

การทดลองผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชา (CONTENT) จากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
เคลื่อนไหว (MOTION TRANSPARENCIES) และแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัตถุโปร่งแสง (OVERHEAD PROJECTOR)
สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิสิฐ ทองแสง

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า
ปริญญากิตติมศักดิ์
๒๕ สิงหาคม ๒๕๑๕

การทดลองผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชา (CONTENT) จากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
เคลื่อนไหว (MOTION TRANSPARENCIES) และแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัตถุโปร่งแสง (OVERHEAD PROJECTOR)
สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

บทคัดย่อ
ของ
วิธีรู้ ทองแสง

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

๒๘ สิงหาคม ๒๕๑๕

การทดลองผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชา (CONTENT) จากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
เคลื่อนไหว (MOTION TRANSPARENCIES) และแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง (OVERHEAD PROJECTOR)
สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา

จุดมุ่งหมายในการทดลองครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชา
และความคงอยู่ในการจำในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียนจากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสง
ชนิดที่เคลื่อนไหวและแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวด้วยเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ของวิทยาลัยครู จำนวน ๔๐ คน แบ่งออกเป็น ๓ กลุ่ม
กลุ่มละ ๓๐ คน ให้เป็นกลุ่มทดลอง ๒ กลุ่ม และกลุ่มควบคุม ๑ กลุ่ม การแบ่งกลุ่มใช้
คะแนน T - Score ของผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในภาคเรียนที่ ๑ ประจำ
ปีการศึกษา ๒๕๑๓ เป็นเกณฑ์ กลุ่มทดลอง ก. เป็นกลุ่มที่สอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสง
ชนิดที่เคลื่อนไหว และโพลาครอน อะแคบเตอร์ กับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงประกอบกัน
กลุ่มทดลอง ข. เป็นกลุ่มที่สอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวและเครื่องฉาย
วัสดุโปร่งแสงประกอบกัน กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่สอนโดยการบรรยายตามปกติ แล้ว
ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์แบบ t-test

ผลการทดลอง

๑. นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิด
เคลื่อนไหว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ
เชื่อมั่น .๐๑

๒. นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่
เคลื่อนไหว มีความคงอยู่ในการจำในปริมาณพอ ๆ กันกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไปจากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE CONTENT LEARNING UTILIZING MOTION
TRANSPARENCIES AND TRANSPARENCIES WITH THE OVERHEAD
PROJECTOR FOR TEACHING GENERAL SCIENCES ON A
CERTIFICATION OF ELEMENTARY EDUCATION LEVEL

ABSTRACT

BY

WISITH THONGSAENG

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education Degree
the College of Education

August 28, 1972

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE CONTENT LEARNING UTILIZING MOTION
TRANSPARENCIES AND TRANSPARENCIES WITH THE OVERHEAD
PROJECTOR FOR TEACHING GENERAL SCIENCES ON A
CERTIFICATION OF ELEMENTARY EDUCATION LEVEL

The purpose of this experimentation was to compare the result of the content learning and the retention in the general sciences of the students using motion transparencies and transparencies with the overhead projector. The sample of the experimentation comprised 90 of the first year students from teacher college, divided into three groups: two experimental groups and one control group. There were 30 students in each group. The student's points gained in T - score of the general sciences testing in the first term on academic year 1971 were used as a criterion in equating the groups. The experimental group A. was taught the general sciences by using motion transparencies and polartron adapter with the overhead projector. The experimental group B. was taught the general sciences by using transparencies with the overhead projector. The control group was taught by lecture.

The major findings were as follows:

1. The students learned the content of general sciences more from the use of motion transparencies than from the use of transparencies. The difference was statistically significant at the .01 level. Therefore the motion transparencies and the transparencies could not be employed interchangeably with equal

effectiveness in teaching general sciences.

2. After an interval of 2 weeks, the amount of learning retained by the students in the motion transparencies group did not statistically differ from that retained by the students in transparencies group.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้

 ประธาน

เฉลิมวงศ์ วัฒนคุณธร กรรมการ

สม สุทธิคุณ กรรมการ

๒๔ สิงหาคม ๒๕๑๕

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ
หลายท่าน คือ อาจารย์ ประมาณ สะกิมี่ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์
ดร. เณลิมวงศ์ วัจนสุนทร และ อาจารย์ สมาน ศรีธัญญา กรรมการที่ปรึกษา
ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการวางแผน การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจน
ตรวจแก้ไขสำนวนภาษาในปริญญานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้อำนวยการวิทยาลัยครุนครสวรรค์ หัวหน้าฝ่ายวิชาการ และคณาจารย์
วิทยาลัยครุนครสวรรค์ ได้กรุณาอนุเคราะห์ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป และให้ความสะดวกในการทำการทดลองทุกประการ

อาจารย์ อังคณา ตันศิริตานนท์ และ อาจารย์ นิโบล นิมกิจรัตน์ ได้
กรุณาให้คำแนะนำในการสร้างแบบทดสอบ และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณคุณชิตะนะ กลิ่นเกลา และผู้อื่นอีกหลายท่านที่
มิได้กล่าวนามในที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปด้วยดี

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ และขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือทุกท่าน มา
ณ ที่นี้ด้วย

วิสิฐ ทองแสง

สารบัญ

บทที่	หน้า
๑ บทนำ.....	๑
คำนำ.....	๑
ความมุ่งหมายในการคนควา.....	๖
สมมุติฐานในการคนควา.....	๖
ความสำคัญของการคนควา.....	๗
ขอบเขตของการศึกษาคนควา.....	๘
คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ.....	๘
๒ เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	๑๑
แผนภาพโปร่งแสง.....	๑๙
เทคนิคและประโยชน์ในการใช้แผนภาพโปร่งแสง.....	๒๑
๓ วิธีดำเนินการ	๓๑
กลุ่มตัวอย่าง.....	๓๑
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	๓๒
การเลือกแผนภาพโปร่งแสง.....	๓๓
การสร้างแบบทดสอบ.....	๓๔
การทดลองใช้อุปกรณ์และแบบทดสอบ.....	๓๕
การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	๓๖
การจัดเรียงข้อทดสอบในแบบทดสอบจริง.....	๓๘
การดำเนินการทดลอง.....	๓๘
วิธีดำเนินการทดลอง.....	๓๘
การจัดกระทำข้อมูล.....	๔๒

๔	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง.....	๔๓
	การจัดกระทำข้อมูล.....	๔๓
	การทดลองสอนเรื่องการพังทะลายและการตกตะกอน	
	ของดิน.....	๔๓
	การทดลองสอนเรื่องพลังงานอะตอม.....	๔๕
	การทดลองสอนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช.....	๔๘
	การทดลองสอนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์.....	๕๐
	การทดลองสอนเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ.....	๕๒
	สรุปผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป.....	๕๔
	การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำ (Retention)	๕๓
	การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องการพังทะลาย	
	และการตกตะกอนของดิน.....	๕๓
	การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องพลังงานอะตอม	๖๒
	การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องการสังเคราะห์	
	แสงของพืช.....	๖๖
	การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องระบบสืบพันธุ์	
	ของมนุษย์.....	๗๐
	การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องเครื่องยนต์	
	สี่จังหวะ.....	๗๔
	สรุปผลการวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำในการเรียนวิชา	
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป.....	๗๔
๕	อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	๘๑
	การอภิปรายผล.....	๘๑

ข้อเสนอแนะ	๘๘
ข้อเสนอแนะทั่วไป	๘๘
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	๘๐
๖ บทย่อและสรุปผล	๘๑
ความมุ่งหมายในการศึกษาทดลอง	๘๑
สมมุติฐานในการศึกษาทดลอง	๘๑
วิธีดำเนินการทดลอง	๘๒
การวิเคราะห์ข้อมูล	๘๕
ผลการทดลอง	๘๕
บรรณานุกรม	๘๖
ภาคผนวก	๑๐๓
ก. การวิเคราะห์ข้อมูล	๑๐๔
ข. ตัวอย่างแผนภาพโปรแกรม	๑๑๘
ค. เนื้อเรื่องบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป	๑๒๕
ง. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป	๑๔๓

Abstract

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
๑	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย t - Score ของกลุ่มตัวอย่าง	๓๒
๒	แสดงกาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ภายหลังจากปรับรูขของข้อมูแล้ว	๓๓
๓	แสดงวัน เดือน ปี เวลา และเรื่องที่ใช้ในการทดลอง	๓๔
๔	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการ ทดสอบเรื่องการฟังทะลายและการตกตะกอนของดิน	๔๔
๕	แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้เรื่อง การฟังทะลายและการตกตะกอนของดิน	๔๕
๖	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการ ทดสอบเรื่องพลังงานอะตอม	๔๖
๗	แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้เรื่อง พลังงานอะตอม	๔๖
๘	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการ ทดสอบเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช	๔๘
๙	แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช	๔๘
๑๐	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการ ทดสอบเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์	๕๐

๑๑	แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้เรื่องระบบ สืบพันธุ์ของมนุษย์.....	๕๑
๑๒	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการ ทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ.....	๕๒
๑๓	แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้เรื่อง เครื่องยนต์สี่จังหวะ.....	๕๓
๑๔	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการ ทดสอบในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป.....	๕๔
๑๕	แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป.....	๕๖
๑๖	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการ ทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องการพังทลาย และการตกตะกอนของดิน.....	๕๘
๑๗	แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้ง ระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม จากการเรียนรู้เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน.	๕๙
๑๘	แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนรู้เรื่องการพังทลายและ การตกตะกอนของดิน เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ.....	๖๑

๑๕	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลา ๒ สัปดาห์ เรื่องพลังงานอะตอม...	๒๒
๒๐	แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องพลังงานอะตอม.....	๒๓
๒๑	แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่องพลังงานอะตอม เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ.....	๒๔
๒๒	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช.....	๒๖
๒๓	แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช.....	๒๗
๒๔	แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ.....	๒๘
๒๕	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์.....	๓๐
๒๖	แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์.....	๓๑

๒๓	แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของ มนุษย์ เมื่อศึกษาคะแนนเป็นร้อยละ.....	๓๓
๒๔	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผล การทดสอบภายหลังที่ทั้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องเครื่องยนต์ สี่จังหวะ.....	๓๔
๒๕	แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังที่ทั้ง ระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม จากการเรียนเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ.....	๓๕
๓๐	แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่อง เครื่องยนต์สี่จังหวะ เมื่อศึกษาคะแนนเป็นร้อยละ.....	๓๗
๓๑	ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการ ทดสอบภายหลังที่ทั้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ทั่วไป.....	๓๘
๓๒	แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังจาก ที่ทั้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป.....	๓๘
๓๓	แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เมื่อ ศึกษาคะแนนเป็นร้อยละ.....	๔๐

๓๔	แสดงการแบ่งกลุ่มทดลองตามคะแนน T - Score	๑๐๕
๓๕	แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบเรื่องการพึงทะลายและการตกตะกอนของดิน	๑๐๗
๓๖	แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบเรื่องพลังงานอะตอม	๑๐๘
๓๗	แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช	๑๐๙
๓๘	แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์	๑๑๐
๓๙	แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ	๑๑๒

บัญชีภาพประกอบ

แผนภาพ

หน้า

๑. เปรียบเทียบปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชา กับ ปริมาณความคงอยู่
ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจาก
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป..... ๘๒

คำนำ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า ในปัจจุบันนี้วิทยาการต่าง ๆ ได้เจริญก้าวหน้าไปเป็นอันมาก ดังจะเห็นได้จากการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ขึ้นมากมายมาใช้ในชีวิตประจำวัน ความรู้ในด้านเทคนิคและวิทยาศาสตร์หลายสาขาได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างกว้างขวาง ซึ่งไม่มียุคใดสมัยใดทำได้เช่นนี้^๑ ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ของตนและสังคมให้ดีขึ้น ทางด้านการศึกษาก็ต้องได้รับการปรับปรุงควบคู่กัน^๒ เนื่องจากสังคม วัตถุ วัฒนธรรม และวิทยาการกำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก การศึกษาก็ควรจะเปลี่ยนแปลงตามไปให้ทันด้วย และการที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษานี้ จำเป็นที่ต้องใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาช่วย เป็นต้นว่า ทางด้านการแก้ปัญหาในเรื่องอุปกรณ์การสอน จำเป็นต้องมีอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสม^๓ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าถึงเวลาแล้วที่จะได้นำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาอย่างกว้างขวาง เพราะสามารถนำเอามาใช้แก้ปัญหาทางการศึกษาได้^๔

^๑กรมสามัญศึกษา ชุมนุมวิชาการ หน้า ๒๖๑.

^๒จรูญ มลิจันทร์ การศึกษาแผนใหม่เบื้องต้น ๑ หน้า ๑.

^๓สุรพันธ์ ศิลปอนันต์ "ทำไมเทคโนโลยีและทำไมความคิดใหม่" วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ ๔ : ๓๔ - ๔๔, พฤศจิกายน ๒๕๑๒.

^๔ประศักดิ์ ตบถียากร "เทคโนโลยีกับการศึกษา" วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ ๒ : ๓๐ - ๔๒, กันยายน ๒๕๑๒.

ในการเรียนการสอน นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากประสบการณ์ตรงที่นักเรียนได้รับด้วยตนเอง แต่ครูไม่สามารถที่จะใช้ประสบการณ์ตรงได้เสมอไป จึงต้องหาประสบการณ์อื่นมาทดแทน เช่น การนำโสตทัศนวัสดุมาใช้ในการสอน^๑ จะเห็นได้ว่าโสตทัศนวัสดุเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนได้ ตลอดจนสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดีขึ้น^๒ นอกจากนี้โสตทัศนวัสดุยังเป็นสื่อถ่ายทอดความรู้และความคิดระหว่างครูกับนักเรียน เท่ากับเป็นเครื่องช่วยให้เข้าใจเร็วขึ้น เพราะโสตทัศนวัสดุจะช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริง ทักษะ ทศนคติ ความรู้ ความเข้าใจ และความซาบซึ้ง เห็นคุณค่าในเรื่องราวที่ครูสอน ซึ่งจะเป็นรากฐานให้เกิดความเข้าใจและความจำอย่างถาวร^๓ อย่างไรก็ตาม โสตทัศนวัสดุเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอน ตัวโสตทัศนวัสดุเองไม่สามารถที่จะนำไปถึงจุดหมายของการศึกษาได้ หากครูไม่เป็นผู้เลือกและใช้โสตทัศนวัสดุนั้นให้บรรลุถึงจุดหมาย^๔ การที่ครูจะเลือกใช้โสตทัศนวัสดุชนิดใด ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ประการสำคัญคือครูจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะและความสามารถในการใช้โสตทัศนวัสดุนั้นเป็นอย่างดี^๕ เนื่องจากโสตทัศนวัสดุเป็นสิ่งที่จะนำผู้เรียนไปสู่จุดหมายปลายทางได้ และยังเป็นเครื่องมืออันสำคัญให้เกิดแรงจูงใจขึ้นในตัวผู้เรียนสำหรับหลักสูตรการศึกษา

^๑James S. Kinder, Audio-Visual Materials and Techniques, 2nd. editing, pp.42 - 45.

^๒Walter Arno Wittich, and Charles Francis Schuller, Audio-Visual Materials, p.513.

^๓สนัน ปัทมะทิน "โสตทัศนศึกษา" จุลสารสมาคมการศึกษา ๓ : ๒-๓, ๒๕๐๑.

^๔Elizabeth Goudy Noel. and Paul J. Leonard, Foundation for Teacher Education in Audio-Visual Instruction, pp.1-2.

^๕Ibid. pp.2-3.

สมัยใหม่อีกด้วย^๑ ได้มีการยอมรับกันทั่วไปแล้วว่าเทคนิคการใช้โสตทัศนวัสดุในการสอนเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง การใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง (Overhead Projector) ก็เป็นวิธีหนึ่งในเทคนิคเหล่านั้น^๒

เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงดังกล่าวนี้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง สำนักรุดประยุกต์ใช้ได้กับการศึกษาทุกระดับชั้น^๓ เช่น ในระดับอนุบาล ครูสามารถใช้เสนอภาพเพื่อเร้าความสนใจของเด็ก และใช้ประกอบการสอนเรียกข้อเท็จจริงต่าง ๆ ส่วนในระดับมัธยมศึกษา ครูอาจใช้เพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ที่ลึกลับซับซ้อน และเพื่อให้เกิดความเข้าใจซาบซึ้งในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้ เป็นต้น^๔ ทั้งนี้ก็เพราะว่าผู้เรียนได้เห็นภาพไปพร้อม ๆ กับฟังคำบรรยาย และเนื่องจากประสิทธิภาพจากการเรียนที่จะให้ผลดีจริงนั้นต้องประกอบกัน ๒ ประการ คือ ได้เห็นด้วยตาและได้ยินด้วยหู ครูจึงจำเป็นต้องช่วยให้เด็กมองเห็นภาพในบทเรียนนั้น^๕ ซึ่งครูอาจใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง หรือวัสดุอื่นใดก็ยอมได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงไม่สามารถที่จะใช้แทนครูได้ แต่เป็นเครื่องมือที่จะต้องใช้โดยครูผู้สอน^๖

^๑James S. Kinder, op.cit. p.8.

^๒Ralph Eugene Wilfeman, "A Handbook of Design Consideration in Producing Materials For Use on the Overhead Projector," Dissertation Abstracts, Vol.27, 9 : 2690 - A, March, 1967.

^๓Ralph Cable, Audio-Visual Handbook, pp.51 - 53.

^๔James S. Kinder, Using Audio-Visual Materials in Education, pp.44-45.

^๕โรเบิร์ต เจ. ฮันยาร์ด วัสดุประกอบการสอนราคาเบา หน้า ๓.

^๖Herbert E. Scuorzo, The Practical Audio-Visual Handbook For Teachers, p.40.

เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง มีลักษณะเป็นเครื่องฉายที่ทำให้ภาพไปปรากฏบนจอ โดยแสงที่เกิดจากหลอดฉายซึ่งอยู่ที่ส่วนล่างของเครื่องฉาย ส่องผ่านแผ่นแก้วซึ่งเป็นที่วางแผ่นภาพโปร่งแสง (Transparencies) ไปยังเลนส์รวมแสงซึ่งอยู่ที่ส่วนบนของเครื่องฉาย แล้วแสงจะสะท้อนออกโดยกระจกเงาเอียงทำมุม ๔๕ องศา ไปผ่านเลนส์อีกอันหนึ่ง ทำให้ภาพไปปรากฏบนจอหลังครูผู้สอน ภาพที่ได้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ ภาพมีความชัดเจนนพอ ถึงแม้ว่าจะใช้เครื่องฉายในห้องที่มีแสงสว่างตามปกติ ดังนั้นครูจึงสามารถใช้เครื่องฉายนี้ประกอบการสอนในห้องเรียนตามปกติได้

ข้อได้เปรียบของการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง คือ

๑. ครูสามารถหันหน้าเข้าหาชั้นเรียนได้ตลอดเวลาทำการสอน
- ✓ ๒. สามารถใช้ในห้องเรียนที่มีแสงสว่างตามปกติได้
- ✓ ๓. ครูและนักเรียนมองเห็นกันได้ชัดเจน ทำให้ควบคุมชั้นได้ง่าย
๔. นักเรียนสามารถจับบันทึกในขณะเรียนได้ เพราะแสงสว่างในห้องเรียนมีเพียงพอ
- ๕. สามารถใช้แทนกระดานชอล์คได้
- ๖. สามารถเตรียมบทเรียนล่วงหน้าลงบนแผ่นวัสดุโปร่งแสง ทำให้ประหยัดเวลาการเขียนในชั้นเรียนได้มาก
๗. ใช้ได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว

วัสดุที่จะนำมาใช้กับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงนี้ต้องเป็นวัสดุที่แสงสามารถผ่านทะลุไปได้ เช่น แผ่น อะซีเตท (Acetate) หรือแผ่นพลาสติกใส มีขนาดตั้งแต่ ๕" x ๕" ๗" x ๗" และ ๘" x ๑๐" ^๒ หรืออาจใช้แผ่นอะซีเตทชนิดเป็นม้วน ยาว ๕๐ ฟุต กว้าง

^๑Ibid. pp. 40 - 41.

^๒Ibid. p.45.

๑๐ นิ้ว ก็ได้

สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจะได้นำเอาเครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงมาประกอบการสอนมาก เพราะเครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงใช้ได้ง่ายลงทุนต่ำ และใช้ได้อย่างกว้างขวาง วิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ต้องการอุปกรณ์การสอนมาก^๒ เครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงสามารถใช้สอนได้หลายวิธี เช่น ใส่นาฬิกาข้อมือธรรมดา ฉายภาพเคลื่อนไหว (Animation) และภาพเคลื่อนไหวจากแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว (Motion Transparencies) ซึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์บางเนื้อเรื่องครูไม่สามารถที่จะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการบางอย่างได้ เช่น ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ครูไม่อาจทำให้นักเรียนเห็นจริงและเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้งว่าพืชรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปทางปากใบ ผ่านเซลล์ต่าง ๆ ภายในใบของพืช จนกระทั่งการทำปฏิกิริยากับน้ำซึ่งผ่านเข้ามาทางรากของพืช แล้วขึ้นมายังใบพืชทางท่อน้ำ โดยอาศัยคลอโรฟิลล์และพลังงานจากแสงสว่างเป็นตัวช่วยในปฏิกิริยานี้ และผลสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์แสงได้นำตาลกลูโคสออกมา ถ้าจะให้เป็นภาพยนตร์ก็คงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองมาก แต่ถ้าวิธีการทำแผ่นภาพโปร่งแสงขึ้นมา แสดงให้เห็นส่วนประกอบภายในใบของพืชเพื่อแสดงการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะใช้ได้ง่ายและสิ้นเปลืองน้อยกว่าภาพยนตร์ แผ่นภาพโปร่งแสงดังกล่าวนี้ปัจจุบันได้มีบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์ทางการศึกษามาผลิตออกมาใช้ประกอบการสอนในหลายวิชา โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์มีจำนวนหลายเนื้อเรื่อง นอกจากนี้บริษัทที่ผลิตอุปกรณ์ทางการศึกษายังได้ผลิตแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ให้ภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย ซึ่งภาพที่ปรากฏบนจอจะมีลักษณะ

^๑University Grants Committee, Audio-Visual Aids in Higher Scientific Education, p.52.

^๒จำรง บัวศรี คร., ทฤษฎีหลักสูตร หน้า ๑๕๒.

เคลื่อนไหว อันจะสามารถทำให้เนื้อหาในใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ภาพที่ได้จากแผนภาพโปร่งแสงชนิดนี้จะเคลื่อนไหวได้เมื่อใช้โพลารทรอน อะแดปเตอร์ (Polartron adapter) ประกอบเข้าไประหว่างแผนภาพโปร่งแสงชนิดนี้กับเลนส์ที่อยู่ส่วนบนของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง นักเรียนจะมองเห็นภาพขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชได้อย่างชัดเจน และเป็นจริงมากยิ่งขึ้น อันเป็นผลทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ดี

คุณสมบัติของแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวนี้ จะเห็นได้ว่าให้ประโยชน์ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาก ทำให้บทเรียนเป็นจริงยิ่งขึ้น นักเรียนได้เห็นภาพที่เคลื่อนไหวอันแสดงถึงลักษณะของขบวนการตามเนื้อหาของภาพนั้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงวิธีการสอนให้ได้ผลดีทั้งผู้เรียนและครูผู้สอนในโอกาสต่อไป

ความมุ่งหมายในการค้นคว้า

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของผู้เรียน จากการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

๒. เพื่อเปรียบเทียบความคงอยู่ในการจำ (Retention) ของผู้เรียนจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

สมมุติฐานในการค้นคว้า

๑. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียนจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว ไม่แตกต่างไปจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียนจากการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว มีปริมาณความคงอยู่ในการจำเท่ากับการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

ความสำคัญของการค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้ต้องการที่จะศึกษาหาความจริงเกี่ยวกับการใช้แผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดประกอบการสอน คือ แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว แผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะเนื้อหาเป็นแบบเดียวกัน ต่างกันอยู่ที่เมื่อใช้โพลีลาทรอน อะแดปเตอร์ใส่ลงไประหว่างแผนภาพโปร่งแสง (เฉพาะชนิดที่ทำงานเพื่อให้เคลื่อนไหวได้) กับเลนส์ที่อยู่ส่วนบนของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงแล้ว ภาพที่ปรากฏบนจอจะมีลักษณะเคลื่อนไหวได้ ซึ่งถ้าแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวส่งผลในการเรียนรู้ได้ก็ว่าการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวแล้ว ก็น่าที่จะนำมาใช้ประกอบการสอนของครู โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเป็นวิชาที่ต้องอาศัยอุปกรณ์การสอนเป็นอย่างยิ่ง การนำเอาแผนภาพโปร่งแสงและเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงมาใช้ในการเรียนการสอนนี้จึงนับได้ว่าให้ประโยชน์กับผู้เรียนมาก ให้ความสนใจและเป็นการวางรากฐานเสริมสร้างทัศนคติให้แก่ักเรียนสำหรับการเรียนในชั้นสูงต่อไป

ในการสอนด้วยแผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้กับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้หรือการสอนเกิดขึ้นได้ การวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบว่า มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง พร้อมทั้งจะได้เสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ

นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับครูที่จะนำเอาวิธีการทดลองไปใช้ไปดัดแปลงแก้ไข ปรับปรุงให้เหมาะสมกับเนื้อหาและบทเรียนสำหรับการสอนวิชาอื่น ๆ ได้อีกด้วย รวมทั้งจะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับสื่อทางโสตทัศนศึกษาอื่น ๆ อีกได้

ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตดังนี้

๑. ในการทดลอง ทำการทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ของวิทยาลัยครู นครสวรรค์ ประจำปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๕๐ คน
๒. เวลาทำการทดลอง เริ่มในต้นภาคเรียนที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ โดยใช้เวลาทดลอง ๒ สัปดาห์
๓. เนื้อหาที่นำมาใช้ในการทดลอง อาศัยจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการ ศึกษา พุทธศักราช ๒๕๐๔ กระทรวงศึกษาธิการ วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ดังหัวข้อต่อไปนี้

๓.๑ การพังทลายและการตกตะกอนของดิน (Erosion; Settlement; Fold; Fault)

๓.๒ พลังงานอะตอม (Atomic Fission)

๓.๓ การสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis)

๓.๔ ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ (Reproductive System)

๓.๕ เครื่องยนต์ สี่จังหวะ (Four Cycle Engine)

คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ

การเรียนรู้เนื้อหาวิชา (Content) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในแผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เท่านั้น ไม่เกี่ยวกับความรู้อื่น ๆ

แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว (Motion Transparencies) หมายถึง ภาพโปร่งแสงชนิดพิเศษซึ่งเมื่อใช้โพลาครอน อะแคบเตอร์ มาใส่ระหว่างแผนภาพโปร่งแสงนี้กับเลนส์ที่อยู่ส่วนบนของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงแล้ว จะสามารถทำให้ภาพที่ปรากฏบนจอเคลื่อนไหวได้ และยังสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของภาพให้เร็วขึ้น ช้าลง เคลื่อนไหวไปข้างหน้า หรือเคลื่อนไหวถอยหลังได้

แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว (Transparencies) หมายถึง ภาพโปร่งแสงชนิดเดียวกันแต่ไม่ใช้โพลาครอน อะแดปเตอร์ ประกอบเข้าไปใน เครื่องฉายวิศุโปร่งแสง

เครื่องฉายวิศุโปร่งแสง (Overhead Projector) หมายถึง เครื่องฉายที่ทำให้ภาพไปปรากฏบนจอโดยแสงที่เกิดจากหลอดฉายซึ่งอยู่ที่ส่วนล่างของ เครื่องฉายส่องผ่านแผ่นแก้วซึ่งเป็นที่วางภาพโปร่งแสงไปยังเลนส์รวมแสง แล้วแสง จะสะท้อนออกโดยกระจกเงาเอียงทำมุม ๔๕ องศา ไปผ่านเลนส์อีกอันหนึ่ง ทำให้ ภาพไปปรากฏบนจอหลังครูสอน ภาพที่ได้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีลักษณะเหมือนเค็ม ทุกประการ ครูสามารถยืนอยู่หน้าชั้นเรียนกับเครื่องฉายและหันหน้าเข้าหานักเรียนได้ ตลอดเวลา ในขณะทำการสอน สามารถอธิบายไปพร้อม ๆ กับการฉายภาพโปร่งแสง ครูจะชี้หรือเขียนอะไรลงบนแผ่นวิศุโปร่งแสงก็ทำได้เหมือนปกติ ไม่จำเป็นต้อง กลับเอาหัวลงเหมือนเครื่องฉายอื่น ๆ

การสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวด้วยเครื่องฉายวิศุโปร่งแสง หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเรื่องการพังทะลายและการตกตะกอนของดิน พลังงานอะตอม การสังเคราะห์แสงของพืช ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ และเครื่องยนต์ สี่จังหวะ โดยใช้เครื่องฉายวิศุโปร่งแสง แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และ โพลาครอน อะแดปเตอร์ ประกอบกัน

การสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวด้วยเครื่องฉายวิศุโปร่งแสง หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปซึ่งมีเนื้อเรื่องเช่นเกี่ยวกับการสอน โดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว ด้วยการใช้เครื่องฉายวิศุโปร่งแสงประกอบ กับแผ่นภาพโปร่งแสงเท่านั้น (ไม่ใช่โพลาครอน อะแดปเตอร์)

การสอนตามปกติ หมายถึง การสอนด้วยการบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว

ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ของวิทยาลัยครูนครสวรรค์ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ ที่นำมาใช้ในการทดลอง

ครู หมายถึง ผู้วิจัยซึ่งทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปแก่นักศึกษาทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยทำการสอนคนละเวลา

กลุ่มทดลอง ก. หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปด้วยการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงกับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและโพลาครอน อะแคบเตอร์ ประกอบกัน

กลุ่มทดลอง ข. หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปด้วยการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงกับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่านั้น (ไม่ใช่โพลาครอน อะแคบเตอร์)

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักนักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปด้วยการสอนตามปกติ

ความคงอยู่ในการจำ (Retention) หมายถึง ปริมาณการเรียนรู้ที่นักศึกษาสามารถจำเนื้อหาวิชาที่ครูสอนได้ด้วยวิธีต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาตามที่กำหนด

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงนับว่าเป็นเครื่องประกอบการสอนสมัยใหม่ ได้ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อประโยชน์หลายอย่างในด้านการสอนนักเรียน ทั้งทางภาคทฤษฎีและในทางการสาธิต^๑ เครื่องฉายนี้ได้ถูกนำมาใช้ตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่สอง^๒ สำหรับการนำมาใช้ในการศึกษานั้น ครอคเกอร์^๓ ได้สำรวจการใช้เครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงเป็นเครื่องช่วยการสอนพบว่าได้เริ่มนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เพราะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และได้ผลดี โดยที่ผู้เรียนได้เห็นภาพไปพร้อมกับฟังคำบรรยาย เครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงนี้สามารถฉายภาพโปร่งแสงในแนวนอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดถึง ๑๐ ตารางนิ้ว และสามารถให้ภาพที่มีขนาดใหญ่ได้ถึง ๘ ตารางฟุต เมื่อจออยู่ห่างจากเครื่องฉาย ๑๒ ฟุต ภาพที่จะฉายออกมานั้นสามารถถ่ายทำมาจากแผนภูมิหรือแผนภาพได้ การเขียนข้อความหรือคำอธิบายต่าง ๆ สามารถทำได้โดยใช้ดินสอเขียนหรือปากกาปลายสักหลาดเขียนลงบนแผ่นอะซิเตท เมื่อต้องการลบออกทำได้โดยใช้น้ำส้ม ๑ หยด ๑ หยดออก ถ้าเขียนด้วยหมึกก็ใช้น้ำส้ม ๑ ชูบยาลบหมึกเช็ดออกได้^๔

^๑สมพงษ์ ศิริเจริญ และคณะ คู่มือการใช้โสตทัศนวัสดุ หน้า ๓๐๐.

