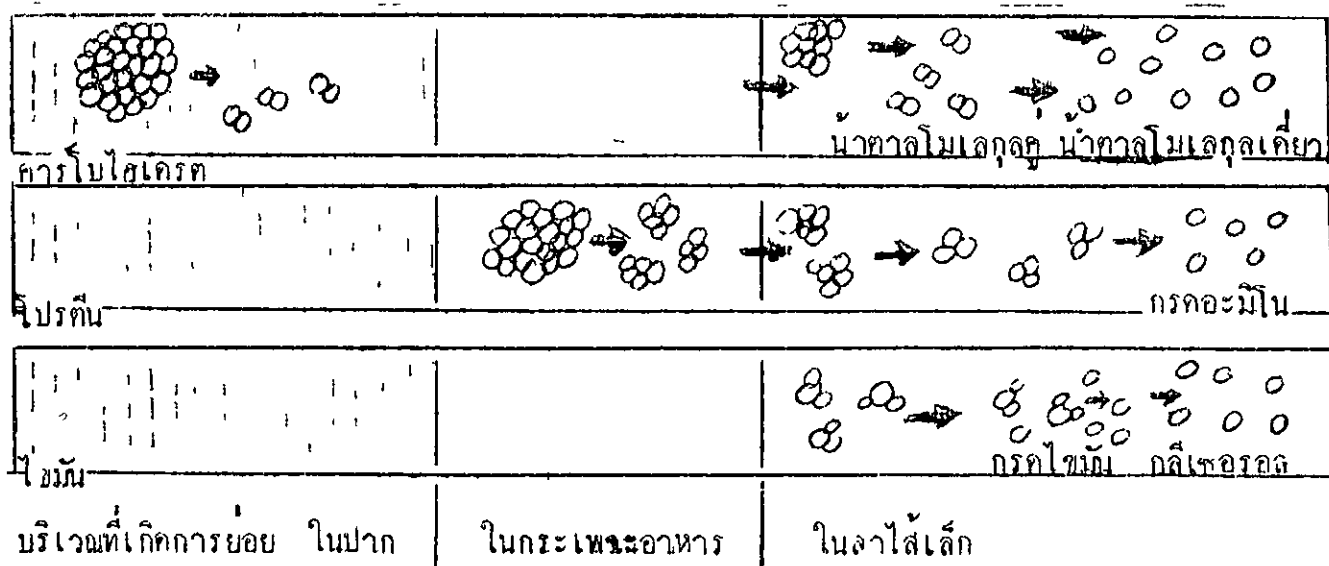
เอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำลายมีชื่อเรียกว่า อะไมเลส มีหน้าที่ย่อยแป้งซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็กลง ก่อนที่จะส่งไปย่อยในส่วนอื่นๆ ของทางเดินอาหารคือไปผลที่ได้จากย่อยแป้งในปากคือ น้ำตาลมอลโทส น้ำตาลชนิดนี้ให้ผลการทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์

เนื่องจากอาหารมีหลายประเภทจึงต้องมีการใช้เอนไซม์หลายชนิดสำหรับย่อย เอนไซม์ชื่อ เปปซิน จะย่อยโปรตีนให้มีโมเลกุลเล็กลง และจะถูกย่อยต่อไปด้วยเอนไซม์ย่อยโปรตีนอื่นๆ เช่น ทริปซิน จนได้หน่วยที่เล็กที่สุดคือ กรดอะมิโน

สำหรับอาหารจากพวกไขมันมีเอนไซม์ช่วยย่อยได้แก่ เอนไซม์ไลเปส และอื่นๆจะย่อยให้ไขมันแตกตัวไปเรื่อยๆ สุดท้ายจะได้กรดไขมันและกลีเซอรอล

การย่อยอาหารนั้นเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน อาจจะมีเกิดในอวัยวะต่างๆ กันหลายชั้น จนกว่าจะได้โมเลกุลขนาดเล็ก

แผนภาพต่อไปนี้แสดงการแยกตัวของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เมื่อถูกย่อยด้วย เอนไซม์ในอวัยวะต่างๆ ของระบบทางเดินอาหาร



ให้นักเรียนใช้ข้อมูลและแผนภาพในเรื่อง เอนไซม์ชนิดต่างๆ ทดสอบคำถามในแบบฝึกหัดหน้าต่อไป

