

๖๒๑.๖๘๑๕

๐๒๘๕๐

จ.๖

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ๑
เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรภาสสถาบันราชภัฏ

๑๐ พ.ค. ๒๕๔๓



๖๒๘๐๖

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม ๒๕๔๓

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1
เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม 2543

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด โดยแบ่งเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด

การทดลองครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชา อิเล็กทรอนิกส์ ระดับอนุปริญญา ชั้นปีที่ 1 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 24 คน ผู้วิจัยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทุกหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล

ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มีประสิทธิภาพ 85.12/87.50 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีประสิทธิภาพ 88.09/85.32 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีประสิทธิภาพ 87.90/87.10 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีประสิทธิภาพ 89.28/87.90 และสรุปทุกหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 87.60/86.95 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

A CONSTRUCTION OF MULTIMEDIA COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
SEMICONDUCTION DIODE IN ELECTRONICS COURSE 1, ACCORDING TO
RAJABHAT INSTITUTE COUNCIL.



Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Industrial Education
At Srinakharinwirot University
March 2000

This was the experimental study to construct and to test the effects of multimedia computer assisted instruction on the topic of semiconductor diode in electronics course 1. It was divided into 4 units. They were unit 1: Semiconductor characteristics, unit 2 : P type and N type semiconductor, unit 3 : P N junction and unit 4 : Diode characteristics and Methods of making diode.

The respondents of this experiment were twenty-four first year students in industrial technology program. They major in electronic in diploma level of the academic year 1999. They studied by themselves from the multimedia computer assisted instruction which the researcher constructed for 4 unit. During their learning, They did the test of each unit. They also did the posttest after learning 4 unit. The scores of the test and posttest were treated statistically and analyzed.

It was found that each unit in the multimedia computer assisted instruction had the effectiveness respectively ; 85.12 / 87.50 for unit 1, 88.09 / 85.32 for unit 2, 87.90 / 87.10 for unit 3, 89.28 / 87.90 for unit 4, The average effects of all unit was 87.60 / 86.95 which was higher than the set criteria 80 / 80 and was acceptable with the research hypothesis.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(อาจารย์ดร.ละเอียด รัชเฝ้า)

..... กรรมการ

(อาจารย์ดร.กุศล อีสดุลย์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(อาจารย์ดร.ละเอียด รัชเฝ้า)

..... กรรมการ

(อาจารย์ดร.กุศล อีสดุลย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์)

วันที่...1...เดือน มีนาคม พ.ศ. 2543

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.ละเอียด รัชเฝ้า ประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท ดร.กุล อิศดุย์ กรรมการควบคุมปริญญาโทเป็นอย่างยิ่ง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้แนวความคิด และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยอย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ทางด้านวัดผล ทางด้านภาษา และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการผลิตสื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุชิน อินทร์สา อาจารย์ปิ่นธนา สงวนบุญญพงษ์ อาจารย์กฤษดา ผ่องพิทยา อาจารย์สุเมธ สงวนใจ และอาจารย์ทุกท่านในโปรแกรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่กรุณาให้กำลังใจและให้คำแนะนำในด้านสถิติ การสร้างแบบทดสอบ การสร้างบทเรียน และวิธีการใช้โปรแกรมต่างๆ ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตลอดจนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือ จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อมรรัตน์ นิมพลีนภานนท์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
จุดประสงค์และแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	8
จุดประสงค์ของวิชาเฉพาะด้านสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.....	8
จุดประสงค์เฉพาะโปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับอนุปริญญา.....	9
แผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1.....	9
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย..	14
ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	14
ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย	17
ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	17
ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	19
องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	20
ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	26
รูปแบบและผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30
การออกแบบการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	43
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	47
โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	53
การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ	62

บทที่	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	63
งานวิจัยภายในประเทศ.....	63
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	68
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	72
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1.....	72
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ 1.....	74
การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย.....	77
วิธีดำเนินการทดลอง.....	80
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
5 สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	88
สรุปผลการวิจัย.....	88
อภิปรายผลการวิจัย.....	89
ข้อเสนอแนะ.....	91
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ	103
ภาคผนวก ข การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ	
มัลติมีเดียวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	196
ภาคผนวก ค หลักสูตรและการวิเคราะห์หลักสูตร.....	204
ภาคผนวก ง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย.....	274
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	296
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	303

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	10
2 แสดงแบบแผนการวิจัย.....	82
3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย.....	86
4 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ ระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ ที่ทดสอบกับ นักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	104
5 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ ระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ที่ทดสอบกับ นักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	106
6 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ ระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น ที่ทดสอบกับ นักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	108
7 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ ระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	110
8 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัว ที่ทดสอบกับนักศึกษา ที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	112
9 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ที่ทดสอบกับ นักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	114
10 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น ที่ทดสอบกับ นักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	116

11	แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องไดโอดและการสร้างไดโอด ที่ทดสอบกับ นักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน.....	118
12	ตารางบันทึกผลการสอบเป็นรายชื่อของแบบทดสอบระหว่างเรียน แล้วหาคะแนนรวม และคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคน เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของ เบรนนอนและเคน.....	120
13	ตารางบันทึกผลการสอบเป็นรายชื่อของแบบทดสอบหลังเรียน แล้วหาคะแนนรวม และคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคน เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของ เบรนนอนและเคน.....	123
14	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	146
15	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียนกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	167
16	แสดงค่า IOC ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ด้านเนื้อหา.....	190
17	แสดงค่า IOC (Item Objective Congruence) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	194
18	แสดงคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 3 คน.....	198
19	แสดงคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	199
20	แสดงคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	200
21	แสดงคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	201
22	แสดงคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	202
23	แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่ได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียน ชุดที่ 2 จำนวน 34 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 2 จำนวน 28 ข้อ.....	203
24	แสดงผลการวิเคราะห์ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสาย เทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์	207

25	แสดงผลการวิเคราะห์ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	211
26	แสดงผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5581104	221
27	แสดงการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยหลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5581104	230
28	แสดงคะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญและการแบ่งหน่วยการเรียนรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	233
29	แสดงจุดประสงค์การสอนและคาบการเรียนรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	236
30	แสดงแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	244
31	แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	249
32	แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	252
33	แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	255
34	แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	258

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่.....	31
2 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบฝึกทบทวนและฝึกปฏิบัติ.....	32
3 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง.....	33
4 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบเกมการสอน.....	34
5 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบใช้ทดสอบ.....	35
6 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว.....	36
7 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง.....	36
8 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม.....	37
9 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ.....	37
10 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ.....	38
11 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทาง.....	39
12 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ่อมเสริมเดียว.....	39
13 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม.....	40
14 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง.....	41
15 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่.....	42
16 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ.....	42
17 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	48
18 สัญลักษณ์ในการวางแผนโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	51
19 ตัวอย่างผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	51
20 แสดงลำดับชั้นของวัตถุในทูลไม้ระดับล่างสุดคือฮอตเวิร์ด.....	58
21 แสดงลำดับชั้นการควบคุมของวัตถุในทูลไม้เมื่อมีการส่งเมสเสจ.....	59
22 แสดงลำดับชั้นการวิเคราะห์หลักสูตรวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	74
23 แสดงลำดับชั้นการสร้างแบบทดสอบ.....	77
24 แสดงลำดับชั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย.....	79
25 แสดงลำดับชั้นการดำเนินการทดลอง.....	81

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษานับเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดประการหนึ่ง ในการช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ตลอดช่วงชีวิต ให้ดำรงชีพและประกอบอาชีพได้อย่างมีความสุข รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง รวมเป็นพลังสร้างสรรค์การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนได้ การพัฒนาประเทศในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ด้านการศึกษาจึงเน้นคนเป็นศูนย์กลาง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 1) โดยจัดให้มีการปฏิรูประบบการเรียนการสอนที่มุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพตามจุดประสงค์ของแต่ละระดับ และประเภทการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 57-68)

สถาบันราชภัฏเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีหน้าที่ผลิตบัณฑิตสาขาต่าง ๆ ตามความต้องการของสังคม และสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ได้เน้นการผลิตบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์ โดยในสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีถึง 12 โปรแกรมวิชา (เบื่องกิจรัตน์. 2535 : 33-35) เพื่อสนองตอบต่อแรงงานอุตสาหกรรมในท้องถิ่นให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ และสังคมที่กำลังพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2531 : 28-41) ได้ทำการศึกษาสภาพและปัญหาการเรียนการสอนสาขาวิทยาศาสตร์ สายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พบปัญหาต่าง ๆ ดังนี้ ปัญหาด้านบุคลากรส่วนใหญ่มีภาระงานอื่นนอกเหนือจากงานสอนมาก ทำให้ไม่มีเวลาจะเตรียมการสอนให้มีคุณภาพ ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอน ยังขาดเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อต่าง ๆ ปัญหาด้านตัวนักศึกษา มีพื้นความรู้เดิมต่ำและแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านการขาดแคลนครูวิชาชีพเป็นจำนวนมาก ทำให้ไม่ครบวงจรในการพัฒนากำลังคนเพื่ออุตสาหกรรมในทุกระดับ (ธีรวิมล บุญยโสภณ. 2536 : 45) ในส่วนของครูมีภาระงานสอนมาก การเตรียมการสอนที่ซับซ้อนจะไม่สะดวกกับครูผู้สอน และเกิดความเหนื่อยล้า ทำให้มาตรฐานการสอนแต่ละกลุ่มในเนื้อหาวิชาและวิธีการสอนเดียวกันมีประสิทธิภาพไม่เท่าเทียมกัน (กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. 2536 : 137)

หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีจุดมุ่งหมายข้อหนึ่งก็คือให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเทคนิคเฉพาะทาง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ ซึ่งอิทธิพลความเจริญ

ก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้สภาพแวดล้อมทางการเรียนและสถานการณ์ของการเรียนการสอนแตกต่างไปจากเดิม โดยเฉพาะสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ต้องออกไปสู่สังคมอุตสาหกรรมในยุคข่าวสารข้อมูล จำเป็นต้องหาความรู้จากสื่อต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้วิธีการเรียนรู้เปลี่ยนไป ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตัวเองจากสื่อรอบ ๆ ตัวมากขึ้น การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเรื่องสำคัญ (ชาญชัย ลัญพิจ. 2541 : 42) เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีบทบาทมากขึ้นในการจัดการศึกษา จึงส่งผลให้บทบาทของครูเปลี่ยนไป เป็นแต่เพียงผู้แนะนำที่ปรึกษา ผู้วิเคราะห์ ผู้ประเมินผล ผู้รายงานผลการเรียน และผู้พัฒนาบทเรียนเท่านั้น มนต์ชัย เทียนทอง (2539 : 4) อ้างอิงมาจาก เอลิสสิ และโทรลลิป (Alessi and Trollip. 1991 : 5) สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539 : 57-68) กล่าวถึงการศึกษาในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ควรเน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ โดยใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสนเทศต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์ มีการผลิตและพัฒนาสื่อทุกประเภท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสอนของครู โดยเฉพาะการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนในวัยต่าง ๆ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีต่างจากสื่อประเภทอื่น ๆ ตรงที่สามารถให้ผลย้อนกลับได้ทันทีทันใด สามารถใช้เรียนหรือฝึกซ้ำได้ และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนในลักษณะสื่อสองทาง นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการนำเสนอประสบการณ์ที่แปลกใหม่ การใช้ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง ภาพวิดีโอ ข้อความ และเสียงบรรยาย ในรูปแบบมัลติมีเดีย ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่เริ่มนิยมนำมาใช้ในวงการการศึกษา (บุปผชาติ ทัพพิกธน์. 2538 : 189) และมีข้อดีของมัลติมีเดียที่ใช้ในการเรียนการสอน ที่เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบเชิงรุกกับแบบสื่อแนะนำ การสอนเชิงรับ สามารถจำลองการนำเสนอหรือตัวอย่างที่เป็นแบบฝึกทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงก่อนลงมือปฏิบัติจริง จึงถือได้ว่ามัลติมีเดียเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีขอบเขตกว้างขวางเป็นการเพิ่มทางเลือกในการเรียนการสอน (พัลลภ พิริยะสุวรรณค์. 2541 : 11) จากข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยต้องการทราบถึงอันดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิชาต่าง ๆ ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ของสถาบันราชภัฏ โดยผู้วิจัยจึงได้ส่งแบบสอบถามถึงหัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 36 สถาบัน ได้รับแบบสอบถามตอบกลับจำนวน 24 สถาบัน พบว่าในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์มีรายวิชาที่มีอันดับความเหมาะสมมากไปหาน้อยดังนี้ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 วิชาดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ 1 วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 และวิชาเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 207)

วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เป็นวิชาบังคับที่ต้องจัดให้มีการเรียนการสอน ในหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ระดับอนุปริญญา มีจุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เทคโนโลยีด้านวิชาการทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างเพียงพอที่จะประกอบอาชีพ และประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถปรับตัวติดตามความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมได้ และให้มีพื้นฐานความรู้เพียงพอที่จะศึกษาวิชาการนี้ต่อไป (สำนักส่งเสริมวิชาการ. 2539 : 176-178) จากการสังเกต การสอบถามนักศึกษาพบว่า นักศึกษาคับข้องใจไม่รู้เรื่องเพราะจินตนาการไม่ออก ในเรื่องโครงสร้างอะตอม การยึดเกาะ และการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ทำให้ผลการเรียนของนักศึกษามีคะแนนในวิชานี้ไม่สูง ผู้วิจัยจึงได้สำรวจอันดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยส่งแบบสอบถามถึงหัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ 24 สถาบัน พบว่าหัวข้อเรื่องที่มีอันดับความเหมาะสมมากไปหาน้อยตามลำดับดังนี้ เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด เรื่องทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ เรื่องวงจรรวม เรื่องทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า เรื่องวงจรรวม เป็นต้น (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 211) อีกทั้งเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนไม่อาจแสดงให้เห็นการทำงานจริงได้แต่จำเป็นต้องแสดงให้เห็นการเคลื่อนไหวของการทำงาน (ชาญชัย สัตย์พิง. 2541 : 43) โดยเฉพาะเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด เป็นพื้นฐานของอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ทรานซิสเตอร์ เฟต และวงจรรวมต่าง ๆ (ชิตชัย สุทธาศวิน. 2527 : 82)

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ส่งผลให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษาอย่างแท้จริง จำเป็นต้องมีการพัฒนากระบวนการ วิธีการใหม่ ๆ ที่เหมาะสม ประกอบกับสภาพปัญหาที่ต้องจินตนาการในการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สูง และการสอบถามความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ได้อันดับความเหมาะสมสูงสุดคือ เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่มีลักษณะของบทเรียนที่ประกอบด้วยข้อความ เสียงบรรยาย ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้จะช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ต่างกัน เรียนรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำกัดเวลา และยังลดปัญหาครูผู้สอนไม่เพียงพอได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนสาขาวิทยาศาสตร์ สายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 และเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง

สารกึ่งตัวนำไดโอด

2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ในสถาบันราชภัฏ โดยผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง และทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ในวิชาของโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาภาคปกติ ที่เรียนหลักสูตรโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันราชภัฏ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาภาคปกติ โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 24 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ประกอบด้วย

3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัสวิชา 5581104 (3/2-2) โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ระดับอนุปริญญา ตามหลักสูตรสภาสถาบันราชภัฏ แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารกึ่งตัวนำแบบ พี และแบบเอ็น

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด

3.2 จุดมุ่งหมายทั่วไปของเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

- 3.2.1 อธิบายโครงสร้างอะตอมได้
- 3.2.2 อธิบายการเกาะตัวของอะตอมในสารกึ่งตัวนำได้
- 3.2.3 บอกความแตกต่างของแถบพลังงานของตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำได้
- 3.2.4 บอกความแตกต่างของพาหะนำประจุไฟฟ้าของตัวนำ และสารกึ่งตัวนำได้
- 3.2.5 อธิบายหลักการสร้างสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น และแบบพีได้
- 3.2.6 อธิบายการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น และแบบพีได้
- 3.2.7 บอกสมบัติของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น และแบบพีได้
- 3.2.8 อธิบายผลที่เกิดขึ้นตรงบริเวณปลอดพาหะของรอยต่อ พี เอ็น ได้
- 3.2.9 บอกความหมายและผลของการให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น ได้
- 3.2.10 อธิบายการทลายที่เกิดขึ้นกับรอยต่อ พี เอ็น ได้
- 3.2.11 เขียนสัญลักษณ์ของไดโอดได้
- 3.2.12 อธิบายสมบัติของไดโอดในอุดมคติ และไดโอดจริงได้
- 3.2.13 บอกวิธีและผลการใช้มัลติมิเตอร์วัดทดสอบไดโอดได้
- 3.2.14 อธิบายวิธีการสร้างไดโอดแบบต่าง ๆ ได้

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน ใช้เวลาในการเรียนการสอน จำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

3.4 รูปแบบของบทเรียน เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutoring) โดยนำเสนอสื่อหลาย ๆ อย่างผสมผสานกันประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ และเสียงบรรยาย สร้างและนำเสนอโดยโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบ็อก (Multimedia Toolbook II)

4. แบบแผนทดลองใช้แบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลอง (The One Group Posttest-Only Design or One-Shot Case Study)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้ให้นิยามศัพท์เฉพาะดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบ็อก เวอร์ชัน 5.0 ทั้งการเรียนการสอน การทบทวน และการวัดผล และการนำเสนอข้อมูลจะอยู่ในลักษณะสื่อหลาย ๆ อย่างผสมผสานกัน ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ เสียง และการโต้ตอบ โดยผู้เรียนสามารถใช้

เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบมัลติมีเดียไว้แล้ว เรียกว่า มัลติมีเดียพีซี (Multimedia PC : MPC) เป็นมาตรฐานฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่กำหนดโดย มัลติมีเดีย พีซี มาร์เก็ตติ้ง เคาน์ซิล (Multimedia PC Marketing Council) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีจำแนกออกเป็นระดับ ได้แก่ เอ็มพีซี 1 เอ็มพีซี 2 และเอ็มพีซี 3 (MPC1 MPC2 and MPC3) (กิดานันท์ มลิทอง. 2539 : 293) โดยงานวิจัยนี้ใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยมีรายละเอียดดังเครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี คอมแพคทิเบิล ซีพียู เพนเทียม 166 เอ็มเอ็มเอ็กซ์ (Pentium 166 MMX) ขึ้นไป มีหน่วยความจำแรมอย่างน้อย 32 เมกะไบต์ มีเนื้อที่ว่างฮาร์ดดิสก์ไม่ต่ำกว่า 700 เมกะไบต์ มีโปรแกรมปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ 95 ขึ้นไป การ์ดแสดงผลอย่างน้อยควรมีความละเอียดเป็น 800 x 600 จุด x 64K สี ใช้กับจอขนาดไม่ต่ำกว่า 14 นิ้ว มีการ์ดเสียง 8 บิตหรือ 16 บิต พร้อมหูฟังหรือลำโพง และติดตั้งหน่วยขับเคลื่อนความเร็วไม่น้อยกว่า 16X

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย หมายถึง ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นได้ผลดี โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

3. เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 หมายถึง ค่าอัตราส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดต้องไม่ต่ำกว่า 80/80 โดย

80 ตัวแรก หมายถึง 80 เปอร์เซนต์ของคะแนนที่ผู้เรียนทั้งหมดที่สามารถทำได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

80 ตัวหลัง หมายถึง 80 เปอร์เซนต์ของคะแนนที่ผู้เรียนทั้งหมดที่สามารถทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

4. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาภาคปกติ โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางพุทธิพิสัย 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ของผู้เรียนที่ผู้วิจัยคาดหวังว่าผู้เรียนพึงมีในการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยวัดความสามารถนั้นได้จากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของเนื้อหาวิชา

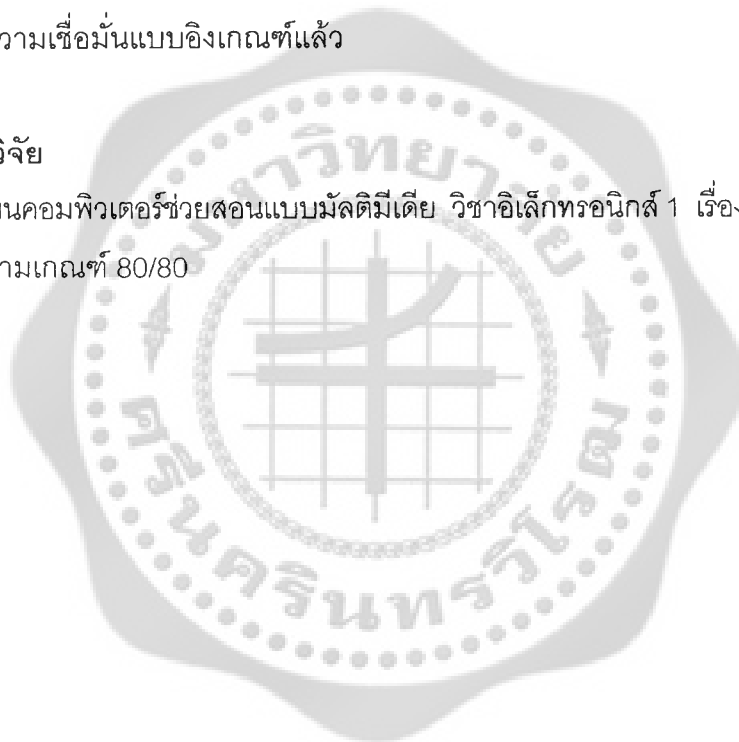
6. แบบทดสอบระหว่างเรียน หมายถึง ข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่ผ่านการประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อสอบได้ผ่านการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์แล้ว

7. แบบทดสอบหลังเรียน หมายถึง ข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่ผ่านการประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อสอบได้ผ่านการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์แล้ว

สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งสาระสำคัญออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ คือ

1. จุดประสงค์และแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
 - ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย
 - ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
 - ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - รูปแบบและผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - การออกแบบการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุดประสงค์และแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

จุดประสงค์ของวิชาเฉพาะด้านสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (สำนักส่งเสริมวิชาการ. 2539 : 195)

1. ให้มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชา และวิทยาการใหม่ ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพและช่วยพัฒนาสังคมส่วนรวม
2. ให้มีทักษะอย่างเพียงพอเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา เทคนิควิธี และการจัดการงานอาชีพ สามารถดำเนินงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ให้มีเจตคติที่ดีและตระหนักในคุณค่าของวิชาชีพที่ได้ศึกษา มีจรรยาบรรณและมุ่งมั่น ในการพัฒนาวิชาชีพของตนให้เกิดความก้าวหน้า

จุดประสงค์เฉพาะโปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับอนุปริญญา (สำนักส่งเสริมวิชาการ. 2537 : 176)

1. เพื่อให้ได้เรียนรู้เทคโนโลยีด้านวิชาการทางอิเล็กทรอนิกส์เพียงพอ ที่จะประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อให้สามารถนำความรู้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ไปประยุกต์ใช้ กับงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถประกอบอาชีพได้
3. เพื่อให้มีพื้นฐานความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เพียงพอที่จะศึกษาวิชาการนี้ต่อไป
4. เพื่อให้สามารถปรับตัว และติดตามในด้านความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. เพื่อให้ผู้เรียนศรัทธาและมีความรับผิดชอบในวิชาอิเล็กทรอนิกส์

แผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

ผู้วิจัยได้ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ที่สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 5 ท่าน ทำการศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ และคำอธิบายรายวิชาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ซึ่งมีคำอธิบายดังนี้

ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวนำ ตัวต้านทาน จนวน สารกึ่งตัวนำ โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติการใช้งาน แบบและชนิดของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำไดโอดและทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ การให้ไบแอสและการทำงานของทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนต่าง ๆ กราฟแสดงคุณลักษณะ ค่าพารามิเตอร์ และค่าสำคัญต่าง ๆ ที่บอกไว้ในคู่มือของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเอฟอีที ศึกษาไอซีแบบต่าง ๆ ทั้งแบบดิจิทัลและลีนีเยร์ไอซี ไอซีออพแอมป์ถึงชนิดและการประยุกต์ใช้งาน

งานปฏิบัติ การต่อวงจร วัดและทดสอบตัวเซมิคอนดักเตอร์ไดโอด วงจรเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ พร้อมฟิลเตอร์ โดยใช้ฮอสซิลโลสโคปและมัลติมิเตอร์

การต่อวงจร การให้ไบแอสประกอบวงจร วัด อ่านค่า ทดสอบวงจร ขยายทรานซิสเตอร์ เอฟอีที ไอซีแบบต่าง ๆ ปฏิบัติการกับวงจรออพแอมป์ สร้างวงจรกำเนิดความถี่ และวงจรเครื่องขยายสัญญาณ

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนและห้วข้อย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ขึ้น และนำบทเรียนมาใส่ในแบบวิเคราะห์บทเรียนและห้วข้อย่อย ส่งให้หัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์สถาบันราชภัฏ 24 สถาบัน ช่วยวิเคราะห์ความเหมาะสม เมื่อได้ข้อมูลนำมาปรับปรุงบทเรียน จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างแบบวิเคราะห์

จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ส่งให้หัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 4 ท่าน วิเคราะห์หาค่าความสำคัญและจำนวนคาบเรียนในแต่ละบทเรียน และสร้างแผนการสอนวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยผู้วิจัยร่วมกับอาจารย์ผู้สอนในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ในสถาบันราชภัฏ เพชรบูรณ์จำนวน 5 ท่าน ได้แผนการสอนดังนี้

ตาราง 1 แสดงแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
1		1-2	1. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น 1.1 ชนิดและสมบัติของไฟฟ้า 1.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า 1.3 วงจรไฟฟ้า	
1		3-4	2. ตัวต้านทาน 2.1 ชนิดของตัวต้านทาน 2.2 หน่วยและวิธีอ่านค่าตัวต้านทาน 2.3 การคำนวณค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า	
2		1-2	2.4 การวัดและทดสอบตัวต้านทานด้วย มัลติมิเตอร์	
2		3-4	3. ตัวเก็บประจุ 3.1 หลักการของตัวเก็บประจุ 3.2 การอ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ 3.3 การคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุ ในวงจรไฟฟ้า 3.4 ชนิดของตัวเก็บประจุ	
3		1-2	3.5 การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุด้วย มัลติมิเตอร์	
3		3-4	4. ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า 4.1 หลักการเบื้องต้นของแม่เหล็กไฟฟ้า 4.2 ชนิดและสมบัติของการเหนี่ยวนำ 4.3 การคำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้า	

ตาราง 1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
			4.4 ชนิดและการใช้งานตัวเหนี่ยวนำ	
			4.5 หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า	
4		1-4	5. สารกึ่งตัวนำไดโอด	
			5.1 สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ	
			5.2 สารกึ่งตัวนำแบบชนิด พี และ เอ็น	
			5.3 สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น	
			5.4 สมบัติของไดโอด และการสร้างไดโอด	
5		1-4	5.5 ปฏิบัติการวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของไดโอด	
6		1-3	6. วงจรไดโอด	
			6.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	
			6.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	
			6.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	
			6.4 วงจรฟิลเตอร์	
			6.5 วงจรทวิแรงดัน	
6,7		4,1-3	6.6 ปฏิบัติการวงจรไดโอด	
7, 8		4, 1	7. ไดโอดชนิดอื่น	
			7.1 ซีเนอร์ไดโอด	
			7.2 ไดโอดวาทเรกเตอร์	
			7.3 ไดโอดทางแสง	
			7.4 ซอตติกีไดโอด	
			7.5 ทันแนลไดโอด	
8,9		2-4,1	8. ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			8.1 หลักการของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			8.2 ลักษณะการจัดวงจรทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			8.3 สมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	

ตาราง 1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
9,10		3-4,1	8.4 ปฏิบัติการการวัดและทดสอบ ทรานซิสเตอร์ด้วยมัลติมิเตอร์	
10		2-4	9. หลักการให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ 9.1 จุดทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ 9.2 การให้ไบแอสทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ 9.3 เสถียรภาพของการให้ไบแอสกับการชด เชยอุณหภูมิ	
11		1-4	10. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า 10.1 หลักการทำงานของสนามไฟฟ้า 10.2 เจเฟตและมอสเฟต 10.3 การไบแอสเฟต	
12		1-4	10.4 ปฏิบัติการวัดทดสอบ และวิเคราะห์ สมบัติของเฟต	
13		1-2	11. วงจรรวม 11.1 หลักการทำงานของวงจรรวม 11.2 กรรมวิธีการสร้างวงจรรวม 11.3 ชนิดและการใช้งานวงจรรวม	
13		3-4	12. ออปแอมป์ 12.1 หลักการของออปแอมป์ 12.2 โครงสร้างและสมบัติของออปแอมป์ 12.3 วงจรใช้งานหลักของออปแอมป์	
14		1-4	12.4 ปฏิบัติการวงจรออปแอมป์	
15		1-4	13. ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ	
16		1-4	14. ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่	
17			ทดสอบ	

กิจกรรม

1. บรรยายสาธิต
2. ประลอง จากวงจรใช้งาน เพื่อตรวจวัดค่าคุณสมบัติ
3. ตรวจสอบอุปกรณ์นอกและในวงจร

สื่อการเรียนการสอน

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. เอกสารประกอบ | 5. แผงประลองหาคุณสมบัติ |
| 2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 6. เครื่องมือวัดต่าง ๆ |
| 3. แผ่นใส | 7. เครื่องกำเนิดต่าง ๆ |
| 4. อุปกรณ์จริงบางชนิด | |

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. กิจกรรมระหว่างภาค 70 %

- ความสนใจ ตั้งใจ	- ผลงาน
- การค้นคว้ารายงาน อภิปราย	- ความรับผิดชอบ
- การปฏิบัติ	- ทดสอบย่อย
2. สอบปลายภาค 30 %

เอกสารประกอบและอ้างอิง

1. ตำราและเอกสารประกอบ
 - 1.1 ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 1-3 : ยืน ภู่วรรณ : บ.ชี้อิทธิเดช
 - 1.2 อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป : ชิตชัย สุทธาศวิน
 - 1.3 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น : มงคล ทองสงคราม
 - 1.4 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น : ภูสิษฐ์ บวรวัฒนดิolk
 - 1.5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร : ชิตชัย สุทธาศวิน
 - 1.6 สารกึ่งตัวนำและวงจร : ธนากร ศิริพิทักษ์
 - 1.7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ : นภัทร วัจนเทพินทร์
 - 1.8 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น : Advance Engineering Group ฯลฯ
2. วารสาร
 - 2.1 เชมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์
 - 2.2 ไมโครคอมพิวเตอร์
 - 2.3 Hobby Electronics
 - 2.4 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เวิร์ลด์ ฯลฯ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

การนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในการศึกษาในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอน โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอนและผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ในปัจจุบันจะพบว่ามี การนำเสนอสื่อประสมหรือมัลติมีเดียเข้ามาช่วย ในการนำเสนอเนื้อหาบนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาได้มาก (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 5)

ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนเริ่มในช่วงต้นของปี ค.ศ.1960 โดยมีแนวคิดเพื่อให้ผู้เรียน ที่เรียนไม่ทันคนอื่นในชั้นเรียน ได้มีโอกาสที่จะเรียนซ่อมเสริมนอกเวลากับการเรียนด้วย คอมพิวเตอร์ ซึ่งรากลึกของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมาจากบทเรียนแบบโปรแกรม แต่ใช้ คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาแทนหนังสือ เริ่มที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ดร.ซัปเพส (Dr. Suppes) ได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ช่วยในการฝึกฝนทักษะด้านคณิตศาสตร์และการ ใช้ภาษาสำหรับเด็กในระดับประถม ผลงานนี้จึงเป็นจุดเริ่มของความเชื่อว่า คอมพิวเตอร์สามารถที่ จะทำหน้าที่เสมือนครูหรือติวเตอร์ (tutor) ที่มีประสิทธิภาพได้ ขณะเดียวกันที่มหาวิทยาลัย อิลลินอยส์มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนภายใต้ชื่อโครงการเพลโต (Plato) ซึ่ง แตกต่างจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดคือ ให้กับทุกวิชาและไม่จำกัดเฉพาะผู้เรียนในวัยเด็กสามารถใช้ ได้ทุกวัยโดยเฉพาะนิสิตนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา โครงการเพลโตนี้จัดว่าเป็นการจัดการสอน แบบเต็มรูปแบบบนคอมพิวเตอร์สามารถเก็บสถิติข้อมูลของผู้ใช้ได้ นอกจากนี้ยังพิสูจน์ให้เห็นความ สามารถในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ โดยการที่ระบบเพลโตอนุญาตให้ผู้สอน ใช้ข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนมาประมวลและใช้ข้อมูลนี้ในการเลือกเนื้อหา ข้อมูลหรือแบบทดสอบ ที่เหมาะสมกับลักษณะและความสามารถของผู้เรียน แต่ก็มีข้อจำกัดที่ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ จะมีลักษณะที่ตายตัว คือต้องเป็นฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบมาใช้กับระบบเพลโตโดยเฉพาะ และ โปรแกรมที่ใช้ต้องเขียนขึ้นด้วยภาษาดิวเตอร์โดยเฉพาะเท่านั้น อย่างไรก็ตามโครงการนี้ก็ได้รับความ สำเร็จเป็นอย่างดี ส่งผลให้แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเริ่มเป็นที่รู้จักกันทั่วไป

ต่อมาในช่วงต้นปี ค.ศ.1970 การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดจะใช้ ภาษาระดับสูง เช่น ภาษาดิวเตอร์และภาษาไพลอต (Pilot) ซึ่งต้องใช้เวลามากทั้งในการฝึกฝนและ พัฒนาผลงานที่ออกมาโดยมากมีหน้าตาเหมือน ๆ กัน คือ มีข้อความและกราฟิกอย่างง่าย ๆ ทำ ให้โปรแกรมมีลักษณะน่าเบื่อสำหรับผู้เรียน ทำให้แพปเพิร์ต (Papert) จากสถาบันเทคโนโลยีแห่ง แมสซาชูเซต พัฒนาโปรแกรมชื่อ โลโก้ (Logo) ขึ้นมาใช้ในการสอนวิชาการเขียนโปรแกรม และ คณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนในวัยเด็ก โดยเด็กสามารถเขียนโปรแกรมสั่งให้คอมพิวเตอร์สามารถ

ทำงานต่าง ๆ ได้เพื่อให้เด็กได้มีการพัฒนาทางความคิดสร้างสรรค์

ในช่วงต้น ค.ศ.1980 ในสหรัฐอเมริกาเกิดแนวคิดสำคัญในการนำวิชาความรู้คอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐานเข้าไปไว้ในหลักสูตรการศึกษาของทุกโรงเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนให้ก้าวไปในโลกใบใหม่ที่เต็มไปด้วยคอมพิวเตอร์อย่างมั่นใจ ทำให้มีการพัฒนาออกแบบโปรแกรมให้มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น และยังเกิดฮาร์ดแวร์ใหม่ ๆ เช่น เครื่องอ่านซีดีรอม เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ เครื่องสแกนเนอร์ ฯลฯ คอมพิวเตอร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในช่วงนี้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกิดการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปมาก การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสะดวกและยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

และในช่วงปี ค.ศ.1990 เป็นต้นมา คอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงได้รับการพัฒนาให้มีศักยภาพมากขึ้นด้วยเช่นกัน ในแง่ของความสะดวกในการใช้ และความสามารถในการรวมสื่อหลายรูปแบบหรือมัลติมีเดียเข้าด้วยกัน จนสามารถกล่าวได้ว่ามัลติมีเดียได้กลายเป็นองค์ประกอบหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปแล้ว นอกจากนี้การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายทำให้เกิดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ ๆ ที่น่าสนใจใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 19-23)

ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนซีเอไอ (CAI : computer assisted instruction หรือ computer aided instruction หรือ computer augmented instruction) (สุวิทย์ ไวทยกุล. 2536 : 34) มีความหมายว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย บางครั้งจะเรียกว่า บทเรียนซีบีที (CBT : computer based teaching) ซึ่งหมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก หรือบทเรียนซีเอ็มไอ (CMI : computer managed instruction) หมายถึง การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ นอกจากนี้ยังมีคำที่แพร่หลายคือ บทเรียนซีบีอี (CBE : computer based education) หมายถึง การศึกษาโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก หรือบทเรียนซีเอแอล (CAL : computer assisted learning) หรือบทเรียนซีเอ็มแอล (CML : computer managed learning) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนความหมายของตัวอักษรตัวสุดท้ายจากการสอนเป็นการเรียน แต่คำที่นิยมเรียกกันมากที่สุด ก็คือ บทเรียนซีเอไอ ซึ่งมีนักวิชาการหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2539 : 94) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การเรียน โดยสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทาง

ด้านการศึกษาก็ได้เพื่อการเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การสอน การฝึกหัด สถานการณ์จำลอง เกม การค้นพบ และการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นการที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับโปรแกรมที่เสนอบทเรียน โดยผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งเร้าแล้วมีการตอบสนอง โปรแกรมจะประเมินการตอบสนองของผู้เรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการเสริมแรง แล้วให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งเร้าลำดับต่อไปจนจบบทเรียน

ประวิทย์ สุดแก้ว (2538 : 112) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมที่บรรจุด้วยเนื้อหาของความรู้ ในลักษณะภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว และแบบจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสามารถเลือกชนิดของเนื้อหา และกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละบทเรียน

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2536 : 237) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้หลักการเรียนทฤษฎีการเรียนรู้ทางพฤติกรรมของสกินเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของบันดูรา และทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยม

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 93) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาความรู้บนจอหรือมอนิเตอร์ (monitor) จัดเป็นสื่อแบบปฏิสัมพันธ์เรียนด้วยตนเองได้

เย็น ภู่วรรณ (2532 : 77) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้เป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ นวัตกรรมที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ผสมผสานกันอย่างเป็นระบบ ในการนำเสนอเนื้อหาความรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ อย่างมีแบบแผน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลักในการจัดการบทเรียน ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีทักษะและประสบการณ์ด้านการใช้คอมพิวเตอร์ก็สามารถเรียนรู้ได้โดยง่าย ใช้เรียนเวลาใดก็ได้ตามความพร้อมของผู้เรียน และสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีทันใด ทำให้การเรียนการสอนสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เมื่อมัลติมีเดียเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในทุกวงการ โดยเฉพาะในวงการศึกษาได้นำมาใช้เพื่อการเรียนการสอนในลักษณะแผ่นซีดีรอม หรือในห้องปฏิบัติการมัลติมีเดียโดยเฉพาะก็ได้ ซึ่งทำให้มัลติมีเดียกลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญทางการศึกษา โดยทางด้านซอฟต์แวร์มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากอักขระสู่ความเป็นวัตถุ (object) ซึ่งอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวอักษร เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ความแตกต่างที่ปรากฏอย่างเห็นได้ชัดเจนนคือ การเข้าสู่โลกสามมิติของมัลติมีเดียที่เรียกว่า ความจริงเสมือน ซึ่งทำให้เสมือนหนึ่งผู้ใช้โปรแกรมได้เข้าไปเดิน และไปพูดได้ในโปรแกรม

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานทางด้านการศึกษาในปัจจุบันและอนาคต คอมพิวเตอร์ในยุคใหม่จึงเปลี่ยนแปลงจากยุคเดิมที่แสดงผลอยู่กับที่ (static) มาแสดงผลในสภาพเคลื่อนไหว (dynamic) และอยู่ในรูปที่ผู้ใช้ติดต่อกับโปรแกรมด้วยภาพกราฟิก (GUI : Graphic User Interface) ทำให้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่น่าสนใจ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ทางด้านการเรียนการสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มัลติมีเดียแปลเป็นไทยตามความหมายโดยตรงได้ดังนี้ มัลติ แปลว่า หลากหลาย มีเดีย แปลว่า สื่อ ดังนั้น มัลติมีเดียหมายถึงสื่อหลายอย่าง และได้มีนักการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ดังนี้

ชเนนทร์ สุขวารี และธนะพัฒน์ ถึงสุข (2538 : 1) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง การรวบรวมการทำงานของเสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง ไฮเปอร์เท็กซ์ และวิดีโอ มาเชื่อมต่อกันโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2538 : 25) ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การประสมประสาน อักษระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีโอ สื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม

เย็น ภู่วรรณ (2538 : 159) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง สื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือ สิ่งที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และอื่น ๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน

พัลลภ พิริยะสุวรรณ (2541 : 10) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมาย โดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวิดีโอ

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมนำเสนอ ทั้งการเรียนการสอน การทบทวน และการวัดผล และการนำเสนอข้อมูลจะอยู่ในลักษณะสื่อหลาย ๆ อย่างผสมผสานกัน ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ เสียง และการโต้ตอบ โดยผู้เรียนสามารถใช้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียน

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ (สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. 2538 : 27; สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2536 : 240; อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-9; ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532 : 9; Hirschbul. 1980; Kulik, Kulik & Cohen. 1980; Robinson & Warner. 1980)

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล
2. มีการฝึกแบบ ทันที มีสื่อสร ภาพและเสียง ทำให้เกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
3. ผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อนจึงผ่านบทเรียนนั้นได้
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
5. ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ทุกวิชา และใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยกว่าการเรียนในห้องเรียนที่มีครูสอน
6. สามารถประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบโดยอัตโนมัติ
7. ฝึกฝนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา
8. ผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้เป็นรายบุคคล ทั้งนักเรียนที่เรียนช้าและนักเรียนที่เรียนเร็ว รวมทั้งนักเรียนที่มีปัญหาพิเศษ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถที่จะแนะนำเรียนที่เหมาะสมตามระดับความสามารถ
9. ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจชัดเจนในวิชาที่เรียนอ่อน
10. นักเรียนที่เรียนรู้โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถที่จะเรียนรู้ได้มากกว่าในห้องเรียน นอกจากนี้สามารถจะจดจำได้นาน
11. ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์และวิชาที่เรียน
12. ครูใช้เวลาสอนด้วยตนเองน้อยลง และเอาเวลาที่เหลือไปปรับปรุงการสอน
13. ครูมีเวลาศึกษาดำรง และพัฒนาความสามารถให้มากขึ้นได้
14. ช่วยพัฒนารูปแบบทางการเรียนการสอน โดยนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาในวงการศึกษ ช่วยให้งานด้านการศึกษาดัดเทียมกับงานในสาขาอื่น ๆ
15. ครูสามารถทราบความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ทั้งต่อตัวผู้เรียนและผู้สอน แต่ทั้งนี้ต้องเข้าใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเพียงสื่อที่ใช้ช่วยครูสอนเท่านั้น มิใช่สอนแทนครู และยังช่วยให้ครูมีเวลาสำหรับการให้คำปรึกษากับนักเรียนมากขึ้น และบทเรียนจะมีประโยชน์ตรงตามวัตถุประสงค์ มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ก็จะต้องมีกระบวนการออกแบบและสร้างบทเรียนเป็นขั้น ๆ ตั้งแต่ การวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบบทเรียน การสร้างบทเรียน การทดลองใช้ การประเมินผลบทเรียน โดยแต่ละขั้นจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ตั้งแต่ ด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ด้านการสอน ด้านสื่อและวัสดุการสอน ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คอยให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยในการออกแบบสร้างบทเรียนนั้น ๆ

ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้งานคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนใหญ่จะใช้กับการเรียนการสอนด้วยตนเองมากกว่าการสอนแบบอื่น โดยการออกแบบวิธีเสนอเนื้อหาให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนโดยใช้เทคนิคของการเสริมแรง และหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หลาย ๆ อย่างประกอบกัน โดยมีข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-9; นิพนธ์ สุขปรีดี. 2532 : 117-119; ฅนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 8-14)

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนมีโอกาสทราบผลการตอบก่อนทำกิจกรรมหรือเรียนในลำดับถัดไป ถ้าตอบผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ทันที
2. คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ รวมทั้งภาพวิดีโอทำให้มีประโยชน์ต่อการนำเสนอเนื้อหาที่สลับซับซ้อน
3. สร้างเสียงประกอบได้ ทำให้เกิดความน่าสนใจ และเพิ่มศักยภาพทางการเรียนภาษาได้อีกมาก
4. สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า
5. ผู้เรียนต้องลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง มีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน ซึ่งสิ่งนี้ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยเหลือผู้เรียนได้ดี
6. สามารถบันทึกผล ประเมินผลการเรียน และประเมินผู้เรียนได้
7. ลดเวลาเรียนลงเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้กับการเรียนการสอนปกติ
8. สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

ส่วนในด้านข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นก็มีหลายเรื่องด้วยกัน ดังนี้ ด้านเวลาในการผลิต ซึ่งกว่าจะได้บทเรียนดีมีประสิทธิภาพให้ผู้เรียนใช้ 1 คาบ ก็ต้องใช้เวลาออกแบบสร้างประมาณ 60-100 ชั่วโมง ด้านค่าใช้จ่ายในการผลิตบทเรียนก็นับว่าสูงเมื่อเทียบกับบทเรียนประเภทอื่น ๆ ทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ด้านผู้เชี่ยวชาญ ต้องจัดหาผู้เชี่ยวชาญหลายด้านมาระดมความคิด เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งด้านหลักสูตร การเรียนการสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผล และด้านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมถึงการขาดโปรแกรมประยุกต์สำหรับการออกแบบสร้างบทเรียนที่เหมาะสมกับรายวิชาต่าง ๆ และการขาดแคลนเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่มีคุณภาพที่สูงพอสำหรับใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพ สุดท้ายความยากในการออกแบบ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องออกแบบให้ยืดหยุ่นต่อการใช้งาน มีทางเลือกที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความถนัดแตกต่าง

กัน จึงเป็นการยากที่จะออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน

องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สามารถแบ่งได้ 3 องค์ประกอบใหญ่ ๆ ดังนี้

1 องค์ประกอบด้านสื่อมัลติมีเดียที่สมบูรณ์ จะต้องประกอบไปด้วยสื่อมากกว่า 2 สื่อ ตามองค์ประกอบคือ ตัวอักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ เป็นต้น โดยองค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อการออกแบบบทเรียนดังนี้ (บุปผชาติ ทัพนิกรณ์. 2538 : 26-29; พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2541 : 11-12)

1.1 ตัวอักษร (text) เป็นสื่อสามัญของมัลติมีเดีย การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องมีข้อความและอักขระ ตลอดจนการใช้รูปภาพและเครื่องหมายจำนวนมากมาใช้ในการที่จะให้ผู้เรียนให้บรรลุเป้าประสงค์ของบทเรียน ข้อความ เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปลายลักษณ์อักษรหรือแปลงเป็นเสียงสำเนียงคำพูด เป็นสื่อสามัญที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันโดยทั่วไป และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการบอกชื่อและหัวข้อเรื่องในบทเรียนให้ทราบว่าเป็นเรื่องอะไร หรือใช้เป็นเมนูเพื่อบอกให้ทราบว่าจะไปที่ใด ใช้บอกเส้นทางเดินเพื่อบอกให้ทราบว่าจะไปสู่ที่หมายอย่างไร รวมทั้งใช้เป็นส่วนให้เนื้อหาหรือสิ่งที่ผู้เรียนจะได้พบเห็นเมื่อไปถึงเป้าหมาย การใช้อักขระเพื่อสื่อความหมายกับผู้เรียนควรมีหลักการใช้ในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 สื่อความให้ชัดเจน ข้อความต่าง ๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสิ่งสำคัญในการสื่อความหมายกับผู้เรียน การออกแบบสร้างป้ายแสดงหัวข้อเรื่อง เมนูและปุ่มบนจอภาพนั้น ควรจะต้องให้ความสำคัญในการเลือกข้อความคำพูด พยายามใช้ข้อความที่มีน้ำหนัก กระชับ กระทัดรัด และให้ความหมายที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ เช่น “กลับไปที่นี่” แทนคำว่า “ก่อนหน้านี้นี้” “เลิก” แทนคำว่า “ปิด” และ “ดีมาก” แทนคำว่า “คำตอบถูกต้อง” เป็นต้น

1.1.2 เมื่อใช้อักขระเป็นเมนูสำหรับนำทางเดิน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยการกดปุ่มบนแป้นพิมพ์ คลิกเมาส์ หรือแตะจอภาพสัมผัสเมนูที่สร้าง อาจเป็นเมนูแบบง่าย ๆ ประกอบด้วยรายชื่อบทเรียนในรูปแบบเดียวกับหน้าสารบัญของหนังสือ แล้วให้ผู้เรียนคลิกเลือกบทเรียนที่ต้องการ รูปแบบการคลิกแล้วแสดงผลนี้เป็นที่เข้าใจกันอย่างกว้างขวางในกลุ่มผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่รายการเมนูจะมีกรอบล้อมรอบหรือสร้างให้คล้าย เป็นปุ่มสำหรับเลือกคลิกได้อย่างสะดวก และเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ควรใช้คำที่สั้นและให้ความชัดเจนแก่ผู้ใช้

1.1.3 ปุ่มอักขระบนจอภาพสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์ ในมัลติมีเดียปุ่มบนจอภาพเป็นเสมือนวัตถุที่เมื่อคลิกก็จะมีผลการแสดงผลอย่างใดอย่างหนึ่ง ปุ่มบนจอภาพที่สร้างอาจเป็นปุ่มที่

มีรูปแบบอักษร (font) เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ (symbol) ปรากฏอยู่ ปุ่มเหล่านี้อาจมีรูปแบบหลากหลาย การเลือกปุ่มใดที่เหมาะสมขึ้นกับการทดลองดูว่ารูปแบบอักษร เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์การเว้นวรรค และการให้สีแบบใดที่ดูแล้วมีความเหมาะสม

1.1.4 เนื้อหายาวไม่ควรให้อ่านจากจอคอมพิวเตอร์ เพราะข้อความยาว ๆ บนจอคอมพิวเตอร์นั้นอ่านยาก และอ่านได้ช้ากว่าการอ่านจากเอกสาร ยกเว้นกรณีที่บทเรียนนั้นใช้อักษรขนาดใหญ่ และนำเสนอไม่กี่ย่อหน้า และควรเลือกรูปแบบอักษรที่เรียบง่ายแทนรูปแบบอักษรที่มีลวดลายและอ่านยาก

1.1.5 ควรใช้หน้าต่างเมื่อเนื้อหานั้นยาวเกินหน้าจอ และใช้ปุ่มเลื่อนหน้าต่าง ขยับข้อความในหน้าต่างขึ้นลง เพื่ออ่านเนื้อหาออกเป็นแต่ละหน้า และสร้างปุ่มสำหรับพลิกหน้าให้กลับไปกลับมาได้

1.1.6 สร้างชีวิตชีวาและการเคลื่อนไหวให้อักษร เมื่อใช้อักษรแสดงผลอาจสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้บทเรียนได้หลายวิธี เช่น ให้อักษรเคลื่อนที่ในลักษณะบิน หรือค่อย ๆ ปรากฏทีละตัว หรือทีละหัวข้อ ให้อักษรกระพริบ ให้อักษรจางหายไปทีละตัว ให้อักษรหมุนเอียงไปในแนวต่าง ๆ หรือให้อักษรหมุนรอบแกน เป็นต้น สิ่งสำคัญที่ต้องระวังคือไม่ควรใช้เอฟเฟ็คเหล่านี้มากเกินไปจนน่าเบื่อและน่ารำคาญ

1.1.7 ต้องใช้เวลาคุ้นเคยกับเครื่องหมายและสัญลักษณ์ เครื่องหมายและสัญลักษณ์นั้นจัดเป็นอักษรในรูปกราฟิกที่ให้ความหมายในตัว มักเรียกเครื่องหมายและสัญลักษณ์เหล่านี้ว่าสัญลักษณ์ภาพ (icon) ซึ่งใช้เป็นสื่อกลางที่สำคัญในการติดต่อกับผู้เรียนในบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามบางครั้งต้องใช้เวลากว่าจะคุ้นเคยกับสัญลักษณ์และเครื่องหมายนั้น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้บทเรียนเข้าใจความหมาย ต่างจากการใช้คำที่เป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว และมีความหมายอยู่ในตัวเอง

สรุปได้ว่าอักษรมีประสิทธิภาพในการสื่อข้อความที่ตรง และชัดเจนกว่าการใช้ภาพ หรือรูปภาพ ในขณะที่รูปภาพ สัญลักษณ์ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ช่วยทำให้ผู้ใช้บทเรียนนึกและจำสารสนเทศได้ง่ายกว่า มัลติมีเดียเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการประสมประสานอักษร สัญลักษณ์ภาพ รวมถึงสี เสียง ภาพนิ่ง และภาพวิดีโอเข้าด้วยกัน ทำให้ข้อมูลข่าวสารมีคุณค่าและน่าติดตามเพิ่มขึ้น

1.2 เสียง (sound) เป็นสื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น และทำให้คอมพิวเตอร์มีชีวิตชีวาขึ้น ด้วยการเพิ่มการ์ดเสียง และโปรแกรมสนับสนุน การสื่อสารสองทาง และการสื่อสารทางเดียว มีความแตกต่างเหมือนกับความแตกต่างของการสนทนากับการฟังบรรยาย กิจกรรมระหว่างกันมีศักยภาพในการทำให้ผู้เรียนเข้าถึงสารสนเทศช่วยทำให้ผู้เรียน

เกิดโครงสร้างทางความรู้ความคิด หรือการเรียนรู้

เสียงอาจอยู่ในรูปของเสียงดนตรี เสียงสังเคราะห์ปรุงแต่ง หรือเสียงประกอบจากที่มีผลต่อการสร้างอารมณ์ ดังนั้นการรู้จักวิธีใช้เสียงอย่างถูกต้อง จะสามารถสร้างความสนุกสนานและเข้าใจ ทำให้บทเรียนในรูปแบบมัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์นั้นน่าสนใจและน่าติดตามเป็นพิเศษ การใช้เสียงในมัลติมีเดีย นั้น ผู้สร้างจะต้องรู้ว่า จะสร้างเสียงในบทเรียนอย่างไร ซึ่งเสียงที่ใช้งานนั้นเป็นไปได้ทั้งเสียงที่อัดจากเสียงธรรมชาติ หรือเสียงที่อัดจากเครื่องเสียงต่าง ๆ โดยตรง เช่น เครื่องเล่นวิทยุ เทปคาสเซ็ท แผ่นซีดี ก็ได้ การอัดเสียงผ่านไมโครโฟนที่มีคุณภาพจะทำให้ได้เสียงที่มีคุณภาพด้วย และหากจะต้องอัดเสียงจากเครื่องเสียงดังที่กล่าวมาแล้วโดยตรงก็สามารถต่อเข้าไลน์อิน (line in) ที่พอร์ต (port) การ์ดเสียงได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านไมโครโฟน การเลือกซื้อแผ่นการ์ดเสียงที่มีคุณภาพดีก็ย่อมจะทำให้ได้เสียงที่มีคุณภาพดี

ในสภาพแวดล้อมการทำงานในระบบวินโดวส์ เสียงจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ที่มีส่วนขยายเป็น .wav โดยทั่วไปไฟล์เสียงจะมีอยู่ 2 แบบ คือ เวฟ (wave) และ มิดี้ (midi : musical instrument digital interface) ไฟล์เวฟจะจับเสียงทั้งหมดทำให้ใช้พื้นที่ในการเก็บไฟล์สูงมาก ไฟล์มิดี้เป็นไฟล์ที่เก็บเสียงจากอุปกรณ์ที่นิยมกันคือเครื่องซินธิไซเซอร์ (synthesizer)

1.3 ภาพนิ่ง (still images) อาจเป็นภาพขนาดเล็กหรือใหญ่ เป็นภาพถ่าย หรือภาพกราฟิก ภาพนิ่งใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญที่สุดของบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เนื่องจากการใช้ภาพนิ่งในการแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ เป็นการแสดงผลที่มีการใช้มากที่สุดเมื่อเทียบกับภาพเคลื่อนไหว หรือภาพวิดีโอ ภาพนิ่งสามารถแสดงผลจากความคิดหรือความต้องการ รวมทั้งการวาดภาพ ภาพลายเส้น แผนภูมิ แผนที่ หรือกราฟ ภาพนิ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ ภาพบิตแมท และภาพเวกเตอร์กราฟิกให้เลือกใช้ได้ตามต้องการ

1.4 ภาพเคลื่อนไหว (animation) การสร้างภาพเคลื่อนไหวบนพีซี ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถดึงดูดความสนใจต่อผู้เรียนเป็นอย่างดี ซึ่งอาศัยเทคนิคของการนำภาพหลาย ๆ ภาพมาต่อกัน เพื่อให้เกิดภาพเคลื่อนไหวในเทคนิคเดียวกับภาพยนตร์การ์ตูน การเพิ่มภาพเคลื่อนไหวลงบนงานต่าง ๆ จะทำให้สามารถนำเสนอความคิดที่ซับซ้อนหรือยุ่งยากให้ง่ายต่อการเข้าใจ นับเป็นสื่อที่ดีอีกชนิดหนึ่งในมัลติมีเดีย การสร้างภาพเคลื่อนไหวสามารถกำหนดลักษณะ และเส้นทางที่จะให้ภาพนั้นเคลื่อนที่ไปตามที่เราต้องการคล้ายกับการสร้างภาพยนตร์ขึ้นมาตอนหนึ่งนั่นเอง การแสดงสี การลบภาพโดยทำให้ภาพค่อย ๆ เลือนจางหาย หรือทำให้ภาพค่อย ๆ ปรากฏขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ กัน ก็จัดเป็นภาพเคลื่อนไหวแบบพื้นฐาน โปรแกรมที่สร้างภาพเคลื่อนไหวมีอยู่หลายโปรแกรมตามแต่ความต้องการของผู้ใช้ เช่น โปรแกรมแอนิเมชันเวิร์ค (animation work) ที่มีภาพลักษณะต่าง ๆ กันให้คุณเลือกใช้ ภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพที่ดึงดูด

สายตาผู้ใช้บทเรียนเช่นเดียวกับเสียง ถ้าใช้ไม่เหมาะสมก็จะทำให้น่าเบื่อได้เช่นกัน

1.5 ภาพวิดีโอหรือภาพดิทัศน์ (video) ความแตกต่างระหว่างภาพวิดีโอกับภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอเป็นภาพเหมือนจริงที่ถูกเก็บในรูปของดิจิทัล แต่ภาพเคลื่อนไหว คือภาพที่ถูกสร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะคล้ายภาพยนตร์การ์ตูน ภาพวิดีโอสามารถต่อสายตรงจากเครื่องเล่นวิดีโอ หรือเลเซอร์ดิสก์เข้าสู่เครื่องได้ แต่ระบบวิดีโอที่ทำงานจากฮาร์ดดิสก์หรือซีดีรอม ที่ไม่มีการบีบอัดสัญญาณจะต้องการพื้นที่ฮาร์ดดิสก์ว่างถึง 500 เมกะไบต์ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือวิดีโอมีความต้องการพื้นที่ว่างมากในการทำให้ภาพวิดีโอมีความสมบูรณ์แบบ ดังนั้นจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วในการส่งสูงสุด ซึ่งต้องอาศัยการ์ดและฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว โดยการนำภาพวิดีโอมาประกอบในมัลติมีเดียต้องมีอุปกรณ์สำคัญคือ ดิจิทัลวิดีโอการ์ด (digital video card) การทำงานในระบบวินโดวส์ ภาพวิดีโอจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ตระกูลเอวีไอ (.avi : .audio video interleave) ปัจจุบันเทคโนโลยีวิดีโอใช้ MPEG สร้างภาพวิดีโอเต็มจอ 30 เฟรมต่อวินาที (สาธิต วงศ์วิวัฒนานนท์ 2540 : 112)

1.6 การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive links) หมายถึง การที่ผู้ชมมัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการโดยใช้ตัวอักษรหรือปุ่ม สำหรับตัวอักษรที่จะสามารถเชื่อมโยงได้จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็จะมีลักษณะคล้ายกับปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์ หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าไปหาข้อมูลที่ต้องการหรือเปลี่ยนหน้าต่างของข้อมูล ส่วนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (interactive multimedia) เป็นการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะการสื่อสารไปมาทั้งสองทาง คือ มีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และคอมพิวเตอร์ การพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีผลกระทบต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เดิมบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะการนำเสนอแบบเดียว เช่นเดียวกับการใช้สไลด์ มีส่วนประกอบที่สำคัญเพียง อักษร และภาพนิ่ง มาเป็นบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรูปของมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ของ อักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ และการมีปฏิสัมพันธ์ ผู้ใช้สามารถควบคุมการนำเสนอได้ตามที่ได้ถูกกำหนดเอาไว้ โดยผ่านคีย์บอร์ด เมาส์ หรือตัวชี้ เป็นต้น ซึ่งรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์อาจอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งดังต่อไปนี้ (ชเนนทร์ สุขวารี และ ณะพัฒน์ ถึงสุข. 2538 : 10-36; บุปผชาติ ทัพพิกรณ. 2538 : 25-26; อติศักดิ์ เชนเสถียร. 2541 : 35)

1.6.1 การใช้เมนู (menu driven) ลักษณะที่พบเห็นได้ทั่วไปของการใช้เมนู คือการจัดลำดับหัวข้อการเรียน ทำให้ผู้ใช้บทเรียนเลือกข่าวสารข้อมูลที่ต้องการได้ตามที่ต้องการและสนใจ การใช้เมนูมักประกอบด้วยเมนูหลัก (main menu) ซึ่งแสดงหัวข้อหลักให้เลือก และเมื่อไปยังแต่ละหัวข้อหลัก ก็จะประกอบด้วยเมนูย่อยที่มีหัวข้ออื่นให้เลือกอีก หรือแยกไปยังเนื้อหา

หรือส่วนนั้น ๆ เลยทันที เช่น แยกไปยังส่วนของแบบฝึกหัด หรือวิดีโอ เป็นต้น

1.6.2 การใช้แบบฝึกหัด (exercise driven) การใช้แบบฝึกหัดมักใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอบ ลักษณะทั่วไปของกิจกรรมลักษณะนี้ ผู้ใช้บทเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกข่าวสารข้อมูลเพื่อแสดงสมรรถนะของผู้ใช้บทเรียนในเนื้อหาวิชานั้น ๆ ลำดับ เส้นทางจะเป็นแบบเส้นตรง ในลักษณะไปทีละก้าวทีละขั้น

1.6.3 การใช้ฐานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย (hypermedia database) เป็นรูปแบบปฏิสัมพันธ์ที่ให้ผู้ใช้งานเลือกไปตามเส้นทางที่เชื่อมคำสำคัญซึ่งอาจเป็นคำ ข้อความ เสียง หรือภาพนั้น ๆ คำสำคัญเหล่านี้จะเชื่อมโยงกันอยู่ในลักษณะเหมือนใยแมงมุม โดยสามารถเดินทางและถอยกลับได้