^๒Herbert E. Scuorzo, The Practical Audio-Visual Handbook For Teachers, p.42.

^๓A.H. Crocker, A Survey of Overhead Projector, p.7.

^๔University Grants Committee, Audio-Visual Aids in Higher Scientific Education, p.51.

เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงนี้บางทีเรียกว่าเป็นเครื่องที่สามารถเขียนข้อความ ขณะที่กำลังฉายได้ (writing projector)^๑ หรือใช้จอฉายภาพแทนกระดานชอล์ก (lighted chalkboard)^๒ ทั้งนี้เพราะว่าเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงสามารถใช้ได้เหมือนกระดานชอล์ก ครูสามารถเขียนข้อความที่สำคัญลงไปได้โดยไม่ต้องหันหน้ามองไปที่จอหรือต้องลุกไปจากเครื่องฉายเลย^๓ ภาพจะปรากฏบนจอเหมือนกับเขียนบนกระดานชอล์กนั่นเอง

จากการศึกษาถึงประโยชน์และวิธีการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงประกอบการเรียนการสอน ชี้ให้เห็นข้อได้เปรียบของการใช้เครื่องฉายชนิดนี้หลายประการ ดังที่เคเบิล^๔ ได้กล่าวถึงคุณค่าของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงว่าอยู่ที่สามารถใช้วัสดุหลายชนิดมาฉาย เช่น

๑. วัสดุโปร่งแสงชนิดขาว-ดำ หรือ สี ที่มีขนาดตั้งแต่ ๓ - ๑๐ ตารางนิ้ว
๒. ฉายภาพที่เป็นชุดต่อเนื่องกันโดยใช้วิธีวางแผ่นโปร่งแสงซ้อนกัน (overlays) จนได้ภาพสมบูรณ์
๓. กระดาษแก้วที่ใสเขียนแบบ
๔. เขียนคำอธิบายในขณะที่ทำการสอนลงบนแผ่นโปร่งแสงที่ครูทำขึ้นใช้เอง
๕. ภาพเงา และการทดลองทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ยังอำนวยความสะดวกแก่ครูในขณะสอน คือ ครูได้หันหน้าเข้าหาชั้นเรียนตลอดเวลา และครูอาจใช้แผนอาชีพเทคนิคมวนสำหรับเตรียมเนื้อหาบทเรียนที่ต่อ

^๑Ibid.

^๒Edgar Dale, Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd. editing, p.459.

^๓Ibid.

^๔Ralph Cable, Audio-Visual Handbook, pp.51 - 53.

เนื่องกันได้นำเอาม้วนอาชีตหนึ่งที่มีความยาวราว ๕๐ ฟุต มาประกอบเข้ากับคัน
ข้างของเครื่องฉาย ครูก็จะใช้เขียนคำอธิบายได้โดยสะดวก

จากรายงานของคณะกรรมการแห่งมหาวิทยาลัยแกรนท์ ได้กล่าวถึงข้อได้
เปรียบของเครื่องฉายวัตถุโปร่งแสงสำหรับครูว่า สามารถแสดงภาพได้มีขนาดใหญ่และ
ได้มากกว่าการเขียนบนกระดานชอล์ค เช่น การเขียนบนม้วนอาชีตที่มีขนาดกว้าง
๑๐ นิ้ว ยาว ๕๐ ฟุต ครูสามารถเขียนภาพที่ต่อเนื่องกันได้ประมาณ ๖๐ ภาพ โดยไม่
ต้องลบภาพที่เขียนขึ้นมาแล้ว แต่โดยครูหมุนม้วนอาชีตให้ส่วนที่เขียนภาพแล้วเลื่อนไป
แล้วเขียนภาพลงบนพื้นที่ของม้วนอาชีตตอนต่อไป ม้วนอาชีตนี้สามารถหมุนกลับ
ไปเริ่มฉายภาพตั้งแต่ตอนต้นใหม่ได้ ครูจึงใช้สอนได้หลายครั้ง แผนภาพที่ต้องใช้ภาพที่ละ
ภาพมาวางซ้อนกันให้เป็นภาพสมบูรณ์นั้น ครูสามารถใช้ฉายได้ทีละภาพเป็นลำดับไป ซึ่ง
ไม่อาจทำได้บนกระดานชอล์ค

จากรายงานฉบับเดียวกันนั้น ได้สรุปถึงข้อได้เปรียบของการสอนโดยใช้เครื่อง
ฉายวัตถุโปร่งแสงไว้ดังนี้

ก. ครูสามารถหันหน้าเข้าหาชั้นเรียนได้ในขณะที่ภาพปรากฏบนจอซึ่งอยู่
ข้างหลังครู และครูทำการเขียนได้เหมือนกับการเขียนกระดานชอล์ค โดยที่ครูไม่ต้อง
หันหลังให้นักเรียนเลย

ข. สามารถใช้ในห้องเรียนที่มีแสงสว่างตามปกติหรือในห้องบรรยายได้
โดยไม่ต้องปิดไฟขณะใช้เครื่องฉายนี้

ค. สามารถฉายภาพลงบนผนังสีขาวที่มีพื้นผิวเรียบได้ในกรณีจำเป็น แต่อาจ
ทำให้ภาพผิดปกติ ที่เรียกว่า Keystone ได้

ง. ไม่จำกัดว่าจะใช้เฉพาะฉายภาพนิ่งเท่านั้น สามารถแสดงภาพที่เคลื่อนไหว

(moving diagram) ทุนจำลอง และภาพแสดงการทดลองได้

- จ. ใช้เครื่องฉายนี้เมื่อไม่ต้องการให้มีผู้ชดช้
- ฉ. ใช้ไคฟงนักเรียนกลุ่มน้อยและกลุ่มใหญ่
- ช. จัดความเบื่อนายในการทำความสะอาดกระดานชดช้ และไม่ต้องกังวลถึงการเก็บวัสดุอื่น ๆ

ฉ. การใช้โทรทัศน์วงจรปิด (Closed - Circuit Television) ถ่ายภาพจากข้อความที่เขียนบนกระดานชดช้ จะมีคุณภาพไม่ดีเท่าการถ่ายภาพโดยตรงจากเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง

ข้อได้เปรียบของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงที่ใช้ในห้องเรียนตามที่ ไคฟเฟอร์^๑ กล่าวไว้ มีดังนี้

๑. ตำแหน่งของเครื่องตั้งอยู่หน้าชั้นเรียน ครูหันหน้าเข้าหาชั้นเรียนขณะใช้เครื่องฉายได้
๒. มีความสว่างชัดเจน สามารถใช้ในห้องที่มีแสงสว่างตามปกติได้ นักเรียนสามารถจดบันทึกได้ขณะเรียน
๓. ครูควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ได้
๔. ฉายภาพในแนวนอน ครูจึงสามารถชี้และเขียนข้อความควบคินสอเขียนหรือหมึกได้

ส่วนข้อที่^๒ ได้กล่าวถึงข้อได้เปรียบของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงในห้องเรียนไว้ดังนี้

๑. ครูหันหน้าเข้าหาชั้นเรียนได้ตลอดเวลา และสามารถอธิบายภาพที่ปรากฏบนจอด้านหลังของครูได้โดยไม่ต้องหันไปดู

^๑Robert E. de Kieffer, Audio-Visual Instruction, p.46.

^๒Morton J. Schultz, The Teacher and Overhead Projection, p.240.

๒. สามารถใช้ในห้องเรียนที่มีแสงสว่างพอสมควร นักเรียนจะมองเห็นได้ทุกคน แม้ว่าจะอยู่หลังสุด จึงไม่เป็นปัญหาในด้านขนาดของห้องเรียนและปริมาณของแสงสว่าง ซึ่งได้เปรียบเครื่องฉายวัสดุทึบแสง (Opaque projector) ที่ต้องใช้ห้องมืดมาก

๓. ภาพโปร่งแสงที่สร้างขึ้นอย่างถาวรแล้วสามารถใช้ได้หลาย ๆ ครั้ง ไม่ต้องเตรียมใหม่บ่อย ๆ

๔. เครื่องฉายมีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ต่างกับเครื่องฉายวัสดุทึบแสงซึ่งมีน้ำหนักมาก

๕. ครูสามารถดึงความสนใจของนักเรียนเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย เพียงแต่เปิดหรือปิดสวิตช์ของเครื่องฉายเท่านั้น

๖. ครูอาจใช้เทคนิคในการวางแผนภาพโปร่งแสง หรือนำเครื่องมืออื่น ๆ เข้ามาประกอบในการเรียนการสอนได้

อาร์เรนด์^๑ และคณะกรรมการประสานงานในวิชาเทคนิควิทยาเกี่ยวกับสื่อแห่งมหาวิทยาลัยมินนิโซตา ได้กล่าวถึงเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงว่า ในปัจจุบันนี้เป็นที่รู้จักกันว่าเป็นอุปกรณ์การสอนที่มีคุณค่ามากในชั้นเรียน สามารถใช้ประโยชน์และใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้มากกว่าการใช้กระดานชอล์ค และสำหรับการสอนภาษาต่างประเทศนั้น มีข้อได้เปรียบดังต่อไปนี้

ก. เพิ่มเวลาในการสอนต่อช่วงเวลาเรียน เพราะครูได้เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้พร้อมแล้ว ไม่ต้องเสียเวลาในการเขียนลงบนกระดานชอล์ค

ข. ช่วยในการประหยัด โดยครูเขียนข้อสอบลงบนแผ่นอาชีพเทคนิคด่วน

^๑Jermine D. Arendt, "The Overhead Projector in Foreign Language Teaching," Audio-Visual Instruction, Vol. 13, 5 : 463-467, May, 1963.

เป็นการประหยัดทั้งเวลาและทุนทรัพย์

- ค. ครูหันหน้าเข้าหาชั้นเรียนได้ตลอดเวลา
- ง. สำหรับครูที่สอนหลาย ๆ ห้องเรียนในระดับชั้นเดียวกัน สามารถนำแผนโปรแกรมหัดที่สอนแล้วในห้องหนึ่ง ๆ ไปสอนในห้องอื่น ๆ อีกได้
- จ. ไม่มีฝุ่นขอลค
- ฉ. เปลี่ยนความสนใจของนักเรียนได้โดยการเปิด-ปิดสวิตช์ของเครื่องฉาย
- ช. ใช้ได้ง่าย
- ซ. ฉายวัสดุทึบแสงได้ เช่น แผนกระดาษที่ตัดเป็นรูปแบบต่าง ๆ
- ณ. มีวัสดุต่าง ๆ ที่จะนำมาทำเป็นอุปกรณ์ใช้กับเครื่องฉายภายในห้องทดลองหลายชนิด

ญ. เครื่องฉายมีราคาไม่แพงนัก ประมาณ ๓,๕๐๐ บาท (ราคาในสหรัฐอเมริกา)

ฎ. เก็บรักษาได้ง่าย หลอดฉายจะมีอายุใช้ได้ประมาณ ๓๕ ชั่วโมง ถ้าใช้และเก็บรักษาตามปกติก็จะใช้ได้มากกว่า ๑ ปี โดยไม่ต้องเปลี่ยนหลอดฉาย

ฏ. ไม่ต้องควบคุมเรื่องแสงสว่างในห้องเรียน เพราะสามารถใช้ในห้องที่มีแสงสว่างได้ หรือเพียงแค่อุปกรณ์ไฟในห้องเรียนเท่านั้น

ฐ. ครูสามารถเตรียมวัสดุต่าง ๆ ด้วยตนเองได้อย่างง่ายดาย

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมีข้อได้เปรียบของการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงอีกบางประการ ซึ่ง บรรานันท์ ได้กล่าวไว้ดังนี้

ก. ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นโดยที่รายละเอียดต่าง ๆ ไม่เสียไป

ข. ผู้สอนหันหน้าเข้าหาชั้นเรียน สามารถควบคุมขนาดของภาพได้ ตลอดจน

การเน้นภาพเพื่อให้ผู้เรียนสนใจได้

ค. ผู้สอนสามารถเตรียมบทเรียนล่วงหน้ามาเป็นอย่างดีได้ และไม่จำเป็นต้องใช้กระดานชอล์คในการสอน

ง. ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่วางซ้อนกันช่วยให้เข้าใจความหมายได้ดีขึ้น

จ. แผนภาพโปร่งแสงทุกชนิดสามารถนำมาใช้ได้อีกซึ่งช่วยในการประหยัด

จากรายงานของสมาคม การศึกษาแห่งชาติ^๑ เกี่ยวกับการใช้แหล่ง เครื่องมือ ในห้องเรียน โดยการสุ่มตัวอย่างจากครูในโรงเรียนของรัฐจำนวน ๑,๖๐๔ คน ระหว่าง ฤดูใบไม้ผลิ ปี พ.ศ.๒๕๑๐ พบว่าครูส่วนใหญ่ (๘ ใน ๑๐ คน) ชอบใช้เครื่องมือชนิด ต่าง ๆ และใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงถึง ๖๑.๕ % ครูในโรงเรียนประถมศึกษาใช้ ๕๕.๓ % และครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาใช้ ๖๔.๑ %

เกี่ยวกับประโยชน์ของ สไลด์ ทัศนวัสดุประเภท เครื่องฉาย ซึ่งรวมทั้ง เครื่องฉาย ภาพยนตร์ สไลด์ फिल्मสตริป เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง และ เครื่องฉายวัสดุที่บ่งแสงนั้น อีบอช^๒ แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอโอสเตท ได้ทำการศึกษาค้นคว้า ผลปรากฏว่า

๑. ความสามารถในการจูงใจนักเรียนในบางหัวเรื่องมีถึง ๘๙ %

๒. ทำให้นักเรียนที่มีประสบการณ์ระดับปานกลางสามารถเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้ถึง ๘๒ %

๓. ทำให้นักเรียนสามารถวิจารณ์หรือสรุปรายละเอียดในสิ่งที่เรียนได้ ๘๑ %

๔. รับรู้ข้อความจริงที่สำคัญได้ ๘๕ %

^๑National Education Association, Research Division, "Instructional Resources in the Classroom," Audio-Visual Instruction, Vol. 13, 3 : 284 - 285, March, 1968.

^๒Sidney Eboch, Implementation of Research Strategies and Tactics for Demonstrations of News Media, pp. 112 - 113, (citing Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd. edition, p.398, by Edgar Dale.)

๕. สามารถพัฒนาทัศนคติหรือความซาบซึ้งในความคิดที่เป็นนามธรรม หรือ
ความคิดรวบยอดได้ ๗๕ %

๖. เพิ่มพูนประสบการณ์ในเวลาเรียนได้ ๗๓ %

๗. ทำให้เข้าใจในสิ่งที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนได้ ๖๘ %

๘. ทำให้เกิดความเพลิดเพลินได้ ๖๘ %

๙. แสดงทักษะได้ ๕๘ %

จากรายงานการค้นคว้าฉบับนี้แสดงให้เห็นว่า วัสดุทัศนวัสดุประเภทเครื่องฉาย
สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนได้มาก ประการที่สำคัญที่สุดคือช่วยให้นักเรียน
สนใจและเข้าใจในเรื่องที่เรียน ซึ่งตรงกับ ไรล์แมน^๑ ได้กล่าวไว้ว่า เครื่องฉาย
วัสดุโปร่งแสงนั้นสามารถทำให้นักเรียนสนใจและยังสามารถใช้แสดงความคิดเห็นในการ
สื่อความหมายได้ด้วย

อาร์เรนด์^๒ ได้ชี้ให้เห็นว่าเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงสามารถใช้แทนตำรา
ได้ คือ ฉายซ้ำให้ดูได้ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการทดสอบอีกด้วย เช่น ครูเขียน
ข้อทดสอบแบบเติมคำลงในแผ่นโปร่งแสงแล้วฉายไปที่จอ ให้นักเรียนเติมคำลงในช่อง
ว่างให้สมบูรณ์ เวลาเฉลยคำตอบครูเพียงแต่นำคำ เฉลยที่เขียนไว้บนแผ่นโปร่งแสงอีก
แผ่นหนึ่งทาบลงไป โดยให้คำเฉลยตรงกับช่องว่างที่เว้นไว้ให้เติม นักเรียนก็จะทราบ
ผลได้ทันที ในขณะที่ครูทำการสอนอยู่หน้าชั้นเรียนนั้น ครูสามารถสังเกตเห็นพฤติกรรม
ของนักเรียนได้ อันเป็นการวัดผลการเรียนของนักเรียนไปในตัวด้วย^๓

^๑Ralph Eugene Wileman, "A Handbook of Design Consideration in Producing Materials For Use on the Overhead Projector," Dissertation Abstracts, Vol. 27, 9 : 2960 - A, March, 1967.

^๒Jermine D. Arendt, loc.cit.

^๓Kenneth B. Hass and Harry Q. Packer, Preparation and Use of Audio-Visual Aids, pp. 85 - 86.

ประโยชน์เฉพาะของ เครื่องฉายวิศุโปร่งแสงที่โหม้ส^๑ ได้แสดงให้เห็นคือ

๑. ใช้แทนกระดานขอลค์ซึ่งมีเนื้อที่จำกัดยากแก่การอ่าน โดยวิธีการเขียนหรือวางแผนภาพโปร่งแสงลงบนเครื่องฉายให้ภาพไปปรากฏบนจอ
๒. สามารถเตรียมบทเรียนล่วงหน้าได้ หรือความคิดเห็นของครูและนักเรียนในการอภิปรายในชั้นเรียนที่ใหญ่ได้

แผนภาพโปร่งแสง

เมื่อต้นปี พ.ศ. ๒๕๐๓ หนังสือโสคัทชนะของวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้ให้ข้อสังเกตว่า มีเพียง ๒ - ๓ แห่งที่ผลิตแผนภาพโปร่งแสงขึ้นเพื่อการศึกษา แต่ ๒ - ๓ ปีต่อมาได้ทวีจำนวนขึ้นอย่างมากมาย^๒ อย่างไรก็ตามครูยังคงใช้แผ่นโปร่งแสงที่ผลิตขึ้นด้วยตนเอง เพราะสามารถผลิตและใช้ได้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการ^๓

ประโยชน์ของแผนภาพโปร่งแสงนั้นอยู่ที่การเก็บรักษาง่าย ไม่เปลืองเนื้อที่ เพราะครูสามารถเตรียมวัสดุต่าง ๆ ในบทเรียนและทำเป็นแผนภาพโปร่งแสงเก็บไว้ไม่จำเป็นต้องเก็บวัสดุเหล่านั้นไว้ทั้งหมด ข้อดีของแผนภาพโปร่งแสงที่ เบอรันาลิส^๓ กล่าวไว้มีดังนี้

๑. นำไปใช้ในงานทำบัญชีร้านค้าได้เป็นอย่างดี
๒. ในวิชาสังคมศึกษา ใช้แสดงส่วนต่าง ๆ ของแผนที่โดยใช้สีเข้าช่วย จะทำให้มองเห็นได้เด่นชัด เช่น ในแผนที่แสดงแม่น้ำ ภูเขา เป็นต้น

^๑Robert M. Thomas, Integrated Teaching Material, p.178.

^๒Herbert E. Scuorzo, op.cit., p.45.

^๓Amo de Bernardis, The Use of Instructional Materials, Current Problems in Education, pp. 49 - 50.

๓. ในวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ เช่น ใช้แสดงลำดับขั้นตอนของการออกแบบและเขียนแบบ เป็นต้น

๔. ในวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้แสดงเส้นแรงแม่เหล็กโดยใช้แผ่นพลาสติกใสวางทับลงบนแท่งแม่เหล็ก แล้วใช้ผงตะไบเหล็กโปรยลงบนแผ่นพลาสติกใสนั้น ทำให้มองเห็นเส้นแรงแม่เหล็กได้ชัดเจน

เพาเวล^๑ ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนภาพโปร่งแสงไว้ว่า ครูสามารถเขียนคำอธิบายลงบนแผ่นพลาสติกใส และแบ่งให้นักเรียนมองเห็นทีละส่วนได้ หรือครูจะใช้แผนภาพโปร่งแสงที่เป็นชุด ๆ วางซ้อนกันลงไป (overlays) ก็ได้

อาจจะแบ่งชนิดของแผนภาพโปร่งแสงออกตามลักษณะการใช้ได้ ๒ ประเภทดังนี้

๑. แผนภาพโปร่งแสงที่ทำขึ้นใช้ตามปกติทั้งชนิดที่มีหลายสี และสีขาว-ดำ

๒. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว (Motion Transparencies)

สำหรับแผนภาพโปร่งแสงชนิดแรกนั้น ได้แก่แผนภาพโปร่งแสงที่ครูสามารถทำขึ้นได้เองโดยใช้ปากกาปลายด้ามเหล็กหรือปากกาที่ทำขึ้นใช้เฉพาะกับการเขียนบนแผนภาพโปร่งแสง เขียนสิ่งต่าง ๆ ตามที่ต้องการลงบนแผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นอะซิเตท

แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว มีกรรมวิธีผลิตโดยการพิมพ์สีลงบนแผ่นโปร่งแสงหลาย ๆ สีเรียงลำดับกัน แล้วใช้โพลารไรซ์ฟิลเตอร์ (Polarized filter) ซึ่งเป็นกระจกที่แสงมีคุณสมบัติที่เมื่อเคลื่อนที่หรือหมุนไปควมมอเตอร์แล้วกระจกนี้จะตัดแสงของแต่ละสีทำให้มีคลื่นแสงไปในทางเดียวกัน เมื่อภาพปรากฏบนจอจึงดูเหมือนว่าภาพนั้นเคลื่อนไหวได้^๒

^๑L.S. Powell, A Guide to the Use of Audio-Visual Aids, pp.21-22.

^๒Edgar Dale, op.cit., p.460.

แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวนี้ เฝื่อนนำมาใช้เมื่อไม่นานมานี้เอง ซึ่งบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์ทางการศึกษาได้ผลิตขึ้นทั้งแผนภาพโปร่งแสงและโพลาครอน อะแคบ-เตอร์ (คือ โพลาริซด์ ฟิลเตอร์ นั้นเอง) แผนภาพโปร่งแสงชนิดนี้ใช้แสดงในเรื่องที่เกี่ยวกับการไหล การหมุน การสั่น และลักษณะการเคลื่อนที่เป็นวงจร^๑

แผนภาพโปร่งแสงอีกชนิดหนึ่งนั้นอาจจัดอยู่ในลักษณะที่เคลื่อนไหวได้ กล่าวคือเป็นแผนภาพโปร่งแสงที่ครูทำขึ้นบนแผ่นโปร่งแสง แล้วทำแผนภาพโปร่งแสงขึ้นอีกแผ่นหนึ่ง โดยทำเฉพาะส่วนที่ต้องการให้เคลื่อนที่ เช่น ทำเป็นภาพแสดงวงโคจรของดวงจันทร์ แผ่นหนึ่ง และอีกแผ่นหนึ่งทำเป็นรูปดวงจันทร์ เมื่อต้องการแสดงการเคลื่อนไหวก็นำภาพดวงจันทร์ไปวางทับลงบนภาพแสดงวงโคจร แล้วครูเลื่อนภาพดวงจันทร์ไปตามวงโคจรนั้น ภาพจะเคลื่อนไหวได้เช่นเดียวกัน^๒

✓ เทคนิคและประโยชน์ในการใช้แผนภาพโปร่งแสง

๑. ใช้แบบวางซ้อนกัน^๓ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในตอนนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น เช่น ภาพที่แสดงส่วนประกอบของปลาแบบวางซ้อนกัน เมื่อนักเรียนดูภาพแรกซึ่งแสดงถึงโครงร่างของปลาแล้ว ครูวางภาพที่แสดงถึงรายละเอียดอื่น ๆ ของปลาลงไปที่ละแผ่นเป็นต้นว่า ภาพแสดงโครงกระดูก เส้นข้างลำตัว ครีบ นักเรียนจะเข้าใจได้เป็นลำดับขึ้นไป^๔ เราใช้วิธีการนี้เพื่อประโยชน์ดังนี้

^๑Herbert E. Scuorzo, op.cit., p.67.

^๒Ibid., p.66.

^๓Ibid., p.64.

^๔T.L. Green, The Visual Approach to Teaching, 2nd.edition, pp. 167 - 218 .

- ๑.๑ แยกแยะรายละเอียดออกเป็นส่วย่อย ๆ แต่ละส่ว
- ๑.๒ แยกแยะให้เห็นส่วประกอบย่อยโดยใช้สีแตกต่างกัน
- ๑.๓ เสนอส่วย่อย ๆ นั้นในเวลาเดียวกัน หรือต่างเวลากัน^๑

๒. ใช้แบบให้ภาพเคลื่อนไหวได้ โดยการใช้แผนภาพโปร้งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับชนิดที่ครุทำให้เคลื่อนไหวเองตามทีกล่าวมาแล้ว^๒

๓. ใช้แผนโปร้งแสงชนิดมวน^๓

๔. การใช้แผนภาพโปร้งแสงทีละส่วของแผน เช่น คำอธิบายหรือรูปภาพต่าง ๆ ทีครุต้องการให้นักเรียนเห็นเป็นเพียงบางส่วก่อน อาจทำได้โดยการปิดและเปิดเฉพาะส่วทีต้องการให้นักเรียนดู^๔

เมื่อปี พ.ศ.๒๕๐๒ - ๐๔ ได้มีการนำเอาเครื่องฉายวัตถุโปร้งแสงไปใช้สอนในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ ๑ - ๒ ของสถาบันโพลีเทคนิคแห่งเมืองทรอย รัฐนิวยอร์ก โดย เอฟเพนสไตน์ และ แมคอินไทร์ ได้นำเอาเครื่องฉายวัตถุโปร้งแสงไปใช้สอนในวิชาทัศนกรรม โดยใช้แผนภาพโปร้งแสงประกอบการใช้โทรทัศน์วงจรปิดในมหาวิทยาลัยนอร์ธแคโรไลนา ซึ่งเป็นการพัฒนาการใช้แผนภาพโปร้งแสงชนิดที่วางซ้อนกันหลาย ๆ ภาพอีกด้วย^๕

^๑Herbert E. Scuorzo, op.cit., p.65.

^๒Edgar Dale, loc.cit.

^๓University Grants Committee, loc.cit.

^๔L.S.Powell, loc.cit.

^๕James W.Brown and James W. Thornton Jr., op.cit., pp.132-134

✓ โคฟีเฟอร์^๑ โคฟีให้เห็นผลของการสำรวจเครื่องมือที่จำเป็นในการศึกษา
เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๐๔ วามีเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงในโรงเรียนรัฐบาลเพียง ๑๓,๕๐๐
เครื่อง แต่ผู้ต้องการใช้นั้นมีประมาณ ๒๕,๕๐๐ เครื่อง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ
ผู้ที่ต้องการใช้เพิ่มขึ้นมีถึง ๒๒๑.๕ % แสดงว่าเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงมีความจำเป็น
ที่จะนำเข้ามาใช้ในโรงเรียนมาก

✓ บูท^๒ ได้สำรวจทัศนคติของครูมัธยมในประเทศเม็กซิโกที่มีต่อการใช้เครื่อง
ฉายวัสดุโปร่งแสง พบว่า ช่วยประหยัดเวลาและให้ความสะดวกสบายแก่ครูและนักเรียน
โดยเฉพาะที่เมื่อต้องการทดสอบแบบปรนัย

✓ คาเบเซียราส^๓ ได้ศึกษาพฤติกรรมของครูต่อการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง
พบว่า การใช้เครื่องฉายจะช่วยให้ครูสอนเนื้อหาวิชาได้มากกว่าการสอนตามปกติ และ
จากการใช้นี้ทำให้ครูมีเวลาเหลือพอที่จะอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนได้

✓ ปีเตอร์สัน^๔ ได้กล่าวถึงผลของการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงในการสอน
ภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัยพิทสเบิร์กว่า เป็นเครื่องมือที่สำคัญ ทำให้นิสัยเรียนรู้
การเขียนได้ดีขึ้น ผลการเรียนดีขึ้น และได้รับความสนุกสนานในการเรียนไปด้วย

^๑Robert E. de Kieffer, op.cit. p.48.

^๒Chris Buethe, "Overhead Projector Scores Multiple Choice," Audio-Visual Instruction, 15 : 110, March, 1970.

^๓J. Cabecelras, "A Study of Observed Differences in Teacher Verbal Behavior When Using and Not Using the Overhead Projector," Dissertation Abstracts, 29 1355-A.

^๔Edwin L. Peterson, "Luminous English," (citing New Media in Higher Education, p. 131, by James W. Brown and James W. Thornton Jr.)

ซิลเวอร์แมน^๑ ได้ทำการศึกษาถึงผลของแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ให้ภาพนิ่ง (Static) กับแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ให้ภาพเคลื่อนไหว (Animated) ในการสอนการทำอาวุธชนิดต่าง ๆ กับนักศึกษาระดับวิทยาลัย จำนวน ๑๕๐ คน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้จากผลทดสอบที่ให้เขียนตอบแบบบรรยาย แต่การใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ให้ภาพนิ่งแสดงให้เห็นได้ชัดเจนในการทดสอบภาคปฏิบัติ

ชานส์^๒ ได้ทำการทดลองปรับปรุงการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง โดยการใสแผ่นภาพโปร่งแสง จำนวน ๒๐๐ แผ่น และแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่วางซ้อนกัน ๔๐๐ แผ่น ในการสอนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ ในหลักสูตรของวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ผลปรากฏดังนี้

๑. การสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงสามารถประหยัดเวลาในการสอนได้ ๑๕ - ๒๐ นาที เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้กระดานชอล์ค

๒. จากการสอบย่อย ๕ ครั้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่ม แต่กลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงได้ผลเหนือกว่า

๓. ผลการสอบปลายภาคเรียนของกลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงดีกว่ากลุ่มที่ใช้กระดานชอล์ค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงมีจำนวนนิสิตได้ "A" ๖๔ % และกลุ่มที่ใช้กระดานชอล์ค มีจำนวนนิสิตได้ "F" ๓๕ %

^๑R.E. Silverman, "Comparative Effectiveness of Animated and Static Transparencies," 78-1, 1958. (citing Audio-Visual Instruction, pp. 88 - 89, by Kieffer.)

^๒Clayton William Chance, "Experimentation in the Adaptation of the Overhead Projector Utilizing 200 Transparencies and 800 Overlays in Teaching Engineering Descriptive Geometry Curricular," Audio-Visual Communication Review, Vol.9:17-18, July - August, 1961.