เฉลยคาตอบ

1. ในระบบการย่อยอาหารของเรจะมี เอนไซม์ เข้าช่วยในการทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง
 2. อะไมเลสคือเอนไซม์ที่มีอยู่ใน น้ำลาย จะทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็น น้ำตาลมอลโทส
 3. เปปซิน ทริปซิน คือเอนไซม์ที่ย่อยอาหารประเภทโปรตีน
 4. เอนไซม์ไลเปสจะช่วยย่อยไขมันให้เป็น กรดไขมัน และ กรีเซอรอล
 5. ในปากอาหารประเภท คาร์โบไฮเดรต(แป้ง) จะถูกย่อย
 6. ในกระเพาะอาหาร อาหารประเภท โปรตีน จะถูกย่อย
 7. อาหารส่วนใหญ่จะถูกย่อยใน ลำไส้เล็ก
-

เอกสารหมายเลข 1.6

เรื่อง

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์อย่างไร

(กิจกรรมเลือก)

ใช้ประกอบการศึกษากับเทปบันทึกเสียง

เรื่อง

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

กิจกรรมเลือก(ประกอบการศึกษากับเทปบันทึกเสียง) ใช้เวลาสำหรับศึกษาจากกิจกรรมนี้ 100 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยดูและปฏิบัติกิจกรรมจากเทปบันทึกเสียงไปตามลำดับ

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

คำถามข้อที่ 1

ให้ความหมายข้อความและคำต่อไปนี้จากปัญหาที่ว่า "การทำงานของเอนไซม์นั้นจะขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมอย่างไร"

- การทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย หมายถึง

- ภาวะแวดล้อม หมายถึง

คำถามข้อที่ 2

จากสมมติฐานที่ว่า "เอนไซม์จะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส" ให้ระบุ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ของสมมติฐาน

- ตัวแปรต้น คือ

- ตัวแปรตาม คือ

คำถามข้อที่ 3

นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไรหากต้องการศึกษาว่า ในภาวะแวดล้อมในเรื่อง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ของน้ำลายจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

สมมติฐาน คือ

คำถามข้อที่ 4

จากสมมติฐานต่อไปนี้ "เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิปกติและ
ไม่เป็นกรดหรือเบส" ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเมื่อกำหนดอุปกรณ์ให้คือ

- | | |
|--|---------------------|
| 1. น้ำแป้งสุก | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. น้ำลาย | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. กรดไฮโดรคลอริก | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. สารละลายไอเคียมไฮดรอกไซด์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 5. สารละลายเบเนดิกต์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 6. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน, สีแดง อย่างละ | 1 ชิ้น |
| 7. หลอดทดลองขนาดกลาง | 4 หลอด |
| 8. หลอดจิ้งยา | 1 หลอด |
| 9. กระป๋องนม | 1 ใบ |
| 10. กลองพลาสติก | 1 ใบ |
| 11. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |
- การออกแบบการทดลองและการบันทึกผลการทดลองมีดังนี้

ตัวอย่างการออกแบบการทดลอง

1. บ้วนน้ำลายลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส บันทึกผล
2. เทน้ำลายลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอดๆ ละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ต้มหลอดที่ 2 ในกระป๋องนม ซึ่งมีน้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 8-10 นาที
4. หยดกรดไฮโดรคลอริกลงในหลอดที่ 3 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดที่ 4 อย่างละ 4 หยด เขย่าให้สารละลายในแต่ละหลอดเข้ากัน ทิ้งไว้ 3 นาที
5. เทน้ำแป้งสุกลงในหลอดทั้งสี่ หลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งไว้อีก 3 นาที
6. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 4 หยด ลงในแต่ละหลอด ต้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาที บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอกที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ ด้วยสารละลาย เบเนดิกต์	ผลการทดสอบ น้ำตาลด้วยกระดาษ ลิตมัส
1	น้ำตาล + น้ำแป้ง		
2	น้ำตาลต้ม + น้ำแป้ง		
3	น้ำตาล + กรดไฮโดรคลอริก + น้ำแป้ง		
4	น้ำตาล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ + น้ำแป้ง		