1.6.4 การใช้สถานการณ์จำลอง การปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบนี้ทำให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในการทดลองหรือศึกษาจากสิ่งจำลองที่ปรากฏเป็นจริงในสถานการณ์ที่เป็นจริง โดยช่วยหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้น ช่วยประหยัดเวลาในการศึกษาของจริง และลดค่าใช้จ่ายจากการที่ต้องซื้อวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่มีราคาแพง

6.2 องค์ประกอบด้านระบบของมัลติมีเดีย ต้องได้มาตรฐานเอ็มพีซี (MPC) ที่กำหนดโดย มัลติมีเดีย พีซี มาร์เก็ตติ้ง เคานซิล (Multimedia PC Marketing Council) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้นระบบของมัลติมีเดีย ต้องประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วง ดังนี้ (พัลลภ พิริยะสุวรรณค์. 2541 : 13)

6.2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดส่วนบุคคลหรือชนิดเวิร์คสเตชัน (workstation)

6.2.2 วิธีการที่หลากหลายในการปฏิสัมพันธ์กับระบบ เช่น มีคีย์บอร์ด เมาส์ จอยสติค หรือจอแบบสัมผัส (touch screen)

6.2.3 จอภาพต้องสามารถแสดงภาพที่มีความละเอียดสูง รวมถึงแสดงข้อความกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอได้

6.2.4 มีลำโพงเสียงที่มีศักยภาพในการแปลงเสียงพูด และดนตรี

6.2.5 มีไมโครโฟนชนิดไดนามิก หรือคอนเดนเซอร์ก็ได้

6.2.6 มีหน่วยขับเคลื่อน หรือออปติคอลดิสก์ (optical disk)

6.3 องค์ประกอบด้านบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้ (ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535 : 1-3)

6.3.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา เป็นบุคลากรที่มีความรู้ประสบการณ์ทางด้านการออกแบบและการพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร

วัตถุประสงค์พื้นฐาน การเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน รายละเอียดคำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตรบุคคลกลุ่มนี้ จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำปรึกษาแนะนำ เรียกว่าทรัพยากรบุคคลด้านหลักสูตร

6.3.2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่ในการเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์ และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่ามีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง สามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหา หรือวิธีการสอน การออกแบบและการสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนมีทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ และน่าสนใจขึ้น

6.3.3. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วย การออกแบบและการจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมเนื้อหา การเลือกและวิธีการใช้ ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานและสื่อการเรียนการสอน ที่จะช่วยให้บทเรียนมีความสวยงาม และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

6.3.4. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นผู้ที่ทำงานด้านคอมพิวเตอร์ หรือผู้ที่เชี่ยวชาญโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสร้างสื่อมัลติมีเดีย (อดิศักดิ์ เชนเสถียร. 2541 : 36) กระบวนการผลิตสื่อมัลติมีเดียก็คล้าย ๆ กับอุตสาหกรรมภาพยนตร์ที่ต้องมีคนมาเกี่ยวข้องจำนวนบุคคลกรที่จำเป็นในการผลิตงานจะนำมา ซึ่งทักษะและความเชี่ยวชาญในแต่ละด้าน และต้องมีการติดต่อสื่อสารกันในกลุ่มที่ทำงานเพื่อให้ผลงานออกมามีความกลมกลืนกันกลุ่มคนดังกล่าวได้แก่ ผู้ออกแบบงานกราฟิก โปรแกรมเมอร์ ผู้ออกแบบตกแต่งเสียง ผู้ถ่ายวิดีโอ ผู้ออกแบบภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยมีองค์ประกอบด้านสื่อ คือ ตัวอักษร เสียงบรรยาย เสียงประกอบ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีโอ ส่วนองค์ประกอบด้านระบบของมัลติมีเดีย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการนำเสนอบทเรียนต้องได้มาตรฐาน MPC3 เป็นขั้นต่ำ แต่เพื่อความเร็วในการเรียนควรใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี คอมแพคทิเบิล ซีพียู Pentium 166 ขึ้นไป มีหน่วยความจำแรมอย่างน้อย 32 เมกะไบต์ มีเนื้อที่ว่างฮาร์ดดิสก์ไม่ต่ำกว่า 700 เมกะไบต์ มีโปรแกรมปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ 95 ขึ้นไป มีการ์ดแสดงผลที่สามารถแสดงภาพวิดีโอได้ โดยอย่างน้อยควรมีความละเอียดเป็น 800 x 600 จุด x 64K สี มีการ์ดเสียง 8 หรือ 16 บิต พร้อมหูฟังหรือลำโพง และติด

ตั้งเครื่องอ่านซีดีรอมความเร็วไม่น้อยกว่า 16X เพื่อให้สามารถนำเสนอบทเรียนได้รวดเร็ว และองค์ประกอบด้านบุคลากรที่เกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ทฤษฎีการเรียนรู้เนื่องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทฤษฎีหลัก ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ทฤษฎีปัญญานิยม ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 51-56) โดยมีแนวคิดดังนี้

ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดีและผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นจะมีการตั้งคำถาม ๆ ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอโดยหากผู้เรียนตอบถูก ก็จะได้รับคำตอบสนองในรูปผลป้อนกลับทางบวกหรือรางวัล ในทางตรงกันข้ามหากผู้เรียนตอบผิดก็จะได้รับการตอบสนองในรูปของผลป้อนกลับในทางลบและคำอธิบายหรือการลงโทษ ซึ่งผลป้อนกลับนี้ถือเป็นการเสริมแรงเพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมจะบังคับให้ผู้เรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์เสียก่อน จึงจะสามารถผ่านไปศึกษาต่อยังเนื้อหาของวัตถุประสงค์ต่อไปได้ หากไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ ผู้เรียนจะต้องกลับไปศึกษาในเนื้อหาเดิมอีกครั้งจนกว่าจะผ่านการประเมิน

ทฤษฎีปัญญานิยมทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบ ในลักษณะสาขาของคราวเดอร์ ซึ่งการออกแบบบทเรียนในลักษณะสาขา หากเมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมแล้ว จะทำให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้นในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระมากขึ้นในการเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีปัญญานิยมนี้จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะสาขาเช่นกัน โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกัน โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอต่อไปนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

ทฤษฎีโครงสร้างความรู้และความยืดหยุ่นทางปัญญา จะมีความแตกต่างกันทางแนวคิดอยู่มาก แต่ทฤษฎีทั้งสองต่างก็ส่งผลต่อการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ทฤษฎีทั้งสองต่างสนับสนุนแนวคิดเกี่ยวกับการจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะสื่อหลายมิติ เพราะมีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนว่า การจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติจะตอบสนองต่อวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ ในความพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้เป็นอย่างดี ซึ่งตรงกับแนวคิดของทฤษฎีโครงสร้างความรู้ นอกจากนี้การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิตียังสามารถที่จะตอบสนองความแตกต่างของโครงสร้างขององค์ความรู้ที่ไม่ชัดเจน หรือมีความสลับซับซ้อนซึ่งเป็นแนวคิดของทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญาได้อีกด้วย โดยการจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติ จะอนุญาตให้ผู้เรียนทุกคนสามารถที่จะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนตามความสามารถ ความสนใจ ความถนัด และพื้นฐานความรู้ของตนได้อย่างเต็มที่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีทั้งสองนี้ก็จะมีการสร้างของบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ ในลักษณะโยงใย (เหมือนใยแมงมุม) โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกันและไม่ตายตัว โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีทั้งสองนี้ กับการออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีปัญญานิยมก็คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีทั้งสองนี้จะให้อิสระผู้เรียนในการควบคุมการเรียนรู้ของตนมากกว่า เนื่องจากการออกแบบที่สนับสนุนโครงสร้างความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่ลึกซึ้งและสลับซับซ้อนมากกว่านั่นเอง

สรุปได้ว่าการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องยึดแนวคิดหรือทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว ในทางตรงกันข้ามผู้ออกแบบควรที่จะผสมผสานแนวคิดหรือทฤษฎีต่าง ๆ ให้เหมาะสมตามลักษณะเนื้อหาและโครงสร้างขององค์ความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ในการออกแบบโครงสร้างหรือลำดับของการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทหนึ่ง ๆ นั้น ผู้ออกแบบสามารถที่จะประยุกต์การออกแบบในลักษณะเชิงเส้นตรงในส่วนของเนื้อหาความรู้ ซึ่งเป็นลักษณะขององค์ความรู้ที่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ตายตัวหรือองค์ความรู้ประเภทที่มีโครงสร้างตายตัวไม่สลับซับซ้อน ในขณะเดียวกัน ก็สามารถที่จะประยุกต์การออกแบบในลักษณะของสาขาหรือสื่อหลายมิติได้ในเนื้อหาความรู้ ซึ่งเป็นลักษณะขององค์ความรู้ที่ไม่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ตายตัว หรือการออกแบบในลักษณะสื่อหลายมิติสำหรับองค์ความรู้ประเภทที่มีโครงสร้างไม่ตายตัว และมีความสัมพันธ์ภายในที่สลับซับซ้อน เป็นต้น

2. จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แนวความคิดทางด้านจิตวิทยาพุทธพิสัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้นในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้ และการตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541 : 57-67)

2.1 ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องออกแบบให้เกิดการรับรู้ที่ง่ายตายและเที่ยงตรงที่สุด การที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกับสิ่งเร้าและรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ นั้นอย่างถูกต้องนั้น ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ตัวอย่างได้แก่ รายละเอียดและความเหมือนจริงของบทเรียน การใช้สื่อประสมและการใช้เทคนิคพิเศษทางภาพต่าง ๆ เข้ามาเสริมบทเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ไม่ว่าจะเป็น การให้เสียง การใช้ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้ ผู้สร้างยังต้องพิจารณาถึง การออกแบบหน้าจอ การวางตำแหน่งของสื่อต่าง ๆ บนหน้าจอ รวมทั้ง การเลือกชนิดและขนาดของตัวอักษรหรือการเลือกสีที่ใช้ในบทเรียนอีกด้วย

2.2 การจดจำ ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่จะช่วยในการจดจำได้ดี 2 ประการ คือ หลักในการจัดระเบียบหรือโครงสร้างเนื้อหา และหลักในการทำซ้ำ ซึ่งเราสามารถแบ่งการวางระเบียบหรือการจัดระบบเนื้อหาออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกัน คือ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติ นอกจากการจัดระเบียบเนื้อหาในลักษณะต่างๆ แล้ว การให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ ถือว่าเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการจดจำได้ดี การฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ นั้น เหมาะสำหรับเนื้อหาความรู้ซึ่งเราไม่สามารถจัดลำดับเนื้อหาได้

2.3 ความเข้าใจ หลักการที่มีอิทธิพลมากต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ หลักการเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวคิด และการประยุกต์ใช้กฎต่าง ๆ ซึ่งหลักการทั้งสองนี้ เกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกี่ยวกับการประเมินความรู้ก่อนการใช้บทเรียน การให้คำนิยามต่าง ๆ การแทรกตัวอย่างการประยุกต์กฎ และการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายโดยใช้ข้อความของตน โดยมีวัตถุประสงค์ของการเรียนเป็นตัวกำหนดรูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียน เช่น การเลือกออกแบบแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบในลักษณะปรนัยหรือคำถามสั้น ๆ เป็นต้น

2.4 ความกระตือรือร้นในการเรียน ข้อได้เปรียบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเหนือสื่อการสอนอื่น ๆ ก็คือความสามารถในเชิงโต้ตอบกับผู้เรียน อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการเน้นความสำคัญในส่วนของปฏิสัมพันธ์มาก พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากมายที่ผลิตออกมา นั้นจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในบทเรียนน้อยทำให้เกิดบทเรียนที่น่าเบื่อหน่าย การที่จะออกแบบบทเรียนที่

ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนได้นั้น จะต้องออกแบบให้ผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นั้น ๆ จะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.5 แรงจูงใจ ทฤษฎีแรงจูงใจที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่ ทฤษฎีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอกของเลปเปอร์ เชื่อว่าแรงจูงใจที่ใช้ในบทเรียน ควรที่จะเป็นแรงจูงใจภายใน หรือแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน มากกว่าแรงจูงใจภายนอก ซึ่งเป็นแรงจูงใจที่ไม่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับบทเรียน การสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในนั้นคือ การสอนที่ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน เลปเปอร์ได้เสนอแนะเทคนิคในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในไว้ดังนี้

- 2.5.1 การใช้เทคนิคของเกมในบทเรียน
- 2.5.2 ใช้เทคนิคพิเศษในการนำเสนอภาพ
- 2.5.3 จัดหาบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมีอิสระ ในการเลือกเรียน และหรือสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว
- 2.5.4 ให้โอกาสผู้เรียนในการควบคุมการเรียนของตน
- 2.5.5 มีกิจกรรมที่ท้าทายผู้เรียน
- 2.5.6 ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น
- 2.5.7 ให้กำลังใจในการเรียนแม้ว่าผู้เรียนทำผิด

แรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญมากในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่ได้อ้างถึงในบทนี้ อย่างไรก็ตาม ควรที่จะมีการนำไปใช้อย่างเหมาะสมและในระดับที่พอดี ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนมีโอกาสนในการควบคุมบทเรียนนั้นสามารถจูงใจผู้เรียนได้ แต่หากมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียแทน

2.6 การออกแบบการควบคุมบทเรียน ซึ่งได้แก่ การควบคุมลำดับการเรียน เนื้อหาประเภทของบทเรียน ฯลฯ การควบคุมบทเรียนมีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกัน คือ การให้โปรแกรมเป็นผู้ควบคุม การให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม และการผสมผสานระหว่างโปรแกรมและผู้เรียน ในการออกแบบนั้นควรพิจารณาการผสมผสาน ระหว่างการให้ผู้เรียนและโปรแกรมเป็นผู้ควบคุมบทเรียน และบทเรียนจะมีประสิทธิภาพอย่างไรนั้น ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการออกแบบการควบคุมของทั้ง 2 ฝ่าย

2.7 การถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยปกติแล้วการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นจะเป็นการเรียนรู้ในขั้นแรกก่อนที่จะมีการนำไปประยุกต์ใช้จริง การนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในบทเรียนและขัดเกลาแล้วนั้นไปประยุกต์ใช้ในโลกจริงก็คือ การถ่ายโอนการเรียนรู้นั่นเอง สิ่งที่มี

อิทธิพลต่อความสามารถของมนุษย์ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมือนจริงของบทเรียน ประเภท ปริมาณและความหลากหลายของปฏิสัมพันธ์และประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการฝึกอบรมใด ๆ การถ่ายโอนการเรียนรู้ถือเป็นผลการเรียนรู้ที่พึงปรารถนาที่สุด

2.8 ความแตกต่างรายบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความเร็วช้าในการเรียนรู้แตกต่างกันไป ผู้เรียนบางคนจะเรียนได้ดีจากบางประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบให้บทเรียนมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะตอบสนองความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นสิ่งสำคัญ เช่น การจัดหาความช่วยเหลือสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งหมายรวมถึงการจัดให้มีการประเมินก่อนเรียน ทั้งนี้จะได้ทราบว่าผู้เรียนคนใดที่จัดว่าเป็นนักเรียนที่เรียนอ่อนและจะได้จัดหาการให้คำแนะนำในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เน้นนำเสนอสื่อประเภทต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้องเป็นหลักในการสร้าง อันดับรองลงมาเป็นเรื่องของแรงจูงใจซึ่งจะอาศัยเทคนิคในการนำเสนอภาพและเสียงเข้าช่วย และทฤษฎีจิตวิทยาอื่น ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่มีคุณภาพ

รูปแบบและผังโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามามีบทบาททางด้านการศึกษามากขึ้น และกำลังได้รับความสนใจในหมู่นักการศึกษา มหาวิทยาลัยในต่างประเทศหลายแห่ง ได้เปิดหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาการด้านการใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา มีวิชาที่เปิดสอนให้นักศึกษาลากหลายวิชา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันในปัจจุบันนี้มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ ดังที่นักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้จัดแบ่งประเภทลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียออกเป็นประเภทต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถจำแนกได้ 5 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 169-173; บุญชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 50-52; สุวิทย์ ไวทยกุล. 2536 : 34-36; นงนุช วรรณนวะ. 2535 : 3-18; สุลัดดา ลอยฟ้า. 2537 : 20-25)

1. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutoring) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียน โปรแกรมเป็นการเลียนแบบการสอนของครู บทเรียนที่มีเนื้อหาเป็นระบบเรียงกันไปผู้เรียนจะศึกษากับคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองตามความสามารถ และระดับสติปัญญาของตนตามลำดับที่โปรแกรมไว้ในบทเรียน จะแทรกคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน และสามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนรู้แล้ว โปรแกรมแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ที่ดีควรประกอบด้วย สิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1.1 มีการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วย กราฟฟิก สี และภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ

ให้ผู้เรียนสนใจติดตามบทเรียน

1.2 มีการเสนอวัตถุประสงค์ของบทเรียนตอนเริ่มบทเรียน

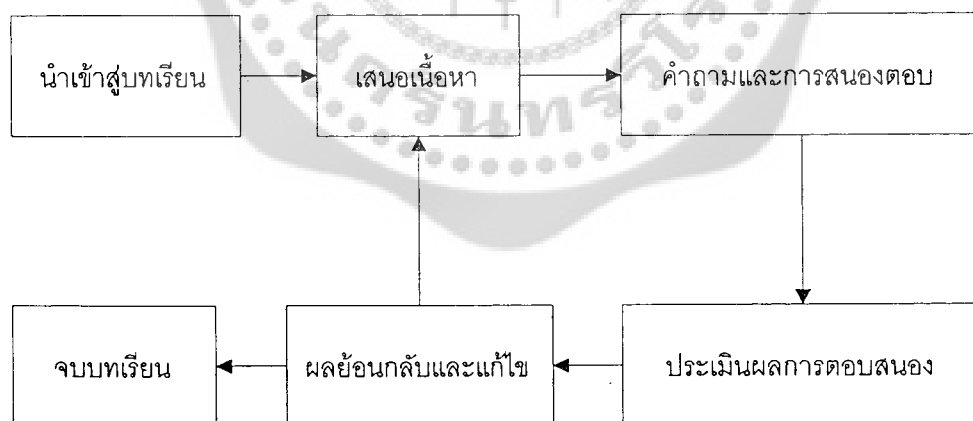
1.3 มีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อบทเรียนที่จะเรียนใหม่

1.4 มีการเสนอบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย การเสนอสิ่งเร้า และการเสนอแนะแนวทาง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น

1.5 มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงออก และจัดผลสะท้อนกลับที่เหมาะสมต่อทุกคำตอบของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน และจัดบทเรียนซ่อมเสริมแยกออกไปจากบทเรียนปกติ

1.6 มีการประเมินผลผู้เรียนว่า ได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการเก็บบันทึก สรุป และรายงานผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนแต่ละคน

1.7 มีการช่วยให้การเรียนมีความคงทน และมีการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยการจัดการทบทวนและฝึกบทเรียนให้เหมาะสมในระหว่างช่วงเวลา วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการทบทวนและฝึก คือ การนำทักษะที่เรียนมาแล้วในครั้งก่อนมาใช้ในกิจกรรมที่กำลังจะเรียนใหม่สำหรับการพัฒนาการถ่ายโยงความรู้ อาจทำได้โดยการจัดเสนอตัวอย่าง และฝึกในหลาย ๆ รูปแบบ ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่
(สุวิทย์ ไวยกุล. 2536 : 35)

2. แบบฝึกทบทวนและฝึกปฏิบัติ (drill and practice) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ฝึกทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นการผสมผสาน

การทบทวนแนวคิดหลักและการฝึกฝนในรูปแบบของการทดสอบ บทเรียนที่พัฒนาส่วนใหญ่จะเป็นบทเรียนด้านภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นความรู้เป็นหลักซึ่งในแบบฝึกหัดจะประกอบด้วยคำถาม คำตอบแบบสั้น ๆ เช่น แบบเลือกตอบ แบบจับคู่ แบบถูกผิด มีการเสนอสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนอง และให้การเสริมแรงหรือให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ลักษณะของโปรแกรมแบบฝึกทบทวนและฝึกปฏิบัติที่ดี ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 ควรจะรวมถึงการวิเคราะห์ปัญหา ของนักเรียนแต่ละคนแล้วจัดการสอนซ่อมเสริมให้ในโปรแกรม ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนสามารถเลือกแบบฝึกหัดเพื่อซ่อมเสริมได้ขึ้นอยู่กับปัญหาของเขา

2.2 ควรประกอบด้วยการป้อนกลับ ต่อคำตอบของผู้เรียนทั้งที่ถูกและผิดในหลายรูปแบบ ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิดควรให้โอกาสตอบอีกครั้ง

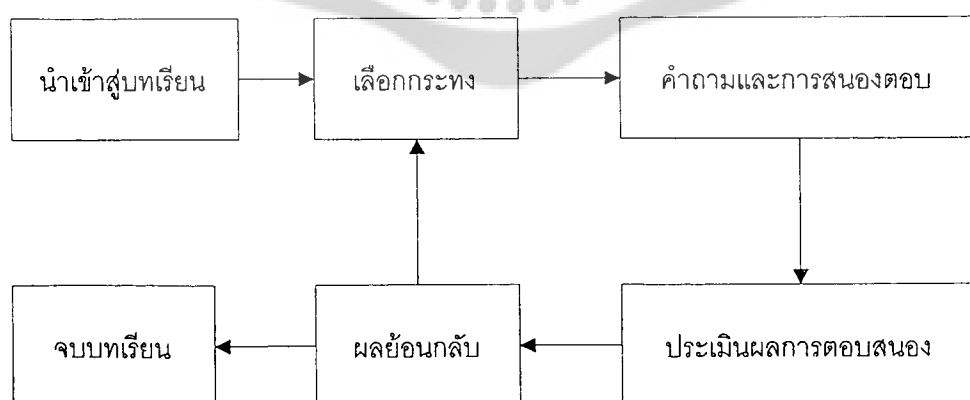
2.3 ควรประกอบด้วยจำนวนคำถามที่มากพอที่ผู้เรียนสามารถจะเลือกได้

2.4 ควรมีความสัมพันธ์กับเทคนิคการสอนในห้องเรียนปกติ

2.5 ควรแบ่งการฝึกในหลายระดับความสามารถ และตามข้อบกพร่องของทักษะ

2.6 ควรคำนึงถึงระดับ และใช้วิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับผู้เรียนในการตอบสนองต่อคำถาม หรือขบวนการในการฝึกโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา การใช้โปรแกรมการฝึกในห้องเรียนเพื่อประกอบการเรียนการสอนนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่งคือไม่ควรใช้โปรแกรมการฝึกแทนที่ครู

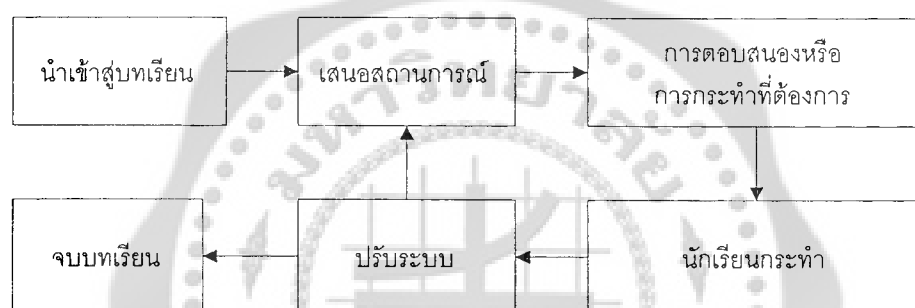
โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบฝึกทบทวนและฝึกปฏิบัติ มีดังนี้



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบฝึกทบทวนและฝึกปฏิบัติ

(สุวิทย์ ไวยกุล. 2536 : 35)

3. แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) เป็นบทเรียนที่ออกแบบเพื่อนำเสนอเนื้อหาใหม่หรือใช้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริมสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์จำลอง ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง โดยมีเหตุการณ์สมมุติต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรม เสนอเหตุการณ์ให้กับผู้เรียนได้วิเคราะห์ และตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดให้ ตัวอย่างเช่น สร้างสถานการณ์ซื้อขายเพื่อเรียนรู้ หรือทบทวนการบวก ลบ คูณ หาร การสร้างสถานการณ์ในรูปแบบบทบาทสมมุติเพื่อสอนหรือทบทวนเรื่องธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรืออาจเป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ หรือนำเสนอเนื้อหาที่ยุ่งยากซับซ้อนที่ต้องอาศัยการจินตนาการอย่างมาก เป็นต้น ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์

(สุวิทย์ ไวยกุล. 2536 : 36)

4. แบบเกมการสอน (instruction games) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้นเป็นสิ่งที่ใช้เพื่อเร้าใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยเสนอรูปภาพกราฟิกที่สวยงาม และทำเสียงประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนใช้เวลาเล่นนานเท่าใดก็ได้ในการแก้ปัญหา โดยจะใช้กฎเกณฑ์ที่แน่นอนเป็นการแข่งขันมีผู้ชนะเมื่อจบเกม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักทางวิชาการ และได้ความรู้ความบันเทิงไปพร้อมกัน โปรแกรมแบบเกมการสอนที่มีคุณภาพจะต้องประกอบด้วย

4.1 มีองค์ประกอบที่จูงใจผู้เรียนให้อยากเล่นเกม เช่น การท้าทาย ความอยากรู้ อยากรู้อยากเห็น การแข่งขัน ความร่วมมือ รวมทั้งความสนุกสนาน

4.2 มีการบอกวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่จะสอนชัดเจน

4.3 มีการโต้ตอบระหว่างผู้เล่นกับคอมพิวเตอร์ ที่จะทำให้ผู้เล่นบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน

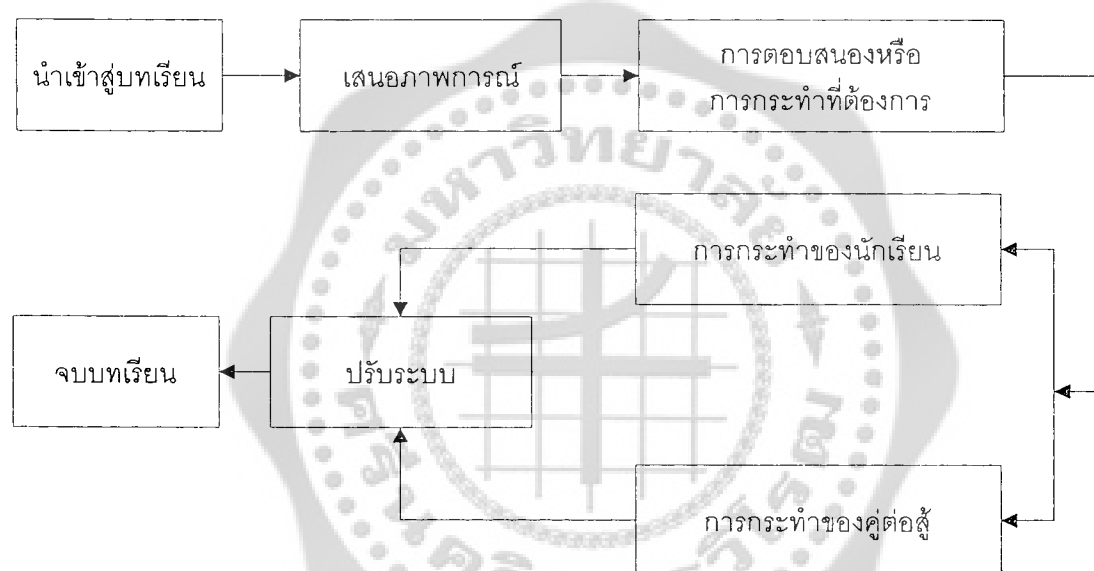
4.4 ผู้เล่นเกมสามารถควบคุมการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ และควบคุมความก้าวหน้าในการเล่น

4.5 มีการจัดผลสะท้อนกลับต่อการกระทำ และความก้าวหน้าของผู้เล่น

4.6 มีระบบกลไกที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดของผู้เล่น และระบบการปรับปรุงและพัฒนาความเข้าใจของผู้เล่น

4.7 มีการเสริมแรงทางบวกในเวลาที่เหมาะสม

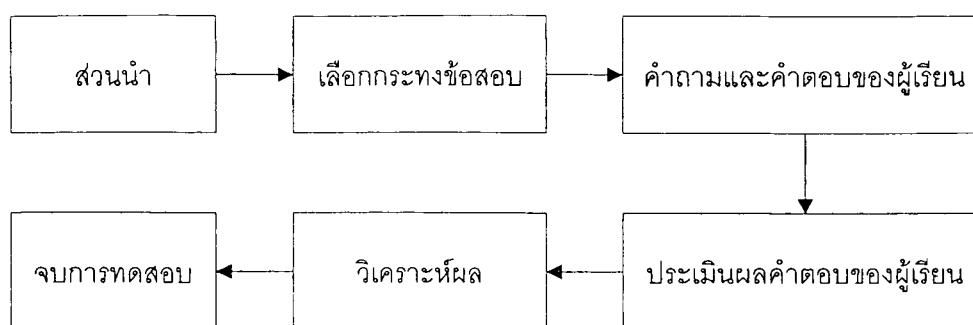
โดยมีโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบเกมการสอน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบเกมการสอน

(สุวิทย์ ไวยกุล. 2536 : 36)

5. แบบใช้ทดสอบ (testing) เป็นรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น จุดประสงค์หลักเพื่อทดสอบความรู้และพิมพ์ผลการทดสอบของผู้เรียน การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการสอบก่อนการเรียนรู้ (pre-test) หรือการทดสอบหลังการเรียนรู้ (post-test) หรือทั้งก่อนและหลังเรียนแล้วแต่การออกแบบ หากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นข้อสอบต่าง ๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบ (item bank) เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้งานก็ได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าวจะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินถูกผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิดหรือแบบจับคู่ การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้างบทเรียนแบบสร้างสถานการณ์จำลองเข้ามาร่วมด้วยก็ได้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนแบบใช้ทดสอบ

(สุวิทย์ ไวยกุล. 2536 : 37)

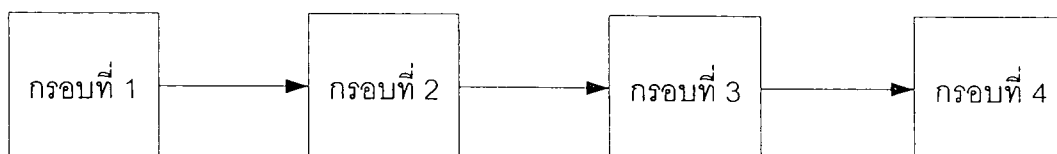
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละแบบก็มีจุดมุ่งหมายและคุณสมบัติแตกต่าง ซึ่งโดยหลักการแล้วแบบศึกษาเนื้อหาใหม่มีการประยุกต์เทคนิคและหลักการของบทเรียนแบบอื่น ๆ เข้าด้วยกันตามความเหมาะสม โดยไม่มีรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเป็นหลัก แต่พิจารณาถึงลักษณะเนื้อหาและกลุ่มเป้าหมายที่ใช้บทเรียนนั้น ๆ ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลักการแบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรม โดยเฉพาะการสร้าง ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องเข้าใจเทคนิคการสร้างบทเรียนโปรแกรมอย่างดี (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2528 : 74-81; บุญชาติ ทัพภิกรณ์. 2535 : 54-61) บทเรียนโปรแกรมในปัจจุบันสามารถพบได้ใน 3 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของหนังสือบทเรียนโปรแกรม (programme text) ในรูปแบบเครื่องมือช่วยสอน (teaching machine) ซึ่งรวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย และในรูปของส่วนหนึ่งของชุดสื่อประสม (multimedia package) ซึ่งบทเรียนโปรแกรมทั้งสามแบบนี้ สามารถแบ่งตามผังโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ 2 แบบดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (linear programme) รูปแบบบทเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปหาสิ่งที่ยาก ผู้เรียนจะเรียนไปที่ละหน่วย จากหน่วยแรกและก้าวไปตามลำดับ จะข้ามหน่วยหนึ่งหน่วยใดไม่ได้เด็ดขาด สิ่งที่ยากจากหน่วยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของหน่วยถัดไป ลักษณะบทเรียนประเภทนี้มักจะเป็นแบบให้ตอบคำถามแบบถูกผิดหรือให้เติมคำในช่องว่าง และให้ผู้เรียนตรวจคำตอบในหน่วยถัดไปได้ ลักษณะโครงสร้างของบทเรียนเป็นการให้ผู้เรียนสร้างคำตอบด้วยตนเอง จากคำถามหรือคำตอบที่เติมลงไป จะสร้างเป็นข้อความที่สมบูรณ์ที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยม

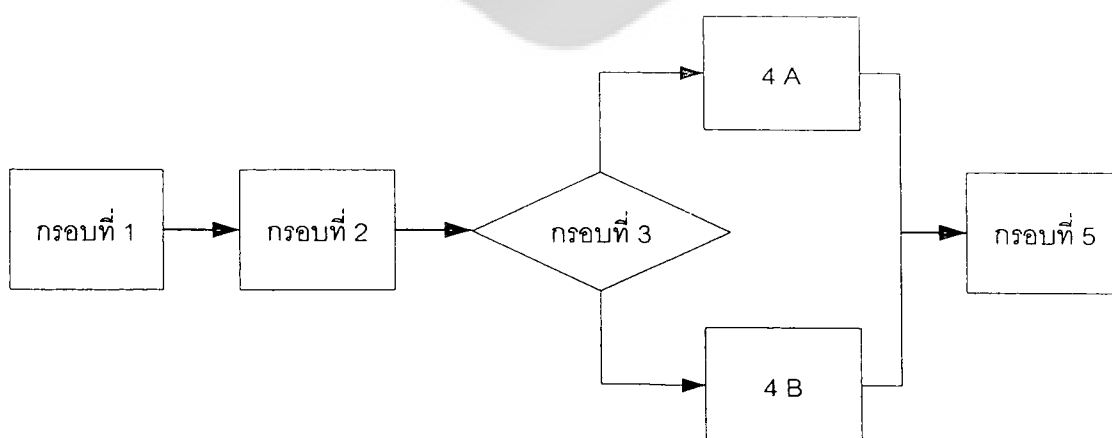
เพราะเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล บทเรียนแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียดทำให้น่าเบื่อสำหรับผู้เรียนที่เรียนเร็วจึงไม่เหมาะกับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันซึ่งต้องเรียนผ่านทีละกรอบเหมือนกันทุกคน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 55)

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (branching programme) เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลเป็นหลัก โดยการแบ่งบทเรียนเป็นหน่วยย่อยและจะมีหน่วยที่เป็นกรอบหลัก (home pages) ซึ่งทุกคนจะต้องเรียนนอกจากนี้จะมีหน่วยย่อยแตกแขนงออกไปเพื่อเสริมความเข้าใจ สำหรับบุคคลบางคนที่ต้องการเมื่อผ่านไปยังหน่วยแขนงแล้วจะกลับมายังหน่วยหลักอีก และจะเรียนต่อไปตามผลของการตอบสนอง การเรียนแบบอินทรินสิก (intrinsic) นี้ จะควบคุมลำดับให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ตลอด โครงสร้างบทเรียนนี้จะสลับซับซ้อนและยุ่งยากกว่าแบบเรียงลำดับเป็นเส้นตรง ดังภาพประกอบ 7

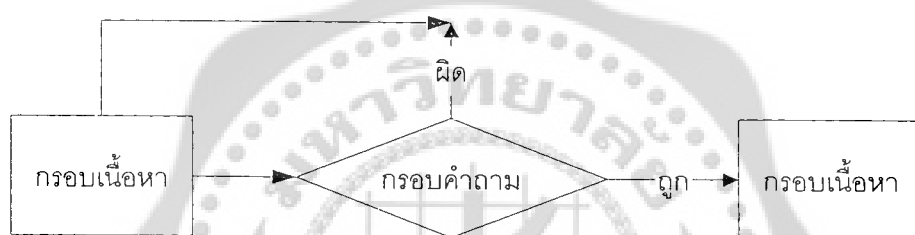


ภาพประกอบ 7 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง

(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 55)

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรเป็นแบบแตกกิ่ง ซึ่งผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง มี 9 รูปแบบดังนี้

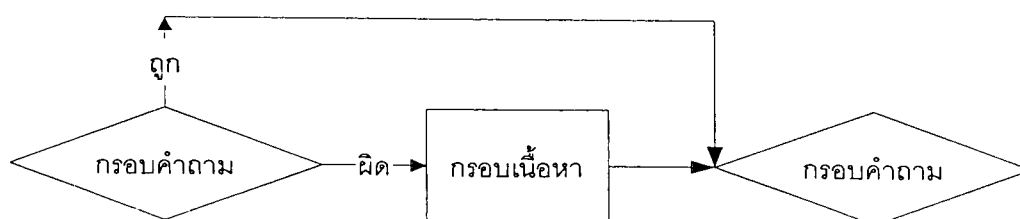
2.1 แบบซ้ำกรอบเดิม (linear format with repetition) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ คล้ายคลึงกับโปรแกรมแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องผู้เรียนจะได้ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูก โปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้ง และถามคำถามซ้ำเดิมอีก ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัด แบบเกม แบบสถานการณ์จำลอง และแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม

(บุปผชาติ ทัพนิกรณ. 2535 : 56)

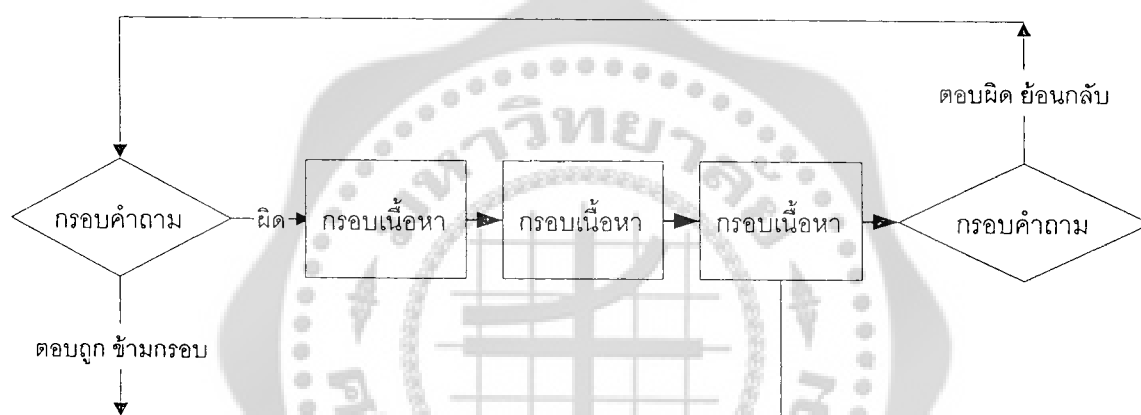
2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (pretest and skip format) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ บทเรียนทดสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านจะได้ข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัด แบบเกม แบบสถานการณ์จำลอง และแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

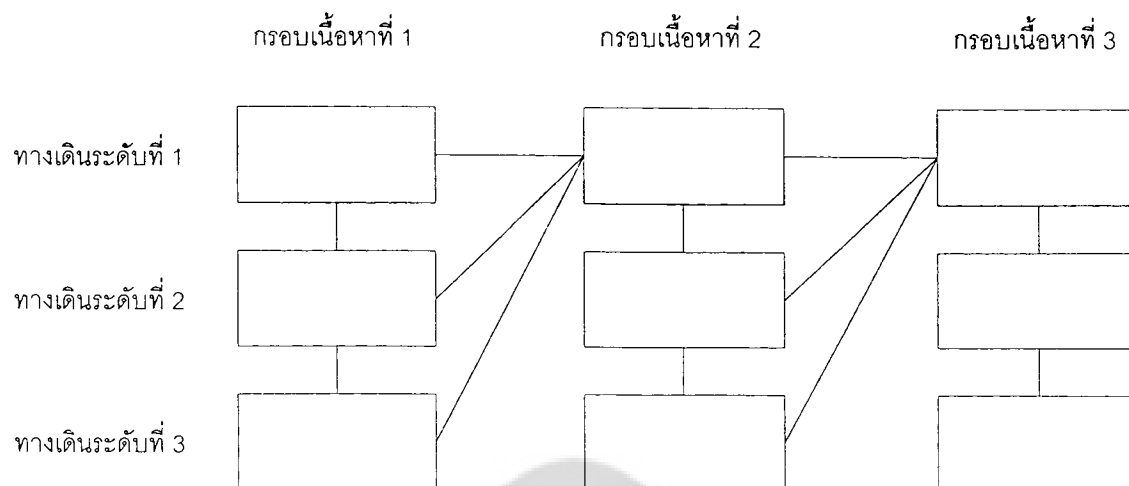
(บุปผชาติ ทัพนิกรณ. 2535 : 56)

2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (gate frames) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ กำหนดผู้เรียนไปยังบทเรียนต่าง ๆ ตามระดับความสามารถ และความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ให้แก่ผู้เรียน มีลักษณะผังโครงสร้างแบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบหรืออาจส่งผู้เรียนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ ถ้าผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัด แบบเกม แบบสถานการณ์จำลอง และแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพประกอบ 10



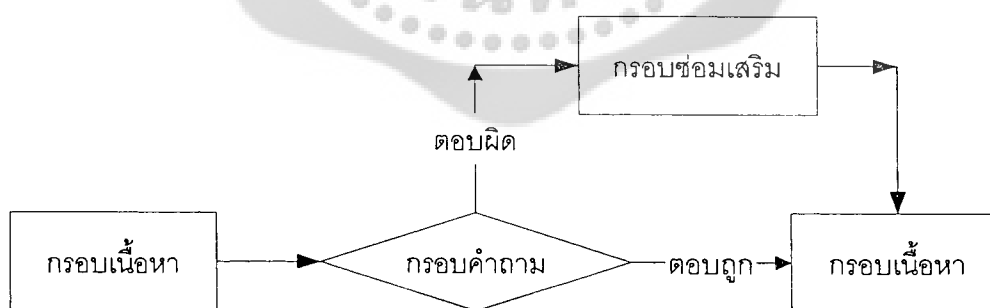
ภาพประกอบ 10 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ
(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 57)

2.4 แบบหลายเส้นทาง (secondary tracks) ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมาก ส่วนเส้นทางระดับที่ 2 และที่ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่าที่กรอบที่อยู่ในระดับที่ 1 นอกจากนี้ทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 จะให้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ขยายความหมายคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทาง
(บุปผชาติ ทัพพิกกรณ์. 2535 : 57)

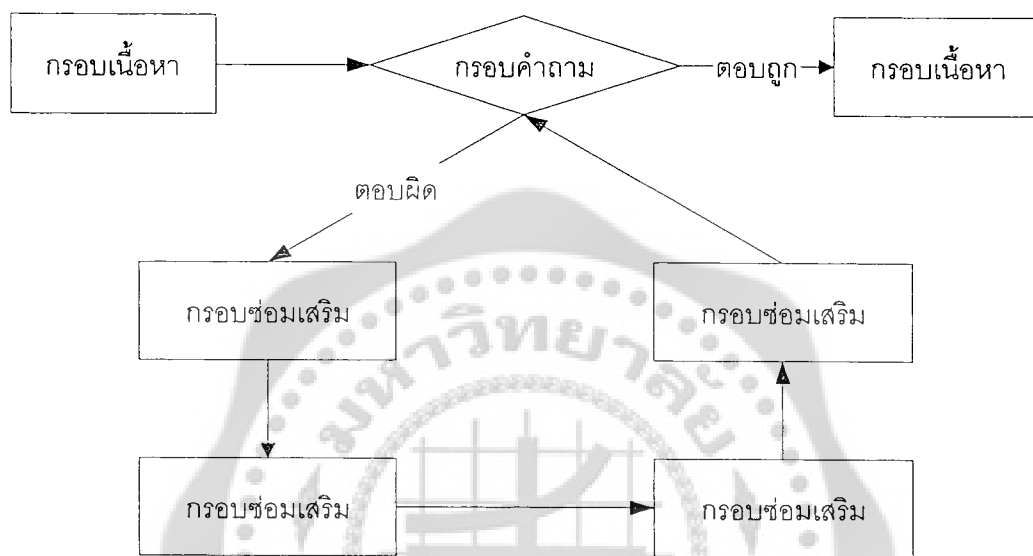
2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (single remedial branching) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ เริ่มต้นด้วยกรอบเนื้อหาตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเนื้อหาในกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการซ่อมเสริมก่อนไปกรอบเนื้อหากรอบต่อไป ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ และแบบฝึกฝนและฝึกหัด ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว
(บุปผชาติ ทัพพิกกรณ์. 2535 : 58)

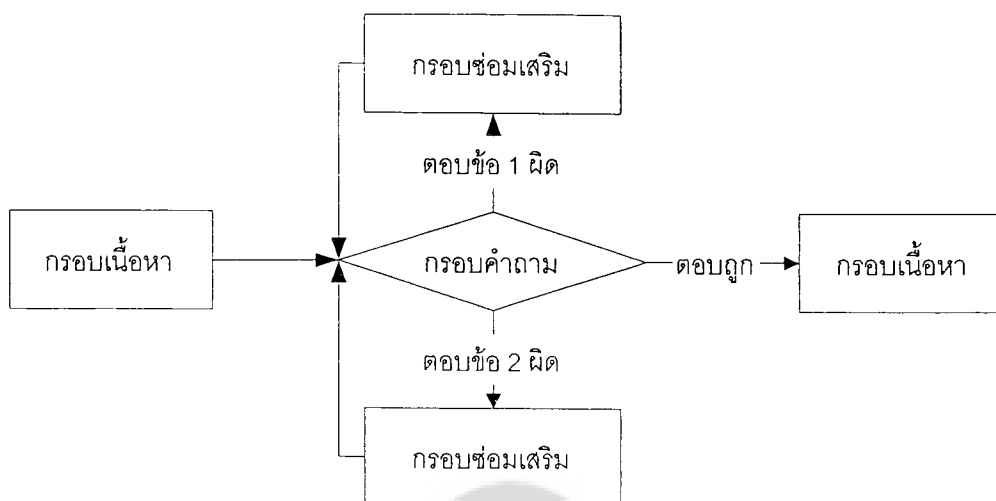
2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (remedial loops) ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม ลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบกรอบเสริมเดียว ต่างกันตรงที่แทนที่จะออกเป็นกรอบซ่อมเสริมแบบเดียวกลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาเดิม ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบบททวนความรู้ และแบบฝึกฝนและฝึกหัด ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม
(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 58)

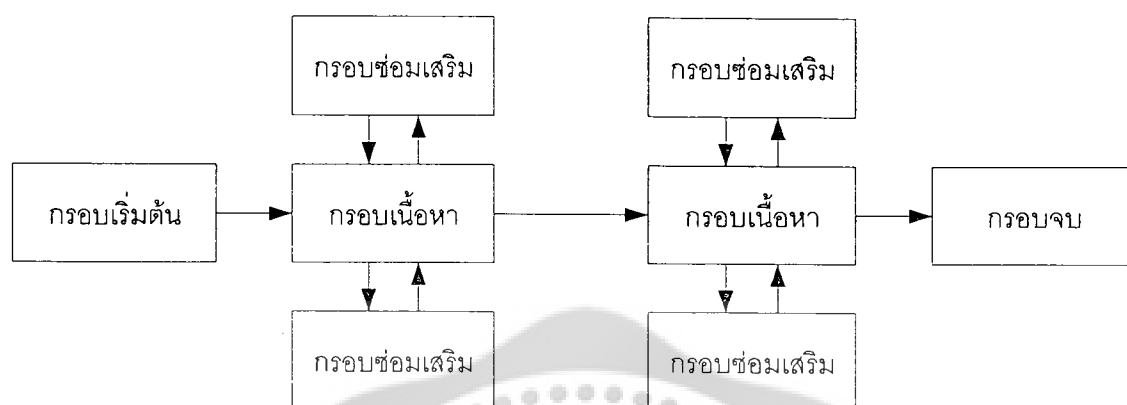
2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (multiple remedial branching) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูลแล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้นโดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่งเพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงจะส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดบทเรียนจะย้อนกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่ ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบบททวนความรู้ และแบบฝึกฝนและฝึกหัด ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง
(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 59)

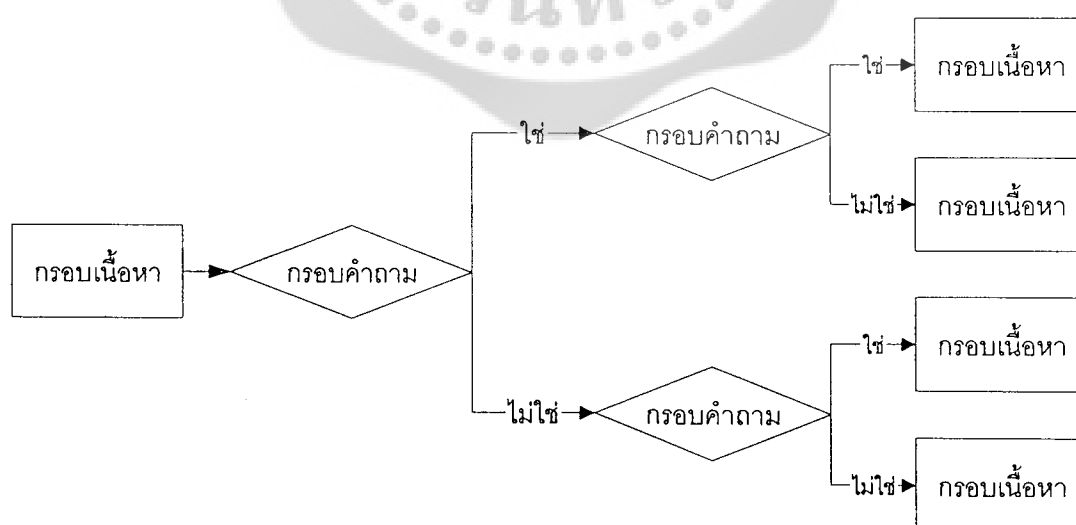
2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (branching frame sequence) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็ข้อมูลให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปยังเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็ต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมเพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหา และความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ กรอบเนื้อหาควรมีข้อความที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบถูกต้องโดยมีคำชมเชย เช่น ดีมาก เยี่ยมมาก ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ย่อหน้าต่อไปตามด้วยคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พร้อมให้เลือกตอบสนองจากตัวเลือก 3 ตัว ส่วนกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าตอบผิดในลักษณะที่ไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ เช่น น่าเสียดายที่ตอบผิดไปนิดเดียว เกือบถูก เป็นต้น ตามด้วยคำอธิบายว่าเหตุใดเขาจึงตอบผิด และให้ข้อความเชิงชี้แนะว่าคำตอบที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร แต่ไม่บอกให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริม ควรเป็นข้อความที่ให้ผู้เรียนได้ทราบว่ากลับไปยังกรอบเนื้อหา

ใหม่อีกครั้ง รูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัดแบบสถานการณ์จำลอง และแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่
(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 60)

2.9 แบบกิ่งประกอบ (compound branches) ผังโครงสร้างบทเรียนรูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือสถานการณ์การแก้ปัญหาคำถามจะเป็นรูปแบบที่มีคำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างระหว่างบุคคล ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ
(บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 61)

ผังโครงสร้างบทเรียนถูกออกแบบมาตามความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามที่ผู้สร้างบทเรียนกำหนดเอาไว้ แต่ทั้งนี้บทเรียนไม่จำเป็นต้องสร้างโดยใช้ผังโครงสร้างแบบเดียวตลอดบทเรียน ผู้วิจัยเลือกใช้ผังโครงสร้างแบบเส้นทางเดียวเป็นหลัก และมีผังโครงสร้างแบบแตกกิ่ง และแบบซ้ำกรอบเดิมในการสร้างบทเรียน เนื่องจากรูปแบบแตกกิ่งส่วนมากจะแตกแขนงจากการตอบคำถามในแบบฝึกหัดแล้วเรียนซ่อมเสริมเมื่อทำแบบฝึกหัดแล้วไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด บทเรียนจึงเป็นแบบซ้ำกรอบเดิม และการนำเสนอเนื้อหาเมื่อเลือกบทเรียนแล้วผู้วิจัยต้องการให้เรียนจบบทเรียนและทำแบบฝึกหัดผ่านก่อนจึงจะเลือกเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไปได้ บทเรียนจึงเป็นแบบเส้นทางเดียวเป็นหลัก

การออกแบบการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ได้พัฒนามาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้การออกแบบการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ใช้วิธีการออกแบบการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบบทเรียนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ (Gagne) ดังนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531 : 75-89; ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 41-48)

1. ได้รับความสนใจ (gain attention) ขั้นตอนแรกของการสอนก็คือ การได้รับความสนใจจากผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูง ย่อมจะเรียนได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมายและเป้าหมายในที่สุด การใช้มัลติมีเดียในการช่วยได้รับความสนใจเป็นสิ่งสำคัญ โดยสื่อมัลติมีเดียนั้นจะต้องออกแบบให้เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

2. บอกวัตถุประสงค์ (specify objectives) การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหา ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น นอกจากผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น

หลักสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่ปรากฏบนจอเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความและถ้าเป็นไปได้ควรจะมีส่วนดึงดูดใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงนิยมใช้ข้อความสั้น ๆ และโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เขียนบทเรียนและเนื้อหาของบทเรียน

3. ทบทวนความรู้เดิม (activate prior knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรต้องหาวิธีประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้ นอกจากจะเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้รู้มาก่อน เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ ไม่จำเป็นจะต้องทำการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด หรือภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม และจะมากจะน้อยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (present new information) การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดสั้น ๆ ชัดเจนและได้ใจความ เป็นหัวใจที่สำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายในสิ่งที่เป็นามธรรมให้ง่ายต่อการเรียนรู้ เป็นความจริงที่บางมโนทัศน์นั้นมีความยากในการที่จะสร้างภาพประกอบ วิธีหนึ่งที่ขอเสนอแนะในที่นี้คือ "วิธีสร้างภาพจากความหมาย" ของมโนทัศน์นั้น นอกจากจะใช้ภาพเปรียบเทียบเพื่อช่วยอธิบายความหมายนามธรรมดังกล่าว การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือแผนสถิติเป็นสื่อผู้ออกแบบโปรแกรมควรคำนึงถึงอยู่เสมอ

ในปัจจุบัน ด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็ว การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้มีการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาต่างๆ ในลักษณะของมัลติมีเดีย จึงไม่ใช่เรื่องยากเหมือนในอดีต อย่างไรก็ตาม การนำเสนอข้อมูลต่างๆ ในลักษณะของมัลติมีเดีย ควรที่จะมีการเลือกใช้อย่างเหมาะสม ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งควรที่จะคำนึงถึงลักษณะและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเป็นปัจจัยสำคัญ

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (guide learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้

กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำจัดนั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ การที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนในขั้นนี้ก็คือ พยายามหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำถามใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคในการใช้ภาพเปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่าง และให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างอาจช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะ และเข้าใจในทัศนคติต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจใช้หลักการของการนำเสนอเนื้อหาใหม่ ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผลค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยการออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง เทคนิคการให้ตัวอย่าง และให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างจะช่วยในข้อนี้ นอกจากนั้น การใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้

นอกจากนี้แล้ว ยังมีคำแนะนำในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่อีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งได้แก่ คำแนะนำในลักษณะของคำชี้แจงในการใช้บทเรียน การให้คำแนะนำในการใช้บทเรียนนี้ถือว่าเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากผู้ใช้บทเรียนสามารถใช้ประโยชน์จากส่วนของคำแนะนำในการใช้บทเรียน เพื่อการสืบไปในบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพได้ ดังนั้นผู้พัฒนาบทเรียนจึงควรที่จะจัดให้มีคำแนะนำในการใช้บทเรียน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลคำแนะนำได้โดยสะดวกด้วย

6. การกระตุ้นตอบสนอง (elicit responses) ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีกล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การคิด การตอบในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีต่อผู้เรียนมากกว่า การอ่าน หรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นหลาย ๆ อย่าง เช่น วีดีโอเทป ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบไม่มีปฏิสัมพันธ์ (non-interactive) คือการเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมหลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมคิดคำนวณ การจินตนาการหรือคิดตามย่อมมีส่วนประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรม

7. ให้ผลป้อนกลับ (provide feedback) การให้ผลป้อนกลับหรือการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียน เกี่ยวกับความถูกต้องและระดับความถูกต้องของคำตอบนั้น ๆ การให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การให้ผลป้อนกลับนอกจากจะทำ

ให้ผู้เรียนทราบว่า สิ่งที่น่าสนใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย มีงานวิจัยหลายชิ้นสนับสนุนความคิดที่ว่า การให้ผลป้อนกลับนั้น กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง งานวิจัยที่เกี่ยวกับการให้ผลป้อนกลับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม ดังนั้นการให้ผลป้อนกลับจึงกลายเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เราสามารถแบ่งผลป้อนกลับได้ 4 ประเภทตามลักษณะการปรากฏได้ดังนี้

7.1. แบบไม่เคลื่อนไหว หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำ หรือข้อความว่า ถูกต้อง ผิด ข้อความว่า ตอบอีกครั้ง และคำเฉลยหรือข้อความที่บอกเป็นนัย

7.2. แบบเคลื่อนไหว หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพหรือกราฟิก เช่น ภาพหน้ายิ้ม หน้าเสียใจ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะออกแบบให้มีลักษณะเคลื่อนไหวได้ นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงการให้ภาพอธิบายคำตอบของผู้เรียน ซึ่งในบางครั้งการใช้ข้อความอธิบายอาจไม่ชัดเจนพอ

7.3. แบบโต้ตอบ หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมเชิงโต้ตอบกับบทเรียนซึ่งกิจกรรมนั้น ๆ ไม่ใช่เนื้อหาโดยตรง เช่น การเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เป็นต้น

7.4. แบบทำเครื่องหมาย หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียนเมื่อคำตอบของผู้เรียนถูกแค่เพียงบางส่วน ซึ่งเครื่องหมายมักจะอยู่ในรูปของการขีดเส้นใต้การใช้สีที่แตกต่าง เป็นต้น การทำเครื่องหมายนี้จำกัดเฉพาะ ข้อคำถามประเภทเติมคำหรือข้อความให้สมบูรณ์

นอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งผลป้อนกลับออกตามธรรมชาติของเนื้อหาเป็น 2 ลักษณะกว้าง ๆ ได้แก่ ผลป้อนกลับพร้อมคำอธิบาย หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งช่วยให้คำอธิบายแก่ผู้เรียนว่าผู้เรียนทำถูก หรือผิด ถูกและผิดอย่างไร เพราะอะไร ซึ่งข้อมูลจากผลป้อนกลับอาจอยู่ในลักษณะของการชี้ข้อผิดพลาดของคำตอบของผู้เรียน หรืออาจเป็นการบอกใบ้ให้แก่ผู้เรียนในการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งผลป้อนกลับในลักษณะนี้นอกจากจะเป็นการเสริมแรงแล้วยังเป็นการให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่ผู้เรียน ในการพยายามคิดหาหรือสร้างคำตอบที่ถูกต้องในการพยายามครั้งต่อไปอีกด้วย และผลป้อนกลับไร้คำอธิบาย หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งไม่ได้นำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมอะไรแก่ผู้เรียน นอกจากข้อมูลว่าคำตอบที่ผู้เรียนเลือกนั้นถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง ผลป้อนกลับไร้คำอธิบายจะไม่ให้เหตุผลว่าทำไมจึงถูกและผิดอย่างไร เพราะอะไร ผู้ออกแบบเรียนควรที่จะจัดหาประเภทของการให้ผลป้อนกลับที่สร้างสรรค์ และเหมาะสมกับลักษณะและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน

8. ทดสอบความรู้ (assess performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจเป็นการทดสอบระหว่างเรียนหรือการทดสอบตอน

ทำยบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตัวเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป หรือยังอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ดังนั้นการทดสอบความรู้จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและขาดไม่ได้เลยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบบทเรียนควรที่ใช้เวลาในการออกแบบการทดสอบความรู้ให้มากเพื่อให้ได้มาซึ่งการทดสอบความรู้ที่เชื่อถือได้ นอกจากนี้ผู้ออกแบบควรหลีกเลี่ยงข้อจำกัดในเรื่องของความยืดหยุ่นของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสร้างแบบทดสอบ ในขณะที่เดียวกันก็ควรที่จะพยายามใช้ข้อได้เปรียบของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมที่มีลักษณะที่ช่วยในการสร้างแบบทดสอบ

9. การจำและการนำไปใช้ (promote retention and transfer) ในการเตรียมสอนสำหรับชั้นเรียนปกติตามข้อเสนอแนะของกาเย่นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหา ก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะต้องแนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจแนะนำการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม การประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรปฏิบัติดังนี้

- 9.1. บอกให้ผู้เรียนรู้ว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยอย่างไร
- 9.2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป
- 9.3. เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์
- 9.4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

ผู้วิจัยเลือกรูปแบบบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ ซึ่งขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ขั้นนี้มีความเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับลักษณะบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่มากกว่าแบบอื่น ๆ จึงเลือกทั้ง 9 วิธีการแต่นั้นที่ขึ้นการเสนอเนื้อหาใหม่ และขั้นการทดสอบความรู้ โดยขั้นอื่น ๆ ไม่เรียงลำดับตายตัวตามที่ได้กำหนดไว้ และไม่มี ทั้ง 9 ขั้นครบทุกหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลึกซึ้งเกี่ยวกับการเรียนโดยครูสอนตามปกติ