บรรจุ^๑ ได้ทำการทดลองวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์จากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสง ควบเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง ในการเรียนรู้และความคงอยู่ในการจำ สำหรับการ เริ่มต้นเรียนวิชางานไม้ กับนักเรียนชั้นที่ ๔ ระดับมัธยมศึกษาตอนกลาง จำนวน ๒,๒๔๐ คน ผลปรากฏว่า

๑. กลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงได้ผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๒. กลุ่มทดลองในเรื่องความคงอยู่ในการจำ ได้ผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กว่ากลุ่มควบคุม

๓. นักเรียนที่มีสติปัญญาค่ำของกลุ่มทดลอง มีความสำเร็จเฉลี่ยต่ำกว่า .๓ ของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนดิบมากกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาสูงของกลุ่มควบคุม

๔. ครูที่มีความสามารถเฉพาะอย่างจะมีผลต่อความสัมฤทธิ์ผลของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๕. ครูให้การสนับสนุนการใช้แผ่นภาพโปร่งแสง เพราะช่วยเพิ่มความสนใจของ นักเรียน เสนอข้อมูลอย่างมีเหตุผล ลดเวลาการบรรยาย และสนับสนุนการใช้เทคนิค ทาง ๆ

✓๖. แผ่นภาพโปร่งแสงทำให้การเรียนการสอนเป็นรูปธรรม ช่วยทำให้การสอน สั้น

เฟิร์ลเบอร์ก และ เรช^๒ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การสอนวิชา เรขาคณิตวิเคราะห์และวิชาอุทกศาสตร์ โดยใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงกับการสอน

^๑ Weston Terrell Brooks, "An Experimental Analysis of the Effectiveness of Overhead Transparencies on Learning and Retention (in selected United) in Beginning Woodworking," Dissertation Abstracts, Vol.15; 10:5779-5780, April, 1965.

^๒ Arue Perlberg and Micheal Resh, "Evaluation of the Effectiveness of the Overhead Projector in Descriptive Geometry and Hydrology," The Journal of Educational Research, 16:1, 1967.

ตามปกติ ที่สถาบันเทคโนโลยีไทยเนียน เมืองไฮฟา ประเทศอิสราเอล โดยใช้นิสิต
 ชั้นปีที่ ๑ จำนวน ๔๕ คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง เรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ และนิสิต
 ชั้นปีที่ ๒ จำนวน ๖๔ คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง เรียนวิชาอุทกศาสตร์ เป็นเวลา ๓ สัปดาห์
 ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

๑. ทำให้เกิดมีการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลองและมีผลดี
 ต่อพวกที่เรียนอ่อน ✓

๒. ช่วยลดระดับความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลอง

๓. เป็นที่นิยมใช้ในกลุ่มนิสิตและอาจารย์ แต่ไม่มีผลสรุปว่าให้ผลสำเร็จ

เพียงใดในการปรับปรุงการสอน

มันส์ ได้ศึกษาถึงผลของการใช้เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงกับกล้องฉายวัสดุ
 โปร่งแสง ในการสอนการฉายภาพลายเส้น โดยใช้นักเรียนระดับวิทยาลัยที่เรียนวิชา
 รางแบบ จำนวน ๑๔๖ คน พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง
 ทั้งสองกลุ่ม สรุปได้ว่าไม่ว่าจะใช้วิธีใดในการสอนการฉายภาพลายเส้น จะได้ผลเท่ากัน

เฟลมมิง^๒ ได้ทำการศึกษาถึงการปรับปรุงหลักสูตรอุตสาหกรรมศิลป์ จากการ
 ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงแบบไดอะโซ (Diaz) สำหรับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง
 โดยการส่งแบบสอบถามไปยังศึกษานิเทศก์ทางคานอุตสาหกรรมศิลป์ใน ๑๔ รัฐ และได้
 มีการศึกษาที่โรงเรียนมัธยมในเมืองนิวยอร์กด้วย ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

^๑ Nedom Conway Muns III, "The Effectiveness of Overhead Projectuals and A Transparent Projection Box on Teaching Orthographic Projection," Dissertation Abstracts, Vol.3,9 : 3753-A, March, 1970.

^๒ Bruce Eugene Fleming, "Enrichment of the Industrial Arts Curriculum Through the Use of Diazo-Type Transparencies for Overhead Projector," Dissertation Abstracts, Vol.30, 6 : 2247 - 2248-A, December, 1969.

๑. จากคำตอบแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า ๘๘ % ของครู เห็นว่ามีประโยชน์มากที่จะใช้แผนภาพโปรงแสงแบบไคแอซโซ

๒. นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนภาพโปรงแสง จะได้คะแนนสูงกว่าพวกที่เรียนตามปกติ

การไม่เคล็ด และ กริฟฟิน^๑ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องฉายวัสดุโปรงแสงเพื่อนำไปปรับปรุงการอ่านออกเสียงและการใช้ภาษาอังกฤษ ในระดับปริญญาตรี วิทยาลัยเอสเซกเคาน์ตี้ รัฐนิวเจอร์ซีย์ จากการสอนเป็นเวลา ๑๑ สัปดาห์ พบว่า นิสิตได้รับผลสำเร็จในการเรียนสูง สามารถเขียนและวิจารณ์เรื่องต่าง ๆ โดยใช้ภาษาได้ถูกต้องเป็นอย่างดี

เพียช^๒ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและจัดลำดับภาพโปรงแสง ๓ แบบ เป็นภาพที่มีพื้นสีขาวและสีดำ โดยใช้ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคแห่งเมือง ลับบอก รัฐเท็กซัส ระหว่างภาคฤดูร้อน ปี พ.ศ. ๒๕๑๒ จำนวน ๒๓๔ คน ในการทดลองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในวิชาสถิติเบื้องต้น สรุปได้ดังนี้

๑. การออกแบบและการจัดลำดับภาพทั้ง ๓ แบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทอผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

๒. สีของภาพและสีของพื้นซึ่งเป็นสีขาวและสีดำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทอผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

^๑John H. Carmicheal and Jacqueline Griffin, "The Use of Media in Teaching Remedial Composition," Audio-Visual Instruction, pp. 21 - 23.

^๒Galen L. Pearce, "Alternate Versions of Overhead Transparency Projectuals Designed to Teach Elementary Statistical Concepts," Audio-Visual Communication Review, Vol. 18, 1970.

คูเปอร์^๑ ได้ศึกษาถึงผลของการเตรียมแผนภาพโปร่งแสงเพื่อความสะดวกในการเรียน และความคงอยู่ในการจำของหน่วยวิชาธุรกิจทั่วไป โดยทำการทดลองก่อนการวิจัยจริงที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แครีรึดราล เมืองเคเนเวอร์ รัฐโคโลราโด แล้วไปทำการทดลองจริงที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเซนต์โยเซฟ เมืองเคเนเวอร์ เช่นเดียวกัน ใช้เวลาทำการทดลอง ๔ สัปดาห์ สรุปผลได้ดังนี้

๑. แผนภาพโปร่งแสงช่วยปรับปรุงความสนใจ ช่วยจิตใจ และทำให้นักเรียนตั้งใจเรียน ครูชอบใช้มากกว่าการใช้กระดานชอล์คเพื่อแสดงรูป
๒. ความคงอยู่ในการจำของนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ผลเท่ากัน
๓. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มได้ผลเท่ากัน
๔. คะแนน I.Q. ก็กวาคะแนนของการทดสอบครั้งแรก

แมคเสน^๒ ได้ศึกษาถึงผลของการใช้แผนภาพโปร่งแสงในผลสัมฤทธิ์ของการทำบัญชี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่โรงเรียนวิชาการบัญชี รวมสองระดับชั้น จำนวน ๓ โรงเรียน ในรัฐมินนิโซตา จำนวนนักเรียน ๑๕๑ คน ได้ผลสรุปว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องเพศก่อนการทดลอง แต่เมื่อทดสอบครั้งแรกแล้วพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องเพศ ที่ .๐๐๑ คือนักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์มากกว่านักเรียนชาย แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์มากกว่านักเรียนชายที่ .๐๕ แต่ใน

^๑Jerry Allen Cooper, "The Effect of Teacher-Prepared Transparencies on Achievement and Retention in a Unit on Credit in a General Business Class," Dissertation Abstracts, Vol.30, 10 : 4136 - A, April, 1970.

^๒Russel Duwane Madsen, "The Effect of the Use of Over-head Transparencies on An Achievement in High School Book-keeping," Dissertation Abstracts, Vol.30, 10 . 4333-4334-A, April, 1970.

ทางปฏิบัติจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียง .๑๐ เท่านั้น

เบนดิเซน^๑ ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการประเมินผลการใช้แผนภาพโปรงแสงสำหรับการสอนวิชาเกษตรกรรมของโรงเรียนมัธยมเกษตรกรรม ๑๒ โรงเรียนในรัฐไอโอวา เรื่องที่จะสอนนั้นเลือกมา ๔ เรื่อง พบว่า กลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดสี โค้ดะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงหลายชนิดรวมกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance จัดกระทำข้อมูล พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใช้แผนภาพโปรงแสงหลาย ๆ ชนิด และไม่มีความแตกต่างอย่างมากมายในผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลของการวิจัยเกี่ยวกับแผนภาพโปรงแสงที่ใช้ช่วยเครื่องฉายวัสดุโปรงแสงที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ดังนี้

๑. ผู้เรียนสนใจเรียนมากขึ้น และบทเรียนเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น
๒. ช่วยประหยัดเวลาในการเรียนรู้ของผู้เรียน และครูผู้สอน ทำให้ครูสอนเนื้อหาวิชาได้มากขึ้น
๓. ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้การเขียนได้ดีขึ้น
๔. ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนไปด้วย
๕. เป็นที่นิยมใช้กับผู้เรียนและครูผู้สอน
๖. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น โดยเฉพาะพวกที่มีสติปัญญาต่ำ มีผลการเรียนดีขึ้นมากกว่าพวกที่มีสติปัญญาสูง

^๑Joe Francis Bendixen, "Experimental Evaluation of the Effectiveness of Projected Transparencies on Instruction in Vocational Agriculture," Dissertation Abstracts, Vol. 31, 2 . 692 - A, August, 1970.

๗. ความคงอยู่ในการจำมีอัตราสูง
๘. ช่วยให้เห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผล และสนับสนุนการใช้เทคนิคต่าง ๆ
๙. การออกแบบและการจัดลำดับภาพ ตลอดจนความแตกต่างในเรื่องสีของแผนภาพโปรงแสง ส่งผลในการเรียนรู้ได้เท่ากัน

จากการศึกษาวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่าได้มีการวิจัยคุณสมบัติของการใช้เครื่องฉายวัสดุโปรงแสงและแผนภาพโปรงแสงอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดทำการวิจัยไว้เลย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรจะได้มีการวิจัย จึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ และวิธีการ เพื่อวิจัยถึงคุณสมบัติของแผนภาพโปรงแสงในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งของวิทยาลัยครู นครสวรรค์ ในภาคเรียนที่ ๓ ประจำปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๕๐ คน

การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ๑

ใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) จากนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ทั้งหมด จำนวน ๒๑ ห้องเรียน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีเขียนเลขที่และห้องเรียนของนักศึกษา ทั้งหมดลงในใบสลาก แล้วทำให้คลุกเคล้า จากนั้นจับสลากขึ้นมาทีละใบ แล้วดูว่าตรงกับ นักศึกษาคณใด ห้องเรียนใด แล้วคืนสลากลงรวมกันตามเดิม กวนใบสลากให้คลุกเคล้ากันอีก แล้วจับสลากขึ้นมาอีก ทำเช่นนี้จนกระทั่งได้กลุ่มตัวอย่างครบ ๕๐ คน

แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาออกเป็น ๓ กลุ่ม ๆ ละ ๓๐ คน เป็นกลุ่มทดลอง ๒ กลุ่ม และกลุ่มควบคุม ๑ กลุ่ม การแบ่งกลุ่มแบ่งจากภูมิหลังทางวิชาวิทยาศาสตร์ ทั่วไปให้เท่ากัน โดยใช้คะแนน T - Score ของผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ของนักศึกษาในภาคเรียนที่ ๑ ประจำปีการศึกษา ๒๕๑๔ มาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม

วิธีแบ่งกลุ่ม เลือกนักศึกษาที่มีคะแนน T - Score เท่ากัน หรือแตกต่างกันน้อยที่สุด ๓ คน แบ่งให้อยู่ในกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ ๑ คน แล้วเลือกนักศึกษาที่มีคะแนน T - Score เท่ากัน หรือแตกต่างกันน้อยที่สุดอีก ๓ คน ซึ่งมีคะแนน T - Score รองลงมาจากกลุ่มแรก แบ่งให้อยู่ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเช่นเดียวกับครั้งแรก ทำเช่นนี้ไปจนได้นักศึกษาทุกกลุ่มละ ๓๐ คน ทั้ง ๓ กลุ่ม (การเรียงลำดับคะแนน T - Score แบ่งกลุ่มนักศึกษาคือได้

จากตารางแสดงวิธีแบ่งกลุ่มนักศึกษาโดยใช้คะแนน T - Score เป็นเกณฑ์ ใน ตาราง ๓๔ ภาคผนวก ก.) หากคะแนนเฉลี่ยของคะแนน T - Score ของแต่ละกลุ่ม ถ้ามีความแตกต่างกันมาก ให้ใช้วิธีสับกลุ่มของนักศึกษาระหว่างแต่ละกลุ่ม เพื่อให้คะแนนเฉลี่ยเท่ากัน หรือแตกต่างกันน้อยที่สุด เมื่อแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น ๓ กลุ่มแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ยทั้งแสดงในตาราง ๑

ตาราง ๑ แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยคะแนน T - Score ของกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเฉลี่ย
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๕๑.๖๓๓๓
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๕๑.๖๓๓๓
กลุ่มควบคุม	๓๐	๕๑.๖๓๓๓

จากตาราง ๑ แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันในภูมิหลังทางวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป นั่นคือ นักศึกษาทั้ง ๓ กลุ่ม มีความรู้เดิมอยู่ในระดับเดียวกัน ดังนั้นนักศึกษาทั้ง ๓ กลุ่ม สามารถใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีดังต่อไปนี้
๑. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว (Motion transparencies)
- จำนวน ๕ แผน ทั้งนี้

๑.๑ เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน (Erosion; Settlement; Folding; Faulting)

๑.๒ เรื่องพลังงานอะตอม (Atomic Fission)

๑.๓ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis)

๑.๔ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ (Reproductive System)

๑.๕ เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ (Four Cycle Engine)

พร้อมด้วย โฟลาคตรอน อะแคชเตอร์ และเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง

(Overhead Projector)

๒. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เนื้อหาวิชา (Content) จากแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว รวม ๕ เรื่อง ดังนี้

๒.๑ แบบทดสอบเรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

๒.๒ แบบทดสอบเรื่องพลังงานอะตอม

๒.๓ แบบทดสอบเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

๒.๔ แบบทดสอบเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

๒.๕ แบบทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

การเลือกแผนภาพโปร่งแสง

ผู้วิจัยได้ทดลองดูแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว เพื่อนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ โดยพิจารณาว่าแผนภาพโปร่งแสงนั้นมีเนื้อหาเหมาะสมและถูกต้องตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๐๘ ในที่สุดผู้วิจัยได้เลือกแผนภาพโปร่งแสงเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้รวม ๕ เรื่อง คือ

๑. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

๒. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเรื่องพลังงานอะตอม

๓. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช
๔. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์
๕. แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

สำหรับแผนภาพโปร่งแสง ๒ แผนแรกนั้นได้ยืมมาจากบริษัททีเอ็มแอล จำกัด ส่วนอีก ๓ แผนนั้นเป็นของวิทยาลัยครูนครสวรรค์ซึ่งผู้วิจัยไปทำการทดลอง

แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวนั้น ผู้วิจัยได้ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว แต่ไม่ใช่ โฟลวชาร์ต อะแดปเตอร์ ประกอบเข้าไปในเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง ภาพที่ได้นั้นจึงเป็นภาพนิ่ง ลักษณะของภาพก็เป็นแบบเดียวกัน ทำให้ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของภาพจากแผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้

การสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple choice) จากหนังสือเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา เช่น เทคนิคการวัดผล^๑ หลักการวัดผล^๒ และ Measurement and Evaluation in Teaching^๓ ผู้วิจัยได้สร้างข้อทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบชนิด ๕ คำตอบ โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียงคำตอบเดียว และมีคำตอบลวงซึ่งไม่ถูกต้องอีก ๔ คำตอบ

^๑ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล หน้า ๑๓๔ - ๒๔๙ .

^๒พิทร ทองชั้น หลักการวัดผล ๑๕๓ หน้า .

^๓Norman E. Gronlund, Measurement and Evaluation in Teaching, pp. 140 - 159.

แบบทดสอบครั้งนี้ ๕ ชุดด้วยกัน ดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ ๑ เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบซึ่งคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ
เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน จำนวน ๓๐ ข้อ กำหนดเวลาสำหรับ
ทำข้อทดสอบ ๒๐ นาที

แบบทดสอบชุดที่ ๒ เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบซึ่งคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ
เรื่องพลังงานอะตอม จำนวน ๓๐ ข้อ กำหนดเวลาสำหรับทำข้อทดสอบ ๒๐ นาที

แบบทดสอบชุดที่ ๓ เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบซึ่งคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ
เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช จำนวน ๓๐ ข้อ กำหนดเวลาสำหรับทำข้อทดสอบ
๒๐ นาที

แบบทดสอบชุดที่ ๔ เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบซึ่งคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ
เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ จำนวน ๓๐ ข้อ กำหนดเวลาสำหรับทำข้อทดสอบ
๒๐ นาที

แบบทดสอบชุดที่ ๕ เป็นข้อทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบซึ่งคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ
เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ จำนวน ๓๐ ข้อ กำหนดเวลาสำหรับทำข้อทดสอบ ๒๐ นาที

การทดลองใช้อุปกรณ์และแบบทดสอบ

เมื่อวันที่ ๑๕ - ๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๑๔ ผู้วิจัยได้นำข้อทดสอบทั้ง ๕ ชุด
ที่สร้างขึ้นไปทดลองสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ของวิทยาลัยครูนครสวรรค์ จำนวน ๔๓ คน
ซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปมาแล้ว และมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ทำการทดสอบนี้
แล้วจึงนำข้อทดสอบทั้ง ๕ ชุดมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก
(r) และค่าความยากมาตรฐาน (Δ) โดยอาศัยตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ

จุง-เทห์ ฟาน^๑ (Chung - Teh Fan) เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อทดสอบไว้ใช้ในการทดลองจริง

เมื่อได้วิเคราะห์และปรับปรุงข้อทดสอบเรียบร้อยแล้ว ได้ข้อทดสอบที่อาจนำไปใช้ได้ทั้ง ๕ ชุด ดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ ๑	มีจำนวน ๒๖ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๒	มีจำนวน ๒๓ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๓	มีจำนวน ๑๘ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๔	มีจำนวน ๒๕ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๕	มีจำนวน ๒๔ ข้อ

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

เพื่อให้ทราบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้จะมีค่าความเชื่อมั่นมากน้อยเพียงไร ผู้วิจัยจึงดำเนินการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง ๕ ชุดรวมกัน โดยใช้สูตรของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n\sigma_t^2 - M(n - M)}{\sigma_t^2 (n - 1)}$$

^๑ Chung - Teh Fan, Item Analysis Table, 32 pp.

^๒ J.P. Guilford, Fundamental Statistics in Psychology and Education, p. 496.

เมื่อคำนวณเสร็จแล้วได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง ๕ ชุด = ๐.๖๔
(วิธีคำนวณได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. หน้า ๑๑๖)

นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแล้วนี้มาปรับปรุงข้อทดสอบอีกครั้งหนึ่ง
และเหลือข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริง ดังนี้

- แบบทดสอบชุดที่ ๑ เหลือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน ๒๐ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๒ เหลือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน ๒๐ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๓ เหลือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน ๒๐ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๔ เหลือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน ๒๕ ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ ๕ เหลือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน ๒๕ ข้อ

ให้นำแบบทดสอบทั้ง ๕ ชุดนี้ไปทดสอบอีกครั้งหนึ่ง เมื่อนำข้อทดสอบทั้ง
๕ ชุดนี้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละชุด โดยใช้สูตรของ
คูเทอร์ - ริชาร์ดสัน แล้ว ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบดังแสดงในตาราง ๒

ตาราง ๒ แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภายหลังการปรับปรุงข้อสอบแล้ว

แบบทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น
ชุดที่ ๑	๐.๓๒๔๓
ชุดที่ ๒	๐.๔๓๑๔
ชุดที่ ๓	๐.๓๗๖๖
ชุดที่ ๔	๐.๓๑๓๔
ชุดที่ ๕	๐.๔๑๔๕

เมื่อนำข้อทดสอบทั้ง ๕ ชุดมาหาค่าความเชื่อมั่นรวมทั้งหมด ได้ค่าความเชื่อมั่น = ๐.๙๐๕๓ แสดงว่าข้อทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นที่จะนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้

การจัดเรียงข้อทดสอบในแบบทดสอบจริง

การจัดเรียงข้อทดสอบในแบบทดสอบจริง ผู้วิจัยได้เรียงข้อทดสอบตามลำดับเนื้อหา เพื่อให้เนื้อหาสอดคล้องกันในแต่ละเรื่อง ทำให้นักศึกษาทำข้อทดสอบเรียงตามลำดับเนื้อหาไป

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามลำดับดังนี้

๑. แบ่งนักศึกษาออกเป็น ๓ กลุ่ม ๆ ละ ๓๐ คน เป็นกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนน T - Score เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม
๒. นำการทดลองสอนนักศึกษาทั้ง ๓ กลุ่มไปพร้อม ๆ กันในแต่ละเนื้อเรื่องที่เตรียมไว้ตามตาราง ๓

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนนักศึกษาแต่ละกลุ่มดังนี้

๑. กลุ่มทดลอง ก. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว โฟลวชาร์ต อะแดปเตอร์ และเครื่องฉายวัสดุโปรงแสงประกอบกันตามเนื้อเรื่องต่อไปนี้

- ครั้งที่ ๑ เรื่องการพังทะลายและการตกตะกอนของดิน
 ครั้งที่ ๒ เรื่องพลังงานอะตอม
 ครั้งที่ ๓ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช
 ครั้งที่ ๔ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์
 ครั้งที่ ๕ เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

หลังจากจบการสอนแต่ละเรื่องแล้วทำการทดสอบทันที

ตาราง ๓ แสดง วัน เดือน ปี เวลา และเรื่องที่ใช้ในการทดลองสอน

วัน เดือน ปี	เวลา	กลุ่มตัวอย่าง	เรื่องที่สอน
อังคารที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๑๔	๘.๓๐ - ๙.๓๐	ทดลอง ก	การพังทะลายและการตกตะกอนของดิน
	๑๐:๓๐ - ๑๑:๓๐	ทดลอง ข	พลังงานอะตอม
	๑๓:๓๐ - ๑๔.๓๐	ควบคุม	การสังเคราะห์แสงของพืช
พุธที่ ๒๒ ธันวาคม ๒๕๑๔	๘.๓๐ - ๙.๓๐	ทดลอง ข	การพังทะลายและการตกตะกอนของดิน
	๑๐:๓๐ - ๑๑:๓๐	ทดลอง ก	พลังงานอะตอม
พฤหัสบดีที่ ๒๓ ธันวาคม ๒๕๑๔	๘:๓๐ - ๙:๓๐	ควบคุม	การพังทะลายและการตกตะกอนของดิน
	๑๐:๓๐ - ๑๑:๓๐	ทดลอง ข	เครื่องยนต์สี่จังหวะ
	๑๓:๓๐ - ๑๔:๓๐	ทดลอง ก	การสังเคราะห์แสงของพืช

ตาราง ๓ (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	กลุ่มตัวอย่าง	เรื่องที่สอน
ศุกร์ที่ ๒๔ ธันวาคม ๒๕๑๔	๘:๓๐ - ๙:๓๐ ๑๐:๓๐ - ๑๑:๓๐ ๑๓:๓๐ - ๑๔:๓๐	ทดลอง ๑ ควบคุม ทดลอง ๒	ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ พลังงานอะตอม การสังเคราะห์แสงของพืช
เสาร์ที่ ๒๕ ธันวาคม ๒๕๑๔	๘:๓๐ - ๙:๓๐ ๑๐:๓๐ - ๑๑:๓๐	ทดลอง ๒ ควบคุม	ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ เครื่องยนต์สี่จังหวะ
อาทิตย์ที่ ๒๖ ธันวาคม ๒๕๑๔	๘:๓๐ - ๙:๓๐ ๑๐:๓๐ - ๑๑:๓๐	ควบคุม ทดลอง ๑	ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ เครื่องยนต์สี่จังหวะ

๒. กลุ่มทดลอง ข. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวประกอบกับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง ตามเนื้อเรื่องต่อไปนี้

- ครั้งที่ ๑ เรื่องพลังงานอะตอม
- ครั้งที่ ๒ เรื่องการพังทะลายและการตกตะกอนของดิน
- ครั้งที่ ๓ เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ
- ครั้งที่ ๔ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช
- ครั้งที่ ๕ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

หลังจากจบการสอนแต่ละเรื่องแล้วทำการทดสอบทันที

๓. กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามปกติตามเนื้อเรื่องต่อไปนี้
- ครั้งที่ ๑ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช
 - ครั้งที่ ๒ เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน
 - ครั้งที่ ๓ เรื่องพลังงานอะตอม
 - ครั้งที่ ๔ เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ
 - ครั้งที่ ๕ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

หลังจากจบการสอนแต่ละเรื่องแล้วทำการทดสอบทันที

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงเวลาที่จัดให้นักศึกษาเรียนด้วย คือพยายามจัดให้นักศึกษาทั้ง ๓ กลุ่ม เรียนเรื่องเดียวกันในเวลาเดียวกัน แต่ละวัน และการเรียนเรื่องใด ก่อน-หลัง นั้นไม่มีผลต่อการเรียนในเรื่องอื่น ๆ เพราะเนื้อเรื่องแต่ละเรื่องไม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน

๓. เมื่อได้ทำการทดลองสอนครบตามเนื้อเรื่องและวิธีการแล้ว ได้ทำการทดสอบความคงอยู่ในการจำ (Retention) โดยเว้นระยะไว้ประมาณ ๒ สัปดาห์ ภายหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นลง

การทดสอบความคงอยู่ในการจำนี้ ผู้วิจัยนำข้อทดสอบชุดเดิมทั้ง ๕ ชุด มาเรียงลำดับคำถามเสียใหม่ในแต่ละชุด แล้วให้นักศึกษาสอบทีละชุดจนครบทั้ง ๕ ชุด ทั้ง ๓ กลุ่ม โดยกำหนดระยะเวลาการทำข้อทดสอบให้เท่ากับการทดสอบภายหลังการเรียนจบลงทันทีในแต่ละครั้งตามเนื้อเรื่อง อนึ่ง ในการทดสอบความคงอยู่ในการจำนี้ ผู้วิจัยไม่ได้บอกให้นักศึกษาทราบก่อนว่า จะมีการทดสอบภายหลังการทดลองเสร็จสิ้นแล้วอีกครั้งหนึ่ง

๔. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลาทดลองในแต่ละกลุ่ม ๕ ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดแต่ละกลุ่ม ๔ สัปดาห์

๕. การควบคุมเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติการทดลองครั้งนี้ที่สำคัญ คือ
- ๕.๑ บรรยายเนื้อเรื่องแต่ละเนื้อเรื่องตรงกันทุกกลุ่ม
 - ๕.๒ ไขทองเขียนทองเดียวกันทุกกลุ่ม
 - ๕.๓ เวลาทดลองและช่วงเวลาการทดลองใช้เวลาเดียวกันและเท่ากันทุกกลุ่ม

การจัดกระทำข้อมูล

๑. ตรวจให้คะแนนคำตอบของผู้เรียนทุกคน
๒. กรอกระแสนของการทดสอบแต่ละครั้งของผู้เรียนทุกคนลงในใบกรอคะแนน
๓. ใช้วิธี $t - test$ ในการวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายจากตัวเลขต่าง ๆ รวบรวมเหตุผล อภิปรายผล และสรุปผลการทดลอง

บทที่ ๔

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลองแต่ละครั้งตามลำดับ เมื่อทำการทดลองและทดสอบนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้ดำเนินการตรวจแบบทดสอบโดยให้คะแนนนักศึกษาที่ตอบถูกข้อละ ๑ คะแนน ข้อที่ตอบผิดและไม่ตอบได้ ๐ ข้อทดสอบที่ใช้ในครั้งนี้มี ๕ ชุด ดังนี้

ชุดที่ ๑ เรื่อง การพังทลายและการตกตะกอนของดิน มี ๒๐ ข้อ คะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน ให้เวลาทำตอบ ๑๒ นาที

ชุดที่ ๒ เรื่อง พลังงานอะตอม มี ๒๐ ข้อ คะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน ให้เวลาทำตอบ ๑๒ นาที

ชุดที่ ๓ เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช มี ๒๐ ข้อ คะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน ให้เวลาทำตอบ ๑๒ นาที

ชุดที่ ๔ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ มี ๒๕ ข้อ คะแนนเต็ม ๒๕ คะแนน ให้เวลาทำตอบ ๑๕ นาที

ชุดที่ ๕ เรื่อง เครื่องยนต์สี่จังหวะ มี ๒๕ ข้อ คะแนนเต็ม ๒๕ คะแนน ให้เวลาทำตอบ ๑๕ นาที

การจัดกระทำข้อมูล

๑. การทดลองสอนเรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยตามที่ปรากฏรายละเอียดในตาราง ๔

ตาราง ๔ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบ
เรื่องการฟังทะลายและการตกตะกอนของดิน

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๔๕๕๖	๑๔.๕๐๐๐
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๓๖๔๐	๑๒.๖๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๔๒๓๓	๑๒.๖๐๐๐

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของ
กลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่อง การฟังทะลายและการตกตะกอนของดิน ดังแสดงผล
การวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๕

ตาราง ๕ แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษา ระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการเรียนเรื่องการฟังทะลายและ
การตกตะกอนของดิน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๔.๕๐๐๐	๑.๙๐๐๐	๐.๖๓๕๔	๒.๘๑๓๑	.๐๑
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๒.๖๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๔.๕๐๐๐	๑.๙๐๐๐	๐.๖๓๓๖	๒.๘๓๕๔	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๒.๖๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๒.๖๐๐๐	๐.๐๐๐๐	๐.๓๒๑๓	๐.๐๐๐๐	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๒.๖๐๐๐				

จากตาราง ๕ แสดงให้เห็นว่า

๑. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มทดลอง ข. ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่สอนตามปกติ

๒. การทดลองสอนเรื่องพลังงานอะตอม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยตามที่ปรากฏรายละเอียดในตาราง ๖

ตาราง ๖ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบ
เรื่อง พลังงานอะตอม

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๕๔๔๐	๑๓.๔๓๓๓
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๒๗๕๔	๑๓.๗๓๓๓
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑.๘๘๒๘	๑๓.๔๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของ
กลุ่มตัวอย่างในการเรียนเรื่องพลังงานอะตอม ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ใน

ตาราง ๗

ตาราง ๗ แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการเรียนเรื่องพลังงานอะตอม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๓.๔๖๓๓	๐.๒๐๐๐	๐.๖๓๐๔	๐.๓๑๗๒	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๓.๗๓๓๓				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๓.๔๓๓๓	๐.๔๖๖๗	๐.๕๘๖๒	๐.๗๙๖๑	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๓.๔๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๓.๗๓๓๓	๐.๒๖๖๗	๐.๕๔๐๘	๐.๕๔๓๐	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๓.๔๖๖๖				

