

การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1
โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ

เรืออากาศเอก สมหมาย สุวรรณฤทธิ์



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2558

Development of a Practice-Oriented Learning Center Instructional
Package in the Electronic Devices and Circuit Course on the
Topic of Electronic Photo Devices for First Year Communication Corps
Cadets of the Air Technical Training School under the
Education Department of the Air Force

Flt. Lt. Sommai Suwannarith



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

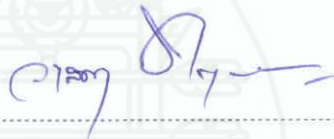
Sukhothai Thammathirat Open University

2015

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ
ชื่อและนามสกุล	เรืออากาศเอก สมหมาย สุวรรณฤทธิ์
แขนงวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์

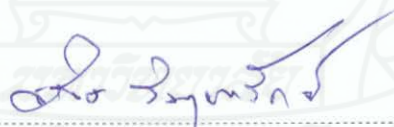
การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 19 เมษายน 2559

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สาธิต วิมลคุณารักษ์)



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ จินะวัฒน์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ

ผู้ศึกษา เรืออากาศเอก สมหมาย สุวรรณฤทธิ์ **รหัสนักศึกษา** 2572700397

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์ **ปีการศึกษา** 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ที่ศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2558 ได้มาโดยการสุ่ม แบบกลุ่ม เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วย (1) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 80.63/81.25 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
นักเรียนจำอากาศ

Independent Study title: Development of a Practice-Oriented Learning Center Instructional Package in the Electronic Devices and Circuit Course on the Topic of Electronic Photo Devices for First Year Communication Corps Cadets of the Air Technical Training School under the Education Department of the Air Force

Author: Flt. Lt. Sommai Suwannarith; **ID:** 2572700397;

Degree: Master of Education (Educational Technology and Communications);

Independent Study advisor: Dr. Wasana Taweekulasap, Associate Professor;

Academic year: 2015

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop a practice-oriented learning center instructional package in the Electronic Devices and Circuit Course on the topic of Electronic Photo Devices for first year communication corps cadets of the Air Technical Training School under the Education Department of the Air Force based on the pre-determined efficiency criterion; (2) to study the learning progress of students who learned from the practice-oriented learning center instructional package on the topic of Electronic Photo Devices; and (3) to study the satisfaction of students who learned from the practice-oriented learning center instructional package on the topic of Electronic Photo Devices. The research sample consisted of 30 first year communication corps cadets of the Air Technical Training School under the Education Department of the Air Force in the 2015 academic year, obtained by cluster sampling. The employed research instruments were (1) a practice-oriented learning center instructional package on the topic of Electronic Photo Devices; (2) a learning achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on satisfaction of the cadets. Statistics employed for data analysis were the E_1/E_2 efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed practice-oriented learning center instructional package in the Electronic Devices and Circuit Course on the topic of Electronic Photo Devices for first year communication corps cadets of the Air Technical Training School under the Education Department of the Air Force was efficient at 80.63/81.25 and thus met the pre-determined 80/80 efficiency criterion; (2) the students who learned from the practice-oriented learning center instructional package on the topic of Electronic Photo Devices achieved learning progress significantly at the .05 level; and (3) the students who learned from the practice-oriented learning center instructional package on the topic of Electronic Photo Devices were satisfied at the high level.

Keywords: Learning center instructional package, Practice, Electronic Devices and Circuit Course, Communication corps cadet

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศ เหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตาม หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิตที่กำหนดไว้ ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็น ประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยอย่างติดต่อมาของ รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์ ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นवलเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและ ประเมินผล รองศาสตราจารย์ ดร. ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา และนาวาอากาศโท มนัส อุฬารสิริพงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ที่ตรวจสอบเครื่องมือและให้ คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขการศึกษาค้นคว้าอิสระให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้ง คณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุน แก่ผู้วิจัยตลอดมาคอยช่วยเหลือ เป็นกำลังใจขณะผู้วิจัยเรียน และทำการศึกษาค้นคว้าอิสระจน สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สมหมาย สุวรรณฤทธิ์

เมษายน 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
ชุดการสอน	9
ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้	15
การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้	37
การสอนที่เน้นการปฏิบัติ	48
การเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	53
การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	59
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
การเก็บรวบรวมข้อมูล	67
การวิเคราะห์ข้อมูล	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
ตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	72
ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	75
ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	76
บทที่ 5 รายละเอียดของต้นแบบชิ้นงานชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	78
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	80
ภาคที่ 2 แผนการสอนและศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	91
ภาคที่ 3 แบบฝึกปฏิบัติ	144
ภาคที่ 4 แหล่งอ้างอิง	197
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	199
สรุปการวิจัย	199
อภิปรายผล	202
ข้อเสนอแนะ	204
บรรณานุกรม	206
ภาคผนวก	209
ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	210
ข ประเมินคุณภาพเครื่องมือการวิจัย	212
ค ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน	224
ง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	228
จ ตารางการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม	235
ฉ ตารางวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	241

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ช ตารางความถี่คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน	244
ซ แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ	247
ประวัติผู้ศึกษา	256



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 การกำหนดจำแนกหน่วยการเรียนรู้ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	61
ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ระดับพุทธิพิสัย และทักษะพิสัย หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	64
ตารางที่ 3.3 วันและเวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบสนาม	68
ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียวกับนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	72
ตารางที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับนักเรียนจำนวน 6 คน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	73
ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 21 คน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	75
ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	75
ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านคุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ในการทดลองแบบภาคสนาม	76
ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ในการทดลองแบบภาคสนาม	77
ตารางที่ 5.1 ตารางแบบเรียงหัวข้อ	94

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
ภาพที่ 5.1 รูปร่างของไดโอดเปล่งแสง	101
ภาพที่ 5.2 โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง	102
ภาพที่ 5.3 สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง	103
ภาพที่ 5.4 การทำงานของไดโอดเปล่งแสง	103
ภาพที่ 5.5 รูปร่างของโฟโตไดโอด	111
ภาพที่ 5.6 โครงสร้างของโฟโตไดโอด	112
ภาพที่ 5.7 สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด	113
ภาพที่ 5.8 การต่อวงจรทำงานของโฟโตไดโอด	114
ภาพที่ 5.9 รูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์	122
ภาพที่ 5.10 โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์	123
ภาพที่ 5.11 สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์	124
ภาพที่ 5.12 การต่อวงจรทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์	125
ภาพที่ 5.13 รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	133
ภาพที่ 5.14 โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	134
ภาพที่ 5.15 สัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	134
ภาพที่ 5.16 การทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	135

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กองทัพอากาศมีหน้าที่เตรียมกำลังกองทัพอากาศ การป้องกันราชอาณาจักร ซึ่งใช้เทคโนโลยีขั้นสูงจึงมีความจำเป็นต้องฝึกฝนบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถ เท่าทันกับทางด้านเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงต่อสถานการณ์ โดยมีกรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ซึ่งเป็นหน่วยขึ้นตรงทำหน้าที่ วางแผนการปฏิบัติ อำนาจการ ประสานงาน กำกับดูแล และดำเนินการเกี่ยวกับการศึกษา การฝึกอบรม แก่กำลังพลของกองทัพอากาศ ตามที่กองทัพอากาศกำหนด

โรงเรียนจ่าอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ เป็นสถาบันหลักขั้นต้นของกองทัพอากาศที่ผลิตนายทหารชั้นประทวนหลักให้กับส่วนราชการต่างๆ ของกองทัพอากาศ ได้จัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ต่ำกว่าปริญญาตรี โดยมีแผนกวิชาสื่อสาร กองการศึกษา ทำหน้าที่ผลิตนายทหารชั้นประทวนระดับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ (ยศจ่าอากาศตรี) เหล่าทหารสื่อสาร ออกไปปฏิบัติราชการตามสายวิทยาการ ของกองทัพอากาศ อย่างมีประสิทธิภาพ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับนักเรียนจ่าอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีทักษะในการวัดทดสอบและการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีทัศนคติในการค้นคว้าหาความรู้ และปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบและปลอดภัย ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นก่อนการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูงของกองทัพอากาศ ตามแผนยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนากำลังพลของกองทัพอากาศ และวิสัยทัศน์ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” ในปี พ.ศ. 2562

1.1 สภาพที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนจ่าอากาศ พุทธศักราช 2548 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดให้นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีทักษะในการวัดทดสอบและการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีทัศนคติในการค้นคว้าหาความรู้ และปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบและปลอดภัย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการวางพื้นฐานที่สำคัญก่อนการเรียนรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีขั้นสูงของกองทัพอากาศ สภาพที่พึงประสงค์ครอบคลุม (1) สภาพนักเรียน (2) วิธีการสอน และ (3) สื่อการสอน สำหรับนักเรียนจ่าอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ดังนี้

1.1.1 สภาพนักเรียนที่พึงประสงค์ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารอยู่ในการกำกับดูแลของ แผนกวิชาสื่อสาร เป็นหน่วยขึ้นตรง กองการศึกษา โรงเรียนจำอากาศ มีหน้าที่ผลิต นายทหารชั้นประทวนระดับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ (ยศจำอากาศตรี) เหล่าทหารสื่อสาร ออกไปปฏิบัติราชการตามสายวิทยาการ ของกองทัพอากาศ อย่างมีประสิทธิภาพ “วิสัยทัศน์ มุ่งมั่น ผลิตนายทหารชั้นประทวนหลัก สายวิทยาการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ภาคพื้น และอากาศยาน เป็นทหารอาชีพที่เพียบพร้อมด้วยความรู้ และทักษะตามมาตรฐานสากล” เพื่อให้เป็นไปตามวิสัยทัศน์ดังกล่าว สำหรับวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จึงกำหนดเป้าหมาย ดังนี้ (1) นักเรียนเข้าใจโครงสร้าง และหลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำ (2) นักเรียนสามารถอ่านสัญลักษณ์จากแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และลายวงจรพิมพ์ ได้อย่างถูกต้อง (3) นักเรียนสามารถวางแผน ตรวจสอบ ประกอบ ทดสอบ และแก้ไขจุดบกพร่อง ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้อย่างถูกต้อง และ (4) เพื่อให้ให้นักเรียนมีทัศนคติในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม และปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบและปลอดภัย (โรงเรียนจำอากาศ, 2548, น. 1) ซึ่งเป็นพื้นฐานก่อนการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูงของกองทัพอากาศ สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนา กำลังพลของกองทัพอากาศ และวิสัยทัศน์ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” ในปี พ.ศ. 2562

1.1.2 วิธีการสอนที่พึงประสงค์วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เพื่อตอบสนองนโยบายของกองทัพอากาศ การจัดการเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนจำอากาศ พุทธศักราช 2548 จึงเน้นการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย มากกว่าพุทธิพิสัย และ จิตพิสัย มีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง วิธีการสอนที่เหมาะสม คือ (1) การสอนที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่ม ปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 4) และ (2) การศึกษาดูงานนอกสถานที่ เพื่อให้นักเรียนได้สัมผัสสภาพการทำงานที่แท้จริงของสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว (ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2555, น. 16)

1.1.3 สื่อการสอนที่พึงประสงค์วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สื่อที่ใช้ประกอบการสอนมีความหลากหลายช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) สื่อประเภทวัสดุ สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือเรียน แบบฝึกปฏิบัติ เอกสาร ต่างๆ สำหรับให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและฝึกให้เกิดการเรียนรู้ที่ละน้อย (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2540, น. 161) นอกจากนี้ควรใช้สื่อประเภทภาพเคลื่อนไหว เช่น วิดิทัศน์ ซึ่งสามารถเลือกดูภาพตามที่ต้องการได้ โดยการบังคับเทปให้เลื่อนเดินหน้า ถอยหลัง ดูภาพซ้ำ สามารถหยุดดูเฉพาะภาพก็ได้ และในเครื่องเล่น วิดิทัศน์บางชนิดยังสามารถทำได้ในห้องสตูดิโอ หรือภายในห้องปฏิบัติการสามารถตัดส่วนที่ไม่ต้องการหรือเพิ่มเติมส่วนใหม่ลงไปได้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2531, น. 25) (2) สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่อง

คอมพิวเตอร์ เครื่องแอลซีดี และเครื่องเล่นดีวีดี และ (3) สื่อประเภทวิธีการ ได้แก่ กิจกรรมกลุ่ม การเรียนด้วยตนเอง และการฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือและต่อวงจร ในส่วนห้องเรียนมีแหล่งสืบค้น ความรู้ทางสารสนเทศด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่มีความทันสมัยและมีจำนวนเพียงพอ

1.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของการเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ของนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอาภาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร แผนกวิชาสื่อสาร กองการศึกษา โรงเรียนจำอาภาศ จำนวน 3 คน สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้ (1) วิธีการสอนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ครูส่วนใหญ่ ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยยึดครูผู้สอนเป็นศูนย์กลาง เน้นการสอนทฤษฎีไม่เน้นการสอนแบบฝึกปฏิบัติ ทำให้การสอนแบบฝึกปฏิบัติ และการสอนแบบโครงการมีน้อย ส่วนการศึกษาดูงานนอกสถานที่ ตามสายวิทยาการมีเพียงครั้งเดียวตลอดหลักสูตร 3 ปี (2) สภาพนักเรียน มีสติปัญญา ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ แตกต่างกัน ทำให้ความสามารถเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย มีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก และ (3) สื่อการสอนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย จึงนิยมใช้สื่อประเภทวัสดุ ได้แก่ หนังสือเรียน แบบเรียน และภาพชุด ไม่เน้นสื่อที่เป็นของจริง

1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นของการเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ของนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอาภาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ผู้วิจัย ได้นำสภาพที่พึงประสงค์กับสภาพปัจจุบันมาพิจารณาพบปัญหาที่สำคัญ ในด้านวิธีการสอน สภาพนักเรียน และสื่อการสอน ในการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับนักเรียนจำอาภาศ เหล่าทหารสื่อสาร ดังนี้ (1) วิธีการสอนส่งผลต่อนักเรียน คือ ทำให้นักเรียนขาดความสามารถใน ภาคปฏิบัติ เกิดปัญหาข้อขาดความรู้ด้านทักษะพิสัย และจิตพิสัย การสอนแบบโครงการนำมาใช้น้อย นักเรียนจึงไม่ค่อยมีโอกาสแสดงความคิดเห็น จึงต้องหาวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ทำการฝึกปฏิบัติ ได้แสดงความคิดเห็น และได้ทำกิจกรรมกลุ่มควบคู่กัน (2) สภาพนักเรียนมีความรู้ ความชำนาญ แตกต่างกัน จึงต้องหาวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ทำการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสบการณ์และมี โอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และ (3) สื่อการสอนที่นิยมใช้เป็นประเภท วัสดุ (สื่อสิ่งพิมพ์) ซึ่งยังเป็นที่นิยมเนื่องจากมีราคาถูก สะดวกต่อการใช้งาน และยังมีจำกัดในการสอนที่ เน้นการฝึกปฏิบัติ จึงต้องหาสื่อการสอนที่เป็นวีดิทัศน์มาช่วยเติมเต็ม

1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา แผนกวิชาสื่อสาร กองการศึกษา โรงเรียนจำอาภาศ ได้พยายามแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้านวิธีการสอน โดยการส่งบุคลากรเข้ารับการอบรม ตามหลักสูตรครู ทหาร ณ โรงเรียนครุฑทหาร กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ การแก้ปัญหาด้านสภาพผู้เรียน โดยจัดกิจกรรม พบผู้เรียนเพื่อให้คำปรึกษาและสอนเสริมโดยเน้นการฝึกปฏิบัติสำหรับผู้ที่มีการเรียนต่ำกว่า 2.5 และ การแก้ปัญหาด้านสื่อการสอน ได้ส่งบุคลากรเข้าอบรมหลักสูตรมัลติมีเดีย ซึ่งความพยายามดังกล่าวเป็น

ส่วนหนึ่งของการประกันคุณภาพทางการศึกษาของ โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ และ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่ทุกเวลา แผนกวิชาสื่อสารจึงได้ติดตั้งจุดให้บริการอินเทอร์เน็ต ในพื้นที่รับผิดชอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยใช้สารสนเทศ ด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์

สำหรับงานวิจัยเรื่องเกี่ยวกับวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เท่าที่รวบรวมมี 2 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่องหลักการ ทำงานของเซนเซอร์และการใช้งานวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.27/83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ กำหนดไว้ และผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จากการทำ แบบทดสอบก่อน และหลังเรียนของนักเรียนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจของผู้เรียน ต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก (วีรศักดิ์ บุญเพชร, 2553, น. 3)

เรื่องที่ 2 การสร้างชุดการสอน เรื่อง วงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.83/85.25 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่อง วงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ทัศนัย ใจเย็น, 2554, น. 2)

โดยสรุป จะเห็นว่า ชุดการสอนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

1.5 แนวทางที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหา ผู้วิจัยเห็นว่าควรได้พัฒนาชุดการสอน แบบกลุ่มกิจกรรมที่เน้นฝึกปฏิบัติ เพื่อใช้สอนแบบศูนย์การเรียนซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาในด้าน (1) วิธี การสอน มีความหลากหลาย การสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติมากขึ้น และเปิดโอกาสให้ทุกคนได้ แสดงความคิดเห็น (2) สภาพนักเรียน ที่มีทักษะและความชำนาญต่างกัน จึงต้องเน้นการสอนให้นักเรียน ได้ลงมือฝึกปฏิบัติและทำกิจกรรมกลุ่ม มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และ (3) สื่อการสอนในรูปแบบชุด การสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติใช้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก และสื่อวีดิทัศน์เป็นสื่อเสริม ในการ พัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติมีการจัดเนื้อหา วัตถุประสงค์ และกิจกรรมให้มี ความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาด้านวิธีการสอน สภาพนักเรียน และการใช้สื่อการสอน วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่า ทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสาร ชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ 3 ห้องเรียน จำนวน 90 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยสุ่มเลือกแบบกลุ่ม

4.3 ขอบข่ายเนื้อหาการวิจัย ครอบคลุม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพโรงเรียนจำอากาศ พุทธศักราช 2548 เนื้อหาวิชาในเรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ประกอบด้วย รูปร่าง

โครงสร้าง สัญลักษณ์ และการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ และ ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

4.4 เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วย (1) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เพื่อเน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง (2) แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

4.5 ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

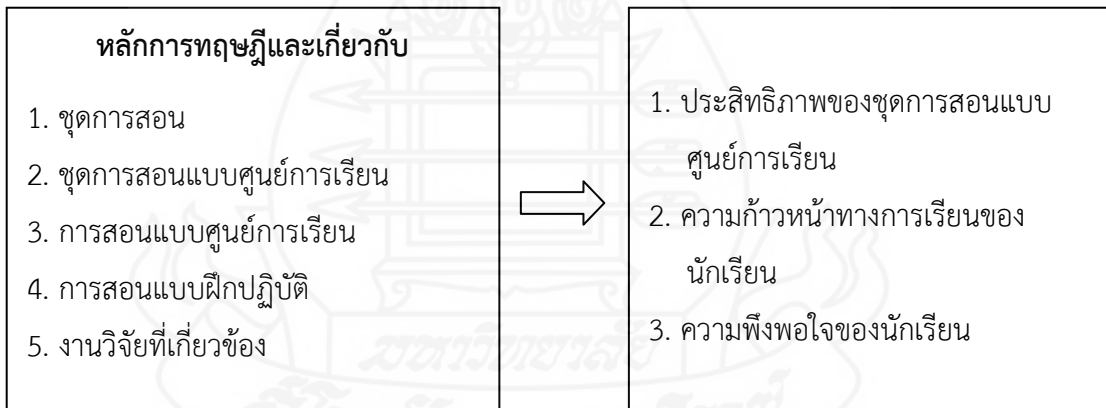
4.5.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

4.5.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

4.6 ระยะเวลาการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

5. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หมายถึง ชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นตามแบบจำลองระบบการผลิตแผนจุฬาของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบกลุ่มให้กับนักเรียนซึ่งกิจกรรมในชุดการสอนเน้นให้ฝึกปฏิบัติ โดยนำเนื้อหา มาจัดเป็นศูนย์

การเรียนแบ่งเป็น 4 ศูนย์ และมีศูนย์สำรอง แต่ละศูนย์ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา วัตถุประสงค์ การต่อวงจรการทำงาน บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย แบบฝึกปฏิบัติ และคู่มือการใช้ชุดการสอน

6.2 การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง การสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกิจกรรม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 5 – 6 คน โดยคละกันตามระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดเนื้อหา ใช้เวลาในการประกอบกิจกรรมในแต่ละศูนย์ 40 นาที แล้วหมุนเวียนกันไปจนกว่าจะครบทั้งหมด 4 ศูนย์ ถ้ามีกลุ่มใดประกอบกิจกรรมเสร็จก่อน ให้มาทำกิจกรรมที่ศูนย์สำรองเพื่อทำกิจกรรมในศูนย์ที่เหลือ

6.3 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง หมายถึง เนื้อหาที่อยู่ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพโรงเรียนจำอากาศ พุทธศักราช 2548 ประกอบด้วย 4 หัวเรื่อง คือ (1) ไดโอดเปล่งแสง (2) โฟโตไดโอด (3) โฟโตทรานซิสเตอร์ และ (4) ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

6.4 เกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพ 80/80 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จากกระบวนการ และผลลัพธ์โดยคิดเป็นร้อยละของระดับคะแนนที่นักเรียนได้รับ 80/80 โดย 80 ตัวแรก คือ คะแนนจากประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 และ 80 ตัวหลัง คือ คะแนนประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพ คือ เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ไม่เกิน +2.5% และต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ไม่เกิน -2.5%