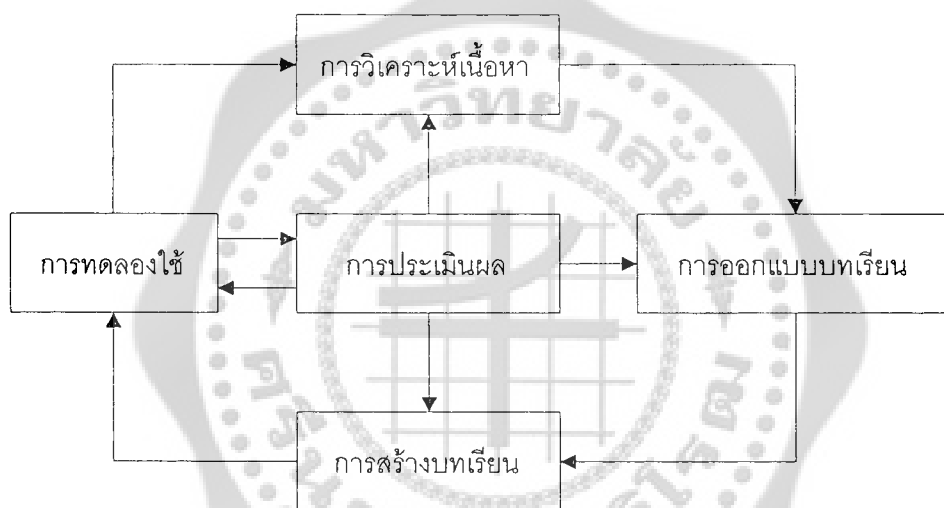
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ได้อาศัยทฤษฎีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่ว ๆ ไป เป็นทฤษฎีในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เช่นเดียวกับการออกแบบการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยมีนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนเอาไว้หลายแบบ ในที่นี้พอจะสรุปได้ 5 ขั้นตอน

ดังนี้ (นนุช วรรณวณะ. 2535 : 4-6; ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 27-39)

1. การวิเคราะห์เนื้อหา
2. การออกแบบบทเรียน
3. การสร้างบทเรียน
4. การทดลองใช้
5. การประเมินผลบทเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(นนุช วรรณวณะ. 2535 : 4)

โดยมีรายละเอียดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนแรกของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะส่งผลถึงขั้นตอนต่อไป ถ้าการวิเคราะห์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ ขั้นตอนนี้จึงต้องทำด้วยความรอบคอบ และต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกสื่อ การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา การกำหนดวิธีการนำเสนอ ตามรายการกิจกรรมที่ต้องกระทำได้ดังต่อไปนี้

- 1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา
- 1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 1.3 การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.4 การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน
- 1.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา มีดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา เนื้อหาของบทเรียนได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตร รวมถึงแผนการเรียนการสอน และคำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการเรียนการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้ว ให้กระทำดังนี้

- 1.1.1 นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
- 1.1.2 จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน
- 1.1.3 เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
- 1.1.4 เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
- 1.1.5 เลือกหัวเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียน
- 1.1.6 นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดลำดับความต่อเนื่อง และ

ความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะบ่งบอกถึงสิ่งที่คาดหวังว่า ผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาหลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยพฤติกรรมนั้นจะต้องวัดได้ หรือสังเกตได้ คำที่ระบุในวัตถุประสงค์ประเภทนี้จึงเป็นคำกริยาที่ชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น

1.3 การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้จะยึดตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1.3.1 กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียน และสิ่งก้ำของเนื้อหา ที่คาดหวังว่า จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
- 1.3.2 เขียนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อย่อย ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.3.3 เขียนสิ่งก้ำของเนื้อหาทุกหัวข้อย่อย จากนั้นจึงทำการจัดลำดับเนื้อหาตามลำดับขั้นดังนี้

1.3.3.1 บทนำ

1.3.3.2 ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม

1.3.3.3 ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อกหรือเฟรม

1.3.3.4 ความยากง่ายของเนื้อหา

1.3.3.5 เลือกและกำหนดสื่อ ที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ พิจารณา

ในแต่ละกิจกรรม ต้องใช้สื่อชนิดใดแล้วระบุลงในกิจกรรมนั้น

1.4 การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาเรื่องดังกล่าวแยกเป็นหัวเรื่องย่อยหลาย ๆ หัวข้อ จำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่อง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างบทเรียน จะได้ทราบถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะต้องเรียนต่อไป

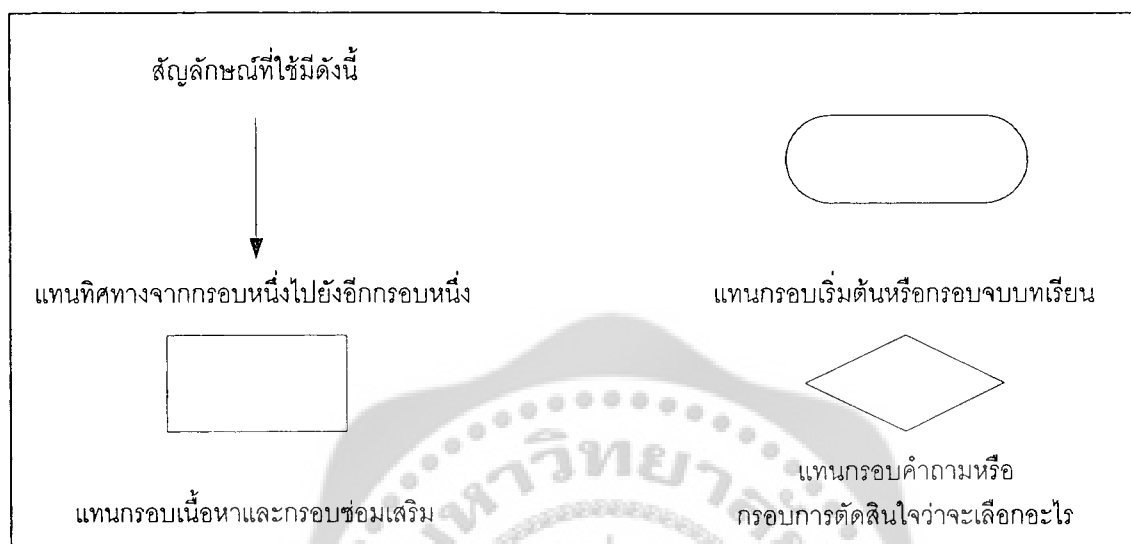
1.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ เป็นการเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเฟรมว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปผลจากขั้นตอนที่ 1.1.3 และ 1.1.4 นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอ เป็นต้นว่า การจัดวางตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบและแสดงภาพกราฟิกบนจอภาพ และการออกแบบเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน

2 การออกแบบบทเรียน ในขั้นตอนนี้หมายถึงการเขียนบทดำเนินเรื่อง (storyboard) และผังงาน (flowchart)

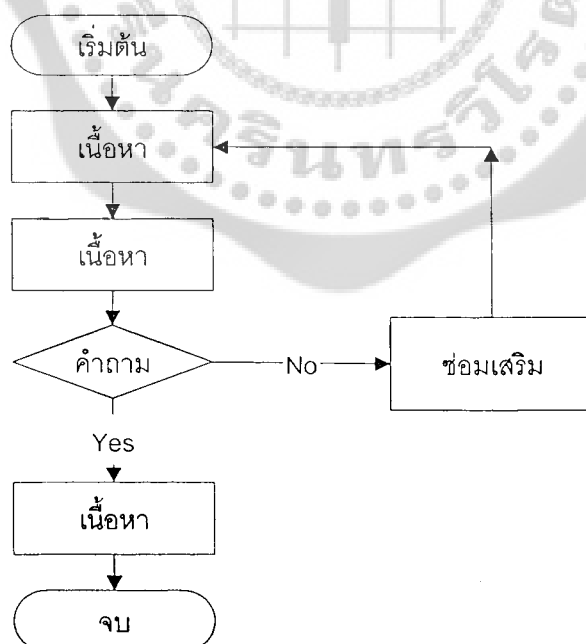
บทดำเนินเรื่อง หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาแบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียงตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่หนึ่งจนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ลักษณะของภาพและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้น การสร้างบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียด รอบคอบ และสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นตอนต่อไปทำได้ง่ายและเป็นระบบ สะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง

ผังงาน หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละเฟรมหรือแต่ละส่วน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ และปฏิสัมพันธ์นี้จะถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของผังงาน โดยผังงานนั้นจะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือนการสร้างบทดำเนินเรื่อง แต่นำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นการเขียนบทดำเนินเรื่องและผังงานจึงต้องกระทำควบคู่กันไป ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะพิจารณาสั่งใดก่อน อาจจะเขียนไปพร้อม ๆ

กันก็ได้ การเขียนแผนผังโครงสร้างของบทเรียนจะช่วยให้การออกแบบบทเรียนเข้าใจชัดเจนขึ้น โดยทั่วไปแล้วนิยมเขียนผังการทำงานของโปรแกรมบทเรียน โดยใช้รูปสัญลักษณ์แทนความหมายของแต่ละกรอบ ดังภาพประกอบ 18 – 19



ภาพประกอบ 18 แสดงสัญลักษณ์ในการวางแผนผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
(บุปผาชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 53)



ภาพประกอบ 19 แสดงตัวอย่างผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
(บุปผาชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 54)

โดยในขั้นตอนนี้มีกิจกรรมที่จะต้องกระทำดังนี้

2.1 เขียนผังงานและบทดำเนินเรื่อง

2.1.1 แสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา

2.1.2 แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงบทเรียน

2.1.3 แสดงปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน

2.1.4 แสดงเนื้อหา โดยใช้แบบสาขา หรือแบบเชิงเส้น

2.1.5 แสดงการดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหาและกิจกรรม

2.2 การออกแบบจอภาพและแสดงผล มีส่วนที่จะต้องพิจารณาดังนี้

2.2.1 บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม

2.2.2 การจัดเฟรมหรือแต่ละหน้าจอ

2.2.3 การให้สี แสง เสียง ภาพ ลาย และกราฟิกต่าง ๆ

2.2.4 การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร

2.2.5 การตอบสนองและการโต้ตอบ

2.2.6 การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

2.3 กำหนดความสัมพันธ์ ได้แก่

2.3.1 ความสัมพันธ์ของเนื้อหา

2.3.2 กิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นตอนที่ 1 และการออกแบบบทเรียนในขั้นตอนที่ 2 นับว่าเป็นกระบวนการเตรียมการสร้างตัวบทเรียน หรือตัวเนื้อหาบทเรียนที่อยู่ในลักษณะของเอกสารเป็นส่วนใหญ่ ทั้งสองขั้นตอนนี้จึงรวมเรียกว่าเป็นขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน หรือการสร้างคอร์สแวร์ (courseware design) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากได้ออกแบบคอร์สแวร์แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. การสร้างบทเรียน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นนี้จะยึดตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมด เพื่อสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำได้ 2 ลักษณะตามที่ได้อธิบายมาแล้วคือ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียนโดยเฉพาะในลักษณะของระบบนิพนธ์บทเรียน ซึ่งการใช้โปรแกรมประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้สอนทั่ว ๆ ไป โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือ การใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ วิธีสร้างบทเรียนแบบนี้จะเป็นการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยที่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญ และมีประสบการณ์ในด้านการเขียนโปรแกรมต่าง ๆ มาแล้วเป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การเตรียมการ ได้แก่

3.1.1 การเตรียมข้อความ

3.1.2 การเตรียมภาพ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก

3.1.3 การเตรียมเสียง

3.1.4 การเตรียมสิ่งอื่น ๆ ประกอบการสร้างบทเรียน

3.2 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ได้แก่

3.2.1 ป้อนข้อมูลที่จะแสดงบนจอภาพ

3.2.2 สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง

3.2.3 ข้อมูลสำหรับควบคุมการตอบสนอง

3.3 การใส่ข้อมูลเพื่อบันทึกการสอน

4. การทดลองใช้ หลังจากสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดลองใช้บทเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็นอย่างยิ่งก่อนที่จะนำเอาบทเรียนไปใช้ในการเรียนการสอนโดยมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

4.1 การตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะต้องกระทำตลอดเวลา ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบและการพัฒนาบทเรียน

4.2 การทดลองการใช้งานบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีการทดลองใช้งานก่อนที่จะมีการนำไปใช้งานจริง โดยกระทำกับกลุ่มเป้าหมายและผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของบทเรียน

5. การประเมินผลบทเรียน การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะคล้ายกับการประเมินผลบทเรียนทั่วไป มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อการประเมินผลตัวบทเรียน และประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เมื่อเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินผล ด้านประสิทธิภาพของตัวบทเรียน

โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงเช่น ภาษาเบสิก (Basic) ภาษาปาสคาล (Pascal) ภาษาซี เป็นต้น สามารถใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งจะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ต้องอาศัยความชำนาญ และประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก แต่โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงประเภทนี้ ก็เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มี

ลักษณะเนื้อหาเป็นการคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

2. โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกได้ 2 ระบบ คือ (ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535 : 3)

2.1. ระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป ได้แก่ พีซี สตอรี่บอร์ด (PC Story Board), โชว์พาร์ทเนอร์ (Show Partner), แฟนตาวิชั่น (Fantavision) เป็นต้น เพื่อใช้ในการสร้างและพัฒนาบทเรียน ซึ่งมีข้อจำกัดและความไม่สมบูรณ์หลาย ๆ ด้าน เนื่องจากเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างภาพทั่ว ๆ ไป เหมาะสำหรับการสร้างภาพเพื่อการนำเสนอมากกว่าที่จะเป็นการโต้ตอบบทเรียน แม้ว่าบางโปรแกรมจะสามารถโต้ตอบได้ แต่ก็ยากเกินกว่าบุคคลทั่วไปที่จะทำได้ เนื่องจากการสร้างบทเรียนต้องใช้หลักการโปรแกรม จึงไม่เป็นที่นิยมใช้

2.2. โปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียน (authoring system) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้มีผู้พัฒนาขึ้นมาขึ้นมาเพื่อใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือสร้างสรรค์งานเริ่มแรกได้มีการพัฒนาใช้กับคอมพิวเตอร์ตระกูลแมคอินทอช (Macintosh) เป็นส่วนใหญ่ หลังจากนั้นได้มีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ใช้งานให้ได้กับไมโครคอมพิวเตอร์ตระกูลไอบีเอ็ม พีซี (IBM PC) ที่แพร่หลาย ได้แก่ ออเธอร์แวร์ (Authorware) และมัลติมีเดียทูลบู้ค เป็นต้น ข้อดีของระบบนิพนธ์บทเรียนก็คือ ใช้งานง่ายและสะดวก ส่วนข้อจำกัดคือ ราคาค่อนข้างสูง ต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบที่มีขีดความสามารถค่อนข้างสูง (กองบรรณาธิการ. 2536 : 114)

โปรแกรมออเธอร์แวร์ โปรเฟสชันนอล (Authorware Professional) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทมาโครมีเดีย (Macromedia Inc.) โปรแกรมมีจุดเด่น 3 ประการ ที่สนับสนุนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบมัลติมีเดียได้แก่

1. ออปเจกต์ออเธอร์แวร์ เป็นเทคนิคการออกแบบโปรแกรมทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรมหรือผู้ใช้ที่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม สามารถทุ่มเทความสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหาบทเรียนและวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การใช้สัญลักษณ์แทนคำสั่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้อย่างง่าย โดยภายในแต่ละบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ตัว

2. มัลติมีเดียทูล โปรแกรมออเธอร์แวร์โปรเฟสชันนอล ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดีย ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างบทเรียนที่ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีโอเข้าด้วยกัน ทำให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน การฝึกอบรม การจำลองการทำงาน การนำเสนอสินค้า และการโฆษณาได้เป็นอย่างดี

3. การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้หลายระบบ ทำให้ผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่องแมคอินทอชหรือภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ที่อยู่บนเครื่องไอบีเอ็ม มีการทำงานที่เหมือนกัน

กล่าวได้ว่า ส่วนหนึ่งที่ทำให้โปรแกรมออบเจกต์ เป็นโปรแกรมที่ใช้ง่ายก็คือ การที่ออกแบบคำสั่งต่าง ๆ อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ การสร้างโปรแกรมทำได้ด้วยการวางไอคอนไปเรียงบนเส้นโฟลว์ไลน์ (flow line) วิธีการนี้จึงไม่มีความจำเป็นต้องเรียนรู้การใช้คำสั่งในลักษณะภาษาคอมพิวเตอร์

โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบุ๊ก เวอร์ชัน 5.0 ที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดนี้ มีคุณลักษณะและการใช้งานเหมือนมัลติมีเดียทูลบุ๊ก ซีบีที อีดิชั่น เวอร์ชัน 4.0 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบุ๊ก ซีบีที อีดิชั่น เวอร์ชัน 4.0 เป็นโปรแกรมสร้างงานด้วยการเขียนโปรแกรมแบบวิซวล ของบริษัทเอซายเมทริก (Asymetrix Corperation) โดยพัฒนามาจากโปรแกรมไฮเปอร์การ์ด (hypercard) ที่ใช้งานบนเครื่องแมคอินทอช หลักการพัฒนาบทเรียนใช้เทคนิคออบเจกต์โอเรียนเตดโปรแกรมมิง (object oriented programming) ตัวอย่างเช่น จะใช้ปุ่มหรือฟิลด์ข้อมูลที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอภาพ แล้วดึงเข้ามาไว้ในกระดาษของโปรแกรม นอกจากนี้ยังสามารถคัดลอกมาจากไฟล์ห้องสมุด ผู้พัฒนาจะต้องเขียนบทดำเนินเรื่องหรือสคริปต์ เพื่อกำหนดการทำงานของแต่ละวัตถุ โดยใช้ภาษาของโปรแกรมเองที่เรียกว่า โอเพินสคริปต์ (open script) เมื่อมีการโต้ตอบจากผู้เรียน เช่นการกดแป้นพิมพ์ หรือการคลิกเมาส์ วัตถุเหล่านั้นก็จะนำเสนอตามสคริปต์ของคำสั่งที่เขียนขึ้น คุณลักษณะของโปรแกรมที่ได้เปรียบโปรแกรมอื่นแต่ละด้านมีดังนี้ (กองบรรณธิการ. 2536 : 119-120)

1. ลักษณะของการจัดการบทเรียนโดยใช้โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบุ๊ก จะอยู่ในรูปแบบเหมือนหนังสือ มากกว่าเป็นผังงานของการโปรแกรม โดยแบ่งออกเป็นหน้า ๆ เหมือนหน้าของหนังสือ ในหนึ่งหน้าจะแทนด้วยข้อมูลหนึ่งหน้าจอภาพ ซึ่งในแต่ละหน้ายังสามารถสร้างวัตถุได้หลายชิ้นวางซ้อนกันอยู่ได้ วิธีการดังกล่าวนี้นับว่าเป็นข้อดีของโปรแกรมที่ทำให้การพัฒนาบทเรียนเป็นเรื่องง่ายขึ้น นอกจากนี้ในแต่ละหน้ายังสามารถแยกออกได้เป็นฉากหน้ากับพื้นหลัง ซึ่งสามารถลดการทำงานลงได้มาก เนื่องจากสามารถใช้พื้นหลังชุดเดียวกันได้ในการนำเสนอบทเรียนหลาย ๆ เฟรม

2. จุดเด่นของโปรแกรมก็คือความสามารถด้านไฮเปอร์เท็กซ์ โดยสามารถเชื่อมโยงคำที่เรียกว่าฮอทเวิร์ด (hotword) ผู้พัฒนาสามารถเขียนสคริปต์เชื่อมโยงคำไปยังข้อความใด ๆ ในหน้าใด ๆ ก็ได้ ทำให้การสร้างคำอธิบายศัพท์แบบป๊อปอัพ (pop-up) หรือการกระโดดข้ามไปยังหนังสือหน้าอื่น ๆ ทำได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันของการจัดการด้านฐานข้อมูลและการสร้างสารานุกรม ทำให้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะซีเอ็มไอได้เป็นอย่างดี

3. ด้านมัลติมีเดียมีลักษณะการทำงานเหมือนโปรแกรมอื่น ๆ ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ การควบคุมระบบมัลติมีเดียด้วยวิดเจ็ต (widget) ซึ่งสามารถตัดแปะภาพเคลื่อนไหวจากสัญญาณวิดีโอและเสียงลงบนบทเรียนที่กำลังพัฒนาอยู่ โดยทดลองใช้งานก่อนหลังจากการปรับแต่งได้สมบูรณ์แล้วจะสามารถใช้จริงได้ ทำให้ประหยัดเวลาลงไปได้มาก

4. การควบคุมวัตถุหลายอย่างจะต้องเขียนสคริปต์ขึ้นมาโดยใช้ฟังก์ชันของ มีเดียคอนโทรลอินเตอร์เฟซ (mci) ซึ่งมีความยากสำหรับผู้เริ่มใช้งาน อย่างไรก็ตามโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบ๊อคก็มีโปรแกรมสคริปต์เรคคอร์ดเดอร์ (script recorder) สำหรับอำนวยความสะดวกในการเขียนสคริปต์บทเรียน ดังนั้นจึงสามารถเขียน และบันทึกสคริปต์โดยตรงจากการกดแป้นพิมพ์หรือคลิกเมาส์

นอกจากนั้นยังยอมให้ผู้ผู้ใช้เพิ่มคอนโทรลวิซวลเบสิคลงในแอปพลิเคชันได้ ใส่สคริปต์ร่วมกันระหว่างออบเจกต์ได้ ทำให้ประหยัดเวลาในการอิดิต และเลือกจากคีย์เวิร์ดโอเพินสคริปต์ใหม่กว่า 40 ตัว (สาธิต วงศ์วิวัฒนานนท์, 2540 : 136) แนวทางในการทำงานเบื้องต้นของทูลบ๊อคนั้น ใช้หลักการจัดหน้าหนังสือมาเป็นแนวทางในการออกแบบของโปรแกรม โดยจะกำหนดให้หน้าจอหนึ่งหน้าจอเป็นเสมือนหน้าหนังสือหนึ่งหน้า เมื่อมีการเรียกใช้ทุกครั้งโปรแกรมจะสร้างหน้าหนังสือหน้าแรกให้โดยอัตโนมัติโดยผู้ใช้งานสามารถบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูล 1 แฟ้ม เมื่อสร้างหน้าหนังสือได้อย่างน้อย 1 หน้าขึ้นไปแล้วเท่านั้น

ลำดับการทำงานของโปรแกรมทูลบ๊อค (สมบัติ เครือทอง, 2540 : 21-28) จากการใช้แนวคิดของการสร้างหนังสือมาเป็นหลักในการออกแบบ โปรแกรมทูลบ๊อคจึงกำหนดให้มองจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเสมือนหนึ่งหน้าหนังสือ 1 หน้า โดยผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สามารถที่จะสร้างวัตถุใด ๆ ที่ต้องการให้ผู้ใช้งานมองเห็น หรือกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งกับวัตถุแต่ละชิ้น พร้อมทั้งสามารถกำหนดคุณสมบัติให้กับวัตถุแต่ละชิ้นที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานมองเห็น หรือได้ยินตามที่ต้องการโดยที่วัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในแฟ้มหนังสือของทูลบ๊อคจะมีลำดับชั้นสำคัญ ๆ ดังนี้

1. ซิสเต็ม (System) เป็นชั้นสูงสุดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของบทเรียน หรือโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้น

2. ไดนามิก ลิงค์ ไลบรารี (Dynamic Link Libraries) หรือย่อเป็นนามสกุลดีแอลแอล (.dll) คือส่วนที่จะได้รับการติดต่อในลำดับถัดมา และผู้ใช้งานเป็นผู้สร้างขึ้นเองโดยใช้ภาษาโปรแกรมต่าง ๆ บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เช่น ภาษาซี ภาษาวิซวลบาสคาลฟอรวินโดวส์ ภาษาวิซวลเบสิค เป็นต้น

3. ซิสเต็ม บ๊อค (System Books) คือส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุมระบบของบ๊อคจากผู้ใช้งานโดยตรงคือสามารถใช้มัลติมีเดียทูลบ๊อค เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อมโดยรวมให้กับผลงานที่สร้างขึ้น

และให้คำสั่งจากไฟล์บ๊อคสามารถเรียกใช้ข้อมูล หรือข้อกำหนดร่วมกันได้ตลอดจนมีความสามารถในการคุมการทำงานของบ๊อคทั้งไฟล์ได้ตามเงื่อนไข โดยที่ไฟล์ที่เป็น system สำหรับประจำบ๊อคดังกล่าวนี้ จะจัดเก็บเป็นไฟล์นามสกุลเอสบีเค (*.sbk) นี่ก็คือไฟล์บ๊อคไฟล์หนึ่ง เพียงแต่ได้รับการกำหนดให้อยู่ในลำดับชั้นที่สูงกว่าบ๊อค เพื่อย่อยควบคุมบ๊อคอีกลำดับหนึ่งนั่นเอง ใ้ประโยชน์ได้มากในกรณีที่ต้องการให้แฟ้มบ๊อคหลายแฟ้มมีคำสั่ง หรือข้อกำหนดเบื้องต้นบางประการเหมือนกัน เพื่อช่วยให้การควบคุมแฟ้มบ๊อคต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยประหยัดเวลา และขั้นตอนในการสร้างชุดคำสั่งภาษาสคริปต์ในการควบคุมได้เป็นอย่างมาก

4. บ๊อค (Book) เป็นแฟ้มข้อมูลที่สร้างขึ้น และจัดเก็บเป็นไฟล์นามสกุลทีบีเค (*.tbk) ปกติจะคอยควบคุมการเปิด-ปิดหนังสือในแต่ละเล่ม หรือแฟ้มหนังสือในแต่ละไฟล์การเขียนชุดคำสั่งควบคุมวัตถุต่าง ๆ ด้วยภาษาสคริปต์ ในหน้าแต่ละหน้าสามารถที่จะนำมาไว้ในระดับบ๊อค เพื่อให้เกิดการควบคุมได้อย่างทั่วถึงไม่ต้องคอยเขียนชุดคำสั่งกำกับไว้ทุกหน้า

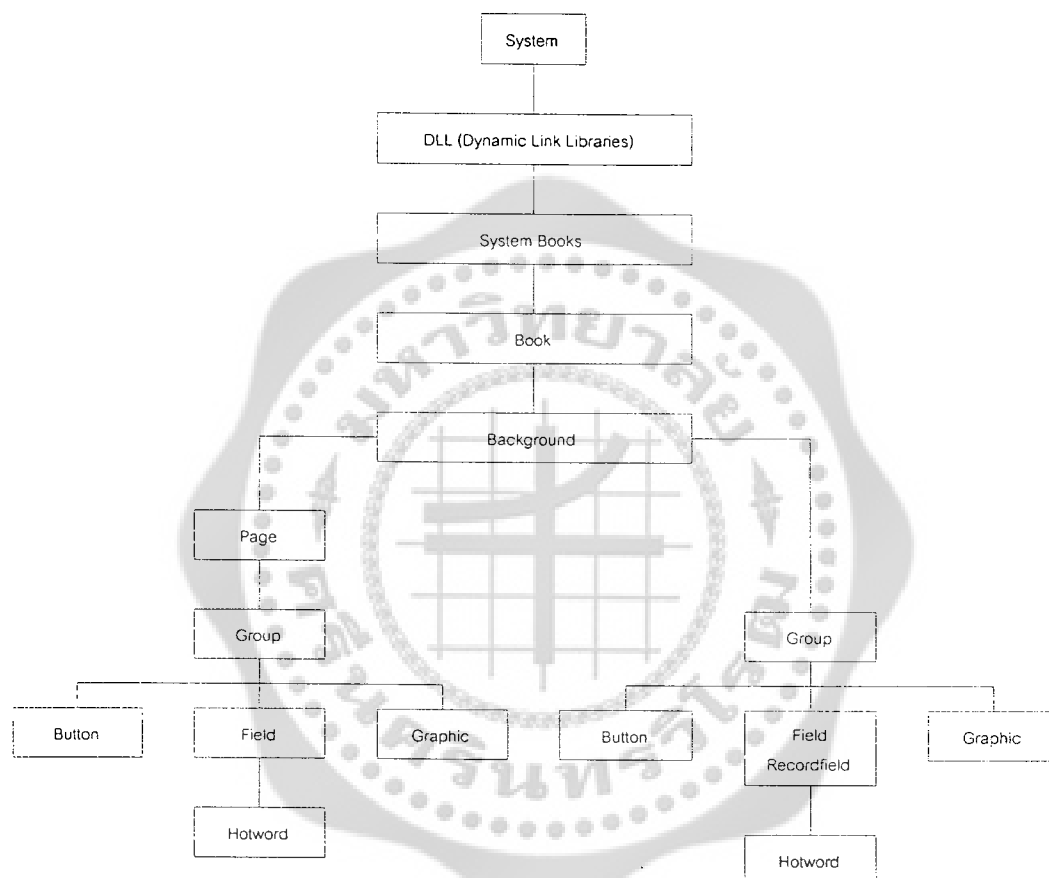
5. ฉากหลัง (Background) คือฉากหลังของหน้าหนังสือแต่ละหน้า โดยบางหน้าอาจจะกำหนดให้ใช้ฉากหลังร่วมกันได้ โดยทั่วไปการแสดงผลของหน้าหนังสือแต่ละหน้าเป็นการแสดงผลระดับฉากหน้า (foreground) โปรแกรมทูลบ๊อคมองการอ้างอิงถึงหน้าหนังสือแต่ละหน้าในระดับฉากหน้าเท่านั้น ไม่ครอบคลุมถึงฉากหลัง ดังนั้นการออกคำสั่งควบคุมการทำงานของวัตถุที่อยู่ในฉากหลัง จึงต้องมีการระบุว่าเป็นฉากหลังปัจจุบันหรือเป็นฉากหลังที่อยู่ในอีกชุดหนึ่งต่างหาก การสร้างหน้าฉากหลังไว้มากเกินไป จะทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่และสิ้นเปลืองหน่วยความจำโดยใช่เหตุ ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบให้หน้าแต่ละหน้าใช้ฉากหลังร่วมกันให้มากที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรของระบบ

6. เพจ (Page) คือระดับฉากหน้าของหนังสือแต่ละหน้า แฟ้มหนังสือหนึ่งเล่มจะประกอบด้วยจำนวนหน้าก็หน้าก็ได้ วัตถุต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นในแต่ละหน้าจะอยู่ภายใต้การควบคุมของหน้าหนังสือเป็นอันดับแรก หากหาตัวดำเนินการ (handler) ซึ่งเป็นชุดคำสั่งควบคุมพฤติกรรมของวัตถุต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นในระดับเพจ ไม่พบทูลบ๊อคก็จะส่งเมสเสจ (message) ไปให้วัตถุลำดับชั้นถัดไปที่อยู่สูงกว่าเป็นผู้รับคำสั่งไปปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป

7. กรุป (Group) คือวัตถุประเภทหนึ่งที่เกิดจากการรวมกลุ่มวัตถุย่อย ๆ ให้เป็นกลุ่มเดียวกัน โดยที่วัตถุย่อย ๆ ทุกชิ้นยังคงมีอยู่เช่นเดิม การรวมกลุ่มวัตถุย่อย ๆ เข้าด้วยกันช่วยให้การเขียนคำสั่งสคริปต์กำกับเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่ต้องทวนคำสั่งซ้ำ ๆ ซาก ๆ กรณีของเมสเสจที่ส่งไปที่เพจ และเพจไม่มีคำสั่งดำเนินการใด ๆ โปรแกรมก็จะวิ่งไปยังระดับบน ซึ่งในที่นี้คือเพจ / วัตถุอื่น ๆ ที่อยู่สูงกว่า

8. บัทตอน / ฟิลด์ / กราฟิค (Button / Field / Graphic) เป็นวัตถุระดับล่างสุดที่สร้างอยู่ในเพจต่าง ๆ ของหนังสือแต่ละเล่ม โดยมีวัตถุประเภทฮอทเวิร์ดเป็นวัตถุระดับล่างสุดของระบบหนังสือ โดยที่การสร้างวัตถุประเภทฮอทเวิร์ดนี้จะใช้ได้เฉพาะกับวัตถุที่เป็นฟิลด์เท่านั้น

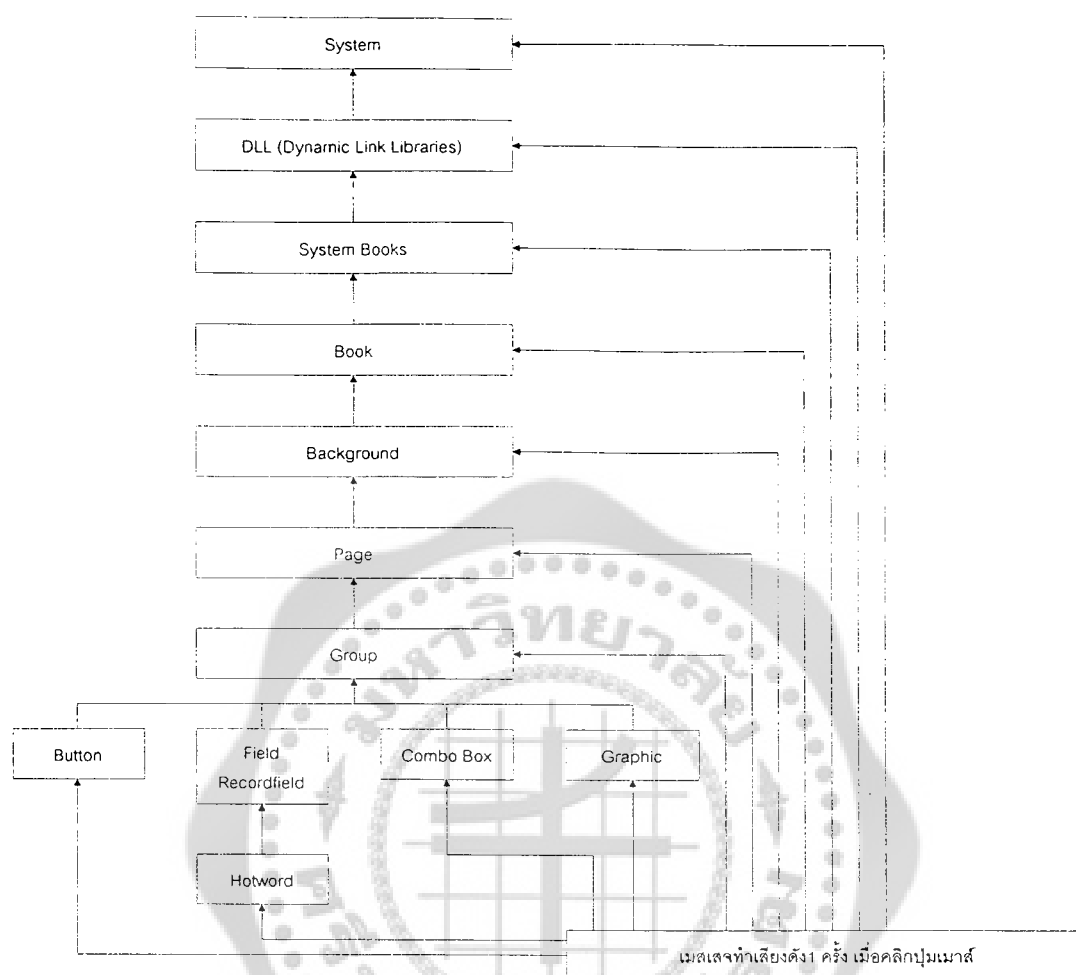
ลำดับชั้นของวัตถุในทูลบู้กระดับล่างสุดคือฮอทเวิร์ด มีดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 ลำดับชั้นของวัตถุในทูลบู้กระดับล่างสุดคือฮอทเวิร์ด

จากภาพประกอบ 20 จะเห็นว่าสิ่งที่ต้องทำความเข้าใจในเบื้องต้นคือ บรรดา ชีสเท็ม / ดีแอลแอล / ชีสเท็มบู้ค / บู้ค / ฉากหลัง / เพจ / กรุป / บัทตอน / ฟิลด์ / กราฟิค มีชื่อเรียกรวม ๆ ว่า "วัตถุ" ทั้งหมด โดยทูลบู้คตั้งชื่อให้วัตถุแตกต่างกัน เพื่อให้เข้าใจและแยกลำดับชั้นการควบคุมได้ง่ายขึ้นเท่านั้น วัตถุแต่ละประเภทที่เห็นคือ สิ่งที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ออกแบบไว้เพื่อให้ผู้ใช้สร้างขึ้นบนจอภาพและกำหนดพฤติกรรมการทำงานของวัตถุด้วยภาษาสคริปต์

ลำดับชั้นการควบคุมของวัตถุในทูลบู้คเมื่อมีการส่งเมสเสจ มีดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 ลำดับชั้นการควบคุมของวัตถุในทูลบู้คเมื่อมีการส่งเมสเสจ

จากภาพประกอบ 21 กรอบเมสเสจที่อยู่ล่างสุดที่ผู้ใช้งานต้องการให้เกิดขึ้นในขณะที่คลิกปุ่มเมาส์ปุ่มซ้ายหนึ่งครั้ง และให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำเสียงดังหนึ่งครั้ง กรอบคำสั่งดังกล่าวนี้เมื่อถูกนำมาใส่ไว้ในวัตถุระดับล่างสุดคือฮอตเวิร์ด ก็จะเริ่มดำเนินการร้องขอไปที่ระบบของวินโดวส์เพื่อทำเสียงดังขึ้น 1 ครั้ง การแสดงพฤติกรรมตามเมสเสจที่ได้รับตามระดับชั้นนี้ ควรจะต้องทำความเข้าใจดังนี้ โดยปกติทั่วไปเมสเสจ ซึ่งในที่นี้คือ การทำเสียงดัง 1 ครั้ง ที่เกิดจากการคลิกเมาส์ปุ่มซ้าย เมื่อถูกเมสเสจนำไปบรรจุไว้ในวัตถุระดับล่างสุดคือฮอตเวิร์ด ก็จะถูกส่งต่อไปยังวัตถุที่อยู่ในลำดับชั้นต่าง ๆ จนกระทั่งถึงตัว ซิสเท็ม ของระบบวินโดวส์ และพฤติกรรมตอบสนองตามเมสเสจที่ได้รับ จากภาพประกอบ 21 จะเห็นว่าเมสเสจนี้จะนำไปใส่ไว้ที่ใดก็ได้โดยมีลำดับความเข้าใจดังนี้

1. ในกรณีที่เมสเสจมีตัวดำเนินการ ซึ่งในที่นี้คือ แฮนด์เดอร์ บัททอนคลิก (Handler ButtonClick) อยู่ในสอทเวิร์ดจะเกิดการทำงานทันที เมื่อผู้ใช้กดเมาส์ปุ่มซ้าย 1 ครั้ง ก็จะมีเสียงดังจากลำโพงของเครื่องคอมพิวเตอร์ การติดต่อไปยังสคริปต์ของพื้นที่ที่เป็นสอทเวิร์ดก็เป็นอันสิ้นสุด

2. ในกรณีที่เมสเสจมีตัวดำเนินการ ซึ่งในที่นี้คือ แฮนด์เดอร์ บัททอนคลิก อยู่ในบัททอนจะเกิดการทำงานได้ทันที เมื่อผู้ใช้กดเมาส์ปุ่มซ้าย 1 ครั้ง ก็จะมีเสียงดังจากลำโพงของเครื่องคอมพิวเตอร์ การติดต่อไปยังสคริปต์ของพื้นที่ที่เป็นบัททอนก็เป็นอันสิ้นสุด

3. ในกรณีที่เมสเสจมีตัวดำเนินการ ซึ่งในที่นี้คือ แฮนด์เดอร์ บัททอนคลิก อยู่ใน ฟิลด์ หรือ เรคคอร์ดฟิลด์ จะเกิดการทำงานได้ทันที เมื่อผู้ใช้กดเมาส์ปุ่มซ้าย 1 ครั้ง ก็จะมีเสียงดังจากลำโพงของเครื่องคอมพิวเตอร์ การติดต่อไปยังสคริปต์ของพื้นที่ที่เป็นฟิลด์ หรือเรคคอร์ดฟิลด์ ก็เป็นอันสิ้นสุด

4. ในกรณีที่เมสเสจมีตัวดำเนินการ ซึ่งในที่นี้คือ แฮนด์เดอร์ บัททอนคลิก อยู่ในกราฟิค จะเกิดการทำงานได้ทันที เมื่อผู้ใช้กดเมาส์ปุ่มซ้าย 1 ครั้ง ก็จะมีเสียงดังจากลำโพงของเครื่องคอมพิวเตอร์ การติดต่อไปยังสคริปต์ของพื้นที่ที่เป็นกราฟิคก็เป็นอันสิ้นสุด

5. โปรดสังเกตว่าวัตถุประเภท บัททอน / ฟิลด์ / เรคคอร์ดฟิลด์ และกราฟิค เป็นวัตถุที่อยู่ในระดับเดียวกัน ในขณะที่สอทเวิร์ดนั้นเป็นวัตถุที่ซ่อนอยู่ในฟิลด์อีกต่อหนึ่ง แต่ก็ถือว่าอยู่คนละชั้นกับพวกบัททอน / ฟิลด์ หรือกราฟิค เมื่อบัททอน / ฟิลด์ / กราฟิค เป็นวัตถุที่อยู่ระดับเดียวกันจึงสามารถจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกันหรือหลาย ๆ กลุ่มได้ตามความประสงค์ของผู้ใช้ จึงเกิดวัตถุใหม่อีกขึ้นหนึ่ง

6. หากในปุ่มบัททอนไม่มีตัวรับคำสั่ง เมสเสจที่เกิดจากการคลิกเมาส์ก็จะถูกส่งต่อไปยังระดับสูงขึ้นไป ซึ่งในที่นี้คือ กรุป ที่เกิดจากการรวมวัตถุที่อยู่ในระดับเดียวกันคือ บัททอน / ฟิลด์ และกราฟิค ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีที่วัตถุย่อย ๆ นั้น เกิดต้องการคำสั่งดำเนินการเหมือนกันหรือคล้ายกัน แทนที่จะเขียนคำสั่งควบคุมเอาไว้ในสคริปต์ของปุ่มทุกปุ่ม ทูลบ็อกก็เปิดโอกาสให้เขียนไว้ในสคริปต์ของกรุป ทำให้ประหยัดเวลาได้มาก ดังนั้น เมื่อมีการกดเมาส์ปุ่มซ้าย และมีตัวดำเนินการชื่อ แฮนด์เดอร์ บัททอนคลิก คอยรับอยู่ในสคริปต์ของกรุป ก็สามารถดำเนินการแสดงเหตุการณ์ตาม que ผู้ใช้ต้องการได้ทันที เมื่อแสดงเสร็จตามขั้นตอนที่กำหนดแล้วไม่มีคำสั่งอย่างอื่นอีก ถือว่าสิ้นสุดการส่งเมสเสจ

7. ในกรณีของเพจ นั้นจะมีลักษณะการทำงานคล้ายกรุป เพียงแต่ว่ามีขอบเขตการควบคุมมากกว่ากรุป เนื่องจากสามารถควบคุมจอภาพ 1 หน้าจอได้ทั้งหมด การส่งเมสเสจที่ต้องการให้วัตถุทุกชิ้นในหน้านั้น ๆ มีผลบางอย่างเหมือนกันหรือคล้ายกัน ผู้ใช้สามารถสร้างตัว

ดำเนินการไว้ในสคริปต์ของเพจ ซึ่งจะคอยตรวจสอบเมสเสจที่ส่งมาจากผู้ใช้ หากตรงกับที่ระบุในตัวดำเนินการก็จะทำงานให้ทันที จากตัวอย่างนี้จะเห็นได้ว่า หากเมสเสจที่ส่งไปคือ บัททอนคลิก ไม่ได้อยู่ที่บัททอน และที่กริป ก็จะไปสู่ระดับของเพจ เมื่อพบตัว แอนด์เดอร์ บัททอนคลิก ในสคริปต์ของเพจ ก็จะมีการทำตามคำสั่งที่ระบุไว้ในสคริปต์ทันที

8. หากเมสเสจที่ส่งไปไม่มีตัวดำเนินการคอยรับอยู่ที่บัททอน หรือกริป หรือเพจ โปรแกรมทูลบู้ดก็จะส่งเมสเสจนี้ไปยังวัตถุที่อยู่สูงกว่าเพจ ซึ่งก็คือ ฉากหลัง เมื่อแอนด์เดอร์ บัททอนคลิก อยู่ในสคริปต์ของฉากหลัง ตัวเมสเสจนั้นก็就会被นำไปแสดงผลให้เห็น หรือได้ยินทันที

9. ในกรณีเดียวกัน หากเมสเสจหา แอนด์เดอร์ บัททอนคลิก ในระดับก่อนหน้านี้ไม่พบ ก็จะเดินทางต่อไปยังระดับของบู้ด โดยอัตโนมัติหากพบ แอนด์เดอร์ บัททอนคลิก ก็จะแสดงผลตามคำสั่งที่ระบุได้ทันที

10. หากยังไม่พบในระดับของบู้ดอีก เมสเสจก็จะถูกส่งไปยังระดับ ชีสเท็ม บู้ด ซึ่งผู้ใช้กำหนดขึ้นเพื่อบรรจุค่าพื้นฐานที่ต้องการใช้ในแฟ้มหนังสือ

11. ส่วนตัว ไดนามิก ลิงค์ โลบาร์ นั้น เป็นส่วนที่วัตถุต่าง ๆ สามารถร้องให้ทำงานได้ โดยต้องมีคำสั่งพิเศษประกาศไว้ในชุดคำสั่งเสมอว่า ต้องการติดต่อกับไฟล์ ไดนามิก ลิงค์ ดีแอล ที่ทูลบู้ดได้สร้างมาให้แล้วโดยให้ระบุชื่อพร้อมประกาศโครงสร้างของคำสั่งในการเรียกใช้ทุกครั้ง

12. หากไม่พบในระดับของ ชีสเท็ม บู้ด ก็ถือว่าเมสเสจนั้นสูญหาย ไม่แสดงผลให้เห็นหรือได้ยินตามความต้องการของผู้ใช้

โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู้ดทูล เวอร์ชัน 5.0 เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างมัลติมีเดียแอปพลิเคชัน ซึ่งวิ่งบนวินโดวส์เป็นหลักใหญ่ แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ มากมายเช่นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนสำหรับฝึกฝนบุคลากร ฐานข้อมูลมัลติมีเดีย โปรแกรมที่ให้ข้อมูลแก่ผู้ใช้ตามสถานที่ต่าง ๆ เช่นศูนย์การค้า สนามบิน สถานีรถไฟ เป็นต้น แอปพลิเคชันต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถวิ่งได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เดี่ยวที่ใช้เฉพาะบุคคล หรือในเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ทั่วโลกโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต (ชัยเชิดพิชิตพรชัย. 2540 : 250) ทูลบู้ดทูล เวอร์ชัน 5.0 จัดเป็นออธอริงทูล (authoring tool) ที่มีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นสูงมากเมื่อเทียบกับออธอริงทูลอื่น ๆ สามารถสร้างแอปพลิเคชันง่าย ๆ โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมหรือเขียนเพียงหนึ่งหรือสองบรรทัดเท่านั้น และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างโดยใช้ไอเฟ้นสคริปต์ได้เช่นกัน

จุดเด่นอีกประการของโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู้ดทูล เวอร์ชัน 5.0 กับการใช้งานร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ต โดยแอปพลิเคชันที่สร้างจาก โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู้ดทูล เวอร์ชัน 5.0 สามารถเลือกใช้ในอินเทอร์เน็ตได้ 4 วิธีด้วยกันคือ (ชัยเชิดพิชิตพรชัย. 2540 : 251)

1. เก็บเป็นไฟล์แอชทีเอ็มแอล (HTML) ซึ่งอาจประกอบด้วยจาวาแอปเพลต (java applets) ซึ่งสามารถเล่นในเครื่องคอมพิวเตอร์แพลตฟอร์มต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น พีซี, แมคอินทอช หรือยูนิกซ์

2. เก็บเป็นไฟล์ตระกูลทีบีเค (.tbk) แบบดั้งเดิม เล่นเป็นวินโดว์หนึ่งในเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) โดยอาศัยการติดตั้งนิวรอน (neuron) ซึ่งเป็นเน็ตสเคปปลั๊กอิน (netscape plug-in) ในเครื่องพีซีที่มีวินโดวส์เป็นระบบปฏิบัติการ

3. เป็นการผสมผสานระหว่างซีดี-รอมกับไฟล์ เอชทีเอ็มแอล โดยเก็บมีเดียที่มีขนาดใหญ่ในซีดี-รอม และเก็บข้อมูลหรือโปรแกรมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อย ๆ ในไฟล์แอชทีเอ็มแอล ซึ่งสามารถอัปเดตได้ง่าย

4. เก็บเป็นไฟล์ตระกูลทีบีเคแบบดั้งเดิม และวิ่งบนเครื่องพีซีหรือแลนที่มีวินโดวส์เป็นระบบปฏิบัติการ

ผู้วิจัยเลือกโปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียนมัลติมีเดียทูลบุ๊กทู เวอร์ชัน 5.0 เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เพราะมีข้อดีที่เด่นกว่าโปรแกรมอื่น ๆ คือ มีความยืดหยุ่นในการทำงานทำให้สามารถพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแบบมัลติมีเดียที่ผู้สร้างสามารถปรับแต่งงานให้ตรงกับความต้องการได้ดี เช่น ตัวอย่างพร้อมใช้สคริปต์อัตโนมัติ หรือบรรณาธิการสคริปต์ เป็นต้น ตลอดจนสามารถใช้งานแบบทดสอบและการรายงานผลโดยอัตโนมัติ โดยแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เดี่ยวที่ใช้เฉพาะบุคคลหรือในเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถเข้าถึงได้โดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต และโปรแกรมที่ใช้ในการเตรียมสื่อประเภทต่าง ๆ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรกดังนี้ คือ ในการบันทึกเสียงใช้โปรแกรมซาวด์ฟอร์จ (Soundforge 4.5) ในการแปลงแฟ้มเอวีไอเป็นเอ็มเพ็กใช้โปรแกรมซิงเอ็นโค๊ดเดอร์ (Xing MPEG Encoder 3.30) ในการตกแต่งภาพนิ่งใช้โปรแกรมโฟโต้ช็อป (Photo shop 5.0) ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวใช้โปรแกรมสามดี สตูดิโอ แม็กซ์ (3D Studio Max 2.5) และในการจับภาพวิดีโอใช้โปรแกรมเอวี มาสเตอร์ (AV Master 2.5) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันทั่วไป

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ), E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนการทำงานการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาโดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ที่ 70/70, 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2525 : 491; สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2527 : 491; กฤษมันต์ วัฒนานรงค์, 2538 : 12) ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 เพราะจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีตั้งแต่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากงานวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่พบส่วนมาก ผู้วิจัยจะตั้งเกณฑ์อยู่ในช่วง 70-85 และผลการวิจัยก็ได้บทเรียนที่มีเกณฑ์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

สำเริง สมไทย (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับวิธีการจัดการเรียน 2 แบบ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดขึ้นกับสิ่งรอบข้าง และนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดที่เป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง เมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับวิธีการจัดการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดที่อิสระจากสิ่งรอบข้างมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง

ชาติรี จำปาศรี (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ ระดับประกาศนียบัตร สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ปีการศึกษา 2539 จำนวน 20 คน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน และให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุป ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.25/84.32 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย ส่วนคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 33 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ทดลองกับนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับสูง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับต่ำ 1 คน รวม 3 คน

ตอนที่ 2 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูง 3 คน ระดับปานกลาง 4 คน ระดับต่ำ 3 คน รวม 10 คน

ตอนที่ 3 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูง 6 คน ระดับปานกลาง 8 คน ระดับต่ำ 6 คน รวม 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.67 สูงกว่าเกณฑ์ 0.50 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นิภาวรรณ รัตนานนท์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องการประเมินสภาพทารกแรกคลอดสำหรับนักศึกษาพยาบาล โดยทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนด้วยเกณฑ์ประเมินร้อยละ 80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ ของบทเรียนเป็นนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 3 ของวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย มาเป็นกลุ่มทดลอง 49 คน ผลการทดสอบประสิทธิภาพปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียมีประสิทธิภาพร้อยละ 80 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ นักศึกษาพยาบาลที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญระดับ .01

วิไล กัลยาณวัฒน์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ระบบมัลติมีเดีย เรื่องเมืองไทยของเรา กับการสอนปกติว่าต่างกันหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชโอรส จำนวน 105 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายนำมาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มสำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 45 คน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองที่ใช้ศึกษาผลการเรียนรู้ 60 คน แบ่งเป็น 2.1 กลุ่มทดลองเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย 30 คน 2.2 กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนปกติ 30 คน ผลการทดลองปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 3 ชั้น มีคะแนนผลการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียของกลุ่มทดลอง มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้กลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนและสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

อาทิพย์ จิรวินผล (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียนระดับ ปวช. ปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย จำนวน 42 คน โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียน 3 คน

การทดลองแบบกลุ่มเล็ก กับนักเรียนจำนวน 9 คน

การทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน

ผลการศึกษาปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.91/81.46 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.73 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2529 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มละ 30 คน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนซ่อมเสริมจากผู้วิจัย โดยใช้นิทรรศการการสอนเสริม และเอกสารการสอนเสริม ส่วนกลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า กลุ่มที่เรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ดีกว่า กลุ่มที่เรียนเสริมจากครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

บรรจบ สุขประภาภรณ์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เสนอภาพกราฟิกและเสียง เรื่องลอจิกเกท ในเนื้อหาวิชาดิจิทัล โดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 ระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครู

อุดรธานี จำนวน 30 คน ที่มีระดับสติปัญญาสูงและต่ำ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน ผลวิจัยปรากฏว่า บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 90.67/90.17 อยู่ในเกณฑ์ 90/90 ที่ตั้งไว้ นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีความรู้เพิ่มขึ้นที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .01$

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน แล้วแบ่งครึ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 25 คน แล้วจึงจับสลากให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เรื่องพื้นที่ปริมาตรและพื้นผิว ใช้เวลา 13 คาบ คาบละ 50 นาที ทดสอบอีกครั้งหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ ปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 เจตคติต่อวิชาต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เรวัตร กีฏวิทยา (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่าน ความสามารถทางการเขียน และความสนใจในวิธีสอนภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนวิจัย แบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยวิธีสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบวัดความเข้าใจในการอ่านภาษาไทย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ใช้ t-test ชนิด Difference Score พบว่าความเข้าใจในการอ่านภาษาไทยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถทางการเขียนภาษาไทยของกลุ่มทดลอง

และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสนใจในวิธีสอนภาษาไทยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัยนา สีนะธรรม (2534 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 21 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน การสอนกับระดับความสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีเจตคติในการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

บุญสืบ พันธุ์ดี (2536 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องโครงสร้างและการทำงานของยีน โดยทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนด้วยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จำนวน 30 คน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 90/90 พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90 ตัวแรก ส่วน 90 ตัวหลังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงได้รับการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มนต์ชัย เทียนทอง (2539 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรม ครู-อาจารย์และนักฝึกอบรมเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากสถานศึกษาและสถานประกอบการ จำนวน 20 คน ผลการทดลองใช้พบว่า บทเรียนที่สร้างมีประสิทธิภาพ 88.23/85.64 และผู้ใช้งานสามารถสร้างบทเรียนได้มีประสิทธิภาพ 72.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้ใช้บทเรียนและผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อบทเรียนในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้หรือฝึกอบรมการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เพื่อใช้ในการเรียนการสอนหรือฝึกอบรมได้

บุญญา เพียรสวรรค์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลิมิตของฟังก์ชันระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาเปรียบ

เทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่ควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2539 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียเรื่องลิมิตฟังก์ชันระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเอง โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ทำให้ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องลิมิตของฟังก์ชันที่น่าจะสามารถใช้สอนแทนครูในด้านเนื้อหาหรือใช้เสริมการเรียนรู้ในเรื่องลิมิตของฟังก์ชันสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนานวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยโครงสร้างของบทเรียนประกอบด้วย คำแนะนำการใช้บทเรียน เนื้อหาบทเรียนและแบบทดสอบซึ่งจัดเป็นเมนูให้เลือกตามความสนใจ บทเรียนที่สร้างขึ้นใช้สื่อประสมประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการวางรูปแบบปฏิสัมพันธ์ใช้เมนู ผู้เรียนสามารถประเมินผลและทราบผลการเรียนได้ทันที ผลการทดลองบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

งานวิจัยในต่างประเทศ

ปาร์ค (Park. 1993 :119-A) ได้ศึกษาวิจัยการประเมินผลวิชาแคลคูลัสและคณิตศาสตร์ที่มีการปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมที่ให้เรียนวิชาแคลคูลัสตามปกติที่ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความเข้าใจเชิงมโนคติในเนื้อหาวิชาแคลคูลัสดีกว่ากลุ่มควบคุม

ทองอยู่ (Tongyoo. 1989) ได้ศึกษาวิจัยผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส โดยทดลองกับนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยไชราคอส สหรัฐอเมริกา โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้คือโปรแกรมแคลคูลัส ทูลคิท (Calculus Toolkit) สำหรับกลุ่มทดลองให้อาจารย์ผู้สอนใช้โปรแกรมดังกล่าวในการสาธิต พร้อมมีตัวอย่างประกอบ และให้ผู้เรียนใช้โปรแกรมในการศึกษาและทำแบบฝึกหัด ส่วนกลุ่มควบคุมให้อาจารย์ผู้สอนสอนตามปกติ โดยใช้เนื้อหาและตำราเรียนเหมือนกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วินส์โล (Winslow. 1995) ได้สำรวจประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในการสอนเกี่ยวกับคำศัพท์ ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านภาษาระดับ

ปานกลาง และระดับต่ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนจำนวน 146 คน จากโรงเรียนของรัฐบาลรัฐนอร์ทคาโรไลนา จำนวน 2 โรงเรียน และแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มอย่างสุ่มตามตัวแปรทดลอง 3 ตัวแปร คือ ตัวแปรทดลองที่เป็นข้อความล้วน ตัวแปรทดลองที่เป็นภาพยนตร์ และตัวแปรทดลองมัลติมีเดีย ซึ่งทั้งสามตัวแปรได้นำเสนอคำศัพท์ที่ไม่เคยรู้มาก่อน 13 คำ นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้รับคำชี้แจง แล้วแบ่งกลุ่มรับการทดลอง และได้รับแจกแบบทดสอบหลังการใช้สื่อจำนวน 3 ฉบับ และแบบทดสอบเหล่านี้จะถูกนำกลับมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง หลังจากใช้ครั้งแรกประมาณ 2 สัปดาห์เพื่อวัดผลการคงสภาพ ผลการวิจัยจะถูกวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งตัวปัจจัยเป็นวิธีการในการสอน และความสามารถด้านภาษา ผลการวิเคราะห์มีระดับการปฏิภยาร่วมกันระหว่างวิธีการและความสามารถด้านภาษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านภาษาสูงกว่าสามารถสนองตอบต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ได้ดีกว่าแบบข้อความ

เฟลทเชอร์ (Fletcher. 1996) ได้ศึกษาถึงความแตกต่างทางทัศนคติของนักเรียนระหว่างการสอนปกติและการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษาจากนักเรียนเกรด 4 ที่เรียนการสะกดคำจากโรงเรียนประถมศึกษา ในเมืองคอบบ์คันทรี่ รัฐจอร์เจีย จำนวน 4 ชั้น โดย 2 ชั้น ทำการสอนการสะกดคำแบบปกติดั้งเดิม และอีก 2 ชั้นใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ระบบไอบีเอ็มเอ็ดดูเควสท์ (ibm eduquest system) การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบผลจากการสอนทั้งสองแบบเพื่อดูความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลของทัศนคติต่อโรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า การสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนสะกดคำศัพท์ ในนักเรียนเกรด 4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และข้อค้นพบยังชี้ให้เห็นถึงผลของการสอนทั้งสองแบบนี้ทำให้ทัศนคติต่อโรงเรียนของนักเรียนในทางบวกเพิ่มขึ้น และเช่นเดียวกับการสอนทั้งสองแบบไม่ส่งผลทำให้ทัศนคติของนักเรียนแตกต่างกัน

เมย์ (May. 1996) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการสอนสองแบบในกลุ่มของผู้สำเร็จระดับวิทยาลัย ซึ่งการสอนทั้งสองแบบได้แก่ การสอนปกติ และการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในกลุ่มทดลองได้ใช้การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงขอบเขตที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในทุกๆระดับ เช่น อิทธิพลวิธีการ กระบวนการ สำหรับเทคนิคสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้แก่ t-test ซึ่งแบบเปรียบเทียบในกลุ่มศึกษา 5 กลุ่มที่ระดับ 5 % ของความมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการรวบรวมข้อมูลได้ใช้การสำรวจเกี่ยวกับประชากรที่เรียกว่า แบบสำหรับกรอกข้อมูล (information blank) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างของผล

สัมฤทธิ์ในระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แบบสำหรับกรอกข้อมูลสนับสนุนความเท่าเทียมกันของกลุ่ม และให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหยั่งรู้ในเรื่องของความเหมือนกันเท่าเทียมกันและความแตกต่างกันของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และจากการศึกษาติดตามสัมภาษณ์กับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนในกลุ่มนี้ได้ให้ข้อมูลย้อนหลังเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสบการณ์ส่วนตัวเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักเรียนส่วนมากกล่าวว่าพวกเขาจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกครั้ง

รอสเนอร์ (Rosner. 1989 : 669-670-A) ได้ทำการประเมินผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า” สำหรับนักเรียนเกรด 6-9 แบ่งหน่วยการเรียนรู้ออกเป็น 2 หน่วยคือ “วัตถุภายในบ้าน” และ “การควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าภายในบ้าน” โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 6-9 จำนวน 292 คน ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนทั้ง 2 หน่วยย่อย และทำแบบสอบถามจากการสอบหลังเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า คะแนนก่อนและหลังเรียนทั้ง 2 หน่วยย่อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในนักเรียนเกรด 6 และ 7 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจำลองสถานการณ์ ในหน่วยการเรียนรู้ให้ทั้งความสนุก และประสบการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เวลาในการเรียนแต่ละหน่วยย่อย 1- 2 คาบ ก็เพียงพอที่นักเรียนจะได้รับความรู้จากสถานการณ์จำลองแบบนี้ อย่างไรก็ตามการอภิปรายในชั้นเรียนการบ้าน และการลงมือปฏิบัติ กิจกรรมก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอดในเรื่องเกี่ยวกับการใช้และการประหยัดไฟฟ้าจากสถานการณ์จำลอง

เวนเบิล (Venable. 1996) ได้ศึกษาผลของคู่มือปฏิบัติการเคมีทั่วไปในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียต่อทัศนคติ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ที่สัมพันธ์กับเพศ เชื้อชาติ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางเคมี การวิจัยนี้ศึกษาโดยใช้แบบสอบถามก่อนปฏิบัติและหลังปฏิบัติ และแจกให้นักเรียนที่เรียนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป กลุ่มที่ควบคุมจำนวน 37 คน และกลุ่มทดลองจำนวน 41 คน นักเรียนกลุ่มทดลองจะได้รับโอกาสในการใช้คู่มือปฏิบัติการมัลติมีเดียโดยใช้ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของสถานศึกษา ในทุกสัปดาห์นักเรียนในกลุ่มทดลองจะถูกสัมภาษณ์ เพื่อสำรวจเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคู่มือปฏิบัติการมัลติมีเดีย ทัศนคติเกี่ยวกับรายวิชา และวิชาเคมี และความเชื่อมั่นในความสามารถเกี่ยวกับการปฏิบัติการทางห้องทดลอง ผลการทดลองเนื่องจากมีการใช้คู่มือปฏิบัติการมัลติมีเดียน้อยมาก ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเกี่ยวกับทัศนคติและผลสัมฤทธิ์ แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้หญิงหรือชนกลุ่มน้อย และกลุ่มนักเรียนที่มีความเชื่อมั่นต่ำ ใช้คู่มือปฏิบัติการมัลติมีเดียมากกว่ากลุ่มอื่น การเปลี่ยนแปลงทัศนคติในกลุ่มผู้หญิงที่มีต่อรายวิชา และวิชาเคมี เป็นไปในทางที่ดีขึ้นนั้นแตกต่างจากกลุ่มผู้ชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความเชื่อมั่นในตน

เองดั้งเดิมมาก ได้รับคะแนนในการปฏิบัติการห้องทดลองสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองต่ำ

จากงานวิจัยและทฤษฎีต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน และช่วยให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนและวิชานั้น ๆ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม ที่มีลักษณะของบทเรียนที่ประกอบด้วย ภาพนิ่ง ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ เสียงบรรยาย และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ผสมผสาน นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ต่างกันเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยไม่จำกัดเวลาทำให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ได้และเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอื่น ๆ ต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การดำเนินการทดลอง
4. สถิติที่ใช้ในการทดลอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาภาคปกติ ที่เรียนหลักสูตรโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันราชภัฏ ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาภาคปกติโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 24 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการสอน บันทึกการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

1. สงแบบสอบถามลำดับความเหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิชาต่าง ๆ ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ถึงหัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏทั้ง 36 สถาบัน สถาบันละ 1 ชุด รวม 36 ชุด และได้ข้อมูลจากแบบสอบถามคืนทั้งสิ้น 24 ชุด

2. นำแบบสอบถามทั้ง 24 ชุด มาหาค่าเฉลี่ยผลปรากฏว่า วิชาที่มีลำดับความเหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 คือ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 207)

3. วิเคราะห์บทเรียนและหัวข้อย่อยของวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยอาจารย์ผู้สอนในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 5 ท่าน (ตามรายชื่อในภาคผนวก ค หน้า 220)

4. นำบทเรียนและหัวข้อย่อยมาสร้างเป็นแบบวิเคราะห์บทเรียนและหัวข้อย่อย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ส่งถึงหัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 24 สถาบัน (ตามรายชื่อสถาบันในภาคผนวก ค หน้า 212)

5. ทำการวิเคราะห์เอกสารจากแบบวิเคราะห์บทเรียนและหัวข้อย่อย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เพื่อปรับปรุงแก้ไข (แบบวิเคราะห์บทเรียนและหัวข้อย่อยแสดงในภาคผนวก ค หน้า 213-219)

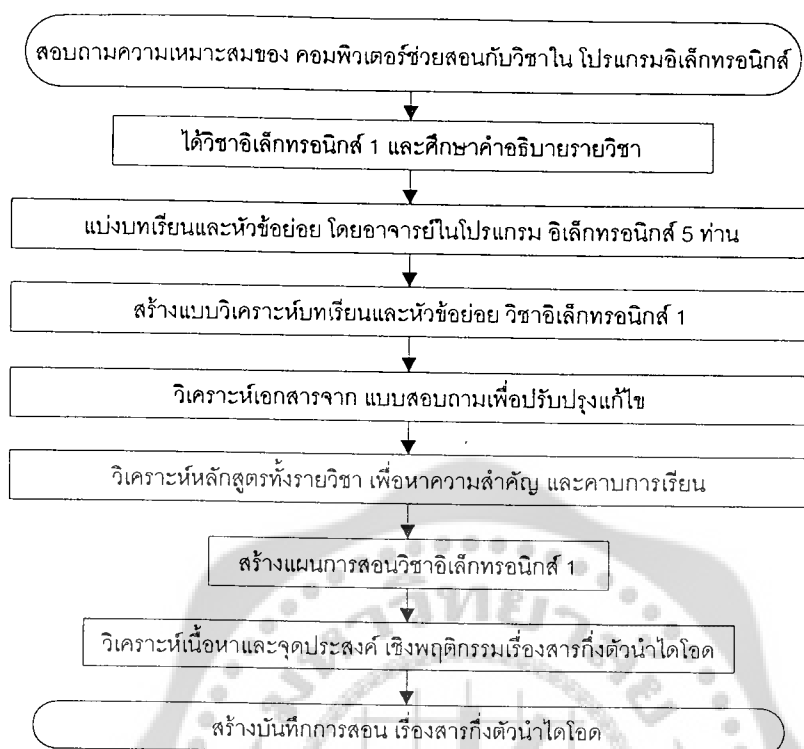
6. สร้างแบบวิเคราะห์หลักสูตรทั้งรายวิชา แล้วส่งไปให้หัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 สถาบัน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากสถาบันราชภัฏในกลุ่มภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคกลาง และภาคใต้ กลุ่มละ 1 สถาบัน คือ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม สถาบันราชภัฏสกลนคร สถาบันราชภัฏเทพสตรี สถาบันราชภัฏเพชรบุรี เพื่อวิเคราะห์หาค่าความสำคัญ และจำนวนคาบเรียนในแต่ละบทเรียน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 221-243)

7. สร้างแผนการสอนทั้งวิชา (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 244-248) โดยอาจารย์ผู้สอนในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 5 ท่าน (กลุ่มเดียวกับข้อ 3.)

8. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยอาจารย์ผู้สอนในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 5 ท่าน (กลุ่มเดียวกับข้อ 3.)

9. สร้างบันทึกการสอน เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 261-274) โดยอาจารย์ผู้สอนในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 5 ท่าน (กลุ่มเดียวกับข้อ 3.)

ดังมีรายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 แสดงลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ 1

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 มีขั้นตอนต่าง ๆ และการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยแบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบชนิด พี และ เอ็น หน่วยที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด

2. ศึกษาวิธีสร้างและเทคนิคการสร้างข้อสอบอิงเกณฑ์ จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ ขวาล แพรัตกุล (ขวาล แพรัตกุล. 2520) หนังสือการสร้างการวัดและประเมินผลปฏิบัติของ อุทุมพร จามรมาน และบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (อุทุมพร จามรมาน. 2532, บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535) และหนังสือหลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยของวิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์. 2530)

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียน ชนิด 5

ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด ชุดละ 84 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียนแบบอิง เกณฑ์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและวัดผลประเมินผล จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ (ตามรายชื่อในภาคผนวก จ หน้า 297)

5. วิเคราะห์ค่าความตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC : Item Objective Congruence) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527 : 69-70) ข้อสอบที่มีค่าดัชนีมากกว่า .50 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา หรือมีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า .50 ทำการปรับแก้ข้อสอบจนมีค่าสูงกว่า .50 ผลปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ ของแบบทดสอบระหว่างเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีคือ มีค่าดัชนี ความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 72 ข้อ และ .67 จำนวน 9 ข้อ ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า .50 มีจำนวน 3 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .33 จำนวน 3 ข้อ ทำการปรับแก้ข้อสอบทั้ง 3 ข้อจนมีค่าเท่ากับ 1.00 ได้ข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนที่นำไปใช้ทดสอบหาค่าอำนาจ จำแนกจำนวน 84 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 146-166) และค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนใหญ่อยู่ใน เกณฑ์ดีคือ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 77 ข้อ และ .67 จำนวน 4 ข้อ ส่วนข้อสอบที่ มีค่าดัชนีต่ำกว่า .50 มีจำนวน 3 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .33 จำนวน 3 ข้อ ทำ การปรับแก้ข้อสอบทั้ง 3 ข้อ จนมีค่าเท่ากับ 1.00 ได้ข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียนที่นำไปใช้ ทดสอบหาค่าอำนาจจำแนกจำนวน 84 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 167-187)

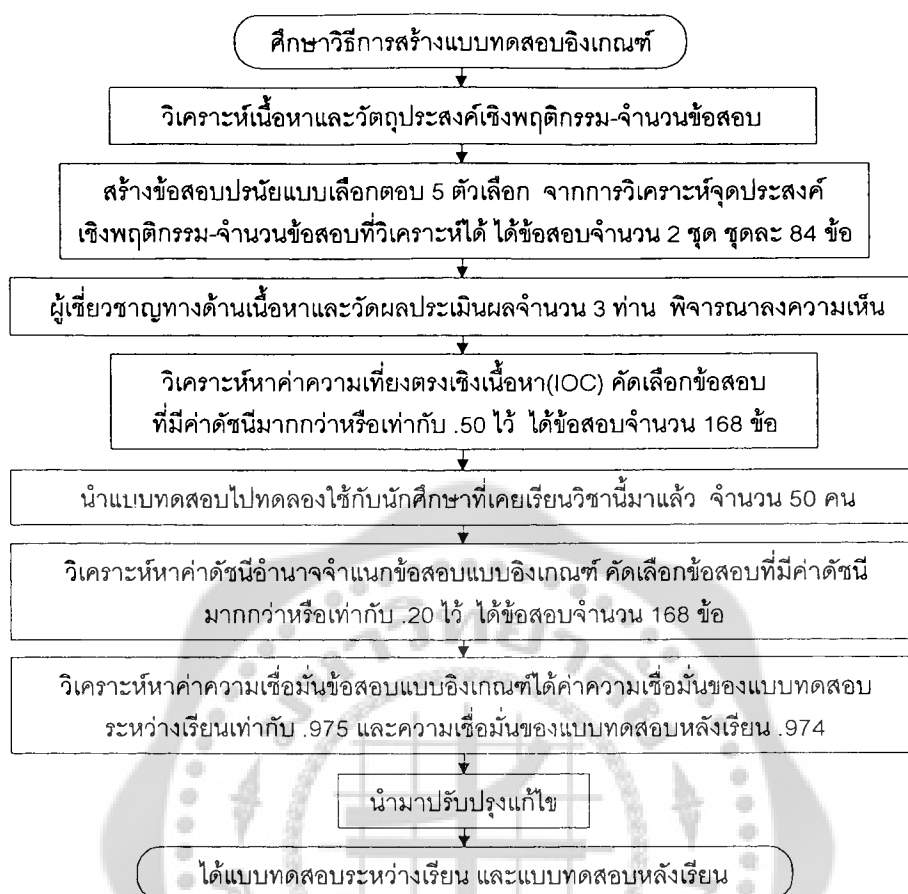
6. นำแบบทดสอบที่สร้างไปทดสอบกับนักศึกษาโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้น ปีที่ 2 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้อย่างได้เรียนรายวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 มาแล้ว นำผลการสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกข้อสอบ อิงเกณฑ์ จากสูตรดัชนี B หรือดัชนีเบรนนอน (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527 : 83-85) ผล ปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียน มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2-0.8 ทั้ง 84 ข้อ บ่งชี้ผู้ รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ทุกคน ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้จำนวน 84 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาค ผนวก ก หน้า 104-111) และข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2-0.8 ทั้ง 84 ข้อ บ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ทุกคน ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้จำนวน 84 ข้อ (ดูราย

ละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 112-119) และหาค่าความยากง่าย (P) ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนจำนวน 84 ข้อมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 104-111) และข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียนรวม 84 ข้อมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 112-119) ถือว่ามีค่าความยากง่ายพอเหมาะ

7. นำผลการสอบมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรอิงเกณฑ์ $M(C)$ ตามวิธีของเบรนนอนและเคน (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, 2527 : 193-197) โดยบันทึกผลการสอบของนักเรียนแต่ละคนเป็นรายข้อ แล้วหาคะแนนรวมและคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคน แล้วนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยการแทนค่าในสูตร ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งฉบับเท่ากับ .975 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 120-122) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียนทั้งฉบับเท่ากับ .974 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 123-125) แสดงว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทั้งสองฉบับ อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

8. ข้อสอบที่ได้ทั้งหมดเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนจำนวน 84 ข้อ (ดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก ก หน้า 146-166) และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 84 ข้อ (ดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก ก หน้า 167-187) โดยแบบทดสอบทั้งสองเมื่อนำมาใช้ทดสอบจะแบ่งข้อสอบออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 21 ข้อ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มีข้อสอบตั้งแต่ข้อ 1-21 ซึ่งตรงกับข้อสอบในภาคผนวกทั้งสอง ข้อที่ 1-21 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีข้อสอบตั้งแต่ข้อ 1-21 ซึ่งตรงกับข้อสอบในภาคผนวกทั้งสอง ข้อที่ 22-42 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีข้อสอบตั้งแต่ข้อ 1-21 ซึ่งตรงกับข้อสอบในภาคผนวกทั้งสอง ข้อที่ 43-63 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีข้อสอบตั้งแต่ข้อ 1-21 ซึ่งตรงกับข้อสอบในภาคผนวกทั้งสอง ข้อที่ 64-84

สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน เรื่องสารกึ่งตัวนำ ไดโอดมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีขั้นตอนต่างๆ และการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาแผนการสอนและบันทึกการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ศึกษารายละเอียดการสร้างบทเรียน จากหนังสือคู่มือการใช้โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบุ๊ก สำหรับวินโดว (สมบัติ เครือทอง. 2540) และหนังสือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541)

2. นำบันทึกการสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด มาออกแบบผังงานและบทดำเนินเรื่อง เนื้อหาที่จะนำมาเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย จะแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ เป็นกรอบ ๆ เริ่มต้นจากกรอบง่าย ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในกรอบต่อไปและนำผังงานและบทดำเนินเรื่องที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ เพื่อแก้ไขปรับปรุง

3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดตามผังงานและบทดำเนินเรื่อง โดยใช้โปรแกรมดังนี้

- 3.1 ในการบันทึกเสียงใช้โปรแกรมซาวด์ฟอรัค
- 3.2 ในการแปลงแฟ้มเอวีไอ เป็นเอ็มเพ็กใช้โปรแกรมซิงเอ็นโค๊ดเดอร์
- 3.3 ในการตกแต่งภาพนิ่งใช้โปรแกรมโฟโต้ช้อพ
- 3.4 ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวใช้โปรแกรมสามดี สตูดิโอ แม็กซ์
- 3.5 ในการจับภาพวิดีโอใช้โปรแกรมเอวีมาสเตอร์
- 3.6 ในการสร้างบทเรียน ใช้โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบ็อกซ์

4. ประเมินความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหาและคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพ (ตามรายชื่อในภาคผนวก จ หน้า 297)

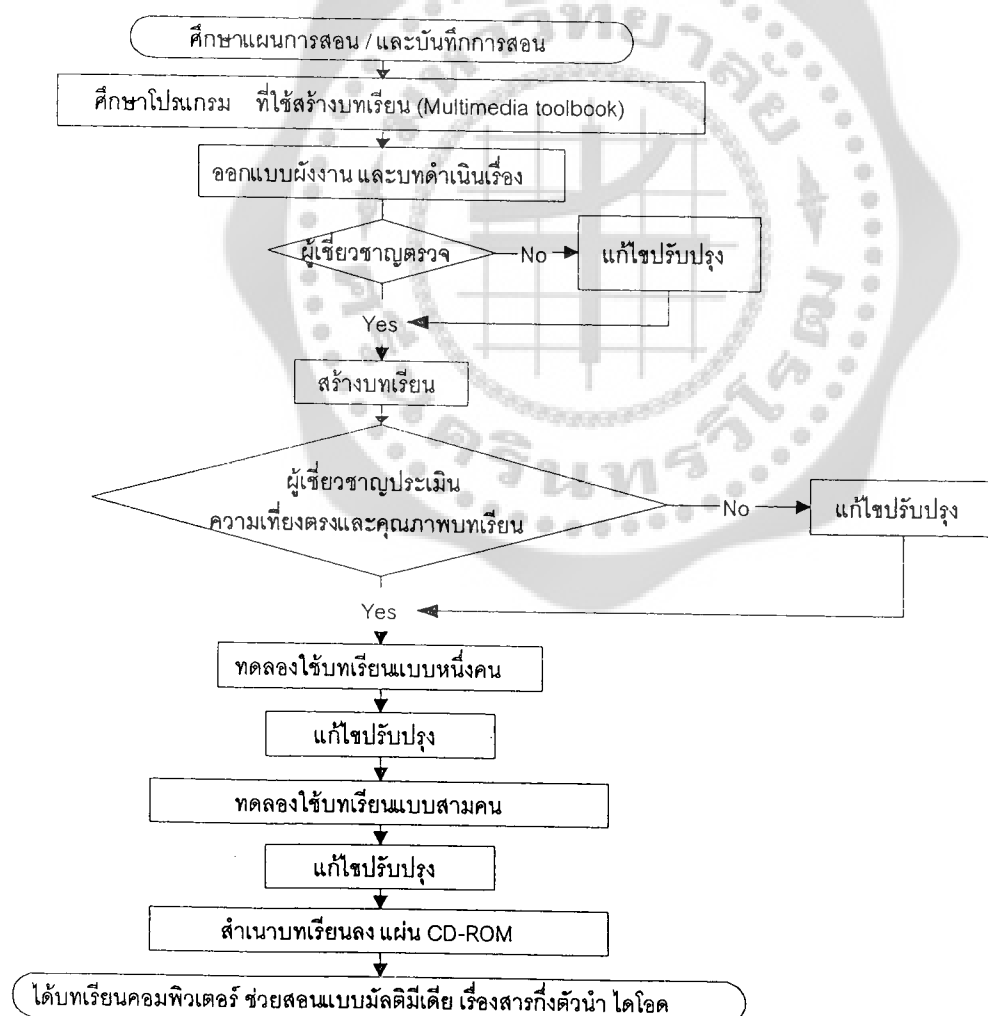
5. นำแบบประเมินมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC : Item Objective Congruence) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527 : 69-70) หัวข้อเรื่องที่มีค่าดัชนีมากกว่า .50 ถือว่าเป็นหัวข้อเรื่องที่มีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนหัวข้อเรื่องที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า .50 นำมาปรับปรุงแก้ไข ผลการประเมินปรากฏว่า การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ดีคือ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 13 ข้อ และ 0.67 จำนวน 2 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 190-191) และผลการประเมินคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อปรากฏว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเทคนิคการผลิตสื่อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นกันคือ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 15 ข้อ และ 0.67 จำนวน 5 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 194-195) แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ดีสามารถนำไปใช้ทดลองได้

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียไปปรับปรุง แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 1 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน จำนวน 1 คน โดยให้นักศึกษาเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียไปปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนจำนวน 3 คน โดยให้นักศึกษาเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 89.68/88.49 (ดูรายละเอียดภาคผนวก ข หน้า 198) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้สามารถนำไปใช้ทดลองหาประสิทธิภาพได้

8. นำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดที่สร้างขึ้นและแก้ไขเรียบร้อยแล้วบันทึกลงแผ่นซีดี-รอม เพื่อนำไปทดลองต่อไป

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีรายละเอียดดังภาพประกอบ 24



ภาพประกอบ 24 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

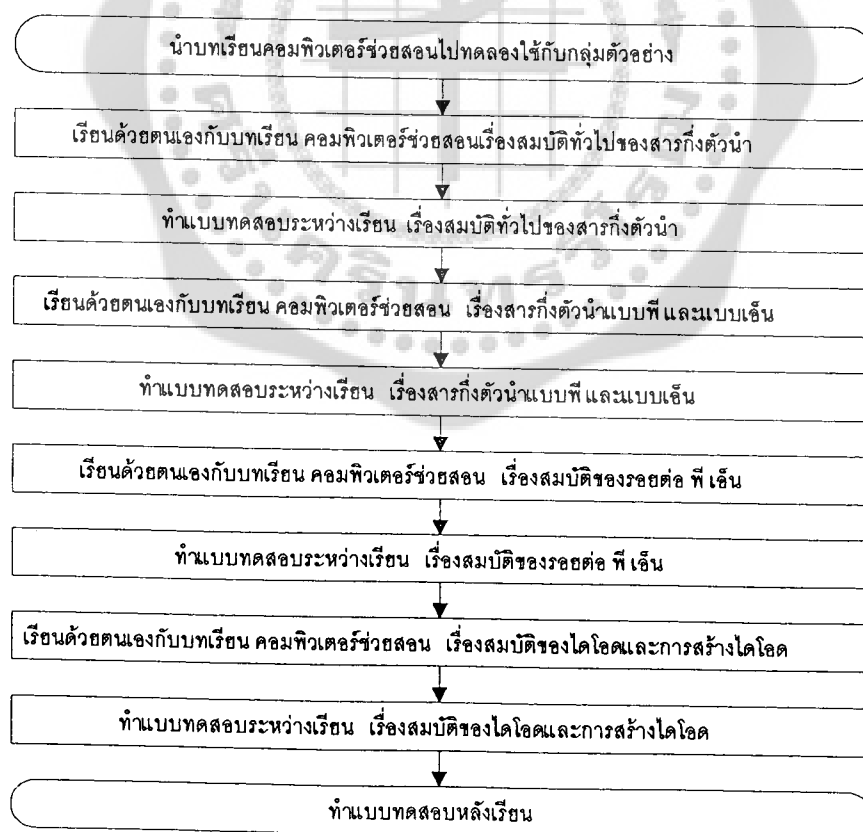
วิธีดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลอง ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับอนุปริญา โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 24 คน
- 2 สถานที่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542
- 3 จัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ทำการทดลอง จำนวน 24 เครื่อง โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติ ดังนี้
 - 3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีคอมแพคทีเบล ซีพียูเพนเทียม 166 MHz
 - 3.2 ระบบปฏิบัติการวินโดว 95 ขึ้นไป
 - 3.3 มีหน่วยความจำขนาด 32 เมกะไบต์
 - 3.4 ฮาร์ดดิสก์ มีเนื้อที่ว่างไม่ต่ำกว่า 700 เมกะไบต์
 - 3.5 การ์ดแสดงผลมีความละเอียด 800x 600 จุด x 64 Kสี
 - 3.6 จอแสดงผลขนาดไม่ต่ำกว่า 14 นิ้ว
 - 3.7 มีการ์ดเสียง 16 บิต พร้อมหูฟัง และหน่วยขับเคลื่อนความเร็วขนาด 16 เทา
4. ติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่สร้างขึ้นลงในเครื่องคอมพิวเตอร์
5. ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
6. อธิบายความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ แล้วชี้แจงวิธีเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด กับกลุ่มตัวอย่าง ในการบรรยายใช้เวลา 10 นาที
7. กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียน และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเมื่อจบบทเรียน แต่ละหน่วยทั้ง 4 หน่วย จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยใช้เวลาในการศึกษา 4 คาบเรียนติดต่อกัน เมื่อวันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ.2542 คาบเรียนที่ 1-4
8. หลังจากกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดแล้ว 1 สัปดาห์ จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบ

ทดสอบหลังเรียน 84 ข้อ โดยกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบไม่เกิน 90 นาที ในช่วงคาบเรียน ที่ 1-2 ของวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ.2542 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนในสัปดาห์ก่อนใช้เวลา ศึกษาไม่เท่ากันและใช้เวลาถึงคาบ 5 จำนวน 6 คน และตารางเรียนของนักศึกษาไม่มีเวลาว่างที่ จะใช้สอบหลังเรียนในช่วงสัปดาห์ดังกล่าว

9. เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 4 ชุด
 10. เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 11. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ได้ 0 คะแนน
 12. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด
- ขั้นตอนการดำเนินการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ มัลติมีเดียมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 25



ภาพประกอบ 25 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัย แบบแผนทดลองใช้แบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลอง (The One Group Posttest-Only Design or One-Shot Case Study) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 216)

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการวิจัย

ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
X	T ₁

เมื่อ X การจัดการกระทำ (treatment) ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ มัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

T₁ การทดสอบหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สูตรเพื่อทดสอบค่าทางสถิติดังนี้

2. หาค่าคะแนนเฉลี่ยใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ

N จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนใช้สูตร

$$S_t = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S_i	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด
	X	คะแนนที่ได้ของแต่ละคน
	N	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

4. หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (บุญเชิด, 2527 : 69-70) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	IOC	=	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์หรือเนื้อหา กับจุดประสงค์หรือเทคนิคการผลิตสื่อกับจุดประสงค์
	$\sum R$	=	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	=	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5. ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
	R	จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

6. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเชิด ภิญโญนนต พงษ์. 2527 : 84)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	ค่าอำนาจจำแนก
	n_1	จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
	n_2	จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

- U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

7. หาความเชื่อมั่นของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ใช้สูตรของเบรนนอนและเคน (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2527 : 194)

$$M(C) = 1 - \frac{1}{n-1} \left[\frac{\bar{X}_{ij}(1 - \bar{X}_{ij}) - S^2(\bar{X}_i)^2}{(\bar{X}_{ij} - C)^2 + S^2(\bar{X}_i)^2} \right]$$

เมื่อ	M(C)	ดัชนีความเชื่อมั่นของคะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	$\bar{X}_{ij}$	ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งหมด
	$S^2(\bar{X}_i)^2$	ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนรายบุคคล
	C	คะแนนจุดตัดของข้อสอบ ที่ถือเป็นเกณฑ์ผ่าน

8. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. 2520 : 136)

$$E_1 = \left[\frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \right] \times 100$$

$$E_2 = \left[\frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \right] \times 100$$

เมื่อ	E_1	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้อง
	E_2	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง
	$\sum X$	คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$\sum Y$	คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	N	จำนวนนักเรียน
	A	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	B	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในการวิจัยครั้งนี้ ใช้มาตรฐานฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่กำหนดโดย มัลติมีเดีย พีซี มาร์เก็ตติ้ง เคานซิล (Multimedia PC Marketing Council) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา สร้างและนำเสนอบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบักทู เวอร์ชัน 5.0 ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ตัวบทเรียนบรรจุในแผ่นซีดี-รอม 2 แผ่น แผ่นแรกบรรจุหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบ พี และแบบเอ็น แผ่นที่ 2 บรรจุหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด ลักษณะของบทเรียนเป็นแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ โดยบทเรียนจะเป็นบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นผสมผสานกับแบบสาขา บทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบระหว่างเรียน โดยมีคุณสมบัติทางด้านมัลติมีเดีย เช่น เสียงบรรยาย เสียงผลพิเศษ (sound effect) ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ ภาพวิดีโอ และข้อความบรรยาย มีการโต้ตอบโดยการใช้เมาส์ มีการจัดเก็บชื่อผู้เรียนและคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ลงแผ่นดิสก์ในไดรฟ์เอ ซึ่งขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียมีรายละเอียดดังนี้ 84 ส่วนการสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยเป็นแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด ชุดละ 84 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบบทดสอบทั้ง 2 ชุดผ่านการหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวัดผล และปรับแก้จนข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงกว่า .50 และได้ผ่านการทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง และได้เคยเรียนวิชานี้มาแล้วจำนวน 50 คนทำการหาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายแบบอิงเกณฑ์เป็นรายข้อปรับจนได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.2-0.8 และค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 และผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างเรียน และหลังเรียน คือ .975/.974 จึงทำให้ได้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ที่มีข้อสอบทั้งหมด 168 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ดังมีขั้นตอนตามรายละเอียดหน้า 81 และส่วนวิธีการหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด มีรายละเอียดเป็นขั้นตอนตามหน้า 86

สมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ทำการศึกษาและทำแบบทดสอบระหว่างเรียน 4 หน่วยการเรียนรู้ใช้เวลา 4 คาบเรียน คาบเรียนที่ 1-4 เมื่อวันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ.2542 ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ และทดสอบหลังเรียนทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้จำนวน 84 ข้อ ใช้เวลาไม่เกิน 90 นาที ในคาบเรียนที่ 1-2 เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ.2542 ที่ห้องเรียน 438 อาคาร 4 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ใช้วิธีการหาค่า E_1 และ E_2 ถ้าอยู่ในระดับ 80/80 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้เป็นบทเรียนได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. 2520 : 136) โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ได้ผลดังนี้

ตาราง 3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน				คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		
หน่วยการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ทำได้	E_1 (%)	คะแนนเต็ม	ทำได้	E_2 (%)
1	504	429	85.12	540	441	87.50
2	504	444	88.09	540	430	85.32
3	504	443	87.90	540	439	87.10
4	504	450	89.28	540	443	87.90
รวม	2016	1766	87.60	2160	1753	86.95

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้อง (E_1) ต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง (E_2) ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ 85.12/87.50

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ 88.09/85.32

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ 87.90/87.10

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ 89.28/87.90

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด 4 หน่วยการเรียนรู้รวมกันโดยเฉลี่ย (E_1/E_2) เท่ากับ 87.60/86.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 199-202)



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายและเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ในการวิจัยครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิชาต่างๆ ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ การสร้างแผนการสอนและบันทึกการสอน การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ การเขียนผังงานและบทดำเนินเรื่องเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยใช้โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู้คทู เวอร์ชัน 5.0 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดได้แบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำแบบพีและแบบเอ็น รอยต่อ พี เอ็น และสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด ตามหลักสูตรสภากาชาดราชภัฏ โดยบันทึกไว้ในแผ่นซีดีรอม ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียตามมาตรฐานเอ็มพีซี ภายใต้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับอนุปริญญา ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 24 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

➢ การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น ใช้คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้อง และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง (E_1/E_2)

สรุปผลการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดโดยใช้โปรแกรมทูลบู้คทู เวอร์ชัน 5.0 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 87.60/86.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และสอดคล้องตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 87.60/86.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ ไดโอดที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 87.60/86.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ ไดโอดที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 87.60/86.95

1.1 ในการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอดนี้ ได้ทำการวิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา กระบวนการ เรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพและวิธีการประเมินที่ยึดถือความสอดคล้องของเนื้อหา กับ จุดประสงค์ในการเรียนเป็นหลัก จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับกฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2538 : 11) กล่าวไว้ ว่ากระบวนการดังกล่าวเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนได้

1.2 ในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยยึดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้เป็นเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบ ดังที่ กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2538 : 12) กล่าวว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อสอนกระบวนการวิชาชีพหรือวิชาทักษะ ข้อสอบควรจะเป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ที่มีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในระดับมาตรฐาน การยอมรับ จึงทำให้การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.3 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นนี้ ทำให้ ผู้เรียนเกิดความสนใจเพราะเป็นบทเรียนที่ประกอบด้วย ตัวอักษร ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ภาพวิดีโอ มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์สูง ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ ตามความสามารถและความสนใจ ถ้าผู้เรียนสงสัยเนื้อหาตอนใดตอนหนึ่ง ก็สามารถย้อนกลับไปได้

อ่านซ้ำได้อีก เมื่อเรียนจบหน่วยย่อย ๆ แล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดให้ถูกจึงจะผ่านไปเรียนหน่วยถัดไปได้ ถ้าตอบไม่ถูกผู้เรียนจะต้องย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาส่วนที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกหัดนั้นแล้วทำแบบฝึกหัดข้อนั้นใหม่จนกว่าจะตอบถูก ซึ่งสอดคล้องกับไพศาล หนูแก้ว (2526 : 103-104) ที่กล่าวว่า การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการศึกษา คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน สี ดนตรี และภาพลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหว สร้างความเป็นจริง มีความรวดเร็วในการโต้ตอบต่อนักเรียนแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนมากขึ้น มีลักษณะเป็นส่วนตัวสำหรับผู้เรียนแต่ละคน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีและสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน โดยเฉพาะผู้ที่เรียนช้า และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของบุคคลอื่น ๆ ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน และใช้วิธีหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตร (E_1/E_2) และกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนไว้ที่ 80/80 ซึ่งของผลการวิจัยปรากฏว่ามีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80/80 หรือสูงกว่า เช่น ผลงานวิจัยของ ชาดรี จำปาศรี (2540 : บทคัดย่อ) เรื่องการใช้มัลติมีเตอร์ ระดับประกาศนียบัตร สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมีเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.25/84.32 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยของ เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และผลการวิจัย ของอาทิตย์ จิรวัดผล (2538 : บทคัดย่อ) เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.91/81.46 และสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดที่สร้างขึ้น ปรากฏว่า ผลของคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนมีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 87.60 ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลของคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 86.95 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังนี้

การทำแบบทดสอบระหว่างเรียนกลุ่มตัวอย่าง กระทำทันทีที่ศึกษาบทเรียนจบในบทหนึ่งๆ จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างยังสามารถจำเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดได้สูง ส่วนการทำแบบทดสอบหลังเรียน กระทำหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างศึกษาเนื้อหาทั้งหมดจบแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จึงทำให้ความจำในเรื่องนั้นๆ ของกลุ่มตัวอย่างมีน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับเอบบิงเฮาส์ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. 2528 : 254 อ้าง

อิงมาจากเอบบิงเฮาส์) ที่ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการจำการลืมและพบว่า ยิ่งระยะเวลาหลังจากเกิดการเรียนรู้แล้วนานเท่าใด ยิ่งทำให้เกิดการลืมมากขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของบุคคลอื่น ๆ ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน และใช้วิธีหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตร (E_1/E_2) และกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนไว้ที่ 80/80 ซึ่งของผลการวิจัยปรากฏว่าผลของคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียนมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่า ค่าประสิทธิภาพของผลคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน เช่น ผลงานวิจัยของ ชชาติร์ จำปาศรี (2540 : บทคัดย่อ) เรื่องการใช้มัลติมีเตอร์ ระดับประกาศนียบัตร สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมีเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.25/84.32 ผลการวิจัยของ เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 และผลการวิจัย ของอาทิตย์ จิรวัดมนผล (2538 : บทคัดย่อ) เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.91/81.46

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอดที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ควรมีทีมงานในการสร้างของแต่ละฝ่ายเช่น การติดต่อและให้เสียง การทำภาพกราฟิก การทำภาพเคลื่อนไหว และการติดต่อภาพวิดีโอ เนื่องจากวิธีการนำเสนอของสื่อแต่ละประเภทมีลักษณะเฉพาะ การใช้ผู้ผลิตร่วมที่มีความรู้ในสาขานั้น ๆ จะช่วยให้บทเรียนที่สร้างมีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยจัดตั้งเป็นศูนย์พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

1.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ควรศึกษาโปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เข้าใจถึงข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละโปรแกรม เพื่อให้สามารถเลือก

นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนได้อย่างเหมาะสม

1.3 จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์การวิจัย แต่ในการนำไปใช้จริงสภาพการเรียนรู้ และสภาพของผู้เรียนอาจมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยหาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่ายอีกครั้ง เพื่อคัดข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์เหมือนกับการสร้างแบบทดสอบ และนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ใกล้เคียงกับการนำไปใช้จริงได้ ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยครั้งนี้แล้ว ผู้วิจัยได้ลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด แล้วมีผลดังภาคผนวก ข หน้า 203 และแสดงให้เห็นว่าถ้าจะนำไปใช้ควรมีการปรับปรุงข้อสอบที่เป็นเครื่องมือวัดกับกลุ่มที่จะใช้จริงหรือกับกลุ่มที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างก่อน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย ในเนื้อหาวิชาอื่นๆ ของหลักสูตรโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และพัฒนาให้เป็นมัลติมีเดียที่สมบูรณ์แบบ เช่น เพิ่มภาพเคลื่อนไหวให้มากขึ้น มีเสียงบรรยายตลอดบทเรียน เพิ่มวิธีการโต้ตอบโดยใช้เทคนิคหรืออุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม เป็นต้น

2.2 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย ที่สามารถเลือกเนื้อหาบทเรียนได้ตามระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคลที่สมบูรณ์แบบ

2.3 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยทำฐานข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดศรีเดชา, 2528.

กองบรรณาธิการ. "มัลติมีเดียแอปพลิเคชัน," IT. Soft. 18(2) : 114-121 ; กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
ตะวันออก, September 1993.

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. "แนวคิดการหาประสิทธิภาพของบทเรียน CAI," วารสารวิชาการ พระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ. 3(5) : 14-18 ; กรุงเทพฯ : สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าพระนคร
เหนือ, 2538.

_____. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ, 2536.

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอ็ดดิสัน เพรส
โปรดักส์ จำกัด, 2536.

_____. อธิบายศัพท์ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มัลติมีเดีย. พิมพ์ครั้งแรก. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชา
การเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538. อัดสำเนา.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. รายงานการศึกษาสภาพและปัญหาการเรียนการสอน
สาขาวิชาการอื่น ๆ ของวิทยาลัยครู. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
แห่งชาติ, 2531.

_____. แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ ๘ พ.ศ. ๒๕๔๐-๒๕๔๔. กรุงเทพฯ : อรรถพลการพิมพ์,
2539.

จรัล แสนราช. การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดการเรียนทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชา
วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2520.

✓ ช่างชาติ พันธุ์เวช. การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราม
คำแหง, 2535. อัดสำเนา.

- _____ . "บทย่อความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," เอกสารประกอบการศึกษาอบรม สัมมนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2532.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. แบบฝึกหัดระบบผลิตชุดการสอนแผนจุฬา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2535.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาวน์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.
- ชัยเลิศ พิชิตพรชัย. "แนะนำโปรแกรม ToolBook II Instructor 5.01," ไมโครคอมพิวเตอร์. 140 : 250-255 ; กรุงเทพฯ : บริษัท โรงพิมพ์กรุงเทพ (1984) จำกัด, มีนาคม 2540.
- ชาญชัย ลัญพึ้ง. "การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้สอนสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม," ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร. (2) : 42-43 ; กรุงเทพฯ : ลินคอล์นโปรโมชัน, 2541.
- ชเนนทร์ สุขวารี และธนะพัฒน์ ถึงสุข. เปิดโลกมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์, 2538.
- ชิดชัย สุทธาศวิน. อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : ศรีสุทธา, 2527.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮาส์, 2533.
- เตรียมพล ขอดคำ. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า" โดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน ระหว่างการเรียนแบบกลุ่มกับการเรียนแบบรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีพุดผา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536. อัดสำเนา.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วงกลม โปรดักชัน จำกัด, 2541.
- ธานี ทับทิมโต. "ทิศทางการจัดการศึกษาสาขาสหวิทยาการศึกษาศาสตร์," วารสารสหวิทยาการศึกษาศาสตร์. 2(1) : 1 ; กรุงเทพฯ : มปท., มีนาคม 2536.
- ธีรวิมล บุญโสภณ. การบริหารอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
- นงนุช วรรณวณะ. ระบบโปรแกรมสร้างบทเรียนภาษาไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2535. อัดสำเนา.

นพคุณ ชูทัน. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการประกอบอาชีพอิสระ
ประเภทช่างอุตสาหกรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

นัยนา ลีณะธรรม. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท.. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร, 2534. อัดสำเนา.

นิพนธ์ สุขปรีดี. "คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน," เอกสารประกอบการศึกษาอ
บรมสัมมนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะ
วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2532.

นิภาวรรณ รัตนานนท์. การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องการ
ประเมินผลสภาพทารกแรกคลอดสำหรับนักศึกษาพยาบาล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542. อัดสำเนา.

บรรจบ สุขประภาภรณ์. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เสนอภาพกราฟิกและเสียง เรื่อง ลอจิก
เกท. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
2534. อัดสำเนา.

บุญญา เพียรสุวรรณค์. พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องลิมิตของฟังก์ชันระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. คู่มืออาจารย์ การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน. ฉบับปรับ
ปรุงครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2535.

บุญสืบ พันธุ์ดี. การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน
ปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2536.

✓ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮาส์, 2527.

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," คู่มือสื่อการสอน. พิมพ์ครั้งแรก. กรุงเทพฯ : หจก.
เท็กซ์เอนด์เจอร์นัล, 2535.

- _____ . "มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์," วารสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 90(23) : 25-35 ; กรุงเทพฯ : มปท., กรกฎาคม-กันยายน 2538.
- บุรณะ สมชัย. "การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู - อาจารย์ เพื่อสร้างเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 2(24) : 66-74 ; กรุงเทพฯ : มปท., 2537.
- ประวิทย์ บุญเต็ม. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเสียงและการได้ยินสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2536. อัดสำเนา.
- ประวิทย์ สุดแก้ว. "ห้องเรียนในปี ค.ศ. 2000," วารสาร วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 23 (3) : 112-118 ; ขอนแก่น : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538.
- ปิติชาย ต้นปิติ. ผลของตัวชี้นำ 3 แบบที่มีต่อความสามารถในการอ่านแบบภาพฉายของนักเรียนที่มีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- เปื้อง กิจรัตน์. "การเปิดสอนโปรแกรมหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม," วารสารอุตสาหกรรมศึกษาปริทัศน์. 1(1) : 33-38 ; กรุงเทพฯ : มปท., มีนาคม 2535.
- พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- พัลลภ พริยะสุวรรณ. "มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน," พัฒนาเทคนิคศึกษา. 28(11) : 9-15 ; กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ตุลาคม-ธันวาคม 2541.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ, 2528.
- มนต์ชัย เทียนทอง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรมครู-อาจารย์ และนักฝึกอบรมเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539. อัดสำเนา.
- ยีน ภู่วรรณ. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," เอกสารประกอบการศึกษาอบรมและสัมมนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2532.

_____. "เทคโนโลยีมัลติมีเดีย," ส่งเสริมเทคโนโลยี. 121(22) : 159-163 ; กรุงเทพฯ : บริษัทประชุมทอง พรินต์ติ้งกรุ๊ป จำกัด, 2538.

เรวัตร กัญญา. การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่าน ความสามารถทางการเขียน และความสนใจในวิธีสอนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

✓ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.

วิชาการ, กรม. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.

วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2530.

วิไล กัลยาณวัจน์. การศึกษามลภาวะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องเมืองไทยของเรา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542. อัดสำเนา.

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต. การเปรียบเทียบผลการเรียน วิชาฟิสิกส์ จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

ศรีศักดิ์ จามรมาน. "การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย," เอกสารประกอบการศึกษาอบรมและสัมมนา คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์ สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2532.

ส่งเสริมวิชาการ, สำนัก. คู่มือนักศึกษา ภาคปกติ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2537. เพชรบูรณ์ : ดีดีการพิมพ์, 2537.

_____. คู่มือนักศึกษา สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2539. กรุงเทพฯ : วิชาการพิมพ์, 2539.

สภาสถาบันราชภัฏ, สำนักงาน. รหัสและคำอธิบายรายวิชาหลักสูตรสถาบันราชภัฏ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536 หมวดวิชาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2539.

- สมควร ศรีภูสิตโต. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคลและแบบร่วมมือ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
- สมบัติ เครือทอง. คู่มือการใช้โปรแกรม MULTIMEDIA TOOLBOOK 4.0 สำหรับ WINDOWS. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น. กรุป จำกัด, 2540.
- สมปรารธนา วงศ์บุญหนัก. การพัฒนานวัตกรรมการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.
- สรินทร์ ศรีสมพันธุ์. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขา 3 แบบ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
- สาริต วงศ์วิวัฒนานนท์. "สร้างชีวิตของตนเอง : เครื่องมือสร้างมัลติมีเดีย," PC Magazine Thailand. 48(4) : 111-141 ; กรุงเทพฯ, มกราคม 1997.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. "เทคนิคการออกแบบบทเรียน Tutorial โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," วารสารครุศาสตร์. (16) : 75-89 ; กรุงเทพฯ : มทป., 2531.
- สุขสันต์ แก้วม่วง. ศึกษาความต้องการเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนกรมศึกษา ในสหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," เทคโนโลยีการศึกษา. 2(2) : กรุงเทพฯ : บริษัท สหมิตรพรินต์ติ้ง จำกัด, มกราคม-เมษายน 2538.
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. "สื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา," จดหมายข่าวฝ่ายวิชาการ. 3(1) : 8-10 ; กรุงเทพฯ : มปท., ธันวาคม 2538-กุมภาพันธ์ 2539.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," วารสารศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง. 2(4) : 15-27 ; กรุงเทพฯ : มปท., 2537.
- สุวิทย์ ไวยกุล. "บทเรียน CAI," วารสารเวชนิทัศน์. 1(15) : 34-38 ; กรุงเทพฯ : มปท., กันยายน-ธันวาคม 2536.

- สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สหมิตร, 2527.
- เสาวณีย์ สีขำบัณฑิต. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- สำเร็จ สมไทย. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับวิธีการจัดการเรียน 2 แบบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- อดิศักดิ์ เขินเสถียร. "แนวทางกว้าง ๆ ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย," พัฒนาเทคนิคศึกษา. 28 (11) : 35-38 ; กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ตุลาคม-ธันวาคม 2541.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทกราฟแมนเพรส จำกัด, 2530.
- อาทิตย์ จิรวฒนผล. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538. อัดสำเนา.
- อุทุมพร จามรมาน. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- Alessi Stephen M. and Trollip Stanley R. Computer-Based Instruction. Englewood Cliffs. New Jersey : Prentice Hall, 1991.
- Asymetrix Corporation. Asymetrix Toolbook User Manual. USA : Printed and Reproduced in the United States of America, 1994.
- Dottie Natal and Erik Reitan. Special Using Asymetrix Multimedia Toolbook 4. USA : Que Corporation, 1995.
- Fletcher, J., A. "Computer-assisted instruction and students attitudes toward school : A case study of fourth-grade classroom," Dissertation Abstracts International. The University of Alabama, 1996.
- Goodman, R. I., Fletcher, K.A. and Schneider, E.W. "The effectiveness index as comparative measure in media product evaluations," Educational Technology. 30-40 ; September, 1980.

- May, G. "the use of computer-assisted instruction in non-conventional classroom environments in higher education," Dissertation Abstracts International. Illinois State University, 1996.
- Park, K. "A Computer Study of the Traditional Calculus Courses VS. the Calculus & Mathematica Course (CAI. Calculus & Mathematica)," Dissertation Abstracts International. 54(01) : 119-A ; July, 1993.
- Rosner, E. "An Evaluation of a Computer-Assisted Instructional Unit in Basic Electrical Awareness for Sixth Through Ninth Grade Science Students," Dissertation Abstracts International. 50 : 669-A-670-A ; September, 1989.
- Sims Roderick. Computer-Based Training. UTS Press. Sydney : 1991.
- Tongyoo, S. A Study of Using Microcomputer Software to Enbance Calculus. Introduction. Doctor's Dissertation. New York : Syracuse University, 1989.
- Venable, M., H. "The effects of a computer-Based multimedia general chemistry laboratory manual on student attitudes and achievement as related to gender, ethnicity, self-confidence and knowledge of chemical terms," Dissertation Abstracts International. Georgia State University, 1996.
- Winslow, J., R. "Efficacy of a computer multimedia program (Vocabulary)," Dissertation Abstracts International. The University of North Carolina at Chapel Hill, 1995.





ตาราง 4 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	n_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
1	3	47	3	36	1	0.7660	0.2340	0.78
2	3	47	3	37	1	0.7872	0.2128	0.80
3	3	47	3	10	1	0.2128	0.7872	0.26
4	3	47	3	34	1	0.7234	0.2766	0.74
5	3	47	2	9	0.667	0.1915	0.4752	0.22
6	3	47	3	36	1	0.7660	0.2340	0.78
7	3	47	3	22	1	0.4681	0.5319	0.50
8	3	47	3	35	1	0.7447	0.2553	0.76
9	3	47	3	34	1	0.7234	0.2766	0.74
10	3	47	3	35	1	0.7447	0.2553	0.76
11	2	47	3	11	0.667	0.2340	0.4326	0.26
12	3	47	3	36	1	0.7660	0.2340	0.78
13	3	47	3	33	1	0.7021	0.2979	0.72
14	3	47	3	20	1	0.4255	0.5745	0.46
15	3	47	3	35	1	0.7447	0.2553	0.76
16	3	47	3	34	1	0.7234	0.2766	0.74
17	3	47	3	33	1	0.7021	0.2979	0.72
18	3	47	3	32	1	0.6809	0.3191	0.70
19	2	47	3	10	0.667	0.2128	0.4539	0.24
20	3	47	3	31	1	0.6596	0.3404	0.68
21	3	47	3	19	1	0.4043	0.5957	0.44

หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์.

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

- เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก
 n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
 n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
 U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

- เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
 R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
 N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำจำนวน 21 ข้อ

ตาราง 5 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	n_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
22	6	44	5	19	0.833	0.4318	0.4015	0.48
23	6	44	4	18	0.677	0.4091	0.2576	0.44
24	6	44	6	33	1.00	0.7500	0.2500	0.78
25	6	44	6	30	1.00	0.6818	0.3182	0.72
26	6	44	5	25	0.833	0.5682	0.2652	0.60
27	6	44	6	30	1.00	0.6818	0.3182	0.72
28	6	44	6	30	1.00	0.6818	0.3182	0.72
29	6	44	6	32	1.00	0.7273	0.2727	0.76
30	6	44	6	29	1.00	0.6591	0.3409	0.70
31	6	44	5	20	0.833	0.4545	0.3788	0.50
32	6	44	4	17	0.677	0.3864	0.2803	0.42
33	6	44	6	31	1.00	0.7045	0.2955	0.74
34	6	44	6	32	1.00	0.7273	0.2727	0.76
35	6	44	5	16	0.833	0.3636	0.4697	0.42
36	6	44	5	11	0.833	0.2500	0.5833	0.32
37	6	44	6	30	1.00	0.6818	0.3182	0.72
38	6	44	5	27	0.833	0.6136	0.2197	0.64
39	6	44	5	17	0.833	0.3864	0.4470	0.44
40	6	44	3	8	0.50	0.1818	0.3182	0.22
41	6	44	5	26	0.833	0.5909	0.2424	0.62
42	6	44	4	1	0.677	0.3864	0.2803	0.42

หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์.

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

- เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก
 n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
 n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
 U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

- เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
 R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
 N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็นจำนวน 7 ข้อ

ตาราง 6 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	n_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
43	2	48	1	12	0.5	0.2500	0.2500	0.26
44	2	48	1	10	0.5	0.2083	0.2917	0.22
45	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
46	2	48	2	22	1	0.4583	0.5417	0.48
47	2	48	2	25	1	0.5208	0.4792	0.54
48	2	48	2	13	1	0.2708	0.7292	0.30
49	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
50	2	48	2	36	1	0.7500	0.2500	0.76
51	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
52	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
53	2	48	1	9	0.5	0.1875	0.3125	0.20
54	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
55	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72
56	2	48	2	38	1	0.7917	0.2083	0.80
57	2	48	2	20	1	0.4167	0.5833	0.44
58	2	48	1	11	0.5	0.2292	0.2708	0.24
59	2	48	2	36	1	0.7500	0.2500	0.76
60	2	48	2	18	1	0.3750	0.6250	0.40
61	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72
62	2	48	2	20	1	0.4167	0.5833	0.44
63	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก

n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์

n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนก ผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น จำนวน 21 ข้อ

ตาราง 7 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	n_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
64	12	38	9	17	0.75	0.4474	0.3026	0.52
65	12	38	11	26	0.917	0.6842	0.2325	0.74
66	12	38	11	25	0.917	0.6579	0.2588	0.72
67	12	38	12	27	1	0.7105	0.2895	0.78
68	12	38	12	26	1	0.6842	0.3158	0.76
69	12	38	12	27	1	0.7105	0.2895	0.78
70	12	38	12	24	1	0.6316	0.3684	0.72
71	12	38	11	15	0.917	0.3947	0.5219	0.52
72	12	38	12	24	1	0.6316	0.3684	0.72
73	12	38	11	24	0.917	0.6316	0.2851	0.70
74	12	38	10	23	0.833	0.6053	0.2281	0.66
75	12	38	12	25	1	0.6579	0.3421	0.74
76	12	38	10	12	0.833	0.3158	0.5175	0.44
77	12	38	10	12	0.833	0.3158	0.5175	0.44
78	12	38	9	10	0.75	0.2632	0.4868	0.38
79	12	38	11	23	0.917	0.6053	0.3114	0.68
80	12	38	11	25	0.917	0.6579	0.2588	0.72
81	12	38	11	26	0.917	0.6842	0.2325	0.74
82	12	38	12	23	1	0.6053	0.3947	0.70
83	12	38	12	27	1	0.7105	0.2895	0.78
84	12	38	12	26	1	0.6842	0.3158	0.76

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	ค่าอำนาจจำแนก
	n_1	จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
	n_2	จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
	U	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
	L	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
	R	จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนก ผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอดจำนวน 21 ข้อ

ตาราง 8 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ
 หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคย
 เรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	N_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
1	6	44	6	33	1	0.7500	0.2500	0.78
2	6	44	6	32	1	0.7273	0.2727	0.76
3	6	44	5	13	0.833	0.2955	0.5379	0.36
4	6	44	6	31	1	0.7045	0.2955	0.74
5	6	44	5	9	0.833	0.2045	0.6288	0.28
6	6	44	6	33	1	0.7500	0.2500	0.78
7	6	44	5	18	0.833	0.4091	0.4242	0.46
8	6	44	6	32	1	0.7273	0.2727	0.76
9	6	44	6	31	1	0.7045	0.2955	0.74
10	6	44	6	32	1	0.7273	0.2727	0.76
11	6	44	4	13	0.667	0.2955	0.3712	0.34
12	6	44	6	32	1	0.7273	0.2727	0.76
13	6	44	6	30	1	0.6818	0.3182	0.72
14	6	44	5	22	0.833	0.5000	0.3333	0.54
15	6	44	6	32	1	0.7273	0.2727	0.76
16	6	44	6	31	1	0.7045	0.2955	0.74
17	6	44	3	29	1	0.6591	0.3409	0.70
18	6	44	6	29	1	0.6591	0.3409	0.70
19	6	44	4	12	0.667	0.2727	0.3939	0.32
20	6	44	6	28	1	0.6364	0.3636	0.68
21	6	44	6	17	1	0.3864	0.6136	0.46

หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์).

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก

n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์

n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนก ผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำจำนวน 21 ข้อ

ตาราง 9 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ
หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่
เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	N_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
22	6	44	5	19	0.833	0.4318	0.4015	0.48
23	6	44	4	18	0.667	0.4091	0.2576	0.44
24	6	44	6	31	1	0.7045	0.2955	0.74
25	6	44	6	30	1	0.6818	0.3182	0.72
26	6	44	6	24	1	0.5455	0.4545	0.60
27	6	44	6	30	1	0.6818	0.3182	0.72
28	6	44	6	28	1	0.6364	0.3636	0.68
29	6	44	6	31	1	0.7045	0.2955	0.74
30	6	44	6	29	1	0.6591	0.3409	0.70
31	6	44	6	19	1	0.4318	0.5682	0.50
32	6	44	4	17	0.667	0.3864	0.2803	0.42
33	6	44	6	31	1	0.7045	0.2955	0.74
34	6	44	6	32	1	0.7273	0.2727	0.76
35	6	44	6	19	1	0.4318	0.5682	0.50
36	6	44	5	11	0.833	0.2500	0.5833	0.32
37	6	44	6	30	1	0.6818	0.3182	0.72
38	6	44	6	26	1	0.5909	0.4091	0.64
39	6	44	5	20	0.833	0.4545	0.3788	0.50
40	6	44	4	9	0.667	0.2045	0.4621	0.26
41	6	44	5	26	0.833	0.5909	0.2424	0.62
42	6	44	4	17	0.667	0.3864	0.2803	0.42

หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก

n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์

n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็นจำนวน 21 ข้อ

ตาราง 10 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ
หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียน
วิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	N_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
43	2	48	2	12	1	0.2500	0.7500	0.28
44	2	48	1	11	0.5	0.2292	0.2708	0.24
45	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72
46	2	48	2	22	1	0.4583	0.5417	0.48
47	2	48	2	25	1	0.5208	0.4792	0.54
48	2	48	2	13	1	0.2708	0.7292	0.30
49	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
50	2	48	2	36	1	0.7500	0.2500	0.76
51	2	48	2	33	1	0.6875	0.3125	0.70
52	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
53	2	48	1	9	0.5	0.1875	0.3125	0.20
54	2	48	2	35	1	0.7292	0.2708	0.74
55	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72
56	2	48	2	38	1	0.7917	0.2083	0.80
57	2	48	2	20	1	0.4167	0.5833	0.44
58	2	48	1	12	0.5	0.2500	0.2500	0.26
59	2	48	2	36	1	0.7500	0.2500	0.76
60	2	48	2	20	1	0.4167	0.5833	0.44
61	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72
62	2	48	2	21	1	0.4375	0.5625	0.46
63	2	48	2	34	1	0.7083	0.2917	0.72

หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเจิด ภิญโญนนตพงษ์.

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

- เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก
- n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
- n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
- U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
- L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

- เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
- R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
- N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็นจำนวน 21 ข้อ

ตาราง 11 แสดงค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอิงเกณฑ์ (B) และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ
หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด ที่ทดสอบกับนักศึกษาที่
เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว 50 คน

ข้อสอบที่	n_1	N_2	U	L	U/n_1	L/n_2	B	P
64	14	36	10	16	0.714	0.4444	0.2698	0.52
65	14	36	13	24	0.929	0.6667	0.2619	0.74
66	14	36	13	23	0.929	0.6389	0.2897	0.72
67	14	36	14	24	1	0.6667	0.3333	0.76
68	14	36	14	22	1	0.6111	0.3889	0.72
69	14	36	13	26	0.929	0.7222	0.2063	0.78
70	14	36	14	25	1	0.6944	0.3056	0.78
71	14	36	11	15	0.786	0.4167	0.3690	0.52
72	14	36	13	23	0.929	0.6389	0.2897	0.72
73	14	36	13	25	0.929	0.6944	0.2341	0.76
74	14	36	12	21	0.857	0.5833	0.2738	0.66
75	14	36	13	21	0.929	0.5833	0.3452	0.68
76	14	36	10	14	0.714	0.3889	0.3254	0.48
77	14	36	12	14	0.857	0.3889	0.4683	0.52
78	14	36	8	12	0.571	0.3333	0.2381	0.40
79	14	36	13	22	0.929	0.6111	0.3175	0.70
80	14	36	13	23	0.929	0.6389	0.2897	0.72
81	14	36	13	24	0.929	0.6667	0.2619	0.74
82	14	36	13	22	0.929	0.6111	0.3175	0.70
83	14	36	14	24	1	0.6667	0.3333	0.76
84	14	36	14	23	1	0.6389	0.3611	0.74

หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (B) (บุญเชิด ภิบุญอนันตพงษ์.