จากตาราง ๘ แสดงให้เห็นว่า

๑. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. การทดลองสอนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ตามที่ปรากฏรายละเอียดในตาราง ๔

ตาราง ๔ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๑๕๐๘	๑๓.๘๐๐๐
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๒๓๐๘	๑๒.๑๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๒๒๖๒	๑๑.๖๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในการเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๕

ตาราง ๕ แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษา
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการเรียนเรื่อง
การสังเคราะห์แสงของพืช

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๓.๘๐๐๐	๑.๙๐๐๐	๐.๕๙๑๐	๒.๘๙๓๒	.๐๑
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๒.๑๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๓.๘๐๐๐	๒.๑๓๓๔	๐.๕๖๕๑	๓.๓๙๕๒	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๑.๖๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๒.๑๐๐๐	๐.๔๓๓๔	๐.๕๘๐๕	๐.๙๖๖๕	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๑.๖๖๖๖				

จากตาราง ๕ แสดงให้เห็นว่า

๑. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มทดลอง ข. ดังนั้น จึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้อนุภาพโปรแกรมส่งเสริมชีวิตที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้อนุภาพโปรแกรมส่งเสริมชีวิตที่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๔. การทดลองสอนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ตามที่ปรากฏรายละเอียดในตาราง ๑๐

ตาราง ๑๐ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผล การทดสอบเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๔๙๒๔	๑๘.๔๓๓๓
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๑๖๕๕	๑๘.๓๓๓๓
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๘๖๗๖	๑๘.๖๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง ๑๑

ตาราง ๑๑ แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๔.๔๓๓๓	๐.๑๐๐๐	๐.๖๐๐๐	๐.๑๖๖๖	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๔.๓๓๓๓				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๔.๔๓๓๓	๐.๗๖๖๗	๐.๖๔๖๒	๑.๑๐๔๒	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๔.๖๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๔.๓๓๓๓	๐.๖๖๖๗	๐.๖๕๖๐	๑.๐๑๖๓	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๔.๖๖๖๖				

จากตาราง ๑๑ แสดงให้เห็นว่า

๑. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่า ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มนักศึกษาคณะพยาบาลที่โรงเรียนพยาบาลโปรงแสงชนิกที่เคลื่อนไหว เทียบกับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของกลุ่มที่โรงเรียนพยาบาลโปรงแสงชนิกที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่า ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้อยู่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่า ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้อยู่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้ของนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติ

๕. การทดลองสอนเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ตามที่ปรากฏรายละเอียดในตาราง ๑๒

ตาราง ๑๒ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๒๔๐๕	๑๔.๕๖๖๖
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๙๓๔๓	๑๙.๓๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๙๖๔๔	๑๖.๘๐๐๐

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในการเรียนเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๑๓

ตาราง ๑๓ แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนเรื่อง เครื่องยนต์สี่จังหวะ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๔.๕๖๖๖	๑.๒๖๖๖	๐.๖๕๑๒	๑.๔๔๕๐	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๓.๓๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๔.๕๖๖๖	๑.๓๖๖๖	๐.๖๕๖๐	๒.๖๔๒๘	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๖.๘๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๓.๓๐๐๐	๐.๕๐๐๐	๐.๓๑๐๔	๐.๘๓๔๘	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๖.๘๐๐๐				

จากตาราง ๑๓ แสดงให้เห็นว่า

๑. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่า ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสง ชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่า ปริมาณการเรียนรู้ของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว เทากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

สรุปผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

หลังจากการทดลองสอนได้เสร็จสิ้นลงทุกเรื่องแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาคะแนนทั้งหมดของนักศึกษาที่สอบได้ของกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุมมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ตามที่ปรากฏรายละเอียดในตาราง ๑๔

ตาราง ๑๔ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผล
การทดสอบในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๓.๑๐๓๓	๘๐.๒๓๓๓
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๓.๕๐๓๘	๗๕.๐๖๖๖
กลุ่มควบคุม	๓๐	๕.๓๓๒๓	๗๓.๒๐๐๐

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนน
เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ดังแสดงผลการ
วิเคราะห์ไว้ในตาราง ๑๕

ตาราง ๑๕ แสดงความแตกต่างของปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๐.๒๓๓๓	๕.๑๖๖๗	๑.๙๔๑๑	๒.๖๖๑๗	.๐๑
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๗๕.๐๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๐.๒๓๓๓	๗.๐๓๓๓	๒.๑๔๑๗	๓.๒๔๓๔	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๗๓.๒๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๗๕.๐๖๖๖	๑.๘๖๖๖	๒.๒๓๓๒	๐.๘๓๕๔	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๗๓.๒๐๐๐				

จากตาราง ๑๕ แสดงให้เห็นว่า

๑. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มทดลอง ข. ดังนั้น จึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชานักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติ

ดังนั้น ผลการวิเคราะห์การทดลองครั้งนี้ จึงไม่ยอมรับสมมุติฐานที่คาดหวังไว้ว่า ปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาที่เรียนจากการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างไปจากปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษาที่เรียนจากการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำ (Retention)

หลังจากเว้นระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ข้อทดสอบชุดเดิม แต่นำมาเรียงลำดับข้อเสียใหม่ในแต่ละชุด เพื่อวิเคราะห์ผลเกี่ยวกับความคงอยู่ในการจำ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ความคงอยู่ในการจำแต่ละครั้งของการทดลองตามลำดับ

๑. การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยดังปรากฏรายละเอียดในตาราง ๑๖

ตาราง ๑๖ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากผล
การทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่อง
การพังทะลายและการตกตะกอนของดิน

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๒๕๓๑	๑๒.๓๐๐๐
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๓.๐๓๐๓	๑๐.๕๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๐๘๘๕	๘.๘๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนน
เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๑๗

ตาราง ๑๓ แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลัง จากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องการพังทะลายและ การตกตะกอนของดิน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๒.๓๐๐๐	๑.๘๐๐๐	๐.๖๘๔๔	๒.๖๑๐๘	.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๐.๕๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๒.๓๐๐๐	๒.๓๓๓๔	๐.๕๖๐๘	๔.๑๖๐๐	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๙.๙๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๐.๕๐๐๐	๐.๕๓๓๔	๐.๖๗๒๐	๐.๗๘๓๗	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๙.๙๖๖๖				

จากตาราง ๑๓ แสดงให้เห็นว่า

๑. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มทดลอง ข. ดังนั้นจึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิกที่เคลื่อนไหวมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิกที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

เมื่อนำผลการทดสอบที่ภายหลังเสร็จการทดลองกับผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ของผลการเรียนเรื่องการพังทะลายและการตกตะกอนของดินมาเปรียบเทียบกัน ก็คิดเป็นร้อยละ (Percent) (คู่มือวิเคราะห์ในภาคผนวก ก.) ของนักศึกษาแต่ละคน แล้วผู้วิจัยใช้ $t - test$ วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๑๔

ตาราง ๑๘ แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการเรียนเรื่องการพังทะลายและ
การตกตะกอนของดิน เมื่อฝึกคะแนนเป็นร้อยละ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๕.๖๔๔๑	๑๕.๓๓๓๑	๓.๕๒๓๓	๑.๖๓๓๓	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๓.๐๔๓๑	๑๕.๖๓๕๑			
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๕.๖๔๔๑	๑๕.๓๓๓๑	๓.๕๐๕๓	๑.๒๔๓๓	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๐.๘๑๒๖	๑๕.๔๖๖๑			
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๓.๐๔๓๑	๑๕.๖๓๕๑	๔.๐๑๕๒	๐.๕๕๖๕	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๐.๘๑๒๖	๑๕.๔๖๖๑			

จากตาราง ๑๘ แสดงให้เห็นว่า

๑. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน

๒. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๓. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๒. การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องพลังงานอะตอม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏรายละเอียดในตาราง ๑๕

ตาราง ๑๕ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่อง พลังงานอะตอม

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๓.๒๑๑๘	๑๑.๘๖๖๖
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๓๓๓๒	๑๑.๙๓๓๓
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๙๙๔๒	๑๑.๔๓๓๓

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๒๐

ตาราง ๒๐ แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลัง
จากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องพลังงานอะตอม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	p
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๑.๘๖๖๖	๐.๑๓๓๓	๐.๙๒๕๑	๐.๑๔๓๔	> .๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๑.๙๓๓๓				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๑.๘๖๖๖	๐.๔๓๓๓	๐.๙๔๔๑	๐.๕๔๒๒	> .๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๑.๔๓๓๓				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๑.๙๓๓๓	๐.๓๐๐๐	๐.๖๔๐๕	๐.๔๓๔๔	> .๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๑.๖๓๓๓				

จากตาราง ๒๐ แสดงให้เห็นว่า

๑. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว เท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว เท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว เท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

เมื่อนำผลการทดสอบทันทีภายหลังเสร็จการทดลองกับผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของผลการเรียนเรื่องพลังงานอะตอมมาเปรียบเทียบกัน คิดค่าเป็นร้อยละของนักศึกษาแต่ละคน แล้วผู้วิจัยใช้ $t - test$ วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จึงแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๒๑

ตาราง ๒๑ แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่องพลังงานอะตอม
เมื่อกิดคะแนนเป็นร้อยละ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๘.๓๒๐๑	๒๕.๑๘๑๕	๕.๔๔๕๔	๐.๕๗๕๑	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๖.๑๘๘๓	๑๕.๘๖๗๗			
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๘.๓๒๐๑	๒๕.๑๘๑๕	๕.๗๕๕๔	๐.๘๒๒๕	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๔.๕๖๒๖	๑๘.๙๕๕๒			
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๖.๑๘๘๓	๑๕.๘๖๗๗	๔.๕๒๔๔	๐.๓๕๙๒	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๔.๕๖๒๖	๑๘.๙๕๕๒			

จากตาราง ๒๑ แสดงให้เห็นว่า

๑. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน

๒. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ใน

การจำของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๓. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๓. การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏรายละเอียดในตาราง ๒๒

ตาราง ๒๒ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๕๐๗๘	๑๒.๖๖๖๖
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๘๔๑๐	๑๐.๘๖๖๖
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒.๒๕๔๒	๑๐.๓๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบ ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๒๓

ตาราง ๒๓ แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๒.๖๖๖๖	๑.๘๐๐๐	๐.๓๐๕๖	๒.๕๕๑๐	.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๐.๘๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๒.๖๖๖๖	๒.๓๐๐๐	๐.๖๑๖๑	๓.๓๓๓๑	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๐.๓๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๐.๘๖๖๖	๐.๕๐๐๐	๐.๖๓๖๔	๐.๓๓๘๖	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๐.๓๖๖๖				

จากตาราง ๒๓ แสดงให้เห็นว่า

๑. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มทดลอง ข. ดังนั้น จึง

แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงที่เคลื่อนไหวมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ทาคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ทาคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

เมื่อนำผลการทดสอบทันทีภายหลังเสร็จการทดลองกับผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ของผลการเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืชมาเปรียบเทียบกัน คิดค่าเป็นร้อยละของนักศึกษาแต่ละคน แล้วผู้วิจัยใช้ $t - test$ วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างทาคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จึงแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๒๔

ตาราง ๒๔ แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสง
ของพืช เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๓.๐๓๒๔	๑๘.๒๓๘๗	๖.๑๖๘๔	๐.๒๒๔๔	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๑.๖๑๔๗	๒๗.๗๗๒๘			
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๓.๐๓๒๔	๑๘.๒๓๘๗	๔.๘๖๐๔	๐.๔๘๗๘	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๐.๕๖๒๖	๑๘.๑๘๓๔			
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๑.๖๑๔๗	๒๗.๗๗๒๘	๔.๐๑๕๒	๐.๕๕๖๕	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๐.๕๖๒๖	๑๘.๑๘๓๔			

จากตาราง ๒๔ แสดงให้เห็นว่า

๑. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน

๒. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่า ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๓. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว และนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๔. การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏรายละเอียดในตาราง ๒๕

ตาราง ๒๕ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๕๒๓๒	๑๙.๓๖๖๖
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๒.๕๘๑๘	๑๙.๐๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๓.๑๙๒๑	๑๖.๘๓๓๓

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๒๖

ตาราง ๒๖ แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลัง จากที่ทั้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของ มนุษย์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๗.๓๖๖๖	๐.๓๖๖๖	๐.๖๕๔๐	๐.๕๕๖๒	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๗.๐๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๗.๓๖๖๖	๐.๔๓๓๓	๐.๗๔๐๐	๐.๕๘๕๕	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๖.๘๓๓๓				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๗.๐๐๐๐	๐.๐๖๖๗	๐.๗๔๖๗	๐.๐๘๘๓	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๖.๘๓๓๓				

จากตาราง ๒๖ แสดงให้เห็นว่า

๑. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ ในทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับ ผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่ เคลื่อนไหว

๒. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้อนุภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้อนุภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

เมื่อนำผลการทดสอบทันทีภายหลังเสร็จการทดลองกับผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ของผลการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์มาเปรียบเทียบกัน คิดค่าเป็นร้อยละของนักศึกษาแต่ละคน แล้วผู้วิจัยใช้ $t - test$ วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๒๗

ตาราง ๒๗ แสดงความแตกต่าง ของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของ
มนุษย์ เมื่อฝึกคะแนนเป็นร้อยละ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๐.๑๖๒๕	๑๓.๘๔๑๘	๓.๐๖๓๓	๐.๓๑๕๘	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๓.๘๖๖๔	๘.๕๒๒๐			
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๐.๑๖๒๕	๑๓.๘๔๑๘	๓.๕๑๔๘	๐.๒๖๔๖	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๑.๐๘๒๘	๑๓.๓๘๐๓			
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๓.๘๖๖๔	๘.๕๒๒๐	๒.๘๘๘๓	๑.๐๔๒๓	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๑.๐๘๒๘	๑๓.๓๘๐๓			

จากตาราง ๒๗ แสดงให้เห็นว่า

๑. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน

๒. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๓. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวและนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๕. การวิเคราะห์ผลความคงอยู่ในการจำเรื่องเครื่องบินตีสี่จังหวัด
ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏรายละเอียดในตาราง ๒๔

ตาราง ๒๔ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ เรื่องเครื่องบินตีสี่จังหวัด

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๒.๘๒๕๐	๑๖.๓๓๓๓
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๓.๑๐๐๐	๑๕.๓๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๓.๒๕๕๒	๑๕.๐๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๕

ตาราง ๕ แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลังที่ทั้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่อง เครื่องยนต์สี่จังหวะ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๕.๓๓๓๓	๑.๐๓๓๓	๐.๓๓๘๑	๑.๓๒๗๙	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๕.๓๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๑๖.๓๓๓๓	๑.๒๖๖๗	๐.๓๘๘๘	๑.๕๘๕๕	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๕.๐๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๑๕.๓๐๐๐	๐.๒๓๓๔	๐.๘๒๐๖	๐.๒๘๔๔	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๕.๐๖๖๖				

จากตาราง ๕ แสดงให้เห็นว่า

๑. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติ

เมื่อนำผลการทดสอบทันทีภายหลัง เสร็จการทดลองกับผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ของผลการเรียนเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ มาเปรียบเทียบกัน คิดค่าเป็นร้อยละของนักศึกษาแต่ละคน แล้วผู้วิจัยใช้ $t - test$ วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๓๐

ตาราง ๓๐ แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนเรื่อง เครื่องยนต์สี่จังหวะ
เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๓.๘๓๙๙	๑๐.๕๘๓๓	๒.๘๕๐๘	๐.๒๐๕๓	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๘.๖๖๕๕	๑๑.๔๔๑๓			
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๓.๘๓๙๙	๑๐.๕๘๓๓	๓.๙๒๕๕	๐.๖๖๔๓	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๙๐.๔๔๓๙	๑๘.๓๑๕๙			
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๘.๖๖๕๕	๑๑.๔๔๑๓	๔.๐๐๘๘	๐.๕๐๔๔	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๙๐.๔๔๓๙	๑๘.๓๑๕๙			

จากตาราง ๓๐ แสดงให้เห็นว่า

๑. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน

๒. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่

สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

๓. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวและนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิเคราะห์ความคงอยู่ในการจำในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาทุกตัวอย่างในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏรายละเอียดในตาราง ๓๑

ตาราง ๓๑ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทุกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบภายหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	N	S.D.	$\bar{X}$
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๓.๕๖๘๘	๓๐.๕๓๓๓
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๔.๓๕๔๐	๒๕.๔๐๐๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๔.๘๕๓๔	๒๓.๓๖๖๖

ผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๓๒

ตาราง ๓๒ แสดงความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบภายหลัง
จากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ ของนักศึกษาระหว่างกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๗๐.๕๓๓๓	๕.๑๓๓๓	๒.๒๔๓๖	๒.๒๔๓๖	.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๖๕.๔๐๐๐				
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๗๐.๕๓๓๓	๖.๗๖๖๗	๒.๑๑๔๗	๓.๑๙๔๘	.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๖๓.๗๖๖๖				
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๖๕.๔๐๐๐	๑.๖๓๓๔	๒.๕๐๕๗	๐.๖๗๘๘	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๖๓.๗๖๖๖				

จากตาราง ๓๒ แสดงให้เห็นว่า

๑. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕ และเนื่อง
จากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มทดลอง ข. ดังนั้น จึง
แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่
เคลื่อนไหวมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสง
ชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

๒. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ และเนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติ

๓. ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่ากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติ

เมื่อนำผลการทดสอบหลังเรียนที่ภายหลังเสร็จการทดลองกับผลการทดสอบภายหลังที่ทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ของผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปมาเปรียบเทียบกัน คิดค่าเป็นร้อยละของคะแนนของนักศึกษาแต่ละคน แล้วผู้วิจัยใช้ t - test วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง ๓๓

ตาราง ๓๓ แสดงความแตกต่างของความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
เมื่อคิดคะแนนเป็นร้อยละ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	S_E	t	P
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๙.๙๙๐๓	๕.๘๒๘๘	๑.๖๐๙๒	๐.๔๙๘๓	>.๐๕
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๙.๒๐๑๒	๖.๕๙๖๘			
กลุ่มทดลอง ก.	๓๐	๘๙.๙๙๐๓	๕.๘๒๘๘	๑.๙๑๒๐	๐.๓๙๓๓	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๙.๒๙๖๙	๗.๓๔๕๓			
กลุ่มทดลอง ข.	๓๐	๘๙.๒๐๑๒	๖.๕๙๖๘	๑.๘๐๒๕	๐.๐๕๒๘	>.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๘๙.๒๙๖๙	๗.๓๔๕๓			

จากตาราง ๓๓ แสดงให้เห็นว่า

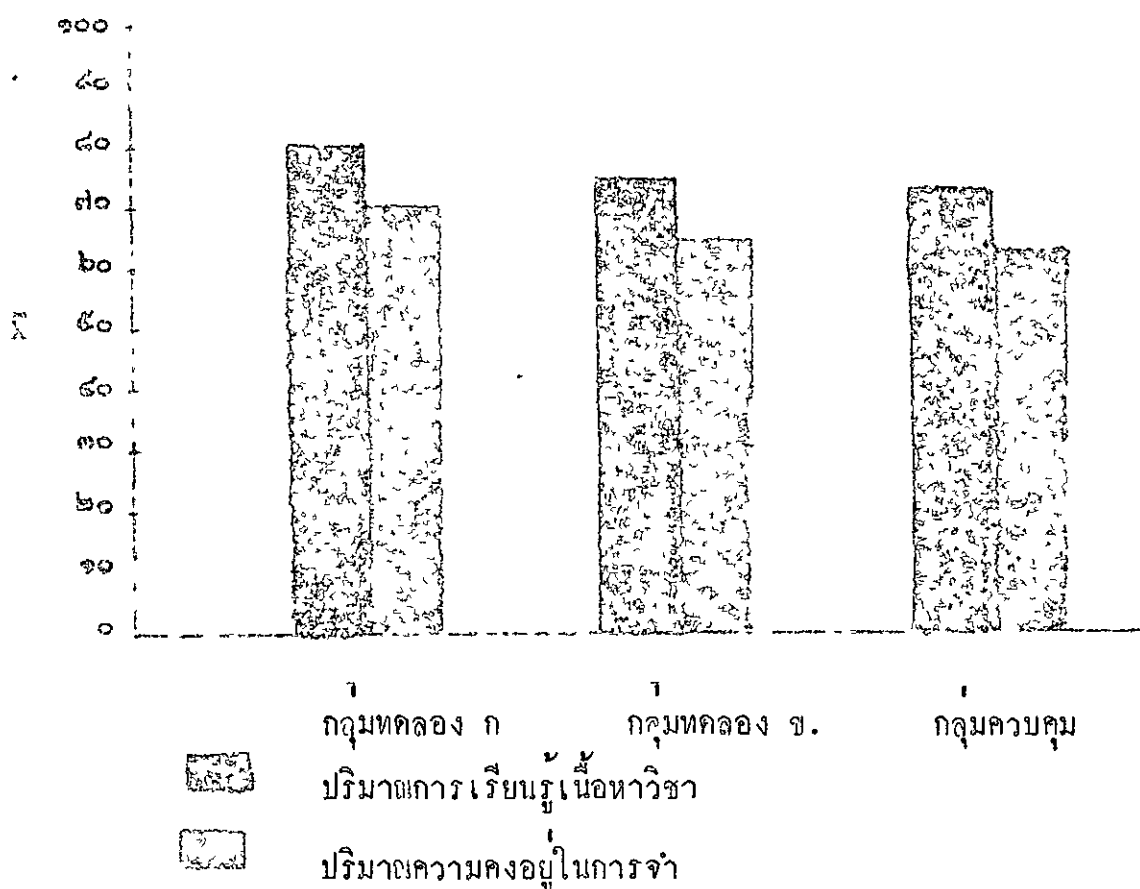
๑. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มทดลอง ข. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน

๒. ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มทดลอง ก. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและนักศึกษากลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ข. กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงแสดงว่าความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มที่เฝ้าแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวและนักศึกษาในกลุ่มที่สอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

เพื่อนำปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชา กับ ปริมาณความคงอยู่ในการจำของ นักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงรายละเอียดในแผนภาพ

แผนภาพ ๑ เปรียบเทียบปริมาณการเรียนรู้เนื้อหาวิชา กับ ปริมาณความคงอยู่ในการจำของ นักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป



อภิปรายผลและขอเสนอแนะ

การอภิปรายผล

ในการศึกษาทดลองผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากการใช้แผนภาพ
โปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และแผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่อง
ฉายวัสดุโปรงแสง สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้นประกาศนียบัตร
วิชาการศึกษา นั้น ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยา
ศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียนจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว
ไม่แตกต่างไปจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว จากผล
การทดลองปรากฏว่า ไม่เป็นที่ยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ การใช้แผนภาพ
โปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการใช้แผนภาพโปรงแสง
ชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .๐๑ ซึ่งแสดงว่าการใช้แผนภาพ
โปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวให้ผลดีกว่าการใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว
อย่างเชื่อมั่นได้ ๘๘ เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติบางประการของ
แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว กล่าวคือ แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว
สามารถเสนอภาพที่แสดงในเรื่องที่เกี่ยวกับการไหล การเคลื่อนที่เป็นวงจร
การหมุน และการสั่น^๑ ทำให้บทเรียนใกล้เคียงความเป็นจริงได้มากที่สุด ผู้เรียน
สามารถเข้าใจในขบวนการหรือลำดับขั้นของเนื้อหาบทเรียนได้ เนื่องจากคุณสมบัติ
พิเศษบางประการของแผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวดังกล่าวนี้ จึงทำให้

^๑Herbert E. Scuorzo, The Practical Audio-Visual Hand-
book For Techers, p. 67.

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว สำหรับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา

การสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไวนั้น ผู้วิจัยใช้แผนภาพโปร่งแสงซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว ดังนั้นภาพที่ปรากฏบนจอจึงมีลักษณะ รูปร่าง สี สัน เหมือนกันกับภาพที่เกิดจากแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว จะแตกต่างกันอยู่ที่ภาพจากแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไวนั้น เคลื่อนไหวได้โดยใช้โพลารตรอน อะแดปเตอร์ (Polartron adapter) ใสลงระหว่างแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับส่วนหัวของเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง ดังนั้น จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่เกิดขึ้นระหว่างนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวยกับนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไวนั้น ที่จริงเป็นความแตกต่างระหว่างลักษณะของภาพที่ปรากฏออกมานั้นเอง เพราะว่าคุณสมบัติของภาพทั้งสองชนิดนั้นเป็นชนิดเดียวกัน ถ้าเรายอมรับว่าแผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้แตกต่างกันตรงที่แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวให้ภาพชนิดที่เคลื่อนไหวได้ กับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวให้ภาพนิ่ง นั่นคือเป็นการเปรียบเทียบภาพที่เคลื่อนไหวยกับภาพนิ่งที่ได้มาจากสื่อชนิดเดียวกันนั่นเอง ถ้าเรายอมรับความแตกต่างของลักษณะของสื่อชนิดเดียวกันเช่นนี้ ก็อาจจะสรุปได้อีกอย่างหนึ่งว่า ภาพที่เคลื่อนไหวจะให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาได้สูงกว่าภาพนิ่ง และผลการทดลอง เช่นนี้สนับสนุนผลการทดลองเกี่ยวกับการเรียนรู้ข้อความจริงจาก

การใช้ภาพยนตร์และฟิล์มสทริพวิธีต่าง ๆ ของ ลัดดา ชาญณรงค์^๑ ที่ว่าการสอนโดยใช้ภาพยนตร์ให้ผลการเรียนรู้ได้มากกว่าการสอนโดยใช้ฟิล์มสทริพ ในการเรียนรู้ขอความจริงเรื่องแผนร้ายฆ่าตัวตาย ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากภาพที่ได้จากสื่อสองชนิดคือ ภาพที่ได้จากภาพยนตร์ซึ่งเป็นภาพที่เคลื่อนไหว และภาพที่ได้จากฟิล์มสทริพซึ่งเป็นภาพนิ่งนั่นเอง

ในการศึกษาเกี่ยวกับผลความคงอยู่ในการจำระหว่างการสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่าการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียนจากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวมีความคงอยู่ในการจำเท่ากับการสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวจากผลการทดลองปรากฏว่ายอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ ความคงอยู่ในการจำ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ทิ้งไว้หลังจากการทดสอบภายหลังการเรียนเสร็จทันที แล้วจึงมาทดสอบอีกครั้งหนึ่ง จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบภายหลังการทิ้งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์จะลดลงเป็นอัตราส่วนเท่า ๆ กันในการทดลองทุกครั้งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบทันทีภายหลังเสร็จการทดลอง ดังนั้น เว้นแต่คะแนนการทดสอบครั้งหลังมาคิดค่าเป็นร้อยละจากคะแนนการทดสอบครั้งแรก แล้วนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทดสอบความคงอยู่ในการจำโดยใช้ $t - test$ ผลที่ได้ออกมาของการทดลองทุกครั้งจึงไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่านักศึกษาในกลุ่มทดลอง

^๑ ลัดดา ชาญณรงค์, การทดลองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ขอความจริง (Factual Learning) จากการใช้ภาพยนตร์ และฟิล์มสทริพวิธีต่าง ๆ ของนิสิตชั้นปีที่หนึ่งวิทยาลัยวิชาการศึกษาบางแสน ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต หน้าที่ ๒๒.

ทั้ง ๓ กลุ่มนั้น มีความคงอยู่ในการจำเท่า ๆ กันเมื่อคิดเป็นร้อยละ อีกประการหนึ่ง ที่ทำให้ความคงอยู่ในการจำเท่า ๆ กันนั้นอาจเกิดจากตัวแผนภาพโปร่งแสงเอง เพราะเนื่องจากว่าแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวต่างก็เป็นแผนภาพโปร่งแสงชนิดเดียวกัน จะต่างกันอยู่ที่ลักษณะของภาพที่เคลื่อนไหวได้กับภาพนิ่งเท่านั้น ภาพที่เคลื่อนไหวจากแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว อาจไม่มีผลทำให้ความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป แตกต่างไปจากความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจากภาพนิ่งที่เกิดจากแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ดังนั้น จึงอาจสรุปได้อีกอย่างหนึ่งว่า ภาพที่เคลื่อนไหวมีผลทำให้ความคงอยู่ในการจำแตกต่างไปจากภาพนิ่ง (อันเกิดจากเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง) นั่นคือทั้งภาพที่เคลื่อนไหวและภาพนิ่ง (อันเกิดจากเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง) จะส่งผลให้ความคงอยู่ในการจำเท่ากัน ซึ่งผลการทดลองเช่นนี้สนับสนุนผลการทดลองของ จอห์นสัน^๑ ที่ว่า ภาพยนตร์และฟิล์มสตริฟิให้ผลไม่แตกต่างกันในด้านการคงอยู่ในการจำในวิชาเรขาคณิต นอกจากนี้ผลการทดลองนี้ยังสนับสนุนผลการทดลองของ คูเปอร์^๒ ที่ว่า ปริมาณความคงอยู่ในการจำของนักเรียนที่สอนด้วยแผนภาพโปร่งแสงไม่แตกต่างไปจากปริมาณความคงอยู่ในการจำของนักเรียนที่สอนตามปกติ

^๑ D.A. Johnson, "An experimental study of the effectiveness of films and filmstrips in teaching geometry," The Journal of Education Research, Vol. 17 : 363 - 372, 1946.

^๒ Jerry Alen Cooper, "The Effect of Teacher - Prepared Transparencies on Achievement and Retention in a Unit on Credit in A General Business Class," Dissertation Abstracts, Vol. 30, 10 : 4136 - A, April, 1970.