6.5 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง จากคะแนนพุทธิพิสัย และทักษะพิสัย

6.6 ความพึงพอใจ หมายถึง การแสดงความรู้สึกของนักเรียน ที่มีต่อชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มี 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด ครอบคลุมแบบสอบถามในเรื่อง คุณภาพสื่อการสอน และผลที่ได้จากชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

6.7 นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสาร หมายถึง ผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ (เทียบเท่ากับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4) ปีการศึกษา 2558 ที่เรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

6.8 โรงเรียนจ่าอากาศ หมายถึง สถาบันการศึกษาหลักขั้นต้นของกองทัพอากาศ ที่ผลิตนายทหารชั้นประทวนระดับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ (ยศจ่าอากาศตรี) ออกไปปฏิบัติราชการตามสายวิทยาการเหล่าทหารของกองทัพอากาศ

6.9 กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ หมายถึง หน่วยขึ้นตรงของกองทัพอากาศ มีหน้าที่ (ส่วนหนึ่ง) ดำเนินการเกี่ยวกับการศึกษา และการฝึกอบรม ให้แก่กำลังพลของกองทัพอากาศ

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ได้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจ่าอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจ่าอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

7.2 ได้ต้นแบบชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจ่าอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 เพื่อนำไปผลิตหน่วยการเรียนอื่นๆ

7.3 แก้ปัญหาการเรียนการสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ของนักเรียนจ่าอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ในเรื่อง การเรียนแบบกลุ่ม และการฝึกปฏิบัติ

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่า ทหารสื่อสารชั้น ปีที่ 1 ผู้วิจัยได้รวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ดังต่อไปนี้ (1) ชุดการสอน (2) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (3) การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (4) การสอนที่เน้นการปฏิบัติ (5) การเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (6) การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบ ศูนย์การเรียนรู้ และ (7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชุดการสอน

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้ (1) ความหมายของ ชุดการสอน (2) คุณค่าของชุดการสอน (3) แนวคิดในการผลิตชุดการสอน และ (4) องค์ประกอบของ ชุดการสอน

ชุดการสอน เป็นสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นโดยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ บุคคลแรก ของประเทศไทยที่พัฒนาขึ้น รายละเอียดของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจึงครอบคลุมหลักการและทฤษฎี ของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ เขียนขึ้นในปี พ.ศ. 2520

1.1 ความหมายของชุดการสอน

ชุดการเรียนการสอน (Instructional Package) เดิมใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็น สื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาการจัดการเรียนการสอนได้เน้นให้ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง จึงมีผู้นิยมเรียกเป็น ชุดการเรียนมากขึ้น หรือบางคนก็เรียกรวมกันเป็นชุดการเรียนการสอน สำหรับใน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “ชุดการสอน” และได้ศึกษาความหมายตามที่มีผู้รู้ได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

ชุดการสอน เป็นสื่อประสมที่มีการจัดระบบเนื้อหาสาระ กิจกรรมให้มีความสอดคล้อง กันโดยเสนอเนื้อหาสาระเฉพาะเรื่อง และมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520, น. 11-12)

ชุดการสอน เป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน มี คุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้

เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาและอีกอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดการเสาะแสวงหาอันนำไปสู่ความเข้าใจอันลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกประการหนึ่งว่า สื่อประสม ที่เรานำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ให้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2525, น. 185)

โดยสรุป ในที่นี้ผู้วิจัยให้ความหมายของชุดการสอน คือ สื่อประสมที่มีการจัดระบบเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนให้มีความสัมพันธ์กัน โดยเสนอเนื้อหาสาระเฉพาะเรื่อง และมีความสมบูรณ์เปิดเสรีในตัวเอง ช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ให้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 คุณค่าของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 13-17) ได้กล่าวไว้ว่า คุณค่าของชุดการสอน มีดังนี้

1. ชุดการสอนช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เนื้อหาสาระบางเรื่องมีความสลับซับซ้อน ผู้เรียนเข้าใจยาก ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยาย ชุดการสอนช่วยให้เนื้อหาสาระเหล่านั้นมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น
2. ชุดการสอนช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเอง
3. ชุดการสอนช่วยสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้กับผู้เรียน คือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้ฝึกตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเอง และมีโอกาสทำงานเป็นทีม
4. ชุดการสอนช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนที่ผลิตขึ้นต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนนำมาใช้ จึงทำให้ผู้สอนมีความมั่นใจสามารถหยิบใช้ได้ทันที
5. ชุดการสอนทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนทำให้ผู้เรียน เรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าครูจะมีสถานะหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด
6. ชุดการสอนช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจาก ชุดการสอนที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว
7. ชุดการสอนช่วยในกรณีครูขาด ครูคนอื่นก็สามารถสอนแทนโดยใช้ชุดการสอน ที่มีใช้เข้าป็นิ่ง “คุณชั้น” ปลอ่ยนักเรียนให้อยู่รอบๆ หรือปลอ่ยให้นักเรียนจดงานตามกระดานดำ เมื่อมีชุดการสอนเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนสามารถสอนแทนก็ไม่ต้องเตรียมอะไรมากนัก

8. ชุดการสอนรายบุคคลและชุดการสอนทางไกล ช่วยให้การศึกษามวลชนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะนักเรียนสามารถเรียนได้เองที่บ้านไม่ต้องเสียเวลาและเงินทองในการนั่งรถมาเรียนที่มหาวิทยาลัย การเรียนจากชุดการสอนทางไกลช่วยประหยัดเงินให้กับผู้เรียนจำนวนมาก

โดยสรุป ชุดการสอนมีคุณค่าต่อการเพิ่มคุณภาพในการเรียนการสอน ทั้งในด้านผู้เรียนและผู้สอน คือ ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม ไร้ความสนใจของผู้เรียนสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน ผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์และบุคลิกภาพผู้สอน และใช้สอนแทนครูกรณีครูขาด

1.3 แนวคิดในการผลิตชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 8-9) ได้กล่าวไว้ว่า แนวคิดในการผลิตชุดการสอน มีดังนี้

1. การประยุกต์ความแตกต่างระหว่างบุคคล สถานศึกษาได้นำหลักจิตวิทยา มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ มนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันในด้านความต้องการ ความสามารถ สติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างในด้านอื่นๆ ดังนั้น ในการนำเอาหลักความแตกต่างเหล่านี้มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามเอกัตภาพและการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม ปัจจุบันได้มีการทดลองและวิจัยเกี่ยวกับการสอนรายบุคคลเป็นที่ยอมรับว่า การสอนวิธีนี้จะก้าวหน้าไปไกล โดยมีเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ คือ ชุดการสอน เป็นเครื่องมือช่วยในการสอนรายบุคคลดำเนินไปตามจุดมุ่งหมาย

2. ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน ด้วยการนำแหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ ประกอบด้วย วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ การนำสื่อการสอนมาใช้ต้องจัดเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือวิชาต่างๆ โดยนิยมจัดในรูปชุดการสอน การเรียนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามส่วนของเนื้อหา ส่วนอีกสองในสาม ผู้เรียนจะต้องศึกษาด้วยตนเองจากสื่อที่ผู้สอนเตรียมไว้ในรูปของชุดการสอน

3. การใช้วัสดุทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกเป็นสื่อการสอน ครอบคลุมถึงการนำสิ่งสิ้นเปลือง (วัสดุ) เครื่องมือต่างๆ (อุปกรณ์) และวิธีการ หรือกระบวนการ ได้แก่ การสาธิต การทดลอง และกิจกรรมต่างๆ เดิม นั้น การผลิตและการใช้สื่อการสอนมักออกมาในรูปร่างต่างคนต่างผลิตต่างคนต่างใช้ เป็นสื่อเดี่ยวๆ มิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างบูรณาการให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียน แทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนอยู่ตลอดเวลา

แนวโน้มนำใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อแบบประสมให้เป็นชุดการสอน อันจะมีผลต่อการใช้ของครูคือ เปลี่ยนจากการใช้สื่อ “เพื่อช่วยครูสอน คือ ครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่างๆ มาเป็นการใช้สื่อการสอน” เพื่อช่วยนักเรียน คือ ให้นักเรียนหยิบฉวยและใช้สื่อการสอนต่างๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยอยู่ในรูปของชุดการสอน

4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียว คือ ครูเป็นผู้นำ นักเรียนเป็นผู้ตาม ครูมิได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี นักเรียนมีโอกาสได้พูดก็ต่อเมื่อครูให้พูด ในส่วนความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนต่อนักเรียนในห้องเรียนจะไม่มีหรือมีน้อย นักเรียนจึงไม่มีโอกาสฝึกฝน ไม่มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ และเชื่อฟังและเคารพความคิดเห็นผู้อื่น

นอกจากนี้ ขาดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อม มักอยู่เพียงซอกเล็กและกระดานดำและแบบเรียนในห้องสี่เหลี่ยมหรือสนามหญ้า ครูไม่พานักเรียนออกไปสู่สภาพภายนอกโรงเรียน การเรียนการสอนจึงจัดอยู่ในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มนำในปัจจุบันและในอนาคตของกระบวนการเรียนรู้ จึงต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาสู่ระบบการผลิตสื่อในรูปชุดการสอน

5. การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนนั้นได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ ดังนี้ คือ (1) ให้นักเรียนได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง (2) มีโอกาสทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนเองถูกผิดอย่างไร (3) มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้นักเรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือทำผิดทำให้พฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต และ (4) ได้ค่อยเรียนรู้ไปที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของนักเรียน โดยไม่มีใครบังคับ

โดยสรุป แนวคิดนำสู่การผลิตชุดการสอน ครอบคลุม (1) การประยุกต์ความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งความรู้หลัก (3) การใช้วัสดุทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกเป็นสื่อการสอน (4) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อม และ (5) การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนนั้นได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้โดยจัดสภาพการณ์

1.4 องค์ประกอบของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2555, น. 12-14) ได้กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบของชุดการสอน มีดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นรายละเอียดที่ครูหรือผู้ใช้ที่จะใช้ชุดการสอนได้ถูกต้อง และเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องศึกษาคู่มือการใช้ชุดการสอน โดยทั่วไป คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดการสอน มักประกอบด้วย

ภาคที่ 1 การใช้ชุดการสอน ประกอบด้วย คำนำ สารบัญ คำอธิบายรายวิชาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ รายชื่อหน่วย ส่วนประกอบของชุดการสอนในแต่ละประเภท ขั้นตอนการใช้ชุดการสอน (ครอบคลุมก่อนการใช้ชุดการสอน ระหว่างใช้ชุดการสอน และหลังการใช้ชุดการสอน) บทบาทของครูผู้สอน บทบาทของผู้เรียน สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียมการล่วงหน้า แผนผังการจัดการชั้นเรียน และการประเมินชั้นเรียน

ภาคที่ 2 รายละเอียดของชุดการสอน ประกอบด้วย แผนการสอน เนื้อหาสาระ สื่อต่างๆ ที่อยู่ในชุดการสอน และเครื่องมือในการประเมิน

ภาคที่ 3 คู่มือการเรียนรู้(สำหรับนักเรียน) ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน กระดาษคำตอบ เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน แผนการสอน แบบฝึกปฏิบัติ ครอบคลุมที่ว่างสำหรับสาระสำคัญที่ว่างสำหรับประกอบกิจกรรม แบบฝึกหัด (ถ้ามี) เฉลยกิจกรรม แบบทดสอบหลังเรียน เฉลยคำตอบ เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

2. แผนการสอน ชุดการสอนแต่ละประเภทที่ผู้ผลิตพัฒนาขึ้นจำเป็นต้องมีแผนการสอนหรือสิ่งที่จัดแนวคิดเพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวให้พร้อมก่อนที่จะเรียนเนื้อหาสาระนั้น โดยทั่วไปแผนการสอนประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการประเมินการเรียนรู้

3. เนื้อหาสาระ เป็นองค์ประกอบสำคัญของชุดการสอน เนื้อหาสาระได้กำหนดไว้ว่าจะเรียนด้วยชุดการสอน การวิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาสาระต้องนำเนื้อหามาจำแนกเป็นหัวเรื่อง หัวข้อย่อย เพื่อให้ได้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ การจำแนกเนื้อหาต้องจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก

4. สื่อที่อยู่ในชุดการสอน สื่อประสมประกอบด้วยสื่อตั้งแต่สองชนิดมาบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น เช่น ชุดการสอนแบบบรรยาย มีสื่อบุคคล คือ ตัวครู ยังมีแผ่นใส คอมพิวเตอร์ หรือสไลด์คอมพิวเตอร์ หรือ Power point ช่วยในการบรรยายให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น อาจมีแบบฝึกปฏิบัติเป็นสื่อสำหรับผู้เรียนให้จดบันทึกสาระสำคัญหรือทำกิจกรรม จะเห็นได้ว่าสื่อแต่ละประเภทที่กล่าวไว้ข้างต้นต่างก็ทำหน้าที่ให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สื่อที่อยู่ในชุดการสอนมีทั้งสื่อวัสดุ ได้แก่ ภาพชุด แผนภูมิ บัตรต่างๆ แผ่นใสด้วยคอมพิวเตอร์ ของจริง สื่อสามมิติ หนังสือเรียน แบบเรียน แบบฝึกหัด ซีดี เทปเสียง วีดิทัศน์ เทปภาพ ดีวีดี บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังมีสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ครูเตรียมการก่อนใช้ชุดการสอน เช่น

เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องแอลซีดี เครื่องเสียง สื่อประเภทวิธีการที่นำมาใช้ในชุดการสอน เช่น เกม สถานการณ์จำลอง รายการวีดิทัศน์ การทดลอง การฝึกปฏิบัติ เป็นต้น

ดังนั้น ชุดการสอนแต่ละประเภทจะใช้สื่อแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระ และคุณลักษณะของชุดการสอนประเภทนั้น

5. การประเมินการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบสำคัญในชุดการสอนไม่ว่าจะเป็นชุดการสอนประเภทใดก็ตาม มีการประเมิน 2 ประเภท คือ (1) การประเมินกระบวนการ คือ การประเมินในระหว่างเรียนที่ผู้เรียนทำ เช่น การอภิปราย การฝึกปฏิบัติ สร้างชิ้นงาน การรายงาน การวาดภาพ แบบฝึกหัด เป็นต้น การประเมินกระบวนการในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนก็คือ ค่า E_1 และ (2) การประเมินผลลัพธ์ คือ การประเมินด้วยการทดสอบหลังเรียน โดยทั่วไปนิยมให้มีการประเมินค่าก่อนเรียนเป็นการวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และเมื่อเรียนเสร็จจากชุดการสอนแล้วก็จะมีการประเมินหลังเรียน เป็นการวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน มีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิมมากน้อยเท่าใด การประเมินผลลัพธ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนก็คือ ค่า E_2

6. แบบฝึกปฏิบัติ (Work Book) เป็นเอกสารสำคัญสำหรับผู้เรียน ใช้ประกอบการเรียนในชุดการสอน ชุดการสอนทุกประเภทต้องมีแบบฝึกปฏิบัติ แต่อาจมีส่วนประกอบบางอย่างที่แตกต่างกัน แบบฝึกปฏิบัติมีความสำคัญ คือ (1) ทำให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมล่วงหน้าว่าตนเองกำลังเรียนอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร มีกิจกรรมที่ต้องทำอะไร และมีการประเมินผลการเรียนอย่างไร (2) ผู้เรียนสามารถบันทึกพัฒนาการในการเรียนของตน (3) ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้วจากการบันทึกสาระสำคัญ และ (4) ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมลงในแบบฝึกปฏิบัติ

แบบฝึกปฏิบัติมีส่วนประกอบสำคัญ คือ แบบทดสอบก่อนเรียน (กระดาษคำตอบ) และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน แผนการเรียน ที่วางสำหรับบันทึกสาระสำคัญที่ได้เรียนในชุดการสอน ที่วางสำหรับทำกิจกรรมที่กำหนดให้ทำ พร้อมเฉลยกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียน (กระดาษคำตอบ) และเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

โดยสรุป องค์ประกอบของชุดการสอน ประกอบด้วย (1) คู่มือการใช้ชุดการสอน (2) แผนการสอน (3) เนื้อหาสาระ (4) สื่อที่อยู่ในชุดการสอน (5) การประเมินการเรียนรู้ และ (6) แบบฝึกปฏิบัติ

2. ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

วรรณกรรมที่เกี่ยวกับชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ได้แก่ (1) ขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (2) การเขียนแผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (3) การผลิตบัตร (4) การผลิตวีดิทัศน์ (5) การผลิตคู่มือการใช้ชุดการสอน และ (6) การผลิตแบบฝึกปฏิบัติ

2.1 ขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

การผลิตชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ยึดระบบการผลิตชุดการสอนแผนจุฬาหรือ Chulalongkorn University Plan of Mule Media จากการแบ่งหมวด Instruction Package Production หรือเรียกง่าย ๆ ว่า “Chula Plan” ผู้คิดค้นระบบการผลิตชุดการสอนแผนจุฬา คือ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์

การผลิตชุดการสอนแผนจุฬาหรือชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ แบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, และสุดา สิ้นสกุล, 2520, น. 48-50)

ขั้นที่ 1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นวิชาหรือบูรณาการเป็น สหวิทยาการตามที่เหมาะสม

ขั้นที่ 2 กำหนดหน่วยการสอน เป็นประมวลประสบการณ์หรือความรู้ที่ผู้สอนทำการสอนผู้เรียนซึ่งมีเวลาเรียนแตกต่างกันตามระดับของผู้เรียน ในการกำหนดหน่วยการสอนมีแนวทางต้องดำเนินการดังนี้ (1) ศึกษาคำอธิบายรายวิชาหรือมาตรฐานสาระการเรียนรู้ เพื่อดูเค้าโครงและขอบเขตของเนื้อหาสาระอย่างละเอียด (2) ศึกษาวัตถุประสงค์เปรียบเทียบกับว่าวัตถุประสงค์ที่กำหนดครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ และ (3) แบ่งเนื้อหาโดยพิจารณาจากคำอธิบายรายวิชา หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือแผนการสอนของหลักสูตร การแบ่งเนื้อหาจากรายวิชาอาจแบ่งเป็นย่อยลงไปอีก ในการแบ่งเนื้อหาจะต้องคำนึงถึงจำนวนหน่วย และขนาดของหน่วย

ขั้นที่ 3 กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดหัวเรื่องออกเป็นหน่วยการสอนย่อยของหน่วย การแบ่งหัวเรื่องอาจแบ่งหัวเรื่องแบบใดแบบหนึ่ง คือ แบบง่าย แบบตายตัว แบบระดับสติปัญญา และแบบบูรณาการ มีจำนวนหัวเรื่องตั้งแต่ 4 หัวเรื่อง แต่ไม่เกิน 6 หัวเรื่อง และมีหัวเรื่องสำรองไว้ สำหรับศูนย์สำรองอยู่ในรูปของกิจกรรม

ขั้นที่ 4 กำหนดมโนทัศน์และหลักการ ต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง มโนทัศน์และหลักการ หรือแนวคิด คือ สรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยกำหนดเป็น วัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ ทุกครั้ง

ขั้นที่ 6 กำหนดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็น แนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียน” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียน ปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ เล่นเกม เป็นต้น

ขั้นที่ 7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยน พฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

ขั้นที่ 8 เลือกและผลิตสื่อการสอน สื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ เป็นสื่อ การสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวข้อแล้ว จัดสื่อการสอนเหล่านี้ไว้เป็นหมวดหมู่ในแฟ้มที่ เตรียมไว้ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนที่สำคัญคือ บัตรต่างๆ ได้แก่ บัตรคำสั่ง บัตรสรุป เนื้อหา บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และ บัตรเฉลย

ขั้นที่ 9 หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประเมินว่าชุดการสอนแบบศูนย์การ เรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงหลักการที่ว่า การ เรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์ จำต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่า E_1/E_2

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัด หรือ กิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)

N คือ จำนวนนักเรียน

A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและ บัตรคำถาม)

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

E_2 คือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนในการเปลี่ยนพฤติกรรมนักเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนนิยมตั้งไว้ 80/80, 85/85, 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความจำนิยมตั้งไว้ 90/90 และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาที่เป็นทักษะ เพราะการเปลี่ยนพฤติกรรมต้องใช้ระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว การทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น ต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. แบบเดี่ยว (1:1) นำชุดการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียน 1 – 3 คน โดยการทดลองกับนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน การทดลองแต่ละครั้งต้องปรับปรุงสื่อการสอน
2. แบบกลุ่ม (1:10) นำชุดการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 6 – 10 คน ที่มีความสามารถต่างกัน แล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น
3. แบบภาคสนาม (1:100) นำชุดการสอนไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 30 – 100 คน หากการทดลองภาคสนามได้ค่า E_1 และ E_2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงชุดการสอนและทำการทดสอบประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในกรณีที่ประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน และความชำนาญในการใช้ชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนอาจอนุโลมให้มีระดับของการพลาดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ -2.5%

ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าไม่เกิน +2.5%
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าไม่เกิน -2.5%

ขั้นที่ 10 การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเมื่อได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนหรือนักเรียนได้ โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ดังนี้

10.1 ชั้นประเมินก่อนเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณา
 พื้นความรู้เดิม ของผู้เรียนหรือนักเรียน