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B ค่าอำนาจจำแนก

n_1 จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์

n_2 จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

U จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) (ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

N จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนก ผู้รอบรู้-ไม่รอบรู้ได้ดี ผลปรากฏว่าข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้ง 21 ข้อ มีค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปบ่งชี้ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-1.0 ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติ ของไดโอดและการสร้างไดโอดจำนวน 21 ข้อ

การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ ตามวิธีของเบรนนอนและเคน

ตาราง 12 ตารางบันทึกผลการสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบระหว่างเรียน แล้วหาคะแนนรวม และคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคน เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีของเบรนนอนและเคน

นักเรียนคนที่	X_i	$\bar{X}_i$	$(\bar{X}_i)^2$
1	68	0.810	0.6553
2	68	0.810	0.6553
3	68	0.810	0.6553
4	64	0.762	0.5805
5	63	0.750	0.5625
6	62	0.738	0.5448
7	61	0.726	0.5274
8	60	0.714	0.5102
9	60	0.714	0.5102
10	59	0.702	0.4933
11	59	0.702	0.4933
12	59	0.702	0.4933
13	58	0.690	0.4768
14	57	0.679	0.4605
15	55	0.655	0.4287
16	55	0.655	0.4287
17	54	0.643	0.4133
18	54	0.643	0.4133
19	54	0.643	0.4133
20	53	0.631	0.3981
21	53	0.631	0.3981
22	52	0.619	0.3832
23	52	0.619	0.3832
24	51	0.607	0.3686

ตาราง 12 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	X_i	$\bar{X}_i$	$(\bar{X}_i)^2$
25	51	0.607	0.3686
26	51	0.607	0.3686
27	50	0.595	0.3543
28	50	0.595	0.3543
29	49	0.583	0.3403
30	49	0.583	0.3403
31	49	0.583	0.3403
32	48	0.571	0.3265
33	47	0.560	0.3131
34	47	0.560	0.3131
35	46	0.548	0.2999
36	46	0.548	0.2999
37	45	0.536	0.2870
38	45	0.536	0.2870
39	45	0.536	0.2870
40	43	0.512	0.2620
41	43	0.512	0.2620
42	41	0.488	0.2382
43	39	0.464	0.2156
44	38	0.452	0.2046
45	38	0.452	0.2046
46	37	0.440	0.1940
47	36	0.429	0.1837
48	35	0.417	0.1736
49	34	0.405	0.1638
50	33	0.393	0.1543
X_j	2534	30.167	18.7840

สูตรหาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของเบรนนอนและเคน

$$M(C) = 1 - \frac{1}{n-1} \left[\frac{\bar{X}_{ij}(1 - \bar{X}_{ij}) - S^2(\bar{X}_i)^2}{(\bar{X}_{ij} - C)^2 + S^2(\bar{X}_i)^2} \right]$$

เมื่อ $M(C)$ ดัชนีความเชื่อมั่นของคะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์

$\bar{X}_{ij}$ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งหมด

$S^2(\bar{X}_i)^2$ ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนรายบุคคล

C คะแนนจุดตัดของข้อสอบ ที่ถือเป็นเกณฑ์ผ่าน

หาค่า $\bar{X}_{ij}$ = ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งหมด

$$= \frac{2534}{50 \times 84}$$

$$= 0.603$$

หาค่า $S^2(\bar{X}_i)^2$ = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนรายบุคคล

$$= \frac{50 \times 18.784 - (30.167)^2}{50(50-1)}$$

$$= 0.0119$$

หาค่า C = คะแนนจุดตัดรวมของข้อสอบทั้งฉบับ

$$= n - (2/A) [n(A-1)]^{1/2}$$

เมื่อ $n = 84$, $A = 5$

$$C = 84 - (2/5) [84(5-1)]^{1/2}$$

$$= 76.667$$

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{76.667}{84} = 0.913$$

แทนค่าในสูตร

$$M(C) = 1 - \frac{1}{n-1} \left[\frac{\bar{X}_{ij}(1 - \bar{X}_{ij}) - S^2(\bar{X}_i)^2}{(\bar{X}_{ij} - C)^2 + S^2(\bar{X}_i)^2} \right]$$

$$= 1 - \frac{1}{83} \left[\frac{0.603(1-0.603) - 0.0119}{(0.603-0.912)^2 + 0.0119} \right]$$

$$= 0.975$$

ฉะนั้นแบบทดสอบระหว่างเรียนฉบับนี้มีความเชื่อมั่นสูงเท่ากับ 0.975

การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ ตามวิธีของเบรนนอนและเคน

ตาราง 13 ตารางบันทึกผลการสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบหลังเรียน แล้วหาคะแนนรวม และคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคน เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีของเบรนนอนและเคน

นักเรียนคนที่	X_i	$\bar{X}_i$	$(\bar{X}_i)^2$
1	70	0.833	0.694
2	70	0.833	0.694
3	69	0.821	0.675
4	67	0.798	0.636
5	63	0.750	0.563
6	62	0.738	0.545
7	61	0.726	0.527
8	60	0.714	0.510
9	58	0.690	0.477
10	58	0.690	0.477
11	58	0.690	0.477
12	58	0.690	0.477
13	57	0.679	0.460
14	57	0.679	0.460
15	57	0.679	0.460
16	56	0.667	0.444
17	56	0.667	0.444
18	55	0.655	0.429
19	54	0.643	0.413
20	53	0.631	0.398
21	53	0.631	0.398
22	53	0.631	0.398
23	53	0.631	0.398
24	53	0.631	0.398

ตาราง 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	X_i	$\bar{X}_i$	$(\bar{X}_i)^2$
25	52	0.619	0.383
26	51	0.607	0.369
27	51	0.607	0.369
28	50	0.595	0.354
29	50	0.595	0.354
30	49	0.583	0.340
31	49	0.583	0.340
32	49	0.583	0.340
33	48	0.571	0.327
34	48	0.571	0.327
35	48	0.571	0.327
36	47	0.560	0.313
37	47	0.560	0.313
38	46	0.548	0.300
39	45	0.536	0.287
40	43	0.512	0.262
41	42	0.500	0.250
42	41	0.488	0.238
43	41	0.488	0.238
44	41	0.488	0.238
45	38	0.452	0.205
46	36	0.429	0.184
47	36	0.429	0.184
48	35	0.417	0.174
49	35	0.417	0.174
50	33	0.393	0.154
X_i	2562	30.500	19.197

สูตรหาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของเบรนนอนและเคน

$$M(C) = 1 - \frac{1}{n-1} \left[\frac{\bar{X}_{ij}(1-\bar{X}_{ij}) - S^2(\bar{X}_i)^2}{(\bar{X}_{ij} - C)^2 + S^2(\bar{X}_i)^2} \right]$$

เมื่อ	M(C)	ดัชนีความเชื่อมั่นของคะแนนแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	$\bar{X}_{ij}$	ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งหมด
	$S^2(\bar{X}_i)^2$	ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนรายบุคคล
	C	คะแนนจุดตัดของข้อสอบ ที่ถือเป็นเกณฑ์ผ่าน

หาค่า $\bar{X}_{ij}$ = ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งหมด

$$= \frac{2562}{50 \times 84}$$

$$= 0.61$$

หาค่า $S^2(\bar{X}_i)^2$ = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนรายบุคคล

$$= \frac{50 \times 19.197 - (30.5)^2}{50(50-1)}$$

$$= 0.012$$

หาค่า C = คะแนนจุดตัดรวมของข้อสอบทั้งฉบับ

$$= n - (2/A) [n(A-1)]^{1/2}$$

เมื่อ $n = 84$, $A = 5$

$$C = 84 - (2/5) [84(5-1)]^{1/2}$$

$$= 76.667$$

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{76.667}{84} = 0.913$$

แทนค่าในสูตร

$$M(C) = 1 - \frac{1}{n-1} \left[\frac{\bar{X}_{ij}(1-\bar{X}_{ij}) - S^2(\bar{X}_i)^2}{(\bar{X}_{ij} - C)^2 + S^2(\bar{X}_i)^2} \right]$$

$$= 1 - \frac{1}{83} \left[\frac{0.61(1-0.61) - 0.012}{(0.61 - 0.913)^2 + 0.012} \right]$$

$$= 0.974$$

ฉะนั้นแบบทดสอบหลังเรียนฉบับนี้มีความเชื่อมั่นสูงเท่ากับ 0.974

แบบประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบระหว่างเรียน

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องประเมิน ตามระดับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบในแบบทดสอบระหว่างเรียน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
1. บอกโครงสร้างของอะตอมได้อย่างถูกต้อง	1.			
2. อธิบายสมบัติของอะตอมได้อย่างถูกต้อง	2.			
3. อธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของประจุต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	3.			
4. บอกชื่อชั้นของอิเล็กตรอนในอะตอมได้อย่างถูกต้อง	4.			
5. แยกจำนวนอิเล็กตรอนในชั้นเวเลนซ์ออกจากจำนวนอิเล็กตรอนของธาตุที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง	5.			
6. เขียนโครงสร้าง 2 มิติของชั้นอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสของธาตุที่บอกแต่จำนวนอิเล็กตรอนได้อย่างถูกต้อง	6.			
7. อธิบายการเกิดอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	7.			
8. เลือกใช้อิเล็กตรอนในแถบพลังงานของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	8.			
9. บ่งชี้ข้อที่เป็นสมบัติของแถบพลังงานได้อย่างถูกต้อง	9.			
10. บอกความหมายของอิเล็กตรอนอิสระได้อย่างถูกต้อง	10.			
11. ชี้ข้อแตกต่างของแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ และจำนวนของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	11.			
12. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้อย่างถูกต้อง	12.			
13. เลือกใช้สารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	13.			
14. นำกฎการจัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นของธาตุมารจัดเรียงอิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	14.			
15. เขียนแผนภูมิสองมิติแสดงการยึดเกาะกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ของอะตอมสารกึ่งตัวนำที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	15.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
16. อธิบายการเกิดโพลได้อย่างถูกต้อง	16.			
17. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการคอมบิเนชันได้อย่างถูกต้อง	17.			
18. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการ รีคอมบิเนชันได้อย่างถูกต้อง	18.			
19. อธิบายการนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	19.			
20. เมื่อต้องการให้อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ไปยังแถบนำกระแส สามารถเลือกขนาดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อยที่ต้องป้อนให้กับสารกึ่งตัวนำนั้นได้อย่างถูกต้อง	20.			
21. เปรียบเทียบข้อแตกต่างของพาหะนำประจุไฟฟ้าของตัวนำและสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	21.			
22. เมื่อมีตัวอย่างกระบวนการต่างๆ สามารถบ่งชี้การใดไปได้อย่างถูกต้อง	22.			
23. ชี้ข้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์กับสารกึ่งตัวนำที่โด๊ปแล้วได้อย่างถูกต้อง	23.			
24. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	24.			
25. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปนที่ทำให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	25.			
26. บอกเหตุผลของการเติมสารเจือปนให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ได้อย่างถูกต้อง	26.			
27. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น จากธาตุที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	27.			
28. บอกความหมายของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง	28.			
29. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง	29.			
30. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปน ที่ทำให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง	30.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
31. บอกผลของการเติมสารเจือปนให้สารกึ่งตัวนำเป็นแบบพี ได้อย่างถูกต้อง	31.			
32. ชี้ข้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	32.			
33. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบพี จากธาตุที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	33.			
34. บอกความหมายของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง	34.			
35. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ให้สามารถบอกตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง	35.			
36. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง	36.			
37. บอกลักษณะของพาหะของสารกึ่งตัวนำที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	37.			
38. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	38.			
39. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบพี ให้สามารถบอกตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง	39.			
40. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง	40.			
41. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบพี ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	41.			
42. เปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	42.			
43. สรุปกระบวนการการเกิดบริเวณปลอดพาหะของรอยต่อพี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	43.			
44. ระบุผลที่เกิดจากการเชื่อมต่อรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	44.			
45. บอกค่าความต่างศักย์ที่บริเวณเขตปลอดพาหะของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	45.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
46. บอกความหมายของระดับพลังงานเฟอร์มิได้อย่างถูกต้อง	46.			
47. บอกตำแหน่งระดับพลังงานเฟอร์มิของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	47.			
48. ชี้ข้อแตกต่างของระดับพลังงานเฟอร์มิก่อนและหลังการเชื่อมต่อของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	48.			
49. บอกความหมายของการให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	49.			
50. เขียนวงจรแสดงการไบแอสไปหน้าให้กับรอยต่อพี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	50.			
51. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง	51.			
52. อธิบายผลที่เกิดกับเขตปลอดพาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าได้อย่างถูกต้อง	52.			
53. บ่งชี้ค่าระดับแถบพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าได้อย่างถูกต้อง	53.			
54. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถนำผลการไบแอสไปหน้ามาใช้ได้อย่างถูกต้อง	54.			
55. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง	55.			
56. อธิบายผลที่เกิดกับเขตปลอดพาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	56.			
57. บอกการเกิดกระแสอิมิตัวผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	57.			
58. บ่งชี้ค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	58.			
59. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถนำผลการไบแอสผ่นกลับมาใช้ได้อย่างถูกต้อง	59.			
60. ชี้ข้อแตกต่างของการไบแอสไปหน้า กับการไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	60.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
61. บอกการเกิดการทลายที่รอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	61.			
62. ชี้อธิบายแตกต่างของการทลายแบบซีเนอร์กับการทลายแบบอะวาลานซ์ได้อย่างถูกต้อง	62.			
63. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบ่งชี้ถึงสภาพของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	63.			
64. อธิบายลักษณะสัญลักษณ์ของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	64.			
65. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบ่งชี้ขั้วของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	65.			
66. ระบุอุปกรณ์ที่เป็นไดโอดจากตัวอย่างที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	66.			
67. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถใช้สมบัติของไดโอดอุดมคติได้อย่างถูกต้อง	67.			
68. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดอุดมคติตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	68.			
69. อธิบายสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	69.			
70. เขียนรูปสภาพกระแสของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	70.			
71. บอกข้อแตกต่างระหว่างสมบัติของไดโอดอุดมคติ กับสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	71.			
72. บอกความหมายของแรงดันคัตอินได้อย่างถูกต้อง	72.			
73. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดจริงตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	73.			
74. ชี้อธิบายแตกต่างของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าและแรงดันไบแอสผันกลับได้อย่างถูกต้อง	74.			
75. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอด สามารถบอกสภาพไดโอดได้อย่างถูกต้อง	75.			
76. บ่งชี้ความสัมพันธ์ของการวัดไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ในสถานการณ์ที่กำหนด กับการไบแอสไดโอดได้อย่างถูกต้อง	76.			
77. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอด สามารถบอกค่าของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	77.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
78. บ่งชี้ข้อความสัมพันธ์ของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอส กับความต้านทานของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	78.			
79. สามารถออกแบบวงจรเพื่อใช้ตรวจสภาพไดโอด โดยไม่มีมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง	79.			
80. บอกข้อเสียของไดโอดแบบจุดสัมผัสได้อย่างถูกต้อง	80.			
81. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบปลูกรอยต่อได้อย่างถูกต้อง	81.			
82. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบอัลลอยได้อย่างถูกต้อง	82.			
83. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบแพร่ได้อย่างถูกต้อง	83.			
84. เมื่อบอกข้อดีของการสร้างไดโอดแล้วสามารถบอกชื่อวิธีการสร้างไดโอดได้อย่างถูกต้อง	84.			

ผู้ประเมิน.....

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียน กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Item – Objective Congruence : IOC) เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1	1	+1	+1	+1	+3	+1.0
2	2	+1	+1	0	+2	+0.67
3	3	+1	+1	+1	+3	+1.0
4	4	+1	+1	+1	+3	+1.0
5	5	+1	+1	+1	+3	+1.0
6	6	+1	+1	+1	+3	+1.0
7	7	+1	+1	+1	+3	+1.0
8	8	+1	+1	+1	+3	+1.0
9	9	+1	+1	+1	+3	+1.0
10	10	+1	+1	+1	+3	+1.0
11	11	+1	+1	+1	+3	+1.0
12	12	+1	+1	+1	+3	+1.0
13	13	+1	+1	0	+2	+0.67
14	14	+1	+1	+1	+3	+1.0
15	15	+1	+1	+1	+3	+1.0
16	16	+1	+1	+1	+3	+1.0
17	17	+1	+1	0	+2	+0.67
18	18	+1	+1	+1	+3	+1.0
19	19	+1	0	+1	+2	+0.67
20	20	+1	+1	+1	+3	+1.0
21	21	+1	+1	+1	+3	+1.0
22	22	+1	+1	+1	+3	+1.0
23	23	+1	+1	+1	+3	+1.0
24	24	+1	+1	+1	+3	+1.0
25	25	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
26	26	+1	+1	+1	+3	+1.0
27	27	+1	+1	+1	+3	+1.0
28	28	+1	+1	+1	+3	+1.0
29	29	+1	+1	+1	+3	+1.0
30	30	+1	+1	+1	+3	+1.0
31	31	+1	+1	+1	+3	+1.0
32	32	+1	+1	+1	+3	+1.0
33	33	+1	+1	+1	+3	+1.0
34	34	+1	+1	+1	+3	+1.0
35	35	+1	+1	+1	+3	+1.0
36	36	+1	+1	+1	+3	+1.0
37	37	+1	+1	+1	+3	+1.0
38	38	0	+1	+1	+2	+0.67
39	39	+1	+1	+1	+3	+1.0
40	40	+1	+1	+1	+3	+1.0
41	41	0	+1	+1	+2	+0.67
42	42	+1	+1	+1	+3	+1.0
43	43	+1	+1	+1	+3	+1.0
44	44	+1	+1	+1	+3	+1.0
45	45	+1	+1	+1	+3	+1.0
46	46	+1	+1	+1	+3	+1.0
47	47	+1	+1	+1	+3	+1.0
48	48	+1	+1	+1	+3	+1.0
49	49	+1	+1	+1	+3	+1.0
50	50	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
51	51	+1	+1	+1	+3	+1.0
52	52	+1	+1	+1	+3	+1.0
53	53	+1	+1	+1	+3	+1.0
54	54	+1	0	+1	+2	+0.67
55	55	+1	+1	+1	+3	+1.0
56	56	+1	+1	+1	+3	+1.0
57	57	+1	+1	+1	+3	+1.0
58	58	+1	+1	+1	+3	+1.0
59	59	+1	+1	+1	+3	+1.0
60	60	+1	+1	+1	+3	+1.0
61	61	+1	+1	+1	+3	+1.0
62	62	+1	+1	+1	+3	+1.0
63	63	+1	+1	+1	+3	+1.0
64	64	+1	+1	0	+2	+0.67
65	65	+1	+1	+1	+3	+1.0
66	66	+1	+1	+1	+3	+1.0
67	67	+1	+1	0	+2	+0.67
68	68	+1	+1	+1	+3	+1.0
69	69	+1	+1	+1	+3	+1.0
70	70	+1	0	+1	+2	+0.67
71	71	+1	+1	+1	+3	+1.0
72	72	+1	+1	+1	+3	+1.0
73	73	+1	+1	+1	+3	+1.0
74	74	+1	+1	+1	+3	+1.0
75	75	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
76	76	+1	+1	+1	+3	+1.0
77	77	+1	+1	+1	+3	+1.0
78	78	+1	+1	+1	+3	+1.0
79	79	+1	+1	+1	+3	+1.0
80	80	+1	+1	+1	+3	+1.0
81	81	+1	+1	+1	+3	+1.0
82	82	+1	+1	+1	+3	+1.0
83	83	+1	+1	+1	+3	+1.0
84	84	+1	+1	+1	+3	+1.0

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีมากกว่า 0.50 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.50 ตัดทิ้งแล้วออกข้อสอบใหม่ จนมีค่าดัชนีมากกว่า 0.50 ได้ข้อสอบที่นำไปใช้ทดสอบหาค่าอำนาจจำแนกจำนวน 84 ข้อ

$$\text{สูตร IOC} = \Sigma R / N$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

แบบประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบหลังเรียน

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องประเมิน ตามระดับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบในแบบทดสอบหลังเรียน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
1. บอกโครงสร้างของอะตอมได้อย่างถูกต้อง	1.			
2. อธิบายสมบัติของอะตอมได้อย่างถูกต้อง	2.			
3. อธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของประจุต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	3.			
4. บอกชื่อชั้นของอิเล็กตรอนในอะตอมได้อย่างถูกต้อง	4.			
5. แยกจำนวนอิเล็กตรอนในชั้นเวเลนซ์ออกจากจำนวนอิเล็กตรอนของธาตุที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง	5.			
6. เขียนโครงสร้าง 2 มิติของชั้นอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสของธาตุที่บอกแต่จำนวนอิเล็กตรอนได้อย่างถูกต้อง	6.			
7. อธิบายการเกิดอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	7.			
8. เลือกใช้อิเล็กตรอนในแถบพลังงานของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	8.			
9. บ่งชี้ข้อที่เป็นสมบัติของแถบพลังงานได้อย่างถูกต้อง	9.			
10. บอกความหมายของอิเล็กตรอนอิสระได้อย่างถูกต้อง	10.			
11. ชี้ข้อแตกต่างของแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ และจำนวนของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	11.			
12. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้อย่างถูกต้อง	12.			
13. เลือกใช้สารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	13.			
14. นำกฎการจัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นของธาตุมาจัดเรียงอิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	14.			
15. เขียนแผนภูมิสองมิติแสดงการยึดเกาะกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ของอะตอมสารกึ่งตัวนำที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	15.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
16. อธิบายการเกิดโพลได้อย่างถูกต้อง	16.			
17. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการคอมบินชันได้อย่างถูกต้อง	17.			
18. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการ รีคอมบินชันได้อย่างถูกต้อง	18.			
19. อธิบายการนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	19.			
20. เมื่อต้องการให้อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ไปยังแถบนำกระแส สามารถเลือกขนาดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อยที่ต้องป้อนให้กับสารกึ่งตัวนำนั้นได้อย่างถูกต้อง	20.			
21. เปรียบเทียบข้อแตกต่างของพาหะนำประจุไฟฟ้าของตัวนำและสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	21.			
22. เมื่อมีตัวอย่างกระบวนการต่างๆ สามารถบ่งชี้การโคปได้อย่างถูกต้อง	22.			
23. ชี้ข้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์กับสารกึ่งตัวนำที่โคปแล้วได้อย่างถูกต้อง	23.			
24. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	24.			
25. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปนที่ทำให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	25.			
26. บอกเหตุผลของการเติมสารเจือปนให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ได้อย่างถูกต้อง	26.			
27. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็นจากธาตุที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	27.			
28. บอกความหมายของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง	28.			
29. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง	29.			
30. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปน ที่ทำให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง	30.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
31. บอกผลของการเติมสารเจือปนให้สารกึ่งตัวนำเป็นแบบพี ได้อย่างถูกต้อง	31.			
32. ชี้ข้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	32.			
33. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบพี จากธาตุที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	33.			
34. บอกความหมายของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง	34.			
35. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ให้สามารถบอก ตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง	35.			
36. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอม ผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง	36.			
37. บอกลักษณะของพาหะของสารกึ่งตัวนำที่กำหนดให้ ได้อย่างถูกต้อง	37.			
38. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อย ของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	38.			
39. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบพี ให้สามารถบอก ตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง	39.			
40. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอม ผู้รับได้อย่างถูกต้อง	40.			
41. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อย ของสารกึ่งตัวนำแบบพี ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	41.			
42. เปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง	42.			
43. สรุปกระบวนการการเกิดบริเวณปลอดพาหะของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	43.			
44. ระบุผลที่เกิดจากการเชื่อมต่อรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่าง ถูกต้อง	44.			
45. บอกค่าความต่างศักย์ที่บริเวณเขตปลอดพาหะของ สารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	45.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
46. บอกความหมายของระดับพลังงานเฟอร์มิได้อย่างถูกต้อง	46.			
47. บอกตำแหน่งระดับพลังงานเฟอร์มิของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	47.			
48. ชี้ข้อแตกต่างของระดับพลังงานเฟอร์มิก่อนและหลังการเชื่อมต่อของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	48.			
49. บอกความหมายของการให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	49.			
50. เขียนวงจรแสดงการไบแอสไปหน้าให้กับรอยต่อพี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	50.			
51. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง	51.			
52. อธิบายผลที่เกิดกับเขตปลอดพาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าได้อย่างถูกต้อง	52.			
53. บ่งชี้ค่าระดับแถบพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าได้อย่างถูกต้อง	53.			
54. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถนำผลการไบแอสไปหน้ามาใช้ได้อย่างถูกต้อง	54.			
55. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง	55.			
56. อธิบายผลที่เกิดกับเขตปลอดพาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	56.			
57. บอกการเกิดกระแสในตัวผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	57.			
58. บ่งชี้ค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	58.			
59. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถนำผลการไบแอสผ่นกลับมาใช้ได้อย่างถูกต้อง	59.			
60. ชี้ข้อแตกต่างของการไบแอสไปหน้า กับการไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง	60.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
61. บอกการเกิดการทลายที่รอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	61.			
62. ชี้ข้อแตกต่างของการทลายแบบซีเนอร์กับการทลายแบบอะวาลานซ์ได้อย่างถูกต้อง	62.			
63. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบ่งชี้ถึงสภาพของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง	63.			
64. อธิบายลักษณะสัญลักษณ์ของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	64.			
65. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบ่งชี้ขั้วของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	65.			
66. ระบุอุปกรณ์ที่เป็นไดโอดจากตัวอย่างที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	66.			
67. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถใช้สมบัติของไดโอดอุดมคติได้อย่างถูกต้อง	67.			
68. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดอุดมคติตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	68.			
69. อธิบายสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	69.			
70. เขียนรูปสภาพกระแสของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	70.			
71. บอกข้อแตกต่างระหว่างสมบัติของไดโอดอุดมคติ กับสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	71.			
72. บอกความหมายของแรงดันคัตอินได้อย่างถูกต้อง	72.			
73. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดจริงตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	73.			
74. ชี้ข้อแตกต่างของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าและแรงดันไบแอสผั้กลับได้อย่างถูกต้อง	74.			
75. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอด สามารถบอกสภาพไดโอดได้อย่างถูกต้อง	75.			
76. บ่งชี้ความสัมพันธ์ของการวัดไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ในสถานการณ์ที่กำหนด กับการไบแอสไดโอดได้อย่างถูกต้อง	76.			
77. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอด สามารถบอกค่าของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	77.			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่	ระดับการประเมิน		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
78. บ่งชี้ข้อความสัมพันธ์ของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอส กับความต้านทานของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	78.			
79. สามารถออกแบบวงจรเพื่อใช้ตรวจสอบสภาพไดโอด โดยไม่มีมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง	79.			
80. บอกข้อเสียของไดโอดแบบจุดสัมผัสได้อย่างถูกต้อง	80.			
81. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบปลูกรอยต่อได้อย่างถูกต้อง	81.			
82. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบอัลลอยได้อย่างถูกต้อง	82.			
83. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบแพร่ได้อย่างถูกต้อง	83.			
84. เมื่อบอกข้อดีของการสร้างไดโอดแล้วสามารถบอกชื่อวิธีการสร้างไดโอดได้อย่างถูกต้อง	84.			

ผู้ประเมิน.....

ตาราง 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียน กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Item – Objective Congruence : IOC) เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1	1	+1	+1	+1	+3	+1.0
2	2	+1	+1	+1	+3	+1.0
3	3	+1	+1	+1	+3	+1.0
4	4	+1	+1	+1	+3	+1.0
5	5	+1	+1	+1	+3	+1.0
6	6	+1	+1	+1	+3	+1.0
7	7	+1	+1	+1	+3	+1.0
8	8	+1	+1	+1	+3	+1.0
9	9	+1	+1	+1	+3	+1.0
10	10	+1	+1	+1	+3	+1.0
11	11	+1	+1	+1	+3	+1.0
12	12	+1	+1	+1	+3	+1.0
13	13	+1	+1	+1	+3	+1.0
14	14	+1	+1	+1	+3	+1.0
15	15	+1	+1	+1	+3	+1.0
16	16	+1	+1	+1	+3	+1.0
17	17	+1	+1	+1	+3	+1.0
18	18	+1	+1	+1	+3	+1.0
19	19	+1	+1	0	+2	+0.67
20	20	+1	+1	+1	+3	+1.0
21	21	+1	+1	+1	+3	+1.0
22	22	+1	+1	+1	+3	+1.0
23	23	+1	+1	+1	+3	+1.0
24	24	+1	+1	+1	+3	+1.0
25	25	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
26	26	+1	+1	+1	+3	+1.0
27	27	+1	+1	+1	+3	+1.0
28	28	+1	+1	+1	+3	+1.0
29	29	+1	+1	+1	+3	+1.0
30	30	+1	+1	+1	+3	+1.0
31	31	+1	+1	+1	+3	+1.0
32	32	+1	+1	+1	+3	+1.0
33	33	+1	+1	+1	+3	+1.0
34	34	+1	+1	+1	+3	+1.0
35	35	+1	+1	+1	+3	+1.0
36	36	+1	+1	+1	+3	+1.0
37	37	+1	+1	+1	+3	+1.0
38	38	+1	+1	+1	+3	+1.0
39	39	+1	+1	+1	+3	+1.0
40	40	+1	+1	+1	+3	+1.0
41	41	+1	+1	+1	+3	+1.0
42	42	+1	+1	+1	+3	+1.0
43	43	+1	+1	+1	+3	+1.0
44	44	+1	+1	+1	+3	+1.0
45	45	+1	+1	+1	+3	+1.0
46	46	+1	+1	+1	+3	+1.0
47	47	+1	+1	+1	+3	+1.0
48	48	+1	+1	+1	+3	+1.0
49	49	+1	+1	+1	+3	+1.0
50	50	+1	+1	+1	+3	+1.0
51	51	+1	+1	+1	+3	+1.0
52	52	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
53	53	+1	+1	+1	+3	+1.0
54	54	+1	0	+1	+2	+0.67
55	55	+1	+1	+1	+3	+1.0
56	56	+1	+1	+1	+3	+1.0
57	57	+1	+1	+1	+3	+1.0
58	58	+1	+1	+1	+3	+1.0
59	59	+1	+1	+1	+3	+1.0
60	60	+1	+1	+1	+3	+1.0
61	61	+1	+1	+1	+3	+1.0
62	62	+1	+1	+1	+3	+1.0
63	63	+1	+1	+1	+3	+1.0
64	64	+1	+1	0	+3	+0.67
65	65	+1	+1	+1	+3	+1.0
66	66	+1	+1	+1	+3	+1.0
67	67	+1	+1	0	+2	+0.67
68	68	+1	+1	+1	+3	+1.0
69	69	+1	+1	+1	+3	+1.0
70	70	+1	+1	+1	+3	+1.0
71	71	+1	+1	+1	+3	+1.0
72	72	+1	+1	+1	+3	+1.0
73	73	+1	+1	+1	+3	+1.0
74	74	+1	+1	+1	+3	+1.0
75	75	+1	+1	+1	+3	+1.0
76	76	+1	+1	+1	+3	+1.0
77	77	+1	+1	+1	+3	+1.0
78	78	+1	+1	+1	+3	+1.0
79	79	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
80	80	+1	+1	+1	+3	+1.0
81	81	+1	+1	+1	+3	+1.0
82	82	+1	+1	+1	+3	+1.0
83	83	+1	+1	+1	+3	+1.0
84	84	+1	+1	+1	+3	+1.0

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีมากกว่า 0.50 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบหลังเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.50 ตัดทิ้งแล้วออกข้อสอบใหม่ จนมีค่าดัชนีมากกว่า 0.50 ได้ข้อสอบที่นำไปใช้ทดสอบหาค่าอำนาจจำแนกจำนวน 84 ข้อ

$$\text{สูตร IOC} = \Sigma R / N$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

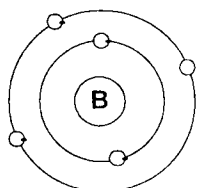
แบบทดสอบระหว่างเรียนเรียนสารกึ่งตัวนำไดโอด

คำสั่ง แบบทดสอบมีทั้งหมด 84 ข้อจงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานของอะตอมได้ถูกต้อง
 - ก. นิวเคลียสเป็นแกนกลางมีอิเล็กตรอนวิ่งวนไปรอบ ๆ
 - ข. นิวเคลียสและนิวตรอนเป็นแกนกลางมีอิเล็กตรอนวิ่งวนไปรอบ ๆ
 - ค. นิวเคลียสและโปรตอนเป็นแกนกลางมีอิเล็กตรอนวิ่งวนไปรอบ ๆ
 - ง. นิวตรอนเป็นแกนกลางมีอิเล็กตรอนวิ่งวนไปรอบ ๆ
 - จ. โปรตอนเป็นแกนกลางมีอิเล็กตรอนวิ่งวนไปรอบ ๆ
2. ภายในนิวเคลียสที่เป็นแกนกลางของอะตอม ประกอบด้วยอนุภาคอะไรอัดกันแน่น
 - ก. อิเล็กตรอน และโปรตอน
 - ข. โปรตอน และนิวตรอน
 - ค. นิวตรอน และอิเล็กตรอน
 - ง. อนุภาคกลางและอนุภาคลบ
 - จ. อนุภาคบวกและอนุภาคลบ
3. ข้อใดกล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้ประจุอิเล็กตรอนวิ่งวนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสโดยไม่หลุดออกจากวงโคจรได้ถูกต้อง
 - ก. นิวตรอนมีประจุเป็นกลาง
 - ข. โปรตอนมีประจุตรงข้ามกับอิเล็กตรอน
 - ค. โปรตอนดึงดูดประจุอิเล็กตรอนไว้
 - ง. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก
 - จ. อิเล็กตรอนของอะตอมอื่น ๆ ผลักอิเล็กตรอนของอะตอมนั้น ๆ ไม่ให้หลุดออกจากวงโคจร
4. ข้อใดเป็นชื่อชั้นของอิเล็กตรอนชั้นในสุดที่ใกล้กับนิวเคลียส
 - ก. U
 - ข. A
 - ค. K
 - ง. J
 - จ. R
5. ฟอสฟอรัสมีอิเล็กตรอน 15 ตัว ชั้นเวเลนซ์มีอิเล็กตรอนกี่ตัว
 - ก. 2 ตัว
 - ข. 3 ตัว

- ค. 4 ตัว
- ง. 6 ตัว
- จ. 5 ตัว

6. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. โครงสร้าง 2 มิติของอะตอมของแบเลียม ซึ่งมีอิเล็กตรอน 5 ตัว
 - ข. โครงสร้าง 2 มิติของอะตอมของโบรคแอซิค ซึ่งมีอิเล็กตรอน 5 ตัว
 - ค. โครงสร้าง 2 มิติของอะตอมของบาเรียม ซึ่งมีอิเล็กตรอน 5 ตัว
 - ง. โครงสร้าง 2 มิติของอะตอมของโบเรกซ์ ซึ่งมีอิเล็กตรอน 5 ตัว
 - จ. โครงสร้าง 2 มิติของอะตอมของโบรอน ซึ่งมีอิเล็กตรอน 5 ตัว
7. ข้อใดกล่าวถึงการเกิดอิเล็กตรอนไหลในอะลูมิเนียม
- ก. ต้องใช้พลังงานมากกว่าแรงยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน
 - ข. ต้องใช้พลังงานมากกว่าค่าแถบเวเลนซ์
 - ค. ต้องใช้พลังงานมากกว่าค่าแถบเต็ม
 - ง. ต้องใช้พลังงานมากกว่าค่าแถบการนำ
 - จ. ต้องใช้พลังงานมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน
8. เมื่อนำเจอร์เมเนียมมาใช้งานเป็นสารกึ่งตัวนำจะเลือกใช้อิเล็กตรอนชั้นใด
- ก. ชั้นนิวเคลียส
 - ข. ชั้น K
 - ค. ชั้นกลาง
 - ง. ชั้นในสุด
 - จ. ชั้นนอกสุด
9. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงสมบัติแถบพลังงานได้ถูกต้อง
- ก. แถบพลังงานเป็นระดับพลังงานที่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนอยู่ได้ในผลึกนั้น
 - ข. แถบพลังงานต้องห้ามเป็นบริเวณที่ไม่มีระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอยู่
 - ค. แถบเวเลนซ์เป็นแถบชั้นในสุดที่มีอิเล็กตรอนอยู่
 - ง. แถบการนำเป็นชั้นที่โปรตอนได้รับพลังงานแล้วเคลื่อนที่ไปอยู่
 - จ. แถบพลังงานชั้นในสุดมีพลังงานมีพลังงานมากที่สุดเพราะอยู่ใกล้กับนิวเคลียส

10. ข้อใดคืออิเล็กตรอนที่อยู่ในแถบการนำ

- ก. เวเลนซ์อิเล็กตรอน
- ข. อิเล็กตรอนต้องห้าม
- ค. ไฮล
- ง. อิเล็กตรอนในอะตอมอื่น
- จ. อิเล็กตรอนอิสระ

11. ข้อใดเป็นข้อแตกต่างของแถบพลังงานของคาร์บอน และไม้ก้า

- ก. คาร์บอนแถบพลังงานต้องห้ามแคบกว่าไม้ก้า
- ข. คาร์บอนแถบพลังงานต้องห้ามกว้างกว่าไม้ก้า
- ค. คาร์บอนแถบเวเลนซ์แคบกว่าไม้ก้า
- ง. คาร์บอนแถบพลังงานต่าง ๆ เท่ากับไม้ก้า
- จ. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก

12. การรวมตัวกันของเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุ ๆ หนึ่งกับอะตอมข้างเคียงทำให้เสมือนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตัว

- ก. พันธะอิกอนิก
- ข. พันธะเมทิเรียล
- ค. พันธะโคเวเลนต์
- ง. คอมบิเนชัน
- จ. รัคคอมบิเนชัน

13. ถ้าต้องการนำสารกึ่งตัวนำมาใช้งานแต่สารกึ่งตัวนำที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัวไม่ควรเลือกจากข้อใด

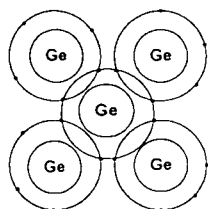
- ก. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 8 ตัว
- ข. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว และ 1 ตัวอย่างละครึ่งผสมกัน
- ค. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 7 ตัว และ 1 ตัวอย่างละครึ่งผสมกัน
- ง. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 6 ตัว และ 2 ตัวอย่างละครึ่งผสมกัน
- จ. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว และ 3 ตัวอย่างละครึ่งผสมกัน

14. ข้อใดเป็นการจัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นของแกเลียม ซึ่งมีอิเล็กตรอน 31 ตัว

- ก. (Ga 4, 8, 16, 3)
- ข. (Ga 2, 8, 16, 5)
- ค. (Ga 2, 4, 18, 7)
- ง. (Ga 2, 8, 18, 3)

จ. (Ga 2, 4, 16, 9)

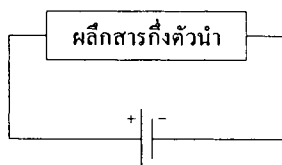
15. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. รูปโครงสร้าง 2 มิติ แสดงการยึดเกาะด้วยพันธะโคเวเลนต์ของอะตอมคาร์บอน
 - ข. รูปโครงสร้าง 2 มิติ แสดงการยึดเกาะด้วยพันธะโคเวเลนต์ของอะตอมซิลิคอน
 - ค. รูปโครงสร้าง 3 มิติ แสดงการยึดเกาะด้วยพันธะโคเวเลนต์ของอะตอมซิลิคอน
 - ง. รูปโครงสร้าง 2 มิติ แสดงการยึดเกาะด้วยพันธะโคเวเลนต์ของอะตอมเจอร์เมเนียม
 - จ. รูปโครงสร้าง 3 มิติ แสดงการยึดเกาะด้วยพันธะโคเวเลนต์ของอะตอมเจอร์เมเนียม
16. เมื่อสารกึ่งตัวนำได้รับพลังงานจากภายนอกมากพอ จนทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่วงเวเลนซ์บางตัวหลุดออกจากการยึดเกาะไปอยู่ในแถบการนำ ข้อใดเป็นชื่อเรียกตำแหน่งที่ขาดอิเล็กตรอนไป
- ก. อิเล็กตรอนอิสระ
 - ข. เวเลนซ์อิเล็กตรอน
 - ค. อิเล็กตรอนผู้ให้
 - ง. วงอิเล็กตรอน
 - จ. โฮล
17. กระบวนการที่สารกึ่งตัวนำได้รับพลังงานจากภายนอกจนทำให้อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์บางตัวหลุดออกจากการยึดเกาะไปอยู่ในแถบการนำ เรียกว่าอะไร
- ก. ไบโพลาร์
 - ข. คอมบินเนชัน
 - ค. ยูนิโพลาร์
 - ง. รีคอมบินเนชัน
 - จ. อิเล็กตรอนผู้ให้
18. ข้อใดเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการ รีคอมบินเนชัน ในสารกึ่งตัวนำ
- ก. มีพลังงานภายนอกมาป้อนให้อะตอม
 - ข. เกิดความไม่เสถียรในอะตอม
 - ค. มีอิเล็กตรอนอิสระเกิดขึ้น
 - ง. อิเล็กตรอนเคลื่อนเข้าแทนที่โฮลเพื่อให้เสถียร

จ. ข้อ ก. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก

19. ข้อใดเป็นผลจากการต่อวงจรตามรูปข้างล่าง



ก. เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนออกไปทุกทิศทาง

ข. มีกระแสอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกของแหล่งจ่าย

ค. มีกระแสโฮลเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกของแหล่งจ่าย

ง. อิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันได้

จ. มีกระแสอิเล็กตรอนและกระแสโฮลเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบของแหล่งจ่าย

20. ถ้าต้องการให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ไปยังแถบการนำจะต้องป้อนแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกเท่าไร

ก. สูงกว่าค่าแถบเวเลนซ์

ข. สูงกว่าค่าแถบเต็ม

ค. สูงกว่าค่าแถบพลังงานต้องห้าม

ง. สูงกว่าค่าแถบการนำ

จ. สูงกว่าค่าแถบพลังงานเฟอร์มิ

21. ความแตกต่างของพาหะนำประจุของตัวนำ และสารกึ่งตัวนำข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. พาหะนำประจุของตัวนำมีสองตัว พาหะนำประจุของสารกึ่งตัวนำมีตัวเดียว

ข. พาหะนำประจุของตัวนำมีตัวเดียว พาหะนำประจุของสารกึ่งตัวนำมีสองตัว

ค. อิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะนำประจุของตัวนำ โฮลเป็นพาหะนำประจุของสารกึ่งตัวนำ

ง. โฮล เป็นพาหะนำประจุของสารกึ่งตัวนำ แต่ไม่เป็นพาหะนำประจุของตัวนำ

จ. อิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะนำประจุของตัวนำและสารกึ่งตัวนำ

22. ข้อใดเป็นกระบวนการโด๊ป

ก. การรวมตัวที่เกิดจากอะตอมของโลหะกับโลหะโดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน

ข. การรวมตัวกันของอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมของก๊าซคลอรีน

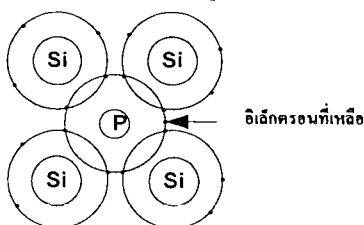
ค. การรวมตัวกันของอะตอมซิลิคอนกับอะตอมของฟอสฟอรัส

ง. การรวมตัวกันของอะตอมเจอร์เมเนียมกับอะตอมของซิลิคอน

จ. การรวมตัวกันของอะตอมโบรอนกับอะตอมของสารหนู

23. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ต่างกับสารกึ่งตัวนำที่ผ่านการโด๊ปแล้วอย่างไร

- ก. มีพาหะนำประจุน้อยกว่า
 ข. มีพาหะนำประจุมากกว่า
 ค. มีโฮลมากกว่า
 ง. มีความเป็นฉนวนน้อยกว่า
 จ. มีอิเล็กตรอนมากกว่า
24. ข้อใดคือจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนแล้วทำให้สารกึ่งตัวนำที่ได้เป็นแบบเอ็น
- ก. 3 ตัว
 ข. 4 ตัว
 ค. 1 ตัว
 ง. 8 ตัว
 จ. 5 ตัว
25. ข้อใดเป็นสารเจือปนที่ทำให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เป็นแบบเอ็น
- ก. พลวง
 ข. โบรอน
 ค. อินเดียม
 ง. อะลูมิเนียม
 จ. แกลเลียม
26. ข้อใดเป็นเหตุผลในการเติมสารเจือปนให้กับสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
- ก. เพิ่มสภาพการเป็นฉนวนของสารกึ่งตัวนำ
 ข. เพิ่มจำนวนอะตอมในสารกึ่งตัวนำ
 ค. ลดจำนวนประจุพาหะข้างน้อยในสารกึ่งตัวนำ
 ง. เพิ่มจำนวนโฮลในสารกึ่งตัวนำ
 จ. ลดจำนวนประจุพาหะข้างมากในสารกึ่งตัวนำ
27. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมสารซิลิคอนกับฟอสเฟอร์
 ข. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมสารเจอร์เมเนียมกับฟอสเฟต

- ค. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมสารซิลิคอนกับฟอสเฟต
- ง. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมสารเจอร์เมเนียมกับฟอสฟอรัส
- จ. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมสารซิลิคอนกับฟอสฟอรัส

28. ความหมายของอะตอมผู้ให้มีว่าอย่างไร

- ก. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีอิเล็กตรอนเหลือ 1 ตัว
- ข. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำที่แสดงตัวเป็นไอออนบวก
- ค. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำที่แสดงตัวเป็นไอออนลบ
- ง. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมเกิดโฮล 1 ตัว
- จ. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่พร้อมจะให้อิเล็กตรอนกับอะตอมอื่น

29. ข้อใดคือจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่เติมลงไปในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์แล้วได้สารกึ่งตัวนำแบบพี

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

30. ธาตุใดไม่ใช่สารเจือปนที่ใช้ในการผลิตสารกึ่งตัวนำแบบพี

- ก. แกลเลียม
- ข. โบรอน
- ค. อินเดียม
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. สารหนู

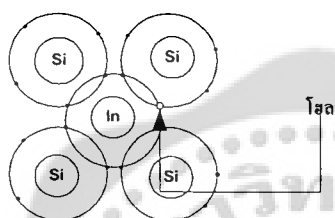
31. การเติมสารเจือปนให้กับสารกึ่งตัวนำเป็นแบบพี จะทำให้เกิดผลอย่างไร

- ก. เพิ่มจำนวนโฮลในสารกึ่งตัวนำ
- ข. เพิ่มสภาพการเป็นฉนวนของสารกึ่งตัวนำ
- ค. เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำ
- ง. ลดจำนวนประจุพาหะข้างน้อยในสารกึ่งตัวนำ
- จ. ลดจำนวนประจุพาหะข้างมากในสารกึ่งตัวนำ

32. สารกึ่งตัวนำแบบพีแตกต่างจากแบบเอ็นอย่างไร

- ก. สารเจือปนของแบบพืมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากกว่าแบบเอ็น
- ข. สารเจือปนของแบบพืมีพาหะส่วนใหญ่้น้อยกว่าแบบเอ็น
- ค. สารเจือปนของแบบพืมีพาหะส่วนใหญ่้นมากกว่าแบบเอ็น
- ง. สารเจือปนของแบบพืมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนน้อยกว่าแบบเอ็น
- จ. ข้อ ข. และข้อ ง. ถูก

33. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



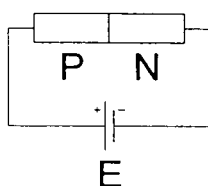
- ก. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมซิลิคอนกับอินเดียม
 - ข. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมซิลิคอนกับอินฟารด
 - ค. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมเจอร์เมเนียมกับอินเดียม
 - ง. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมเจอร์เมเนียมกับอินฟารด
 - จ. รูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมซิลิคอนกับอินดิกเตอร์
34. ข้อใดเป็นความหมายอะตอมผู้รับ
- ก. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีอิเล็กตรอนเหลือ 1 ตัว
 - ข. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมเกิดโหนด 1 ตัว
 - ค. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่ 1 ตัว
 - ง. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีโหนดเหลือ 1 ตัว
 - จ. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่พร้อมจะรับอิเล็กตรอนจากอะตอมอื่น
35. ข้อใดบอกถึงตำแหน่งระดับของพลังงานอะตอมผู้ให้ ของคาร์บอน
- ก. อยู่ในแถบเวเลนซ์
 - ข. อยู่ในแถบการนำ
 - ค. อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบการนำ
 - ง. อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์
 - จ. อยู่ในแถบการนำใกล้แถบเวเลนซ์
36. ข้อใดเป็นผลที่เกิดจากตำแหน่งของระดับพลังงานอะตอมผู้ให้

- ก. เกิดอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น
 ข. เกิดโฮลเพิ่มมากขึ้น
 ค. อิเล็กตรอนในระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้กระโดดเข้าไปในแถบการนำได้ง่าย
 ง. อิเล็กตรอนของสารเจือปนกระโดดเข้าไปในแถบเวเลนซ์ได้ง่าย
 จ. ข้อ ก. และ ค. ถูก
37. ข้อใดเป็นพาหะนำประจุของเจอร์เมเนียม
 ก. อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่
 ข. โฮลที่เคลื่อนที่
 ค. อิเล็กตรอนและโฮลที่อยู่กับที่
 ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก
 จ. อะตอมที่เคลื่อนที่
38. พาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น มีลักษณะอย่างไร
 ก. อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนน้อย
 ข. โฮลเป็นพาหะส่วนน้อย
 ก. อิเล็กตรอนและโฮลเป็นพาหะส่วนน้อย
 ข. อะตอมผู้ให้เป็นพาหะส่วนน้อย
 ค. อะตอมผู้รับส่วนน้อย
39. ข้อใดบอกถึงตำแหน่งระดับของพลังงานอะตอมผู้รับ ของซิลิคอน
 ก. อยู่ในแถบเวเลนซ์
 ข. อยู่ในแถบการนำ
 ค. อยู่ในแถบการนำใกล้แถบเวเลนซ์
 ง. อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบการนำ
 จ. อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์
40. ตำแหน่งของระดับพลังงานอะตอมผู้รับ ทำให้เกิดอะไร
 ก. เกิดอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น
 ข. เกิดโฮลในแถบการนำเพิ่มมากขึ้น
 ค. เกิดโฮลในแถบเวเลนซ์เพิ่มมากขึ้น
 ง. อิเล็กตรอนของสารเจือปนกระโดดเข้าไปในแถบเวเลนซ์ได้ง่าย
 จ. อิเล็กตรอนของสารเจือปนกระโดดเข้าไปในแถบการนำได้ง่าย
41. พาหะส่วนใหญ่ของสารกึ่งตัวนำแบบพีมีลักษณะอย่างไร

- ก. โสลเป็นพาหะส่วนใหญ่
 ข. อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนใหญ่
 ค. อิเล็กตรอนและโสลเป็นพาหะส่วนใหญ่
 ง. อะตอมผู้ให้เป็นพาหะส่วนใหญ่
 จ. อะตอมผู้รับเป็นพาหะส่วนใหญ่
42. การกึ่งตัวนำแบบพี มีสมบัติทางไฟฟ้าต่างกับแบบเอ็น อย่างไร
 ก. แบบพีมีโสลเป็นพาหะนำประจุ
 ข. แบบเอ็นมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะนำประจุ
 ค. แบบพีเป็นฉนวนมากกว่าแบบเอ็น
 ง. แบบเอ็นเป็นฉนวนมากกว่าแบบพี
 จ. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก
43. บริเวณรอยต่อ พี เอ็นขณะเกิดการเชื่อมต่อ อิเล็กตรอนของสารเอ็น เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปหาโสลในสารพี ทำให้เกิดอะไร
 ก. การโด๊ป
 ข. บริเวณปลอดพาหะ
 ค. พลังงานเฟอร์มิ
 ง. การไบแอสไปหน้า
 จ. การไบแอสผ่นกลับ
44. ผลการเชื่อมต่อบริเวณรอยต่อ พี เอ็น เป็นดังข้อใด
 ก. ด้านพีเป็นประจุกลาง ด้านเอ็นเป็นประจุกลาง
 ข. ด้านพีเป็นประจุบวก ด้านเอ็นเป็นประจุลบ
 ค. ด้านพีเป็นประจุลบ ด้านเอ็นเป็นประจุบวก
 ง. ด้านพีเป็นประจุกลาง ด้านเอ็นเป็นประจุลบ
 จ. ด้านพีเป็นประจุบวก ด้านเอ็นเป็นประจุกลาง
45. ข้อใดคือค่าความต่างศักย์บริเวณปลอดพาหะของซิลิคอน และเจอร์เมเนียมตามลำดับ
 ก. 0.7 v, 0.3 v
 ข. 0.3 v, 0.7 v.
 ค. 0 v, 0 v.
 ง. 0.72 v, 1.1 v.
 จ. 1.1 v, 0.72 v.

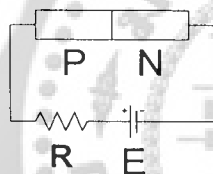
46. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของระดับพลังงานเฟอร์มิได้ถูกต้อง
- เป็นระดับพลังงานต่ำสุดของสารและเมื่อได้รับความร้อนระดับพลังงานจะต่ำลง
 - เป็นระดับพลังงานสูงสุดของสารและเมื่อได้รับความร้อนระดับพลังงานจะต่ำลง
 - เป็นระดับพลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในสาร
 - เป็นระดับพลังงานสูงสุดของอิเล็กตรอนในสาร
 - เป็นระดับพลังงานในแถบการนำของสาร
47. ข้อใดชี้ถึงตำแหน่งระดับพลังงานเฟอร์มิในสารเอ็น ได้ถูกต้อง
- ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบเวเลนซ์
 - ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบการนำ
 - ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบพลังงานต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์
 - ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบพลังงานต้องห้ามใกล้แถบการนำ
 - ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่เลยแถบการนำออกไป
48. ข้อใดคือความแตกต่างของระดับพลังงานเฟอร์มิก่อนและหลังการเชื่อมต่อรอยต่อ พี เอ็น
- ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารพีต่ำกว่าสารเอ็น
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารพีสูงกว่าสารเอ็น
 - ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นสูงกว่าสารพี
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นต่ำกว่าสารพี
 - ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารพีสูงกว่าสารเอ็น
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารพีเท่ากับสารเอ็น
 - ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นเท่ากับสารพี
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นสูงกว่าสารพี
 - ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารพีต่ำกว่าสารเอ็น
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารพีเท่ากับสารเอ็น
49. การให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น มีความหมายว่าอย่างไร
- เป็นการเชื่อมต่อสารพี และชนิด เอ็น
 - เป็นการเติมสารเจือปนให้กับสารพี และสารเอ็น
 - เป็นการต่อแหล่งจ่ายภายนอกให้กับรอยต่อ พี เอ็น
 - เป็นการต่อโหลดให้กับรอยต่อ พี เอ็น
 - เป็นการทำให้รอยต่อ พี เอ็นอยู่ในภาวะสมดุล

50. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. แสดงการต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้รอยต่อ พี เอ็น
- ข. แสดงการให้กรองกระแสโดยใช้รอยต่อ พี เอ็น
- ค. แสดงการคอมบิเนชันโดยใช้รอยต่อ พี เอ็น
- ง. แสดงการให้ไบแอสไปหน้ากับรอยต่อ พี เอ็น
- จ. แสดงการให้ไบแอสผ่นกลับกับรอยต่อ พี เอ็น

51. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. เสมือนรอยต่อ พี เอ็น เป็นสวิตช์ขณะปิดวงจร
- ข. เสมือนรอยต่อ พี เอ็น เป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจร
- ค. เสมือนรอยต่อ พี เอ็น เป็นสวิตช์ขณะลัดวงจร
- ง. เสมือนรอยต่อ พี เอ็น เป็นสวิตช์ขณะหน่วงเวลา
- จ. เสมือนรอยต่อ พี เอ็น เป็นสวิตช์ตั้งเวลาเดินหน้า

52. ข้อใดเป็นผลที่เกิดกับบริเวณเขตปลอดพาหะขณะได้รับการไบแอสไปหน้า

- ก. เกิดกระแสไหลย้อนกลับ
- ข. เขตปลอดพาหะกว้างขึ้น
- ค. เขตปลอดพาหะแคบลง
- ง. เกิดการพังทลายที่เขตปลอดพาหะ
- จ. ความต้านทานมากขึ้น

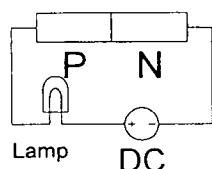
53. ค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อ พี เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า จะเป็นอย่างไร

- ก. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น และ พี อยู่ในระดับเดียวกัน
- ข. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน พี สูงกว่าด้าน เอ็น
- ค. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น สูงกว่าด้าน พี

ง. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอน อยู่ในแถบนำกระแส ด้าน พี อยู่ในแถบเวเลนซ์

จ. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอน อยู่ในแถบเวเลนซ์ ด้าน พี อยู่ในแถบนำกระแส

54. จากรูปข้างล่าง Lamp ติดสว่างได้เพราะอะไร



ก. รอยต่อ พี เอน ถูกต่อให้กระแสรั่วไหลได้

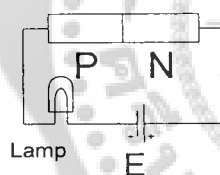
ข. รอยต่อ พี เอน ถูกต่อแบบไบแอสย้อนกลับ

ค. รอยต่อ พี เอน ถูกต่อแบบไบแอสไปหลัง

ง. รอยต่อ พี เอน ถูกต่อแบบไบแอสผันกลับ

จ. รอยต่อ พี เอน ถูกต่อแบบไบแอสไปหน้า

55. จากรูปข้างล่างข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. เสมือนรอยต่อ พี เอน เป็นสวิตช์ขณะปิดวงจร

ข. เสมือนรอยต่อ พี เอน เป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจร

ค. เสมือนรอยต่อ พี เอน เป็นสวิตช์ขณะลัดวงจร

ง. เสมือนรอยต่อ พี เอน เป็นสวิตช์หน่วงเวลา

จ. เสมือนรอยต่อ พี เอน เป็นสวิตช์ตั้งเวลาถอยหลัง

56. ข้อใดเป็นผลที่เกิดกับบริเวณเขตปลอดพาหะขณะได้รับระดับพลังงานไบแอสผันกลับ

ก. เขตปลอดพาหะกว้างขึ้น

ข. เขตปลอดพาหะแคบลง

ค. ความต้านทานน้อยลง

ง. ประจุไอออนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อได้

จ. เกิดกระแสไหลอย่างมาก

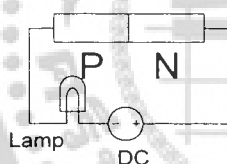
57. ข้อใดอธิบายการเกิดกระแสอิมิตัวผันกลับได้อย่างถูกต้อง

- ก. ระดับพลังงานไบแอสผันกลับถึงจุดอิ่มตัวและกระแสก็อิ่มตัวด้วย
- ข. กระแสที่ผันกลับอิ่มตัวตามขนาดระดับพลังงานผันกลับที่ป้อนให้
- ค. พาหะส่วนใหญ่ที่ไหลผ่านรอยต่อ พี เอ็น ไม่ไหลเพิ่มขึ้นอีกแม้จะเพิ่มระดับพลังงานไบแอสผันกลับ
- ง. พาหะส่วนน้อยที่ไหลผ่านรอยต่อ พี เอ็น ไม่ไหลเพิ่มขึ้นอีกแม้จะเพิ่มระดับพลังงานไบแอสผันกลับ
- จ. กระแสที่ผันกลับอิ่มตัวตามค่าความต้านทานที่ต่อในวงจร

58. ค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อ พี เอ็น ขณะได้รับระดับพลังงานไบแอสผันกลับ เป็นอย่างไร

- ก. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น อยู่ในแถบนำกระแส ด้าน พี อยู่ในแถบเวเลนซ์
- ข. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น อยู่ในแถบเวเลนซ์ ด้าน พี อยู่ในแถบนำกระแส
- ค. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น และ พี อยู่ในระดับเดียวกัน
- ง. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น สูงกว่าด้าน พี
- จ. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน พี สูงกว่าด้าน เอ็น

59. จากรูปข้างล่าง Lamp ไม่สามารถติดสว่างได้เพราะอะไร



- ก. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อให้กระแสไหลได้
 - ข. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสไหลกลับ
 - ค. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสตรง
 - ง. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสผันกลับ
 - จ. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสไปหน้า
60. การไบแอสไปหน้ากับไบแอสผันกลับแตกต่างกันอย่างไร
- ก. การไบแอสไปหน้ากระแสไหลผ่านรอยต่อได้ ส่วนการไบแอสผันกลับกระแสไหลผ่านรอยต่อไม่ได้
 - ข. การไบแอสไปหน้ากระแสไหลผ่านรอยต่อไม่ได้ ส่วนการไบแอสผันกลับกระแสไหลผ่านรอยต่อได้
 - ค. การไบแอสไปหน้าขั้วลบต่อกับสารพี ส่วนการไบแอสผันกลับขั้วบวกต่อกับสารพี
 - ง. การไบแอสไปหน้าขั้วลบต่อกับสารพี ส่วนการไบแอสผันกลับขั้วลบต่อกับสารเอ็น

จ. ข้อ ก. และข้อ ค. ถูก

61. ข้อใดทำให้เกิดการทลายที่รอยต่อ พี เอ็น

- ก. การลัดวงจรให้กับรอยต่อ พี เอ็น
- ข. การให้ระดับพลังงานไบแอสไปหน้าสูงมาก ๆ
- ค. การให้ระดับพลังงานไบแอสผ่นกลับสูงมาก ๆ
- ง. การให้ความร้อนสูง ๆ กับรอยต่อ พี เอ็น
- จ. การเพิ่มความต้านทานให้กับรอยต่อ พี เอ็น

62. การทลายแบบซีเนอร์และแบบอะวาลานช์แตกต่างกันอย่างไร

- ก. แบบซีเนอร์ความเข้มข้นของสารเจือปนที่รอยต่อพีเอ็นสูงกว่าแบบอะวาลานช์
- ข. แบบซีเนอร์ความเข้มข้นของสารเจือปนที่รอยต่อพีเอ็นน้อยกว่าแบบอะวาลานช์
- ค. แบบซีเนอร์ต่อไบแอสผ่นกลับแบบอะวาลานช์ต่อไบแอสไปหน้า
- ง. แบบซีเนอร์ต่อไบแอสไปหน้าแบบอะวาลานช์ต่อไบแอสผ่นกลับ
- จ. ข้อ ก. และ ค. ถูก

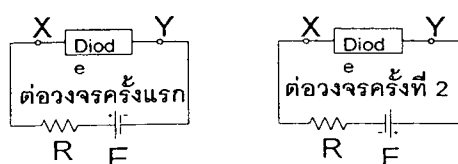
63. รอยต่อ พี เอ็น เมื่อต่อไบแอสไปหน้าแล้วกระแสสามารถไหลผ่านรอยต่อได้แสดงว่าเป็นอย่างไร

- ก. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพข้อัด
- ข. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพปกติ
- ค. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพเสื่อม
- ง. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพน่าจะปกติ ต้องดูผลการให้ไบแอสผ่นกลับด้วย
- จ. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพขาดวงจร

64. สัญลักษณ์ของไดโอดที่ปลายหัวลูกศรบอกทิศทางของอะไร

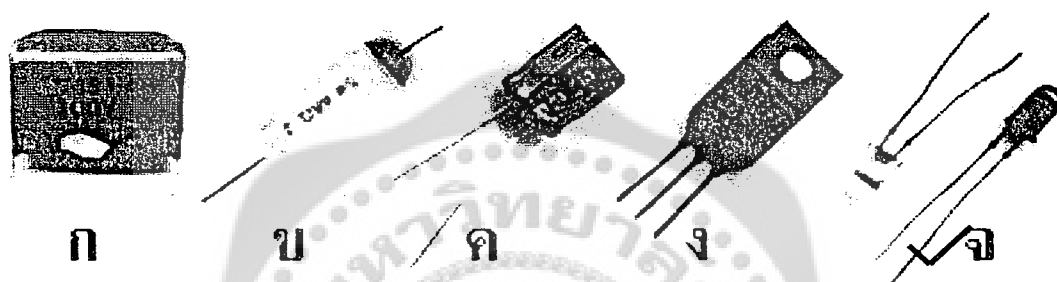
- ก. กระแสไหล
- ข. ประจุไอออนบวก
- ค. ประจุไอออนลบ
- ง. กระแสอิเล็กตรอนอิสระ
- จ. กระแสอิเล็กตรอน

65. จากรูปเป็นการป้อนแรงดันให้กับไดโอด 2 ครั้ง โดยครั้งแรกไม่มีกระแสไหล ครั้งที่ 2 มีกระแสไหล ข้อใดบอกหัวของไดโอดได้ถูกต้อง



- ก. ขา X เป็นขาแอโนด
- ข. ขา Y เป็นขาแคโทด
- ค. ขา Y เป็นขาลบ
- ง. ขา X เป็นขาบวก
- จ. ขา X เป็นขาแคโทด

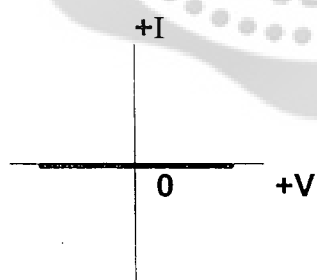
66. จากรูปข้อใดเป็นอุปกรณ์ไดโอด



67. ไดโอดในอุดมคติถ้าอยู่ในสภาพปกติข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ข. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไม่ไหลผ่านไดโอดเมื่อไบแอสไปผ่นกลับ
- ค. กระแสไม่ไหลผ่านไดโอดทั้ง เมื่อไบแอสไปหน้า และเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ง. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากทั้ง เมื่อไบแอสไปหน้า และเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- จ. กระแสไม่ไหลผ่านไดโอดได้เมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ

68. จากรูปแสดงลักษณะกระแสของไดโอดในอุดมคติว่าอย่างไร

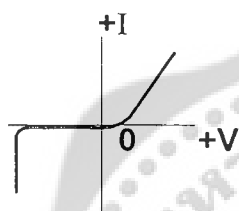


- ก. เป็นกระแสไหลขณะไบแอสไปหน้า
- ข. เป็นกระแสไหลขณะไบแอสผ่นกลับ
- ค. เป็นกระแสไม่ไหลขณะไบแอสไปหน้า
- ง. เป็นกระแสไม่ไหลขณะไบแอสผ่นกลับ
- จ. ข้อ ค. และข้อ ง. ถูก

69. ข้อใดกล่าวถึงไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง

- ก. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ข. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสผ่นกลับ ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสไปหน้า
- ค. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไม่ไหลผ่านไดโอดเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ง. กระแสไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสไปหน้า ไม่ไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- จ. กระแสไม่ไหลผ่านไดโอดได้เมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ

70. จากรูปแสดงลักษณะของอะไร



- ก. ไดโอดอุดมคติ
- ข. ไดโอดจริง
- ค. เซตปลดพาหะ
- ง. สารกึ่งตัวนำชนิดพี
- จ. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

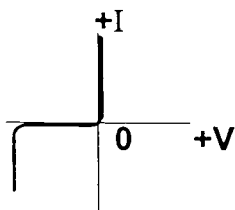
71. ไดโอดจริงแตกต่างจากไดโอดอุดมคติอย่างไร

- ก. ไดโอดจริงกระแสไหลได้มากขณะไบแอสผ่นกลับ ส่วนไดโอดในอุดมคติกระแสไหลได้น้อย
- ข. ไดโอดจริงกระแสไหลได้น้อยขณะไบแอสผ่นกลับ ส่วนไดโอดในอุดมคติกระแสไหลได้มาก
- ค. ไดโอดจริงกระแสไม่ไหลได้ขณะไบแอสผ่นกลับ ส่วนไดโอดอุดมคติกระแสไหลได้น้อย
- ง. ไดโอดจริงกระแสไม่ไหลได้ขณะไบแอสผ่นกลับ ส่วนไดโอดอุดมคติกระแสไหลได้มาก
- จ. ไดโอดจริงกระแสไหลได้น้อยขณะไบแอสผ่นกลับ ส่วนไดโอดในอุดมคติกระแสไม่ไหล

72. ข้อใดความหมายของแรงดันคัตอิน

- ก. เป็นแรงดันไบแอสผ่นกลับสูงสุดที่ทำให้ไดโอดพังทลาย
- ข. เป็นแรงดันไบแอสผ่นกลับต่ำสุดที่กระแสหยุดไหล
- ค. เป็นแรงดันไบแอสไปหน้าต่ำสุดที่กระแสเริ่มไหลผ่านไดโอด
- ง. เป็นแรงดันไบแอสไปหน้าสูงสุดที่กระแสหยุดไหล
- จ. เป็นแรงดันไบแอสผ่นกลับสูงสุดที่ไดโอดหยุดนำกระแส

73. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ไดโอดขั้วต่อต้านไบแอสผันกลับ
 - ข. ไดโอดขั้วต่อต้านไบแอสไปหน้า
 - ค. ไดโอดขาด
 - ง. ไดโอดปกติ
 - จ. ไดโอดอุดมคติ
74. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างของไดโอดอุดมคติขณะไบแอสไปหน้ากับไบแอสผันกลับอย่างถูกต้อง
- ก. ไบแอสไปหน้ากระแสไหล ไบแอสผันกลับกระแสไม่ไหล
 - ข. ไบแอสไปหน้ากระแสไม่ไหล ไบแอสผันกลับกระแสไหล
 - ค. ไบแอสไปหน้ากระแสไหลน้อยมาก ไบแอสผันกลับกระแสไหลมาก
 - ง. ไบแอสไปหน้ากระแสไหลมาก ไบแอสผันกลับกระแสไหลน้อยมาก
 - จ. ไบแอสไปหน้ากระแสไม่ไหล ไบแอสผันกลับกระแสไหลน้อยมาก
75. ข้อใดบอกผลการวัดไดโอดได้ถูกต้องโดยใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดความต้านทานและทำการซีโรอิน์แล้วทำการวัดครั้งแรกได้ค่าความต้านทานสูงมาก และเมื่อสลับสายวัดก็ได้ค่าความต้านทานสูงมาก
- ก. ไดโอดดี
 - ข. ไดโอดขาด
 - ค. ไดโอดลัดวงจร
 - ง. ไดโอดเสื่อม
 - จ. ไดโอดรั่ว
76. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ของผลการวัดไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ ครั้งแรกได้ค่าความต้านทานสูงมาก เมื่อสลับสายวัดแล้วได้ค่าความต้านทานต่ำ กับการให้ไบแอสไดโอดได้อย่างถูกต้อง
- ก. การวัดครั้งแรกเป็นการไบแอสไปหน้า
 - ข. การวัดครั้งที่สองเป็นการไบแอสผันกลับ
 - ค. การวัดครั้งแรกเป็นการไบแอสตรง
 - ง. การวัดครั้งที่สองเป็นการไบแอสไปหน้า
 - จ. ข้อ ก. และ ข. ถูก

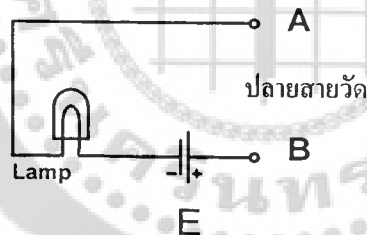
77. ผลการวัดไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ครั้งแรกได้ค่าความต้านทานสูงมาก เมื่อสลับสายวัดแล้วได้ค่าความต้านทานต่ำ ข้อใดบอกขาของไดโอดได้อย่างถูกต้อง

- ก. การวัดครั้งแรกขาที่ต่อกับสายวัดบวกเป็นขาแอโนด ขาที่ต่อกับสายวัดลบเป็นขาแคโทด
- ข. วัดครั้งหลังขาที่ต่อกับสายวัดบวกเป็นขาแอโนด ขาที่ต่อกับสายวัดลบเป็นขาแคโทด
- ค. การวัดครั้งแรกขาที่ต่อกับสายวัดบวกเป็นขาแคโทด ขาที่ต่อกับสายวัดลบเป็นขาแอโนด
- ง. ไม่สามารถบอกขาได้เนื่องจากไดโอดชำรุดเพราะวัดสองครั้งได้ค่าไม่เท่ากัน
- จ. ข้อ ข. และ ค. ถูก

78. ความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานภายในไดโอดกับการได้รับแรงดันไบแอสเป็นอย่างไร

- ก. ความต้านทานเท่าเดิมไม่ว่าจะไบแอสไปหน้าหรือไบแอสผ่นกลับ
- ข. ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่อไบแอสไปหน้า และความต้านทานลดลงเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ค. ความต้านทานลดลงเมื่อไบแอสไปหน้า และความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ง. ความต้านทานเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะไบแอสไปหน้าหรือไบแอสผ่นกลับ
- จ. ความต้านทานลดลงไม่ว่าจะไบแอสไปหน้าหรือไบแอสผ่นกลับ

79. จากรูปวงจรนี้ใช้วัดทดสอบไดโอด ขณะไบแอสไปหน้าปลายสายวัดใดต่อกับขาใดของไดโอด



- ก. ปลายสายวัด A ต่อ กับแคโทด ปลายสายวัด B ต่อกับแอโนด
- ข. ปลายสายวัด A ต่อ กับแอโนด ปลายสายวัด B ต่อกับแคโทด
- ค. ปลายสายวัด A ต่อ กับแคโทด ปลายสายวัด B ต่อกับแคโทด
- ง. ปลายสายวัด A ต่อ กับแอโนด ปลายสายวัด B ต่อกับแอโนด
- จ. ปลายสายวัด A ต่อ กับแคโทดและแอโนด ปลายสายวัด B ต่อกับกราวด์

80. ข้อใดเป็นข้อเสียของไดโอดแบบจุดสัมผัส

- ก. ทนกระแสได้สูง
- ข. ทนแรงดันได้สูง
- ค. ทนกระแสได้ต่ำ
- ง. ทนแรงดันได้ต่ำ
- จ. แตกหักง่าย

81. ข้อใดเป็นการสร้างไดโอดที่ทำการเชื่อมสารเจือปนให้กับสารกึ่งตัวนำที่หุ้มเคลือบให้เป็นสาร พี และ เอ็น สลับกันเป็นชั้น ๆ

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบเพลนาร์เทคโนโลยี
- ค. แบบแพร่
- ง. แบบปลูกรอยต่อ
- จ. แบบไอออนบวม

82. ข้อใดคือการสร้างไดโอดโดยการนำชั้นสารเจือปนอินเดียมวางบนแท่งสารเอ็น แล้วนำเข้าเตาหลอมจนอินเดียมหลอมละลายผสมกับแท่งสารเอ็น ได้สารผสมใหม่เป็นสารพี

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบปลูกรอยต่อ
- ค. แบบแพร่
- ง. แบบเพลนาร์เทคโนโลยี
- จ. แบบจุดสัมผัส

83. การสร้างไดโอดโดยอาศัยการแพร่สารเจือปนชนิดหนึ่งลงในสารกึ่งตัวนำชนิดตรงกันข้าม ทำให้เกิดเป็นรอยต่อ พี เอ็น คือข้อใด

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบปลูกรอยต่อ
- ค. แบบจุดสัมผัส
- ง. แบบไอออนลบ
- จ. แบบแพร่

84. การสร้างไดโอดที่นิยมใช้สร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จำพวกวงจรรวม คือข้อใด

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบแพร่
- ค. แบบปลูกรอยต่อ
- ง. แบบเพลนาร์เทคโนโลยี
- จ. แบบจุดสัมผัส

แบบทดสอบหลังเรียนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

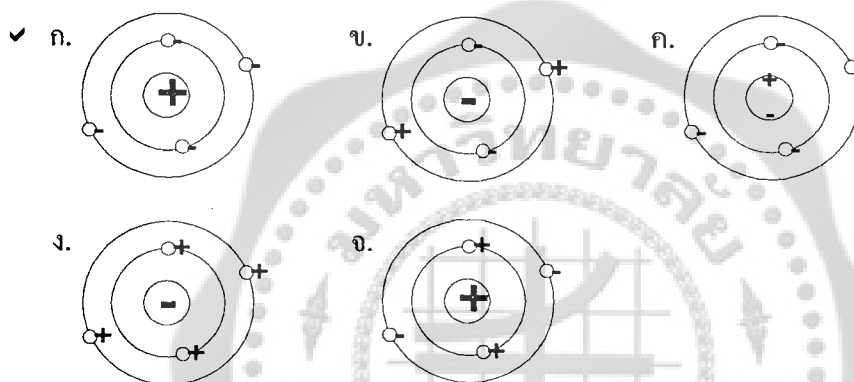
คำสั่ง ข้อสอบมีทั้งหมด 84 ข้อจงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. โครงสร้างของอะตอมประกอบด้วยข้อใด
 - ก. โมเลกุล นิวเคลียส
 - ข. นิวเคลียส นิวตรอน
 - ค. โปรตอน อิเล็กตรอน
 - ง. นิวเคลียส อิเล็กตรอน
 - จ. นิวตรอน โปรตอน
2. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงสมบัติของอะตอมไม่ถูกต้อง
 - ก. อะตอมของธาตุทุกชนิดในโลกประกอบขึ้นจากอนุภาคที่เล็กที่สุดเหมือนกันทุกธาตุ คือ นิวตรอน โปรตอน อิเล็กตรอน
 - ข. โครงสร้างของอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสเป็นแกนกลางมีอิเล็กตรอนหมุนรอบ ๆ เป็นชั้น ๆ
 - ค. โดยธรรมชาติของอะตอมของธาตุจะไม่อยู่เป็นอะตอมโดดเดี่ยว แต่จะอยู่ในลักษณะที่รวมกับอะตอมอื่น ๆ
 - ง. อะตอมของธาตุหนึ่ง ๆ อิเล็กตรอนจะมีจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่าโปรตอนแล้วแต่นิวเคลียสของธาตุนั้น ๆ
 - จ. อะตอมเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุที่ยังคงแสดงสมบัติของธาตุนั้น ๆ
3. ประจุใดมีค่าเหมือนเกิดจากประจุตรงข้ามกันรวมกันในจำนวนที่เท่ากัน
 - ก. นิวตรอน
 - ข. โปรตอน
 - ค. นิวเคลียส
 - ง. อิเล็กตรอน
 - จ. ไฮล
4. ข้อใดเป็นการเรียกชื่อชั้นของอิเล็กตรอนจากชั้นในสุดออกมาชั้นนอกตามลำดับ
 - ก. U, V, W, X, Y, Z
 - ข. A, B, C, D, E, F
 - ค. K, L, M, N, O, P
 - ง. I, J, K, L, M, N
 - จ. R, S, T, U, V, W

5. แกลเลียมมีอิเล็กตรอน 31 ตัว ชั้นเวเลนซ์มีอิเล็กตรอนกี่ตัว

- ก. 2 ตัว
- ข. 3 ตัว
- ค. 4 ตัว
- ง. 6 ตัว
- จ. 8 ตัว

6. ข้อใดเป็นโครงสร้าง 2 มิติของอะตอมของแบเลียม ซึ่งมีอิเล็กตรอน 4 ตัว



7. ข้อใดกล่าวถึงการเกิดอิเล็กตรอนไหลในทองแดง

- ก. ใช้พลังงานมากกว่าแรงยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน
- ข. ใช้พลังงานน้อยกว่าค่าแถบพลังงานต้องห้าม
- ค. ใช้พลังงานมากกว่าค่าของแถบการนำ
- ง. ใช้พลังงานมากกว่าค่าของแถบเวเลนซ์
- จ. ใช้พลังงานมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน

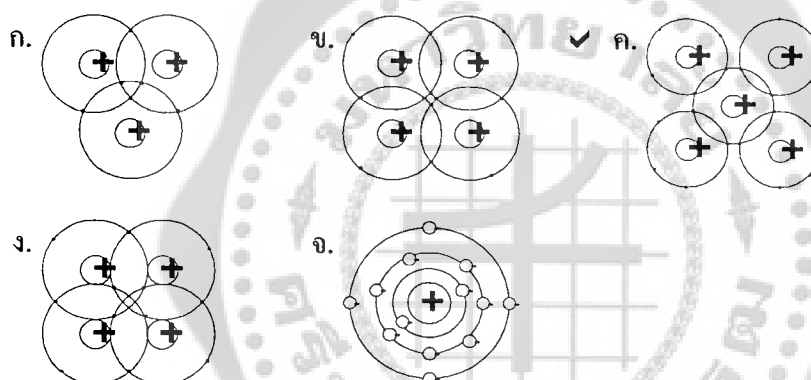
8. นำทองแดงมาทำเป็นตัวนำไฟฟ้าจะใช้อิเล็กตรอนในชั้นใดสะดวกที่สุด

- ก. ชั้นนิวเคลียส
- ข. ชั้น K
- ค. ชั้นกลาง
- ง. ชั้นในสุด
- จ. ชั้นนอกสุด

9. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงสมบัติของแถบพลังงานไม่ถูกต้อง
- แถบพลังงานเป็นระดับพลังงานที่ยอมให้อิเล็กตรอนอยู่ได้ในผลึกนั้น
 - แถบพลังงานต้องห้ามเป็นบริเวณที่ไม่มีระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอยู่
 - แถบเวเลนซ์เป็นแถบชั้นนอกสุดที่มีอิเล็กตรอนอยู่
 - แถบการนำเป็นชั้นที่อิเล็กตรอนได้รับพลังงานแล้วเคลื่อนที่ไปอยู่
 - แถบพลังงานชั้นในสุดมีพลังงานมีพลังงานมากที่สุดเพราะอยู่ใกล้นิวเคลียส
10. อิเล็กตรอนอิสระหมายถึงข้อใด
- อิเล็กตรอนในแถบเวเลนซ์
 - อิเล็กตรอนในแถบต้องห้าม
 - อิเล็กตรอนในแถบการนำ
 - อิเล็กตรอนในอะตอมอื่น
 - อิเล็กตรอนในแถบอิสระ
11. ข้อใดเป็นข้อแตกต่างของแถบพลังงานต้องห้ามของซิลิคอน และไมก้า
- แถบพลังงานต้องห้ามของซิลิคอนแคบกว่าไมก้า
 - แถบพลังงานต้องห้ามของซิลิคอนกว้างกว่าไมก้า
 - แถบพลังงานต้องห้ามของไมก้าแคบกว่าซิลิคอน
 - แถบพลังงานต้องห้ามของซิลิคอนเท่ากับไมก้า
 - ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก
12. อะตอมของซิลิคอนในภาวะเสถียรจะต้องมีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 8 ตัวโดยใช้อิเล็กตรอนวงนอกสุดร่วมกับอะตอมของสารชนิดเดียวกัน 4 อะตอม ข้อใดเป็นชื่อเรียกการเกิดพันธะนี้
- พันธะอิกอนิก
 - พันธะโคเวเลนต์
 - พันธะเมทัลลิก
 - คอมบินเนชัน
 - รีคอมบินเนชัน
13. ถ้าต้องการนำสารกึ่งตัวนำมาใช้งานควรเลือกสารกึ่งตัวนำจากข้อใด
- สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 8 ตัว
 - สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว
 - สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว

- ง. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว และ 5 ตัวอย่างละครึ่ง
- จ. สารที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 2 ตัว และ 6 ตัวอย่างละครึ่ง
14. ข้อใดเป็นการจัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นของคาร์บอน ซึ่งมีอิเล็กตรอน 6 ตัว
- ก. (C 2, 4)
- ข. (C 4, 2)
- ค. (C 1, 5)
- ง. (C 3, 3)
- จ. (C 5, 1)

15. ข้อใดคือแผนภูมิ 2 มิติของอะตอมคาร์บอนที่ยึดเกาะกันด้วยพันธะโคเวเลนต์



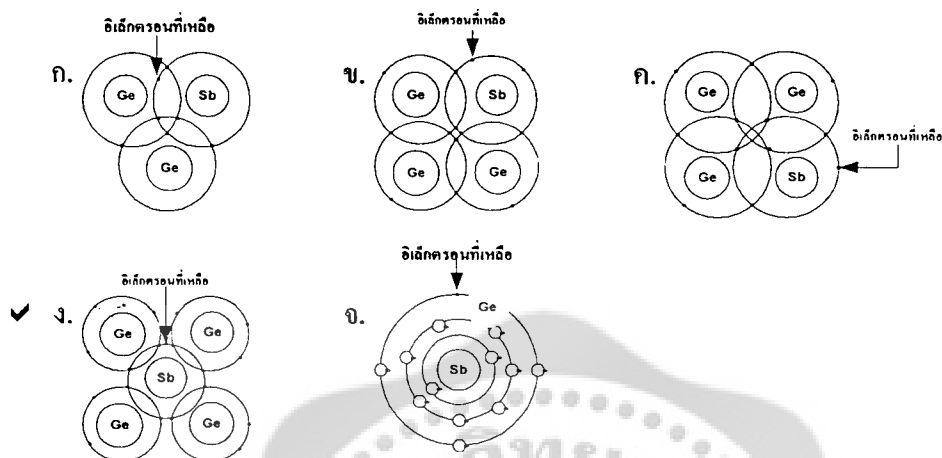
16. ข้อใดกล่าวถึงการเกิดโฮลได้ถูกต้อง

- ก. เป็นช่องว่างที่เกิดจากพลังงานภายนอกมากทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจร
- ข. เป็นประจุบวกที่เกิดจากแรงดึงดูดของประจุลบจากอะตอมอื่น
- ค. เป็นช่องว่างที่เกิดจากการรับอิเล็กตรอนที่เกินมาจากอะตอมอื่น
- ง. เป็นประจุลบของอะตอมที่หลุดออกจากวงโคจร
- จ. เป็นช่องว่างระหว่างแถบเวเลนซ์กับแถบนำกระแส
17. ข้อใดคือส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการคอมบินเนชั่น ในสารกึ่งตัวนำ
- ก. มีพลังงานภายนอกป้อนให้อะตอม
- ข. มีโฮลเกิดขึ้น
- ค. มีอิเล็กตรอนอิสระเกิดขึ้น
- ง. มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเกิดขึ้น
- จ. ข้อ ก. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก

18. ข้อใดเป็นชื่อเรียกของการที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในตำแหน่งของโฮลในอะตอมของซิลิคอนเพื่อเติมประจุที่ขาดไป
- ไบโพลาร์
 - ยูนิโพลาร์
 - คอมบินเนชัน
 - รีคอมบินเนชัน**
 - อิเล็กตรอนผู้ให้
19. ข้อใดเป็นผลจากการต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ขั้วทั้งสองข้างของแท่งซิลิคอน และมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงกว่าค่าแถบพลังงานต้องห้ามของซิลิคอนนั้น
- เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนออกไปทุกทิศทาง
 - มีกระแสอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกของแหล่งจ่าย
 - มีกระแสโฮลเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบของแหล่งจ่าย
 - ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก**
 - เกิดช่องว่างพลังงานขึ้นอย่างเดียว
20. ค่าแถบพลังงานต้องห้ามของซิลิคอน เท่ากับ 1.1 อิเล็กตรอนโวลต์ จะต้องป้อนแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกเท่าไรจึงจะทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปยังแถบการนำ
- เท่ากับค่าแถบพลังงานต้องห้าม
 - สูงกว่าค่าแถบพลังงานต้องห้าม**
 - น้อยกว่าค่าแถบพลังงานต้องห้าม
 - สูงกว่า 0.3 โวลต์
 - สูงกว่า 0.7 โวลต์
21. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างของพาหะนำประจุของตัวนำ และสารกึ่งตัวนำได้ถูกต้อง
- พาหะนำประจุของตัวนำมีตัวเดียว ของสารกึ่งตัวนำมีสองตัว**
 - พาหะนำประจุของตัวนำคือ โฮล ของสารกึ่งตัวนำคือ อิเล็กตรอนอิสระ
 - พาหะนำประจุของตัวนำคือ อิเล็กตรอนอิสระของสารกึ่งตัวนำคือ โฮล
 - พาหะนำประจุของตัวนำคือ อิเล็กตรอนอิสระ ของสารกึ่งตัวนำคือ อิเล็กตรอนอิสระ
 - พาหะนำประจุของตัวนำมีสองตัว ของสารกึ่งตัวนำมีตัวเดียว
22. ข้อใดกล่าวถึงกระบวนการโด๊ปได้อย่างถูกต้อง
- การรวมตัวที่เกิดจากอะตอมของโลหะกับโลหะโดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน**

- ข. การรวมตัวกันของอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมของก๊าซคลอรีน
- ค. การรวมตัวกันของอะตอมซิลิคอนกับอะตอมของเจอร์เมเนียม
- ง. การรวมตัวกันของอะตอมซิลิคอนกับอะตอมของโบรอน
- จ. การรวมตัวกันของอะตอมโบรอนกับอะตอมของสารหนู
23. ข้อใดคือความแตกต่างของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์กับสารกึ่งตัวนำที่ผ่านการโด๊ปแล้ว
- ก. มีสารเจือปน
- ข. ขนาดอิเล็กทรอนิกส์
- ค. มีอิเล็กทรอนิกส์เกินมา
- ง. มีสมบัติทางไฟฟ้าดีขึ้น
- จ. ถูกทุกข้อ
24. การเติมสารเจือปนลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ต้องเติมธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กทรอนิกส์เท่ากับข้อใด
- ก. 3 ตัว
- ข. 4 ตัว
- ค. 5 ตัว
- ง. 1 ตัว
- จ. 8 ตัว
25. ในการผลิตสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น จะต้องเติมธาตุอะไรลงไปในธาตุกึ่งตัวนำ
- ก. โบรอน
- ข. สารหนู
- ค. อินเดียม
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. แกลเลียม
26. จุดประสงค์ของการเติมสารเจือปนให้กับสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์คือข้อใด
- ก. เพิ่มสภาพการเป็นฉนวนของสารกึ่งตัวนำ
- ข. เพิ่มจำนวนอะตอมในสารกึ่งตัวนำ
- ค. เพิ่มจำนวนอิเล็กทรอนิกส์ในสารกึ่งตัวนำ
- ง. ลดจำนวนประจุพาหะข้างน้อยในสารกึ่งตัวนำ
- จ. ลดจำนวนประจุพาหะข้างมากในสารกึ่งตัวนำ

27. ข้อใดเป็นรูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมเจอร์เมเนียมกับพลวง



28. ข้อใดกล่าวถึงอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง

- ก. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีอิเล็กตรอนเหลือ 1 ตัว
- ข. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีโฮลเหลือ 1 ตัว
- ค. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่ 1 ตัว
- ง. อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมเกิดโฮล 1 ตัว
- จ. อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่พร้อมจะให้อิเล็กตรอนกับอะตอมอื่น

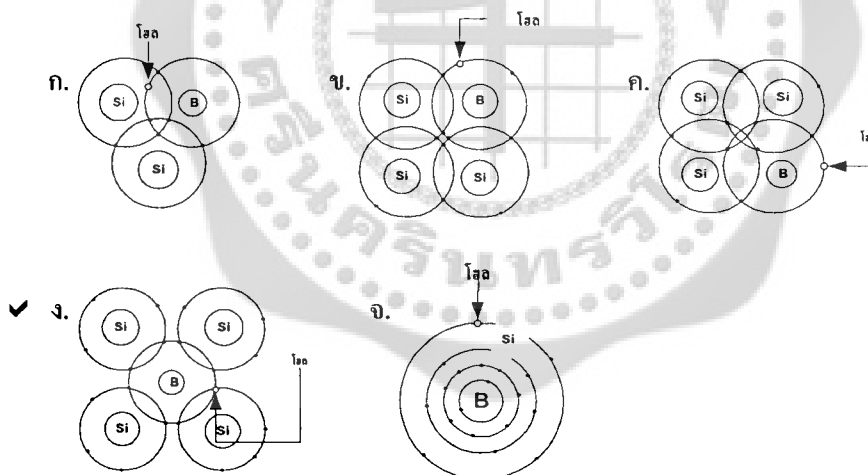
29. สารกึ่งตัวนำแบบพี มีสารเจือปนที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับข้อใด

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 8

30. ในการผลิตสารกึ่งตัวนำแบบพี จะต้องเติมธาตุอะไรลงไปในธาตุกึ่งตัวนำ

- ก. โคบอลต์
- ข. ฟอสฟอรัส
- ค. พลวง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. สารหนู

31. การเติมสารเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัวให้กับสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ เพื่อให้เกิดผล อย่างไร
- เพิ่มสภาพการเป็นฉนวนของสารกึ่งตัวนำ
 - เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำ
 - เพิ่มจำนวนโฮลในสารกึ่งตัวนำ
 - ลดจำนวนประจุพาหะข้างน้อยในสารกึ่งตัวนำ
 - ลดจำนวนประจุพาหะข้างมากในสารกึ่งตัวนำ
32. ข้อใดเป็นความแตกต่างของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น
- มีสารเจือปนที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เท่ากัน
 - มีพาหะส่วนใหญ่ไม่เหมือนกัน
 - มีพาหะส่วนน้อยไม่เหมือนกัน
 - มีสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ไม่เหมือนกัน
 - ข้อ ก. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก
33. ข้อใดเป็นรูปแสดงการเกาะตัวของอะตอมซิลิคอนกับโบรอน เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี



34. ข้อใดกล่าวถึงอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง
- อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีอิเล็กตรอนเหลือ 1 ตัว
 - อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่มีโฮลเหลือ 1 ตัว
 - อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่ 1 ตัว
 - อะตอมของสารเจือปนในสารกึ่งตัวนำหนึ่งอะตอมเกิดโฮล 1 ตัว
 - อะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่พร้อมจะรับอิเล็กตรอนจากอะตอมอื่น

35. ข้อใดบอกถึงตำแหน่งระดับของพลังงานอะตอมผู้ให้ ของซิลิคอน
- อยู่ในแถบเวเลนซ์
 - อยู่ในแถบการนำ
 - อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์
 - อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบการนำ
 - อยู่ในแถบการนำใกล้แถบเวเลนซ์
36. ตำแหน่งของระดับพลังงานอะตอมผู้ให้ ทำให้เกิดอะไร
- เกิดอิเล็กตรอนอิสระเพิ่มมากขึ้น
 - เกิดโฮลเพิ่มมากขึ้น
 - อิเล็กตรอนในระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้กระโดดเข้าไปในแถบการนำได้ง่าย
 - อิเล็กตรอนของสารเจือปนกระโดดเข้าไปในแถบเวเลนซ์ได้ง่าย
 - ข้อ ก. และ ค. ถูก
37. ข้อใดเป็นพาหะนำประจุของซิลิคอน
- อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่
 - โฮลที่เคลื่อนที่
 - อิเล็กตรอนและโฮลที่อยู่กับที่
 - ข้อ ก. และ ข. ถูก
 - อะตอมที่เคลื่อนที่
38. พาหะส่วนใหญ่และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็นมีลักษณะดังข้อใด
- โฮลเป็นพาหะส่วนใหญ่อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนน้อย
 - อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนใหญ่โฮลเป็นพาหะส่วนน้อย
 - อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนใหญ่และส่วนน้อยด้วยขึ้นอยู่กับวงจร
 - อะตอมผู้ให้ เป็นพาหะส่วนใหญ่อะตอมผู้รับเป็นพาหะส่วนน้อย
 - อะตอมผู้รับเป็นพาหะส่วนใหญ่อะตอมผู้ให้ เป็นพาหะส่วนน้อย
39. ข้อใดบอกถึงตำแหน่งระดับของพลังงานอะตอมผู้รับ ของเจอร์เมเนียม
- อยู่ในแถบเวเลนซ์
 - อยู่ในแถบการนำ
 - อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์
 - อยู่ในแถบต้องห้ามใกล้แถบการนำ

- จ. อยู่ในแถบการนำใกล้แถบเวเลนซ์
40. ข้อใดเป็นผลที่เกิดจากตำแหน่งของระดับพลังงานอะตอมผู้รับ
- เกิดอิเล็กตรอนอิสระเพิ่มมากขึ้น
 - เกิดโฮลในแถบเวเลนซ์เพิ่มมากขึ้น
 - อิเล็กตรอนในแถบเวเลนซ์กระโดดเข้าไปในโฮลของระดับพลังงานผู้รับ
 - อิเล็กตรอนของสารเจือปนกระโดดเข้าไปในแถบเวเลนซ์ได้ง่าย
 - ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก
41. พาหะส่วนใหญ่และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบพีมีลักษณะดังข้อใด
- โฮลเป็นพาหะส่วนใหญ่อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนน้อย
 - อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนใหญ่โฮลเป็นพาหะส่วนน้อย
 - อิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนใหญ่และส่วนน้อยด้วยขึ้นอยู่กับวงจร
 - อะตอมผู้ให้เป็นพาหะส่วนใหญ่อะตอมผู้รับเป็นพาหะส่วนน้อย
 - อะตอมผู้รับเป็นพาหะส่วนใหญ่อะตอมผู้ให้เป็นพาหะส่วนน้อย
42. สมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น แตกต่างกันอย่างใด
- มีพาหะนำประจุต่างกัน
 - มีสภาพเป็นฉนวนกับตัวนำไฟฟ้า
 - มีสภาพเป็นกลางกับฉนวนไฟฟ้า
 - มีสภาพเป็นตัวนำกับฉนวนไฟฟ้า
 - มีสภาพเป็นฉนวนกับเป็นกลางทางไฟฟ้า
43. บริเวณปลอดพาหะของรอยต่อ พี เอ็น เกิดได้อย่างไร
- อิเล็กตรอนของสารเอ็น เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปหาโฮลในสารพี
 - อิเล็กตรอนของสารพี เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปหาโฮลในสารเอ็น
 - อิเล็กตรอนของสารเอ็น ถูกผลักออกจากรอยต่อ โดยอิเล็กตรอนของสารพี
 - อิเล็กตรอนของสารพี ถูกผลักออกจากรอยต่อ โดยอิเล็กตรอนของสารเอ็น
 - อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ออกห่างจากรอยต่อ
44. ข้อใดกล่าวถึงผลในการเชื่อมต่อบริเวณรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง
- ด้านพีเป็นประจุลบ ด้านเอ็นเป็นประจุบวก
 - ด้านพีเป็นประจุบวก ด้านเอ็นเป็นประจุลบ
 - ด้านพีเป็นประจุกลาง ด้านเอ็นเป็นประจุกลาง

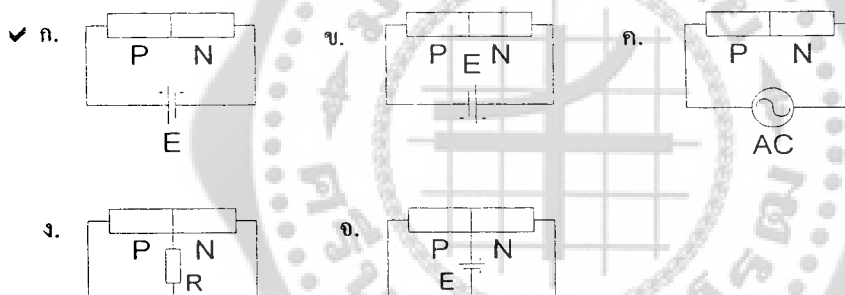
- ง. ด้านพีเป็นประจุกลาง ด้านเอ็นเป็นประจุลบ
- จ. ด้านพีเป็นประจุบวก ด้านเอ็นเป็นประจุกลาง
45. ข้อใดคือค่าความต่างศักย์บริเวณหลอดพลาสมาของเจอร์เมเนียม และซิลิคอนตามลำดับ
- ก. 0.7 v, 0.3 v.
- ข. 0.3 v, 0.7 v.
- ค. 0 v, 0 v.
- ง. 0.72 v, 1.1 v.
- จ. 1.1 v, 0.72 v.
- 46 ความหมายของระดับพลังงานเฟอร์มิคือข้อใด
- ก. เป็นระดับพลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในสาร
- ข. เป็นระดับพลังงานสูงสุดของอิเล็กตรอนในสาร
- ค. เป็นระดับพลังงานต่ำสุดของสารและเมื่อได้รับความร้อนระดับพลังงานจะต่ำลง
- ง. เป็นระดับพลังงานสูงสุดของสารและเมื่อได้รับความร้อนระดับพลังงานจะต่ำลง
- จ. เป็นระดับพลังงานในแถบการนำของสาร
47. ข้อใดชี้ถึงตำแหน่งระดับพลังงานเฟอร์มิในสารเอ็น และสารพีได้ถูกต้อง
- ก. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบพลังงานต้องห้ามใกล้แถบการนำ ด้านสารพีจะอยู่ในแถบพลังงานต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์
- ข. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบพลังงานต้องห้ามใกล้แถบเวเลนซ์ ด้านสารพีจะอยู่ในแถบพลังงานต้องห้ามใกล้แถบการนำ
- ค. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบการนำ ด้านสารพีจะอยู่ในแถบเวเลนซ์
- ง. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่ในแถบเวเลนซ์ ด้านสารพีจะอยู่ใกล้แถบการนำ
- จ. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้านสารเอ็นจะอยู่เลยแถบการนำออกไป ด้านสารพีจะอยู่ต่ำกว่าแถบเวเลนซ์
48. ระดับพลังงานเฟอร์มิก่อนและหลังการเชื่อมต่อรอยต่อ พี เอ็น แตกต่างกันอย่างใด
- ก. ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นต่ำกว่าสารพี
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นสูงกว่าสารพี
- ข. ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นสูงกว่าสารพี
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นต่ำกว่าสารพี
- ค. ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นต่ำกว่าสารพี
หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นเท่ากับสารพี

- ง. ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นสูงกว่าสารพี
 หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นเท่ากับสารพี
- จ. ก่อนเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นเท่ากับสารพี
 หลังการเชื่อมต่อระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเอ็นสูงกว่าสารพี

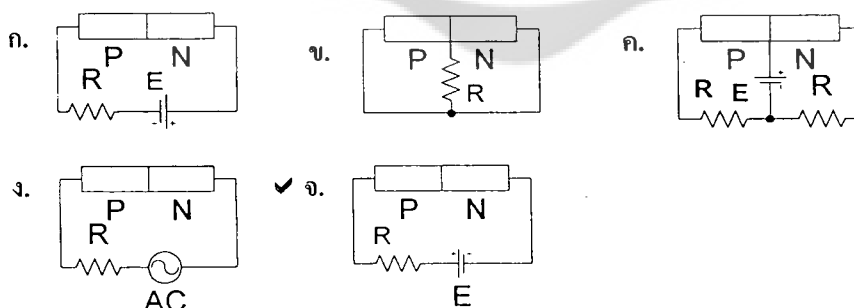
49. ข้อใดเป็นความหมายของการให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น

- ก. เป็นการเชื่อมต่อสารพี และชนิด เอ็น
- ข. เป็นการเติมสารเจือปนให้กับสารพี และสารเอ็น
- ค. เป็นการต่อแหล่งจ่ายภายนอกให้กับรอยต่อ พี เอ็น
- ง. เป็นการต่อโหลดให้กับรอยต่อ พี เอ็น
- จ. เป็นการทำให้รอยต่อ พี เอ็นอยู่ในภาวะสมดุล

50. ข้อใดเป็นรูปการให้ไบแอสไปหน้ากับรอยต่อ พี เอ็น



51. ข้อใดเป็นรูปการต่อวงจรแล้วรอยต่อ พี เอ็น เหมือนสวิตช์วงจรปิด



52. บริเวณเขตปลอดพาหะขณะได้รับการไบแอสไปหน้าจะมีผลอย่างไร

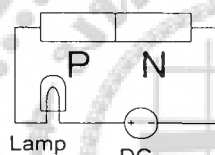
- ก. เขตปลอดพาหะกว้างขึ้น
- ข. เขตปลอดพาหะแคบลง

- ค. ความต้านทานมากขึ้น
- ง. การพังทลายที่เซตปลดพาหะ
- จ. เกิดกระแสไหลย้อนกลับ

53. ข้อใดเป็นค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อ พี เอ็น เมื่อได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า

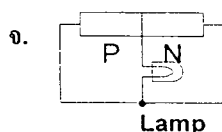
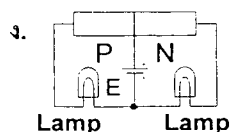
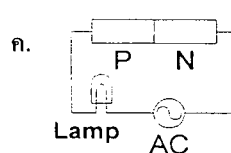
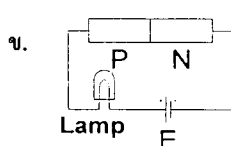
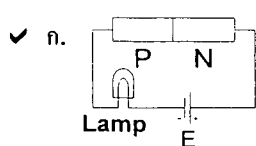
- ก. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน พี ต่ำกว่าด้าน เอ็น
- ข. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน พี สูงกว่าด้าน เอ็น
- ค. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น และ พี อยู่ในระดับเดียวกัน
- ง. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น อยู่ในแถบนำกระแส ด้าน พี อยู่ในแถบเวเลนซ์
- จ. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น อยู่ในแถบเวเลนซ์ ด้าน พี อยู่ในแถบนำกระแส

54. จากรูปข้างล่างกระแสไฟฟ้าไหลผ่านรอยต่อ พี เอ็น ได้เพราะอะไร



- ก. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อให้กระแสรั่วไหลได้
- ข. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสย้อนกลับ
- ค. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสไปหลัง
- ง. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสไปหน้า
- จ. รอยต่อ พี เอ็น ถูกต่อแบบไบแอสผันกลับ

55. ข้อใดเป็นรูปการต่อวงจรแล้วรอยต่อ พี เอ็น เสมือนเป็นสวิตช์วงจรเปิด



56. การจ่ายไบแอสผั้กลับให้กับรอยต่อ พี เอ็น จะทำให้บริเวณเขตปลอดพาหะมีลักษณะเป็นอย่างไร

- ก. เขตปลอดพาหะกว้างขึ้น
- ข. เขตปลอดพาหะแคบลง
- ค. ความต้านทานน้อยลง
- ง. ประจุไอออนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อได้
- จ. เกิดกระแสไหลอย่างมาก

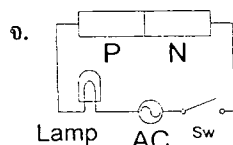
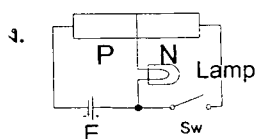
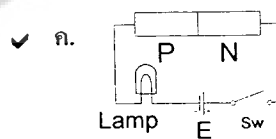
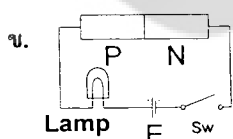
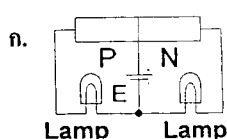
57. พาหะส่วนน้อยที่ไหลผ่านรอยต่อ พี เอ็น ไม่ไหลเพิ่มขึ้นอีกแม้จะเพิ่มระดับพลังงานไบแอสผั้กลับ แสดงการเกิดอะไร

- ก. เกิดเขตปลอดพาหะ
- ข. เกิดกระแสอิมิตัวผั้กลับ
- ค. เกิดการไบแอสไปหน้า
- ง. เกิดการไบแอสผั้กลับ
- จ. เกิดการทลายของรอยต่อ พี เอ็น

58. ข้อใดเป็นค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อ พี เอ็น เมื่อได้รับระดับพลังงานไบแอสผั้กลับ

- ก. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น สูงกว่าด้าน พี
- ข. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน พี สูงกว่าด้าน เอ็น
- ค. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น และ พี อยู่ในระดับเดียวกัน
- ง. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น อยู่ในแถบนำกระแส ด้าน พี อยู่ในแถบเวเลนซ์
- จ. ระดับพลังงานเฟอร์มิด้าน เอ็น อยู่ในแถบเวเลนซ์ ด้าน พี อยู่ในแถบนำกระแส

59. เมื่อมีรอยต่อ พี เอ็น, Lamp, สวิตช์ และแบตเตอรี่ ข้อใดเป็นการต่อไบแอสผั้กลับให้กับรอยต่อ พี เอ็น

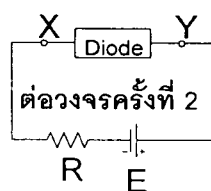
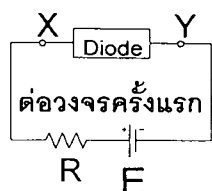


60. การไบแอสไปหน้าแตกต่างจากการไบแอสผั้กลับอย่างไร

- ก. การไบแอสไปหน้ากระแสไหลผ่านรอยต่อได้ ส่วนการไบแอสผั้กลับกระแสไหลผ่านรอยต่อไม่ได้

- ข. การไบแอสไปหน้ากระแสไหลผ่านรอยต่อไม่ได้ ส่วนการไบแอสผั้กลับกระแสไหลผ่านรอยต่อได้
 - ค. การไบแอสไปหน้าขั้วลบต่อกับสารเอ็น ส่วนการไบแอสผั้กลับขั้วลบต่อกับสารพี
 - ง. การไบแอสไปหน้าขั้วลบต่อกับสารพี ส่วนการไบแอสผั้กลับขั้วลบต่อกับสารเอ็น
 - จ. ข้อ ก. และข้อ ค. ถูก
61. ข้อใดกล่าวถึงการทลายที่รอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง
- ก. การให้ระดับพลังงานไบแอสไปหน้าสูงมาก ๆ
 - ข. การให้ระดับพลังงานไบแอสผั้กลับสูงมาก ๆ
 - ค. การให้ความร้อนสูง ๆ กับรอยต่อ พี เอ็น
 - ง. การลัดวงจรให้กับรอยต่อ พี เอ็น
 - จ. การเพิ่มความต้านทานให้กับรอยต่อ พี เอ็น
62. ข้อใดเป็นความแตกต่างระหว่างการทลายแบบซีเนอร์และแบบอะวาลานซ์
- ก. แบบซีเนอร์ต่อไบแอสผั้กลับแบบอะวาลานซ์ต่อไบแอสไปหน้า
 - ข. แบบซีเนอร์ต่อไบแอสไปหน้าแบบอะวาลานซ์ต่อไบแอสผั้กลับ
 - ค. แบบอะวาลานซ์ความเข้มข้นของสารเจือปนที่รอยต่อพีเอ็นต่ำกว่าแบบซีเนอร์
 - ง. แบบซีเนอร์ความเข้มข้นของสารเจือปนที่รอยต่อพีเอ็นน้อยกว่าแบบอะวาลานซ์
 - จ. ข้อ ก. และ ค. ถูก
63. รอยต่อ พี เอ็น เมื่อต่อไบแอสไปหน้าแล้วกระแสไม่สามารถไหลผ่านรอยต่อได้แสดงว่าเป็นอย่างไร
- ก. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพข้อด
 - ข. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพปกติ
 - ค. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพเสื่อม
 - ง. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพน่าจะปกติ ต้องทดลองให้ไบแอสผั้กลับด้วย
 - จ. รอยต่อ พี เอ็น อยู่ในสภาพขาด
64. ปลายหัวลูกศรของไดโอดบอกทิศทางของอะไร
- ก. กระแสอิเล็กตรอนอิสระ
 - ข. ประจุไอออนบวก
 - ค. ประจุไอออนลบ
 - ง. กระแสโฮล
 - จ. กระแสอิเล็กตรอน

65. จากรูปเป็นการป้อนแรงดันให้กับไดโอด 2 ครั้ง โดยครั้งแรกมีกระแสไหล ครั้งที่ 2 ไม่มีกระแสไหล ข้อใดบอกขั้วของไดโอดได้ถูกต้อง



- ก. ขา X เป็นขาแอโนด
 - ข. ขา X เป็นขาแคโทด
 - ค. ขา Y เป็นขาแอโนด
 - ง. ขา Y เป็นขาบวก
 - จ. ขา X เป็นขาลบ
66. ข้อใดไม่ใช่รูปอุปกรณ์ไดโอด

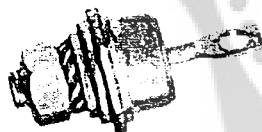
ก.



ข.



ค.



✓ ง.



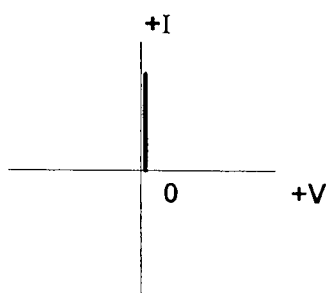
จ.



67. ไดโอดในอุดมคติถ้าอยู่ในสภาพขั้วต่อข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ข. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไม่ไหลผ่านไดโอดเมื่อไบแอสไปผ่นกลับ
- ค. กระแสไม่ไหลผ่านไดโอดทั้ง เมื่อไบแอสไปหน้า และเมื่อไบแอสผ่นกลับ
- ง. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากทั้ง เมื่อไบแอสไปหน้า และไบแอสผ่นกลับ
- จ. กระแสไม่ไหลผ่านไดโอดได้เมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ

68. จากรูปแสดงลักษณะกระแสของไดโอดในอุดมคติว่าอย่างไร



ก. เป็นกระแสไหลขณะไบแอสไปหน้า

ข. เป็นกระแสไหลขณะไบแอสผ่นกลับ

ค. เป็นกระแสไม่ไหลขณะไบแอสไปหน้า

ง. เป็นกระแสไม่ไหลขณะไบแอสผ่นกลับ

จ. ข้อ ก. และข้อ ง. ถูก

69. ข้อใดเป็นสมบัติของไดโอดจริง

ก. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ

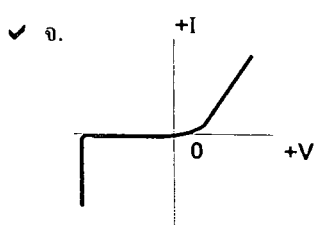
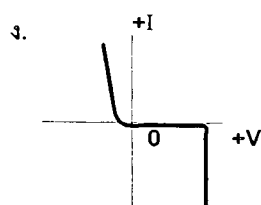
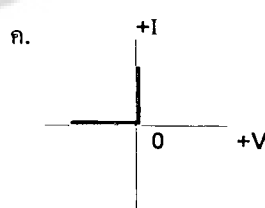
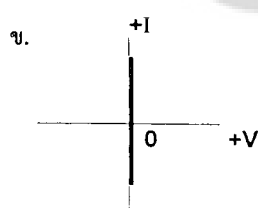
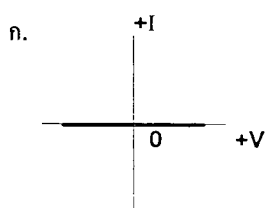
ข. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสผ่นกลับ ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสไปหน้า

ค. กระแสไหลผ่านไดโอดได้มากเมื่อไบแอสไปหน้า ไม่ไหลผ่านไดโอดได้เมื่อไบแอสผ่นกลับ

ง. กระแสไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสไปหน้า ไม่ไหลผ่านไดโอดเมื่อไบแอสผ่นกลับ

จ. กระแสไม่ไหลผ่านไดโอดได้เมื่อไบแอสไปหน้า ไหลผ่านไดโอดได้น้อยเมื่อไบแอสผ่นกลับ

70. ข้อใดเป็นรูปแสดงลักษณะกระแสของไดโอดจริง

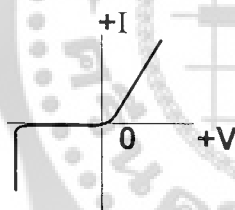


71. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างของไดโอดจริงกับไดโอดอุดมคติได้อย่างถูกต้อง
- ไดโอดจริงกระแสไหลได้มากขณะไบแอสผั้กลับ ส่วนไดโอดในอุดมคติกระแสไหลได้น้อย
 - ไดโอดจริงกระแสไหลได้น้อยขณะไบแอสผั้กลับ ส่วนไดโอดในอุดมคติกระแสไม่ไหล
 - ไดโอดจริงกระแสไม่ไหลได้ขณะไบแอสผั้กลับ ส่วนไดโอดอุดมคติกระแสไหลได้น้อย
 - ไดโอดจริงกระแสไม่ไหลได้ขณะไบแอสผั้กลับ ส่วนไดโอดอุดมคติกระแสไหลได้มาก
 - ไดโอดจริงกระแสไหลได้น้อยขณะไบแอสผั้กลับ ส่วนไดโอดในอุดมคติกระแสไหลได้มาก

72. ข้อใดกล่าวถึงแรงดันคัทอินได้อย่างถูกต้อง

- เป็นแรงดันไบแอสผั้กลับสูงสุดที่ทำให้ไดโอดพังทลาย
- เป็นแรงดันไบแอสผั้กลับต่ำสุดที่กระแสหยุดไหล
- เป็นแรงดันไบแอสผั้กลับสูงสุดที่ไดโอดหยุดนำกระแส
- เป็นแรงดันไบแอสไปหน้าสูงสุดที่กระแสหยุดไหล
- เป็นแรงดันไบแอสไปหน้าต่ำสุดที่กระแสเริ่มไหลผ่านไดโอด

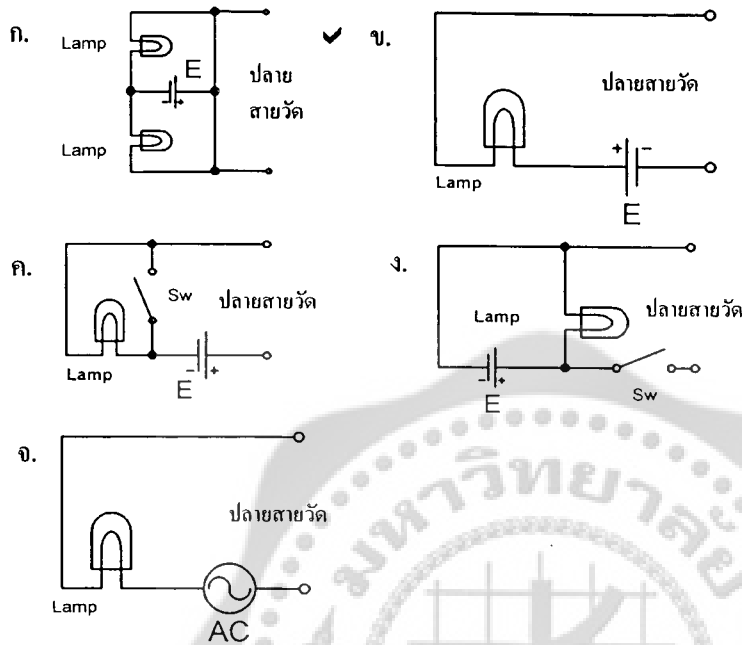
73. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ไดโอดเสื่อม
 - ไดโอดชั้ต
 - ไดโอดขาด
 - ไดโอดปกติ
 - ไดโอดอุดมคติ
74. ข้อใดเป็นข้อแตกต่างของไดโอดขณะไบแอสไปหน้ากับไบแอสผั้กลับ
- ไบแอสไปหน้ากระแสไหล ไบแอสผั้กลับกระแสไม่ไหล
 - ไบแอสไปหน้ากระแสไม่ไหล ไบแอสผั้กลับกระแสไหล
 - ไบแอสไปหน้าความต้านทานภายในน้อย ไบแอสผั้กลับความต้านทานภายในสูง
 - ไบแอสไปหน้าความต้านทานภายในสูง ไบแอสผั้กลับความต้านทานภายในน้อย
 - ข้อ ก. และข้อ ค. ถูก

75. ข้อใดบอกผลการวัดไดโอดได้ถูกต้องเมื่อใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดความต้านทาน และทำการซีโรโอห์มแล้วทำการวัดครั้งแรกได้ค่าความต้านทานเป็นศูนย์ และเมื่อสลับสายวัดก็ได้ค่าความต้านทานเป็นศูนย์
- ไดโอดดี
 - ไดโอดขาด
 - ไดโอดลัดวงจร
 - ไดโอดรั่ว
 - ไดโอดเสื่อม
76. ผลการใช้มัลติมิเตอร์วัดไดโอดครั้งแรกได้ค่าความต้านทานต่ำ เมื่อสลับสายวัดแล้วได้ค่าความต้านทานสูงมาก สัมพันธ์กับการให้ไบแอสไดโอดในข้อใด
- การวัดครั้งแรกเป็นการไบแอสไปหน้า
 - การวัดครั้งที่สองเป็นการไบแอสไปหน้า
 - การวัดครั้งแรกเป็นการไบแอสผ่นกลับ
 - ถูกการวัดครั้งที่สองเป็นการไบแอสตรง
 - ข้อ ค. และ ง.
77. ผลการใช้มัลติมิเตอร์วัดไดโอดครั้งแรกได้ค่าความต้านทานต่ำ เมื่อสลับสายวัดแล้วได้ค่าความต้านทานสูงมาก ข้อใดบอกขาของไดโอดได้อย่างถูกต้อง
- การวัดครั้งแรกขาที่ต่อกับสายวัดบวกเป็นขาแอนโนด ขาที่ต่อกับสายวัดลบเป็นขาแคโทด
 - การวัดครั้งแรกขาที่ต่อกับสายวัดบวกเป็นขาแคโทด ขาที่ต่อกับสายวัดลบเป็นขาแอนโนด
 - วัดครั้งหลังขาที่ต่อกับสายวัดบวกเป็นขาแอนโนด ขาที่ต่อกับสายวัดลบเป็นขาแคโทด
 - ไม่สามารถบอกขาได้เนื่องจากไดโอดชำรุดเพราะวัดสองครั้งได้ค่าไม่เท่ากัน
 - ข้อ ข. และ ค. ถูก
78. ความต้านทานภายในไดโอดมีความสัมพันธ์กับการได้รับแรงดันไบแอสของไดโอดอย่างไร
- ความต้านทานเท่าเดิมไม่ว่าจะไบแอสไปหน้าหรือไบแอสผ่นกลับ
 - ความต้านทานลดลงเมื่อไบแอสไปหน้า และความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่อไบแอสผ่นกลับ
 - ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่อไบแอสไปหน้า และความต้านทานลดลงเมื่อไบแอสผ่นกลับ
 - ความต้านทานเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะไบแอสไปหน้าหรือไบแอสผ่นกลับ
 - ความต้านทานลดลงไม่ว่าจะไบแอสไปหน้าหรือไบแอสผ่นกลับ

79. เมื่อต้องทำการทดสอบไดโอดแต่ไม่มีมัลติมิเตอร์ วงจรใดใช้ในการทดสอบนี้ได้



80. ข้อเสียของไดโอดแบบจุดสัมผัสคือข้อใด

- ก. ทนกระแสได้สูง
- ข. ทนกระแสได้น้อย
- ค. ทนแรงดันได้สูง
- ง. ทนแรงดันได้น้อย
- จ. แดกหักง่าย

81. ข้อใดเป็นการสร้างไดโอดที่ทำการเชื่อมสารเจือปนให้กับสารกึ่งตัวนำที่หลอมเหลวให้เป็นสาร พี และ เอ็น สลับกันเป็นชั้น ๆ

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบปลูกรอยต่อ
- ค. แบบแพร่
- ง. แบบเพลนาร์เทคโนโลยี
- จ. แบบไอออนบวก

82. การสร้างไดโอดโดยการนำชั้นสารเจือปนอินเดียมวางบนแท่งสารเอ็น แล้วนำเข้าเตาหลอมจนอินเดียม หลอมละลายผสมกับแท่งสารเอ็น ได้สารผสมใหม่เป็นสารพี คือข้อใด

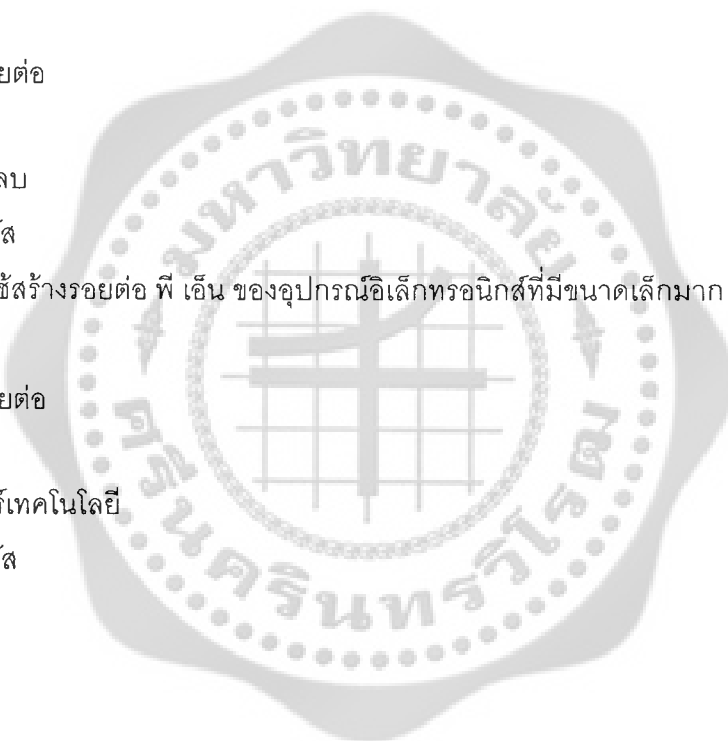
- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบปลูกรอยต่อ
- ค. แบบแพร่
- ง. แบบเพลนาร์เทคโนโลยี
- จ. แบบจุดสัมผัส

83. ข้อใดเป็นการสร้างไดโอดโดยอาศัยการแพร่สารเจือปนชนิดหนึ่งลงในสารกึ่งตัวนำชนิดตรงกันข้าม ทำให้เกิดเป็นรอยต่อ พี เอ็น

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบปลูกรอยต่อ
- ค. แบบแพร่
- ง. แบบไอออนลบ
- จ. แบบจุดสัมผัส

84. ข้อใดเป็นที่นิยมใช้สร้างรอยต่อ พี เอ็น ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จำพวกวงจรรวม

- ก. แบบอัลลอย
- ข. แบบปลูกรอยต่อ
- ค. แบบแพร่
- ง. แบบเพลนาร์เทคโนโลยี
- จ. แบบจุดสัมผัส



แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด

ระดับอนุปริญญา

วิชาเอกอิเล็กทรอนิกส์

คำชี้แจง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับการประเมิน (IOC)			ข้อเสนอแนะ
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง				
– เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				
– เนื้อหามีความเหมาะสมกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอน				
– ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ				
– ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น				
– ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น				
– ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด				
– การลำดับเนื้อหาเรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำมีความถูกต้องและเหมาะสม				
– การลำดับเนื้อหาเรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็นมีความถูกต้องและเหมาะสม				
– การลำดับเนื้อหาเรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็นมีความถูกต้องและเหมาะสม				

เรื่องที่ประเมิน	ระดับการประเมิน (IOC)			ข้อเสนอแนะ
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
– การลำดับเนื้อหาเรื่องสมบัติของไดโอดและ การสร้างไดโอดมีความถูกต้องและเหมาะสม				
– ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ				
– ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน				
2. รูปภาพและภาษา				
– ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพและเนื้อหา				
– ความเหมาะสมของการใช้รูปภาพประกอบ การอธิบายเนื้อหา				
– ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด

ระดับอนุปริญญา

วิชาเอกอิเล็กทรอนิกส์

คำชี้แจง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด

โปรดทำเครื่องหมาย $\checkmark$ ลงในช่องประเมินตามความคิดของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับการประเมิน (IOC)			ข้อเสนอแนะ
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
3. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง				
– ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				
– ความเหมาะสมของเนื้อหาสำหรับใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน				
– ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหา				
– ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน				
4. รูปภาพ ตัวอักษร และเสียง				
– ความชัดเจนของภาพ				
– ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมายตามบทเรียน				
– ความเหมาะสมของการใช้รูปภาพประกอบ การอธิบายเนื้อหา				
– ความเหมาะสมของลักษณะตัวอักษร				
– ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร				
– ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย				

เรื่องที่ประเมิน	ระดับการประเมิน (IOC)			ข้อเสนอแนะ
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
5. สี่ที่ใช้				
- ความเหมาะสมของสี่พื้น				
- ความเหมาะสมของสี่ตัวอักษร				
- ความเหมาะสมของสี่ปุ่มต่างๆ				
6. การเชื่อมโยง				
- ความสะดวกในการใช้				
- ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหา				
- ความเหมาะสมของการใช้ปุ่มในการเชื่อมโยงเนื้อหา				
- ความเหมาะสมของการใช้ภาพในการเชื่อมโยงเนื้อหา				
- ความเหมาะสมของการใช้สีของตัวอักษรในการเชื่อมโยงเนื้อหา				
7. การจัดองค์ประกอบบนจอภาพ				
- ความสะดวกในการอ่าน				
- ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งต่างๆบนจอภาพ				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตารางที่ 16 แสดงค่า IOC (Item Objective Congruence) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	ความคิดเห็น			ΣR	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
8. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	+1	+1	+1	+3	+1.0
- เนื้อหามีความเหมาะสมกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอน	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาเรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด	+1	+1	+1	+3	+1.0
- การลำดับเนื้อหาเรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำมีความถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+3	+1.0
- การลำดับเนื้อหาเรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็นมีความถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+3	+1.0
- การลำดับเนื้อหาเรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็นมีความถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+3	+1.0
- การลำดับเนื้อหาเรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอดมีความถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	+1	+1	0	+2	+0.67
- ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตาราง 16 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ความคิดเห็น			ΣR	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
9. รูปภาพและภาษา					
– ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพและเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของการใช้รูปภาพประกอบ การอธิบายเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	+1	+1	0	+2	+0.67