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบภายหลังที่
 หนึ่งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์แล้วจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจะแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม
 ตัวอย่างทั้ง ๓ กลุ่ม และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบ
 ทันทีภายหลังเสร็จการทดลองจะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบครั้งหลัง
 นี้ลดลงเป็นอัตราส่วนเท่า ๆ กันทั้ง ๓ กลุ่มตัวอย่างและยังคงแตกต่างกันเช่นเดียว
 กับการทดสอบครั้งแรกด้วย ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาทุกกลุ่มตัวอย่าง
 ทั้ง ๓ กลุ่มที่วิเคราะห์ในครั้งหลังนี้จึงยังคงแตกต่างกันอยู่เช่นเดียวกับการวิเคราะห์
 ผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนของนักศึกษาทุกกลุ่มตัวอย่างในครั้งแรก และเนื่องจาก
 อัตราส่วนของการลดลงของคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบครั้งหลังนี้เท่า ๆ กัน
 ทั้ง ๓ กลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นเมื่อนำผลการทดสอบภายหลังจากที่หนึ่งระยะเวลาไว้
 ๒ สัปดาห์ มาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบทันทีภายหลังเสร็จการทดลอง โดยคิด
 คะแนนเป็นร้อยละ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ $t - test$ เพื่อหาความคงอยู่
 ในการจำ จึงทำให้ผลความคงอยู่ในการจำของนักศึกษาทุกกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่าง
 กัน ถึงแม้ว่าความคงอยู่ในการจำจะไม่แตกต่างกันก็ตาม แต่คะแนนเฉลี่ยของ
 ผลการทดสอบภายหลังจากที่หนึ่งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์ก็ยังคงแตกต่างกันอยู่
 เช่นเดียวกับการทดสอบทันทีภายหลังเสร็จการทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอุปกรณ
 การสอนที่ใช้ส่งผลในการเรียนรู้ได้ดีกว่ากัน นั่นคือการใช้แผนภาพโปร่งแสง
 ชนิดที่เคลื่อนไหว จะส่งผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้ดีกว่า
 แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ดังนั้น เมื่อต้องการให้นักศึกษาเรียนรู้เนื้อ
 หาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุดจึงควรใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว
 เพราะแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวจะส่งผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา
 ได้ดีกว่าแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบทันทีภาย
 หลังเสร็จการทดลองหรือการทดสอบภายหลังที่หนึ่งระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์แล้วก็ตาม

สำหรับการพิจารณาถึงแผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้จะให้แทนกันได้หรือไม่
 สำหรับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากผลการทดลองปรากฏว่า

การใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวทำให้นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากการใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว สำหรับการทดลองแต่ละครั้งใน บางเนื้อเรื่อง ปรากฏว่า ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั่วไปบางเนื้อเรื่อง ไม่ว่าจะใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดใด ต่างก็ให้ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนรู้เนื้อหาวิชาได้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแผนภาพโปรงแสงทั้งสอง ชนิดนี้มีลักษณะเนื้อหาแบบเดียวกัน จะแตกต่างกันอยู่ที่ลักษณะของภาพที่ปรากฏออกมา เป็นภาพที่เคลื่อนไหวกับภาพนิ่งเท่านั้น ภาพที่เคลื่อนไหวอาจไม่มีผลทำให้การเรียนรู้ เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปแตกต่างไปจากการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไปจากภาพนิ่งหรืออีกประการหนึ่ง ภาพที่เคลื่อนไหวอันเกิดจากแผนภาพ โปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวไม่ดึงดูดความสนใจหรือทำให้ความตั้งใจของผู้เรียนเพิ่มมาก ขึ้น ผู้เรียนอาจจะสนใจภาพที่เกิดจากแผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวเท่า ๆ กับ ภาพที่เกิดจากแผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงไม่ แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อสรุปผลการทดลองทุกครั้งแล้วปรากฏว่า การใช้แผนภาพ โปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สูงกว่าการใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ดังนั้น การเรียนรู้เนื้อหาวิชาใน วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเราจึงสรุปไม่ได้ว่าแผนภาพโปรงแสงทั้งสองชนิดนี้ใช้แทนกันได้ แต่สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปบางเนื้อเรื่อง อาจใช้แผนภาพโปรงแสงทั้งสอง ชนิดนี้แทนกันได้บ้าง เพราะว่าการทดลองบางครั้งแสดงให้เห็นว่า แผนภาพโปรงแสง ทั้งสองชนิดนี้ต่างก็ให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้ ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นก็น่าจะนำเอาแผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวมาใช้แทน แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลการทดลอง ทุกครั้งแล้ว ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการสอนของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพ โปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แผนภาพโปรงแสง ชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวและ

แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวไม่สามารถใช้แทนกันได้ สำหรับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป การใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้สูงกว่าการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว และแผนภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้ไม่สามารถที่จะใช้แทนกันได้ ส่วนความคงอยู่ในการจำระหว่างการใช้อนุภาพโปร่งแสงทั้งสองชนิดนี้ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของการทดลองทุกครั้งแล้ว จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาได้ดีที่สุด ควรใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว

ข้อเสนอแนะ

๑. ข้อเสนอแนะทั่วไป

๑.๑ ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปโดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับขบวนการ เรื่องที่ต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น และเรื่องที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน ครูผู้สอนควรใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวประกอบการสอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว และการสอนตามปกติ

๑.๒ ครูผู้สอนควรจะทดลองทำแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวขึ้นใช้เองในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ทั้งนี้จะทำให้การใช้แผนภาพโปร่งแสงได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และเป็นการสนับสนุนให้ครูผู้สอนทำอุปกรณ์การสอนใช้เองอีกด้วย

๑.๓ ควรจะได้มีการให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ การทำ การเก็บ รักษา แผนภาพโปร่งแสง และเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงประกอบการสอนแก่ครู โดย อาจจะเชิญวิทยากรด้านโสตทัศนศึกษามาดูแบบและให้คำปรึกษาแนะนำได้

๑.๔ ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องในการบริหารการศึกษา ควรได้ให้การสนับสนุนและส่งเสริมการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว โดยการจัดหาหรือแนะนำให้ครูผู้สอนจัดทำแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวขึ้นใช้ ตลอดจนการจัดซื้อเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงมาใช้ให้เพียงพอกับความต้องการของครูผู้สอนด้วย

๒. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

๒.๑ ควรได้มีการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชา จากการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวในวิชาต่าง ๆ กับกลุ่มตัวอย่างทุกระดับการศึกษา และใช้เวลาในการทดลองให้นานพอสมควร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องแน่นอนชัดเจนมากที่สุด

๒.๒ ควรได้มีการวิจัยถึงแบบและสีของแผนภาพโปร่งแสงชนิดต่าง ๆ ว่ามีผลต่อการเรียนรู้ หรือไม่ และมากน้อยเพียงไร

๒.๓ ควรได้มีการวิจัยเปรียบเทียบทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ว่าแตกต่างกันหรือไม่ และแตกต่างกันไปจากเดิมหรือไม่ มากน้อยเพียงไร

๒.๔ ควรได้มีการวิจัยเกี่ยวกับระยะเวลาที่ทิ้งไว้ใน การทดสอบ ความคงอยู่ในการจำจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว , โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ทิ้งไว้ เพื่อเป็นข้อยืนยันได้แน่นอนถึงผลความคงอยู่ในการจำของผู้เรียน

๒.๕ ควรได้มีการวิจัยเปรียบเทียบคุณค่าของการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวกับอุปกรณ์การสอน หรือเครื่องฉายชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะเคลื่อนไหว เช่น ภาพยนตร์ หรือโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television) เป็นต้น เพื่อศึกษาว่าวิธีสอนแบบใดและการใช้อุปกรณ์การสอนชนิดใด จะช่วยให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้ผลดีที่สุด

บทที่ ๒

บทย่อและสรุปผล

ความมุ่งหมายในการศึกษาทดลอง

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของผู้เรียน จากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและแผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัสดุโปรงแสง สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
๒. เพื่อเปรียบเทียบความคงอยู่ในการจำ (Retention) ของผู้เรียน จากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และแผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัสดุโปรงแสง สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

สมมุติฐานในการศึกษาทดลอง

๑. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียน จากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว ไม่แตกต่างไปจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว
๒. ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของผู้เรียนจากการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว มีความคงอยู่ในการจำ ต่างกับการสอนโดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นลำดับขั้นดังต่อไปนี้

๑. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ของวิทยาลัยครูนครสวรรค์ ประจำปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๔๐ คน แบ่งเป็น ๓ กลุ่ม ๆ ละ ๓๐ คน คือ กลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม การแบ่งกลุ่มใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) และปรับชั้นเรียนให้ความสามารถเฉลี่ยของนักศึกษา ทั้ง ๓ กลุ่มเท่ากัน โดยดูจากคะแนน T - Score ของผลการสอบวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไปในภาคเรียนที่ ๑ ประจำปีการศึกษา ๒๕๑๔ เป็นเกณฑ์ในการ แบ่งกลุ่มให้ทั้ง ๓ กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยของคะแนน T - Score เท่ากัน

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว จำนวน ๕ แผน ซึ่งสามารถใช้เป็นแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวได้ด้วย มีหัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้

- ๒.๑ เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน
- ๒.๒ เรื่องพลังงานอะตอม
- ๒.๓ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช
- ๒.๔ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์
- ๒.๕ เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

๓. การสร้างแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบการเรียนรู้ เนื้อหาวิชา ข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดให้เลือกคำตอบ ซึ่งคลุมรวมเนื้อหาในแต่ละ เรื่องในแผนภาพโปร่งแสงทั้ง ๕ แผน ดังนี้

- ชุดที่ ๑ แบบทดสอบเรื่องการพึ่งพาและการตกตะกอนของดิน
- ชุดที่ ๒ แบบทดสอบเรื่องพลังงานอะตอม
- ชุดที่ ๓ แบบทดสอบเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช
- ชุดที่ ๔ แบบทดสอบเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์
- ชุดที่ ๕ แบบทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

ในแบบทดสอบแต่ละชุดมีข้อสอบจำนวนชุดละ ๓๐ ข้อ

๔. การทดลองใช้แบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง ๕ ชุดไปทดสอบกับนักศึกษาปีที่ ๒ ของวิทยาลัยครูนครสวรรค์ ประจำปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๔๓ คน เมื่อวันที่ ๑๕ - ๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๑๔

๕. การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบทุกข้อโดยใช้วิธีการทางสถิติที่เรียกว่า Item Analysis (High Low 27 Percent Group Method of Item Analysis) หลังจากคัดเลือกข้อทดสอบที่ดีและปรับปรุงข้อทดสอบบางข้อแล้ว ได้ข้อทดสอบที่จะนำไปใช้ในการทดสอบจริงครั้งนี้ ข้อทดสอบชุดที่ ๑ - ๓ จำนวนชุดละ ๒๐ ข้อ ข้อทดสอบชุดที่ ๔ และ ๕ จำนวนชุดละ ๒๕ ข้อ

๖. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง ๕ ชุด ได้ค่าความเชื่อมั่นที่สามารถเชื่อถือได้ และเมื่อนำข้อทดสอบทั้ง ๕ ชุดมารวมกัน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดแล้ว ได้ค่าความเชื่อมั่น ๐.๙๐๕๓

๓. การปฏิบัติการทดลอง

๓.๑ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมห้องเรียน ที่นั่งเรียน และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการสอนด้วยเครื่องฉายวัสดุโปรงแสงให้เรียนร้อยทุกครั้งก่อนทำการสอน

๓.๒ ใช้เวลาในการทดลองทุกครั้ง ๑ ชั่วโมงเท่ากัน หลังจากการสอนจบลงแล้ว ทดสอบทันทีทุกครั้ง

๓.๓ ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองสอนเองทุกครั้ง

๓.๔ วิธีดำเนินการทดลองแบ่งออกได้ดังนี้

๓.๔.๑ กลุ่มทดลอง ก. เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่เคลื่อนไหว ตามเนื้อเรื่องต่อไปนี้ตามลำดับ

ครั้งที่ ๑ เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

ครั้งที่ ๒ เรื่องพลังงานอะตอม

ครั้งที่ ๓ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

ครั้งที่ ๔ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

ครั้งที่ ๕ เรื่องเครื่องยนตส์จิงหวะ

๓.๔.๒ กลุ่มทดลอง ข. เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ตามเนื้อเรื่องต่อไปนี้ตามลำดับ

ครั้งที่ ๑ เรื่องพลังงานอะตอม

ครั้งที่ ๒ เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

ครั้งที่ ๓ เรื่องเครื่องยนตส์จิงหวะ

ครั้งที่ ๔ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

ครั้งที่ ๕ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

๗.๔.๓ กลุ่มควบคุม เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยการ
สอนตามปกติ ตามเนื้อเรื่องต่อไปนี้ตามลำดับ

ครั้งที่ ๑ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

ครั้งที่ ๒ เรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

ครั้งที่ ๓ เรื่องพลังงานอะตอม

ครั้งที่ ๔ เรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

ครั้งที่ ๕ เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

๗.๕ การทดสอบความคงอยู่ในการจำ

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยไม่ได้บอกให้นักศึกษากลุ่ม
ตัวอย่างให้ทราบว่าจะมีการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ผู้วิจัยเว้นระยะเวลาไว้ ๒ สัปดาห์
หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว จึงนำแบบทดสอบชุดเดิมมาเรียงลำดับข้อทดสอบ
เสียใหม่ก่อน แล้วนำไปทำการทดสอบนักศึกษากลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทาง
สถิติด้วยวิธี $t - test$

ผลการทดลอง

๑. นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากการใช้แผนภาพโปรงแสง
ชนิดที่เคลื่อนไหวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป จากการใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น .๐๑

๒. นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจากการใช้แผนภาพโปรงแสง
ชนิดที่เคลื่อนไหวมีความคงอยู่ในการจำเท่ากับนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จากการใช้แผนภาพโปรงแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมสามัญศึกษา, ชุมชนวิชาการ โรงพิมพ์สหกรณ์ขายส่ง พระนคร ๒๕๐๑, ๓๐๖ หน้า.

จรูญ มลิจันทร์, การศึกษาแผนใหม่เบื้องต้น ๑ โรงพิมพ์สามมิตร พระนคร ๒๕๐๑,
๑๒๔ หน้า.

ชวาล แพทย์กุล, เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์วัฒนาพานิช พระนคร ๒๕๐๔, ๔๕๒ หน้า.

ชวรงค์ บัวศรี คร., ทฤษฎีหลักสูตร (ตอนที่ ๒) มงคลการพิมพ์ พระนคร ๒๕๐๔,
๒๑๔ หน้า.

ประสัคดิ์ ตบตีพยากร, "เทคโนโลยีกับการศึกษา" วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ
๒ : ๓๐ - ๔๒, กันยายน ๒๕๑๒.

พิตร ทองชั้น, หลักการวัดผล โรงเรียนช่างพิมพ์เพชรรัตน์ ธนบุรี ๒๕๑๒, ๑๕๓ หน้า.

ลัดดา ชาญณรงค์, การทดลองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ขอความจริง (Factual Learning) จากการใช้ภาพยนตร์และฟิล์มสตรีฟวีซีต่าง ๆ ของนิสิตชั้นปีที่
หนึ่ง วิทยาลัยวิชาการศึกษามบางแสน ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ๒๕๑๓,
๑๑๔ หน้า.

ศึกษานิเทศก์, หน่วย กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ, แนะแนวการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไปตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ.๒๕๐๔,
๔๔ หน้า.

สนั่น ปัทมะทิน, "โสตทัศนศึกษา" จุลสารสมาคมการศึกษา ๓ : ๒ - ๓, ๒๕๐๑.

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคณะ, คู่มือการใช้โสตทัศนวัสดุ มงคลการพิมพ์ พระนคร ๒๕๐๖,
๔๒๒ หน้า.

สุรัตน์ ศิลปอนันต์, "ทำไมเทคโนโลยีและทำไมความคิดใหม่" วารสารสภาการศึกษา
แห่งชาติ ๔ : ๓๙ - ๔๔, พฤศจิกายน ๒๕๑๒.

ฮันยาร์ด, โรเบิร์ต เจ., วัสดุประกอบการสอนราคาเยา หน่วยศึกษานิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๐๑, ๙๙ หน้า.

Arendt, Jermaine D., "The Overhead Projector in Foreign Language Teaching," Audio-Visual Instruction, 13(5) : 463 - 467, May, 1968.

Bendixen, Joe Francis, "Experimental Evaluation of the Effectiveness of Projected Transparencies on Instruction in Vocational Agriculture," Dissertation Abstracts, 32 (2) : 692 - A, August, 1970.

Brooks, Weston Terrell, "An Experimental Analysis of the Effectiveness of Overhead Transparencies on Learning and Retention (in selected unites) in Beginning Woodworking," Dissertation Abstracts, 15 (10) : 5779 - 5780, April, 1965.

Brown, James W., and Thornton, James W. Jr., New Media in Higher Education, The Association for Higher Education and the Division of Audiovisual Instructional Service of the National Educational Association, Washington, D.C., 1963, 182 pp.

Buethel, Chris, "Overhead Projector Scores Multiple Choice," Audio-Visual Instruction, 15 : 110, March, 1970.

Cabecelras, J., "A Study of Observed Differences in Teacher Verbal Behavior When Using and Not Using the Overhead Projector," Dissertation Abstracts, 29 : 1355 - A.

Cable, Ralph, Audio-Visual Handbook, 2nd. edition, University of London Press LTD., 1968, pp. 51 - 53, 118 pp.

Carmicheal, John H., and Griffin Jacqueline, "The Use of Media in Teaching Remedial Composition," Audio-Visual Instruction, 15 : 21 - 23, April, 1970.

Chance, Clayton William, "Experimentation in the Adaptation of the Overhead Projector Utilizing 200 Transparencies and 800 Overlays in Teaching Engineering Descriptive Geometry Curricula," Audio-Visual Communication Review, 9 : A 17 - 18, July - August, 1961.

Cooper, Jerry Alen, "The Effective of Teacher-Prepared Transparencies on Achievement and Retention in a Unit on Credit in A General Business Class," Dissertation Abstracts, 30(10) : 4136 - A, April, 1970.

Dale, Edgar, Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd.edition, Holt Rinehart and Winston Inc., 1967, pp. 416 - 460, 719 pp.

De Bernardis, Amo, The Use of Instructional Materials, Current Problems in Education, Appleton, New York, 1960, pp. 49 - 50, 100 pp.

De Kieffer, Robert E., Audio-Visual Instruction, The Center for Applied Research in Education, Inc., New York, 1965, pp. 46 - 48, 117 pp.

Eboch, Sidney, "Implementation of Research Strategies and Tactics for Demonstrations of News Media," pp. 112 - 113, (citing Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd.edition, p. 398, by Edgar Dale.)

Fan, Chung-Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Services, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.

Fleming, Bruce Eugene, "Enrichment of the Industrial Arts Curriculum Through the Use of Diazo-Type Transparencies for Overhead Projection," Dissertation Abstracts, 30 (6): 2247 - 2248 - A, December, 1969.

Green, T.L., The Visual Approach to Teaching, 2nd.edition, Oxford University Press, 1963, pp. 167 - 218, 412 pp.

Gronlund, Norman E., Measurement and Evaluation in Teaching, Macmillan, New York, 1965, 420 pp.

Gullford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1956, 565 pp.

Hass, Kenneth B., and Packer, Harry Q., Preparation and Use of Audio-Visual Aids, 3rd.edition, Prentice-Hall Inc., New York, 1955, pp. 85 - 86, 381 pp.

Johnson, D.A., "An experimental study of the effectiveness of films and filmstrips in teaching geometry," The Journal of Educational Research, 17 : 363 - 372, 1946.

Kinder, James S., Audio-Visual Materials and Techniques, 2nd.edition, American Company, New York, 1959, pp. 42 - 45, 940 pp.

Madsen, Russell DuWane, "The Effect of the Use of Overhead Transparencies on Achievement in High School Bookkeeping," Dissertation Abstracts, 30(10) : 4333 - 4334 - A, April, 1970.

Muns, Nedom Conway III, "The Effectiveness of Overhead Projectuals and A Transparent Projection Box on Teaching Orthographic Projection," Dissertation Abstracts, 3(9) : 3753 - A, March, 1970.

National Education Association, Research Division, Instructional Resources in the Classroom," Audio-Visual Instruction, 13(3) : 284 - 285, March, 1968.

Noel, Elizabeth Goudy, and Leonard, J. Paul, Foundations for Teacher Education in Audio-Visual Instruction, 3rd. edition, American Council on Education, Washington D.C., 1962, pp. 1 - 3, 60 pp.

Pearce, Galen L., "Alternate Versions of Overhead Transparency Projectuals Designed to Teach Elementary Statistical Concepts," Audio-Visual Communication Review, 18, 1970.

Perlburg, Arue, and Resh, Micheal, "Evaluation of the Effectiveness of the Overhead Projector in Descriptive Geometry and Hydrology," The Journal of Educational Research, 61 : 1, 1967.

Powell, L.S., A Guide to the Use of Visual Aids, British Association for Commercial and Industrial Education, 1968, pp. 21 - 22, 55 pp.

Schultz, Morton J., The Teacher and Overhead Projection, Prentice-Hall, 1965, 240 pp.

Scuorzo, Herbert E., The Practical Audio-Visual Handbook For Teacher, 2nd. printing, Parker Publishing Company, Inc., New York, 1968, pp. 40 -70, 211 pp.

Silverman, R.E., "The Comparative Effectiveness of Animated and Static Transparencies," Audio-Visual Communication Review, 6 : 238 - 239, 1958.

Thomas, Robert M., Integrated Teaching Materials, Longmans, Green, 1960, p.178, 545 pp.

University Grants Committee, The Department of Education and Science and the Scottish Education Department, Audio-Visual Aids in Higher Scientific Education, Her Majesty's Stationery Office, 1965, pp. 51 - 53, 153 pp.

Waleman, Ralph Eugene, Jr., "A Handbook of Design Considerations in Producing Materials For Use on the Overhead Projector," Dissertation Abstracts, 27(9) : 2960 - A, March, 1967.

Wittich, Walter Arno, and Schuller, Charles Francis, Audio-Visual Materials, Harper and Brothers, New York, 1957, p.513, 564 pp.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง ๓๔ แสดงการแบ่งกลุ่มทดลองตามคะแนน T - Score

T - Score	ความถี่	กลุ่มทดลอง ก.	กลุ่มทดลอง ข.	กลุ่มควบคุม
๗๗	๑	๗๗	๗๓	๗๒
๗๓	๑	๖๕	๖๖	๖๘
๗๒	๑	๖๘	๖๔	๖๕
๖๘	๑	๖๑	๖๓	๖๑
๖๖	๑	๖๑	๖๑	๖๑
๖๕	๒	๖๐	๖๑	๖๐
๖๔	๒	๕๙	๖๐	๕๙
๖๓	๑	๕๙	๕๙	๕๙
๖๑	๖	๕๖	๕๙	๕๙
๖๐	๓	๕๖	๕๖	๕๖
๕๙	๒	๕๕	๕๖	๕๖
๕๙	๕	๕๕	๕๕	๕๕
๕๖	๕	๕๕	๕๕	๕๓
๕๕	๖	๕๓	๕๓	๕๒
๕๔	๑	๕๒	๕๒	๕๒
๕๓	๓	๕๑	๕๑	๕๑
๕๒	๔	๕๑	๕๑	๕๐
๕๑	๕	๕๐	๕๐	๕๐
๕๐	๕	๕๐	๕๐	๔๙
๔๙	๒	๔๙	๔๙	๔๘

ตาราง ๓๔ (ต่อ)

T - Score	ความถี่	กลุ่มทดลอง ก.	กลุ่มทดลอง ข.	กลุ่มควบคุม
๘๘	๒	๘๘	๘๖	๘๗
๘๙	๒	๘๖	๘๕	๘๖
๙๐	๓	๘๕	๘๕	๘๕
๙๑	๕	๘๓	๘๔	๘๕
๙๒	๑	๘๒	๘๒	๘๒
๙๓	๑	๘๑	๘๑	๘๑
๙๔	๓	๘๐	๘๐	๘๐
๙๕	๓	๗๙	๗๙	๗๘
๙๖	๓	๗๗	๗๗	๗๘
๙๗	๒	๗๖	๗๖	๗๖
๙๘	๒			
๙๙	๑			
๑๐๐	๒			
Σ	๕๐	๑๕๕๙	๑๕๕๙	๑๕๕๙
$\bar{X}$		๕๑.๖๓๓๓	๕๑.๖๓๓๓	๕๑.๖๓๓๓

ตาราง ๓๕ แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ
ทดสอบเรื่องการพึ่งพาและการตกตะกอนของดิน

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
๑	.๖๔	.๑๖	.๓๔	.๕๐	๑๕.๑
๒	.๘๐	.๔๐	.๖๑	.๘๒	๑๑.๘
๓	.๓๖	.๒๐	.๒๘	.๒๐	๑๕.๔
๔	.๓๒	.๓๒	.๔๒	.๒๑	๑๓.๘
๕	.๓๖	.๒๐	.๒๘	.๒๐	๑๕.๔
๖	.๓๒	.๑๖	.๒๔	.๒๑	๑๕.๘
๗	.๘๘	.๖๘	.๗๘	.๒๘	๘.๘
๘	.๗๒	.๓๖	.๕๔	.๓๖	๑๒.๖
๙	.๖๔	.๒๘	.๔๖	.๓๖	๑๓.๔
๑๐	.๕๖	.๓๒	.๔๔	.๒๔	๑๓.๖
๑๑	.๔๐	.๑๖	.๒๗	.๒๘	๑๕.๔
๑๒	.๔๘	.๒๔	.๓๖	.๒๖	๑๕.๕
๑๓	.๔๔	.๒๔	.๓๔	.๒๒	๑๕.๗
๑๔	.๘๔	.๔๘	.๖๗	.๔๐	๑๑.๒
๑๕	.๘๔	.๖๖	.๗๕	.๒๓	๑๐.๒
๑๖	.๖๘	.๒๘	.๔๘	.๔๐	๑๓.๒
๑๗	.๕๖	.๓๖	.๔๖	.๒๐	๑๓.๔
๑๘	.๓๒	.๑๒	.๒๑	.๒๘	๑๖.๒
๑๙	.๓๖	.๑๖	.๒๔	.๒๕	๑๕.๖
๒๐	.๕๒	.๓๒	.๔๒	.๒๑	๑๕.๘

ตาราง ๓๖ แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากกรวิเคราะห์แบบทดสอบ
โรงพลังงานอะตอม

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
๑	.๖๘	.๓๒	.๕๐	.๓๖	๑๓.๐
๒	.๓๖	.๑๖	.๒๕	.๒๕	๑๕.๖
๓	.๓๖	.๒๐	.๒๘	.๒๐	๑๕.๔
๔	.๓๒	.๑๖	.๒๔	.๒๑	๑๕.๙
๕	.๕๒	.๒๘	.๔๐	.๒๕	๑๔.๐
๖	.๖๔	.๔๐	.๕๒	.๒๔	๑๒.๘
๗	.๗๒	.๕๒	.๖๒	.๒๑	๑๑.๘
๘	.๕๖	.๓๒	.๔๔	.๒๕	๑๓.๖
๙	.๘๐	.๔๔	.๖๓	.๓๘	๑๑.๗
๑๐	.๙๒	.๒๘	.๖๓	.๖๖	๑๑.๗
๑๑	.๖๔	.๒๔	.๔๔	.๔๑	๑๓.๖
๑๒	.๕๖	.๓๖	.๔๖	.๒๐	๑๓.๔
๑๓	.๔๔	.๐๔	.๒๑	.๔๗	๑๖.๓
๑๔	.๔๘	.๒๔	.๓๖	.๒๖	๑๔.๕
๑๕	.๓๒	.๑๒	.๒๑	.๒๘	๑๖.๒
๑๖	.๕๖	.๓๒	.๔๔	.๒๕	๑๓.๖
๑๗	.๘๐	.๔๔	.๖๓	.๓๘	๑๑.๗
๑๘	.๕๒	.๓๒	.๔๒	.๒๑	๑๓.๘
๑๙	.๔๐	.๒๐	.๓๐	.๒๔	๑๕.๑
๒๐	.๔๔	.๓๖	.๔๘	.๒๔	๑๓.๒

ตาราง ๓๓ แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ
ทดสอบเรื่องการดึงเคราะห์แสงของพืช

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
๑	.๒๘	.๑๒	.๒๐	.๒๔	๑๖.๔
๒	.๔๔	.๒๘	.๓๘	.๒๑	๑๔.๒
๓	.๕๖	.๓๒	.๔๔	.๒๕	๑๓.๖
๔	.๘๔	.๕๒	.๖๔	.๓๓	๑๑.๐
๕	.๖๐	.๔๐	.๕๐	.๒๐	๑๓.๐
๖	.๓๒	.๔๘	.๖๐	.๒๕	๑๒.๐
๗	.๓๖	.๑๒	.๒๓	.๓๒	๑๕.๔
๘	.๓๒	.๑๖	.๒๔	.๒๑	๑๕.๔
๙	.๖๘	.๔๖	.๕๓	.๒๓	๑๒.๓
๑๐	.๖๔	.๔๔	.๕๔	.๒๐	๑๒.๖
๑๑	.๓๖	.๔๖	.๖๖	.๒๒	๑๑.๓
๑๒	.๖๐	.๓๖	.๔๔	.๒๔	๑๓.๒
๑๓	.๕๖	.๓๒	.๔๔	.๒๕	๑๓.๖
๑๔	.๓๖	.๑๖	.๒๔	.๒๕	๑๕.๖
๑๕	.๘๐	.๖๔	.๓๒	.๒๐	๑๐.๖
๑๖	.๔๔	.๒๘	.๓๘	.๒๑	๑๔.๒
๑๗	.๖๔	.๒๔	.๔๔	.๔๑	๑๓.๖
๑๘	.๕๒	.๒๐	.๓๕	.๓๕	๑๔.๕
๑๙	.๔๔	.๒๔	.๓๔	.๒๒	๑๔.๓
๒๐	.๓๖	.๒๐	.๒๘	.๒๐	๑๕.๔

ตาราง ๓๘ แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบ
เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
๑	.๕๒	.๓๖	.๖๓	.๖๑	๑๑.๓
๒	.๕๒	.๕๐	.๖๕	.๕๕	๑๑.๐
๓	.๕๐	.๒๐	.๕๐	.๕๕	๑๓.๐
๔	.๕๕	.๖๐	.๒๕	.๓๖	๑๐.๓
๕	.๖๕	.๓๒	.๕๐	.๓๖	๑๓.๐
๖	.๓๒	.๕๒	.๖๒	.๒๑	๑๑.๔
๗	.๖๐	.๓๖	.๕๕	.๒๕	๑๓.๒
๘	.๕๒	.๓๒	.๒๒	.๒๑	๑๓.๔
๙	.๕๕	.๕๒	.๓๑	.๓๓	๑๐.๓
๑๐	.๕๐	.๒๐	.๓๐	.๒๕	๑๕.๑
๑๑	.๖๐	.๒๕	.๒๒	.๓๓	๑๓.๕
๑๒	.๕๕	.๐๕	.๒๖	.๕๐	๑๕.๖
๑๓	๑.๐๐	.๕๐	.๓๓	.๓๖	๑๐.๑
๑๔	.๖๕	.๓๖	.๕๒	.๓๒	๑๒.๕
๑๕	.๖๐	.๒๐	.๓๕	.๒๒	๑๕.๑
๑๖	.๕๐	.๖๐	.๓๐	.๒๕	๑๐.๕
๑๗	.๖๐	.๓๒	.๒๖	.๒๕	๑๓.๕
๑๘	.๖๕	.๕๐	.๕๒	.๒๕	๑๒.๕
๑๙	.๕๕	.๖๕	.๓๕	.๒๕	๕.๕

ဇယား ၈ (တ)

အမှတ်	P_H	P_L	p	r	Δ
၁၀	.၆၀	.၅၁	.၆၈	.၆၄	၅၆.၆
၁၁	.၆၀	.၀၄	.၆၈	.၆၈	၅၁.၅
၁၂	.၆၆	.၆၆	.၆၆	.၆၀	၅၂.၁
၁၃	.၆၆	.၆၆	.၆၁	.၆၁	၅၆.၆
၁၄	.၆၀	.၆၀	.၆၀	.၆၀	၅၈.၀
၁၅	.၆၆	.၅၁	.၆၈	.၆၈	၅၆.၀