คำถามข้อที่ 5

จากการทดลองสรุปผลการทดลองได้ว่า

บันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ ด้วยสารละลาย เบเนดิกต์	ผลการทดสอบ น้ำตาลด้วย กระดาษลิตมัส
1	น้ำตาล + น้ำแป้ง	ได้ตะกอนสีเหลือง	กระดาษลิตมัสไม่ เปลี่ยนสี
2	น้ำตาลต้ม + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	
3	น้ำตาล + กรดไฮโดรคลอริก + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	
4	น้ำตาล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	

คำถามข้อที่ 6

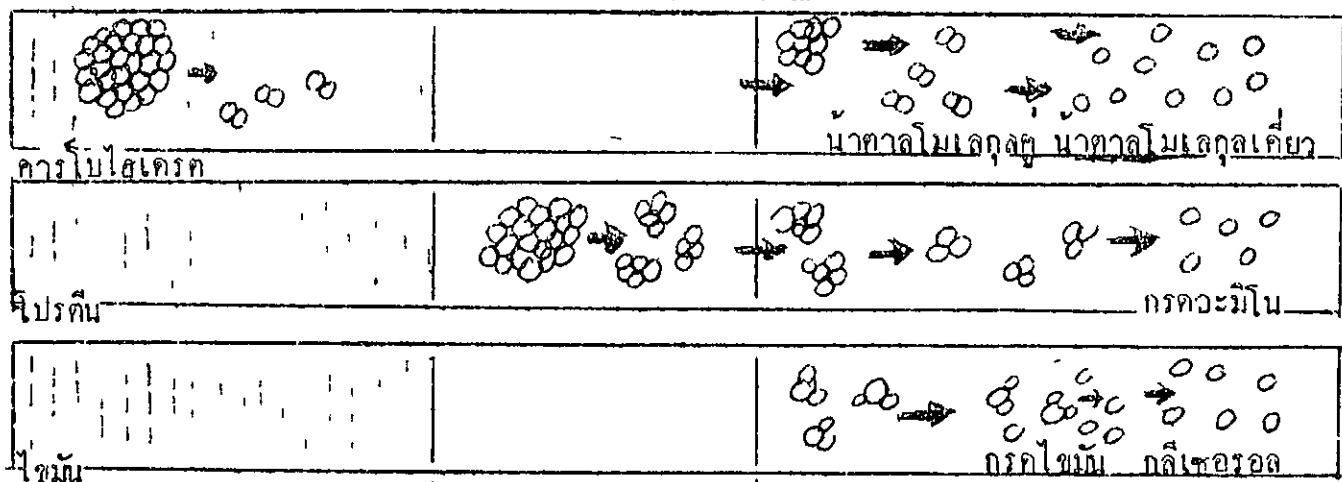
จากบันทึกผลการทดลองข้างต้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 น้ำตาลมีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบส

6.2 เอนไซม์ในน้ำตาลหางานใดที่ที่อุณหภูมิใด และจะถูกทำลายที่อุณหภูมิเช่นไร

6.3 ในภาวะที่เป็นกรดหรือเป็นเบส เอนไซม์ในน้ำตาลทำหน้าที่ย่อยแป้งหรือไม่
ทราบได้อย่างไร

แผนภาพแสดงการแยกตัวของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน



คำถามข้อที่ 7

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 7.1 ในระบบการย่อยอาหารของเราจะมี | เข้าช่วยในการทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง |
| 7.2 อะไมเลสคือเอนไซม์ที่มีอยู่ใน | จะทำหน้าที่ย่อยแบ่งให้เป็น |
| 7.3 คือเอนไซม์ที่ย่อยอาหารประเภทโปรตีน | |
| 7.4 เอนไซม์ไลเปสจะช่วยย่อยไขมันให้เป็น | และ |
| 7.5 ในปากอาหารประเภท | จะถูกย่อย |
| 7.6 ในกระเพาะอาหาร อาหารประเภท | จะถูกย่อย |
| 7.7 อาหารส่วนใหญ่จะถูกย่อยใน | |

เอกสารหมายเลข 1.7

เรื่อง

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์อย่างไร

(กิจกรรมเลือก)

ใช้ประกอบการศึกษากับสไลด์ประกอบเสียง

เอกสารหมายเลข 1.7

เรื่อง

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร
กิจกรรมเลือก(ประกอบการศึกษากับสไลด์ประกอบเสียง) ให้เวลาสำหรับศึกษาจากกิจกรรมนี้ 100 นาที