ตารางที่ 17 แสดงค่า IOC (Item Objective Congruence) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	ความคิดเห็น			ΣR	ค่า IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
– ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของเนื้อหาสำหรับใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	+1	0	+1	+2	+0.67
– ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	+3	+1.0
2. รูปภาพ ตัวอักษร และเสียง					
– ความชัดเจนของภาพ	+1	0	+1	+2	+0.67
– ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมายตามบทเรียน	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของการใช้รูปภาพประกอบการอธิบายเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของลักษณะตัวอักษร	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	+1	0	+1	+2	+0.67
– ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	+1	+1	+1	+3	+1.0
3. สีที่ใช้					
– ความเหมาะสมของสีพื้น	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	+1	+1	+1	+3	+1.0
– ความเหมาะสมของสีปุ่มต่างๆ	+1	+1	+1	+3	+1.0
4. การเชื่อมโยง					
– ความสะดวกในการใช้	+1	+1	+1	+3	+1.0

ตารางที่ 17 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ความคิดเห็น			ΣR	ค่า IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
- ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหา	+1	0	+1	+2	+0.67
- ความเหมาะสมของการใช้ปูมในการเชื่อมโยงเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความเหมาะสมของการใช้ภาพในการเชื่อมโยงเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
- ความเหมาะสมของการใช้สีของตัวอักษรในการเชื่อมโยงเนื้อหา	+1	+1	+1	+3	+1.0
5. การจัดองค์ประกอบบนจอภาพ					
- ความสะดวกในการอ่าน	0	+1	+1	+2	+0.67
- ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งต่างๆ บนจอภาพ	+1	+1	+1	+3	+1.0

ภาคผนวก ข
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาวน์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. 2520 : 136)

$$E_1 = \left[\frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \right] \times 100$$

$$E_2 = \left[\frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \right] \times 100$$

เมื่อ E_1 ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้อง

E_2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum X$ คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum Y$ คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N จำนวนนักเรียน

A คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ตาราง 18 แสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 3 คน

คนที่	บทเรียนหน่วยที่ (คะแนนเต็ม)					คะแนนทดสอบหลังเรียน
	1(21)	2(21)	3(21)	4(21)	รวม (84)	(84 คะแนน)
1	18	21	15	17	71	69
2	20	19	20	21	80	81
3	17	20	19	19	75	73
รวม	55	60	54	57	226	223
เฉลี่ย	18.33	20	18	19	75.33	74.33

ประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$$E_1 = \left[\frac{\frac{\sum X}{N}}{\frac{A}{A}} \right] \times 100$$

$$= 89.683 \%$$

ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียน

$$E_2 = \left[\frac{\frac{\sum Y}{N}}{\frac{B}{B}} \right] \times 100$$

$$= 88.492 \%$$

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.683/88.492
จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข และทดลองภาคสนามกับกลุ่มประชากร

ตาราง 19 แสดงคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง 24 คน ที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ

คนที่	แบบทดสอบระหว่างเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
	X(21)	X(21)
1	19	20
2	17	19
3	18	18
4	21	21
5	13	15
6	19	18
7	17	17
8	18	18
9	18	18
10	21	21
11	18	19
12	19	20
13	14	15
14	20	20
15	17	17
16	18	17
17	19	21
18	18	18
19	19	20
20	17	18
21	19	19
22	17	18
23	17	17
24	16	17
รวม	429	441
ประสิทธิภาพ	$E_1 = (429/504) \times 100 = 85.12$	$E_2 = (441/504) \times 100 = 87.50$

ตาราง 20 แสดงคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง 24 คน ที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบ
หลังเรียน ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น

คนที่	แบบทดสอบระหว่างเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
	X(21)	X(21)
1	20	20
2	21	21
3	19	18
4	18	17
5	13	13
6	19	19
7	14	14
8	19	21
9	18	18
10	19	18
11	19	20
12	19	19
13	20	18
14	20	20
15	19	18
16	21	21
17	17	14
18	14	15
19	21	20
20	20	18
21	17	15
22	20	19
23	20	18
24	17	16
รวม	444	430
ประสิทธิภาพ	$E_1 = (444/504) \times 100 = 88.09$	$E_2 = (430/504) \times 100 = 85.32$

ตาราง 21 แสดงคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง 24 คน ที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบ
หลังเรียน ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น

คนที่	แบบทดสอบระหว่างเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
	X(21)	X(21)
1	18	18
2	19	19
3	19	20
4	19	18
5	18	17
6	15	16
7	14	12
8	16	17
9	17	17
10	20	20
11	21	20
12	19	19
13	20	20
14	18	19
15	18	19
16	14	14
17	19	19
18	21	21
19	20	20
20	18	19
21	20	19
22	20	17
23	20	19
24	20	20
รวม	443	439
ประสิทธิภาพ	$E_1 = (443/504) \times 100 = 87.90$	$E_2 = (439/504) \times 100 = 87.10$

ตาราง 22 แสดงคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง 24 คน ที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบ
หลังเรียน ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด

คนที่	แบบทดสอบระหว่างเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
	X(21)	X(21)
1	20	20
2	19	20
3	21	21
4	17	16
5	12	13
6	19	18
7	15	14
8	16	15
9	21	21
10	21	21
11	17	16
12	20	20
13	21	21
14	20	20
15	14	13
16	17	17
17	19	19
18	20	18
19	21	21
20	21	19
21	21	21
22	19	20
23	19	19
24	20	20
รวม	450	443
ประสิทธิภาพ	$E_1 = (450/504) \times 100 = 89.28$	$E_2 = (443/504) \times 100 = 87.90$

ตาราง 23 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ที่ได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนชุดที่ 2 จำนวน 34 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 2 จำนวน 28 ข้อ

หน่วยการเรียนรู้	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน			คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		
	คะแนนเต็ม	ทำได้	E_1 (%)	คะแนนเต็ม	ทำได้	E_2 (%)
1	240	193	80.42	144	115	79.86
2	168	142	84.52	216	167	77.31
3	240	197	82.08	120	91	75.83
4	168	144	85.71	192	159	82.81
รวม	816	676	83.19	672	532	78.96



ภาคผนวก ค
หลักสูตรและการวิเคราะห์หลักสูตร

**แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเรื่อง
ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับวิชาต่าง ๆ ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์**

เรียน หัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์

ข้าพเจ้ากำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งข้าพเจ้าเห็นว่าท่านเป็นผู้หนึ่งที่สอนหรือเคยทำการสอนโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันราชภัฏมาเป็นเวลานาน จึงขอความกรุณาจากท่านช่วยกรุณาตอบแบบสอบถามที่ส่งมาพร้อมนี้

จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านให้ความอนุเคราะห์แก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง



(นายอมรรัตน์ จิมพลินานนท์)

เมื่อตอบแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้วกรุณาดึงหน้านี้ออก และพับส่งตามที่อยู่ด้านหลังเอกสารนี้

**แบบสอบถามลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับวิชาต่าง ๆ ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์**

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความและกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □ ตามลำดับความเหมาะสมที่ตรงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด

ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิชาต่าง ๆ ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ ท่านคิดว่าควรจัดลำดับความเหมาะสมอย่างไร โดยใช้หมายเลข 1 กับความเหมาะสมน้อยที่สุด หมายเลข 2 กับความเหมาะสมน้อย หมายเลข 3 กับความเหมาะสมปานกลาง หมายเลข 4 กับความเหมาะสมมาก หมายเลข 5 กับความเหมาะสมมากที่สุด

	1	2	3	4	5
1. วิชาการเขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์	☐	☐	☐	☐	☐
2. วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2	☐	☐	☐	☐	☐
3. วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	☐	☐	☐	☐	☐
4. วิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 1	☐	☐	☐	☐	☐
5. วิชาดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ 1	☐	☐	☐	☐	☐
6. วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 3	☐	☐	☐	☐	☐
7. วิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 2	☐	☐	☐	☐	☐
8. วิชาเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์ 1	☐	☐	☐	☐	☐
9. วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1	☐	☐	☐	☐	☐
10. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
11. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
12. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
13. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
14. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
15. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
16. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
17. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
18. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
19. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
20. วิชาอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ลำดับความเหมาะสม ในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิชาต่าง ๆ ของสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันราชภัฏที่ตอบแบบสอบถาม 24 แห่ง

รายวิชา	mean	S.D.
เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์	2.041667	2.234852
การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า	3.958333	3.257933
อิเล็กทรอนิกส์ 1	4.583333	2.946996
ปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1	1.791667	1.805286
ดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ 1	4.250000	3.356801
อิเล็กทรอนิกส์ 3	2.583333	2.543107
ปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 2	1.583333	1.540516
เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์	3.666667	3.288650
ไมโครโปรเซสเซอร์ 1	3.958333	3.403163

แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเรื่อง
ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

เรียน หัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์

ข้าพเจ้ากำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งข้าพเจ้าเห็นว่าท่านเป็นผู้หนึ่งที่สอนหรือเคยทำการสอนโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ในสถาบันราชภัฏมาเป็นเวลานาน จึงขอความกรุณาจากท่านช่วยตอบแบบสอบถามที่ส่งมาพร้อมนี้

และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านให้ความอนุเคราะห์แก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง



(นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์)

เมื่อตอบแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้วกรุณาดึงหน้านี้ออก และพับส่งตามที่อยู่ด้านหลังเอกสารนี้

**ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1**

คำอธิบายรายวิชา วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5581104 3(2-2)

ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวนำ ตัวต้านทาน อนุกรม สารกึ่งตัวนำ โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำไดโอด และทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ การให้ไบแอส และการทำงานของทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนต่าง ๆ กราฟแสดงคุณลักษณะ ค่าพารามิเตอร์ และค่าเหมาะสมต่าง ๆ ที่บอกไว้ในคู่มือของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเอฟอีที ศึกษาไอซีแบบต่าง ๆ ทั้งแบบดิจิทัล และลิเนียร์ไอซี ไอซีออปแอมป์ถึงชนิดและการประยุกต์ใช้งาน

งานปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบตัวเซมิคอนดักเตอร์ไดโอด วงจรเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ พร้อมฟิลเตอร์ โดยใช้ฮอสซิลโลสโคป และมัลติมิเตอร์

การต่อวงจร การให้ไบแอสประกอบวงจร วัด อ่านค่า ทดสอบวงจรขยายทรานซิสเตอร์ เอฟอีทีแบบต่าง ๆ ปฏิบัติการต่อวงจรออปแอมป์ สร้างวงจรกำเนิดความถี่ วงจรเครื่องขยายสัญญาณ

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความและกาเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ ตามลำดับความเหมาะสมที่ตรงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด

ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ท่านคิดว่าควรจัดลำดับความเหมาะสมอย่างไร โดยใช้หมายเลข 1 กับความเหมาะสมน้อยสุด หมายเลข 2 กับความเหมาะสมน้อย หมายเลข 3 กับความเหมาะสมปานกลาง หมายเลข 4 กับความเหมาะสมมาก หมายเลข 5 กับความเหมาะสมมากที่สุด

**แบบสำรวจลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับบทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1**

	1	2	3	4	5
1. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	☐	☐	☐	☐	☐
2. ตัวต้านทาน	☐	☐	☐	☐	☐
3. ตัวเก็บประจุ	☐	☐	☐	☐	☐
4. ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า	☐	☐	☐	☐	☐
5. สารกึ่งตัวนำไดโอด	☐	☐	☐	☐	☐
6. วงจรไดโอด	☐	☐	☐	☐	☐
7. ไดโอดชนิดอื่น	☐	☐	☐	☐	☐
8. ทρανซิสเตอร์ไบโพลาร์	☐	☐	☐	☐	☐
9. การให้ไบแอสทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	☐	☐	☐	☐	☐
10. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	☐	☐	☐	☐	☐
11. วงจรรวม	☐	☐	☐	☐	☐
12. ออปแอมป์	☐	☐	☐	☐	☐
13. ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ	☐	☐	☐	☐	☐
14. ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่	☐	☐	☐	☐	☐
15. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
16. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
17. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
18. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
19. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐
20. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)	☐	☐	☐	☐	☐

ตาราง 25 แสดงผลการวิเคราะห์ลำดับความเหมาะสมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับ
บทเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 จากสถาบันราชภัฏที่ตอบแบบสอบถาม 24 แห่ง

หัวข้อ	mean	S.D.
ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	1.146667	1.349987
ตัวต้านทาน	1.583333	1.620744
ตัวเก็บประจุ	1.708333	1.645701
ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า	1.625000	1.569062
สารกึ่งตัวนำไดโอด	4.666667	2.815588
วงจรไดโอด	3.250000	3.094525
ไดโอดชนิดอื่น ๆ	2.916667	2.722025
ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	4.250000	3.308421
การให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	2.041667	1.940697
ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	3.333333	3.165141
วงจรรวม	3.625000	3.306504
ออปแอมป์	1.958333	1.952794
ปฏิบัติการสร้างวงจรขยายสัญญาณ	1.458333	1.433931
ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่	1.500000	1.518008

รายชื่อสถาบันราชภัฏที่ตอบแบบสอบถาม

1. สถาบันราชภัฏเชียงราย
2. สถาบันราชภัฏลำปาง
3. สถาบันราชภัฏอุดรดิตถ์
4. สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
5. สถาบันราชภัฏพินุลสงคราม
6. สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร
7. สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
8. สถาบันราชภัฏอุตรธานี
9. สถาบันราชภัฏเลย
10. สถาบันราชภัฏมหาสารคาม
11. สถาบันราชภัฏสกลนคร
12. สถาบันราชภัฏนครราชสีมา
13. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
14. สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
15. สถาบันราชภัฏราชบุรี
16. สถาบันราชภัฏเทพสตรี
17. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี
18. สถาบันราชภัฏพระนคร
19. สถาบันราชภัฏธนบุรี
20. สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
21. สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี
22. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี
23. สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
24. สถาบันราชภัฏยะลา

**แบบวิเคราะห์บทเรียนและหัวข้อย่อยเพื่อการวิจัย
เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1**

เรียน อาจารย์หัวหน้าโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์

ข้าพเจ้ากำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งข้าพเจ้าเห็นว่าท่านเป็นคนหนึ่งที่สอนหรือเคยทำการสอน โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ในสถาบันราชภัฏมาเป็นเวลานาน จึงขอความกรุณาจากท่านช่วยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา กรุณาตรวจวิเคราะห์บทเรียนและหัวข้อย่อยตามแบบวิเคราะห์ที่ส่งมาพร้อมนี้ อนึ่งผลการวิเคราะห์เป็นเพียงความคิดเห็นอิสระของท่านจะไม่มีผลกระทบต่อนานและสถาบันฯของท่านแต่อย่างใด

จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านให้ความอนุเคราะห์แก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง



(นายอมรรัตน์ จิมพลินพานนท์)

เมื่อท่านวิเคราะห์เสร็จเรียบร้อยแล้วกรุณาดึงหน้านี้ออก และพับส่งตามที่อยู่ด้านหลังเอกสารนี้

การวิเคราะห์บทเรียนและหัวเรื่องย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

คำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

รหัส 5581104

3(2-2)

ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวนำ ตัวต้านทาน จนวน สารกึ่งตัวนำ โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำไดโอด และทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ การให้ไบแอส และการทำงานของทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนต่าง ๆ กราฟแสดงคุณลักษณะ ค่าพารามิเตอร์ และค่าสำคัญต่าง ๆ ที่บอกไว้ในคู่มือของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเอฟอีที ศึกษาไอซีแบบต่าง ๆ ทั้งแบบดิจิทัล และลีนีเยร์ไอซี ไอซีออปแอมป์ถึงชนิดและการประยุกต์ใช้งาน

งานปฏิบัติการต่อวงจร วัดและทดสอบตัวเซมิคอนดักเตอร์ไดโอด วงจรเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ พร้อมฟิลเตอร์ โดยใช้ฮอสซิลโลสโคป และมัลติมิเตอร์

การต่อวงจร การให้ไบแอสประกอบวงจร วัด อ่านค่า ทดสอบวงจรขยายทรานซิสเตอร์ เอฟอีทีแบบต่าง ๆ ปฏิบัติการต่อวงจรออปแอมป์ สร้างวงจรกำเนิดความถี่ วงจรเครื่องขยายสัญญาณ

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเหมาะสม หรือไม่เหมาะสมตามความคิดเห็นและประสบการณ์ของท่าน โดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 และถ้าไม่เหมาะสม โปรดเสนอแนะลงในช่อง หมายเหตุหรือข้อเสนอแนะ

ตัวอย่าง

บทที่	ชื่อบทเรียน	หัวเรื่องย่อย	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุหรือข้อเสนอแนะ
1.	ความต้านทาน			✓	เปลี่ยนเป็น "ตัวต้านทาน"
		-โครงสร้างของตัวต้านทาน	✓		
		-คุณสมบัติของตัวต้านทาน	✓		
		-ชนิดของตัวต้านทาน	✓		
		-การอ่านค่าจากรหัสสี	✓		

หมายความว่าผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าชื่อบทเรียนไม่เหมาะสม ควรเปลี่ยนเป็น "ตัวต้านทาน"

ตารางวิเคราะห์บทเรียนและหัวเรื่องย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

บท ที่	ชื่อบทเรียน	หัวเรื่องย่อย	เหมาะ สม	ไม่ เหมาะ สม	หมายเหตุหรือ ข้อเสนอแนะ
1.	ทฤษฎีไฟฟ้า เบื้องต้น	- ชนิดและสมบัติของไฟฟ้า - แหล่งกำเนิดไฟฟ้า - หน่วยและการคำนวณค่าต่าง ๆ - วงจรไฟฟ้า			
2.	ตัวต้านทาน	- ชนิดของตัวต้านทาน - หน่วยและวิธีอ่านค่าตัวต้านทาน - การคำนวณค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า - ปฏิบัติการวัดและทดสอบตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์			
3.	ตัวเก็บประจุ	- หลักการของตัวเก็บประจุ - หน่วยและการอ่านค่าตัวเก็บประจุ - การคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้า - ชนิดของตัวเก็บประจุ			

ตารางวิเคราะห์บทเรียนและหัวเรื่องย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

บท ที่	ชื่อบทเรียน	หัวเรื่องย่อย	เหมาะ สม	ไม่ เหมาะ สม	หมายเหตุ หรือ ข้อเสนอแนะ
		- ปฏิบัติการวัดและทดสอบ ตัวเก็บประจุด้วยมัลติ มิเตอร์			
4.	ตัวเหนี่ยวนำ และหม้อ แปลงไฟฟ้า	- หลักการเบื้องต้นของแม่เหล็กไฟฟ้า - ชนิดและสมบัติของการเหนี่ยวนำ - การคำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้า - ชนิดและการใช้งานตัวเหนี่ยวนำ - หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า			
5.	สารกึ่งตัวนำ ไดโอด	- สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ - สารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น - สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น - สมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด			

ตารางวิเคราะห์บทเรียนและหัวเรื่องย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

บท ที่	ชื่อบทเรียน	หัวเรื่องย่อย	เหมาะ สม	ไม่ เหมาะ สม	หมายเหตุ หรือ ข้อเสนอแนะ
		-ปฏิบัติการวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของไดโอด			
6.	วงจรไดโอด	-วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น -วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น -วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ -วงจรฟิลเตอร์ -วงจรทวิแรงดัน -ปฏิบัติการวงจรไดโอด			
7.	ไดโอดชนิดอื่น	-ซีเนอร์ไดโอด -ไดโอดวาร์กเตอร์ -ไดโอดทางแสง -ซอติกไดโอด -ทันแนลไดโอด			
8.	ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	-หลักการของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ -ลักษณะการจัดวงจรทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์			

ตารางวิเคราะห์บทเรียนและหัวเรื่องย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

บท ที่	ชื่อบทเรียน	หัวเรื่องย่อย	เหมาะ สม	ไม่ เหมาะ สม	หมายเหตุ หรือ ข้อเสนอแนะ
		-สมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ - ความสำคัญของค่าต่าง ๆ -ปฏิบัติการวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของทรานซิสเตอร์ด้วยมัลติมิเตอร์			
9.	หลักการให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	-จุดทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ - การให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ -เสถียรภาพของการให้ไบแอสกับการชดเชยอุณหภูมิ			
10.	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	- หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า - เจเฟตและมอสเฟต - การไบแอสเฟต			

ตารางวิเคราะห์บทเรียนและหัวเรื่องย่อยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

บท ที่	ชื่อบทเรียน	หัวเรื่องย่อย	เหมาะ สม	ไม่ เหมาะ สม	หมายเหตุ หรือ ข้อเสนอแนะ
		- ปฏิบัติการวัดทดสอบ และ วิเคราะห์สมบัติของเฟต			
11.	วงจรรวม	- หลักการทำงานของวงจรรวม - การสร้างวงจรรวม - ชนิดและการใช้งานวงจรรวม			
12.	ออปแอมป์	- หลักการของออปแอมป์ - โครงสร้างและสมบัติของ ออปแอมป์ - วงจรใช้งานหลักของออป แอมป์ - ปฏิบัติการวงจรออปแอมป์			
13.	ปฏิบัติการ สร้างวงจร เครื่องขยาย สัญญาณ				
14.	ปฏิบัติการ สร้างวงจร กำเนิด ความถี่				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

รายชื่ออาจารย์ในโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ช่วยวิเคราะห์หลักสูตร

1. อาจารย์บุญรอด ทองสว่าง
2. อาจารย์กฤษดา ผ่องพิทยา
3. อาจารย์สุเมธ สงวนใจ
4. อาจารย์สนธยา วันชัย
5. อาจารย์รุจิโรจน์ สุรินทร์



ตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัสวิชา 5581104 โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนอิเล็กทรอนิกส์ 1 จำนวน 4 ท่าน

หัวข้อเนื้อหา	พุทธิพิสัย					ทักษะพิสัย					จิตพิสัย					รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ	ทำอย่างสร้างสรรค์	การยอมรับ	การตอบสนอง	การสร้างค่านิยม	การจัดระบบค่านิยม	ลักษณะนิสัยที่ เกิดจากค่านิยม	
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
1. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น																
- ชนิดและสมบัติของไฟฟ้า	19	23	15													57
- แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	14	21	4													39
- วงจรไฟฟ้า	12	17	13	15												57
2. ตัวต้านทาน																
- ชนิดของตัวต้านทาน	18	20	18													56
- หน่วยและวิธีอ่านค่าตัว ต้านทาน	13	19	17	8												57
- การคำนวณค่าความต้าน ทานในวงจรไฟฟ้า	9	10	11	14												44
- ปฏิบัติการวัดและทดสอบ ตัวต้านทานด้วย มัลติมิเตอร์							22	21								43

ตาราง 26 (ต่อ)

[illegible]

ตาราง 26 (ต่อ)

[illegible]

ตาราง 26 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	พุทธิพิสัย					ทักษะพิสัย					จิตพิสัย					รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ	ทำอย่างสร้างสรรค์	การยอมรับ	การตอบสนอง	การสร้างความนิยม	การจัดระบบค่านิยม	ลักษณะนิสัยที่ เกิดจากค่านิยม	
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
- สมบัติของไดโอดและการ สร้างไดโอด	32	18	20	10												80
- ปฏิบัติการวัดทดสอบและ วิเคราะห์สมบัติของไดโอด							38	38	6							82
6. วงจรไดโอด																
- วงจรเรียงกระแสแบบครึ่ง คลื่น	10	16	12	2												40
- วงจรเรียงกระแสแบบเต็ม คลื่น	15	24	17	2												58
- วงจรเรียงกระแสแบบ บริดจ์	14	25	17	2												58
- วงจรฟิลเตอร์	11	16	11													38
- วงจรทวิแรงดัน	11	16	11													38
- ปฏิบัติการวงจรไดโอด							40	39								79

[illegible]

ตาราง 26 (ต่อ)

[illegible]

ตาราง 26 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย				จิตพิสัย					รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ	ทำอย่างสร้างสรรค์	การยอมรับ	การตอบสนอง	การสร้างค่านิยม	การจัดระบบค่านิยม	ลักษณะนิสัยที่เกิดจากค่านิยม	
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
- โครงสร้างและสมบัติของ ออปแอมป์	20	24	14													58
- วงจรใช้งานหลักของออป แอมป์	15	22	20													57
- ปฏิบัติการวงจรออปแอมป์							38	40								78
13. ปฏิบัติการสร้างวงจร เครื่องขยายสัญญาณ							38	40	4							82
14. ปฏิบัติการสร้างวงจร กำเนิดความถี่							39	39								78
รวม	801	954	577	191			314	312	16							3165

ตาราง 27 แสดงการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยหลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัสวิชา 5581104

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย					พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	รวม	อันดับความสำคัญ	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ	รวม	อันดับความสำคัญ
1. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น (รวม)	12	15	8	4	39	11					
1.1	5	6	4	0	15						
1.2	4	5	1	0	10						
1.3	3	4	3	4	14						
2. ตัวต้านทาน (รวม)	10	13	12	6	41	7	6	5	0	11	8
2.1	5	5	5	0	15						
2.2	3	5	4	2	14						
2.3	2	3	3	4	12						
2.4							6	5	0	11	
3. ตัวเก็บประจุ (รวม)	12	17	9	4	42	6	5	5	0	10	9
3.1	4	6	0	0	10						
3.2	3	4	3	1	11						
3.3	2	3	3	3	11						
3.4	3	4	3	0	10						
3.5							5	5	0	10	
4. ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า (รวม)	12	16	10	1	39	11					
4.1	3	4	0	0	7						
4.2	2	3	2	0	7						
4.3	2	2	2	1	7						
4.4	2	3	2	0	7						
4.5	3	4	4	0	11						
5. สารกึ่งตัวนำไดโอด (รวม)	35	18	20	11	84	1	10	10	2	22	1
5.1	9	5	5	2	21						
5.2	9	4	5	3	21						
5.3	9	4	5	3	21						

ตาราง 27 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย					พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย					
	ความสนใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	รวม	อันดับความสำคัญ	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่แบบ	ฝึกให้ชำนาญ	รวม	อันดับความสำคัญ
5.4	8	5	5	3	21						
5.5							10	10	2	22	
6. วงจรไดโอด (รวม)	17	24	17	3	61	5	10	10	0	20	5
6.1	3	4	3	1	11						
6.2	4	6	4	1	15						
6.3	4	6	4	1	15						
6.4	3	4	3	0	10						
6.5	3	4	3	0	10						
6.6							10	10	0	20	
7. ไดโอดชนิดอื่น ๆ (รวม)	15	20	5	0	40	9					
7.1	3	4	1	0	8						
7.2	3	4	1	0	8						
7.3	3	4	1	0	8						
7.4	3	4	1	0	8						
7.5	3	4	1	0	8						
8. ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ (รวม)	19	28	20	12	79	3	10	10	1	21	2
8.1	5	9	5	1	20						
8.2	6	9	8	5	28						
8.3	8	10	7	6	31						
8.4							10	10	1	21	
9. การให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ (รวม)	19	26	15	1	61	4					
9.1	7	9	5	0	21						
9.2	6	9	4	0	19						
9.3	6	8	6	1	21						
10. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า (รวม)	24	29	18	11	82	2	10	10	1	21	2

ตาราง 27 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย					พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย					
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	รวม	อันดับความสำคัญ	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่แบบ	ฝึกให้ชำนาญ	รวม	อันดับความสำคัญ
10.1	7	9	4	0	20						
10.2	8	10	8	5	31						
10.3	9	10	6	6	31						
10.4							10	10	1	21	
11. วงจรรวม (รวม)	16	21	4	0	41	7					
11.1	4	6	0	0	10						
11.2	8	8	0	0	16						
11.3	4	7	4	0	15						
12. ออปแอมป์ (รวม)	14	17	9	0	40	9	10	10	0	20	5
12.1	5	5	0	0	10						
12.2	5	6	4	0	15						
12.3	4	6	5	0	15						
12.4							10	10	0	20	
13. ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ							10	10	1	21	2
14. ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่							10	10	0	20	5
รวม	205	244	147	53	649		81	80	5	166	
อันดับความสำคัญ	2	1	3	4			1	2	3		

ตาราง 28 แสดงคะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญและการแบ่งหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

รายการ	คะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญ		คาบเรียน	
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น				
1.1. ชนิดและสมบัติของไฟฟ้า	57			
1.2. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	39			
1.3. วงจรไฟฟ้า	57			
รวม	153		2	
2. ตัวต้านทาน				
2.1. ชนิดของตัวต้านทาน	56			
2.2. หน่วยและวิธีอ่านค่าตัวต้านทาน	57			
2.3. การคำนวณค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า	44			
2.4. ปฏิบัติการวัดและทดสอบตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์		43		
รวม	157		2	2
3. ตัวเก็บประจุ				
3.1. หลักการของตัวเก็บประจุ	39			
3.2. หน่วยและการอ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ	41			
3.3. การคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้า	41			
3.4. ชนิดของตัวเก็บประจุ	38			
3.5. ปฏิบัติการวัดและทดสอบตัวเก็บประจุด้วยมัลติมิเตอร์		39		
รวม	159		2	2
4. ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า				
4.1. หลักการเบื้องต้นของแม่เหล็กไฟฟ้า	27			
4.2. ชนิดและสมบัติของการเหนี่ยวนำ	28			
4.3. การคำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้า	28			
4.4. ชนิดและการใช้งานตัวเหนี่ยวนำ	29			
4.5. หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า	41			
รวม	153		2	
5. สารกึ่งตัวนำไดโอด				

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการ	คะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญ		คาบเรียน	
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
5.1. สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ	82			
5.2. สารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น	80			
5.3. สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น	82			
5.4. สมบัติของไดโอด และการสร้างไดโอด	80			
5.5. ปฏิบัติทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของไดโอด		82		
รวม	324		4	4
6. วงจรไดโอด				
6.1. ทฤษฎีวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	40			
6.2. ทฤษฎีวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	58			
6.3. ทฤษฎีวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	58			
6.4. ทฤษฎีวงจรฟิลเตอร์	38			
6.5. ทฤษฎีวงจรทวิแรงดัน	38			
6.6. ปฏิบัติการวงจรไดโอด		79		
รวม	232		3	4
7. ไดโอดชนิดอื่น				
7.1. ซีเนอร์ไดโอด	32			
7.2. ไดโอดวาร์กเตอร์	32			
7.3. ไดโอดทางแสง	32			
7.4. ซอตตี้ไดโอด	32			
7.5. ทันแนลไดโอด	32			
รวม	160		2	
8. ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์				
8.1. หลักการของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	79			
8.2. ลักษณะการจัดวงจรทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	109			
8.3. สมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	121			
8.4. ปฏิบัติการการวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ด้วยมัลติมิเตอร์		81		
รวม	309		4	4
9. หลักการให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์				
9.1. จุดทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	81			

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการ	คะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญ		คาบเรียน	
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
9.2. การให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	77			
9.3. เสถียรภาพของการให้ไบแอสกับการ เซย์อุณหภูมิ	79			
รวม	237			
10. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า				
10.1. หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ สนามไฟ ฟ้า	79			
10.2. เจเฟตและมอสเฟต	126			
10.3. การไบแอสเฟต	118			
10.4. ปฏิบัติการวัดทดสอบ และวิเคราะห์สมบัติ ของเฟต		80		
รวม	323		4	4
11. วงจรรวม				
11.1. หลักการทำงานของวงจรรวม	38			
11.2. กรรมวิธีการสร้างวงจรรวม	63			
11.3. ชนิดและการใช้งานวงจรรวม	60			
รวม	161		2	
12. ออปแอมป์				
12.1. หลักการของออปแอมป์	40			
12.2. โครงสร้างและสมบัติของออปแอมป์	58			
12.3. วงจรใช้งานหลักของออปแอมป์	57			
12.4. ปฏิบัติการวงจรออปแอมป์		78		
รวม	155		2	4
13. ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ		82		4
14. ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่		78		4
รวม	2523	642	32	32

ตาราง 29 แสดงจุดประสงค์การสอนและคาบการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น 1.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับสมบัติของไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ 1.1.1 บอกความแตกต่างของไฟฟ้าสถิตย์และไฟฟ้ากระแสได้ 1.1.2 บอกถึงความแตกต่างของไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับได้ 1.2 รู้เรื่องเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า 1.2.1 อธิบายถึงแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงชนิดต่าง ๆ ได้ 1.2.2 แยกส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าได้ 1.2.3 อธิบายความแตกต่างของเซลล์เปียกและเซลล์แห้งได้ 1.2.4 อธิบายถึงลักษณะการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวได้ 1.2.5 บอกถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อขนาดของแรงดันเหนี่ยวนำได้ 1.2.6 อธิบายถึงค่าต่าง ๆ ของไฟฟ้ากระแสสลับได้ 1.3 รู้เรื่องเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า 1.3.1 บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้ 1.3.2 บอกหน้าที่ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้ 1.3.3 บอกปริมาณทางไฟฟ้าได้ 1.3.4 คำนวณค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้าได้	2	0
2	ตัวต้านทาน 2.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับชนิดของตัวต้านทาน 2.1.1 จำแนกชนิดของตัวต้านทานตามลักษณะการใช้งานได้ 2.1.2 จำแนกชนิดของตัวต้านทานตามโครงสร้างได้ 2.1.3 อธิบายความแตกต่างของตัวต้านทานชนิดโลหะและอโลหะได้ 2.1.4 เขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานชนิดต่าง ๆ ได้ 2.1.5 อธิบายความแตกต่างของตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้แบบ รีโอสแตต และแบบโพเทนชิโอเมเตอร์ 2.2 รู้เรื่องหน่วยและวิธีการอ่านค่าความต้านทาน 2.2.1 บอกชื่อหน่วยของความต้านทานได้ 2.2.2 บอกวิธีแปลงหน่วยความต้านทานได้ 2.2.3 อ่านค่าความต้านทานจากรหัสต่าง ๆ ได้ 2.3 เข้าใจวิธีคำนวณค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า	2	2

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	2.3.1 คำนวณค่าความต้านทานในวงจรอนุกรมได้		
	2.3.2 คำนวณค่าความต้านทานในวงจรขนานได้		
	2.3.3 คำนวณค่าความต้านทานในวงจรผสมได้		
	2.4 เข้าใจวิธีใช้มัลติมิเตอร์วัดทดสอบตัวต้านทาน		
	2.4.1 อธิบายวิธีใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานได้		
	2.4.2 บอกผลการวัดทดสอบตัวต้านทานได้		
	2.4.3 ปฏิบัติการวัดทดสอบและอ่านค่าตัวต้านทานได้		
3	ตัวเก็บประจุ	2	2
	3.1 เข้าใจหลักการของตัวเก็บประจุ		
	3.1.1 บอกนิยามของตัวเก็บประจุได้		
	3.1.2 อธิบายหลักการของตัวเก็บประจุได้		
	3.1.3 บอกส่วนประกอบของตัวเก็บประจุได้		
	3.2 รู้เรื่องหน่วย และการอ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ		
	3.2.1 บอกชื่อหน่วยของความจุในตัวเก็บประจุได้		
	3.2.2 อธิบายวิธีแปลงหน่วยของตัวเก็บประจุได้		
	3.2.3 อ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุจากรหัสต่าง ๆ ได้		
	3.3 เข้าใจวิธีคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้า		
	3.3.1 คำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรอนุกรมได้		
	3.3.2 คำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรขนานได้		
	3.3.3 คำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรผสมได้		
	3.4 รู้เรื่องเกี่ยวกับชนิดของตัวเก็บประจุ		
	3.4.1 จำแนกชนิดของตัวเก็บประจุได้		
	3.4.2 เขียนสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ ได้		
	2.4.3 บอกสมบัติของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ ได้		
	3.5 เข้าใจวิธีใช้มัลติมิเตอร์วัดทดสอบตัวเก็บประจุ		
	3.5.1 อธิบายวิธีใช้มัลติมิเตอร์วัดทดสอบตัวเก็บประจุได้		
	3.5.2 บอกผลการวัดทดสอบตัวเก็บประจุได้		
	3.5.3 ปฏิบัติการวัดทดสอบตัวเก็บประจุได้		
4	ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า	2	0

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	4.1 เข้าใจหลักการเบื้องต้นของแม่เหล็กไฟฟ้า		
	4.1.1 อธิบายการเกิดแม่เหล็กไฟฟ้าในเส้นลวดตัวนำได้		
	4.1.2 บอกทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กในลวดตัวนำได้		
	4.2 รู้เรื่องเกี่ยวกับชนิดและสมบัติของการเหนี่ยวนำ		
	4.2.1 อธิบายผลการเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวดได้		
	4.2.2 อธิบายผลของการเหนี่ยวนำร่วมได้		
	4.2.3 บอกชื่อหน่วยของความเหนี่ยวนำได้		
	4.3 เข้าใจวิธีคำนวณค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดในวงจรไฟฟ้า		
	4.3.1 คำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรอนุกรมได้		
	4.3.2 คำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรขนานได้		
	4.3.3 คำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรผสมได้		
	4.4 รู้เรื่องเกี่ยวกับชนิดและการใช้งานตัวเหนี่ยวนำ		
	4.4.1 จำแนกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้		
	4.4.2 เขียนสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำชนิดต่าง ๆ ได้		
	4.4.3 บอกสมบัติและการใช้งานของตัวเหนี่ยวนำชนิดต่าง ๆ ได้		
	4.5 เข้าใจหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า		
	4.5.1 แยกส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้าได้		
	4.5.2 เขียนสัญลักษณ์ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้		
	4.5.3 อธิบายการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้		
	4.5.4 คำนวณค่าต่าง ๆ ในการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าได้		
5	สารกึ่งตัวนำไดโอด	4	4
	5.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ		
	5.1.1 อธิบายโครงสร้างอะตอมได้		
	5.1.2 อธิบายอนุภาคพื้นฐานของอะตอมได้		
	5.1.3 อธิบายการเกาะตัวของอะตอมในสารกึ่งตัวนำได้		
	5.1.4 บอกความแตกต่างของแถบพลังงานของตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำได้		
	5.1.5 บอกความแตกต่างของพาหะประจุไฟฟ้าของตัวนำ และสารกึ่งตัวนำได้		
	5.2 รู้เรื่องเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำแบบแบบพี และแบบเอ็น		
	5.2.1 อธิบายหลักการสร้างสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้		

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	5.2.2 อธิบายการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้		
	5.2.3 บอกสมบัติของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้		
	5.2.4 อธิบายหลักการสร้างสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้		
	5.2.5 อธิบายการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้		
	5.2.6 บอกสมบัติของสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้		
	5.3 รู้เรื่องเกี่ยวกับสมบัติของรอยต่อ พี เอ็น		
	5.3.1 อธิบายผลที่เกิดขึ้นตรงบริเวณปลอดพาหะของรอยต่อ พี เอ็น ได้		
	5.3.2 บอกความหมายของการให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น ได้		
	5.3.3 อธิบายผลการให้ไบแอสไปนากับรอยต่อ พี เอ็น ได้		
	5.3.4 อธิบายผลการให้ไบแอสผ่นกลับกับรอยต่อ พี เอ็น ได้		
	5.3.5 อธิบายการหลายที่เกิดขึ้นกับรอยต่อ พี เอ็น ได้		
	5.4 รู้เรื่องเกี่ยวกับสมบัติของไดโอด และการสร้างไดโอด		
	5.4.1 เขียนสัญลักษณ์ของไดโอดได้		
	5.4.2 อธิบายสมบัติของไดโอดในอุดมคติได้		
	5.4.3 อธิบายสมบัติของไดโอดจริงได้		
	5.4.4 บอกวิธีและผลการใช้มัลติมิเตอร์วัดทดสอบไดโอดได้		
	5.4.5 อธิบายวิธีการสร้างไดโอดแบบต่าง ๆ ได้		
	5.5 เข้าใจวิธีวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของไดโอด		
	5.5.1 ปฏิบัติการวัดและทดสอบไดโอดได้		
	5.5.2 ปฏิบัติการวงจรวิเคราะห์สมบัติของไดโอดได้		
6	วงจรไดโอด	3	4
	6.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับวงจรเรียงกระแส		
	6.1.1 อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้		
	6.1.2 อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้		
	6.1.3 อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ได้		
	6.1.4 ปฏิบัติการวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้		
	6.1.5 ปฏิบัติการวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้		
	6.1.6 ปฏิบัติการวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ได้		
	6.2 รู้เรื่องเกี่ยวกับวงจรฟิลเตอร์		

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	6.2.1 อธิบายการทำงานของวงจรฟิลเตอร์แบบต่าง ๆ ได้		
	6.2.2 ปฏิบัติการวงจรฟิลเตอร์แบบต่าง ๆ ได้		
	6.3 รู้เรื่องเกี่ยวกับวงจรทวิแรงดัน		
	6.3.1 อธิบายการทำงานของวงจรทวิแรงดันได้		
	6.3.2 ปฏิบัติการวงจรทวิแรงดันได้		
7	ไดโอดชนิดอื่น ๆ	2	0
	7.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับไดโอดชนิดอื่น ๆ		
	7.1.1 อธิบายหลักการของซีเนอร์ไดโอดได้		
	7.1.2 เขียนสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดได้		
	7.1.3 อธิบายหลักการของไดโอดวาร์เรเตอร์ได้		
	7.1.4 เขียนสัญลักษณ์ของไดโอดวาร์เรเตอร์ได้		
	7.1.5 อธิบายหลักการของไดโอดทางแสงได้		
	7.1.6 เขียนสัญลักษณ์ของไดโอดทางแสงได้		
	7.1.7 อธิบายหลักการของขอตักไดโอดได้		
	7.1.8 เขียนสัญลักษณ์ของขอตักไดโอดได้		
	7.1.9 อธิบายหลักการของทันแนลไดโอดได้		
	7.1.10 เขียนสัญลักษณ์ของทันแนลไดโอดได้		
8	ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	4	4
	8.1 เข้าใจหลักการเบื้องต้นของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์		
	8.1.1 อธิบายโครงสร้างของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	8.1.2 เขียนสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	8.1.3 อธิบายการทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	8.1.4 เขียนและอธิบายทิศทางการไหลของกระแสต่างๆ ในวงจรทรานซิสเตอร์ได้		
	8.2 เข้าใจลักษณะการจัดวงจรทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์		
	8.2.1 เขียนและอธิบายรูปวงจรเบสร่วมได้		
	8.2.2 เขียนและอธิบายรูปวงจรอิมิตเตอร์ร่วมได้		
	8.2.3 เขียนและอธิบายรูปวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วมได้		
	8.2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวงจรเบสร่วม อิมิตเตอร์ร่วม และคอลเล็กเตอร์ร่วมได้		

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	8.3 รู้เรื่องเกี่ยวกับสมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์		
	8.3.1 บอกค่าต่าง ๆ ในการใช้งานทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	8.3.2 อธิบายลักษณะสมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	8.3.3 บอกความหมายของเส้นโหลดได้		
	8.3.4 คำนวณสมการเส้นโหลดได้		
	8.4 เข้าใจวิธีการวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	8.4.1 ปฏิบัติการวัดทดสอบทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ด้วยมัลติมิเตอร์ได้		
	8.4.2 ปฏิบัติการวงจรวิเคราะห์สมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
9	หลักการให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	3	
	9.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์		
	9.1.1 อธิบายการวิเคราะห์จุดการทำงานด้วยกราฟได้		
	9.1.2 อธิบายสมการเส้นโหลดได้		
	9.1.3 อธิบายการเลือกจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	9.2 เข้าใจวิธีการให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์		
	9.2.1 บอกความหมายของการให้ไบแอสในวงจรทรานซิสเตอร์ได้		
	9.2.2 เขียนและอธิบายรูปวงจรไบแอสคงที่ได้		
	9.2.3 เขียนและอธิบายรูปวงจรไบแอสตัวเองได้		
	9.2.4 เขียนและอธิบายรูปวงจรอิมิตเตอร์ไบแอสได้		
	9.2.5 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวงจรไบแอสแบบต่าง ๆ แก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ได้		
	9.3 รู้เรื่องเกี่ยวกับเสถียรภาพของการไบแอสกับการชดเชยอุณหภูมิ		
	9.3.1 บอกความหมายของเสถียรภาพของการไบแอสได้		
	9.3.2 อธิบายหลักการชดเชยอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้		
	9.3.3 อธิบายหลักการใช้ไดโอดชดเชยการเปลี่ยนแปลงผลของไบแอสได้		
	9.3.4 อธิบายหลักการใช้ไดโอดชดเชยการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเบสกับอิมิตเตอร์ได้		
	9.2.5 อธิบายหลักการชดเชยการเปลี่ยนแปลงของกระแสรั่วไหลได้		
10	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	4	4
	10.1 เข้าใจหลักการของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า		
	10.1.1 อธิบายโครงสร้างภายในของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าได้		

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	10.1.2 อธิบายการทำงานของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าได้		
	10.1.3 เขียนสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าได้		
	10.1.4 เขียนและอธิบายทิศทางการไหลของกระแสต่างๆ ในวงจรทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าได้		
	10.2 รู้ความแตกต่างของเจฟfetและมอสfet		
	10.2.1 อธิบายโครงสร้างของเจฟfetและมอสfetได้		
	10.2.2 เขียนสัญลักษณ์ของเจฟfetและมอสfetได้		
	10.2.3 อธิบายการทำงานของเจฟfetได้		
	10.2.4 อธิบายการทำงานของมอสfetได้		
	10.2.5 บอกความแตกต่างของเจฟfet และมอสfetได้		
	10.3 รู้วิธีการให้ไบแอสแก่เฟต		
	10.3.1 เขียนและอธิบายรูปวงจรการให้ไบแอสแบบคงที่แก่เฟตได้		
	10.3.2 เขียนและอธิบายรูปวงจรการให้ไบแอสแบบตัวเองแก่เฟตได้		
	10.3.3 เขียนและอธิบายรูปวงจรการให้ไบแอสแบบแบ่งแรงดันแก่เฟตได้		
	10.3.4 เขียนและอธิบายรูปวงจรการให้ไบแอสแบบเซนฮามมิ่งมอสfetแก่เฟตได้		
	10.3.5 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวงจรไบแอสแบบต่างๆ แก่เฟตได้		
	10.4 เข้าใจวิธีการวัดทดสอบและวิเคราะห์หาสมบัติของเฟต		
	10.4.1 ปฏิบัติการวัดทดสอบเฟตด้วยมัลติมิเตอร์ได้		
	10.4.2 ปฏิบัติการวิเคราะห์หาสมบัติของเฟตได้		
11	วงจรรวม	2	0
	11.1 เข้าใจหลักการของวงจรรวม		
	11.1.1 บอกความหมายของวงจรรวมได้		
	11.1.2 บอกข้อดีของวงจรรวมได้		
	11.2 รู้กรรมวิธีในการสร้างวงจรรวม		
	11.2.1 บอกวิธีการสร้างรูปต้นแบบวงจรรวมได้		
	11.2.2 เขียนและอธิบายรูปลำดับขั้นการสร้างวงจรรวมได้		
	11.2.3 อธิบายการสร้างชั้นอีพิตักเซียลได้		
	11.2.4 อธิบายขบวนการแยกเกาะอิสระได้		
	11.2.5 อธิบายการแพร่ส่วนเบสได้		

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	จุดประสงค์การสอน	คาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	11.2.6 อธิบายการแพร่ส่วนอิมิตเตอร์ได้		
	11.2.7 อธิบายการต่อเชื่อมวงจรได้		
	11.3 รู้เรื่องเกี่ยวกับชนิดและการใช้งานวงจรรวม		
	11.3.1 ชี้ข้อแตกต่างของวงจรรวมแบบดิจิตอลและลีนีเยร์ได้		
	11.3.2 บอกการใช้งานของวงจรรวมแบบดิจิตอลและลีนีเยร์ได้		
12	ออปแอมป์	2	4
	12.1 เข้าใจหลักการของออปแอมป์		
	12.1.1 อธิบายโครงสร้างภายในของออปแอมป์ได้		
	12.1.2 เขียนสัญลักษณ์ของออปแอมป์ได้		
	12.2.3 อธิบายหลักการทำงานของออปแอมป์ได้		
	12.2 รู้เรื่องเกี่ยวกับสมบัติของออปแอมป์		
	12.2.1 อธิบายลักษณะสมบัติของออปแอมป์ได้		
	12.2.2 คำนวณค่าอัตราขยายวงจรเปิดของออปแอมป์ได้		
	12.3 เข้าใจวงจรใช้งานของออปแอมป์		
	12.3.1 อธิบายการทำงานของวงจรขยายแบบกลับขั้วได้		
	12.3.2 อธิบายการทำงานของวงจรขยายแบบไม่กลับขั้วได้		
	12.3.3 ปฏิบัติการวงจรใช้งานออปแอมป์ได้		
13	ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ	0	4
	13.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ		
	13.1.1 ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณได้		
	13.1.2 ปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติของวงจรเครื่องขยายสัญญาณได้		
14	ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่	0	4
	14.1 รู้เรื่องเกี่ยวกับการสร้างวงจรกำเนิดความถี่		
	14.1.1 ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่ได้		
	14.1.2 ปฏิบัติการวิเคราะห์วงจรกำเนิดความถี่ได้		
รวม		32	32

แผนการสอน

รหัสและชื่อวิชา 5581104

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 (Electronic 1)

สภาพรายวิชา เป็นวิชาบังคับเรียน กลุ่มวิชาเนื้อหา ในหมวดวิชาเฉพาะ

เวลาเรียน 4 คาบ / สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 64 คาบ / ภาคเรียน

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. ศึกษาโครงสร้างและสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์
2. ศึกษาโครงสร้างลักษณะและพารามิเตอร์ ของสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ
3. ศึกษาวิธีการนำสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำไปใช้งาน
4. สามารถวัดและทดสอบปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรได้

คำอธิบายรายวิชา

ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวนำ ตัวต้านทาน ฉนวน สารกึ่งตัวนำ โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำไดโอด และทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ การให้ไบแอสและการทำงานของทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนต่าง ๆ กราฟแสดงคุณลักษณะ ค่าพารามิเตอร์ และค่าสำคัญต่าง ๆ ที่บอกไว้ในคู่มือของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเอฟอีที ศึกษาไอซีแบบต่าง ๆ ทั้งแบบดิจิทัลและลีนีร์ไอซี ไอซีออปแอมป์ถึงชนิดและการประยุกต์ใช้งาน

งานปฏิบัติ การต่อวงจร วัดและทดสอบตัวเซมิคอนดักเตอร์ไดโอด วงจรเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ พร้อมฟิลเตอร์ โดยใช้ฮอสซิลโลสโคปและมัลติมิเตอร์

การต่อวงจร การให้ไบแอสประกอบวงจร วัด อ่านค่า ทดสอบวงจร ขยายทรานซิสเตอร์ เอฟอีที ไอซีแบบต่าง ๆ ปฏิบัติการกับวงจรออปแอมป์ สร้างวงจรกำเนิดความถี่ และวงจรเครื่องขยายสัญญาณ

ตาราง 30 แสดงแผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
1		1-2	1. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น 1.1 ชนิดและสมบัติของไฟฟ้า 1.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า 1.3 วงจรไฟฟ้า	
1		3-4	2. ตัวต้านทาน 2.1 ชนิดของตัวต้านทาน	

ตาราง 30 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
			2.2 หน่วยและวิธีอ่านค่าตัวต้านทาน	
			2.3 การคำนวณค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า	
2		1-2	2.4 การวัดและทดสอบตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์	
2		3-4	3. ตัวเก็บประจุ	
			3.1 หลักการของตัวเก็บประจุ	
			3.2 การอ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ	
			3.3 การคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้า	
			3.4 ชนิดของตัวเก็บประจุ	
3		1-2	3.5 การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุด้วยมัลติมิเตอร์	
3		3-4	4. ตัวเหนี่ยวนำและหม้อแปลงไฟฟ้า	
			4.1 หลักการเบื้องต้นของแม่เหล็กไฟฟ้า	
			4.2 ชนิดและสมบัติของการเหนี่ยวนำ	
			4.3 การคำนวณค่าความเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้า	
			4.4 ชนิดและการใช้งานตัวเหนี่ยวนำ	
			4.5 หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า	
4		1-4	5. สารกึ่งตัวนำไดโอด	
			5.1 สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ	
			5.2 สารกึ่งตัวนำแบบชนิด พี และ เอ็น	
			5.3 สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น	
			5.4 สมบัติของไดโอด และการสร้างไดโอด	
5		1-4	5.5 ปฏิบัติการวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของไดโอด	
6		1-3	6. วงจรไดโอด	
			6.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	
			6.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	
			6.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	
			6.4 วงจรฟิลเตอร์	
6,7		4,1-3	6.5 วงจรทวิแรงดัน	
7,8		4,1	7. ไดโอดชนิดอื่น	

ตาราง 30 (ต่อ)

ลำดับที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
			7.1 ซีเนอร์ไดโอด	
			7.2 ไดโอดวาระกเตอร์	
			7.3 ไดโอดทางแสง	
			7.4 ซอตต์กีไดโอด	
			7.5 ทันแนลไดโอด	
8,9		2-4,1	8. ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			8.1 หลักการของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			8.2 ลักษณะการจัดวงจรทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			8.3 สมบัติของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
9,10		2-4,1	8.4 ปฏิบัติการการวัดทดสอบและวิเคราะห์สมบัติ ทรานซิสเตอร์ด้วยมัลติมิเตอร์	
10		2-4	9. หลักการให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			9.1 จุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			9.2 การให้ไบแอสแก่ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	
			9.3 เปรียบเทียบการให้ไบแอสกับการชดเชยอุณหภูมิ	
11		1-4	10. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	
			10.1 หลักการทำงานของสนามไฟฟ้า	
			10.2 เจเฟตและมอสเฟต	
			10.3 การไบแอสเฟต	
12		1-4	10.4 ปฏิบัติการวัดทดสอบ และวิเคราะห์สมบัติของเฟต	
13		1-2	11. วงจรรวม	
			11.1 หลักการทำงานของวงจรรวม	
			11.2 กรรมวิธีการสร้างวงจรรวม	
			11.3 ชนิดและการใช้งานวงจรรวม	
13		3-4	12. ออปแอมป์	
			12.1 หลักการของออปแอมป์	
			12.2 โครงสร้างและสมบัติของออปแอมป์	
			12.3 วงจรใช้งานหลักของออปแอมป์	

ตาราง 30 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
14		1-4	12.4 ปฏิบัติการวงจรออปแอมป์	
15		1-4	13. ปฏิบัติการสร้างวงจรเครื่องขยายสัญญาณ	
16		1-4	14. ปฏิบัติการสร้างวงจรกำเนิดความถี่	
17			ทดสอบ	

กิจกรรม

1. บรรยายสาธิต
2. ประลอง จากวงจรใช้งาน เพื่อตรวจวัดค่าคุณสมบัติ
3. ตรวจสอบอุปกรณ์นอกและในวงจร

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบ
2. แผ่นใส
3. อุปกรณ์จริงบางชนิด
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
5. แผงประลองหาคุณสมบัติ
6. เครื่องมือวัดต่าง ๆ
7. เครื่องกำเนิดต่าง ๆ

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. กิจกรรมระหว่างภาค 70 %
 - ความสนใจ ตั้งใจ
 - การค้นคว้ารายงาน อภิปราย
 - การปฏิบัติ
 - ผลงาน
 - ความรับผิดชอบ
 - ทดสอบย่อย
2. สอบปลายภาค 30 %

เอกสารประกอบและอ้างอิง

1. ตำราและเอกสารประกอบ

- 1.1 ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 1-3 : ยืน ภู่วรรณ :
บ.ซีอิตยูเคชั่น
- 1.2 อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป : ชิตชัย สุทธาศวิน
- 1.2 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น : มงคล ทองสงคราม
- 1.3 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น : ภูสิษฐ บวรวัฒนดิลก
- 1.4 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร : ชิตชัย สุทธาศวิน
- 1.5 สารกึ่งตัวนำและวงจร : ธนากร ศิริพิทักษ์
- 1.6 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ : นภัทร วัจนเทพินทร์
- 1.7 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น : Advance Engineering Group ฯลฯ

2. วารสาร

- 2.1 เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์
- 2.2 ไมโครคอมพิวเตอร์
- 2.3 Hobby Electronics
- 2.4 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์ ฯลฯ

ตาราง 31 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่แบบ
1. โครงสร้าง							
อะตอม							
1.1 โครงสร้าง							
พื้นฐานของ	1. บอกโครงสร้างของอะตอมได้	✓					
อะตอม	อย่างถูกต้อง						
	2. อธิบายสมบัติของอะตอมได้	✓					
	อย่างถูกต้อง						
	3. อธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของ			✓			
	ประจุต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง						
1.2 การจัด							
อิเล็กตรอน	4. บอกชื่อชั้นของอิเล็กตรอนใน	✓					
ในอะตอม	อะตอมได้อย่างถูกต้อง						
	5. แยกจำนวนอิเล็กตรอนในชั้นเว				✓		
	เลนซ์ออกจากจำนวนอิเล็กตรอน						
	ของธาตุที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง						
	6. เขียนโครงสร้าง 2 มิติของชั้น		✓				
	อิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสของ						
	ธาตุที่บอกแต่จำนวนอิเล็กตรอน						
	ได้อย่างถูกต้อง						
	7. อธิบายการเกิดอิเล็กตรอน		✓				
	เคลื่อนที่ในธาตุที่กำหนดได้อย่าง						
	ถูกต้อง						

ตาราง 31 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ ฝึกให้ชำนาญ
1.3 ระดับพลัง							
งานและ แถบพลัง งาน	8. เลือกใช้อิเล็กตรอนในแถบพลัง งานของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูก ต้อง			✓			
	9. บ่งชี้ข้อที่เป็นสมบัติของแถบพลัง งานได้อย่างถูกต้อง	✓					
	10. บอกความหมายของอิเล็กตรอน อิสระได้อย่างถูกต้อง	✓					
	11. ชี้ข้อแตกต่างของแถบพลังงาน ของสารกึ่งตัวนำ และฉนวนของ ธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง				✓		
2. การเกาะตัวของ อะตอมในสารกึ่ง ตัวนำ							
2.1 การเกาะตัว							
แบบพันธะ โคเวเลนต์	12. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ได้อย่างถูกต้อง	✓					
	13. เลือกใช้สารกึ่งตัวนำได้อย่างถูก ต้อง			✓			
2.2 การเกาะตัว ด้วยพันธะ โคเวเลนต์ ของสารกึ่ง ตัวนำ	14. นำกฎการจัดเรียงอิเล็กตรอนใน แต่ละชั้นของธาตุมาจัดเรียง อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำที่ กำหนดได้อย่างถูกต้อง			✓			

ตาราง 31 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย		
		ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ
3. การนำไฟฟ้าของ สารกึ่งตัวนำ	15. เขียนแผนภูมิสองมิติแสดงการ ยึดเกาะกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ของอะตอมสารกึ่งตัวนำที่ กำหนดได้อย่างถูกต้อง		✓					
	3.1 โหมดและ อิเล็กทรอนิกส์							
	16. อธิบายการเกิดโหนดได้อย่างถูกต้อง	✓						
	17. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการ คอมบิเนชันได้อย่างถูกต้อง	✓						
	18. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการ รีคอมบิเนชันได้อย่างถูกต้อง	✓						
3.2 การนำไฟฟ้า ของสารกึ่ง ตัวนำ	19. อธิบายการนำไฟฟ้าของสารกึ่ง ตัวนำได้อย่างถูกต้อง		✓					
	20. เมื่อต้องการให้อิเล็กตรอนของ สารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ไปยังแถบ นำกระแส สามารถเลือกขนาด แรงดันไฟฟ้าอย่างน้อยที่ต้อง ป้อนให้กับสารกึ่งตัวนำนั้นได้ อย่างถูกต้อง			✓				
	21. เปรียบเทียบข้อแตกต่างของ พาหะนำประจุไฟฟ้าของตัวนำ และสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง				✓			

ตาราง 32 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ ฝึกให้ชำนาญ
1. การสร้างสารกึ่งตัวนำแบบพีและแบบเอ็น							
1.1 สารกึ่งตัวนำแบบเอ็น	1. เมื่อมีตัวอย่างกระบวนการต่างๆ สามารถบ่งชี้การใดไปได้อย่างถูกต้อง ✓ 2. ชี้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์กับสารกึ่งตัวนำที่โด๊ปแล้วได้อย่างถูกต้อง ✓ 3. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง ✓ 4. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปนที่ทำให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง ✓ 5. บอกเหตุผลของการเติมสารเจือปนให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ได้อย่างถูกต้อง ✓ 6. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น จากธาตุที่กำหนดให้ ได้อย่างถูกต้อง ✓ 7. บอกความหมายของอะตอมผู้ให้ ได้อย่างถูกต้อง ✓						
1.2 สารกึ่งตัวนำแบบพี	8. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง ✓						

ตาราง 32 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย		
		ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยมีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ
2.2 แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำแบบพี	17. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง			✓				
	18. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบพีให้สามารถบอกตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง			✓				
	19. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง	✓						
	20. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบพี ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง			✓				
	21. เปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง			✓				

ตาราง 33 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติของรอยต่อ
พี เอ็น วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ
2. รอยต่อ พี เอ็น							
1.2 รอยต่อ พี เอ็น							
ขณะอยู่ใน ภาวะสมดุล	1. สรุปกระบวนการการเกิด บริเวณปลดพาหะของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง		✓				
	2. ระบุผลที่เกิดจากการเชื่อมต่อ รอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง		✓				
	3. บอกค่าความต่างศักย์ที่ บริเวณเขตปลดพาหะของ สารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง		✓				
1.2 แถบพลังงาน ของรอยต่อ พี เอ็น ขณะอยู่ใน ภาวะสมดุล	4. บอกความหมายของระดับพลัง งานเฟอร์มิได้อย่างถูกต้อง		✓				
	5. บอกตำแหน่งระดับพลังงาน เฟอร์มิของสารกึ่งตัวนำได้ อย่างถูกต้อง		✓				
	6. ชี้ข้อแตกต่างของระดับพลัง งานเฟอร์มิก่อนและหลังการ เชื่อมต่อของรอยต่อ พี เอ็น ได้ อย่างถูกต้อง				✓		
2. ผลของการให้ไบแอส ที่รอยต่อ พี เอ็น							

ตาราง 33 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย		
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	หาคณแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ
2.1 รอยต่อ พี								
เอ็น ขณะได้ รับแรงดันไป แอสไปหน้า	7. บอกความหมายของการให้ไบ แอสกับรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่าง ถูกต้อง	✓						
	8. เขียนวงจรแสดงการไบแอสไปหน้า ให้กับรอยต่อพี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง		✓					
	9. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแส ตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะปิด วงจรได้อย่างถูกต้อง			✓				
	10. อธิบายผลที่เกิดกับเซตปลอด พาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอส ไปหน้าได้อย่างถูกต้อง		✓					
	11. บ่งชี้ค่าระดับแถบพลังงานเฟอร์ มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า ได้อย่างถูกต้อง	✓						
	12. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ สามารถนำผลการไบแอสไป หน้ามาใช้ได้อย่างถูกต้อง			✓				
2.2 รอยต่อ พี								
เอ็น ขณะ ได้รับแรง ดันไบแอส ผันกลับ	13. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแส ตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะ เปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง		✓					