10.2 ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ชั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ชั้นสอน) ผู้สอนบรรยายโดยมีการ
 แบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ชั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปหลักการที่สำคัญของหน่วยที่สอน

10.5 ชั้นประเมินหลังเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดู
 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วว่าผู้เรียนมีการพัฒนาการมากขึ้นเพียงใด

โดยสรุป ขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ หรือระบบการผลิตแผนจุฬามี 10 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ ขั้นที่ 2 กำหนดหน่วยการสอน ขั้นที่ 3 กำหนดหัวเรื่อง ขั้นที่ 4 กำหนดมโนทัศน์และหลักการ ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์ ขั้นที่ 6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 7 กำหนดแบบประเมินผล ขั้นที่ 8 เลือกและผลิตสื่อการสอน ขั้นที่ 9 หาประสิทธิภาพชุดการสอน และ ขั้นที่ 10 การใช้ชุดการสอน

2.2 การเขียนแผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

ส่วนประกอบของแผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด หรือมโนทัศน์ หรือ ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และการประเมินการเรียนรู้ (วาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2555, น. 69-75)

2.2.1 หัวเรื่อง “หน่วยย่อย” ของ “หน่วยการเรียนรู้” การแบ่งหัวเรื่องอาจแบ่งได้ 4 ประเภท คือ หัวเรื่องแบบง่าย หัวเรื่องแบบตายตัว หัวเรื่องแบบบูรณาการ และหัวเรื่องแบบยึดระดับสติปัญญา

1. หัวเรื่องแบบง่าย คือ หัวเรื่องที่แบ่งตามลักษณะเด่นของเนื้อหาวิชา โดยไม่มีการโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น เช่น เรื่องพืช ก็จะแบ่งเป็นราก ลำต้น ใบ ดอก เมล็ด หรือ อาจจะแบ่งจากง่ายไปหายาก ดังนี้ คือ (1) ความหมาย (2) ประโยชน์ /คุณค่า/ความสำคัญ (3) ขอบข่าย/องค์ประกอบ/ส่วนประกอบ (4) ประเภท/รูปแบบ (5) กระบวนการ/ขั้นตอน/หลักการ (6) การนำไปใช้/การใช้ (7) ปัญหาและอุปสรรค และ (8) แนวโน้ม

2. หัวเรื่องแบบตายตัว คือ หัวเรื่องที่ได้กำหนดรูปแบบไว้โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ และเป็นที่ยอมรับของบุคคลในกลุ่มนั้น เช่น ในวงการแพทย์อาจแบ่งหน่วยการเรียนออกเป็น หัวเรื่องประกอบด้วย (1) ความหมาย (2) สาเหตุ (3) อวัยวะของร่างกายที่เกิดโรค (4) พยาธิสภาพ (5) อาการ และ (6) การรักษาพยาบาล เป็นต้น

3. หัวเรื่องแบบบูรณาการหรือแบบสหวิทยาการ คือ หัวเรื่องที่ยึดหลักการประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาโยงกับวิชาอื่นๆ ให้มีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของผู้เรียนมากขึ้น

4. หัวเรื่องแบบยี่ระดับสติปัญญา คือ หัวเรื่องที่จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ตามสติปัญญาทั้ง 5 ขั้นตอน ตามหลักของเบนจามิน บลูม หรือของนักจิตวิทยาอื่น กล่าวคือ (1) ความรู้ (2) ความเข้าใจ (3) การนำไปใช้ (4) การวิเคราะห์ (5) การสังเคราะห์ และ (6) การประเมิน

2.2.2 แนวคิด (Concept) เป็นข้อความที่แสดงแก่น หรือเป้าหมายเกี่ยวกับเรื่องใด เรื่องหนึ่ง ทำให้เราสามารถได้ข้อสรุปสาระสำคัญ แต่ต้องมีใช้ลักษณะเป็นเนื้อหาอย่างเห็นได้ชัด ระดับของแนวคิด มี 2 ระดับ คือ แนวคิดระดับกว้าง และแนวคิดระดับนำไปใช้

1. แนวคิดระดับกว้าง เป็นแนวคิดไว้วางๆ ไม่มีลักษณะเฉพาะไม่นำมาเขียนแนวคิดในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
2. แนวคิดระดับนำไปใช้ เป็นแนวคิดที่จำแนกแนวคิดระดับกว้าง ให้มีลักษณะระดับแคบ ให้มีลักษณะจำเพาะเจาะจง จนเราสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เหมาะสม
ข้อควรคำนึงในการเขียนแนวคิด มีดังนี้
 1. ให้มีแนวคิด 1 ข้อ ต่อ 1 เรื่อง
 2. เขียนแนวคิดเป็นข้อย่อยๆ และเป็นแนวคิดระดับนำไปใช้
 3. การเขียนข้อความที่เป็นแนวคิดควรใช้ภาษาที่มีการขัดเกลาเป็นอย่างดี เลี่ยงใช้คำที่มีความหมายกำกวมหรือฟุ่มเฟือย ไม่ควรใช้คำว่า เช่น หรือ การยกตัวอย่าง และไม่มีลักษณะการอธิบายที่เยิ่นเย้อ
 4. แนวคิดต้องครอบคลุมประเด็นสำคัญ ในแต่ละเรื่องให้ครบถ้วน ซึ่งถ้าขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปแล้ว จะทำให้ผู้เรียนรับรู้แนวคิดที่ผิดได้

2.2.3 การเขียนวัตถุประสงค์

1. ความหมายของวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์เป็นผลที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ส่วนประเภทของวัตถุประสงค์มี 2 ประเภท คือ วัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เฉพาะ วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการสอนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มักเขียนในรูปแบบวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. ข้อควรคำนึงถึงในการกำหนดวัตถุประสงค์ มีดังนี้

2.1 ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องและแนวคิด

2.2 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีหลักการ 3 ประการ คือ

2.2.1 การกำหนดพฤติกรรม (Behavior) เป็นการกำหนดว่าจะให้ผู้เรียนกระทำอะไรที่ผู้สอนหวังให้พฤติกรรมเปลี่ยนไป คำที่ใช้ในการกำหนดพฤติกรรมต้องเป็นคำแสดงการกระทำ มีความหมายเดียว และการกระทำนั้นสังเกตได้ หรือดูผลการกระทำได้

2.2.2 การกำหนดเงื่อนไขหรือสภาวะการณ์ (Condition) เมื่อกำหนดพฤติกรรมแล้วต้องการศึกษาเงื่อนไข การกำหนดเงื่อนไข เป็นการกำหนดการกระทำนั้นจะเกิดขึ้นที่ไหน อย่างไร และเมื่อไหร่ การกำหนดเงื่อนไขจะต้องมีทุกข้อที่เขียนวัตถุประสงค์

2.2.3 การกำหนดมาตรฐานหรือเกณฑ์การยอมรับ (Standard) เป็นการตั้งเกณฑ์ไว้ว่าผู้เรียนต้องเปลี่ยนพฤติกรรมมากน้อยเพียงใด ผู้สอนจึงจะพอใจและยอมรับว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การกำหนดเกณฑ์อาจกำหนดให้ทราบลักษณะ คือ การกำหนดเป็นจำนวน การกำหนดเป็นอัตราส่วนการกำหนดเป็นร้อยละ และการกำหนดเป็นถ้อยคำ

3. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อาจมีมากกว่าจำนวนของหัวเรื่องหรือแนวคิดก็สามารถทำได้

2.2.4 การเขียนเนื้อหา ต้องคำนึงถึงดังนี้

1. เขียนหัวเรื่องและเค้าโครงร่างของเนื้อหาที่จะสอนตามลำดับในแต่ละศูนย์ ต้องไม่ใส่เนื้อหาละเอียด เพราะเนื้อหาละเอียดจะอยู่ในบัตรเนื้อหา

2. เขียนหัวเรื่องให้แยกแต่ละหัวเรื่อง กรอกหัวเรื่องและโครงร่างเนื้อหาของหัวเรื่องที่ 1 เสียก่อน แล้วจึงกรอกช่องกิจกรรมการเรียนรู้ “สื่อการสอน” และ “ประเมินผล” จนครบ

3. เขียนโครงร่างเนื้อหาควรเขียนเป็น “วลี” ทั้งหมด หรือถ้าจะเขียนเป็นประโยคก็ให้เป็นประโยคทั้งหมด ควรเขียนเป็นวลี จะกระชับรัดกุมกว่า

4. โครงร่างเนื้อหาต้องสัมพันธ์กับหัวเรื่อง ทั้ง 4 – 6 หัวเรื่องตามที่กำหนดไว้แล้วในตอนต้น

2.2.5 การเขียนกิจกรรมการเรียนรู้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การกระทำที่ผู้เรียนแสดงออก อาจสังเกตได้ด้วยสายตา หรือดูผลจากการกระทำได้ เช่น อ่านบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม เขียนภาพ และการทดลองทางวิทยาศาสตร์

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มี 2 ประเภท คือ กิจกรรมที่ใช้วัสดุและอุปกรณ์ และ กิจกรรมที่เป็นวิธีการ

2.1 กิจกรรมที่ใช้วัสดุและอุปกรณ์ เช่น ศึกษาบัตรประเภทต่างๆ ศึกษาภาพประกอบ ชมเทปภาพ ฟังเทปเสียง

2.2 กิจกรรมที่เป็นวิธีการ เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การอภิปราย เกมการศึกษา รายการณี สถานการณ์จำลอง

3. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

3.1 กิจกรรมที่กำหนดต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กล่าวคือ การกำหนดกิจกรรมควรใช้ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เป็นหลัก

- 3.2 กิจกรรมที่กำหนดนั้น ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริงโดยไม่ต้องให้ผู้สอนมายุ่งเกี่ยว
- 3.3 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นนั้น ต้องมีน้ำหนักพฤติกรรมที่พึงประสงค์อยู่ในระดับสูงที่น่าพึงพอใจ
- 3.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น ต้องมีขั้นตอนกำหนดระยะเวลาในการทำได้ชัดเจน
- 3.5 มีระบบการแนะนำวิธีการประกอบกิจกรรมไว้เด่นชัด ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้เอง
- 3.6 กิจกรรมที่กำหนดควรมีลักษณะแตกต่างกัน คือ มีกิจกรรมที่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ และกิจกรรมที่เป็นวิธีการ เช่น การเล่นเกม และไม่ควรมีกิจกรรมแบบเดียวกัน อยู่ทุกศูนย์จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย
4. การกรอกช่องกิจกรรม การสอนแบบศูนย์การเรียนมีกิจกรรมครอบคลุม 5 ขั้นตอน การกรอกกิจกรรมจะเรียงลำดับขั้นตอน ดังนี้
- ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนโดยผู้เรียนหรือผู้สอน หรือทั้งผู้เรียนและผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน
- ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรม เป็นการให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมตามศูนย์ต่างๆ มีลำดับขั้นตอนย่อย ดังนี้
- 3.1 อ่านบัตรคำสั่ง
- 3.2 อ่านบัตรสรุปเนื้อหาและบัตรเนื้อหา
- 3.3 อ่านบัตรกิจกรรมและประกอบกิจกรรมที่กำหนดไว้
- 3.4 อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ
- 3.5 ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลยที่ผู้สอนเตรียมไว้ โดยเปลี่ยนกันตรวจ
- ขั้นที่ 4 สรุปบทเรียน เป็นการสรุปเนื้อหาสาระที่ผู้เรียน เรียนในแต่ละศูนย์ โดยผู้เรียนหรือผู้สอน หรือผู้เรียนและผู้สอนสรุปบทเรียน
- ขั้นที่ 5 ทดสอบหลังเรียน ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
- นอกจากนี้ การกรอกให้แยกแต่ละขั้นตอน แล้วกรอกสื่อการสอนและการประเมินจนครบขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง
- ผู้เรียนหรือนักเรียนเป็นประธานของประโยคอาจจะไว้ในฐานที่เข้าใจ หากประโยคนั้นชัดเจนห้ามกรอกกิจกรรมครูลงในช่องนี้ มีแต่กิจกรรมของนักเรียนทั้งหมด

2.2.6 การเขียนสื่อการสอน

1. ประเภทของสื่อการสอน สื่อการสอนที่ใช้ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีทั้งสื่อประเภทวัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีการ

1.1 สื่อประเภทวัสดุที่อยู่ในชุดการสอน ได้แก่ บัตรคำสั่ง บัตรสรุปเนื้อหา บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย แบบทดสอบ และแบบฝึกปฏิบัติ

นอกจากนั้นมีสื่อประเภทวัสดุอื่นๆ ได้แก่ ภาพชุด กระดาษวาดเขียน สี และปากกา ดินน้ำมัน บัตรคำ แผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ ซีดี ดีวีดี ของจริง เช่น เมล็ดพืช ก้อนหิน ฯลฯ

1.2 สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเสียง เครื่องเล่นซีดี เครื่องเล่นดีวีดี เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องเล่นแอลซีดี

1.3 สื่อประเภทวิธีการ ได้แก่ การสาธิต การทดลอง บทบาทสมมติ การเล่นเกม สถานการณ์จำลอง และการอภิปราย

2. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเขียนสื่อการสอน มีดังนี้

2.1 สื่อการสอนต้องสอดคล้องกับหัวข้อเรื่อง วัตถุประสงค์ และกิจกรรมกลุ่ม โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และกิจกรรมกลุ่มที่กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมอะไร มีสื่อมาช่วยประกอบกิจกรรมกลุ่ม

2.2 เนื้อหาสาระในสื่อการสอนต้องเหมาะสมในแง่ความถูกต้อง ความยากง่าย และประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับ

2.3 สื่อการสอนต้องชัดเจนในการเสนอเนื้อหา พิจารณาแง่เทคนิค วิธีการ และการใช้ภาษาที่กระทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี

2.4 สื่อการสอนต้องสร้างผลกระทบต่อพฤติกรรมของผู้เรียน คือ การแสดงออกที่ดีของผู้เรียนหลังจากการใช้สื่อการสอนนั้น เช่น มีการทำงานเป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ และมีระเบียบวินัยในการทำงานเพิ่มขึ้น

2.5 ความใช้ง่ายของสื่อ หมายถึง ความสะดวกที่จะนำสื่อมาใช้โดยพิจารณาในเรื่องความพร้อมด้านผู้เรียน ผู้สอน สภาพแวดล้อม และสิ่งอำนวยความสะดวก หากยุ่งยากมากเกินไปก็เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพที่จะนำมาใช้ในการสอนได้ เพราะผู้เรียนเป็นผู้ใช้เครื่องมือ

3. การกรอกช่องสื่อการสอน ควรดำเนินการดังนี้

3.1 ระบุประเภทของสื่อให้ชัดเจน

3.2 ใ้รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนหรือความยาว และเนื้อหาหรือชื่อเรื่อง เช่น ดีวีดี หรือวีดีทัศน์ เรื่อง วงจรชีวิตของกบ ความยาว 5 นาที

3.3 กรอกให้ตรงกับกิจกรรมที่ต้องใช้สื่อการสอนนั้น

2.2.7 การเขียนการประเมิน

1. ระดับของการประเมิน การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีการประเมิน 2 ระดับ คือ (1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) เป็นการประเมินพฤติกรรมย่อยๆ หลายๆ พฤติกรรมเรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนจากการประกอบกิจกรรม และงานที่ผู้สอนกำหนดไว้ให้ผู้เรียนทำ ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แต่ละหัวเรื่อง และระดับพฤติกรรมต้องวัดในระดับเดียวกันกับการประเมินจากการทดสอบหลังเรียน และ (2) การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) เป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

2. การกรอกช่องการประเมิน การประเมิน มี 2 ประเภท คือ (1) ประเมินผลลัพธ์ หมายถึง การประเมินก่อนเรียนและการประเมินหลังเรียน และ (2) การประเมินกิจกรรม หมายถึง การประเมินงานที่กำหนดให้ทำ

เวลากรอกช่องการประเมิน คือ ประเมินก่อนเรียน ต้องกรอกให้ตรงกับช่องกิจกรรม ชั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน เวลากรอกในแผนการสอนให้เขียน “การประเมินก่อนเรียน” แล้วตามด้วยรายละเอียด คือ จากการทดสอบก่อนเรียน ชั้นที่ 2 ประเมินกิจกรรม ต้องกรอกให้ตรงกับกิจกรรมการเรียนรู้ และ ชั้นที่ 3 การกรอกการประเมินให้เขียน “การประเมินหลังเรียน” แล้วตามด้วยรายละเอียด คือ จากการทดสอบหลังเรียน

โดยสรุป ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) หัวเรื่อง คือ หน่วยย่อย จำแนกแบบง่าย (2) แนวคิด หรือ Concept แก่นหรือเป้าหมายของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันทำให้ได้ข้อสรุป (3) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องประกอบด้วย พฤติกรรม เงื่อนไขหรือสถานการณ์ และมาตรฐานและเกณฑ์การยอมรับ (4) เนื้อหา คือ หัวเรื่องและโครงสร้างของเนื้อหาต้องสัมพันธ์กันทั้ง 4 – 6 หัวเรื่อง (5) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกระทำที่ผู้เรียนแสดงออกสังเกตได้ด้วยตาหรือดูผลการกระทำได้ (6) สื่อการสอนมีทั้งสื่อประเภทวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ และ (7) การประเมิน การเรียนมีทั้งการประเมินผลลัพธ์และการประเมินกระบวนการ การประเมินผลลัพธ์ ประกอบด้วย การทดสอบหลังเรียน การประเมินกระบวนการประกอบด้วย กิจกรรมระหว่างเรียน จากบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม การเขียนแผนการสอน ส่วนที่เป็นหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ไม่เข้าตาราง ส่วนที่เป็นเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และการประเมินการเรียนรู้เข้าตาราง

2.3 การผลิตบัตร

หลังจากเขียนแผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ต้องมีการผลิตบัตรต่างๆเพื่อใช้ในศูนย์การเรียนรู้ บัตรที่ต้องผลิต คือ บัตรคำสั่ง บัตรสรุปเนื้อหา บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย (วาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2555, น. 15 - 22)

2.3.1 บัตรคำสั่ง หรือ บัตรสั่งงาน ทำหน้าที่แทนครูในการสั่งงานให้นักเรียนปฏิบัติใน ศูนย์กิจกรรมต่างๆ

บัตรคำสั่ง เป็นบัตรที่สั่งงานให้ผู้เรียนปฏิบัติในศูนย์กิจกรรม ผู้เรียนจะอ่านบัตร คำสั่งเป็นบัตรแรก โดยการเขียนบัตรคำสั่งให้มีแนวทาง ดังนี้

1. ควรมีชื่อศูนย์และหัวเรื่องกำกับไว้เด่นชัด เพื่อกันความยุ่งเหยิงในภายหลัง
2. กำหนดงานที่จะให้นักเรียนทำตามลำดับขั้นตอนให้ชัดเจน ควรแยกงานแต่ละข้อ
3. ใช้ภาษาที่ง่าย ชัดเจน และเหมาะสมกับระดับวัยของผู้เรียน
4. บัตรคำสั่งทุกแผ่นควรจบด้วยการสั่งให้นักเรียนเก็บของเข้าที่ให้เรียบร้อย และไม่ถืออะไรติดมือไป ยกเว้น กระดาษคำตอบหรือแบบฝึกปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนจะต้องมีประจำตัว
5. บัตรคำสั่งต้องไม่มีคำถามอยู่ด้วย เพราะคำถามจะจัดไว้ต่างหากใน “บัตร คำถาม” ประจำศูนย์นั้นๆ (หากมี)

6. จำนวนบัตรคำสั่งต้องให้ครบนักเรียนทุกคน นั่นคือ ทำไว้ 8 - 12 แผ่น ให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าตนเองมีความสำคัญ เพราะครูได้สร้างความรู้สึกลักษณะที่เหมือน กับว่า ครูมากระซิบที่หู ของนักเรียนเอง การให้บัตรคำสั่งเพียงแผ่นเดียวแล้วให้ผู้นำกลุ่มอ่านให้เพื่อนฟัง เป็นการสร้างความเด่น ให้ผู้นำกลุ่มโดยไม่จำเป็น ครูควรส่งเสริมให้ผู้นำกลุ่มเด่นในเรื่องที่มีสาระมากกว่า เช่น นำอภิปรายได้ดี

2.3.2 บัตรสรุปเนื้อหา หมายถึง ส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระของศูนย์ที่มาก่อนศูนย์ที่ นักเรียนกำลังจะเรียน ซึ่งครูต้องการให้นักเรียนนั้นมี ก่อนที่จะอ่านบัตรเนื้อหาประจำศูนย์นั้น นั่นคือ ศูนย์ที่ 2 จะมีบัตรสรุปเนื้อหาศูนย์ที่ 1 ศูนย์ที่ 3 จะมีบัตรสรุปเนื้อหาศูนย์ที่ 1 และศูนย์ที่ 2 ฯลฯ

ในศูนย์กิจกรรมบัตรสรุปเนื้อหา ทำหน้าที่ 2 ประการ คือ

1. บัตรสรุปเนื้อหา ช่วยทบทวนเรื่องที่เรียนมาแล้ว สำหรับผู้เคยเรียนศูนย์ที่ 1 มาแล้วเมื่อมาเรียนศูนย์ที่ 2
2. บัตรสรุปเนื้อหา ช่วยปูพื้นฐานให้นักเรียน มีความรู้พอที่จะเรียนและ ประกอบกิจกรรมในศูนย์ที่ 1 และศูนย์ที่ 2 สำหรับผู้ที่ไม่เคยเรียนรู้ศูนย์ที่ 1 แต่ต้องมาเรียนศูนย์ที่ 2 ตามกลุ่ม