คำสั่ง นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มกันศึกษาโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-4 คน และทุกคนในกลุ่มจะมีสมุดบันทึกของตนเอง โดยดูและปฏิบัติกิจกรรมจากสไลด์ประกอบเสียงไปตามลำดับ

ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

คำถามข้อที่ 1

ให้ความหมายข้อความและคำต่อไปนี้จากปัญหาที่ว่า "การทำงานของเอนไซม์นั้นจะขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมอย่างไร"

- การทำงานของเอนไซม์ในน้ำลาย หมายถึง
- ภาวะแวดล้อม หมายถึง

คำถามข้อที่ 2

จากสมมติฐานที่ว่า "เอนไซม์จะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส" ให้ระบุ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ของสมมติฐาน

- ตัวแปรต้น คือ
- ตัวแปรตาม คือ

คำถามข้อที่ 3

นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไรหากต้องการศึกษาว่า ในภาวะแวดล้อมในเรื่อง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ของน้ำลายจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร

สมมติฐาน คือ

คำถามข้อที่ 4

จากสมมติฐานต่อไปนี้ "เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิปกติและ
ไม่เป็นกรดหรือเบส" ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเมื่อกำหนดอุปกรณ์ให้คือ

- | | |
|---|---------------------|
| 1. น้ำแป้งสุก | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. น้ำลาย | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. กรดไฮโดรคลอริก | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. สารละลายไอโอดีนไฮดรอกไซด์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 5. สารละลายเบเนดิกต์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 6. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน, สีแดง อย่างละ | 1 ชิ้น |
| 7. หลอดทดลองขนาดกลาง | 4 หลอด |
| 8. หลอดจิ้งจก | 1 หลอด |
| 9. กระป๋องนม | 1 ใบ |
| 10. กลองพลาสติก | 1 ใบ |
| 11. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่ก้นลมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |
- การออกแบบการทดลองและการบันทึกผลการทดลองมีดังนี้

ตัวอย่างการออกแบบการทดลอง

1. บ้วนน้ำลายลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส บันทึกผล
2. เทน้ำลายลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอดๆ ละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ต้มหลอดที่ 2 ในกระป๋องนม ซึ่งมีน้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 8-10 นาที
4. หยดกรดไฮโดรคลอริกลงในหลอดที่ 3 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดที่ 4 อย่างละ 4 หยด เขย่าให้สารละลายในแต่ละหลอดเข้ากัน ทิ้งไว้ 3 นาที
5. เทน้ำแป้งสาลีลงในหลอดทั้งสี่ หลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งไว้อีก 3 นาที
6. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 4 หยด ลงในแต่ละหลอด ต้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาที บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอกล่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ ด้วยสารละลาย เบเนดิกต์	ผลการทดสอบ น้ำลายด้วยกระดาษ ลิตมัส
1	น้ำลาย + น้ำแป้ง		
2	น้ำลายต้ม + น้ำแป้ง		
3	น้ำลาย + กรดไฮโดรคลอริก + น้ำแป้ง		
4	น้ำลาย + โซเดียมไฮดรอกไซด์ + น้ำแป้ง		

คำถามข้อที่ 5

จากการทดลองสรุปผลการทดลองไว้ว่า

บันทึกผลการทดลอง

หลอกที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ ด้วยสารละลาย เบเนดิกต์	ผลการทดสอบ น้ำตาลด้วย กระดาษลิตมัส
1	น้ำตาล + น้ำแป้ง	ได้ตะกอนสีเหลือง	กระดาษลิตมัสไม่ เปลี่ยนสี
2	น้ำตาลต้ม + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	
3	น้ำตาล + กรดไฮโดรคลอริก + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	
4	น้ำตาล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	

คำถามข้อที่ 6

จากบันทึกผลการทดลองข้างต้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลตอบคำถามต่อไปนี้

- 6.1 น้ำตาลมีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบส
- 6.2 เอนไซม์ในน้ำตาลทำงานได้ดีที่อุณหภูมิใด และจะถูกทำลายที่อุณหภูมิเช่นไร
- 6.3 ในภาวะที่เป็นกรดหรือเป็นเบส เอนไซม์ในน้ำตาลทำหน้าที่ย่อยแป้งหรือไม่
ทราบได้อย่างไร