ตาราง ๓๘ แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ
ทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
๑	.๖๔	.๔๔	.๕๔	.๒๐	๑๒.๖
๒	.๔๔	.๒๐	.๓๒	.๒๘	๑๔.๙
๓	.๕๒	.๓๒	.๔๒	.๒๑	๑๓.๘
๔	.๗๖	.๓๒	.๕๕	.๔๔	๑๒.๖
๕	.๗๖	.๒๐	.๔๘	.๕๖	๑๓.๒
๖	.๖๐	.๒๐	.๓๙	.๔๒	๑๔.๑
๗	.๖๐	.๓๒	.๔๖	.๒๙	๑๓.๔
๘	.๔๘	.๒๔	.๓๖	.๒๖	๑๔.๕
๙	.๔๐	.๖๔	.๗๒	.๒๐	๑๐.๖
๑๐	.๖๔	.๒๔	.๔๔	.๔๑	๑๓.๖
๑๑	.๔๔	.๒๔	.๓๔	.๒๒	๑๔.๗
๑๒	.๖๔	.๓๒	.๔๘	.๓๒	๑๓.๒
๑๓	.๖๐	.๔๐	.๕๐	.๒๐	๑๓.๐
๑๔	.๖๔	.๒๘	.๔๖	.๓๖	๑๓.๔
๑๕	.๕๒	.๓๒	.๔๒	.๒๑	๑๓.๘
๑๖	.๕๖	.๓๒	.๔๔	.๒๔	๑๓.๖
๑๗	.๕๖	.๓๖	.๔๖	.๒๐	๑๓.๔
๑๘	.๖๐	.๓๒	.๔๖	.๒๙	๑๓.๔
๑๙	.๓๒	.๑๖	.๒๔	.๒๑	๑๕.๙

ဇယား ၈၄ (တ)

အမှတ်	P_H	P_L	p	r	Δ
၁၀	.၄၄	.၂၄	.၈၄	.၂၂	၁၄.၈
၁၁	.၄၀	.၂၀	.၈၀	.၂၄	၁၄.၁
၁၂	.၄၂	.၂၀	.၈၄	.၈၄	၁၄.၄
၁၃	.၄၄	.၂၄	.၈၂	.၂၂	၁၄.၄
၁၄	.၄၂	.၈၂	.၄၄	.၂၄	၁၈.၂
၁၅	.၈၂	.၂၀	.၂၄	.၂၀	၁၄.၄

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๑. การคำนวณหาค่ารายเฉลี่ยของคะแนน

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน รายเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

N แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

๒. การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{n\sigma_t^2 - M(n - M)}{\sigma_t^2 (n - 1)}$$

เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อทดสอบ

σ_t^2 แทน ผลรวมของค่าแปรผัน

M แทน รายเฉลี่ย

๓. การคำนวณหาค่า t - test

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่า t - test

$\bar{X}_1$ แทน รายเฉลี่ยของกลุ่มที่หนึ่ง

$\bar{X}_2$ แทน รายเฉลี่ยของกลุ่มที่สอง

s_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่หนึ่ง

s_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่สอง

n แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

๔. การแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง

เมื่อ N แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

$S.D.$ แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ แทน รายเฉลี่ย

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ แทน ผลต่างระหว่างรายเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม

S_E แทน ความแปรปรวนมาตรฐาน

t แทน ค่า t - test

P แทน ระดับความสำคัญทางสถิติ

$>$ แทน น้อยกว่า

๑. วิธีหาค่ารายเฉลี่ยของคะแนน T - Score ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

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

$$X = ๑๕๔๔$$

$$N = ๔๐$$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{๑๕๔๔}{๔๐} \\ &= ๕๑.๑๑๑๑\end{aligned}$$

๒. วิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ใช้สูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n \sigma_t^2 - M(n - M)}{\sigma_t^2 (n - 1)}$$

$$n = ๒๐$$

$$\sigma_t^2 = ๔.๒๔๑๕$$

$$M = ๑๑.๖๖๖๖$$

$$r_{tt} = \frac{(๒๐ \times ๔.๒๔๑๕) - ๑๑.๖๖๖๖(๒๐ - ๑๑.๖๖๖๖)}{๔.๒๔๑๕(๒๐ - ๑)}$$

$$= \frac{๑๖๙.๘๓๐๐ - ๙๙.๑๘๕๓}{๑๕๖.๕๘๘๕}$$

$$= \frac{๖๙.๖๔๔๗}{๑๕๖.๕๘๘๕}$$

$$= ,๔๓๑๙$$

๓. วิธีหาค่า t - test

$$\text{ใช้สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{หาค่า } s_E = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

$$s_1^2 = SD_1^2 = (๒.๘๕๕๖)^2$$

$$s_2^2 = SD_2^2 = (๒.๗๖๔๐)^2$$

$$s_1^2 = ๖.๐๕๐๐$$

$$s_2^2 = ๗.๖๔๐๐$$

$$n = ๓๐$$

$$\begin{aligned} s_E &= \sqrt{\frac{๖.๐๕๐๐}{๓๐} + \frac{๗.๖๔๐๐}{๓๐}} \\ &= \sqrt{\frac{๑๓.๖๙๐๐}{๓๐}} \\ &= \sqrt{๐.๔๕๓๓} \\ &= ๐.๖๗๕๔ \end{aligned}$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = ๑.๘๐๐๐$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{๑.๘๐๐๐}{๐.๖๗๕๔} \\ &= ๒.๘๑๓๑ \end{aligned}$$

๔. วิธีหาค่าความแตกต่างเป็นร้อยละ

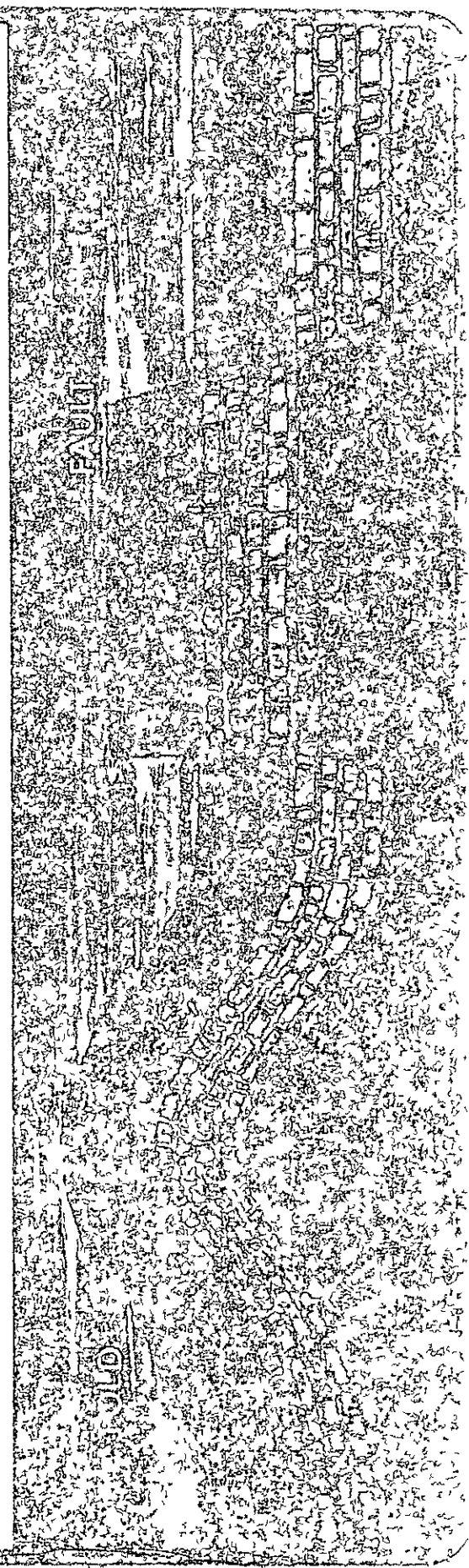
$$\text{คะแนนของการทดสอบทันที} = ๑๘$$

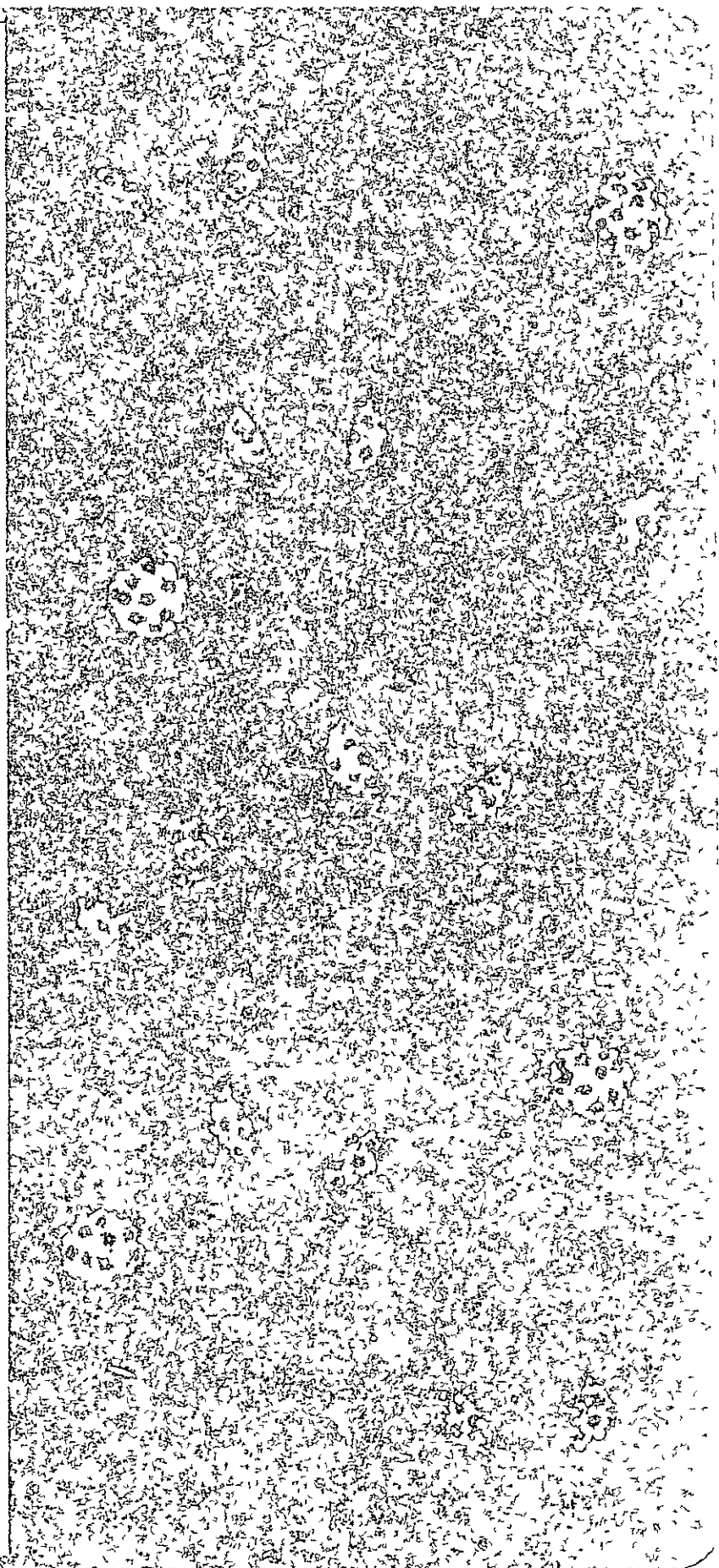
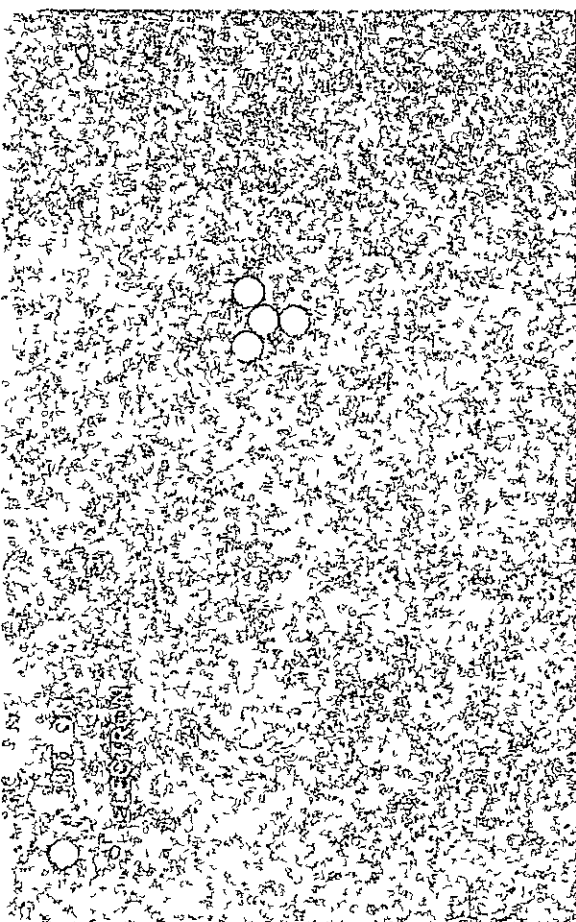
$$\text{คะแนนของการทดสอบภายหลัง ๒ สัปดาห์} = ๑๖$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นความสามารถในการจำของกลุ่มทดลอง ก. ภายหลังการทดสอบ} \\ \text{๒ สัปดาห์} &= \frac{๑๖ \times ๑๐๐}{๑๘} \\ &= ๘๘.๘๘๘๘ \end{aligned}$$

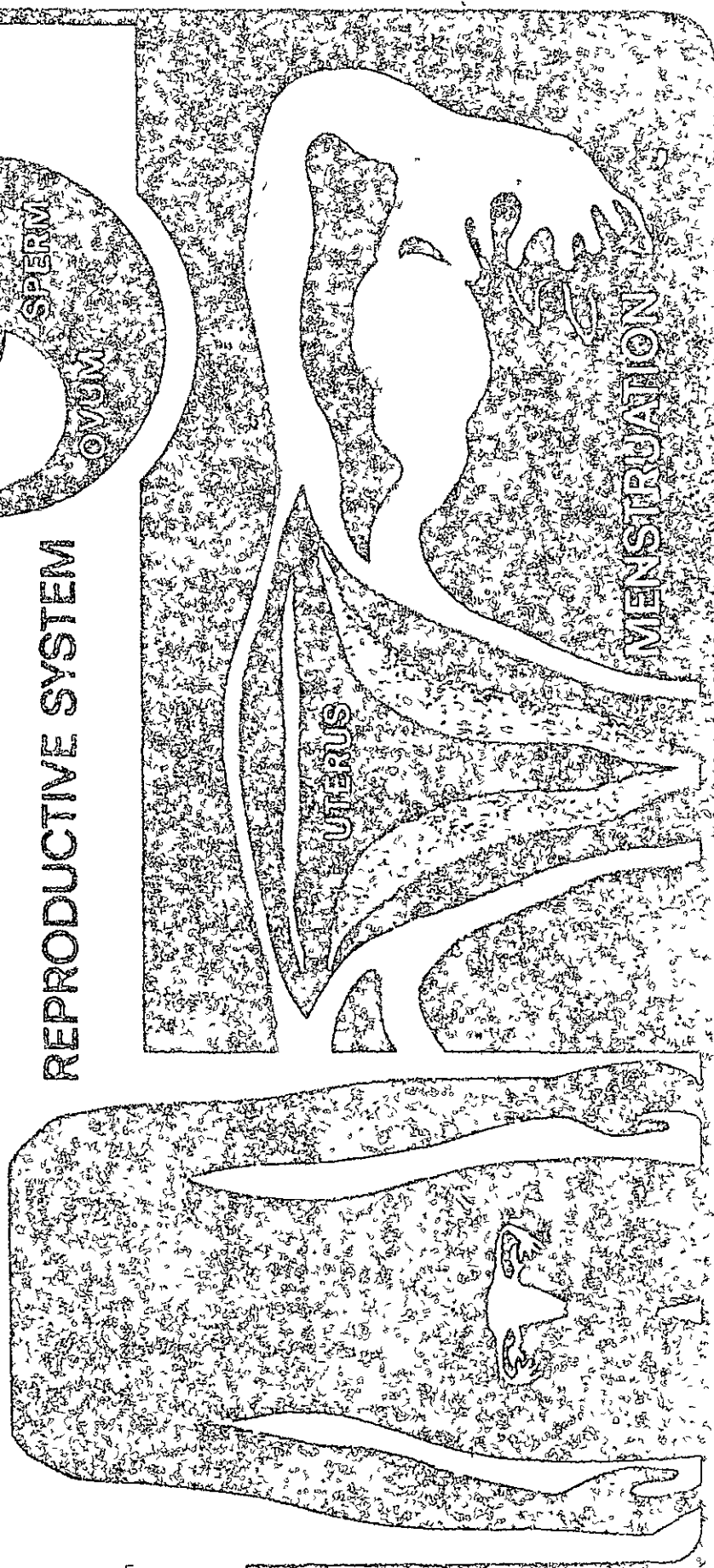
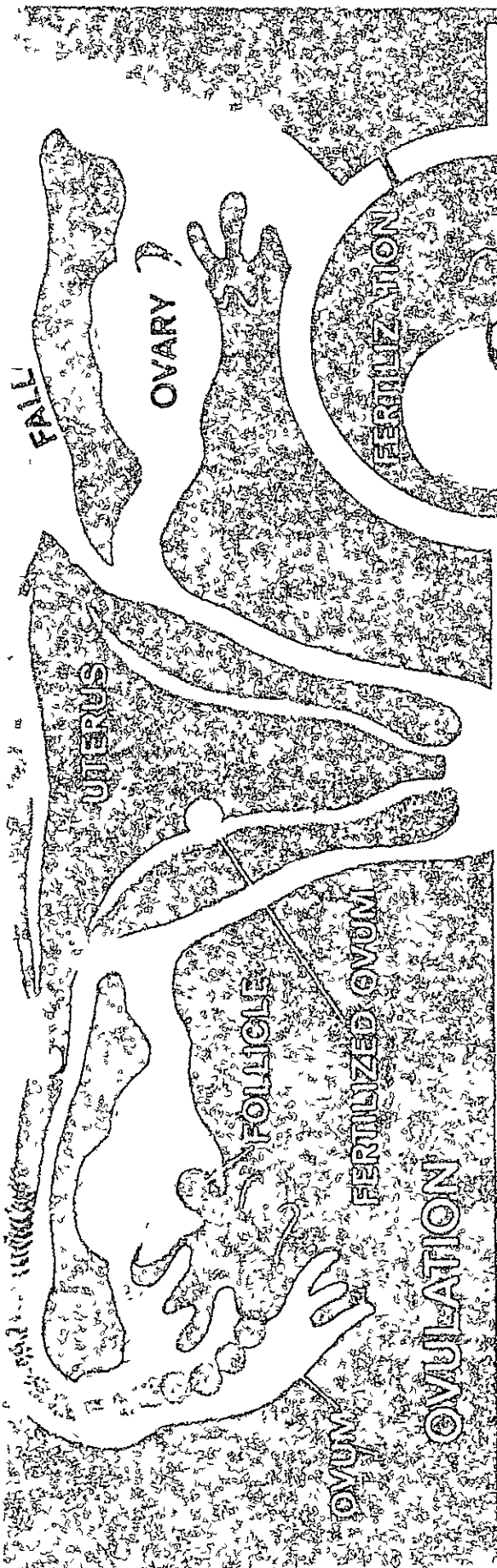
ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างแผนภาพโปร่งแสง

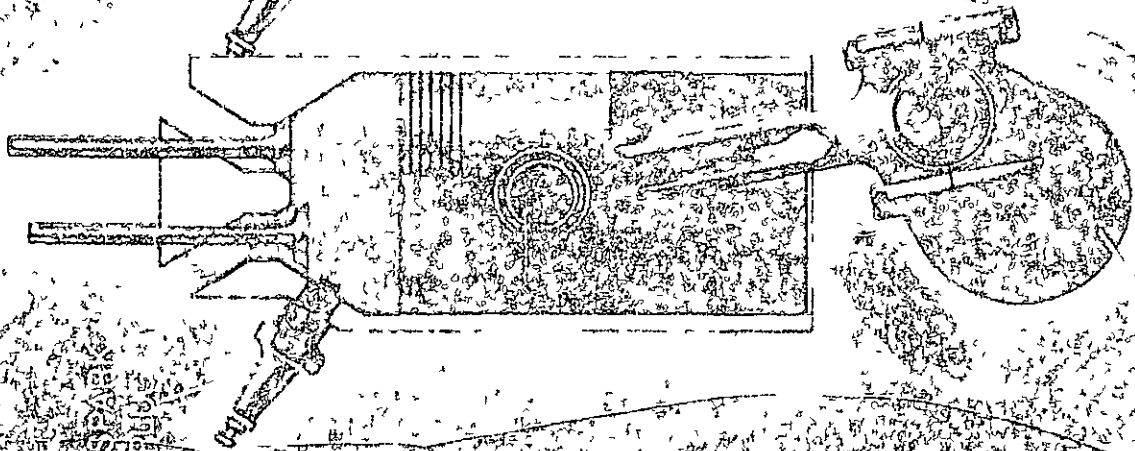
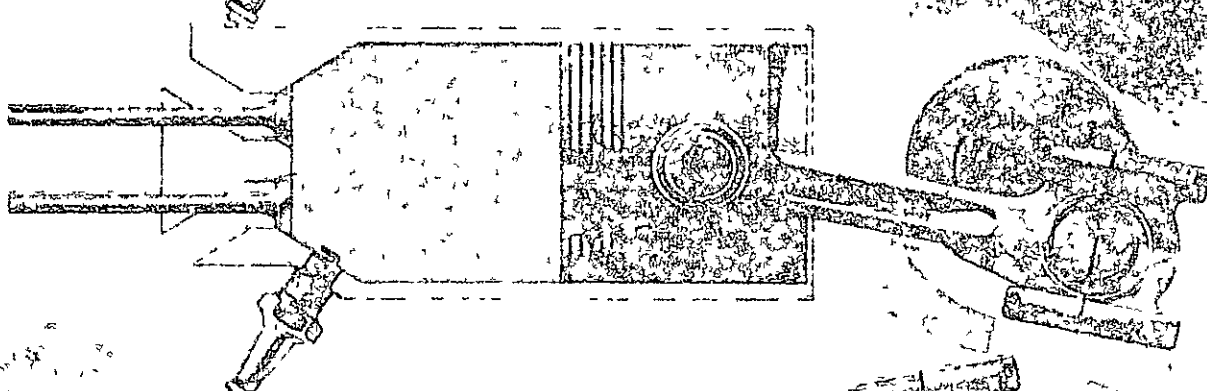
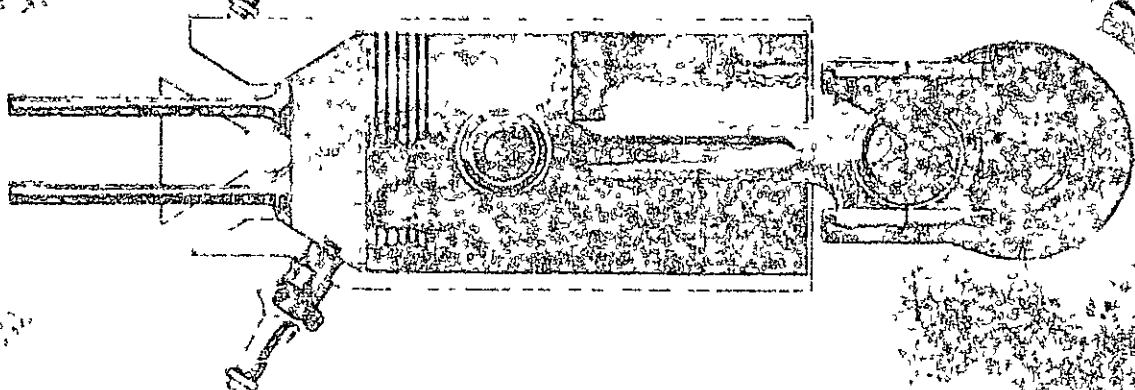
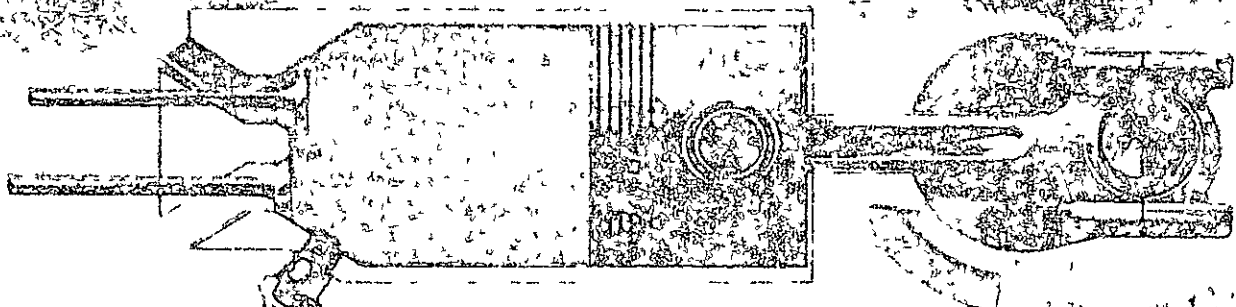








REPRODUCTIVE SYSTEM



ภาคผนวก ค.

เนื้อเรื่องบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

บทเรียนเรื่องการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้ง่าย ๆ เช่น ฝนตกชะเอาหน้าดินไหลไปตามน้ำฝนไปสู่ยังที่ต่ำกว่า ดินในบริเวณเดิมก็จะมีหน้าดินเหลืออยู่ ทำให้เพาะปลูกพืชไม้ไผ่ได้ พืชไม้เจริญเติบโตเพราะในดินไม่มีดินปุ๋ย (Humous) เหลืออยู่ เนื่องจากถูกน้ำพัดพาไปหมด แม่น้ำบางสายเช่น แม่น้ำปิง บางตอนมีเกาะกลางแม่น้ำ นั้นเกิดจากดินทรายที่น้ำพัดพามาจากทางเหนือนาน ๆ เข้าก็จะทับถมกันมากขึ้น ทำให้ดินทรายพอกพูนสูงขึ้นกลายเป็นที่ราบหรือเกาะขึ้นกลางแม่น้ำ นี่เป็นตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย ๆ ของการพังทลายและการตกตะกอนของดิน

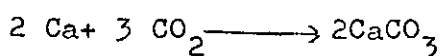
สิ่งที่ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงมีหลายประการดังต่อไปนี้

๑. บรรยากาศ

ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ๒ ประการ คือ

๑.๑ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิของอากาศที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างเวลากลางวันกับกลางคืน ทำให้หินหด-ขยายตัว ในที่สุดก็เกิดการแตกแยกหรือลมหพัดเอาหน้าดินไปทำให้เกิดการสึกกร่อน การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพก็คือการเปลี่ยนขนาดให้เล็กลงเท่านั้น ส่วนประกอบและคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้นยังคงเดิม เช่น หินเปลี่ยนแปลงเป็นกรวด ทราย ดิน ดินเหนียว เป็นต้น

๑.๒ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในอากาศมีก๊าซหลายชนิด เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้จะรวมตัวกันหรือทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ บนโลก ทำให้เกิดสารประกอบใหม่ขึ้น เช่น



ออกซิเจนเมื่อทำปฏิกิริยากับธาตุใดจะได้ออกไซด์ของธาตุนั้น

๒. น้ำ

๒.๑ น้ำฝน น้ำฝนที่ตกลงมาจะรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้มีฤทธิ์เป็นกรด (กรดคาร์บอนิก) เมื่อไปชะล้างพื้นดิน หิน แร่ธาตุต่าง ๆ ก็จะทำให้เกิดการกัดเซาะ (Erosion) อนุภาคของดินและหินที่ถูกพัดพาไป (Sediment) จะไปตกตะกอน (Settlement) ในที่ราบลุ่มได้ เช่น ที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น

๒.๒ น้ำบาดาล น้ำที่ไหลอยู่ใต้พื้นดินนั้นจะกัดเซาะหิน แร่ธาตุต่าง ๆ ไปด้วย จะสังเกตได้จากรสชาติของน้ำบาดาลในแต่ละแห่งจะไม่เหมือนกัน ซึ่งเกิดจากน้ำละลายแร่ธาตุต่าง ๆ ชนิดป็นมา ทางน้ำไหลนั้นอาจจะใหญ่ขึ้น ๆ ทำให้เกิดการทรุดของดินได้

๒.๓ แม่น้ำ ในขณะที่น้ำไหลไปนั้นจะเกิดการกัดเซาะได้มากที่สุด โดยเฉพาะที่ท้องน้ำที่มีดินเป็นพวกหินชั้น หรือหินดินดาน (Shale) จะทนการกัดเซาะได้น้อยกว่าพวกหินปูน เช่น ที่น้ำตกในแอ่งการาตอนบนของท้องน้ำเป็นพวกหินปูน (CaCO_3) ส่วนตอนล่างเป็นหินดินดานซึ่งทนการกัดกร่อนได้น้อยกว่า จึงทำให้พื้นแม่น้ำยุบลงมาทั้งแม่น้ำกลายเป็นน้ำตก

๒.๔ ทะเลสาบ ทะเล มหาสมุทร ทำให้เกิดการทับถมและการกัดเซาะได้ คลื่นและกระแสน้ำในมหาสมุทรก่อให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง และเกิดการตกตะกอนหรือสันดอนขึ้นได้

๓. ธารน้ำแข็ง

ในเขตหนาว ฤดูหนาวจะเกิดหิมะปกคลุมภูเขาและพื้นดิน เมื่อทับถมกันมากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น หิมะซึ่งกลายเป็นน้ำแข็งจะเคลื่อนตัวจากที่สูงไปยังที่ต่ำคล้ายกับน้ำไหลเรียกกลาเชียร์ (Glaciers) ขณะที่กลาเชียร์เคลื่อนตัวไปนั้นก็จะกัดเซาะ ครูดพื้นดินเอาหิน หิน ไปด้วย เศษดิน หิน ที่ถูกพัดพาไปนี้จะไปทับถม

กันกลายเป็นหินดินดาน

บรรยากาศ น้ำ ชาร์น้ำแข็ง ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันอยู่ ๓ ประการ คือ

๑. การกัดเซาะ (Erosion) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพ

๒. เศษดิน หิน ที่ถูกพัดพาไป (Transportation) กลายเป็นอนุภาคของดิน (Sediment) ซึ่งจะถูกพัดพาไปจากแห่งหนึ่งไปทับถมกันในอีกแห่งหนึ่ง

๓. การหยุดยั้ง (Deposition) หรือการทับถมของอนุภาคของดิน หิน ในที่แห่งหนึ่ง

๔. แรงโน้มถ่วงของโลก

หมายถึงแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุเข้าหาศูนย์กลาง ซึ่งทำให้เกิด

๔.๑ แฉกดินทรุด (Subsidence) เกิดจากน้ำหนักบาดาล ดินทรุดลงไปตามโพรงหรือทางน้ำ

๔.๒ ดินเลื่อน (Landslides) การเลื่อนของดิน หิน จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

๕. การเคลื่อนไหวของเปลือกโลก

จากข้อสันนิษฐาน ๒ ประการ คือ การหดตัวของโลกเมื่อเย็นลงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวปรับตัวเข้ากับภายนอก และการกระทำของสิ่งแวดล้อมภายนอกโลก อันได้แก่ ลม น้ำ บรรยากาศ เป็นต้น ทำให้เปลือกโลกเกิดการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังเกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์กับแรงอัดตัวภายในของโลกเอง ทำให้แผ่นดินโค้งงอขึ้นได้ (Folding) หรืออีกประการหนึ่งเกิดจากแรงดึงดูดของโลกหรือแรงอัดบนพื้นโลกทำให้พื้นดินเลื่อนหรือทรุดตัวลงไปได้ เรียกว่า หินเลื่อน (Faulting)

ผลจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกทำให้เกิดแรงอัด แรงเสียดทานภายในโลกมาก และทำให้เกิดความร้อนสูง หินภายในโลกจึงเกิดการแปรรูป เช่น หินปูนแปรรูปไปเป็นหินอ่อน หินกินดานแปรรูปไปเป็นหินชะนวน เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดภูเขาไฟระเบิด ทำให้ลาร์วา (Larva) ไหลออกมาจากภายในโลกได้เช่นกัน แผ่นดินไหวก็มีผลมาจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกด้วย