การสรุปเนื้อหาไว้ใน “บัตรสรุปเนื้อหา” ควรหยิบเฉพาะประเด็นสำคัญเท่านั้น มิใช่ ยกเนื้อหาทั้งหมด บัตรสรุปเนื้อหาเหมาะสำหรับวิชาที่เนื้อหาต่อเนื่องกัน เช่น ภาษาไทย คณิตศาสตร์

2.3.3 บัตรเนื้อหา หมายถึง ส่วนที่ครูต้องการให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ ใหม่ตามหัวเรื่อง หรือส่วนเนื้อหาสาระที่ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ตามหัวเรื่อง เนื้อหาที่นำมาใส่ ในบัตรเนื้อหาควรจะสั้นกะทัดรัด แต่ก็ไม่รวบรัดจนเกินไป และใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ใน

บางครั้งครูอาจให้นักเรียนอ่านเนื้อหาจากแบบเรียนในกรณีเช่นนี้ บัตรเนื้อหาอาจไม่ต้องมี เพียงแต่กำหนดไว้ในบัตรคำสั่งงานว่าให้อ่านหนังสือเล่มใดหน้าไหน โดยปกติบัตรเนื้อหาจะมีสื่อการสอนอื่นประกอบ เช่น ภาพชุด ซีดี ของจริง ฯลฯ การเรียนเนื้อหาบางครั้งต้องอ้างอิงถึงสื่อการสอนเหล่านั้นด้วย เช่นเดียวกับบัตรคำสั่งและบัตรคำถาม บัตรเนื้อหาควรมีชื่อหัวเรื่องประจำศูนย์ไว้เด่นชัด เพื่อมิให้ยุ่งเหยิงหากสามารถแยกสื่อออกจากบัตรประเภทอื่นก็ย่อมง่ายต่อการใช้ สำหรับนักเรียนชั้นสูงขึ้นไปอาจมีเนื้อหามากกว่าขั้นต่ำ เพียงอาจออกมาในรูปของแผ่นคำสอน (มิใช่บัตรเนื้อหา) ครูอาจกำหนดชื่อเรียกขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

การเขียนบัตรเนื้อหา มีแนวทางดังนี้

1. ควรนำแนวคิดที่เขียนไว้ในแผนการสอนตามหัวเรื่องมาเกริ่นนำก่อน แล้วจึงเขียนขยายเนื้อหาสาระ หรือจะเขียนแนวคิดไว้สรุปท้ายของเนื้อหา
2. ควรเขียนเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับแนวคิด ส่วนใหญ่จะให้นำเนื้อหาในบทเรียนมาตัดปะใส่ ในบางครั้งก็พบว่าเนื้อหาเพียง 2 – 3 บรรทัด และควรเรียงให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย
3. ภาษาที่ใช้ในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ควรเป็นภาษาเขียนที่มีประธาน กิริยา และกรรม และเป็นประโยคที่สั้นมากกว่าประโยคที่ยาว เป็นภาษาที่เรียบง่ายและลดศัพท์เฉพาะลงให้น้อยที่สุด

4. ยกตัวอย่างสอดแทรกประกอบเรื่องที่กล่าวถึง

2.3.4 บัตรกิจกรรม หมายถึง คำแนะนำ กติกา และคำสั่งให้นักเรียนประกอบกิจกรรมอื่นใด นอกเหนือจากอ่านบัตรเนื้อหา และศึกษาจากสื่อการสอน กิจกรรมที่ครูกำหนดไว้ในบัตรกิจกรรม เช่น การเล่นเกม การเขียนภาพ การอภิปราย การแสดงบทบาทสมมติ การวิเคราะห์รายกรณี การฝึกปฏิบัติ ฯลฯ

เนื่องจากลักษณะของกิจกรรมกับคำสั่งในบัตรคำสั่งอาจคล้ายคลึงกันมาก จนครูแยกไม่ออก ในบัตรคำสั่งจะบอกว่า “อ่านบัตรกิจกรรม” ส่วนในบัตรกิจกรรมจะบอกรายละเอียดของสิ่งที่นักเรียนต้องทำ

1. การเขียนบัตรกิจกรรมที่เป็นเกม ต้องระบุชื่อเกม อุปกรณ์ในการเล่น เกมวิธีการเล่นเกม และเฉลยเกม
2. การเขียนบัตรกิจกรรมที่เป็นการอภิปราย ต้องระบุชื่อเรื่อง หัวเรื่องที่ จะอภิปราย ระยะเวลาในการอภิปราย และกำหนดบทบาทของผู้อภิปราย
3. การเขียนรายกรณี ให้ระบุชื่อรายกรณี เนื้อหาในรายกรณี ประเด็นที่จะวิเคราะห์รายกรณี และเฉลยในรายกรณี
4. การเขียนบทบาทสมมติ ควรกำหนดชื่อเรื่อง ฉาก ตัวละคร และของที่ใช้ประกอบการแสดงบทบาทสมมติ

2.3.5 บัตรคำถาม เป็นการถามความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ ที่นักเรียนได้จากการอ่านบัตรเนื้อหา และศึกษาจากสื่อการสอน ในกรณีที่ครูประสงค์จะถามความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนได้อ่านจากบัตรเนื้อหา ครูอาจถามนักเรียน 5 – 10 ข้อ เป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยตามความเหมาะสม แต่ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และวัดผลในระดับเดียวกับพฤติกรรมในแบบทดสอบ ในกรณีที่แบบปรนัยควรมีหลากหลายรูปแบบ คือ เต็มคำ ตอบสั้น เลือกตอบ ถูกหรือผิด และจับคู่ หากเป็นคำถามที่นักเรียนต้องตอบ ครูต้องพิจารณาจำนวนข้อ และต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ เช่น “ขอให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้อย่างน้อย 3 ข้อ ใครที่เสร็จเร็วก็ทำให้ครบทั้ง 5 ข้อ” เป็นต้น

เรามักพบเสมอว่า ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนปรากฏว่า การประเมินด้านกระบวนการ คือ การตอบคำถาม หรือกิจกรรม มักมีค่าแตกต่างกันมากกว่าการประเมินจากผลลัพธ์ คือ แบบทดสอบหลังเรียน สาเหตุประการหนึ่งเป็นเพราะไม่ได้ถามคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และไม่ได้วัดในระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

2.3.6 บัตรเฉลย เป็นการแสดงคำตอบของบัตรคำถาม บัตรเฉลยอาจใส่ช่องไว้ในศูนย์กิจกรรม หรืออยู่ที่ครูผู้สอน เมื่อผู้เรียนต้องการเฉลยคำตอบก็จะไปขอที่ผู้สอน เมื่อเฉลยคำตอบแล้วนำกลับไปคืนให้ผู้สอน การเขียนบัตรเฉลยควรเขียนเฉพาะคำตอบไม่ต้องลอกคำถามลงไป ในกรณีเฉลยแบบอัตนัยต้องกำหนดคำตอบให้ครอบคลุม ประเด็นที่ถามไว้อย่างชัดเจน ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตบัตรต่าง ๆ ดังนี้

1. การออกแบบบัตรควรคำนึงถึง ดังนี้

1.1 ขนาดของบัตรทุกประเภทควรมีขนาดเท่ากัน คือ 5 นิ้ว × 7 นิ้ว

1.2 รูปร่างของบัตรนิยมเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรืออาจเป็นรูปการ์ตูนเหมาะสมสำหรับผู้เรียนในระดับอนุบาลศึกษาและประถมศึกษา รูปร่างของบัตรเป็นรูปการ์ตูนควรคำนึงถึงเนื้อหาสาระในชุดการสอน เช่น ชุดการสอน เรื่อง พืช รูปร่างของบัตรควรเป็นต้นไม้ ดอกไม้ หรือผลไม้ ควรมีรูปร่างเดียวกันให้หมด เช่น ทุกบัตรเป็นรูปต้นไม้

1.3 สีของบัตรจะต้องกำหนดสีให้แตกต่างตามประเภทของบัตร บัตรคำสั่งสีเหลือง บัตรเนื้อหาสีชมพู บัตรกิจกรรมสีเขียว บัตรคำถามสีฟ้า และบัตรเฉลยสีขาว

1.4 กระดาษที่ใช้ในการทำบัตรควรเป็นกระดาษทำปกสีอ่อน หรือแข็งพอสมควรหากไม่มีกระดาษสีขาวธรรมดา หรือการ์ดงานบวช งานแต่งงาน ใช้ทำบัตรได้เพื่อประหยัดเงินในการต้องซื้อกระดาษสีอ่อน

2. จัดพิมพ์และสำเนา

เมื่อเขียนร่างบัตรทุกประเภทแล้ว นำไปจัดพิมพ์ลงกระดาษสี หรือเขียนในกรณีที่เขียนด้วยตัวบรรจง ปัจจุบันมีคอมพิวเตอร์ใช้ในการพิมพ์จะทำให้ได้ตัวหนังสือหรือตัวอักษรที่สวยงาม และ นำอ่าน กรณีที่เป็นนักเรียนชั้นอนุบาลควรมีภาพประกอบ ขนาดของตัวอักษรต้อง

เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและเหมือนกันทุกบัตร หลังจากเขียนหรือพิมพ์แล้วต้องตรวจสอบความถูกต้องของตัวอักษร และนำไปสำเนาให้มีจำนวนเท่ากับผู้เรียนในแต่ละศูนย์ กรณีที่มีผู้เรียน 10 คน บัตรแต่ละประเภทต้องมีจำนวน 10 แผ่น

3. ตกแต่งบัตร

การตกแต่งบัตร ช่วยให้ผู้เรียนมีความสวยงามและน่าสนใจมากขึ้น วิธีการตกแต่งบัตรทำได้หลายวิธี เช่น การติดกรอบ การใส่ภาพการ์ตูนเล็กๆ น้อยๆ แต่ไม่ควรมากเกินไปจะทำให้น่าสนใจขึ้น แต่ภาพที่ใส่ควรสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบัตรเนื้อหาด้วย เช่น สอนเรื่อง มาตรา กก ภาพเล็กๆ ที่ใส่ไว้ในมุมบัตร อาจเป็นลูกไก่ เป็นต้น

โดยสรุป บัตรในศูนย์การเรียนรู้มี 6 ประเภท คือ (1) บัตรคำสั่ง เป็นบัตรที่สั่งงานให้ผู้เรียนปฏิบัติในศูนย์กิจกรรม (2) บัตรสรุปเนื้อหา หมายถึง ส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระของศูนย์ที่มาก่อนศูนย์ที่นักเรียนกำลังจะเรียน (3) บัตรเนื้อหา เป็นส่วนเนื้อหาสาระที่ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ตามหัวเรื่อง (4) บัตรกิจกรรม เป็นคำแนะนำ กติกา และ คำสั่งให้นักเรียนประกอบกิจกรรมอื่น นอกเหนือจากการอ่านบัตรเนื้อหาและศึกษาจากสื่อการสอน (5) บัตรคำถาม เป็นการถามความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนหรือนักเรียนได้จากการอ่านบัตรเนื้อหาและศึกษาจากสื่อการสอน และ (6) บัตรเฉลย เป็นการแสดงคำตอบของบัตรคำถามสิ่งที่ควรคำนึงในการผลิตบัตร คือ การออกแบบบัตร การจัดพิมพ์และสำเนา และการตกแต่งบัตร

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ผลิตบัตร 5 ประเภท คือ บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย

2.4 การผลิตวีดิทัศน์

วรรณกรรมที่รวบรวมในหัวข้อสื่อวีดิทัศน์หรือสื่อเทปภาพครอบคลุม (1) ความหมายของวีดิทัศน์ (2) ความสำคัญของวีดิทัศน์ (3) คุณค่าของวีดิทัศน์ (4) ประโยชน์ของวีดิทัศน์ (5) รูปแบบรายการวีดิทัศน์ และ (6) ขั้นตอนการผลิตรายการวีดิทัศน์

2.4.1 ความหมายของวีดิทัศน์ มีผู้รู้ให้ความหมาย ดังนี้

บุญเที่ยง จุ้ยเจริญ (2534, น. 179 – 180) ได้นิยามความหมายของคำว่า วีดิทัศน์ หรือแถบวีดิทัศน์ หมายถึง วัสดุที่บันทึกหรือเก็บสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงหรือข้อมูลอื่นใดที่ต้องการ ไว้ในรูปแบบเส้นแรงแม่เหล็ก มีลักษณะคล้ายแถบบันทึกเสียงนั่นเอง เนื้อแถบวีดิทัศน์ทำด้วยสาร Polyester บางแต่เหนียว แข็งแรง ด้านล่างฉาบด้วยสาร Anti – Static Carbon เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิตที่จะเกิดขึ้น บนเนื้อแถบวีดิทัศน์ขณะเดินผ่านหัวแม่เหล็ก ส่วนด้านบนฉาบสารแม่เหล็ก เช่น เฟอร์ไรต์ ไครเมียออกไซด์ เหล็กออกไซด์ (Metal Oxide) เป็นต้น เพื่อนำหน้าที่เป็นสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้รับมาจากหัวแม่เหล็กด้านบนนี้ จะถูกขัดผิวหน้าให้ดูเรียบเป็นมันวาวเพื่อให้เดินผ่านหัวแม่เหล็กได้สะดวกนั่นเอง แถบวีดิทัศน์จะถูกบรรจุไว้ในล้อหรือตลับอีกทอดหนึ่ง

กิดานันท์ มลิทอง (2536, น. 20) แถบวีดิทัศน์ หมายถึง วัสดุที่นำมาใช้บันทึกภาพและเสียงไว้พร้อมกันในแถบเทปในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถบันทึกและลบใหม่ได้ เช่นเดียวกับเทปบันทึกเสียง

วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2539, น. 344) กล่าวว่า วีดิทัศน์หรือเทปภาพ เป็นระบบการบันทึกภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหวสีหรือขาวดำ มีเสียงหรือไม่มีเสียงด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแถบพลาสติกที่เคลือบด้วยสนิมหรือผงโลหะเพื่อให้สามารถเล่นเก็บได้

โดยสรุป วีดิทัศน์ หมายถึง วัสดุที่ทำการบันทึกหรือเก็บสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง ไว้ในรูปแบบเส้นแรงแม่เหล็กลงบนแถบพลาสติกที่เคลือบด้วยสนิมหรือผงโลหะ ซึ่งสามารถบันทึก และลบใหม่ได้

2.4.2 ความสำคัญของวีดิทัศน์ สาโรจน์ นิลดำ และบุญเลิศ ส่องสว่าง (2544, น. 359-360) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวีดิทัศน์หรือเทปภาพว่ามีความสำคัญต่อการเรียนการสอนหลายประการ ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ดีและรวดเร็ว เพราะได้เห็นภาพและได้ยินเสียงที่สัมพันธ์กับภาพทำให้รับรู้และเข้าใจเรื่องราวได้ทันที

2. สามารถนำสื่ออื่นๆ มารวมในรายการเทปภาพหรือวีดิทัศน์ได้ เช่น กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพยนตร์ของจริง ของจำลอง สถานการณ์ เหตุการณ์ และวิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้เข้าใจเนื้อหาและเรื่องราวที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ได้แก่

2.1 นำสิ่งที่อยู่ห่างไกลมาให้ชมได้ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในต่างประเทศ

2.2 นำสิ่งที่มีขนาดเล็กมาให้เห็นโดยใช้เลนส์ถ่ายใกล้ (Close-up Lens)

หรือถ่ายขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.3 นำสิ่งที่มีขนาดใหญ่ และสิ่งมีชีวิตในสถานที่ต่างๆมาให้ชมได้

2.4 ทำสิ่งเคลื่อนไหวเร็วให้เห็นช้าได้ (Slow Motion) ทำให้สามารถ

ถ่ายทอดเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.5 ทำภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อสร้างความสนใจและช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระที่ต้องการถ่ายทอดได้ดียิ่งขึ้น

2.6 บันทึกการทำงานเครื่องจักร และสถานการณ์ต่างๆ มาให้ชมได้

2.7 บันทึกการสาธิต ทดลองหรือการแสดงต่างๆ มาให้ผู้เรียนได้เห็นทุกขั้นตอน ได้เห็นทั่วถึงเท่าเทียมกันโดยที่ผู้สอนไม่ต้องสาธิตซ้ำอีก

2.8 บันทึกรายการไปเผยแพร่ทางสถานีวิทยุโทรทัศน์

2.9 บันทึกรายการวิทยุโทรทัศน์มาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน

โดยสรุป วิดีทัศน์มีความสำคัญ คือ ทำให้ผู้เรียนรับรู้ได้ดีและรวดเร็ว สามารถนำสื่ออื่นๆ มารวมไว้ในรายการวิดีโอได้ นำสิ่งอยู่ห่างไกล นำสิ่งขนาดเล็ก และนำสิ่งที่มีขนาดใหญ่และมีชีวิตมาให้ชมได้ ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้เห็นช้าได้ ทำภาพเคลื่อนไหวเพื่อสร้างความสนใจ บันทึกการทำงานเครื่องจักร สถานการณ์ การสาธิต ทดลอง การแสดงต่างๆ มาให้ชมได้ และสามารถบันทึกรายการไปเผยแพร่ทางสถานีวิทยุโทรทัศน์และบันทึกรายการวิทยุโทรทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอนได้

2.4.3 คุณค่าของวิดีโอต่อการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพและได้ยินเสียงไปพร้อมๆ กัน ทำให้สามารถดึงดูดความสนใจและสร้างความสนใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี โดยให้ความรู้ในรูปแบบตั้งแต่ความรู้ง่ายๆ ไปหาความรู้ที่ซับซ้อนได้เป็นเครื่องมือที่สามารถสอนได้ เหมือนกับการสอน โดยครูเหมือนกัน (พินิต วัฒนโณ, 2520, น. 11)

อนันต์ธนา อังกินันท์ และเกื้อกุล คุปรัตน์ (2541, น. 183 – 186) ได้กล่าวถึงคุณค่าของเทปภาพ ที่ใช้ในวงการศึกษามาไว้ ดังนี้

1. การนำเหตุการณ์ต่างๆ มาสู่ห้องเรียน การใช้เทปโทรทัศน์สามารถจับภาพได้ทันต่อ เหตุการณ์อาจจะถ่ายจากเหตุการณ์จริง หรืออาจจะบันทึกจากโทรทัศน์ก็ได้ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสไปพบกับเหตุการณ์นั้นๆ ด้วยตนเอง การใช้เครื่องวิดีโอเทปแบบกระเป๋าก็สามารถทำได้อย่างสะดวกสบาย เพราะสามารถนำไปผลิตรายการนอกสถานที่ได้ แมแต่ในชนบทที่ไกลออกไป

2. สามารถจัดข้อผิดพลาดในการสอน ครูสามารถทำการสอนล่วงหน้าได้โดยการบันทึก เป็นเทปโทรทัศน์เอาไว้ ถ้าไม่ดีก็ลบทิ้งเฉพาะตอนนั้นแล้วอัดใหม่ได้ นอกจากนั้นยังสามารถนำเอาส่วนที่เป็นภาพยนตร์ ส่วนที่ไปสัมภาษณ์วิทยากร เสียงเพลง เข้ามาผสมทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ใช้กับผู้เรียนจำนวนมากในการจัดทำเป็นวิดีโอเทปเรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปกอบปี้และส่งไปยังศูนย์ต่างๆ ที่ได้จัดทำขึ้นหรืออาจจะนำออกจำหน่ายให้กับผู้ที่สนใจ ทำให้สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก เช่น ปัญหาบางโรงเรียนครูที่มีคุณภาพไม่พอ ขาดแคลนอุปกรณ์การสอน เป็นต้น

4. ประหยัดเวลา เงิน และผู้สอน การใช้วิดีโอเทปนี้ทำให้นักเรียนสามารถฟังรายการได้พร้อมกันที่หลายๆ ห้องเรียน หรือหลายสถาบัน อีกทั้งยังประหยัดเงิน เมื่อใช้แล้วลบทิ้งและนำไปอัดใหม่ได้ มีวนเทปก็ไม่แพงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับภาพยนตร์ ส่วนผู้สอนนั้นแทนที่จะต้องใช้หลาย ๆ คน ก็อาจใช้เพียงคนเดียวแต่สามารถสอนคนเป็นจำนวนมากได้

5. นักเรียนสามารถนำมาใช้เรียนเป็นกลุ่มหรือคนเดียวได้ ในการใช้วิดีโอเทปนั้นนักเรียนจะนำมาใช้ศึกษาบทเรียนเมื่อใดก็ได้ เมื่อสามารถรวมตัวกันเข้าเป็นกลุ่มก็สามารถนำบทเรียนมาศึกษาได้ หากไม่เข้าใจตอนใดอาจย้อนกลับไปดูเฉพาะตอนนั้นซ้ำก็ครั้งก็ได้ หรือบางครั้งหากนักเรียนมีเครื่องวิดีโอเทปที่บ้านก็อาจจะขอยืมม้วนเทปไปเปิดเองที่บ้านก็ย่อมทำได้

6. ใช้บันทึกจากภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ได้ ในการดูภาพยนตร์ที่นำมาฉายหรือดูรายการโทรทัศน์ หากชอบรายการใดและเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการให้นักเรียนดูในห้องเรียน อาจบันทึกรายการ หรือภาพยนตร์เรื่องนั้นๆ ไว้ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนต่อไป