ตาราง 33 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย		
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่แบบ	ฝึกให้ชำนาญ
	14. อธิบายผลที่เกิดกับเซตปลอดภัย พานะ ขณะได้รับแรงดันไบแอส ผันกลับได้อย่างถูกต้อง		✓					
	15. บอกการเกิดกระแสอิ่มตัวผัน กลับได้อย่างถูกต้อง		✓					
	16. บ่งชี้ค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของ รอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้ รับแรงดันไบแอสผันกลับได้อย่าง ถูกต้อง		✓					
	17. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ สามารถนำผลการไบแอสผัน กลับมาใช้ได้อย่างถูกต้อง				✓			
	18. ชี้ข้อแตกต่างของการไบแอสไป หน้า กับการไบแอสผันกลับได้ อย่างถูกต้อง					✓		
2.3 การทลาย								
ที่รอยต่อ พี	19. บอกการเกิดการทลายที่รอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง		✓					
เอ็น	20. ชี้ข้อแตกต่างของการทลายแบบ ซีเนอร์ กับการทลายแบบอะวา ลันซ์ได้อย่างถูกต้อง					✓		
	21. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ สามารถบ่งชี้ถึงสภาพของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง				✓			

ตาราง 34 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำโดยไม่แบบ
3. สมบัติของไดโอด							
1.3 ลักษณะทั่วไปของไดโอด	1. อธิบายลักษณะสัญลักษณ์ของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	✓					
	2. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบ่งชี้ชื่อของไดโอดได้อย่างถูกต้อง			✓			
	3. ระบุอุปกรณ์ที่เป็นไดโอดจากตัวอย่างที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	✓					
1.2 ไดโอดอุดมคติ	4. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถใช้สมบัติของไดโอดอุดมคติได้อย่างถูกต้อง			✓			
	5. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดอุดมคติตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	✓					
1.3 ไดโอดจริง	6. อธิบายสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	✓					
	7. เขียนรูปสภาพกระแสของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง		✓				
	8. บอกข้อแตกต่างระหว่างสมบัติของไดโอดอุดมคติ กับสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง	✓					
	9. บอกความหมายของแรงดันคัตอินได้อย่างถูกต้อง	✓					
	10. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดจริงตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	✓					

ตาราง 34 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย		
		ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวัดระดั	ทำตนแบบ	ทำโดยไม่มีแบบ	ฝึกให้ชำนาญ
2. การใช้มิเตอร์ตรวจสอบไดโอด	11. ชี้ข้อแตกต่างของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า และแรงดันไบแอสผ่นกลับได้อย่างถูกต้อง				✓			
	12. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอดสามารถบอกสภาพไดโอดได้อย่างถูกต้อง			✓				
	13. บ่งชี้ความสัมพันธ์ของการวัดไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ในสถานการณ์ที่กำหนด กับการไบแอสไดโอดได้อย่างถูกต้อง				✓			
	14. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอดสามารถบอกค่าของไดโอดได้อย่างถูกต้อง			✓				
	15. บ่งชี้ข้อความสัมพันธ์ของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอส กับความต้านทานของไดโอดได้อย่างถูกต้อง				✓			
	16. สามารถออกแบบวงจรเพื่อใช้ตรวจสอบสภาพไดโอด โดยไม่มีมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง			✓				
3. การสร้างไดโอด								
3.1 การสร้างไดโอดแบบจุดสัมผัส	17. บอกข้อเสียของไดโอดแบบจุดสัมผัสได้อย่างถูกต้อง	✓						

ตาราง 34 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย		
		ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ทำตามแบบ	ทำได้โดยไม่มีแบบ	ฝึกได้ชำนาญ
3.2 การสร้างไดโอดแบบ	18. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบปลุก	✓						
ปลุกรอยต่อ	รอยต่อได้อย่างถูกต้อง							
3.3 การสร้างไดโอดแบบ	19. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบอัล	✓						
อัลลอย	ลอยได้อย่างถูกต้อง							
3.4 การสร้างไดโอดแบบแพร่	20. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบแพร่	✓						
	ได้อย่างถูกต้อง							
	21. เมื่อบอกข้อดีของการสร้างไดโอด	✓						
	แล้วสามารถบอกชื่อวิธีการสร้างไดโอดได้อย่างถูกต้อง							

บันทึกการสอน

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5581104 ระดับ อนุปริญญา โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด หัวข้อย่อยเรื่อง สมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ (ดูรายละเอียดของเนื้อหาในใบเนื้อหาที่ 5.1)

สัปดาห์ที่ 4 คาบที่ 1 เวลา 50 นาที

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. โครงสร้างอะตอม					
1.1 โครงสร้างพื้นฐานของอะตอม	1. บอกโครงสร้างของอะตอมได้อย่างถูกต้อง 2. อธิบายสมบัติของอะตอมได้อย่างถูกต้อง 3. อธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของประจุต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	1. ครูแจกรู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้แก่ผู้เรียนคนละ 1 ชุด	1. นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	1. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	1. คะแนนสอบระหว่างเรียน 2. คะแนนสอบหลังเรียน
1.2 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม	4. บอกชื่อชั้นของอิเล็กตรอนในอะตอมได้อย่างถูกต้อง 5. แยกจำนวนอิเล็กตรอนในชั้นเวเลนซ์ออกจากจำนวนอิเล็กตรอนของธาตุที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง 6. เขียนโครงสร้าง 2 มิติของชั้นอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสของธาตุที่บอกแต่จำนวนอิเล็กตรอนได้อย่างถูกต้อง	2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามขั้นตอนการเรียน 3. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	2. นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจนักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1.3 ระดับพลังงาน และแถบพลังงาน	7. อธิบายการเกิดอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง 8. เลือกใช้อิเล็กตรอนในแถบพลังงานของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง 9. บ่งชี้ข้อที่เป็นสมบัติของแถบพลังงานได้อย่างถูกต้อง 10. บอกความหมายของอิเล็กตรอนอิสระได้อย่างถูกต้อง 11. ชี้ข้อแตกต่างของแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำและฉนวนของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง		3. นักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์ทำการเรียนซ่อมเสริม		
2. การเกาะตัวของอะตอมสารกึ่งตัวนำ					
2.1 การเกาะตัวแบบพันธะโคเวเลนต์	12. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้อย่างถูกต้อง 13. เลือกใช้สารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง				
2.2 การเกาะตัวด้วยพันธะโคเวเลนต์ของสารกึ่งตัวนำ	14. นำกฎการจัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นของธาตุมาจัดเรียงอิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง				

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
3. การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ	15. เขียนแผนภูมิสองมิติแสดงการยึดเกาะกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ของอะตอมสารกึ่งตัวนำที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง				
3.1 โหมดและอิเล็กทรอนิกส์	16. อธิบายการเกิดโฮลได้อย่างถูกต้อง 17. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการคอมบินั่นได้อย่างถูกต้อง 18. บอกส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการรีคอมบินั่นได้อย่างถูกต้อง				
3.2 การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ	19. อธิบายการนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง 20. เมื่อต้องการให้อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ไปยังแถบนำกระแสสามารถบอกถึงขนาดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อยที่ต้องป้อนให้กับสารกึ่งตัวนำนั้นได้อย่างถูกต้อง 21. เปรียบเทียบข้อแตกต่างของพาหะนำประจุไฟฟ้าของตัวนำและสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง				

บันทึกการสอน

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5881104 ระดับ อนุปริญญา โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด หัวข้อย่อยเรื่อง สารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น (ดูรายละเอียดของเนื้อหาในใบเนื้อหาที่ 5.2)

สัปดาห์ที่ 4 คาบที่ 2 เวลา 50 นาที

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. การสร้างสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น 1.1 สารกึ่งตัวนำแบบเอ็น	1. เมื่อมีตัวอย่างกระบวนการต่างๆ สามารถบ่งชี้การใดไปได้อย่างถูกต้อง 2. ชี้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์กับสารกึ่งตัวนำที่โดปแล้วได้อย่างถูกต้อง 3. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง 4. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปนที่ทำให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง 5. บอกเหตุผลของการเติมสารเจือปนให้กับสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ได้อย่างถูกต้อง	4. ครูแจกคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้แก่ผู้เรียนคนละ 1 ชุด 5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามขั้นตอนการเรียน 6. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	4. นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5. นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจนักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	3. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	1. คะแนนสอบระหว่างเรียน 2. คะแนนสอบหลังเรียน

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1.2 สารกึ่งตัวนำแบบพี	6. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น จากธาตุที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง 7. บอกความหมายของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง 8. บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของสารเจือปนที่กำหนดให้เติมลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง 9. บ่งชี้ชื่อสารที่เจือปน ที่ทำให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เป็นสารกึ่งตัวนำแบบพี ได้อย่างถูกต้อง 10. บอกผลของการเติมสารเจือปนจำนวนมากให้สารกึ่งตัวนำเป็นแบบพี ได้อย่างถูกต้อง 11. ชี้ข้อแตกต่างของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง 12. เขียนรูปแสดงการเกาะตัวของสารกึ่งตัวนำแบบพี จากธาตุที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง		6. นักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์ทำการเรียนซ่อมเสริม		

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2. แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำแบบพีและแบบเอ็น	13. บอกความหมายของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง				
2.1 แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำแบบพี	14. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ให้สามารถบอกตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง 15. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอมผู้ให้ได้อย่างถูกต้อง 16. บอกลักษณะของพาหะของสารกึ่งตัวนำที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง 17. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง				

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2.2 แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำแบบพี	18. เมื่อกำหนดสารกึ่งตัวนำแบบพี ให้สามารถบอกตำแหน่งของระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง 19. บอกผลที่เกิดจากตำแหน่งระดับพลังงานของอะตอมผู้รับได้อย่างถูกต้อง 20. บอกลักษณะของพาหะส่วนใหญ่ และพาหะส่วนน้อยของสารกึ่งตัวนำแบบพี ของธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง 21. เปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำแบบพี และแบบเอ็น ได้อย่างถูกต้อง				

บันทึกการสอน

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5881104 ระดับ อนุปริญญา โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด หัวข้อย่อยเรื่อง สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น (ดูรายละเอียดของเนื้อหาในใบเนื้อหาที่ 5.3)

สัปดาห์ที่ 4 คาบที่ 3 เวลา 50 นาที

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. สมบัติของรอยต่อ พี เอ็น					
1.1 รอยต่อพี เอ็น ขณะอยู่ในภาวะสมดุล	1. สรุปกระบวนการการเกิดบริเวณปลอดพาหะของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง 2. ระบุผลที่เกิดจากการเชื่อมต่อรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกค่าความต่างศักย์ที่บริเวณเขตปลอดพาหะของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง 4. บอกความหมายของระดับพลังงานเฟอร์มิได้อย่างถูกต้อง	7. ครูแจกลูกมือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้แก่ผู้เรียนคนละ 1 ชุด 8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามขั้นตอนการเรียน	7. นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 8. นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจนักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	5. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	1. คะแนนสอบระหว่างเรียน 2. คะแนนสอบหลังเรียน
1.2 แถบพลังงานของรอยต่อ พี เอ็นขณะอยู่ในภาวะสมดุล	5. บอกตำแหน่งระดับพลังงานเฟอร์มิของสารกึ่งตัวนำได้อย่างถูกต้อง	9. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด			

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2. ผลของการให้ไบแอสที่รอยต่อ พี เอ็น 2.1 รอยต่อ พี เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า	6. ชี้อัดแตกต่างของระดับพลังงานเฟอร์มิก่อนและหลังการเชื่อมต่อของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง 7. บอกความหมายของการให้ไบแอสกับรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง 8. เขียนวงจรแสดงการไบแอสไปหน้าให้กับรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง 9. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง 10. อธิบายผลที่เกิดกับเขตปลอดพาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าได้อย่างถูกต้อง 11. บ่งชี้ค่าระดับแถบพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าได้อย่างถูกต้อง		9. นักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์ทำการเรียนซ่อมเสริม		

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2.2 รอยต่อ พี เอ็น ขณะได้รับแรงดัน ไบแอสผันกลับ	12. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถนำผลการไบแอสไปหน้ามาใช้ได้อย่างถูกต้อง 13. เขียนวงจรการนำรอยต่อ พี เอ็น ไปต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแล้วเสมือนเป็นสวิตช์ขณะเปิดวงจรได้อย่างถูกต้อง 14. อธิบายผลที่เกิดกับเขตปลอดพาหะ ขณะได้รับแรงดันไบแอสผันกลับได้อย่างถูกต้อง 15. บอกการเกิดกระแสอิ่มตัวผันกลับได้อย่างถูกต้อง 16. ป่งชี้ค่าระดับพลังงานเฟอร์มิของรอยต่อด้าน พี และ เอ็น ขณะได้รับแรงดันไบแอสผันกลับได้อย่างถูกต้อง 17. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถนำผลการไบแอสผันกลับมาใช้ได้อย่างถูกต้อง 18. ชี้ข้อแตกต่างของการไบแอสไปหน้า กับการไบแอสผันกลับได้อย่างถูกต้อง				

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2.3 การทลายที่รอยต่อ พี เอ็น	19. อธิบายการเกิดการทลายที่รอยต่อ พี เอ็น ได้ อย่างถูกต้อง 20. ชี้ข้อแตกต่างของการทลายแบบซีเนอร์ กับ การ ทลายแบบอะวาลานช์ได้อย่างถูกต้อง 21. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบอกถึงสภาพ ของรอยต่อ พี เอ็น ได้อย่างถูกต้อง				

บันทึกการสอน

วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัส 5581104 ระดับ อนุปริญญา โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์

เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด หัวข้อย่อยเรื่อง สมบัติของไดโอดและการสร้างไดโอด (ดูรายละเอียดของเนื้อหาในใบเนื้อหาที่ 5.4)

สัปดาห์ที่ 4 คาบที่ 4 เวลา 50 นาที

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. สมบัติของไดโอด	1. อธิบายลักษณะสัญลักษณ์ของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	10. ครูแจกคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้แก่ผู้เรียนคนละ 1 ชุด	นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	1. คะแนนสอบระหว่างเรียน
1.1 ลักษณะทั่วไปของไดโอด	2. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถบ่งชี้ขั้วของไดโอดได้อย่างถูกต้อง	11. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามขั้นตอนการเรียน	นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจนักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	2. คะแนนสอบหลังเรียน
1.2 ไดโอดอุดมคติ	3. ระบุอุปกรณ์ที่เป็นไดโอดจากตัวอย่างที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	12. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจนักเรียนที่เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ทำการเรียนซ่อมเสริม	มัลติมีเดียเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด	
1.3 ไดโอดจริง	4. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้สามารถใช้สมบัติของไดโอดอุดมคติได้อย่างถูกต้อง				
	5. แปลความหมายจากรูปสภาพกระแสของไดโอดอุดมคติตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง				
	6. อธิบายสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง				
	7. เขียนรูปสภาพกระแสของไดโอดในจริงได้อย่างถูกต้อง				

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2. การใช้มิเตอร์ตรวจสอบไดโอด	8. ชี้ออกแตกต่างระหว่างสมบัติของไดโอดอุดมคติกับสมบัติของไดโอดจริงได้อย่างถูกต้อง 9. บอกความหมายของแรงดันคัตอินได้อย่างถูกต้อง 10. แปลความหมายจากรูปสภาวะกระแสของไดโอดจริงตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง 11. ชี้ออกแตกต่างของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า และแรงดันไบแอสผักลับได้อย่างถูกต้อง 12. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอด สามารถบอกสภาพไดโอดได้อย่างถูกต้อง 13. ป่งชี้ความสัมพันธ์ของการวัดไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ในสถานการณ์ที่กำหนด กับการไบแอสไดโอดได้อย่างถูกต้อง 14. เมื่อกำหนดสถานการณ์การใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบไดโอด สามารถบอกค่าของไดโอดได้อย่างถูกต้อง				

หัวข้อเนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน		สื่อ	การประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
3. การสร้างไดโอด	15. ป่งชี้ข้อความสัมพันธ์ของไดโอดขณะได้รับแรงดันไบแอส กับความต้านทานของไดโอดได้อย่างถูกต้อง				
3.1 การสร้างไดโอดแบบจุดสัมผัส	16. สามารถออกแบบวงจรเพื่อใช้ตรวจสอบสภาพไดโอด โดยไม่มีมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง				
3.2 การสร้างไดโอดแบบปลูกรอยต่อ	17. บอกข้อเสียของไดโอดแบบจุดสัมผัสได้อย่างถูกต้อง				
3.3 การสร้างไดโอดแบบอัลลอย	18. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบปลูกรอยต่อได้อย่างถูกต้อง				
3.4 การสร้างไดโอดแบบแพร่	19. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบอัลลอยได้อย่างถูกต้อง				
	20. ระบุวิธีการสร้างไดโอดแบบแพร่ได้อย่างถูกต้อง				
	21. เมื่อบอกข้อดีของการสร้างไดโอดแล้วสามารถบอกชื่อวิธีการสร้างไดโอดได้อย่างถูกต้อง				



ภาคผนวก ง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด

คำแนะนำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับใช้กับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด ต้องได้มาตรฐาน MPC3 แต่ควรใช้เครื่องที่มีคุณภาพสูงกว่าเพื่อการแสดงผลด้านมัลติมีเดียจะได้ไม่ช้าจนเกินไป โดยเฉพาะซีพียูที่มีเทคโนโลยี MMX (multimedia extensions) ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อเสริมการทำงานด้านมัลติมีเดียโดยเฉพาะ ผู้วิจัยจึงกำหนดคุณสมบัติไว้ดังนี้

- 1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี คอมแพทิเบิล ซีพียู Pentium 166 MMX ขึ้นไป
- 1.2 มีหน่วยความจำแรมอย่างน้อย 32 เมกะไบต์
- 1.3 มีเนื้อที่ว่างฮาร์ดดิสก์ไม่ต่ำกว่า 700 เมกะไบต์
- 1.4 มีโปรแกรมปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ 95 ขึ้นไป
- 1.5 การ์ดแสดงผลอย่างน้อยควรมีความละเอียดเป็น 800 x 600 จุด x 64K สี
- 1.6 มีการ์ดเสียง 8 หรือ 16 บิต พร้อมหูฟังหรือลำโพง และติดตั้งหน่วยขับเคลื่อน

รวมความเร็วไม่น้อยกว่า 16X

2. การเข้าสู่บทเรียน

- 2.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 หรือ 98 หรือสูงกว่า
- 2.2 บทเรียนประกอบด้วยแผ่นซีดี-รอม 2 แผ่น แผ่นแรกประกอบหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 แผ่นที่ 2 ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 ให้ใส่แผ่นซีดี-รอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด แผ่นที่ 1 เข้าในหน่วยขับเคลื่อนซีดี-รอม

2.3 ทำการเซ็ทอัพ (setup) เพื่อติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด โปรแกรมจะสร้างไอคอนไว้ให้เรียกใช้เมื่อต้องการเรียน และจะเข้าสู่โปรแกรมการเรียน ให้นักศึกษาทำตามคำแนะนำเป็นขั้นตอนไปจนจบบทเรียน โดย

2.3.1 ศึกษาเนื้อหา และทำแบบฝึกหัด เมื่อตอบแบบฝึกหัดไม่ถูกจะกลับไปเรียนเนื้อหานั้น ๆ อีก และทำแบบฝึกหัดใหม่ ถ้าตอบแบบฝึกหัดถูกจะทำแบบฝึกหัดถัดไปหรือเรียนเนื้อหาถัดไป

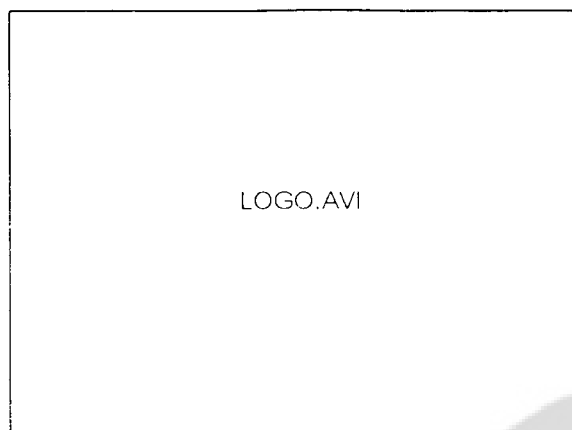
2.3.2 เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย จะต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน โปรแกรมจะให้ป้อนชื่อ จะต้องใส่แผ่นฟลอปปีดิสก์เปล่า เข้าไปในไดรว์เอ และเมื่อป้อนชื่อและนามสกุลเรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มทำแบบทดสอบทั้ง 21 ข้อจนเสร็จ โปรแกรมจะเก็บชื่อนามสกุล และคะแนนของผู้เรียนไว้ในแผ่นฟลอปปีดิสก์ และเริ่มเรียนหน่วยการเรียนรู้ถัดไป

2.3.3 เมื่อเรียนแผ่นแรกเสร็จแล้วให้ออกจากโปรแกรม และนำแผ่นซีดี-รอมแผ่นแรกออกจากหน่วยขับเคลื่อน แล้วนำแผ่นซีดี-รอมแผ่นที่ 2 ใส่แทน โปรแกรมจะเป็นอัตโนมัติเปิดโปรแกรมบทเรียนเอง ถ้าอัตโนมัติไม่ทำงานให้ดับเบิลคลิกที่ไอคอนตัวเดิม เริ่มเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 เหมือนแผ่นซีดี-รอมแผ่นแรกจนจบหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

2.4 ถ้าต้องการออกจากบทเรียนโปรแกรมให้คลิกเมาส์ที่ ปุ่มออกจากโปรแกรม (Close) ก็จะออกจากโปรแกรมบทเรียน



ตัวอย่างสตอรีบอร์ดบทเรียนและแบบฝึกหัด



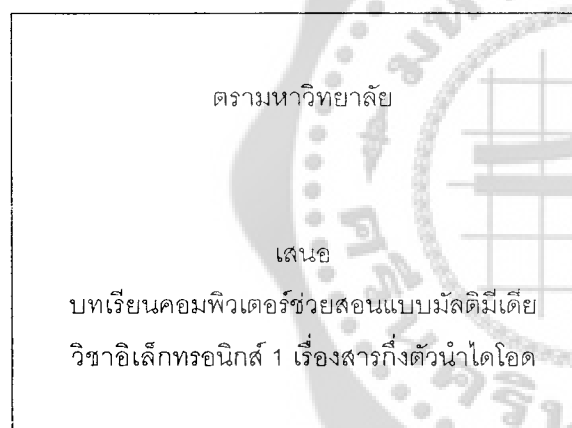
กรอบที่ 1 (Menu.exe)

แสดงภาพเคลื่อนไหวของตรามหาวิทยาลัย

(Logo.avi)

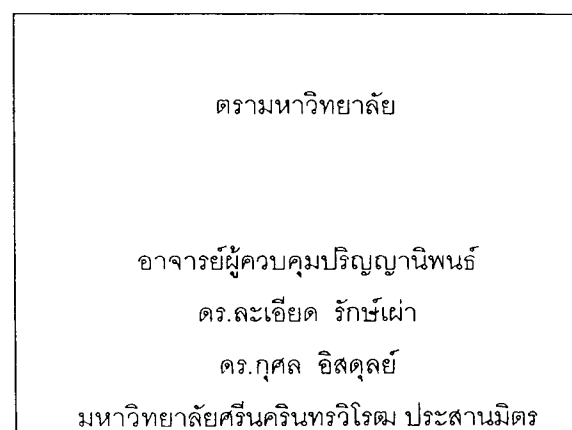
และเสียงประกอบ (Title.wav)

จบการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวแสดงกรอบที่ 2 ทันที



กรอบที่ 2

แสดงภาพนิ่ง 5 วินาที แล้วแสดงกรอบต่อไป



กรอบที่ 3

แสดงภาพนิ่ง 5 วินาที แล้วแสดงกรอบต่อไป

ตรามหาวิทยาลัย

โดย

นายอมรรัตน์ จิมพลีพานนท์
นิสิตปริญญาโท สาขาอุตสาหกรรมศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

กรอบที่ 4

แสดงภาพนิ่ง 5 วินาที แล้วแสดงกรอบต่อไป

LOGO.AVI

เมนู

เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 Link (Diode_1A.exe)
เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 Link (Diode_2A.exe)
เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 Link (Diode_3A.exe)
เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 Link (Diode_4A.exe)

กรอบที่ 5

เมนูหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วยการเรียนรู้ คลิกเพื่อลิ่งไป
แต่ละหน่วยการเรียนรู้

ปุ่ม Close ออกจากบทเรียน
ปุ่ม ? บอกวิธีการใช้บทเรียน

โครงสร้างพื้นฐานของอะตอม

จุดประสงค์

1. บอกโครงสร้างของอะตอมได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายสมบัติของอะตอมได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของประจุต่าง ๆ
ได้อย่างถูกต้อง

กรอบที่ 6 (Diode_1A.exe)

บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กดปุ่มเดินหน้ากรอบถัดไป

กดปุ่ม ถอยหลัง กลับไปหน้าเดิม

โครงสร้างอะตอมประกอบด้วยอนุภาค
ที่เล็กลงไปอีกซึ่งมีความสำคัญทางไฟฟ้าคือ
มีนิวเคลียสเป็นศูนย์กลางของทุกอะตอม และ
อิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส เป็นชั้น ๆ

A1.avi
P101.wav

กรอบที่ 7

กดปุ่ม Play แสดง A1.avi
กดปุ่ม Sound แสดง P101.wav
กดปุ่ม เดินหน้า ไปหน้าถัดไป
คลิก นิวเคลียส ลัง หน้า L101
คลิก อิเล็กตรอน ลัง หน้า L102

อะตอมของธาตุต่าง ๆ ตามปกติจะเป็นกลาง
ทางไฟฟ้า เนื่องจากจำนวนโปรตอนเท่ากับ
จำนวนอิเล็กตรอน โดยเรียกจำนวนโปรตอน
ของธาตุต่าง ๆ ว่า อะตอมมีกัมเบอร์

กรอบที่ 8

แสดงตารางอนุภาคมูลฐานของอะตอม
Hide/Show ตามการคลิก
กดปุ่ม Sound แสดง P102.wav
กดปุ่ม เดินหน้า ไปแบบฝึกหัด (Ex_U1.exe)

นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางของอะตอมประกอบ
ไปด้วย นิวตรอน และ โปรตอน อัดกันแน่น

A2.avi

กรอบที่ 9 (L101)

กดปุ่ม Play แสดง A2.avi
กดปุ่ม Sound แสดง L101.wav
กดปุ่ม ถอยหลัง กลับไปหน้าเดิม

อิเล็กตรอนมีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าโปรตอน
3 เท่า แต่เบากว่าโปรตอน 1,840 เท่า จึง
สามารถเคลื่อนที่ได้ง่าย

A3.avi

กรอบที่ 10 (L102)

กดปุ่ม Play แสดง A3.avi

กดปุ่ม Sound แสดง L102.wav

กดปุ่ม ถอยหลัง กลับไปหน้าเดิม

แบบฝึกหัดที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบฝึกหัดเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก
2. ถ้าตอบถูกจะไปทำแบบฝึกหัดถัดไป หรือไปเรียน
หน่วยการเรียนรู้ถัดไป
3. ถ้าตอบผิดจะไปศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับแบบ
ฝึกหัดนี้ แล้วกลับมาตอบคำถามใหม่จนกว่าจะตอบ
ถูก

กรอบที่ 11

แสดงกฎเกณฑ์การทำแบบฝึกหัด

กดปุ่ม เดินหน้า ไปแบบฝึกหัดข้อที่ 1

แบบฝึกหัดข้อที่ 1

อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน เป็นโครงสร้าง
พื้นฐานของข้อใด

ก. โมเลกุล

ข. นิวเคลียส

ค. อะตอม

ง. สารผสม

จ. สารประกอบ

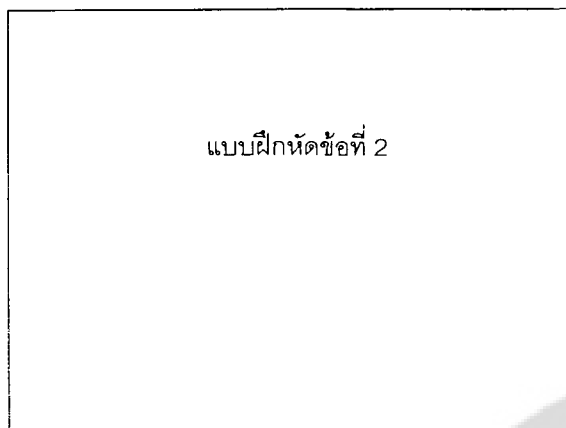
กรอบที่ 12

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 1

ถ้าตอบข้อ ค. ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ กลับไปเรียน กรอบที่ 7, 9, 10

ตัวอย่างสโตรีบอร์ดบทเรียนและแบบฝึกหัด (ต่อ)

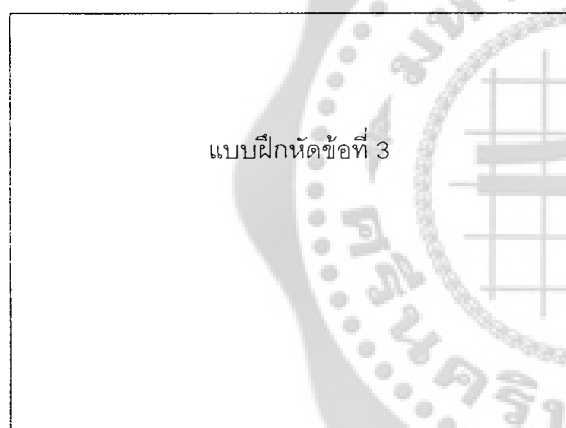


กรอบที่ 13

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 2

ถ้าตอบข้อ ก. ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ กลับไปเรียน กรอบที่ 7, 9, 10

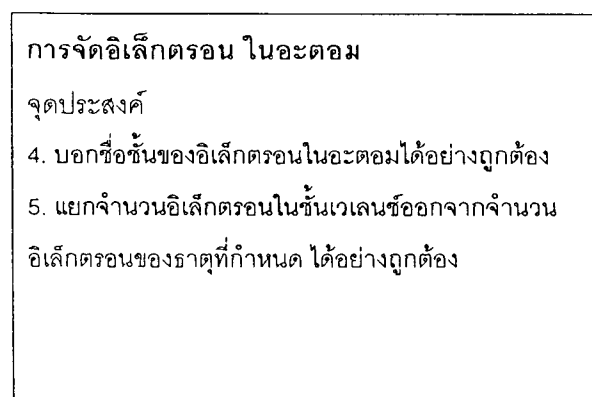


กรอบที่ 14

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 3

ถ้าตอบข้อ ง. ไปเรียนเนื้อหาถัดไป (Diode_1A.exe)

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ กลับไปเรียน กรอบที่ 8



กรอบที่ 15 (Diode_1B.exe)

บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กดปุ่มเดินหน้ากรอบถัดไป

กดปุ่ม ถอยหลัง กลับไปหน้าเดิม

การจัดอิเล็กทรอนิกส์ ในอะตอม

จุดประสงค์

6. เขียนโครงสร้าง 2 มิติของชั้นอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสของธาตุที่บอกแต่จำนวนอิเล็กตรอนได้อย่างถูกต้อง
7. อธิบายการเกิดอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในธาตุที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

กรอบที่ 16

บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
กดปุ่มเดินหน้ากรอบถัดไป
กดปุ่ม ถอยหลัง กลับไปหน้าเดิม

จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในแต่ละชั้น เรียงจากชั้นในสุดดังนี้

ชั้น K มีอิเล็กตรอน 2 ตัว

ชั้น L มีอิเล็กตรอน 8 ตัว

ชั้น M มีอิเล็กตรอน 18 ตัว

ชั้น N มีอิเล็กตรอน 32 ตัว

ชั้น O มีอิเล็กตรอน 50 ตัว

ชั้น P มีอิเล็กตรอน 72 ตัว

ชั้น Q มีอิเล็กตรอน 2 ตัว

กรอบที่ 17

กดปุ่ม Play แสดง A4.avi
กดปุ่ม Sound แสดง P103.wav
กดปุ่ม เดินหน้า ไปหน้าถัดไป

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในชั้น K, L, M, N, O, P และ Q แต่ละชั้นนั้น มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็นชั้นย่อย ๆ อีก คือชั้น s, p, d, f, g และ h ดังนี้

กรอบที่ 18

แสดงภาพนิ่ง A4.bmp
กดปุ่ม Sound แสดง P201.wav
กดปุ่ม เดินหน้า ไปหน้าถัดไป

ชั้น K มีชั้นย่อย 1 ชั้นคือ
 ชั้น L มีชั้นย่อย 2 ชั้นคือ
 ชั้น M มีชั้นย่อย 3 ชั้นคือ
 ชั้น N มีชั้นย่อย 4 ชั้นคือ
 ชั้น O มีชั้นย่อย 5 ชั้นคือ
 ชั้น P มีชั้นย่อย 6 ชั้นคือ
 ชั้น Q มีชั้นย่อย 1 ชั้นคือ

กรอบที่ 19

กดปุ่ม Play แสดง A4.avi

กดปุ่ม เดินหน้า ไปหน้าถัดไป

คลิก ชั้น K ลัง หน้า L201

คลิก ชั้น L ลัง หน้า L202

คลิก ชั้น M ลัง หน้า L203

คลิก ชั้น N ลัง หน้า L204

คลิก ชั้น O ลัง หน้า L205

คลิก ชั้น P ลัง หน้า L206

คลิก ชั้น Q ลัง หน้า L207

หลักในการจัดเรียงอิเล็กตรอน

1. จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในแต่ละชั้นมีค่า
 เท่ากับ $2n^2$ เมื่อ n = ลำดับที่ของพลังงาน

กรอบที่ 20

แสดงภาพนิ่ง A5.bmp

กดปุ่ม Sound แสดง P202.wav

กดปุ่ม เดินหน้า ไปหน้าถัดไป

หลักในการจัดเรียงอิเล็กตรอน

1. จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในแต่ละชั้นมีค่า
 เท่ากับ $2n^2$ เมื่อ n = ลำดับที่ของพลังงาน
 2. จำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดมีได้ไม่เกิน 8 ตัว

กรอบที่ 21

แสดงภาพนิ่ง A5.bmp

กดปุ่ม Sound แสดง P203.wav

กดปุ่ม เดินหน้า ไปหน้าถัดไป

หลักในการจัดเรียงอิเล็กตรอน

1. จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในแต่ละชั้นมีค่าเท่ากับ $2n^2$ เมื่อ n = ลำดับที่ของพลังงาน
2. จำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดมีได้ไม่เกิน 8 ตัว
3. จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานถัดจากชั้นนอกสุดของอะตอมมีได้ไม่เกิน 18 ตัว

กรอบที่ 22

กดปุ่ม Play แสดง A3.avi

กดปุ่ม Sound แสดง L204.wav

กดปุ่ม เดินหน้า ไป ทำแบบฝึกหัด (Ex_U1.exe)

แบบฝึกหัดที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบฝึกหัดเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก
2. ถ้าตอบถูกจะไปทำแบบฝึกหัดถัดไป หรือไปเรียนหน่วยการเรียนรู้ถัดไป
3. ถ้าตอบผิดจะไปศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับแบบฝึกหัดนี้ แล้วกลับมาตอบคำถามใหม่จนกว่าจะตอบถูก

กรอบที่ 23

แสดงกฎเกณฑ์การทำแบบฝึกหัด

กดปุ่ม เดินหน้า ไปแบบฝึกหัดข้อที่ 4

แบบฝึกหัดข้อที่ 14

กรอบที่ 24

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 4

ถ้าตอบข้อ ค. ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ กลับไปเรียน กรอบที่ 17 เรียนซ้ำ

ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของแบบทดสอบระหว่างเรียน

แบบทดสอบระหว่างเรียน

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก
2. ข้อทดสอบมีทั้งหมด 21 ข้อ
3. เมื่อเลือกคำตอบข้อใดแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคำตอบ
4. ไม่สามารถย้อนกลับมาทำแบบทดสอบที่ผ่านมา

กรอบที่ 1 (Test_U1.exe)

แสดงกฎเกณฑ์การทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

กดปุ่ม เดินหน้า ไปแบบทดสอบระหว่างเรียนข้อที่ 1

แบบทดสอบข้อที่ 1

กรอบที่ 2

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 1

ถ้าตอบข้อ ก. ได้ 1 คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ ไม่ได้คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

แบบทดสอบข้อที่ 2

กรอบที่ 3

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 2

ถ้าตอบข้อ ข. ได้ 1 คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ ไม่ได้คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

แบบทดสอบข้อที่ 3

กรอบที่ 4

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 3

ถ้าตอบข้อ ง. ได้ 1 คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ ไม่ได้คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

แบบทดสอบข้อที่ 4

กรอบที่ 5

แสดงแบบฝึกหัดข้อที่ 4

ถ้าตอบข้อ จ. ได้ 1 คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ถ้าตอบข้ออื่น ๆ ไม่ได้คะแนน ไปทำแบบฝึกหัดข้อถัดไป

ขอคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน



เมนู

ออกจากโปรแกรม

กรอบที่ 22

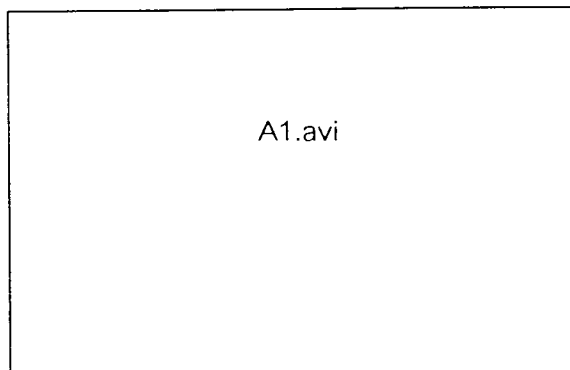
แสดงภาพนิ่ง A1.bmp

กดปุ่ม ขอคะแนน แสดง คะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์

กดปุ่มกลับเมนู

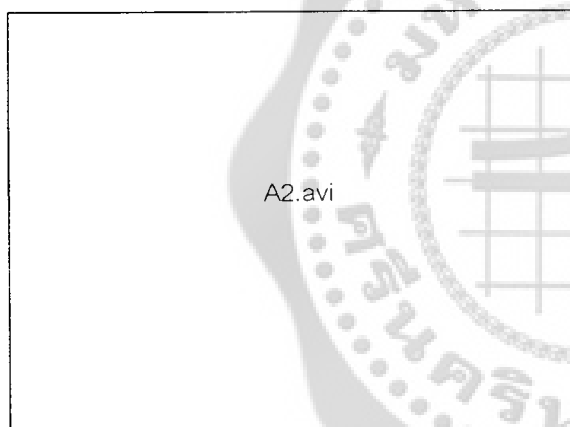
กดปุ่มออกจากโปรแกรม

ตัวอย่างสคริปต์ภาพเคลื่อนไหว



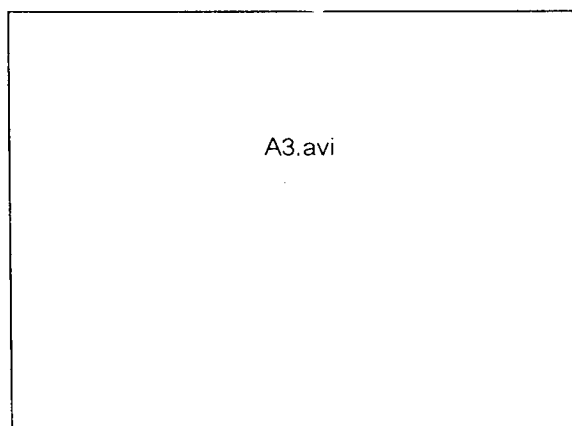
A1.avi

1. นิวเคลียสเป็นกลุ่มอยู่ตรงกลางเป็นลูกทรงกลมสีแดง 6 ลูก สีขาว 6 ลูก ทั้งกลุ่มหมุนรอบตัวเอง
2. มีอิเล็กตรอนเป็นลูกทรงกลมสีน้ำเงิน หมุนไปรอบๆ นิวเคลียส เป็นลักษณะ 3 มิติ โดยมีเส้นทางหมุนเป็นเส้นสีน้ำเงินบาง ๆ



A2.avi

1. จากรูปเดียวกับ A1.avi กลุ่มนิวเคลียสตรงกลางหยุดหมุน
2. อิเล็กตรอนยังคงหมุนไปรอบ ๆ
3. มีลูกศรชี้เข้าที่ กลุ่มนิวเคลียส



A3.avi

1. จากรูปเดียวกับ A1.avi อิเล็กตรอนหยุดหมุน
2. กลุ่มนิวเคลียสหมุนรอบตัวเอง
3. มีลูกศรชี้ไปที่ตัวอิเล็กตรอน



เสนอ

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย
วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำไดโอด**

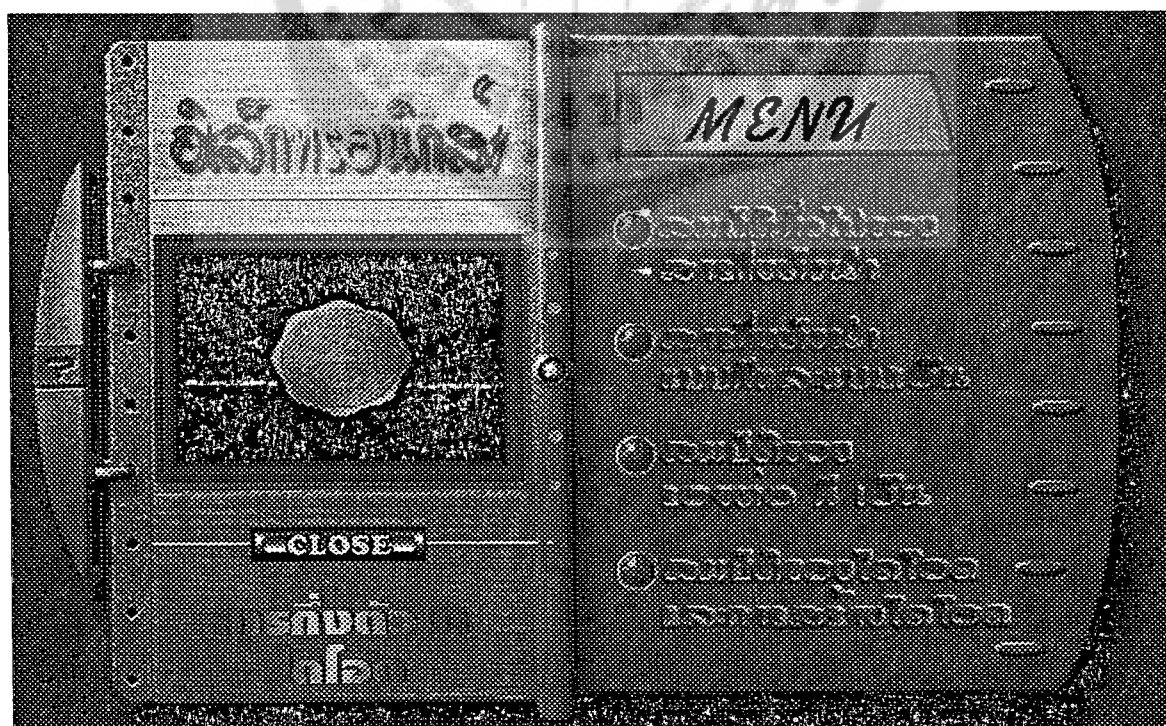
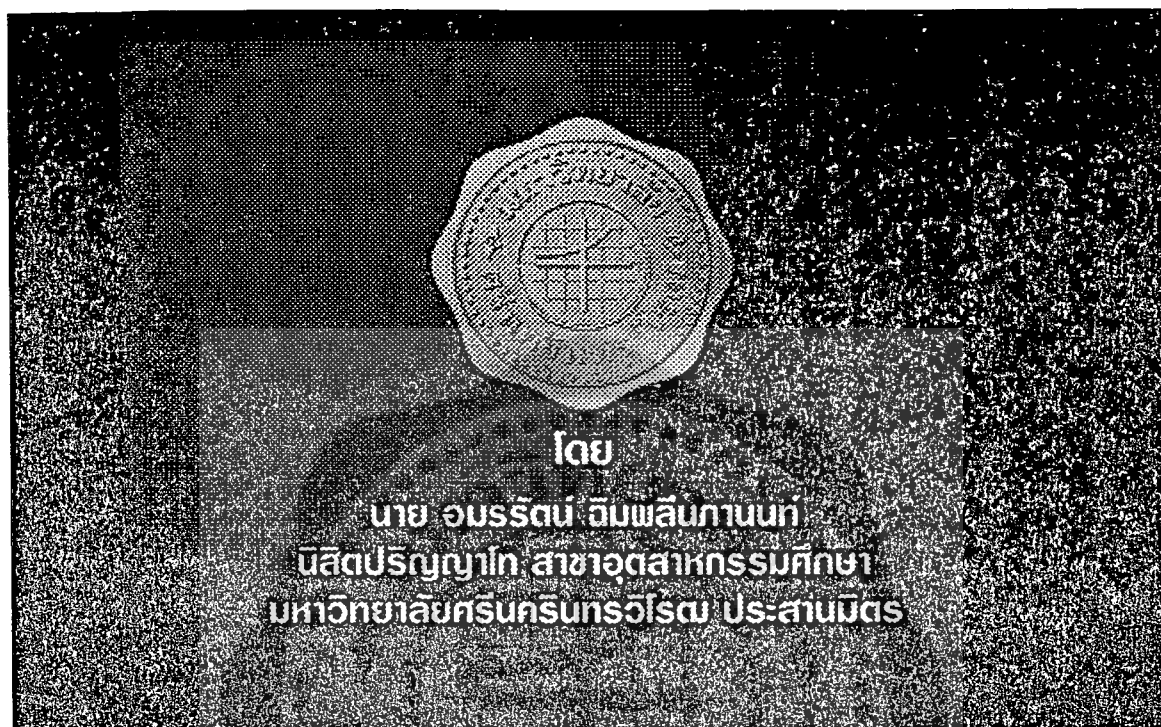


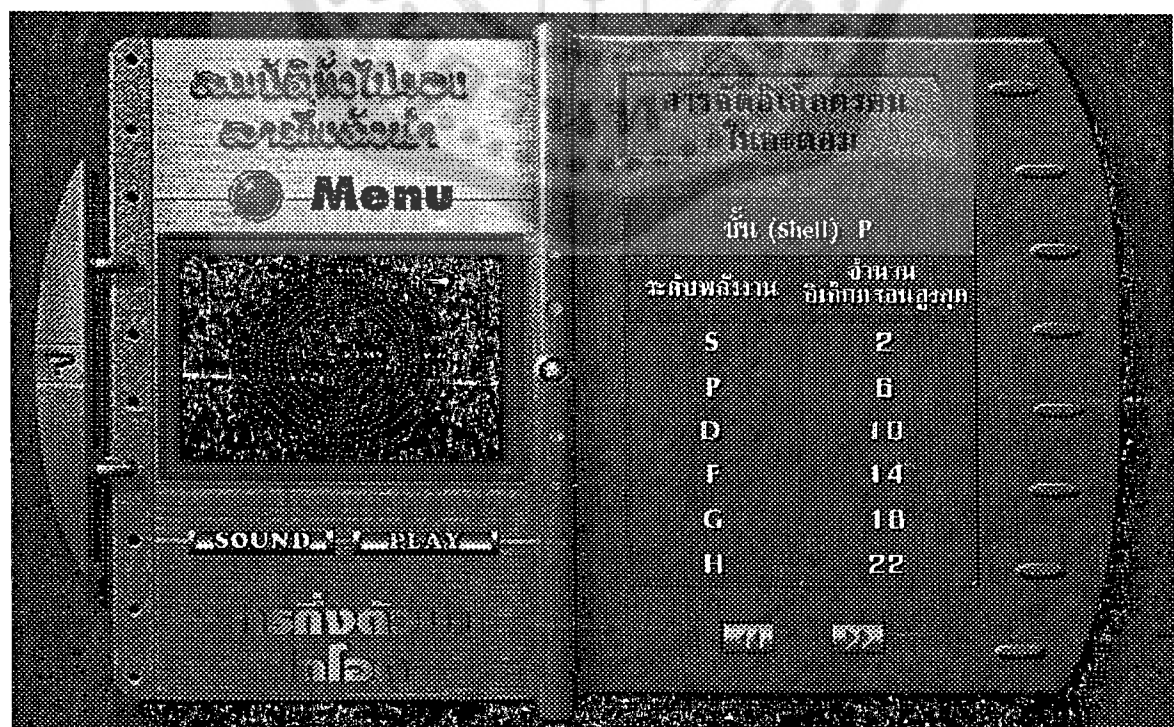
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

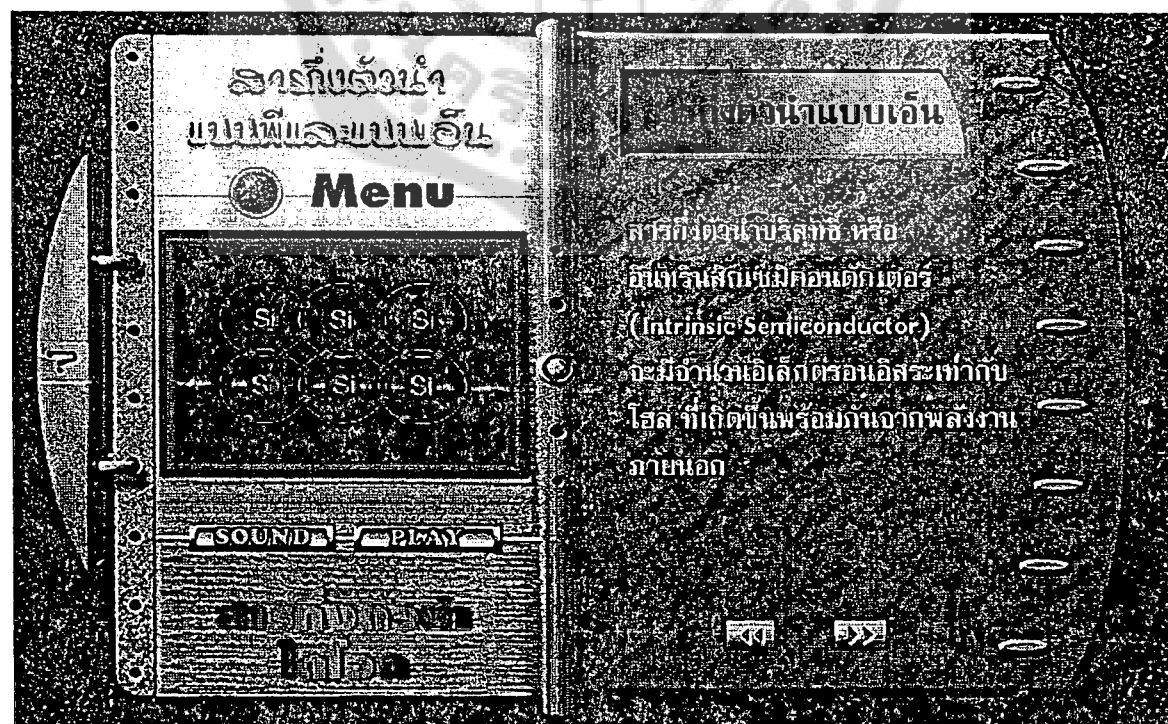
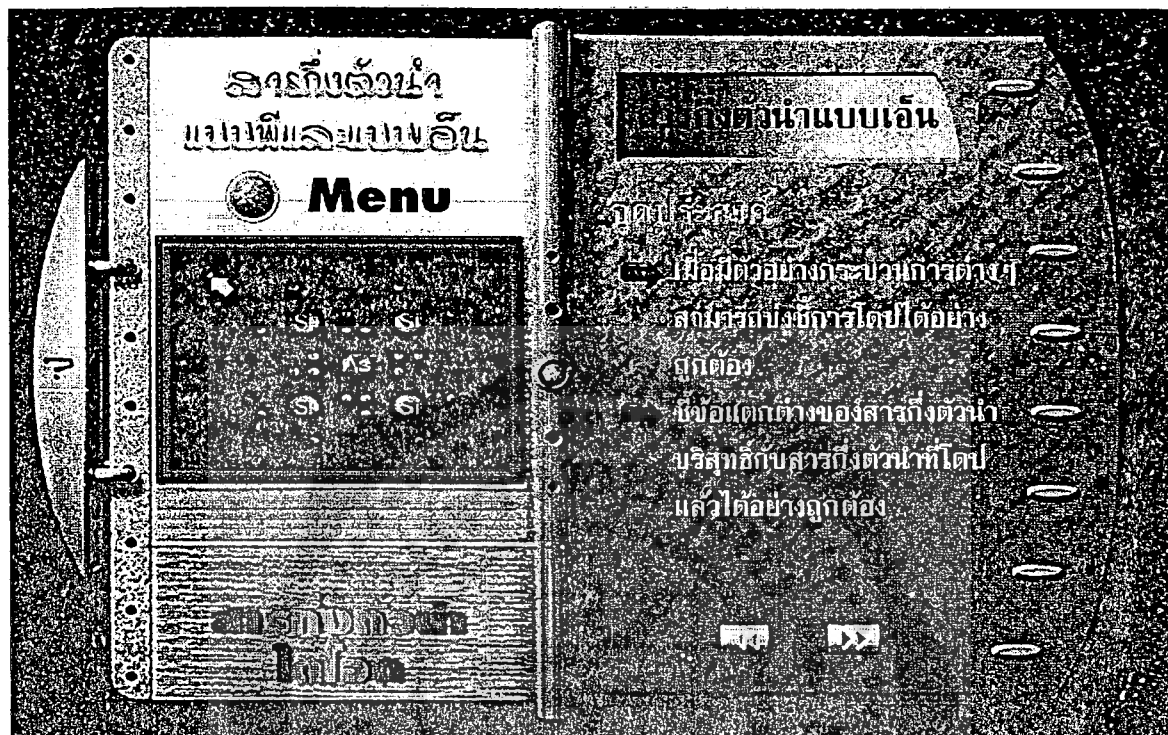
ดร. ละอียด รักษะพา

ดร. กุศล อัสดุลย์

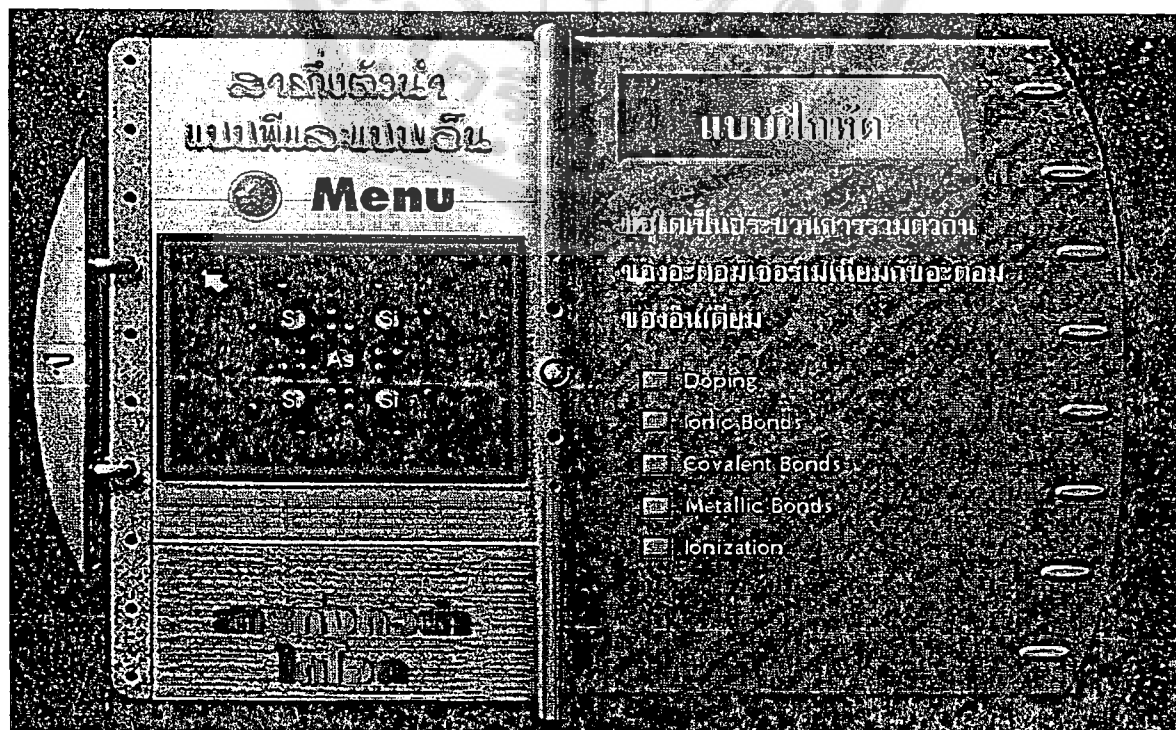
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

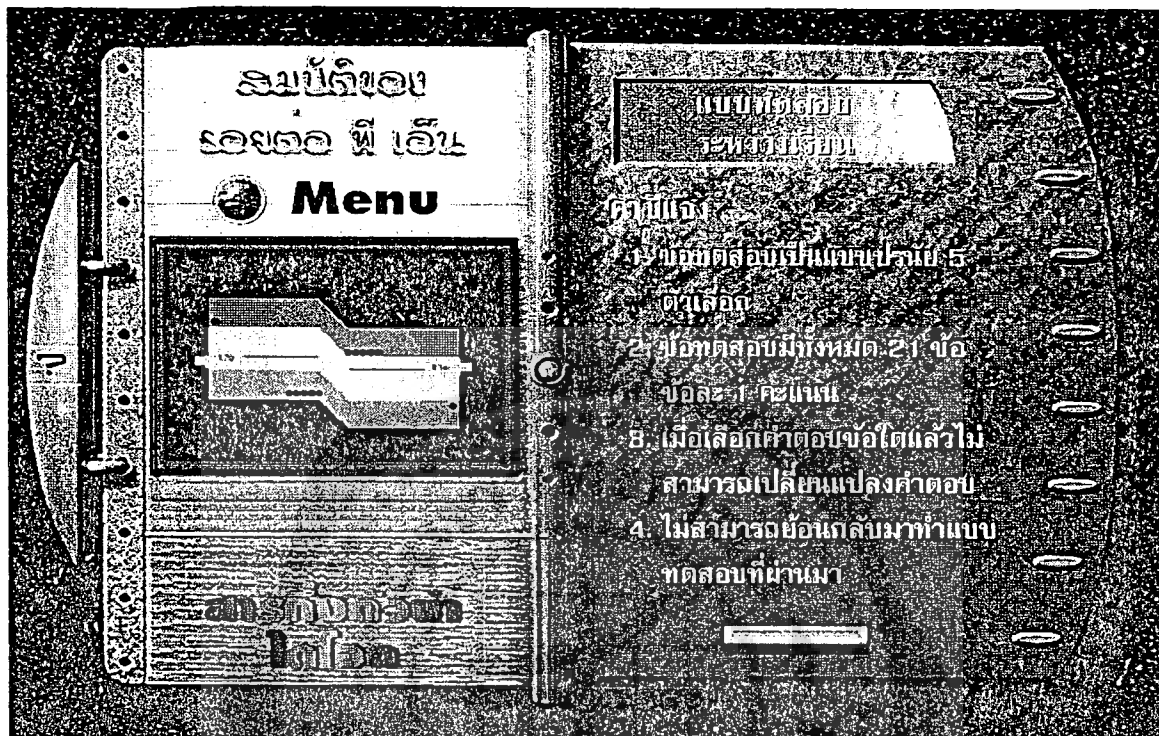














ภาคผนวก จ
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ชาติรี นาคะกุล
คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี
2. ดร. นิป เอมรัฐ
คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
3. รศ.บุญชัด เนติศักดิ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏลำปาง
4. ผศ.อิสระ อินลู่เพท
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเลย
5. ผศ.คมคาย หมั่นสาย
คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
6. ผศ.สุกิตติ บุญเอก
คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

ที่ ทม 1007/0105



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏลำปาง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบัน ราชภัฏ" โดยมี คร.ละเอียด รัชฎ์เฒ่า และ คร.กุศล อิศกุลย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำ ปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์บุญชิต เนติศักดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้ เชี่ยวชาญให้ นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร.258-4119, 664-1000 ต่อ 5664, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ 0106



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นายอมรรัตน์ จิมพลีนานนท์ นิติระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญาโท เรื่อง "การสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบัน ราชภัฏ" โดยมี ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า และ ดร.กุศล อีสตุลย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำ ปริญญาโท ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์คมคาย หมั่นสาย และ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์สุกิตติ บุญเอก เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้ เชี่ยวชาญให้ นายอมรรัตน์ จิมพลีนานนท์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5664, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ 0104



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏเลย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบัน ราชภัฏ" โดยมี ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า และ ดร.กุศล อีสดลย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำ วิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อิสระ อินุเพท เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้ เชี่ยวชาญให้ นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร.258-4119, 664-1000 ต่อ 5664, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ มม 1007/ 0106



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

11 มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ" โดยมี คร.ละอียด รักษ์เผ่า และ คร.กุศล อิสดูลย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.นิบ เอมรัฐ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอมรรัตน์ จิมพลินภานนท์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร.258-4119, 664-1000 ต่อ 5664, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทบ 1007/0109



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

41 มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏอุดรธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นายอมรรัตน์ จิมพลีนานนท์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ" โดยมี ดร.ละอียศ รัชต์เผ่า และ ดร.กุศล อีสตุลย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ชาตรี นาคะกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอมรรัตน์ จิมพลีนานนท์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5664, 5644

โทรสาร. 258-4119

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายอมรรัตน์ จิมพลีนภานนท์
เกิดวันที่	26 สิงหาคม พ.ศ. 2504
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลจุฬา พญาไท กรุงเทพฯ
สถานที่อยู่	83/6 สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-722173
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงาน	สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-721583, 711396 ต่อ 134
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2519 ประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียนวัดศรีโหลหาราชบุรีบำรุง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พ.ศ. 2522 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนท่าม่วงราชบุรีบำรุง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พ.ศ. 2525 ปวช. 3 สถาบันเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตพระนคร เหนือ เขตดุสิต กรุงเทพฯ พ.ศ. 2529 ค.บ. (อุตสาหกรรมศิลป์ สาขาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัย ครูพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพฯ
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2530 อาจารย์ประจำหมวดช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเงินวิทยา อำเภอเนิน จังหวัดลำปาง พ.ศ. 2533 อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรศึกษาและอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยครูเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2538 อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรศึกษาและอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2542 อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบัน ราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์