บทเรียนเรื่องพลังงานอะตอม

โครงสร้างของอะตอม

อะตอมเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุ อะตอมของแต่ละธาตุประกอบไปด้วยอนุภาคที่เล็ก ๓ ชนิด คือ

๑. โปรตอน (Proton) มีประจุเป็นบวก
๒. นิวตรอน (Neutron) มีประจุเป็นกลาง หรือไม่มีประจุ
๓. อิเล็กตรอน (Electron) มีประจุเป็นลบ

แกนกลางของอะตอมเรียกว่านิวเคลียส (Nucleus) ซึ่งประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน ผลบวกของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนจะทำให้เกิดเป็นอะตอมมิก แมส (Atomic Mass) อิเล็กตรอนจะวิ่งลอมรอบนิวเคลียสอีกทีหนึ่ง จำนวนโปรตอนภายในนิวเคลียสจะเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่รอบนิวเคลียส จำนวนอิเล็กตรอนนี้เรียกว่าอะตอมมิก นัมเบอร์ (Atomic Number) จำนวนอิเล็กตรอนและวงโคจร (Orbit) ที่มีอยู่ในอะตอมของธาตุจะแสดงถึงชนิดของอะตอมของธาตุใดธาตุหนึ่ง วงโคจรของอิเล็กตรอนวงในสุด (ที่ติดกับนิวเคลียส) หรือวงแรกที่ลอมรอบนิวเคลียสจะมีอิเล็กตรอนได้เพียง ๒ ตัวเท่านั้น เช่น อะตอมของไฮโดรเจนมีโปรตอน ๑ ตัว ดังนั้นไฮโดรเจนจะมีวงโคจรของอิเล็กตรอนได้เพียง ๑ วงเท่านั้น หรืออะตอมของลิเทียม (Lithium) มีโปรตอน ๓ ตัว จะมีอิเล็กตรอน ๓ ตัว ดังนั้นวงโคจรของอิเล็กตรอนจึงมีได้ ๒ วง วงในสุดมีอิเล็กตรอน ๒ ตัว และวงนอกมีอิเล็กตรอน ๑ ตัว

ในปัจจุบันได้มีการค้นพบธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลกได้ ๑๐๕ ธาตุ แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ ๒ ประเภท คือ

๑. ธาตุที่ไม่ให้รังสีเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ ได้แก่ธาตุทั่ว ๆ ไปเช่น ทองแดง สังกะสี เป็นต้น

๒. ธาตุที่ให้รังสีเมื่อตั้งไว้ในอากาศ เรียกว่าธาตุกัมมันตภาพรังสี เช่น ยูเรเนียม เป็นต้น

กัมมันตภาพรังสีคือ ปรากฏการณ์ที่รังสีสามารถทะลุผ่านวัตถุได้ ธาตุที่ให้รังสีชนิดนี้ออกมาได้ จึงเรียกว่าธาตุกัมมันตภาพรังสี ขณะที่ธาตุชนิดนี้ให้รังสีออกมานั้น จะให้พลังงานออกมาด้วย พลังงานนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียส เรียกว่าพลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) หรือบางทีเรียกว่าพลังงานอะตอม (Atomic Fission) เพราะเป็นการแตกตัวของอะตอมภายในนิวเคลียสให้พลังงานออกมา

รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตภาพรังสีมี ๓ รังสี ได้แก่

๑. รังสีแอลฟา (Alpha - Rays) เป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก มีความเร็ว ๑๐๐ เท่าของความเร็วแสง มีกำลังผ่านทะลุวัตถุได้น้อย รังสีแอลฟาเป็นอนุภาคของธาตุฮีเลียม (Helium)

๒. รังสีเบตา (Beta - Rays) เป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ มีความเร็วเกือบเท่าความเร็วแสง มีกำลังผ่านทะลุวัตถุได้ดีกว่ารังสีแอลฟาราว ๑๐๐ เท่า

๓. รังสีแกมมา (Gamma - Rays) ไม่มีประจุไฟฟ้า มีลักษณะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีกำลังผ่านทะลุวัตถุได้ ๑๐,๐๐๐ เท่าของรังสีแอลฟา

ธาตุกัมมันตภาพรังสี เมื่อแผ่รังสีออกไปหมดแล้วจะกลายเป็นตะกั่ว

ตามปกตินิวเคลียสของอะตอมจะต้องมีนิวตรอน ยกเว้นไฮโดรเจนไม่มีนิวตรอน นิวตรอนสามารถทำให้คุณสมบัติของธาตุเปลี่ยนไปได้ ส่วนที่เปลี่ยนไปนี้ เรียกว่า "ไอโซโทป" (Isotope) เช่น ไฮโดรเจนตามปกติมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอย่างละ ๑ ตัว แต่หาเพิ่มนิวตรอนเข้าไปอีกหนึ่งตัว น้ำหนักของไฮโดรเจนจะเปลี่ยนไป วงโคจรของอิเล็กตรอนยังคงเดิม เราเรียกอะตอมใหม่นี้ว่าเป็น ไอโซโทปของไฮโดรเจน ดังนั้นไอโซโทปก็คืออะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีอะตอมมิกซ์นัมเบอร์เท่ากัน แต่มีอะตอมมิกซ์ แมส ต่างกัน เช่น

${}_1\text{H}^1$ เรียกโปรเทียม (Protium)

${}_1\text{H}^2$ เรียกดิวเทอเรียม (Deuterium)

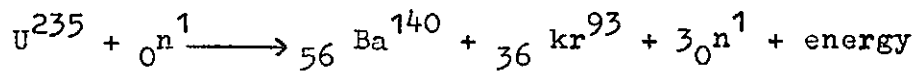
${}_1\text{H}^3$ เรียกทริเทียม (Tritium)

จำนวนนิวตรอนจะไม่คงที่อาจจะเข้ารวมหรือออกจากอะตอมได้ง่ายโดยปฏิกิริยาแตกตัว (Fission)

อะตอมของยูเรเนียม (U^{235}) มีโปรตอน ๙๒ ตัว อิเล็กตรอน ๙๒ ตัว และนิวตรอน ๑๔๓ ตัว ($๒๓๕ - ๙๒ = ๑๔๓$) ไอโซโทปของมันอาจจะมีนิวตรอนได้ ๑๔๖ ตัว ($=\text{U}^{238}$) ซึ่งอาจเกิดได้จากปฏิกิริยาแตกตัวของยูเรเนียม (U^{235})

โปรตอนและนิวตรอนจะสามารถจับคู่กันได้ภายในอะตอมรวมกันเป็นคู่ ๆ แต่ละพวก เช่น ยูเรเนียม (U^{238}) ประกอบด้วยโปรตอน ๙๒ คู่ นิวตรอน ๑๔๖ คู่ ส่วนยูเรเนียม (U^{235}) มีโปรตอน ๙๒ คู่ นิวตรอน ๑๔๓ คู่ และอีก ๑ นิวตรอน นิวตรอนเดี่ยวในยูเรเนียม (U^{235}) (หรือของธาตุใด ๆ) จะทำให้อะตอมของธาตุไม่คงที่ เมื่อเราเพิ่มจำนวนนิวตรอนเข้าไปในยูเรเนียม (U^{235}) พลังงานจะเกิดขึ้น และทำให้จำนวนของนิวตรอนครบคู่กลายเป็นธาตุคงที่ไม่ให้รังสีออกมา ธาตุที่ไม่คงที่เท่านั้นที่สามารถให้พลังงานออกมาได้โดยการใช้อนุภาคนิวตรอน ปฏิกิริยาแตกตัว พลังงานที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาแตกตัวนี้ ถ้าเกิดเพียงอะตอมเดียวก็จะเป็นอันตรายร้ายแรง แต่ถ้าเกิดการแตกตัวมากก็จะเกิดอันตรายร้ายแรง ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาแตกตัวนี้คือ พลังงาน (Energy) นิวตรอน ๓ ตัว (โดยเฉลี่ย) และได้ธาตุใหม่ขึ้นมา

ถ้าเรายิงนิวตรอนเข้าไปในยูเรเนียม (U^{235}) จะได้นิวตรอนอิสระเกิดขึ้น ๓ ตัว ตัวหนึ่งจะสลายไป นิวตรอนอิสระที่เหลือจะวิ่งเข้าไปชนนิวเคลียสอื่น ๆ อีก (ภายในอะตอม) ต่อเนื่องกันไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) พร้อมกับ การระเบิด และได้พลังงานกับธาตุใหม่ แต่ถ้านิวตรอนไม่ไปชนนิวเคลียส การระเบิด และพลังงานรวมทั้งธาตุใหม่ก็จะไม่เกิดขึ้น



ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู นิวตรอนอิสระจะถูกควบคุมให้วิ่งช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาแตกตัวดำเนินไปอย่างช้า ๆ เราใช้แท่งถ่าน (Carbon) เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาให้ลงไปเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู นิวตรอนบางส่วนจะถูกดูดซับโดยแท่งถ่าน จึงทำให้ปฏิกิริยาแตกตัวเกิดขึ้นช้าลง ถ้าเอาแท่งถ่านออกนิวตรอนอิสระจำนวนมากจะเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ทำให้ปฏิกิริยาแตกตัวเกิดเพิ่มมากขึ้น

บทเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

การสังเคราะห์แสงคืออะไร

การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของพืชที่นำเอาแสงมาสังเคราะห์อาหารขึ้น โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบ และใช้แสงสว่างกับคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นตัวช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในกระบวนการนี้

ทำไมพืชจึงมีการสังเคราะห์แสง

ตามปกติคนเรากินอาหารเพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโต พืชก็เช่นกัน ต้องมีการกินอาหารเพื่อให้ตนพืชเจริญเติบโต แต่อาหารของคนและพืชนั้นแตกต่างกัน คนเรากินอาหารที่สำเร็จรูป เช่น ข้าวโพดไฮโดรเจน ซึ่งอาหารสำเร็จรูปนี้ได้มาจากพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งนี้เพราะคนไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ แต่พืชกินอาหารที่พืชสร้างขึ้นเองจากสารอนินทรีย์ น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารอนินทรีย์ที่พืชใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตขึ้นมา น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์จึงไม่ใช่อาหารของพืช ดังนั้น พืชจึงต้องมีการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารขึ้นใช้เองจากสารอนินทรีย์ และใช้อาหารที่สร้างขึ้นนี้ไปบำรุงส่วนต่าง ๆ ของพืชให้เจริญเติบโต

องค์ประกอบของกระบวนการสังเคราะห์แสง

ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชนั้น พืชใช้สิ่งต่อไปนี้คือ

๑. คาร์บอนไดออกไซด์ พืชดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศผ่านเข้าทางปากใบ (Stomata) เพื่อเอาไปใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง

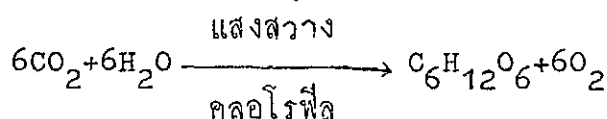
๒. น้ำ เป็นวัตถุดิบอีกประการหนึ่งที่พืชนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชได้นำมาควยวิธีการออสโมซิส (Osmosis) น้ำจะผ่านจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยท่อน้ำ (Xylem)

๓. แสงสว่าง หมายถึงแสงทุกชนิดที่ตาของคนเรามองเห็นได้ ไม่ว่าจะเป็นแสงจากดวงอาทิตย์ จากหลอดไฟฟ้า หรือแสงอื่นใดก็ตาม แต่แสงที่เหมาะสมกับการสังเคราะห์แสงของพืชก็คือแสงจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากแสงแดดมีรังสีของแสงครบทั้ง ๗ สี ซึ่งพืชสามารถดูดเอาพลังงานจากแสงแดดไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้มากที่สุด

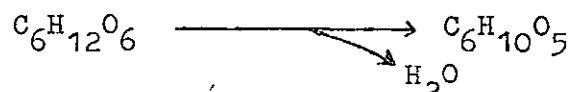
๔. อุณหภูมิ เป็นองค์ประกอบที่จะทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การสังเคราะห์แสงได้แก่อุณหภูมิประมาณ ๓๐-๔๐ องศาฟาเรนไฮต์

๕. คลอโรฟิลล์ เป็นตัวดึงหรือดูดเอาพลังงานจากแสงสว่างมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงคลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวที่มีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะที่ใบมีมากกว่าส่วนอื่น ๆ ในใบพืชทั่ว ๆ ไปจะมีเมือกสี (Pigment) อยู่หลายชนิด เช่น สีเขียว แดง และเหลือง เป็นต้น ดังจะเห็นได้เมื่อเวลาพืชผลัดใบ สีของใบพืชจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง สีแดง สีส้ม แล้วจึงร่วงหล่น เมือกสีที่มีสีเขียวก็คือคลอโรฟิลล์นั่นเอง ดังนั้นการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นเฉพาะในส่วนของพืชที่มีสีเขียวเท่านั้น คลอโรฟิลล์จะอยู่ในเซลล์ที่เรียกว่าพาลิเสด (Palisade Cell) ซึ่งเป็นเซลล์ชนิดหนึ่งของพืช มีรูปร่างกลมยาวรี

กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชจะเกิดขึ้นได้ก็ต้องมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วครบถ้วน พลังงานที่คลอโรฟิลล์ดูดมาจากแสงสว่างจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น โดยทำให้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบใหม่ ซึ่งพืชจะใช้เป็นอาหาร ดังสภาวะข้างล่างนี้



ผลที่ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสงก็คือ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ซึ่งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง น้ำตาลนี้จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยท่อนำอาหาร (Phloem) เมื่อพืชสังเคราะห์แสงได้น้ำตาลมากขึ้นและนำไปใช้ไม่หมด พืชจะเก็บน้ำตาลนี้ไว้ในรูปของแป้ง โดยการลดน้ำออกเสียหนึ่งโมเลกุล ดังสมการข้างล่างนี้



พืชจะเก็บแป้งนี้ไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ที่ใบ ลำต้น ราก เมล็ดหรือที่ผลแล้วแตชนิดของพืช

ออกซิเจนที่ได้ออกมาจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำนั้นเป็นผลพลอยได้จากขบวนการสังเคราะห์แสง พืชจะคายออกซิเจนออกทางปากใบ เพราะในขบวนการนี้ พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ ส่วนออกซิเจนนั้นพืชใช้สำหรับการหายใจ การหายใจของพืชเกิดขึ้นในเวลากลางคืนมากกว่าเวลากลางวัน ส่วนการสังเคราะห์แสงของพืชจะเกิดขึ้นเมื่อมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังที่ได้อธิบายมาแล้วครบถ้วน

บทเรียนเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

การสืบพันธุ์แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๑. การสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (Asexual Reproduction) ได้แก่การ
แบ่งตัว (Fission) การแตกหน่อ (Budding) เป็นต้น

๒. การสืบพันธุ์แบบใช้เพศ (Sexual Reproduction)

การสืบพันธุ์แบบใช้เพศ

คนเรามีการสืบพันธุ์แบบใช้เพศ กล่าวคือเมื่อร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่เข้าสู่
ระยะที่สามารถสืบพันธุ์ได้ (Maturity) ร่างกายก็จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Sex
cell หรือ Gametes) ขึ้นมา เซลล์สืบพันธุ์ในเพศชายได้แก่ อสุจิ (Sperm)
ซึ่งอัณฑะ (Testes) เป็นตัวสร้างขึ้นมา ส่วนเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงได้แก่ไข่
(Egg หรือ Ovum) ซึ่งสร้างขึ้นมาโดยรังไข่ (Ovary)

อสุจิที่ถูกสร้างขึ้นมาแล้วจะเก็บไว้ในถุงเก็บอสุจิ (Seminal vesicle)
จนกว่าจะถึงเวลาให้อสุจิจึงจะถูกขับออกมาทางท่อนำอสุจิ และมาออกที่ลึงค์ (Penis)
ส่วนไข่เมื่อถูกสร้างขึ้นมาแล้วและเมื่อไข่แก่เต็มที่ก็จะเคลื่อนออกมาทางท่อนำไข่
(Oviduct) มาตามปีกมดลูก (Fallopian tube) ระหว่างที่ไข่เคลื่อนที่มานี้ถ้า
พบกับอสุจิ อสุจิก็จะเข้าผสมกับไข่ แต่ถ้าไม่พบกัน ไข่ก็จะเคลื่อนต่อไปจนถึงมดลูก
(Uterus) หลังจากนั้นไข่จะถูกขับออกนอกร่างกายพร้อมกับเลือดที่ไหลเลี้ยงไข่
กลายเป็นประจำเดือน (Menstruation)

รังไข่มีอยู่สองข้างของมดลูกจะผลัดกันทำหน้าที่สร้างไข่ การสร้างไข่แต่ละ
ครั้งเว้นระยะประมาณ ๒๘ วัน หมายความว่าระยะ ๒๘ วัน จะมีการสร้างไข่ครั้งหนึ่ง
ถ้าไข่ไม่ได้รับการผสมจากอสุจิ ไข่ก็จะกลายเป็นประจำเดือนถูกขับออกนอกร่างกาย

ส่วนรังไข่อีกข้างหนึ่งก็จะเริ่มสร้างไข่ต่อไป ผลักกันเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะมีการผสมกันระหว่างไข่กับอสุจิ รังไข่จึงจะหยุดสร้างไข่ไว้ชั่วคราวระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเพศหญิงมีอายุประมาณ ๔๐ - ๕๐ ปี รังไข่จึงจะเลิกสร้างไข่, นั่นคือหลังจากนี้จะไม่มีการจำเริญและไม่สามารถที่จะมีลูกได้

ไข่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๐.๑๕ มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าอสุจิประมาณ ๑๕๕,๐๐๐ เท่า

การปฏิสนธิ (Fertilization)

การปฏิสนธิเริ่มขึ้นเมื่ออสุจิเข้าผสมกับไข่ โดยที่อสุจิจะเจาะเยื่อหุ้มไข่เข้าไป อสุจิจะเคลื่อนเข้าไปในมดลูกเพื่อผสมกับไข่ โดยมีหางเป็นทิวช่วยในการเคลื่อนที่เข้าไป อสุจิที่เข้าไปในมดลูกครั้งหนึ่ง ๆ มีจำนวนมาก ประมาณ ๒๐๐-๓๐๐ ล้านตัวทุก ๆ ตัวจะพยายามเคลื่อนที่เข้าไปเพื่อผสมกับไข่ จะมีตัวที่แข็งแรงที่สุดเพียงตัวเดียวที่เข้าไปพบกับไข่ที่ปักมดลูก การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นที่นี่ เพราะฉะนั้นโอกาสที่อสุจิจะเข้าผสมกับไข่จึงมีเพียงตัวเดียวเท่านั้น ในขณะที่เดียวกันเมื่อไข่แก่เต็มที่ก็จะเคลื่อนที่ออกมาตามท่อนำไข่มายังปักมดลูก เมื่อไข่พบกับอสุจิ อสุจิจะเจาะเยื่อหุ้มไข่เข้าไปผสมกับไข่ เรียกว่าเกิดการปฏิสนธิ หางของอสุจิจะถูกทิ้ง อยู่นอกไข่ หลังจากนั้นเปลือกไข่จะแข็งขึ้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้อสุจิตัวอื่น ๆ เข้าไปผสมกับไข่อีกได้ อสุจิเหล่านั้นก็จะตายไป

อสุจิที่ถูกขับเข้าไปในมดลูกนั้นจะมีอายุอยู่ได้ประมาณ ๔๔ - ๗๒ ชั่วโมง ส่วนไข่เมื่อสุกเต็มที่แล้วก็เคลื่อนตัวออกมาตามท่อนำไข่ และจะมีอายุอยู่ได้ประมาณ ๒๔ ชั่วโมง ดังนั้นช่วงเวลาการผสมของไข่จะมีเพียง ๒๔ ชั่วโมง แต่โอกาสที่ไข่จะได้รับการผสมมีเพียง ๑๔ ชั่วโมงเท่านั้น เพราะหลังจากระยะเวลาที่แล้วไข่จะแก่เกินไปที่จะผสมได้

นิวเคลียสของไข่กับของอสุจิผสมกันแล้วเรียกว่าเป็นไซโกท (Zygote) หลังจากนั้นไซโกทจะมีการแบ่งตัวเพิ่มขึ้นกลายเป็นทารก (Embryo) ในขณะเดียวกันก็จะเคลื่อนตัวไปยังมดลูก แล้วฝังตัวอยู่ที่ผนังด้านในของมดลูก ระยะนี้รังไข่จะหยุดการสร้างไข่ไว้ชั่วคราวระยะเวลานี้ จนกว่าทารกจะคลอดออกมาจากครรภ์มารดา รังไข่จึงจะเริ่มสร้างไข่ขึ้นมาอีก

ทารกจะมีรก (Placenta) เกิดขึ้นเชื่อมต่อระหว่างมารดากับทารกในครรภ์ รกจะเป็นท่อที่นำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงทารกในครรภ์ ระยะนี้ทารกจะไม่มีการหายใจ แต่จะเริ่มหายใจไคควบปอดของตนเองก็ต่อเมื่อทารกคลอดออกมาจากครรภ์มารดาแล้วทารกจะอยู่ในครรภ์มารดาประมาณ ๒๘๐ วัน นับตั้งแต่ปฏิสนธิ จึงจะคลอดออกมา

บทเรียนเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

กลจักร (Engine)

กลจักรที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมี ๒ ประเภท คือ

๑. กลจักรเบนซินหรือแกสโซลีน (Gasoline Engine) เป็นกลจักรที่ใช้ น้ำมันเบนซิน (หรือแกสโซลีน) เป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดการสันดาปภายใน (Internal combustion) เชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศโดยคาร์บูเรเตอร์ (Carburator) ก่อนให้กลายเป็นไอเข้าไปจุดระเบิดภายในซึ่งมีหัวเทียน (Spark Plug) เป็นตัวจุดระเบิด โดยมีระบบไฟฟ้าสำหรับจุดระเบิดน้ำมันเชื้อเพลิงคือ มีขดลวดสำหรับจุดระเบิด (Induction coil) ทำหน้าที่แปลงไฟจากแบตเตอรี่ให้กับหัวเทียน

๒. กลจักรดีเซล (Diesel Engine) เป็นกลจักรที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการสันดาปภายใน การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดจากการอัดอากาศเข้าไปในห้องสันดาป (Combustion chamber) จนเกิดความร้อนสูงพอแล้ว ปั๊มฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยเข้าไปภายในเมื่ออุณหภูมิภายในห้องสันดาปสูงพอที่จะเกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องอาศัยประกายไฟจากหัวเทียน กลจักรดีเซลจึงไม่ใช้หัวเทียน

กลจักรแกสโซลีนและกลจักรดีเซลนี้ ถ้าแบ่งตามลักษณะการทำงานของกลจักรแบ่งได้ ๒ ชนิด

๑. ชนิด ๒ จังหวะ (Two strokes Engine) ใช้ น้ำมันเครื่องผสมกับน้ำมันเบนซิน

๒. ชนิด ๔ จังหวะ (Four strokes Engine) ใช้ น้ำมันเบนซินหรือดีเซล

หลักการทำงานของกลจักรเหล่านี้คือ การเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกลนั่นเอง

เครื่องยนต์สี่จังหวะ (Four Cycle Engine of Fourstrokes Cycle Engine)

เครื่องยนต์ (กลจักร) ชนิดนี้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น - ลง รวม ๔ ครั้ง จึงครบรอบของการทำงาน เพลาของเครื่องยนต์จะหมุนได้ ๒ รอบ ส่วนการจุดระเบิดจะจุดเพียงครั้งเดียวต่อการทำงาน ๑ รอบ

การทำงาน

การทำงานของเครื่องยนต์ประเภทนี้จะเริ่มโดยลูกสูบเคลื่อนที่ลง ทำให้ความดันภายในกระบอกสูบลดน้อยลง อากาศภายนอกจึงเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาทางลิ้นไอดีซึ่งเปิดอยู่ ถ้าเป็นกลจักรแกสโซลีน อากาศที่ผ่านเข้ามานี้จะผ่านการบูเรเตอร์ก่อน การบูเรเตอร์จะเป็นตัวผสมอากาศกับน้ำมัน ให้เป็นไอเข้าไปในกระบอกสูบ มองดูคล้ายลูกสูบดูดอากาศ (และน้ำมัน) เข้า จึงเรียกว่า จังหวะดูด ซึ่งเป็นจังหวะที่ ๑ ของการทำงานของเครื่องยนต์

หลังจากนี้ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นพร้อมกับลิ้นไอดีจะปิด อากาศที่อยู่ภายในกระบอกสูบจะถูกบีบให้มีปริมาตรเล็กลง ทำให้อุณหภูมิภายในกระบอกสูบสูงขึ้น เรียกการทำงานในตอนนี้ว่า จังหวะอัด ซึ่งเป็นจังหวะที่ ๒

จากจังหวะที่ ๒ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเต็มที่แล้ว ถ้าเป็นกลจักรแกสโซลีน หัวเทียนจะทำให้เกิดประกายไฟขึ้น โดยโคไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ทำให้เกิดการระเบิดขึ้น โดยมีเชื้อเพลิง (ซึ่งเป็นไอน้ำมัน) ออกซิเจน (จากอากาศที่เข้าไปในกระบอกสูบพร้อมกับน้ำมันในจังหวะที่ ๑) และอุณหภูมิสูงพอจากแรงอัด เชื้อเพลิงก็จะเกิดการเผาไหม้ขึ้น ทำให้อากาศภายในกระบอกสูบขยายตัวอย่างรวดเร็วเป็นจำนวนมาก จึงเกิดแรงดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงอย่างแรง ซึ่งก่อให้เกิดกำลังไปหมุนต่อเหวี่ยงทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ จึงเรียกจังหวะนี้ว่า จังหวะกำลัง ซึ่งเป็นจังหวะที่ ๓

แรงจากจังหวะที่ ๓ ที่ดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ลง มีมากพอที่จะหมุนข้อเหวี่ยงทำให้

ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นได้ ในจังหวะนี้ลิ้นไอเสียจะเปิดพอดี อากาศและน้ำมันที่ถูกเผาไหม้ก็จะออกไปทางลิ้นไอเสีย โดยมีลูกสูบเลื่อนขึ้นทำหน้าที่ไล่ออกไปด้วย (ส่วนลิ้นไอดีจะปิด) เราจึงเรียกจังหวะนี้ว่าเป็น จังหวะคาย ซึ่งเป็นจังหวะที่ ๔

หลังจากนี้ลูกสูบจะเคลื่อนที่ลง ลิ้นไอเสียก็จะปิด ส่วนลิ้นไอดีจะเปิด เป็นการเริ่มการทำงานในรอบใหม่ต่อไปอีก

จะสังเกตเห็นว่าลูกสูบทำงานได้ครบคือ ดูตอากาศและเชื้อเพลิงอัดเพื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้กำลัง และคายอากาศเสียออกมา โดยการเคลื่อนที่ขึ้น - ลง ของลูกสูบ ๔ ครั้ง จึงเรียกว่าเครื่องยนต์สี่จังหวะ

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

๙. ออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุ
จะได้อะไร ?

- ก. คาร์บอน
- ข. ออกไซด์
- ค. ซัลเฟต
- ง. ซัลไฟด์
- จ. ซิลิเกต

๑๐. เมื่อออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับธาตุ
ต่าง ๆ บนผิวโลกแล้วจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ธาตุชนิดใหม่
- ข. แก๊สของธาตุชนิดนั้น
- ค. สารประกอบชนิดใหม่
- ง. แก๊สของสารประกอบ
- จ. ได้ทั้งธาตุและสารประกอบพร้อมๆกัน

๑๑. น้ำฝนเมื่อรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์
ในอากาศแล้ว จะมีฤทธิ์เป็นอะไร ?

- ก. กรด
- ข. ด่าง
- ค. กลาง
- ง. กระด้าง
- จ. ทั้งกรดและด่าง

๑๒. น้ำบาดาลมีแร่ธาตุอะไรผสมอยู่มาก
ที่สุด ?

- ก. คาร์บอนิค
- ข. คาร์บอเนต
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์
- ง. แคลเซียมคาร์บอเนต
- จ. แคลเซียมคาร์บอเนต

๑๓. น้ำบาดาลทำให้เปลือกโลกเปลี่ยนแปลง
อย่างไร ?

- ก. เกิดแผ่นดินไหว
- ข. เกิดแผ่นดินทรุด
- ค. เกิดหินแปรสภาพ
- ง. เกิดภูเขาไฟระเบิด
- จ. เกิดการกัดเซาะของเปลือกโลก

๑๔. หินที่อยู่ใต้พื้นน้ำคอนบนของน้ำตก
ในแอ่งการาเป็นหินประเภทใด ?

- ก. หินปูน
- ข. หินอ่อน
- ค. หินชะนวน
- ง. หินแกรนิต
- จ. หินดินดาน

๑๓. หินที่ทนการกัดกร่อนได้น้อยที่สุดคือ
หินชนิดใด ?

- ก. หินปูน
- ข. หินอ่อน
- ค. หินชะนวน
- ง. หินแกรนิต
- จ. หินดินดาน

๑๔. หินอ่อนแปรรูปมาจากหินชนิดใด ?

- ก. หินปูน
- ข. หินอ่อน
- ค. หินชะนวน
- ง. หินแกรนิต
- จ. หินดินดาน

๑๕. ความโน้มถ่วงของโลกทำให้เกิดอะไรขึ้น
บนเปลือกโลก ?

- ก. แวนดินไหว
- ข. แวนดินทรุด
- ค. หินแปรสภาพ
- ง. ภูเขาไฟระเบิด
- จ. การกัดเซาะของเปลือกโลก

๑๖. กลาเซียร์ (Glaciers) คืออะไร?

- ก. ชARNน้ำแข็ง
- ข. การตกตะกอนของดิน
- ค. อนุภาคของดินที่ถูกน้ำพาไป
- ง. การที่ดินเกิดการแตกแยกขึ้น
- จ. การกัดเซาะของลมบนเปลือกโลก

๑๗. "Faulting" คืออะไร ?

- ก. การที่ดินถูกกัดเซาะโดยน้ำ
- ข. การที่ลมและน้ำพัดพาหินและดินไป
- ค. การที่ดินถูกอัดเข้าหากันจนโค้งงอขึ้น
- ง. การที่ดินเลื่อนระดับสูงต่ำต่างกันเป็น
ชั้นบันได
- จ. การที่ดินทรุดลงไปเพราะเกิดจากการ
พังทลาย

๑๘. "Folding" คืออะไร ?

- ก. การที่ดินถูกกัดเซาะโดยน้ำ
- ข. การที่ลมและน้ำพัดพาหินและดินไป
- ค. การที่ดินถูกอัดเข้าหากันจนโค้งงอขึ้น
- ง. การที่ดินเลื่อนระดับสูงต่ำต่างกันเป็น
ชั้นบันได
- จ. การที่ดินทรุดลงไปเพราะเกิดจากการ
พังทลาย

๑๙. แรงดันภายในโลกและแรงดึงดูดของ
ดวงอาทิตย์กับดวงจันทร์ ทำให้เปลือก
โลกเป็นอย่างไร ?

- ก. แดก
- ข. โค้งงอ
- ค. สลายตัว
- ง. เกิดระเบิด
- จ. เปลี่ยนสภาพ

๒๐. ดินและทรายที่พูนสูงขึ้นกลางแม่น้ำ
บางสายนั้น เกิดจากอะไร ?

- ก. การเลื่อนของดิน
- ข. การทับถมของดิน
- ค. การเพิ่มพูนของดิน
- ง. การตกตะกอนของดิน
- จ. การเลื่อนที่ของดินจากที่หนึ่งไปยังอีก
ที่หนึ่ง

แบบทดสอบเรื่องพลังงานอะตอม

๑. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมีประโยชน์อย่างไร ?
- ก. ให้พลังงาน
 - ข. หยุดยั้งการแผ่รังสี
 - ค. ผลิตธาตุกัมมันตภาพรังสี
 - ง. ควบคุมนิวตรอนที่เกิดขึ้น
 - จ. ขจัดธาตุแปลกปลอมอื่น ๆ
๒. รังสีอะไรที่ให้อำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้มากที่สุด ?
- ก. รังสีเอกซ์
 - ข. รังสีเบตา
 - ค. รังสีแกมมา
 - ง. รังสีแอลฟา
 - จ. รังสีแคโทด
๓. รังสีอะไรที่สามารถทะลุผ่านวัตถุได้น้อยที่สุด ?
- ก. รังสีเอกซ์
 - ข. รังสีเบตา
 - ค. รังสีแกมมา
 - ง. รังสีแอลฟา
 - จ. รังสีแคโทด
๔. ถ้าอะตอมของธาตุมีจำนวนอิเล็กตรอนและโปรตอนเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น ?
- ก. คุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนไป
 - ข. คุณสมบัติทางฟิสิกส์เปลี่ยนไป
 - ค. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์เปลี่ยนไป
 - ง. คุณสมบัติจะคงเดิมเพราะจำนวนอิเล็กตรอนคงที่
 - จ. คุณสมบัติจะคงเดิมเพราะจำนวนอิเล็กตรอนและโปรตอนเปลี่ยนแปลงไม่ได้
๕. จำนวนโปรตอนที่มีอยู่ในอะตอมของธาตุเรียกว่าอะไร ?
- ก. Atomicity
 - ข. Mass Number
 - ค. Atomic Mass
 - ง. Atomic Weight
 - จ. Atomic Number

๖. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มี Atomic Number เท่ากัน แต่มี Atomic Mass ต่างกัน เราเรียกอะตอมของธาตุนั้นว่าอะไร ?
- ไอโซโทป
 - ยูเรเนียม
 - โพลิเนียม
 - กัมมันตภาพรังสี
 - กัมมันตภาพรังสีประดิษฐ์
๗. ปัจจุบันเราสามารถทำให้อะตอมของธาตุสลายตัวเป็นธาตุใหม่ได้โดยวิธีใด ?
- ใส่เข้าไปในเครื่องไซโคลตรอน
 - ใช้อนุภาคบางชนิดยิงเข้าไปในอะตอมของธาตุนั้น
 - หาแรงมากกระทำให้อะตอมของธาตุแตกออก
 - ใช้อะตอมของธาตุที่เบายิงเข้าไปในอะตอมนั้น
 - ใช้อะตอมของไฮโดรเจนยิงเข้าไปในอะตอมนั้น
๘. การทำให้อะตอมของธาตุที่หนัก ๆ แตกออกแล้วให้พลังงานออกมา นั้น เราเรียกว่าอะไร ?
- Nuclear Action
 - Nuclear Fusion
 - Nuclear Fission
 - Nuclear Function
 - Nuclear Reaction
๙. ส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุเรียกว่าอะไร ?
- ธาตุ
 - สสาร
 - อะตอม
 - ปริมาณ
 - โมเลกุล

๑๐. อนุภาคที่วิ่งไวกายในอะตอมคืออนุภาค
อะไร ?

- ก. แอลฟา
- ข. แกมมา
- ค. นิวตรอน
- ง. โปรตอน
- จ. อิเล็กตรอน

๑๑. อนุภาคที่ไม่มีประจุคืออนุภาคของอะไร?

- ก. แอลฟา
- ข. แกมมา
- ค. โปรตอน
- ง. นิวตรอน
- จ. อิเล็กตรอน

๑๒. นิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วย
อะไรบ้าง ?

- ก. นิวตรอนอย่างเดียว
- ข. อิเล็กตรอนอย่างเดียว
- ค. โปรตอน + นิวตรอน
- ง. โปรตอน + อิเล็กตรอน
- จ. นิวตรอน + อิเล็กตรอน

๑๔. อะไรไม่เกิดขึ้น ? เมื่อยิงนิวตรอนเข้า
ไปในนิวเคลียสของยูเรเนียม

- ก. U^{235}
- ข. นิวตรอน
- ค. ธาตุใหม่
- ง. พลังงาน
- จ. รังสีบางชนิด

๑๕. รังสีที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์มากที่สุดคือ รังสีใด ?

- ก. เบตา
- ข. แกมมา
- ค. แอลฟา
- ง. คอสมิก

จ. อัลตราไวโอเล็ต

๑๖. ธาตุกัมมันตภาพรังสีสามารถให้รังสีออกมาได้ทั้งหมด มีอะไรบ้าง ?

- ก. แอลฟา + เบตา + เอกซ
- ข. แกมมา + เอกซ + เบตา
- ค. แกมมา + แอลฟา + คอสมิก
- ง. แอลฟา + เบตา + แกมมา
- จ. คอสมิก + เบตา + แอลฟา

๑๗. ส่วนที่เป็นศูนย์กลางของอะตอมของธาตุ เรียกว่าอะไร ?
- ก. ปริมาณ
ข. โมเลกุล
ค. นิวเคลียส
ง. นิวเคลียร์
จ. จุดศูนย์กลาง
๑๘. อะตอมของธาตุลิเทียมประกอบด้วยอิเล็กตรอน ๓ ตัว ดังนั้นลิเทียมจะมีวงโคจรของอิเล็กตรอนได้กี่วง ?
- ก. ๑ วง
ข. ๒ วง
ค. ๓ วง
ง. ๔ วง
จ. ๕ วง
๑๙. สารที่เราใช้ในการบังคับนิวตรอนอิสระภายในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูคือสารอะไร ?
- ก. ตะกั่ว
ข. เหล็ก
ค. คาร์บอน
ง. กำมะถัน
จ. อลูมิเนียม
๒๐. ระเบิดปรมาณูนั้นสร้างขึ้นโดยใช้หลักการของอะไร ?
- ก. Atomic Fission
ข. Nuclear Fission
ค. Atomic Reaction
ง. Chain Reaction
จ. Nuclear Reaction

แบบทดสอบเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช

๑. การสังเคราะห์แสงของพืชหมายถึงอะไร
- การสร้างแสง
 - การปรุงอาหาร
 - การสร้างอาหาร
 - การสร้างออกซิเจน
 - การสร้างคาร์บอนไดออกไซด์
๒. พืชใช้สารใดเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง?
- ดิน
 - น้ำ
 - ลม
 - ไฟ
 - ออกซิเจน
๓. การสังเคราะห์แสงของพืชตามปกติจะเกิดขึ้นที่ส่วนใดมากที่สุด?
- ใบ
 - กิ่ง
 - ราก
 - ลำต้น
 - ก้านใบ
๔. พืชใช้ก๊าซอะไรในการสังเคราะห์แสง?
- คาร์บอนิค
 - ออกซิเจน
 - ไนโตรเจน
 - ไฮโดรเจน
 - คาร์บอนไดออกไซด์
๕. จากสมการข้างล่างนี้หมายถึงข้อใด?
- $$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสงสว่าง}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$
- การสังเคราะห์แสงของรา
 - การสังเคราะห์แสงของยีสต์
 - การสังเคราะห์แสงของพืชใบเลี้ยง
 - การสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำตาล
 - การสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำตาลและออกซิเจน
๖. เมื่กลีที่เรียกว่าคลอโรฟิลล์ มีสีใด?
- สีแดง
 - สีเขียว
 - สีเหลือง
 - สีน้ำเงิน
 - สีน้ำตาล

๗. ผลจากการสังเคราะห์แสงของพืชใด

อาหารประเภทใด ?

- ก. น้ำ
- ข. ไขมัน
- ค. โปรตีน
- ง. น้ำตาล
- จ. เกลือแร่

๘. ผลที่พืชได้รับจากขบวนการสังเคราะห์แสง คืออะไร ?

- ก. ออกซิเจน
- ข. คาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ทำให้พืชเจริญเติบโต
- ง. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
- จ. อาหารของพืชประเภทคาร์โบไฮเดรต

๙. ในการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลล์มีหน้าที่อย่างไร ?

- ก. เร่งปฏิกิริยา
- ข. ก่อให้เกิดปฏิกิริยา
- ค. คายพลังงานมาใช้
- ง. ทำปฏิกิริยาโดยตรง
- จ. ดูดพลังงานจากแสงสว่างมาใช้

๑๐. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องที่สุด ?

- ก. พืชหายใจในเวลากลางวัน
- ข. พืชหายใจในเวลากลางคืน
- ค. พืชหายใจทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน
- ง. พืชสังเคราะห์แสงและหายใจในเวลากลางคืน
- จ. พืชสังเคราะห์อาหารในเวลากลางวันและกลางคืน

๑๑. ทำไมในเวลากลางคืนพืชจึงไม่สังเคราะห์แสง?

- ก. ใ้ไม่มีน้ำ
- ข. ใ้ไม่มีแสงสว่าง
- ค. คลอโรฟิลล์ไม่ทำงาน
- ง. ใ้ไม่มีวัตถุดิบที่จะใช้ในการสังเคราะห์แสง
- จ. ใ้ไม่มีพลังงานที่จะมาใช้ในการสังเคราะห์แสง

๑๒. น้ำกับคาร์บอนไดออกไซด์จะรวมตัวกันในขบวนการสังเคราะห์แสงนั้นต้องใช้อะไรเป็นตัวช่วย?

- ก. แสงแดด
- ข. พลังงาน
- ค. คลอโรฟิลล์
- ง. แสงสว่างและคลอโรฟิลล์
- จ. สารสีเขียวและคลอโรฟิลล์

๑๓. เราจะทดลองอย่างไร จึงทราบได้ว่าพืชสร้างอาหารในเวลากลางวัน ?

- ก. โดยการทดสอบแป้งในใบ
- ข. โดยการทดสอบไขมันในใบ
- ค. โดยการทดสอบน้ำตาลในใบ
- ง. โดยการทดสอบโปรตีนในใบ
- จ. โดยการทดสอบแร่ธาตุในใบ

๑๔. ขณะที่เกิดการสังเคราะห์แสง ทำไมพืชจึงคายออกซิเจนออกมา ?

- ก. พืชใช้ออกซิเจนในการหายใจเท่านั้น
- ข. ออกซิเจนเกิดมากเกินไปจึงต้องคายออกบ้าง
- ค. ออกซิเจนเป็นพิษต่อพืชขณะที่เกิดการสังเคราะห์แสง
- ง. พืชไม่ได้ใช้ประโยชน์จากออกซิเจนจึงคายออกมา
- จ. ออกซิเจนไม่ได้เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาแต่อย่างใด

๑๕. ในเวลากลางวันตอนฤดูร้อนพืชเหี่ยวเฉาเพราะอะไร ?

- ก. แสงแดดในเวลากลางวันร้อนจัดมาก
- ข. แสงแดดร้อนจัดทำให้พืชคายน้ำออกมาก
- ค. แสงแดดทำให้พืชใช้พลังงานมากเกินไป
- ง. แสงแดดร้อนจัดทำให้พืชปรุงอาหารไม่ได้
- จ. แสงแดดร้อนจัดทำให้พืชปรุงอาหารมากเกินไป

๑๖. เพราะอะไรแสงแดดจึงเป็นแสงที่เหมาะสมแก่การสังเคราะห์แสงของพืช ?

- ก. มีความร้อนสูง
- ข. มีแสงครบทุกสี
- ค. มีแสงสว่างมาก
- ง. มีแสงสีเขียวน้อย
- จ. มีลักษณะของแสงเป็นคลื่น

๑๗. พืชจะเก็บสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไว้ในรูปของอะไร ?

- ก. แป้ง
- ข. ไขมัน
- ค. น้ำตาล
- ง. กลูโคส
- จ. โปรตีน

๑๘. ถ้าเราลดน้ำจำนวน ๑ โมเลกุลออกจากสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช จะได้อะไร ?

- ก. แป้ง
- ข. ไขมัน
- ค. น้ำตาล
- ง. กลูโคส
- จ. โปรตีน

๑๙. แป้งจะอยู่ในส่วนใดของพืช ?

- ก. ใบ
- ข. ผล
- ค. ราก
- ง. ลำต้น
- จ. ทุกส่วนของพืช

๒๐. ข้อความข้างล่างต่อไปนี้ข้อใดผิด ?

- ก. พืชดูดน้ำทางราก
- ข. พืชคายน้ำทางใบ
- ค. พืชสะสมอาหารไว้ในราก
- ง. พืชคายคาร์บอนไดออกไซด์ทางใบ
- จ. พืชสังเคราะห์แสงได้ก๊าซออกซิเจนและแสงสว่าง

แบบทดสอบเรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์

๑. อวัยวะอะไรเป็นตัวสร้างอสุจิ ?
 - ก. ไช
 - ข. อัณฑะ
 - ค. รังไข่
 - ง. มดลูก
 - จ. ท่อนำอสุจิ
๒. เซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงคืออะไร ?
 - ก. ไช
 - ข. อสุจิ
 - ค. มดลูก
 - ง. รังไข่
 - จ. ปีกมดลูก
๓. ไชกับอสุจิมียจำนวนเป็นเท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับกัน ?
 - ก. เท่ากัน
 - ข. ไม่ทราบแน่ชัด
 - ค. ไชมีจำนวนมากกว่าอสุจิ
 - ง. อสุจิมียจำนวนมากกว่าไช
 - จ. อาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันได้
๔. คำว่า "Maturity" ตามความหมายทางชีววิทยาหมายถึงข้อใด ?
 - ก. ตัวอ่อน
 - ข. กระทบ
 - ค. กรรมพันธุ์
 - ง. ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง
 - จ. ร่างกายเจริญเต็มที่พร้อมที่จะสืบพันธุ์ได้
๕. รังไข่อยู่ตรงส่วนใดของมดลูก ?
 - ก. ทางซ้าย
 - ข. ทางขวา
 - ค. ตรงกลาง
 - ง. ริมของมดลูก
 - จ. ทางซ้ายและทางขวา
๖. ไชจะถูกสร้างออกมาในเวลาประมาณกี่วันต่อหนึ่งครั้ง?
 - ก. ๙ วัน
 - ข. ๑๔ วัน
 - ค. ๒๘ วัน
 - ง. ๓๐ วัน
 - จ. ทุก ๆ วัน

๓. ประจำเดือน (Menstruation)
หมายถึงอะไร ?

- ก. เลือดเสีย
- ข. เลือดที่เลี้ยงไข
- ค. เลือดที่คั่งค้างอยู่ในร่างกาย
- ง. ไขแกและเลือดที่ถูกขับออกมา
- จ. ไขที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากอสุจิ

๔. อสุจิจะผสมกับไข่ได้เมื่อไร ?

- ก. เมื่อไข่แก่
- ข. เมื่อไข่ยังอ่อนอยู่
- ค. เมื่อไข่อ่อนอยู่ในท่อนำไข่
- ง. เมื่อไข่หลุดออกจากท่อนำไข่
- จ. เมื่อไข่สุกเต็มที่และอยู่ในท่อนำไข่

๕. สัตว์ต่อไปนี้ข้อใดสืบพันธุ์ไม่ได้ ?

- ก. ลา
- ข. ลอ
- ค. เหี้ย
- ง. แมลงหวี่
- จ. อีปโปโปแตมัส

๑๐. คอนโดที่เรียกว่าเป็นการปฏิสนธิ ?

- ก. อสุจิเข้าผสมกับไข่แล้ว
- ข. อสุจิกำลังเข้าผสมกับไข่
- ค. ไข่ถูกผสมเรียบร้อยแล้ว
- ง. อสุจิพร้อมที่จะผสมกับไข่แต่ยังอยู่ในถุงเก็บอสุจิ
- จ. นิวเคลียสของไข่กับนิวเคลียสของอสุจิเข้าผสมกันแล้ว

๑๑. ในการผสมพันธุ์แต่ละครั้งต้องใช้สpermatozoa กี่ตัว ?

- ก. ตัวเดียว
- ข. หลายตัว
- ค. ไม่จำกัดจำนวน
- ง. ๒๐๐ - ๓๐๐ ล้านตัว
- จ. ใช้สpermatozoa ๒๐๐-๓๐๐ ล้านตัวแต่ไข่ฟองเดียว

๑๒. เมื่อนำอสุจิและไข่มาเปรียบเทียบขนาดกันจะมีขนาดต่างกันอย่างไร ?

- ก. เท่ากัน
- ข. ไม่นานอน
- ค. ไข่ใหญ่กว่าอสุจิ
- ง. อสุจิใหญ่กว่าไข่
- จ. ไข่กลมแต่อสุจิมีหางค้ำ

๑๓. ทางของอสุจิมิ่วทำไม ?

- ก. มีตามธรรมชาติ
- ข. เพื่อให้ตัวอสุจิยาวขึ้น
- ค. เพื่อเป็นตัวนำทางไปยังไข่
- ง. เพื่อเอาไว้ช่วยในการเคลื่อนที่
- จ. เพื่อบอกให้รู้ว่าเป็นอสุจิจริง ๆ

๑๔. อสุจิกับไข่เข้าผสมกันอย่างไร ?

- ก. ไข่ว่ายเข้ามาผสม
- ข. อสุจิเคลื่อนที่เข้าผสม
- ค. ไข่รอให้อสุจิเข้าไปผสมที่มดลูก
- ง. อสุจิเข้าไปผสมกับไข่ที่ท่อนำไข่
- จ. ไข่อยู่กับที่รอให้อสุจิเข้าไปเอง

๑๕. เพราะอะไรเมื่อไข่ได้รับการผสมแล้วจึงไม่สามารถผสมได้อีก ?

- ก. ไข่เสีย
- ข. อสุจิอ่อนแอ
- ค. อสุจิตายหมด
- ง. อสุจิสร้างเกราะป้องกันให้กับไข่
- จ. ผิวของไข่จะแข็งขึ้นอสุจิเข้าไม่ได้

๑๖. ไข่จะหยุดสร้างไข่ชั่วคราวเมื่อไร ?

- ก. เมื่อไข่สุกแล้ว
- ข. เมื่อไข่แก่เต็มที่
- ค. เมื่อไข่หลุดไปแล้ว
- ง. เมื่อถึงวัยกลางคน
- จ. เมื่อไข่ได้รับการผสมกลายเป็นตัวอ่อน (Embryo)

๑๗. เมื่อไข่หลุดออกมาจากรังไข่แล้วจะมีชีวิตอยู่ได้อีกนานเท่าไร ?

- ก. ๑๔ ชั่วโมง
- ข. ๒๔ ชั่วโมง
- ค. ๓๖ ชั่วโมง
- ง. ๔๘ ชั่วโมง
- จ. ๗๒ ชั่วโมง

๑๘. เมื่อไข่ได้รับการผสมจากอสุจิแล้ว จะไปฝังตัวอยู่ที่ใด ?

- ก. มดลูก
- ข. ท่อนำไข่
- ค. ที่ผนังด้านในของรังไข่
- ง. ที่ผนังด้านในของมดลูก
- จ. ที่ส่วนใดก็ได้ภายในอวัยวะสืบพันธุ์

๑๙. คำว่า "ไซโกท" (Zygote) หมายถึงอะไร

- ก. ไซโทสมแล้ว
- ข. อสุจิที่ผสมแล้ว
- ค. ไซโทอยู่ในรังไข่
- ง. ไซโทกำลังสุกเต็มที่
- จ. อสุจิที่พร้อมจะรับการผสม

๒๒. ขณะอยู่ในครรภ์มารดา ทารกได้อาหารมาจากที่ไหน ?

- ก. ซึมมาตามเชล
- ข. จากเลือดของแม่
- ค. จากการออสโมซิส
- ง. จากเส้นน้ำเหลืองของแม่
- จ. ไคมาเองตามธรรมชาติจากแม่

๒๐. เพศหญิงอายุประมาณเท่าไร รังไข่จึงจะเลิกสร้างไข่อีกต่อไป ?

- ก. ๓๐ - ๔๐ ปี
- ข. ๔๑ - ๕๐ ปี
- ค. ๕๑ - ๖๐ ปี
- ง. ๖๑ - ๗๐ ปี
- จ. ๗๑ - ๘๐ ปี

๒๓. การทำหมันหมายถึงการทำอะไร

- ก. ตัดรังไข่ออก
- ข. ตัดอัมโพธิ์ออก
- ค. ตัดอวัยวะเพศออก
- ง. ป้องกันไม่ให้ไข่กับอสุจิมิมีโอกาสผสมกันได้
- จ. ป้องกันไม่ให้รังไข่หรืออัมโพธิ์สร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้

๒๑. ขณะอยู่ในครรภ์มารดา ทารกหายใจอย่างไร

- ก. หายใจทางปาก
- ข. หายใจทางจมูก
- ค. หายใจรวมกับแม่
- ง. หายใจทางผิวหนัง
- จ. ไม่มีการหายใจจนกว่าจะคลอด

๒๔. มาตรการทางเพศที่เข้มข้นขึ้นผู้หญิงแล้วเท่านั้น ควรลงโทษอย่างไร ?

- ก. ปองเป่า
- ข. ทำหมันเสีย
- ค. ตัดอวัยวะเพศทิ้ง
- ง. ตีคตะรางตลอดชีวิต
- จ. ลงโทษตามกฎหมายที่ระบุไว้

๒๕. "P" เป็นสัญลักษณ์ของอะไร

- ก. คน
- ข. สัตว์
- ค. เพศชาย
- ง. เพศหญิง
- จ. กระเทียม

แบบทดสอบเรื่องเครื่องยนต์สี่จังหวะ

๑. เครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ขนาด ๑๒๕ ซีซี เป็นเครื่องยนต์กี่จังหวะ ?
 - ก. ๒ จังหวะ
 - ข. ๓ จังหวะ
 - ค. ๔ จังหวะ
 - ง. ๒ และ ๔ จังหวะ
 - จ. ๓ และ ๔ จังหวะ
๒. คำว่า "ขนาด ๑๒๕ ซีซี" หมายถึงอะไร ?
 - ก. ความจุของถังน้ำมัน
 - ข. ความจุของกระบอกสูบ
 - ค. ความจุของคาร์บูเรเตอร์
 - ง. การใช้น้ำมันในเครื่องยนต์
 - จ. การใช้น้ำมันในการจุดระเบิดแต่ละครั้ง
๓. เครื่องยนต์สี่เสลไชน้ำมันอะไร ?
 - ก. น้ำมันดิบ
 - ข. น้ำมันภาค
 - ค. น้ำมันดีเซล
 - ง. น้ำมันเบนซิน
 - จ. น้ำมันแก๊สโซลีน
๔. จังหวะแรกของการทำงานของลูกสูบเครื่องยนต์สี่จังหวะเรียกว่าจังหวะอะไร ?
 - ก. จังหวะอัด
 - ข. จังหวะรับ
 - ค. จังหวะจุด
 - ง. จังหวะคาย
 - จ. จังหวะกำลัง
๕. อากาศและน้ำมันจะเข้าไปทางใดในจังหวะแรกของเครื่องยนต์สี่จังหวะ ?
 - ก. ทางลิ้น
 - ข. ทางลูกสูบ
 - ค. ทางอินไคติ
 - ง. ทางหัวลูกสูบ
 - จ. ทางลิ้นไอเสีย
๖. ถ้าเป็นกลจักรแกสโซลีน อากาศและน้ำมันจะผ่านส่วนใดของเครื่องก่อนเข้าไปในกระบอกสูบ ?
 - ก. ผ่านลิ้น
 - ข. ผ่านเสื้อสูบ
 - ค. ผ่านหัวเทียน
 - ง. ผ่านกระบอกสูบ
 - จ. ผ่านคาร์บูเรเตอร์

๙. จังหวะแรกของเครื่องยนต์สี่จังหวะ ลูกสูบจะเลื่อนไปทางใด ?

- ก. เลื่อนขึ้น
- ข. เลื่อนลง
- ค. อยู่ตรงกลาง
- ง. เลื่อนลงแล้วเลื่อนขึ้นทันที
- จ. เลื่อนขึ้นแล้วเลื่อนลงทันที

๑๐. ในจังหวะกำลัง ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย เป็นอย่างไร ?

- ก. ปิดทั้งคู่
- ข. เปิดทั้งคู่
- ค. ลิ้นไอดีปิดลิ้นไอเสียเปิด
- ง. ลิ้นไอเสียปิดลิ้นไอดีเปิด
- จ. ลิ้นไอเสียปิดแล้วเปิดอย่างรวดเร็ว

๑๑. อะไรเป็นตัวจุดระเบิดในเครื่องยนต์ ?

- ก. เสื่อสูบ
- ข. หัวเทียน
- ค. กระบอกสูบ
- ง. น้ำมันในกระบอกสูบ
- จ. อากาศและน้ำมันในกระบอกสูบ

๑๒. อากาศภายในกระบอกสูบจะเป็นอย่างไร เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้น ?

- ก. เหมือนเดิม
- ข. อุณหภูมิสูงขึ้น
- ค. ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ง. น้ำมันจะรวมตัวกัน
- จ. อากาศจะรวมตัวกัน

๑๓. น้ำมันที่เข้าไปเป็นเชื้อเพลิงในกระบอกสูบมีสภาพอย่างไร ?

- ก. เป็นไอ
- ข. เป็นน้ำ
- ค. เป็นฝอย
- ง. เป็นละออง
- จ. เป็นหยคน้ำ

๑๔. หัวเทียนจะจุดระเบิดขึ้นเมื่อไร ?

- ก. เมื่อน้ำมันพอส
- ข. เมื่อมีอากาศพอ
- ค. เมื่อมีอุณหภูมิสูงพอ
- ง. เมื่อลูกสูบอัดขึ้นไปสูงสุด
- จ. เมื่อน้ำมันและอากาศเพียงพอ

๑๓. เมื่อเชื้อเพลิงในระบบอกสูบเกิดการเผาไหม้ขึ้น อากาศภายในระบบอกสูบจะเป็นอย่างไร ?

ก. จะหดตัว

ข. จะบีบตัว

ค. จะขยายตัว

ง. จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น

จ. จะพยายามดันออกทางลิ้นไอเสีย

๑๔. เพราะอะไร ข้อเหวี่ยงจึงหมุนได้ ?

ก. เพราะอากาศขยายตัว

ข. เพราะแรงดันของลูกสูบ

ค. เพราะอากาศดันลูกสูบให้เคลื่อนลง

ง. เพราะแรงดันของบรรยากาศภายในระบบอกสูบ

จ. เพราะแรงระเบิดทำให้เกิดแรงดันลูกสูบไปหมุนข้อเหวี่ยง

๑๕. ส่วนที่รักลูกสูบอยู่เรียกว่าอะไร ?

ก. เลื่อสูบ

ข. วงแหวนลูกสูบ

ค. สายรักลูกสูบ

ง. สายยึดลูกสูบ

จ. สายคาลูกสูบ

๑๖. ที่เรียกว่าจังหวะกำลังเพราะอะไร ?

ก. เพราะเกิดกำลัง

ข. เพราะเกิดแรงอัดในระบบอกสูบ

ค. เพราะเกิดแรงเหวี่ยงขึ้นข้อเหวี่ยง

ง. เพราะเกิดแรงดันลูกสูบให้ไปหมุนข้อเหวี่ยง

จ. เพราะเกิดกำลังทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้

๑๗. ในจังหวะคายลิ้นไอจะทำหน้าที่อย่างไร ?

ก. ลิ้นไอที่จะปิดลิ้นไอเสียจะเปิด

ข. ลิ้นไอเสียจะปิดลิ้นไอที่จะเปิด

ค. ลิ้นไอที่จะและลิ้นไอเสียจะปิดทั้งคู่

ง. ลิ้นไอที่จะและลิ้นไอเสียจะเปิดทั้งคู่

จ. ลิ้นไอที่จะและลิ้นไอเสียจะปิด-เปิดอย่างรวดเร็ว

๑๘. ในจังหวะสุกท้าย (ที่ ๔) ลูกสูบจะเป็นตัวช่วยทำอะไร ?

ก. ไล่ลมออกจากระบบอกสูบ

ข. ไล่น้ำมันออกจากระบบอกสูบ

ค. ไลบรรยากาศออกจากระบบอกสูบ

ง. ไลน้ำมันที่ตกค้างอยู่ในระบบอกสูบออก

จ. ไล่เชื้อเพลิงที่เผาไหม้แล้วออกจากระบบอกสูบ

๑๘. Spark plug หมายถึงอะไร ?

- ก. ลูกสูบ
- ข. ลิ้นสูบ
- ค. หัวเทียน
- ง. กระบอกสูบ
- จ. การจุดระเบิด

๒๐. ลูกสูบของเครื่องยนต์ ๔ จังหวะมีการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง กี่ครั้งใน ๑ รอบของการทำงาน ?

- ก. ลง ๑ ครั้ง ขึ้น ๑ ครั้ง
- ข. ลง ๒ ครั้ง ขึ้น ๒ ครั้ง
- ค. ลง ๑ ครั้ง ขึ้น ๓ ครั้ง
- ง. ลง ๒ ครั้ง ขึ้น ๓ ครั้ง
- จ. ลง ๓ ครั้ง ขึ้น ๑ ครั้ง

๒๑. หลักการทำงานของเครื่องยนต์ ๔ จังหวะคืออะไร ?

- ก. คือการทำงานเป็นจังหวะ
- ข. คือการทำงานตามระดับชั้น
- ค. คือการแปลงพลังงานศักย์ให้เป็นพลังงานกล
- ง. คือการแปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานศักย์
- จ. คือการแปลงพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล

๒๒. การที่รถยนต์มีควันดำมากนั้นเป็นเพราะอะไร?

- ก. เพราะใช้น้ำมันไม่ดี
- ข. เพราะใช้น้ำมันโซลา
- ค. เพราะน้ำมันถูกเผาไหม้ไม่หมด
- ง. เพราะน้ำมันมีสิ่งอื่นประกอบอยู่ด้วย
- จ. เพราะน้ำมันถูกเผาไหม้แล้วจะกลายเป็นควันดำ

๒๓. รถจักรไอน้ำใช้น้ำมันอะไรในการเผาไหม้ ?

- ก. ใช้น้ำ
- ข. น้ำมันก๊าด
- ค. น้ำมันโซลา
- ง. น้ำมันเบนซิน
- จ. ไม่ใช้น้ำมันในการเผาไหม้

๒๔. เมื่อไม่มีอากาศเครื่องยนต์จะทำงานได้หรือไม่ ?

- ก. ทำงานได้เพราะเครื่องยนต์ใช้น้ำมัน
- ข. ทำงานได้เพราะเครื่องยนต์ไม่ใช้อากาศ
- ค. ทำงานไม่ได้เพราะเครื่องยนต์จุดระเบิดไม่ได้
- ง. ทำงานไม่ได้เพราะเครื่องยนต์ต้องการอากาศ
- จ. ทำงานไม่ได้เพราะอากาศจะเข้าไปช่วยในการเผาไหม้

๒๕. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดผิดที่สุด ?

ก. รถดีเซลรางใช้น้ำมันโซลา

ข. น้ำมันเบนซินก็คือแก๊สโซลีน

ค. รถจักรยานยนต์มีระบบเครื่องยนต์

๒ จังหวะ

ง. รถจักรไอน้ำไม่ใช้น้ำมันอะไรเลย

ในการจุดระเบิด

จ. อากาศและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

สำหรับเครื่องยนต์ ๔ จังหวะ