7. บันทึกการสาธิต ในการสาธิตการสอนจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น การหล่อหุ่นจำลอง การเตรียมไฮโดรเจน การปรุงและจัดทำอาหาร ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องเสียเวลา ค่าใช้จ่ายและกำลังคนเป็นจำนวนมาก เพื่อประโยชน์ในการสอน ไม่ต้องสาธิตให้ดูทุกครั้ง ก็สามารถจัดทำเป็นวิดีโอเทปเอาไว้ เมื่อต้องการใช้เมื่อใดสามารถนำออกมาใช้ได้ทันที

8. บันทึกเพื่อจัดทำรายการแนะนำอาชีพ ในด้านที่เกี่ยวข้องกับอาชีพต่างๆ โรงเรียนสามารถบันทึกเป็นรายการทางโทรทัศน์โดยการไปถ่ายทำจากผู้ประกอบอาชีพต่างๆ ที่น่าสนใจในห้องถิ่น เช่น การปลูกข้าวเจ้า การเลี้ยงสัตว์ การทำสวนครัว การเลี้ยงปลา การเลี้ยงไหมและการทอผ้า เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์แก่ประชาชนโดยทั่วไปในการพัฒนาอาชีพของตนเอง

9. บันทึกรายการเพื่อการศึกษาพิเศษ เป็นการศึกษาที่นอกเหนือไปจากหลักสูตรและมีความประสงค์จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ เช่น การเชิญวิทยากรภายนอกเข้าไปพูดในโรงเรียน การเล่นดนตรีและขับร้อง เป็นต้น

โดยสรุป คุณค่าของวีดิทัศน์ คือ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพและได้ยินเสียงไปพร้อม ๆ กัน ทำให้สามารถดึงดูดความสนใจและเร้าความสนใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี โดยให้ความรู้ในรูปแบบตั้งแต่ความรู้ง่าย ๆ ไปหาความรู้ที่ซับซ้อน เป็นเครื่องมือที่สามารถสอนได้เหมือนกับการสอนโดยครู ทำให้ประหยัดเวลา เงิน และผู้สอน ทั้งยังสามารถนำบทเรียนเก่ามาสอนซ้ำให้เด็กได้ชมใหม่โดยไม่ผิดเพี้ยนทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ ใช้สนองความต้องการความแตกต่างของบุคคลได้ ไม่ว่าจะ เป็นเด็กเก่งหรือไม่เก่งก็ตาม และเก็บรักษาง่าย

2.4.4 ประโยชน์ของวีดิทัศน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้ (สารโรจน์ นิลดำ, และบุญเลิศ ส่องสว่าง, 2544, น. 417)

1. ช่วยจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี เพราะผู้เรียนมองเห็นและได้ยินเสียงไปพร้อมกัน
2. เป็นสื่อที่ใช้ได้กับทุกเพศ ทุกวัย และทุกระดับชั้น
3. การใช้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน คนที่ไม่ชำนาญก็สามารถใช้ได้ดี
4. สามารถสอนผู้เรียนคราวละได้มากๆ สามารถตั้งโทรทัศน์ได้หลายเครื่องหลายห้องในขณะเดียวกัน และทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนเนื้อหาวิชาเหมือนกัน
5. เป็นสื่อกลางในการใช้สื่ออื่นมาประกอบการสอนได้ดียิ่งขึ้น เช่น สไลด์ แผ่นภูมิ แผ่นภาพ หุ่นจำลอง
6. สามารถนำเอาประสบการณ์และตัวอย่างจากชีวิตจริง เข้ามาสู่ห้องเรียนช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นสิ่งของและสถานที่ต่างๆตลอดจนผู้เชี่ยวชาญจากที่ไกล ๆ ได้

7. เป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการสาธิตให้ได้ผลดี สามารถขยายสิ่งที่เล็กให้ใหญ่ ได้สิ่งใหญ่ที่อยู่ไกลให้เห็นใกล้ได้ เนื่องจากเทคนิคถ่ายทำ

8. สามารถนำสารคดีต่างๆที่บันทึกไว้มาชมเพื่อการศึกษาได้เป็นจำนวนมาก

9. ช่วยแก้ปัญหาการขาดครูผู้เชี่ยวชาญบางสาขา เพราะสามารถไปถ่ายทำจาก แหล่งวิทยาการต่างๆได้

นอกจากนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2540, น. 23) ได้กล่าวว่าประโยชน์ของวีดิทัศน์ คือสามารถนำมาเล่นกลับเพื่อชมได้ซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อให้ได้สิ่งที่ได้ชมชัดเจนขึ้น หากได้มีการบันทึกภาพไว้แล้วก็จะทำให้นำมาเปิดชมได้อีก และทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของสิ่งที่ได้ชมดีขึ้น

โดยสรุป วีดิทัศน์มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน คือ ช่วยจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ เป็นสื่อที่ใช้ได้กับทุกเพศ ทุกวัย ใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถสอนผู้เรียนได้คราวละมากๆ เป็นสื่อกลางในการใช้สื่ออื่นมาประกอบ สามารถนำเอาประสบการณ์จากตัวอย่างและชีวิตจริงมาสู่ห้องเรียน เป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมการสาธิตให้ได้ผลดี ช่วยแก้ปัญหาการขาดครูผู้เชี่ยวชาญบางสาขา สามารถนำสารคดีต่าง ๆ ที่บันทึกไว้เพื่อการศึกษาได้เป็นจำนวนมากและสามารถนำมาเล่นเพื่อชมซ้ำได้

2.4.5 รูปแบบรายการวีดิทัศน์ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และนิคม ทาแดง (2528, น. 731-736) ได้กล่าวถึง ดังนี้

1. รูปแบบพูดคนเดียว (Monologue) เป็นรายการที่ผู้ปรากฏตัวพูดคุยกับผู้ชมเพียงหนึ่งคน ส่วนมากจะมีภาพประกอบเพื่อมิให้เห็นหน้าผู้พูดอยู่ตลอดเวลา

2. รูปแบบสนทนา (Dialogue) เป็นรายการที่มีคนมาพูดคุยกันสองคน ทั้งสองคนมีผู้ถามและคู่สนทนาแสดงความคิดเห็นที่นำเสนอทั้งคู่ มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสนทนาจะมีคน 2-3 คน ก็ได้

3. รูปแบบอภิปราย (Discussion) เป็นรายการที่ผู้ดำเนินรายการอภิปรายหนึ่งคนป้อนประเด็นคำถามให้ผู้ร่วมอภิปรายตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป แต่ไม่ควรเกิน 4 คน ผู้อภิปรายแต่ละคนจะแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นต่างๆ

4. รูปแบบสัมภาษณ์ (Interview) เป็นรายการที่มีผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์ คือ วิทยากรและพิธีกรมาสนทนากัน

5. รูปแบบเกมหรือตอบปัญหา (Quiz Programmed) เป็นรายการที่จัดให้มีการแข่งขันระหว่างคนหรือกลุ่มของผู้ที่มาร่วมรายการด้วยการเล่นเกมหรือตอบปัญหา

6. รูปแบบสารคดี (Documentary Programmed) เป็นรายการที่เสนอเนื้อหาด้วยภาพและเสียงบรรยายตลอดรายการโดยไม่มีพิธีการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

6.1 สารคดีเต็มรูป เป็นการดำเนินเรื่องด้วยภาพและเนื้อหาตลอดรายการ

6.2 กึ่งสารคดีกึ่งพูดคนเดียว (Semi Documentary) เป็นรายการที่มีผู้ดำเนินรายการทำหน้าที่เดินเรื่องพูดคุยกับผู้ชมและให้เสียงบรรยายตลอดรายการ นอกนั้นเป็นภาพแสดงเรื่องราวต่างๆ

7. รูปแบบละคร (Dramatically style) เป็นรายการที่เสนอเรื่องราวด้วยการจำลองสถานการณ์ เป็นละครที่มีการกำหนดผู้แสดง จัดสร้างแสง การแต่งตัว และแต่งหน้าให้สมจริงสมจัง และใช้เทคนิคการละครเพื่อเสนอเรื่องราวให้เหมือนจริงมากที่สุด

8. รูปแบบสารละคร (Docu – Drama) เป็นรายการที่ผสมผสานรูปแบบสารคดีเข้ากับรูปแบบละครหรือการนำละครมาประกอบรายการที่เสนอเนื้อหาบางส่วน มิใช่เสนอเป็นละครทั้งรายการ เพื่อให้การศึกษาความรู้และแนวคิด

9. รูปแบบสาธิต (Demonstration) เป็นรายการที่เสนอวิธีการทำอะไรสักอย่าง เพื่อให้ผู้ชมได้แนวทางไปใช้ทำจริง

10. รูปแบบเพลงและดนตรี (Song and Music) รูปแบบเพลงและดนตรี มี 3 ลักษณะ

10.1 มีดนตรี นักร้องมาแสดงสด

10.2 ให้นำนักร้องมาร้องควบคู่ไปกับเสียงดนตรีที่บันทึกมาแล้ว

10.3 ให้นำนักร้องและนักดนตรีมาแสดง แต่ใช้เสียงที่บันทึกมาแล้ว

11. รูปแบบการถ่ายทอดสด (Live Programmed) เป็นรายการที่ถ่ายทอดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้น

12. รูปแบบนิตยสาร (Magazine Programmed) เป็นรายการที่เสนอรายการหลายประเด็น และหลายรูปแบบในรายการเดียวกัน

โดยสรุป รูปแบบรายการวิดิทัศน์ที่ใช้กันมากทางการศึกษา ได้แก่ พูดคนเดียว สนทนา อภิปราย สัมภาษณ์ เกมหรือตอบปัญหา สารคดี ละคร สารละคร สาธิต เพลงและดนตรี ถ่ายทอดสด และนิตยสาร การเลือกรูปแบบรายการที่มีความเหมาะสม จะสามารถสื่อสารเนื้อหาไปยังผู้ชมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.4.6 ขั้นตอนการผลิตรายการวิดิทัศน์ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2539, น. 315) ได้กล่าวถึง ดังนี้

ขั้นที่ 1 วางแผนการผลิตรายการวิดิทัศน์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 การแสวงหาแนวความคิด เป็นการหาเรื่องที่มาทำรายการ โดยทั่วไปเรื่องที่มาทำรายการต้องน่าสนใจควรแก่การศึกษาและวิจัย มีวัตถุประสงค์ที่เด่นชัด และมีประโยชน์ต่อผู้เรียน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นหลังจากผู้เรียนได้ชมรายการไปแล้ว การกำหนดวัตถุประสงค์กำหนดได้ 2 ประเภท คือ วัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เฉพาะ

1.3 การวิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการทำความรู้จักกับผู้เรียนในด้านวัย อาชีพ ระบบการศึกษา ปีการศึกษา หลักสูตรที่เรียน จำนวนผู้ศึกษา และเวลาที่ชมรายการได้ ฯลฯ

1.4 การวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดประเด็น เป็นกระบวนการแสวงหาเนื้อหาสาระและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำรายการแล้วนำมาวิเคราะห์

1.5 การเขียนบทวิดิทัศน์ เป็นการกำหนดลำดับก่อนหลังการเสนอภาพ และเสียงบทวิดิทัศน์มี 7 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นตอนกำหนดวัตถุประสงค์ของรายการ (2) ขั้นตอนวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดประเด็น (3) ขั้นตอนกำหนดรูปแบบรายการและความยาว (4) ขั้นตอนเขียนแผนผังรายการ (5) ขั้นตอนเขียนแผนรายการ (6) ขั้นตอนเขียนร่างบท และ (7) ขั้นตอนร่างบทและปรับปรุงบท

1.6 การกำหนดบุคลากร เป็นการคัดเลือกผู้ปรากฏด้านภาพหรือเสียง

1.7 การกำหนดสถานที่ เป็นการระบุสถานที่ ที่ใช้ในการถ่ายทำ การผลิตรายการสาริตม์ักจะถ่ายทำในสถานที่จริง

1.8 การกำหนดฉากและวัสดุประกอบฉาก เป็นการเขียนรายละเอียดของฉากทุกฉากที่ต้องใช้ และวัสดุประกอบฉากทุกประเภท เพื่อออกแบบจัดสร้างและจัดทำ

1.9 การกำหนดวัสดุรายการ เป็นวัสดุเนื้อหาประเภทรูปภาพ แผนภูมิ แผ่นเทลือบ (Telope) ผู้ผลิตรายการต้องกำหนดวัสดุรายการ นอกจากนี้ยังต้องกำหนดแผนผังเวทีและแผนผังไฟ และกำหนดงบประมาณ

ขั้นที่ 2 การเตรียมการผลิตรายการวิดิทัศน์ มีขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 การเตรียมด้านบุคลากร เป็นการให้ผู้เกี่ยวข้องในการผลิตรายการได้ศึกษาทำบทล่วงหน้า

2.2 การเตรียมด้านสถานที่ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการเตรียมสถานที่ถ่ายทำนอกสถานที่ ต้องเตรียมการโดยการสำรวจสถานที่

2.3 การเตรียมอุปกรณ์การผลิต เป็นการตรวจสอบความพร้อมเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตรายการวิดิทัศน์

2.4 การเตรียมฉากและวัสดุประกอบฉาก เป็นการตรวจสอบความพร้อมในการสร้างฉากและวัสดุประกอบฉากตรงตามที่ต้องการ

2.5 การเตรียมวัสดุรายการ เป็นการตรวจสอบวัสดุเนื้อหาที่ใช้ประกอบในรายการ

2.6 การเตรียมด้านผู้ปรากฏตัว เป็นการดูแลให้ผู้ที่เรากำหนดตัวไว้ทางภาพและเสียงได้มีการซักซ้อมบท เพื่อให้การบันทึกรายการดำเนินไปได้ตลอดไม่ต้องหยุดบันทึก

2.7 การเตรียมด้านเสียงและแสง เป็นการจัดเตรียมซีดีเสียงหรือเทปเสียงที่ใช้เป็นเสียงดนตรีและเสียงประกอบ และการทดสอบเสียงให้พร้อมเพื่อใช้บันทึกรายการ

ขั้นที่ 3 การดำเนินการผลิตรายการ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 การประชุม เพื่อซักซ้อมความเข้าใจและมอบหมายหน้าที่ต่างๆ

3.2 การถ่ายทำนอกสถานที่ ต้องลำดับเหตุการณ์ของสิ่งที่ถ่าย เตรียมบทวิดิทัศน์ ดำเนินถ่ายทำนอกสถานที่ และตรวจสอบการถ่ายทำเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

3.3 ตัดต่อหรือลำดับภาพ เป็นการสร้างเรื่องราวขึ้นมาโดยสมบูรณ์ โดยให้ภาพและเสียงสัมพันธ์กัน

3.4 การบันทึกรายการสมบูรณ์ เป็นการเชื่อมรายการและผสมเสียง

ขั้นที่ 4 การประเมินผลิตรายการ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 การประเมินขณะผลิตรายการ เป็นการประเมินความถูกต้องของเนื้อหา คุณภาพของภาพและเสียง การตัดต่อลำดับภาพ การใช้เทคนิคพิเศษ ความเหมาะสมของเสียง เป็นต้น

4.2 การประเมินหลังผลิตรายการ ต้องตั้งคณะกรรมการประเมิน

4.3 การประเมินเมื่อได้ออกอากาศไปแล้ว เป็นการประเมินในขั้นการทำงานจริงโดยผู้เรียนหรือผู้ชมเป็นผู้ประเมิน

โดยสรุป ขั้นตอนการผลิตรายการวิดิทัศน์ ประกอบด้วย การวางแผนการผลิต การเตรียมการผลิต การดำเนินการผลิต และการประเมินการผลิต

2.5 การผลิตคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

การผลิตคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้ (1) ความหมายของคู่มือการใช้ชุดการสอน (2) ความสำคัญของคู่มือการใช้ชุดการสอน (3) ส่วนประกอบของคู่มือการใช้ชุดการสอน และ (4) การจัดพิมพ์และตกแต่ง (วาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2555, น. 39-40)

2.5.1 ความหมายของคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นส่วนชี้แนะทางให้ผู้ใช้งทราบแนวทางการใช้ชุดการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งคู่มือการใช้ชุดการสอนอาจเป็นแผ่นหรือเล่มก็ได้

2.5.2 ความสำคัญของคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ดังนี้

1. เป็นเสมือนผู้คอยเตือนและแนะนำให้ครูได้มีการเตรียมตัวก่อนสอน
2. ช่วยให้ผู้สอนทราบบทบาทของตนเองล่วงหน้าในขณะที่ทำการสอน
3. ทราบกิจกรรมที่ผู้สอนและผู้เรียนต้องดำเนินการ

4. ทราบแผนการสอนทุกชั้นตอน

5. ช่วยให้ผู้จัดห้องเรียนได้เหมาะสม

2.5.3 ส่วนประกอบของคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) คำนำ (2) ส่วนประกอบของชุดการสอน (3) คำชี้แจงสำหรับผู้ใช้ (4) สิ่งที่คุณสอนและผู้เรียนต้องเตรียม (5) บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน (6) การจัดชั้นเรียน (7) แผนการสอน (8) เนื้อหาสาระของชุดการสอน (9) แบบฝึกปฏิบัติพร้อมเฉลย และ (10) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1. คำนำ เป็นการแสดงความรู้สึกและความคิดเห็นของผู้ผลิต เพื่อให้ผู้ใช้ได้เห็นคุณค่าของชุดการสอน และเป็นการชี้แจงให้ผู้ใช้งทราบปัญหา ข้อดีและข้อจำกัดของชุดการสอน ในกรณีที่ชุดการสอนได้ผ่านการตรวจสอบประสิทธิภาพแล้ว ต้องบอกระดับประสิทธิภาพของชุดการสอน ออกเป็น E_1 / E_2 ไว้ด้วยพร้อมกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ส่วนประกอบของชุดการสอน เป็นการบอกให้ผู้สอนทราบส่วนต่างๆ ของชุดการสอนเพื่อกระตุ้นให้มีการตรวจตราวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ก่อนไปสอน ส่วนประกอบของชุดการสอนที่ระบุได้แก่ ของส่วนประกอบแต่ละศูนย์ ของแบบฝึกปฏิบัติ ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของกระดาษคำตอบใช้คู่กับข้อสอบ คู่มือชุดการสอน และสื่อการสอน

3. คำชี้แจงสำหรับผู้สอน เป็นการกำหนดสิ่งที่คุณสอนควรปฏิบัติ เพื่อจะได้ดำเนินการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สิ่งที่คุณสอนและผู้เรียนต้องเตรียม เป็นการกำหนดสิ่งที่คุณสอนและผู้เรียนต้องจัดเตรียมจัดทำไว้ล่วงหน้าก่อนสอน สิ่งที่คุณสอนและผู้เรียนต้องเตรียมมักจะเตรียมวัสดุสิ้นเปลือง และสื่อการสอนที่ไม่ได้เก็บไว้ในชุดการสอน เช่น เครื่องเล่นซีดี เครื่องเล่นดีวีดี เป็นต้น

5. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน เป็นบทบาทที่คุณสอนและผู้เรียนควรปฏิบัติในเวลาเรียน บทบาทของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้สอนต้องชี้แจงให้ผู้เรียนทราบ ก่อนใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

6. การจัดชั้นเรียน เป็นการอธิบายการจัดห้องเรียนพร้อมทำแผนผังแสดงศูนย์กิจกรรมต่างๆ

7. แผนการสอน ต้องนำรวมไว้ในคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

8. เนื้อหาสาระของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ จะเรียงลำดับจากบัตรคำสั่ง บัตรสรุปเนื้อหา บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย แต่ละศูนย์ตามลำดับ

9. แบบฝึกปฏิบัติพร้อมเฉลย

10. แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

2.5.4 การจัดพิมพ์และตกแต่งคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

1. การจัดพิมพ์ เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของต้นร่างแล้ว จะพิมพ์ลงในกระดาษ A4 หรือพิมพ์บนภาพการ์ตูนที่เขียนขึ้น เพื่อให้สวยงามน่าหยิบอ่าน
2. การตกแต่ง เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากพิมพ์แล้ว ด้วยการเข้าเล่มและทำปกด้วยกระดาษแข็งสี เพื่อทบทวนก่อนการใช้งาน และเขียนหน้าปกให้สวยงามและน่าสนใจ

โดยสรุป ส่วนประกอบของคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นการเขียนส่วนประกอบของคู่มือประกอบด้วย คำนำ ส่วนประกอบของชุดการสอน คำชี้แจงสำหรับผู้ใช้ สิ่งที่คุณและผู้เรียนต้องเตรียม บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน การจัดชั้นเรียน แผนการสอน เนื้อหาสาระของชุดการสอน แบบฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2.6 แบบฝึกปฏิบัติ

แบบฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้ (1) ความหมายของแบบฝึกปฏิบัติ (2) คุณค่าของแบบฝึกปฏิบัติ และ (3) แนวทางการกำหนดเนื้อหาที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าและตอบกิจกรรม (วาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2555, น. 40-41)

2.6.1 ความหมายของแบบฝึกปฏิบัติ หรือ “ Work Book ” เป็นเอกสารที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนควบคู่กับชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม

2.6.2 คุณค่าของแบบฝึกปฏิบัติ แบบฝึกปฏิบัติมีคุณค่าต่อการเรียนของผู้เรียนดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง โดยมีกิจกรรมให้ผู้เรียนใคร่ครวญ มีการถามปัญหา และมีช่องว่างให้ผู้เรียนบันทึกจากการอ่านบัตรเนื้อหาที่ผู้สอนกำหนดให้
2. ผู้สอนสามารถประเมินในส่วนที่เป็นกระบวนการได้
3. แบบฝึกปฏิบัติช่วยแนะแนวทางให้ผู้เรียน ดำเนินไปตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.3 ส่วนประกอบของแบบฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย คำชี้แจง แผนการสอน แบบทดสอบก่อนเรียน บันทึกสาระสำคัญแต่ละศูนย์ กิจกรรมที่กำหนดให้ทำ แบบทดสอบหลังเรียน และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1. คำชี้แจง เป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนควรปฏิบัติ
2. แผนการสอน นำแผนการสอนที่เขียนไว้มาใส่ในแบบฝึกปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบทิศทาง เป้าหมาย และบทบาทของตนเองในการเรียน
3. ที่ว่างสำหรับบันทึกสาระสำคัญแต่ละศูนย์ หลังจากผู้เรียนศึกษาจากบัตรเนื้อหาแล้วอาจมีที่ว่างเว้นให้ผู้เรียนได้จดประเด็นที่สำคัญไว้ศึกษาต่อไป
4. ที่ว่างสำหรับการทำกิจกรรมที่กำหนดให้ทำ ในแต่ละศูนย์อาจมีที่ว่างสำหรับทำกิจกรรม เช่น อภิปราย เขียนภาพ ฯลฯ และมีการตอบคำถามที่กำหนดไว้ในบัตรคำถาม ควรเตรียมที่

ว่างในบัตรคำถาม ควรเตรียมที่ว่างในแบบฝึกปฏิบัติให้ตรงกับกิจกรรมในบัตรกิจกรรม และบัตรคำถาม แต่ละศูนย์

2.6.4 การจัดพิมพ์ ควรจัดทำเล่ม เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนสนใจและมีความรู้สึกรู้ว่าแบบฝึกปฏิบัติเป็นสมบัติส่วนตัวของผู้เรียน การจัดพิมพ์ควรจัดพิมพ์ลงในกระดาษ A4 เพื่อหยิบไปใช้ได้สะดวก

2.6.5 การตกแต่ง ด้วยการเข้าเล่มและทำปกเพื่อให้สวยงามน่าหยิบใช้

โดยสรุป แบบฝึกปฏิบัติ เป็นคู่มือนักเรียนซึ่งใช้ควบคู่กับการเรียนจากชุดการสอนแบบศูนย์ การเรียน คุณค่าของแบบฝึกปฏิบัติ คือ ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง เป็นสมบัติส่วนตัวของผู้เรียน ผู้สอนสามารถประเมินในหน้าที่เป็นกระบวนการได้ และช่วยแนะแนวทางให้ผู้เรียน ดำเนินไปตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนประกอบของแบบฝึกปฏิบัติประกอบด้วย คำชี้แจง แผนการสอน ที่ว่างสำหรับบันทึกสาระสำคัญแต่ละศูนย์ และที่ว่างสำหรับการทำกิจกรรมที่กำหนดให้ทำบันทึกสาระสำคัญ แบบฝึกปฏิบัติ ควรจัดพิมพ์ ทำเล่ม และการตกแต่งให้สวยงามน่าหยิบใช้

3. การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ได้แก่ (1) ความหมายของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (2) หลักการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (3) ความเป็นมาของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (4) ปรัชญาการศึกษาที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (5) หลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (6) การประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (7) ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ (8) บทบาทและทัศนคติของครูในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (9) บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ และ (10) กระบวนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 48-50)

3.1 ความหมายของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นการจัดสภาพห้องเรียนที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4-6 กลุ่ม เรียกว่า ศูนย์กิจกรรม แต่ละกลุ่มมีการประกอบกิจกรรมแตกต่างกันไปตามที่กำหนดไว้ในชุดการสอน โดยแต่ละศูนย์ใช้เวลา 15-25 นาที สำหรับประกอบกิจกรรมตามคำสั่ง เมื่อนักเรียนทุกศูนย์ประกอบกิจกรรมเสร็จแล้วก็จะเปลี่ยนศูนย์กิจกรรม จนกระทั่งครบทุกศูนย์จึงจะถือว่าเรียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยครบตามที่กำหนดไว้แล้ว (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 48-50)

โดยสรุป การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นการจัดสภาพห้องเรียนที่เน้นกิจกรรมโดยออกเป็นกลุ่มๆ โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในชุดการสอนตามเวลาที่กำหนด แล้วหมุนเวียนจนครบทุกศูนย์ จึงจะถือว่าเรียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยครบตามที่กำหนดไว้แล้ว

3.2 หลักการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ยึดหลักการสำคัญ 6 ประการ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 48-50)

1. ห้องเรียนควรเป็นเวทีจำลองสังคม ดังนั้น จึงควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานแบบกลุ่มเรียนรู้การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการช่วยกันคิดดำเนินงานและแก้ปัญหา กล่าวคือ การรวมความคิดในการแก้ปัญหาและดำเนินงานย่อมมีประสิทธิภาพมากกว่าการคิดแก้ปัญหาและทำคนเดียว
3. การทำงานเป็นกลุ่มจำเป็นต้องมีสื่อการสอนเป็นเครื่องมือจัดไว้ในรูปสื่อประสม เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ช้าเร็วต่างกัน
4. เมื่อสังคมไม่สามารถแยกคนเก่งออกมาจากคนไม่เก่ง ต้องเรียนในฐานะเวทีจำลองสังคมก็ควรเปิดโอกาสให้คนเก่งและคนไม่เก่ง ได้ฝึกฝนการช่วยเหลือทำงานร่วมกัน
5. การทะเลาะกันตอนเป็นเด็ก ทำให้นักเรียนเรียนรู้ชีวิต และปรับตัวเองได้ ห้องเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการแสดงความคิดเห็นโต้แย้งทางความคิด เพื่อที่จะได้ไม่ทะเลาะกันเมื่อโตขึ้น
6. การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ต้องจัดสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ 4 อย่าง คือ (1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (2) ผู้เรียนมีโอกาสทราบคำติชมทันที (3) ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจในความสำเร็จ และ (4) ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปทีละน้อยตามลำดับขั้น

โดยสรุป หลักการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มีหลักการสำคัญ คือ การทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกฝนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา มีสื่อการสอนในรูปสื่อประสม เปิดโอกาสให้เกิดการช่วยเหลือทำงานร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแสดงความคิดเห็น และการจัดสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้

3.3 ความเป็นมาของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

ความเป็นมาของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 42-43) ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ แห่งแผนกวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นคนแรกที่ทดลองแนวคิดนี้สมัยที่เป็นอาจารย์อยู่แผนกครุศาสตร์ แคลิฟอร์เนีย จนประสบความสำเร็จ สำนักข่าวสารอเมริกาได้ไปถ่ายทำภาพยนตร์มาออกอากาศทางโทรทัศน์ในรายการ “รายการข่าววอชิงตัน” เมื่อเดือนธันวาคม 2514

เมื่อเดินทางกลับถึงเมืองไทย ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้นำแนวคิดการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้มาทดลองกับนักเรียน ได้พัฒนาเป็นระบบการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้สมบูรณ์แบบเมื่อ พ.ศ. 2516

แนวคิดการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ตามแบบที่ได้ทดลองที่คณะครุศาสตร์ ใน วิชาภูมิศาสตร์และวิชาประวัติศาสตร์ ที่วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยาทดลองเป็นที่พอใจ ทำให้นักเรียนรู้จัก

ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองได้กว้างขวางมากกว่าที่อาจารย์สอน รู้จักการตัดสินใจ และรู้จักแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ต่อจากนั้นทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2518 ที่โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในวิชาวรรณคดีไทย เรื่อง เงาะป่า โดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยจัดเป็น 5 ศูนย์กิจกรรม แต่ละศูนย์ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นตอนๆ แตกต่างกันไป อาศัยสื่อการสอนประสมสามารถสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนได้เด่นชัด ทั้งในการแสดงความคิดเห็นการตัดสินใจการทำงานร่วมกับผู้อื่น และการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการทดลองครั้งนี้ได้ถ่ายทำเป็นภาพยนตร์ และนำออกอากาศในรายการ “วิทยากรก้าวหน้า” ของศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการในวันอังคารที่ 12 พฤศจิกายน 2516

หลังจากการทดลองในครั้งนี้ การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนเป็นที่สนใจของครูผู้บริหารด้านการศึกษา ได้เชิญทำการทดลองไปบรรยายและสาธิตในหน่วยงานทางการศึกษาต่างๆ คือ

1. องค์กรยูนิเซฟในโครงการบริการการศึกษาและฝึกหัดครูได้รับโครงการศูนย์การเรียนเป็นโครงการหนึ่งที่จะปรับปรุงระบบการเรียนการสอนในวิทยาลัยครู โดยมีการจัดตั้งศูนย์การเรียนสำหรับครูต่อมอองค์การยูนิเซฟได้มอบหมายให้ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ เป็นผู้วางแผนและดำเนินโครงการให้ลุล่วงภายใน 3 ปี ก็ขยายศูนย์การเรียนสำหรับครูออกไปยังโรงเรียนประชาบาลที่มีวิทยาลัยครูส่งนักศึกษาไปฝึกสอนในโรงเรียนเหล่านี้เปลี่ยนโฉมเป็นโรงเรียนชุมชนในอนาคต

2. หน่วยงานต่างๆ ทั้งระดับมหาวิทยาลัย และองค์การบริหารส่วนจังหวัด จัดให้มีการประชุมเชิงปฏิบัติการการสอนแบบศูนย์การเรียน ตั้งแต่ พ.ศ. 2519 จนถึงปัจจุบัน พ.ศ. 2553 ประมาณ 60 ครั้ง

โดยสรุป การสอนแบบศูนย์การเรียนเป็นแนวคิดของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้เผยแพร่ในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2516 ได้มีการทดลองใช้และบรรยายตามหน่วยงานทางการศึกษาหลายแห่งและองค์การยูนิเซฟได้รับโครงการศูนย์การเรียน มีการจัดตั้งศูนย์การเรียนสำหรับครูและให้นักเรียนโรงเรียนประชาบาลได้ศึกษาจนเป็นโรงเรียนในชุมชนในอนาคต

3.4 ปรัชญาการศึกษาที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 24) ได้กล่าวถึง ปรัชญาการศึกษา ที่ใช้ในการสอนศูนย์การเรียน คือ ปรัชญาพิพัฒนการนิยม (Progressivism) ครูในกลุ่มนี้เชื่อว่าการศึกษาคควรเน้นประสบการณ์จากการลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง โดยเรียนเนื้อหาแต่พอสมควร แต่เน้นการปฏิบัติให้ได้ พฤติกรรมการสอนของครูในกลุ่มนี้ คือ (1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง (2) จัดกิจกรรมการเรียนตามความสนใจและความพร้อมของนักเรียน (3) พยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม (4) สอนในสิ่งที่นักเรียนจะนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (5) จัดสื่อในรูปของชุดการสอน (6) จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้มี

อิสระเสรี และ (7) จัดห้องเรียนให้หน้าเรียนด้วยการจัดมุมวิชาการและมุมสนใจต่างๆ มีการตกแต่งห้องเรียนที่เอื้อต่อการเสริมความรู้ของนักเรียน

โดยสรุป ปรัชญาการศึกษาที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียน ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง คือ ปรัชญากลุ่มพัฒนาการนิยม ซึ่งเน้นประสบการณ์จากการลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง โดยเรียนเนื้อหาแต่พอสมควร แต่เน้นการปฏิบัติให้ได้

3.5 หลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

หลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนควรยึดหลักจิตวิทยาในกลุ่มเชื่อมโยงนิยม (S-R Theories) และหลักจิตวิทยาในกลุ่มประสบการณ์นิยมหรือทฤษฎีสถาน (Gestalt / Field Theories) ซัยยงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 25) ได้สรุปสาระสำคัญไว้ ดังนี้

1. กลุ่มจิตวิทยาเชื่อมโยงนิยม (S-R Theories) นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อได้รับตัวแห่หรือสิ่งเร้า (Stimulus) การตอบสนอง (Response) ต่อตัวแห่นั้น ๆ จะทำให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรม และเมื่อได้มีการเสริมแรง (Reinforcement) คือ รางวัล คำชม ความพึงพอใจ ก็จะทำให้ นักเรียนดำเนินกิจกรรมและเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ไปเรื่อยๆ

2. กลุ่มจิตวิทยาประสบการณ์นิยมหรือทฤษฎีสถาน (Gestalt / Field Theories) นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อความจำเป็นที่จะเรียนรู้ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนอยู่ในปัญหาเกิดความต้องการแก้ปัญหาเพื่อความอยู่รอด หรือการทำงานกลุ่มให้ลุล่วงด้วยการลงมือทำเพื่อแก้ปัญหานั้น

โดยสรุป การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ใช้หลักจิตวิทยาในการสอนแบบศูนย์การเรียน คือ จิตวิทยาเชื่อมโยงนิยม และ จิตวิทยาประสบการณ์นิยม

3.6 การประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

ซัยยงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 24 – 25) ในการสอนแบบศูนย์การเรียน ได้ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ คือ ให้นักเรียนกระทำใน 4 สถานการณ์ สามารถสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1. การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) จากการทดลองนักจิตวิทยาการศึกษาค้นพบว่า เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสเข้าร่วมในสถานการณ์การเรียนอย่างกระฉับกระเฉงสัมฤทธิ์ผลของการเรียนจะเกิดขึ้นอย่างมาก นักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมก็ต่อเมื่อได้มีการเสริมแรงตอบสนองต่อสิ่งเร้า หากนักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง แล้วไม่เพียงแต่จะทำให้ นักเรียนมีความสนใจสูงขึ้นเท่านั้น นักเรียนยังต้องตั้งใจสังเกต คิด และใคร่ครวญตามจะมีผลต่อการเปลี่ยนพฤติกรรมและเป็นศูนย์การเรียนรู้

2. การทราบผลย้อนกลับทันที (Inverse Feedback) เมื่อนักเรียนได้รับทราบผลของการประกอบกิจกรรมทันที ไม่ว่าจะเป็กิจกรรมประเภทใดก็ตาม มีแนวโน้มที่จะเกิดการเรียนรู้สูงขึ้นกว่าผู้ทราบผลการประกอบกิจกรรมซ้ำ

3. การเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่เป็นความภาคภูมิใจ (Success Experience) รางวัลหรือการเสริมแรงอาจออกมาหลายแบบ สำหรับผู้ใหญ่ ได้แก่ ประสบการณ์เป็นความสำเร็จสำหรับมนุษย์แล้วเพียงรู้ว่าได้ทำอะไรก็ควรเป็นการเสริมแรงในตัว ครูจึงต้องจัดสถานการณ์ที่ให้นักเรียนรู้จักความภาคภูมิใจในความสำเร็จที่มีเพียงเล็กน้อย

4. การให้นักเรียนได้ใคร่ครวญและเรียนไปทีละน้อยตามลำดับ (Gradual Approximation) การเรียนรู้จะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ไปทีละน้อยด้วยตัวนักเรียนเอง โดยให้ความรู้ตามลำดับขั้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด และใคร่ครวญตามจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มั่นคงถาวร กว่าครูสอนยึดเยียดเนื้อหา

โดยสรุป การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ได้นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ (1) การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ อย่างกระฉับกระฉ่ง (2) การทราบผลย้อนกลับทันที (3) การเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่เป็นความภาคภูมิใจ และ (4) การให้นักเรียนได้ใคร่ครวญและเรียนไปทีละน้อยตามลำดับขั้น

3.7 ลักษณะและการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

ลักษณะและการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้ (1) ลักษณะห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ และ (2) การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

3.7.1 ลักษณะห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2547, น. 44) กล่าวว่า การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นกิจกรรมเพื่อสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ ครูสามารถยืดหยุ่นการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสม โดยไม่ต้องจัดให้นักเรียนวางโต๊ะเรียน เรียงหน้าเข้าหาครูเพียงวิธีเดียวแต่จะมีวิธีรวมโต๊ะเรียนเข้าเป็นกลุ่มๆ ตามจำนวนกลุ่มกิจกรรมที่กำหนดไว้ในชุดการสอน

การจัดกลุ่มแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (1) กลุ่มสำหรับให้นักเรียนประกอบกิจกรรมตามปกติ นิยมจัดไว้กลางห้องเรียน และ (2) กลุ่มกิจกรรมตามความสนใจนิยมจัดไว้ชิดผนังห้องเรียน สำหรับนักเรียนที่เรียนช้าหรือเร็ว หรือสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะ

การจัดสภาพห้องเรียน ถือว่า มีความสำคัญมากต่อการบรรยากาศการเรียนรู้ ครูจึงควรกระทำ ดังนี้ (1) ประดับผนังห้องด้วยกระดานนิเทศเพื่อแสดงภาพและแผนภูมิเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน อาจแสดงผลงานของนักเรียนที่ดีเด่น เพื่อส่งเสริมกำลังใจ และ (2) สิ่งที่จะนำมาประดับห้องเรียน ควรส่งเสริมให้มีการนำวัตถุที่หาได้ในท้องถิ่นมาใช้

3.7.2 การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2547, น. 44) กล่าวว่า การสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนนั้น ครูต้องจัดห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่นักเรียนจะประกอบกิจกรรมได้ดีที่สุด สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ (1) การจัดโต๊ะเรียน สำหรับศูนย์กิจกรรม (2) การจัดศูนย์ ความสนใจหรือมุมวิชาการ (3) การจัดกระดานนิเทศและผนังห้องเรียน (4) การจัดหิ้งหนังสือและชุดการ สอน และ (5) การประดับห้องเรียน

1. การจัดกลุ่มโต๊ะเรียนสำหรับศูนย์กิจกรรม การจัดกลุ่มโต๊ะเรียนทำได้โดยรวม โต๊ะ 4-6 ตัว เข้าเป็นกลุ่ม เมื่อรวมโต๊ะเป็นกลุ่มแล้วก็มีหมายเลขประจำศูนย์การเรียนรู้ ศูนย์ที่ 1, 2, 3, และ 4 ในกรณีที่โรงเรียนมีโต๊ะยาวสำหรับนักเรียน 3 – 4 คน ครูอาจจัดให้นักเรียนประกอบกิจกรรม กลุ่มได้ตามความเหมาะสม

2. การจัดศูนย์ความสนใจหรือมุมวิชาการ เป็นการสร้างบรรยากาศห้องเรียนให้ ดีขึ้นด้วยการสร้างศูนย์กิจกรรมตามความสนใจในห้องเรียน นิยมจัดตามมุมห้องหรือตรงกลางผนังห้อง บางครั้งอาจจัดไว้ส่วนใดส่วนหนึ่งของโรงเรียน เช่น มุมธรรมชาติวิทยาที่มีการเลี้ยงสัตว์หรือแมลงต่างๆ เป็นต้น ในการจัดมุมความสนใจ ครูควรวางแผนแล้วส่งเสริมให้นักเรียนช่วยกันจัดขึ้น ด้วยการมอบหมาย นักเรียนให้รับผิดชอบเป็นกลุ่ม

3. การจัดกระดานนิเทศและประดับผนังห้อง ครูอาจใช้กระดานนิเทศที่อยู่ติด กับกระดานดำสำหรับแสดงหัวข้อเรื่องที่ครูสนใจในแต่ละวัน อาจมีภาพและคำบรรยาย คำถามชวนคิด เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องเรียน หรือประเด็นที่ควรเน้น

ส่วนการประดับผนังห้องนั้นช่วยให้นักเรียนมีชีวิตชีวาน่าอยู่ นิยมประดับ ห้องเรียนด้วยภาพสี (ภาพถ่ายหรือภาพวาด) ตามเนื้อหาที่จะสอน โดยมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสัปดาห์ หรือเป็นเดือน

นอกจากมีภาพชุดเกี่ยวกับเนื้อหาแล้ว ยังอาจมีกระป๋องนักเรียนสำหรับให้นักเรียนหรือกลุ่มกิจกรรม และมีแผนภูมิแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนในหน่วยการสอน ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนใส่เครื่องหมายในตารางหน่วยการสอนที่นักเรียนเรียนสำเร็จแล้ว

สิ่งสำคัญที่ครูควรนำขึ้นประดับผนังห้องหรือกระดานนิเทศ คือ ผลงานของ นักเรียนไม่ว่าจะเป็นงานศิลปะ หรืองานเขียนอื่นๆ เป็นงานเดี่ยว หรืองานกลุ่ม นำความภาคภูมิใจให้ นักเรียนเอง และเป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ด้วย

4.การจัดหิ้งหนังสือและชุดการสอน ในห้องเรียนควรมีหิ้งหนังสือที่ครูหามาไว้ให้ นักเรียนรวมทั้งหนังสือที่นักเรียนเขียนขึ้นกันเอง ส่วนหิ้งชุดการสอนจะมีกล่องหรือชุดการสอนวิชาต่างๆ ได้สะดวกต่อการที่ครูและนักเรียนจะนำไปใช้

5. การตกแต่งผนังห้องเรียน เป็นส่วนที่ครูสามารถแสดงผลงานของนักเรียนในชั้นหรือจัดป้ายนิเทศ เพื่อแสดงเรื่องราวที่น่าสนใจ อาทิ ผลงานของบุคคลสำคัญในประวัติศาสตร์ เหตุการณ์บ้านเมือง และเรื่องราวต่างๆ

โดยสรุป การจัดกลุ่มในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้จัดได้ 2 ประเภท คือ กลุ่มสำหรับให้นักเรียนประกอบกิจกรรมตามปกติและกลุ่มกิจกรรมตามความสนใจ การจัดห้องเรียนสิ่งที่ครูต้องคำนึงถึง คือ (1) การจัดโต๊ะสำหรับศูนย์กิจกรรม (2) การจัดศูนย์ความสนใจหรือมุมวิชาการ (3) การจัดกระดานนิเทศและผังห้องเรียน (4) การจัดหิ้งหนังสือและชุดการสอน และ (5) การตกแต่งผนังห้องเรียน

3.8 บทบาทและทัศนคติของครูในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

3.8.1 บทบาทของครู ในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้แตกต่างไปจากห้องเรียนที่มีครูเป็นศูนย์กลางการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้การถ่ายทอดเนื้อหาวิชาและประสบการณ์อาศัยกระบวนการจัดระบบในชุดการสอน ครูไม่ต้องสอนนักเรียนด้วยการพูดหรือกรอกความรู้ตลอดเวลา การสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ครูควรมีบทบาท ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 49-50)

1. กำกับการเรียนรู้ หมายถึง ให้นักเรียนเป็นผู้แสดง และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง ตามบทที่กำหนดไว้ในชุดการสอน
2. ประสานงานกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ในชุดการสอนมีขอบข่ายกว้างขวาง ครูมีบทบาท (1) ประสานงานกิจกรรมของนักเรียนทุกกลุ่มตามที่กำหนดไว้ (2) ประสานงานกับครูอื่นๆ ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง และ (3) ประสานงานกับวิทยากรภายนอกที่ครูเชิญมาพบปะกับนักเรียนด้วย
3. บันทึกพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน ขณะที่นักเรียนกำลังประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีเวลาสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยการสังเกตพัฒนาการของนักเรียน ดังนี้ (1) การทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่น (2) การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี (3) ความสามารถในการปฏิบัติตามคำสั่งที่กำหนดไว้ในชุดการสอน (4) ความสามารถในการทำงานให้ลุล่วงไปด้วยตนเอง (5) ความสามารถที่จะเข้าใจเนื้อหาสาระมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และ (6) ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย
4. เป็นแหล่งความรู้หนึ่งสำหรับนักเรียน แม้เนื้อหาส่วนใหญ่จะบรรจุอยู่ในชุดการสอน ครูยังต้องทำหน้าที่ ดังนี้ (1) เป็นแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะมาพึ่งพาอาศัยได้เสมอ ครูอาจใช้เวลากับนักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เพื่ออธิบายข้อข้องใจในบทเรียน และ (2) ครูต้องเป็นผู้สอนซึ่งมีการนำเข้าสู่บทเรียนและช่วยสร้างบทเรียน เมื่อนักเรียนเรียนกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว
5. เตรียมกิจกรรมและสื่อการสอนเพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากชุดการสอนบรรจุเนื้อหาไว้ 2 ประเภท คือ

5.1 เนื้อหาที่เป็นสากลไม่เปลี่ยนแปลงไปง่ายๆ เช่น ความจริงตามธรรมชาติ หลักเศรษฐศาสตร์หลักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5.2 เนื้อหาที่อาจเปลี่ยนแปลงตามเหตุการณ์ของโลก เช่น การเมือง การปกครอง ฯลฯ ครูอาจเตรียมกิจกรรมและสื่อการสอนเพิ่มเติม

3.8.2 ทักษะคติของครูที่เปลี่ยนและสิ่งที่ควรคำนึงถึง ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ครูต้องเปลี่ยนทัศนคติให้เหมาะสม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองมากยิ่งขึ้น ทัศนคติที่ครูควรเปลี่ยนแปลงไปและสิ่งที่ครูควรคำนึงถึง ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 48 – 49)

1. ครูต้องไม่ถือว่าครูเป็นผู้รู้แต่ผู้เดียว ดังนั้น นักเรียนต้องเชื่อตามที่ครูบอกโดยไม่มีเงื่อนไข ครูต้องตระหนักว่าตนเองมีความรู้จะช่วยเหลือนักเรียนเท่าที่จะช่วยได้ ดังนั้น ครูไม่เอาเด็กที่จะพูดว่า “ครูยังไม่ทราบพวกเราลองมาหาคำตอบดูสิ”

2. ครูต้องพยายามช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เท่าที่จะมากได้ ครูต้องอดทนและปล่อยให้ นักเรียนประกอบกิจกรรม อย่าด่วนไปชิงบอกคำตอบเสียก่อน

3. ครูควรชี้แจงให้นักเรียนสนทนากันในเรื่องที่เรียน ด้วยเสียงดังได้ยินทั่วถึงแค่มในกลุ่ม และไม่คุยกันในเรื่องที่ไม่เกี่ยวกับสิ่งที่เรียน

4. ครูต้องใจกว้างและชมเชยนักเรียนที่ทำดี หรือประสบความสำเร็จแม้เพียงเล็กน้อย ไม่ตำหนิหรือลงโทษเมื่อนักเรียนทำอะไรผิดพลาด หรือทำไม่ถูกใจครู

5. ครูต้องไม่ถือว่า การที่นักเรียนเดินไปมาเพื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการแสดงถึงความไม่เป็นระเบียบ แต่ครูต้องคิดว่า การเคลื่อนไหวเป็นการช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างกระฉับกระเฉง และทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน ทั้งยังส่งเสริมกระบวนการกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น

6. ครูต้องพูดแต่น้อย เลือกสรรคำพูดและแน่ใจว่านักเรียนต้องฟังสิ่งที่ครูพูดตลอดเวลา ดังนั้น ก่อนพูดครูจึงควรเร้าความสนใจของนักเรียนเสียก่อน ที่สำคัญคือ เมื่อครูบอกให้นักเรียนลงมือประกอบกิจกรรมแล้ว ครูต้องหยุดพูดเสียงดัง หากมีเรื่องที่ต้องประกาศให้นักเรียนทราบทั้งชั้น ต้องรอจนกว่าจะมีการเปลี่ยนกลุ่มกิจกรรมหรือจุดเรื่องทีพูดไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้ไม่ลืม ส่วนการพูดกับนักเรียนกลุ่มใด ครูตรงไปที่นักเรียนกลุ่มนั้น และพูดเบาๆ พอได้ยินเฉพาะนักเรียนในกลุ่มหรือเฉพาะนักเรียนที่ครูพูดด้วย

7. ครูต้องไม่วิพากษ์นักเรียนในทางที่ไม่ดี ในกรณีที่ต้องดูค่านักเรียนคนใดคนหนึ่งก็ควรกระทำระหว่างครูและนักเรียน หรือกลุ่มนักเรียนที่เกี่ยวข้อง เพราะแทนที่นักเรียนจะยอมรับความผิดของตนกลับปฏิเสธหรือไม่ยอมรับว่าตนผิด

8. เมื่อมีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ เช่น เครื่องเล่นซีดี เครื่องเล่นดีวีดี เครื่องคอมพิวเตอร์ ควรฝึกให้นักเรียนใช้เป็นด้วยตัวนักเรียนเอง ไม่ควรกลัวว่าเครื่องจะเสียหาย การที่นักเรียนใช้เครื่องเป็นจะช่วยแบ่งเบาภาระครูได้มาก

9. ขณะที่นักเรียนประกอบกิจกรรม ครูต้องเอาใจใส่ดูแลพัฒนาการของนักเรียน แต่ละคนต้องไม่คิดว่า เมื่อนักเรียนสามารถเรียนได้เองแล้วครูก็เอาเวลาทำอย่างอื่นได้

10. การจัดการการสอนต้องยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับเวลาในการประกอบกิจกรรม ไม่ควรผูกพันกับหลักสูตร ครูต้องพยายามสอนให้นักเรียนได้เกิดพฤติกรรมการเรียนจริง แม้จะน้อยก็ยังจะดีกว่าสอนให้ครบทุกอย่างแต่นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างงูๆ ปลาๆ

11. ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้าและเรียนเร็ว ให้สามารถเรียนไปตามความสามารถของตน เนื่องจากการสอนแบบศูนย์สำรองไว้สำหรับนักเรียนที่เรียนแล้ว นอกจากนี้ครูต้องพยายามสังเกตดูว่านักเรียนคนใดไม่ค่อยมีบทบาทในกิจกรรมกลุ่ม คอยหาทางช่วยเหลือให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอยู่ตลอดเวลา ต้องไม่มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อนักเรียนที่มีปัญหา หรือใส่ใจเฉพาะนักเรียนที่เรียนดีเท่านั้น

12. ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดห้องเรียน เป็นการฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ประเภทหนึ่ง ครูควรกระตุ้นดังนี้ ให้นักเรียนนำสิ่งของที่ใช้แล้วเห็นว่าพอนำมาเป็นอุปกรณ์การสอนได้ เช่น ขวดเปล่า ก้อนหิน กรวดสีแปลก เป็นต้น แล้วกระตุ้นให้นักเรียนจัดมุมสนใจในวิชาต่างๆ ขึ้นในชั้นเรียน ครูต้องไม่คิดว่าการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดห้องเรียนนั้น ทำให้ครูต้องเสียเวลาแนะนำโดยที่นักเรียนไม่ต้องทำอะไร เพื่อครูจะไม่มีภาระเพิ่มเติมจากที่มีอยู่แล้ว

โดยสรุป บทบาทของครู คือ กำกับการเรียนรู้ ประสานงานกิจกรรมการเรียน บันทึกพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน เป็นแหล่งความรู้แหล่งหนึ่งสำหรับนักเรียน และเตรียมกิจกรรมและสื่อการสอนเพิ่มเติม ครูต้องมีทัศนคติ ดังนี้ ครูไม่เป็นผู้รู้แต่ผู้เดียว ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างเรียนนักเรียนสนทนากันในเรื่องที่เรียนได้ ต้องใจกว้างและขมเขยเมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จ นักเรียนเดินไปมาเพื่อประกอบกิจกรรมการเรียนได้ ต้องพูดแต่น้อย ไม่วิพากษ์วิจารณ์ในทางที่ไม่ดี ฝึกให้นักเรียนใช้เครื่องมือ เอาใจใส่ดูแลพัฒนาการของนักเรียนอย่างทั่วถึง ตารางสอนต้องมีการยืดหยุ่น ต้องช่วยนักเรียนที่เรียนช้าและเรียนเร็วให้สามารถเรียนไปตามความสามารถของตน และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดห้องเรียน

3.9 บทบาทของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบศูนย์การเรียน จะเปลี่ยนจากที่เป็นผู้คอย “รับความรู้” จากครู มาเป็นผู้แสวงหาความรู้เองจากชุดการสอนที่เตรียมไว้ให้ บทบาทของนักเรียนที่ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบ มีดังต่อไปนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2547, น. 50-51)

1. ตั้งใจฟังคำอธิบายจากครู เมื่อครูนำเข้าสู่บทเรียน สรุบบทเรียน และอธิบายเนื้อหาสาระบางอย่างจนเข้าใจ หากสงสัยต้องซักถามทันที
2. เมื่อได้รับชุดการสอนแล้ว ต้องอ่านบัตรคำสั่งอย่างตั้งใจ และปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด
3. เมื่อมีคำสั่งให้ “อภิปราย” นักเรียนต้องช่วยแสดงความคิดเห็นด้วยความตั้งใจ แต่ต้องไม่พูดเสียงดังจนเกินไป
4. ขณะประกอบกิจกรรมกับเพื่อนร่วมกลุ่มนักเรียนต้องร่วมกันทำงานด้วยความตั้งใจ เพื่อปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วงไป ไม่ชวนเพื่อนคุยกันเรื่องอื่น ไม่ชวนเพื่อนเล่นและไม่นั่งเฉย
5. เมื่อได้รับเลือกให้เป็นหัวหน้ากลุ่ม หัวหน้าต้องพยายามดูแลให้กิจกรรมของกลุ่มดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย ไม่วางอำนาจข่มเพื่อนร่วมกลุ่ม เปิดโอกาสให้คนอื่นแสดงความคิดเห็น หากมีปัญหาควรปรึกษาครู
6. นักเรียนที่ไม่ได้เป็นผู้นำกลุ่ม ต้องปฏิบัติตนเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม โดยปฏิบัติงานตามบัตรคำสั่งหรือหัวหน้ากลุ่มมอบหมาย
7. หัวหน้ากลุ่มอาจช่วยแบ่งเบาภาระของครู ด้วยการนำชุดการสอนมาแจกจ่ายให้เพื่อนร่วมกลุ่มหรือทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมเครื่องมือสอน เช่น เครื่องเสียง หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์
8. เมื่อได้รับมอบหมาย นักเรียนต้องช่วยหาหรือผลิตวัสดุ อุปกรณ์อย่างง่าย ๆ แต่งกระดาษนิเทศ หรือผนังห้องทั้งนอกและในห้องเรียน นักเรียนต้องเป็นคนช่างสังเกตเห็นอะไรน่าสนใจนำมาให้เพื่อนร่วมชั้นดู
9. มีการประเมินผลการเรียน นักเรียนต้องปฏิบัติตน ทำข้อสอบ หรือแบบฝึกหัดอย่างระมัดระวัง

โดยสรุป บทบาทของนักเรียนมีดังนี้ คือ ตั้งใจฟังคำอธิบายจากครู อ่านบัตรคำสั่งอย่างตั้งใจและปฏิบัติตามบัตรคำสั่ง ช่วยแสดงความคิดเห็นด้วยความตั้งใจ ร่วมกันทำงานด้วยความตั้งใจ หัวหน้ากลุ่มต้องพยายามดูแลกิจกรรมของกลุ่มให้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย นักเรียนต้องปฏิบัติตนเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่มหัวหน้าช่วยแบ่งเบาภาระของครู รวบรวมงานของเพื่อนส่งครู ช่วยหาหรือผลิตวัสดุอุปกรณ์อย่างง่าย ๆ และนักเรียนต้องทำข้อสอบหรือแบบฝึกหัดอย่างระมัดระวัง

3.10 กระบวนการสอนแบบศูนย์การเรียน

กระบวนการสอนแบบศูนย์การเรียนแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ (1) การประเมินก่อนเรียน (2) การนำเข้าสู่บทเรียน (3) การประกอบกิจกรรมการเรียน (4) การสรุบบทเรียน และ (5) การประเมินหลังเรียน

1. การประเมินก่อนเรียนหรือการทดสอบก่อนเรียน ครูจะใช้แบบทดสอบที่เตรียมไว้ในชุดการสอนทดสอบก่อนเรียนเป็นการวัดพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนแล้วเก็บคะแนนไว้ ใช้เวลา 5-10 นาที

2. การนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อเนื้อหาสาระอยู่ในชุดการสอน ครูจำเป็นต้องนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่จะสอน โดยปกติกิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียนจะกำหนดไว้ในแผนการสอนแล้ว การนำเข้าสู่บทเรียนทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการบรรยาย เช่น เล่านิทาน เล่าเรื่อง หรือยกเหตุการณ์ประจำวันขึ้นมากล่าว หรือด้วยการตามปัญหาอาจมีสื่อการสอนประกอบ เช่น รูปภาพ แผนภูมิ หรือนำของจริงมาให้ให้นักเรียนดู

2.2 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้นักเรียนประกอบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ เช่น เล่นเกม แสดงละคร แสดงบทบาทต่างๆ ร่วมทดสอบ ร่วมกันใช้อุปกรณ์ต่างๆ ฯลฯ

3. การประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

3.1 การแบ่งกลุ่มนักเรียน เมื่อครูนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว ก็จะตั้งให้นักเรียนประกอบกิจกรรมโดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกิจกรรม 4 - 6 กลุ่ม การแบ่งกลุ่มนักเรียนทำได้ 3 วิธี คือ (1) ครูแบ่งนักเรียนตามความเหมาะสม (2) นักเรียนเลือกกลุ่มเอง และ (3) นักเรียนเลือกกลุ่มเองด้วยการหยิบชื่อใส่กล่อง

- ครูแบ่งนักเรียนตามความเหมาะสม โดยมีสัดส่วนนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกัน ห้ามแบ่งกลุ่มตามความสามารถ เพราะการจัดการสอนแบบศูนย์การเรียนเป็นการสร้างสภาพการเรียนรู้ที่คล้ายชีวิตจริงในสังคมมากที่สุด กล่าวคือ มีทั้งคนเก่ง และไม่เก่งอยู่ด้วยกัน

- ครูให้นักเรียนเลือกกลุ่มเอง หลังจากทีครูนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว

- ครูให้นักเรียนเลือกกลุ่มเองด้วยการหยิบชื่อของตนใส่ในกล่องหรือกระเปาะ

เมื่อเข้าถึงห้องเรียน โดยครูมีกระเปาะชื่อนักเรียนไว้และมีกระเปาะประจำกล่องที่ 1 - 6 ไว้ นักเรียนต้องการอยู่ในกลุ่มใดหยิบแผ่นชื่อของตนไว้ในกลุ่มนั้น

3.2 การทำงานกลุ่ม เมื่อนักเรียนแบ่งกลุ่มเรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องอ่านบัตรคำสั่งแล้วปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับขั้น แต่ละกลุ่มจะใช้เวลา 15 - 20 นาที เมื่อประกอบกิจกรรมที่มอบหมายแล้ว ก็จัดเตรียมเปลี่ยนกลุ่ม

3.3 การเปลี่ยนกลุ่มกิจกรรม เมื่อนักเรียนประกอบกิจกรรมกลุ่มเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้ทุกกลุ่มได้ประกอบกิจกรรมทุกอย่างครบ การเปลี่ยนกลุ่มทำได้ 3 วิธี คือ เปลี่ยนกลุ่มพร้อมกันทุกกลุ่ม เปลี่ยนกลุ่มเสร็จพร้อมกัน และกลุ่มใดเสร็จก่อนให้ไปทำกิจกรรมในศูนย์สำรอง

- เปลี่ยนกลุ่มพร้อมกันทุกกลุ่ม จากศูนย์ที่ 1 ไปศูนย์ที่ 2, 3, และ 4 ตามลำดับ การเปลี่ยนกลุ่มลักษณะนี้จะกระทำได้อ่อนักเรียนทุกคนประกอบกิจกรรมเสร็จพร้อมกัน
- เปลี่ยนกลุ่มเสร็จพร้อมกัน เช่น ถ้ากลุ่มที่ 1 และ 3 เสร็จอาจเปลี่ยนกลุ่มได้ทันที
- กลุ่มใดเสร็จก่อน ให้ไปทำกิจกรรมในศูนย์สำรองจะทำให้กลุ่มที่เสร็จว่างลงเมื่อกลุ่มอื่นเสร็จแล้วก็มาประกอบกิจกรรมในกลุ่มที่ว่างนั้น

4. การสรุปทเรียน เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรมครบทุกศูนย์แล้ว ก็แสดงว่านักเรียนได้เรียนครบตามเนื้อหา ครูต้องสรุปทเรียน โดยปกติกิจกรรมสรุปทเรียนจะวางไว้ในแผนการสอนแล้ว เพียงแต่ครูปฏิบัติตามก็บรรลุเป้าหมายการสอน การสรุปทเรียนอาจใช้การบรรยายหรือให้นักเรียนประกอบกิจกรรมโดยใช้วิธีการคล้ายคลึงกับการนำเข้าสู่ทเรียน

5. การประเมินหลังเรียนหรือการทดสอบหลังเรียน เมื่อนักเรียนประกอบกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูจะให้นักเรียนทำแบบประเมินหลังเรียนหรือแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกันหรือคู่ขนาน กับแบบทดสอบก่อนเรียน

ผลที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนจะนำไปใช้ในการประเมินผลการเรียนของนักเรียนสำหรับหน่วยการสอนนั้น ส่วนกิจกรรมหรืองานที่นักเรียนได้ทำไปแล้วในกลุ่ม ครูต้องมาประเมินผลและให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบว่าผลการเรียนของนักเรียนมีประสิทธิภาพเพียงใด เป็นการประเมินผลทั้ง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์”

โดยสรุป ขั้นตอนการสอนแบบศูนย์การเรียนมี 5 ขั้นตอน คือ (1) การประเมินก่อนเรียน (2) การนำเข้าสู่ทเรียน (3) การประกอบกิจกรรมการเรียน (4) การสรุปทเรียน และ (5) การประเมินหลังเรียน

4. การสอนที่เน้นการปฏิบัติ

การสอนที่เน้นการปฏิบัติ ประกอบด้วย (1) แนวคิดทฤษฎีในการสอนที่เน้นการปฏิบัติ (2) จุดมุ่งหมายของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ (3) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นการปฏิบัติ และ (4) คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ

4.1 แนวคิดทฤษฎีในการสอนที่เน้นการปฏิบัติ

การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการ

แก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติตามแนวประชาธิปไตย

รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นฝึกปฏิบัติเป็นการนำแนวคิดทฤษฎีรูปแบบการสอนคือการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม จอห์น ดิวอี้ (John Dewey: Group Investigation Model) กับรูปแบบการสอนแบบปฏิบัติการมาประยุกต์เข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ ที่เน้นการปฏิบัติจริง เนื่องจากทั้งสองรูปแบบนี้มีลักษณะ จุดมุ่งหมาย กระบวนการ และผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมีลักษณะที่สอดคล้องกันรูปแบบการสอนของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1859) นักปรัชญาและนักจิตวิทยาพัฒนาการ ได้นำเสนอรูปแบบการสอนชื่อ “Group Investigation Model” ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้อยู่ร่วมกันในสังคมประชาธิปไตยอย่างมีความสุข ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal) ทักษะการอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม และการใฝ่หาความรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก หรือเป็นเพียงที่ปรึกษาทางวิชาการ

โดยสรุป แนวคิดทฤษฎีในการสอนที่เน้นการปฏิบัติ เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติตามแนวประชาธิปไตย

4.2 จุดมุ่งหมายของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ

โจน เลียนาร์ด (Joan M. Leonard, 1972) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ มีดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้วยวิธีการ (Learning a Technique) ดังนั้น ในการสอนผู้สอนอาจจะสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกต แต่ต้องให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลอง แสดงวิธีการนั้นด้วยตนเองด้วย เช่น การทำดอกตะแบก ฯลฯ
2. เพื่อฝึกทักษะ (Practicing a Skill) การปฏิบัติการชนิดนี้ จะต้องจัดเวลาและสถานที่สำหรับให้ผู้เรียนฝึกทักษะให้คล่องแคล่วเพื่อนำไปใช้ เช่น การเพิ่มอัตราเร็วในการอ่าน ฯลฯ
3. เพื่ออธิบายหลักการ (Illustrating & Principle) การปฏิบัติในแนวนี้เป็นการขยายความสิ่งที่ได้เรียนด้วยการบอก ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับปัญหาจริง เช่น การวางแผนและเตรียมอาหารที่มีคุณค่าครบถ้วน
4. เพื่อรวมข้อมูลและแปลความ (Gathering Data and Gaining Experience in Its Interpretation) ให้ผู้เรียนมีโอกาสรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่แล้วสรุปผล หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การรวบรวมตัวเลขและคำนวณภาษีเงินได้ ฯลฯ

5. เพื่อฝึกใช้เครื่องมือ (Learning to Use Equipment) ประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการหรือโรงฝึกงานจำนวนมากเป็นการสอนให้ผู้เรียน หัดใช้เครื่องมือที่จะเกี่ยวข้องกับการทำงานต่อไป เช่น การใช้หม้ออบไอน้ำ ฯลฯ

6. เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ (Performing Creative Work) เป็นโอกาสให้ผู้เรียน ทดลองเทคนิคต่างๆ จากการเรียน และแสดงความคิดในวิชาดนตรี จิตรกรรม ประติมากรรม และ กวีนิพนธ์ เช่น การปั้นดินเหนียว ส่วนใหญ่แล้วประสบการณ์แบบปฏิบัติการที่ใช้ จะมีจุดมุ่งหมายมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไป การสอนแบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเทคนิควิธีการบางอย่าง และพัฒนาทักษะของตนอย่างจริงจังอีกวิธีหนึ่ง

โดยสรุป จุดมุ่งหมายของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ มีดังนี้ (1) เพื่อเรียนรู้ด้วยวิธีการ (2) เพื่อฝึกทักษะ (3) เพื่ออธิบายหลักการ (4) เพื่อรวมข้อมูลและแปลความ (5) เพื่อฝึกใช้เครื่องมือ และ (6) เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์

4.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นการปฏิบัติ

ในการจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นการปฏิบัติ โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA Model) ตามรูปแบบของ ทิศนา แชมมณี (2548, น. 283 – 284) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม

ขั้นนี้เป็นการดึงความรู้เดิมของผู้เรียนในเรื่องที่จะเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน ผู้สอนอาจใช้วิธีการต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น ผู้สอนอาจใช้การสนทนาซักถามให้แก่ผู้เรียนเล่าประสบการณ์เดิม หรือให้ผู้เรียนแสดงโครงความรู้เดิม (Graphic Organizer) ของตน

ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่

ขั้นนี้เป็นการแสวงหาข้อมูลความรู้ใหม่ของผู้เรียนจากแหล่งข้อมูล หรือแหล่งความรู้ต่างๆ ซึ่งผู้สอนอาจจัดเตรียมมาให้ผู้เรียนหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนไปแสวงหากันได้ ในขั้นนี้ผู้สอนควรแนะนำแหล่งความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้เรียนตลอดทั้งจัดเตรียมเอกสารสื่อต่างๆ

ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาและทำความเข้าใจกับข้อมูล/ความรู้ที่หาได้ ผู้เรียนสร้างความหมายของข้อมูล / ประสบการณ์ใหม่ โดยใช้กระบวนการต่างๆ ด้วยตนเอง เช่น ใช้กระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่มในการอภิปรายและสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลนั้นๆ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความเชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ในขั้นนี้ผู้สอนควรใช้กระบวนการต่างๆ ในการจัดกิจกรรม เช่น กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างลักษณะนิสัย กระบวนการทางสังคม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกลุ่ม

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนอาศัยกลุ่มเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตน รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจของตนให้กว้างขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้แบ่งปันความรู้ความเข้าใจของตนแก่ผู้อื่นและได้รับประโยชน์จากความรู้ความเข้าใจของผู้อื่นไปพร้อมๆ กัน ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มจะช่วยเหลือกัน

ขั้นที่ 5 การสรุปและการจัดระเบียบความรู้

ขั้นนี้เป็นขั้นของการสรุปความรู้ทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ และจัดสิ่งที่เรียนให้เป็นระเบียบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย ผู้สอนควรให้ผู้เรียนสรุปประเด็นสำคัญ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักและมโนทัศน์ย่อยของความรู้ทั้งหมด แล้วนำมาเรียงให้ได้สาระสำคัญครบถ้วน ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนจัดเป็นโครงสร้างความรู้ จะช่วยสร้างความรู้และจดจำข้อมูลได้ง่าย

ขั้นที่ 6 การปฏิบัติและ/หรือการแสดงผลงาน

ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อยอดหรือตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ แต่หากต้องมีการปฏิบัติตามข้อมูลที่ได้ ขั้นนี้จะเป็นขั้นปฏิบัติและมีการแสดงผลงานที่ได้ปฏิบัติด้วย ในขั้นนี้ผู้เรียนสามารถแสดงผลงานด้วยวิธีต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ การอภิปราย การแสดงบทบาทสมมติ เรื่องความ วาดภาพ ฯลฯ และอาจจัดให้มีการประเมินผลงานโดยมีเกณฑ์ที่เหมาะสม

ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้

ขั้นนี้เป็นขั้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนเองไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อความชำนาญ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความจำเป็นในเรื่องนั้นๆ เป็นการให้โอกาสผู้เรียนใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

หลังจากประยุกต์ใช้ความรู้ อาจมีการนำเสนอผลงานจากการประยุกต์อีกครั้งก็ได้ หรือไม่มีการนำเสนอผลงานในขั้นที่ 6 แต่นำมารวมแสดงในตอนท้ายหลังขั้นการประยุกต์ใช้ก็ได้เช่นกัน

ขั้นที่ 1 – 6 เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ (Construction of Knowledge)

ขั้นที่ 7 เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ (Application) จึงทำให้รูปแบบนี้มี

คุณสมบัติครบถ้วนตามหลัก CIPPA

โดยสรุป ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นการปฏิบัติ มีดังนี้ ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกลุ่ม ขั้นที่ 5 การสรุปและการจัดระเบียบความรู้ ขั้นที่ 6 การปฏิบัติและ/หรือการแสดงผลงาน และขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้

4.4 คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ

คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนที่เน้นการปฏิบัติ ดังนี้ (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 20)

1. ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียน ได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลายและสื่อที่เร้าความสนใจ
 2. ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจตามความถนัดตามศักยภาพของตน ด้วยการศึกษาค้นคว้า ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ สร้างองค์ความรู้ได้ ทำให้เกิดความเชื่อมั่น เป็นแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ใฝ่เรียน
 3. กิจกรรมกลุ่มช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ เกิดกระบวนการทำงานกลุ่ม เช่น มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบและเสียสละ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ มีวินัยในตนเอง มีพฤติกรรมที่เป็นประชาธิปไตย เป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี รู้จักรับฟังความคิดของผู้อื่น ผู้เรียนที่เรียนรู้ซ้ำจะเรียนรู้อย่างมีความสุขมีชีวิตชีวา ได้รับกำลังใจและได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อน ทำให้เกิดความมั่นใจ ผู้เรียนที่เรียนดีและเรียนได้เร็วจะได้แสดงความสามารถของตนเอง มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และแบ่งปันสิ่งที่ดีให้แก่กัน
 4. ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดจากการร่วมกิจกรรม และการค้นหาคำตอบจากประเด็นคำถามของผู้สอนและเพื่อนๆ สามารถค้นหาวิธีการและคำตอบได้ด้วยตนเอง สามารถแสดงออกได้ชัดเจนมีเหตุผล
 5. ทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรม จะสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ซึมซับสิ่งที่ดีงามไว้ในตนเองอยู่ตลอดเวลา
 6. กระบวนการเรียนรู้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยให้แต่ละคนเรียนรู้เต็มตามศักยภาพของตน ไม่นำผลงานของผู้เรียนมาเปรียบเทียบกัน มุ่งให้ผู้เรียนแข่งขันกับตนเองและไม่เล็งผลเลิศจนเกินไป
 7. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข เกิดการพัฒนารอบด้านมีอิสระที่จะเลือกสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม
- โดยสรุป คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนที่เน้นการปฏิบัติต่อผู้เรียน ดังนี้ (1) ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียน (2) ได้เรียนรู้ตามความสนใจตามความถนัด (3) ช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ เกิดกระบวนการทำงานกลุ่ม (4) เกิดกระบวนการคิดจากการร่วมกิจกรรม (5) สอดแทรก

คุณธรรมและจริยธรรม (6) กระบวนการเรียนรู้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงไม่นำผลงานของผู้เรียนมาเปรียบเทียบกัน และ (7) ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข เกิดการพัฒนารอบด้านมีอิสระ

5. การเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

การเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ครอบคลุม (1) จุดประสงค์รายวิชา (2) มาตรฐานรายวิชา และ (3) คำอธิบายรายวิชา โดยมีสาระดังนี้ (โรงเรียนจำอากาศ, 2548, น. 1)

5.1 จุดประสงค์รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

- 5.1.1 เพื่อให้มีความเข้าใจโครงสร้าง และหลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำ
- 5.1.2 เพื่อให้สามารถอ่านสัญลักษณ์จากแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และลายวงจรพิมพ์
- 5.1.3 เพื่อให้สามารถวางแผน ตรวจสอบ ประกอบ ทดสอบ และแก้ไขจุดบกพร่อง ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- 5.1.4 เพื่อให้มีกิจนิสัยในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม และปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบและปลอดภัย

5.2 มาตรฐานรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

- 5.2.1 เข้าใจโครงสร้าง และหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 5.2.2 ประกอบและตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

5.3 คำอธิบายรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้าง สัญลักษณ์ หลักการทำงาน ประกอบวงจรการทำงาน และตรวจสอบ ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต มอสเฟต เอสซีอาร์ ไทรแอก ไดแอก ยูเจที และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง วงจรการเรียงกระแสด้วยไดโอดแบบต่างๆ วงจรคงค่าแรงดันแบบต่างๆ วงจรการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ด้วยทรานซิสเตอร์ และวงจรการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

6. การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ โดยใช้กระบวนการของ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ได้แก่ (1) ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ (2) ความจำเป็นในการหา

ประสิทธิภาพ (3) กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (4) คำนวณหาประสิทธิภาพ (5) ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ และ (6) การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ

6.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520, น. 134) กล่าวไว้ ดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า (Developmental Testing) หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบประสิทธิภาพโดยการนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try Out) และ (2) ทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ (1) การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น (2) การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และ (3) การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบประสิทธิภาพโดยการนำชุดการสอนไปทดลองใช้ และ (2) ทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง เพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่

6.2 ความจำเป็นต้องการประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520, น. 134) ได้กล่าวว่าในระบบการดำเนินงานทุกประเภท จำเป็นต้องมีการตรวจสอบระบบ เพื่อเป็นการประกันว่ามีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวังหรือไม่ การทดสอบประสิทธิภาพมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

6.2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วเมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ ไม่ได้ดีก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลือง ทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

6.2.2 สำหรับผู้ใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดีในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควร มั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการ ช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดการเรียนจริงการทดสอบประสิทธิภาพ ตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้ชุดการสอนที่มี คุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.2.3 สำหรับผู้ผลิตชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดการสอนมีความ เหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิต มีความ ชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

โดยสรุป ความจำเป็นของการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้น ฝึกปฏิบัติ มีดังนี้ (1) เป็นการประกันคุณภาพสำหรับหน่วยงานผลิตชุดการสอน ซึ่งทำให้เกิดความมั่นใจ ที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก (2) ทำให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง และ (3) ทำให้ ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดการสอนมีความ เหมาะสม และง่ายต่อการเข้าใจ

6.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520, น. 135) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นระดับที่ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึง ระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็น จำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

6.3.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

6.3.2 ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียน จะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบ กิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ (Criterion) เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับมีค่าเท่าใดนั้น ครูเป็นผู้พิจารณาตามความพึงพอใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนนิยมตั้งไว้ 80/80, 85/85, 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความจำนิยมตั้งไว้ 90/90 และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาที่เป็นทักษะ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ แต่

หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องทำการปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพจนกว่าจะได้ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด

โดยสรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ คือ ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจ โดยประเมินจากพฤติกรรมของนักเรียนหรือผู้เรียนที่เป็นพฤติกรรมต่อเนื่อง (E_1) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (E_2) หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องทำการปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพจนกว่าจะได้ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.4 การคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)

N คือ จำนวนนักเรียน

A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

E_2 คือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนในการเปลี่ยนพฤติกรรมนักเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

6.5 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล (2520, น. 137-138) กล่าวว่า เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

6.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนกับผู้เรียน 1 - 3 คน (คละนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน)

6.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนกับผู้เรียน 6 - 10 คน (คละนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน)

6.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น

โดยสรุป ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เน้นฝึกปฏิบัติคือ (1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และ (3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม

6.6 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล (2520, น. 137-138) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพ ให้ถือค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับ .05 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ไม่ควรต่ำหรือสูงกว่า $\pm 2.5\%$ การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้จะยอมรับได้เมื่อมีค่าเท่ากับเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน $+2.5\%$ และต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน -2.5% ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน $+2.5\%$
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน -2.5%

โดยสรุป การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน $+2.5\%$ (2) เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน -2.5%

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยมีเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ 3 เกณฑ์ คือ เท่าเกณฑ์ 80/80 สูงกว่าเกณฑ์ $+2.5\%$ และต่ำกว่าเกณฑ์ -2.5%

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 เท่าที่ผู้วิจัยรวบรวมงานวิจัยในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ซึ่งเทียบเท่ากับการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเท่าที่รวบรวม มี 2 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่อง หลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งานวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.27/83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบก่อน และหลังเรียนของนักเรียนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก (วีรศักดิ์ บุญเพชร, 2553, น. 3)

เรื่องที่ 2 การสร้างชุดการสอน เรื่อง วงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิจัย พบว่า (1) ชุดการสอนเรื่อง วงจรไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/85.25 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80 และ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่อง วงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ทัศนัย ใจเย็น, 2554, น. 5)

โดยสรุป ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 2 เรื่อง คือ เรื่อง หลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งานวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และเรื่อง วงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 พบว่า (1) ชุดการสอนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีดีบะสูงกว่าเกณฑ์ (2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนเพิ่มขึ้น และ (3) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

เพื่อเป็นแนวทางที่จะช่วยปรับปรุง และพัฒนาการเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของหลักสูตร และส่งเสริมทักษะการทำงานของนักเรียน ผู้วิจัยจึงได้ศึกษา และพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ในการวิจัยครั้งนี้ครอบคลุม (1) การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย (2) การสร้างเครื่องมือการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ จำนวน 90 คน มีจำนวน 3 ห้องเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยสุ่มเลือกแบบกลุ่ม ดังนี้

1.2.1 สุ่มห้องเรียน ได้นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ

1.2.2 จำแนกระดับผลการเรียนของนักเรียน โดยใช้ผลการเรียนของนักเรียนในวิชาชีพสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ดังนี้ (1) ผลการเรียนเก่ง เกเรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในระดับ 3.00 – 4.00 (2) ผลการเรียนปานกลาง เกเรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในระดับ 2.00 – 2.99 และ (3) ผลการเรียนอ่อน เกเรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในระดับ 1.99 – 1.00 (โรงเรียนจำอากาศ, 2548, น. 2)

นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสาร ชั้นปีที่ 1 ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน จัดลำดับผลการเรียนได้ดังนี้ นักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง จำนวน 10 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง จำนวน 16 คน และ นักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน จำนวน 4 คน

1.2.3 สุ่มนักเรียนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ได้นักเรียน จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง จำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง จำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน จำนวน 1 คน

1.2.4 สุ่มนักเรียนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ได้นักเรียน จำนวน 6 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง จำนวน 2 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง จำนวน 2 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน จำนวน 2 คน

1.2.5 เหลือนักเรียนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบสนาม จำนวน 21 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนคละกัน เก่ง ปานกลาง และอ่อน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง จำนวน 7 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง จำนวน 13 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน จำนวน 1 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วย (1) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ยีตระบบการผลิตชุดการสอนแผนจุฬาของศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

2.1 ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยผลิตขึ้น คือ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ได้ดำเนินการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาค้นคว้า จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนที่เน้นการปฏิบัติ และการเรียนการสอน เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 สร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยยีตระบบการผลิตชุดการสอนแผนจุฬาของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพโรงเรียนจำอาภาศ พุทธศักราช 2548 หมวดวิชาชีพสาขา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพโรงเรียนจำอาภาศ เหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ส่วนที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานสาระ คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา จัดหมวดหมู่เนื้อหาวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ได้ทั้งหมด 7 สาระ ดังนี้ (1) อะตอมและสารกึ่งตัวนำ (2) ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด

และการใช้งาน (3) ทรานซิสเตอร์ และการควบคุมการทำงาน (4) เฟต และการควบคุมการทำงาน (5) อุปกรณ์ไทรสเตอร์ (6) ยูนิจังก์ชันทรานซิสเตอร์ และ (7) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

2.2 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดหน่วยการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 11 หน่วย การเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งแต่ละหน่วย มีชั่วโมงการสอนที่เท่ากัน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การกำหนดจำแนกหน่วยการเรียนรู้ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

สาระ	หน่วยการเรียนรู้	ประเภทของเนื้อหา
สาระที่ 1 อะตอมและสารกึ่งตัวนำ	1. อะตอมและสารกึ่งตัวนำ	พุทธิพิสัย
สาระที่ 2 ไดโอดและซีเนอร์ไดโอด	2. ไดโอด	พุทธิพิสัย
	3. การใช้งานไดโอดและซีเนอร์ไดโอด	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
สาระที่ 3 ทรานซิสเตอร์	4. ทรานซิสเตอร์	พุทธิพิสัย
	5. การควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
สาระที่ 4 เฟต	6. เฟต	พุทธิพิสัย
	7. การทำงานของเฟต	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
สาระที่ 5 อุปกรณ์ไทรสเตอร์	8. เอสซีอาร์ และการใช้งาน	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	9. ไทรแอก ไดแอก และการใช้งาน	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
สาระที่ 6 ยูนิจังก์ชันทรานซิสเตอร์	10. ยูนิจังก์ชันทรานซิสเตอร์ และการใช้งาน	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
สาระที่ 7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	11. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย

จากนั้นผู้วิจัยได้เลือกมา 1 หน่วย คือ หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนจะเข้าใจได้ง่ายขึ้นถ้าได้ลงมือปฏิบัติจริง สอดคล้องกับวิธีการสอนแบบกลุ่มกิจกรรมเน้นฝึกปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนต้องลงมือทำงานได้

2.3 กำหนดหัวเรื่อง ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในบทเรียนมาจำแนกเป็นหัวเรื่อง โดยใช้วิธีการจำแนกหัวเรื่องตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ จากง่ายไปหายาก มี 4 หัวเรื่อง ดังนี้

หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

1.1 ไดโอดเปล่งแสง

1.2 โฟโตไดโอด

1.3 โฟโตทรานซิสเตอร์

1.4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

2.4 กำหนดแนวคิด แนวคิดที่กำหนดเป็นแนวคิดระดับการนำไปใช้ มีจำนวน 4 ข้อ แนวคิดที่เขียนเป็นข้อๆ และมีความสอดคล้องกับหัวเรื่อง

2.5 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีจำนวน 16 ข้อ

2.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน ขั้นตอนที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นตอนที่ 3 ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย ขั้นตอนที่ 4 สรุปบทเรียน และขั้นตอนที่ 5 ทดสอบหลังเรียน

2.7 กำหนดแนวทางการประเมินการเรียนรู้ การประเมินมี 2 ประเภท คือ (1) การประเมินกระบวนการจากบัตรคำถาม และ (2) ประเมินผลลัพธ์ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 16 ข้อ

2.8 ผลิตสื่อการสอน สื่อที่ใช้ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ได้แก่ (1) คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ (2) บัตรต่างๆ ได้แก่ บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย (3) วัสดุทัศนศึกษาการต่อวงจรการทำงาน มีจำนวน 4 เรื่อง ประจำในบัตรเนื้อหา คือ การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ และการต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง (4) สื่อที่ใช้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและสรุปบทเรียน และ (5) แบบฝึกปฏิบัติ

2.9 ทาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นทดลองใช้เบื้องต้น โดยการทดสอบแบบเดียวกับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 จำนวน 3 คน ทดสอบแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน และทดสอบแบบภาคสนาม จำนวน 21 คน(รายละเอียดของค่าคะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแสดงในบทที่ 4)

2.10 ใช้ชุดการสอน ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชา

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง เมื่อได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนนักเรียนได้โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ดังนี้

- 1) ชั้นประเมินก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 16 ข้อ เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 10 นาที
- 2) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวน เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นหนึ่งรอยต่อ สองรอยต่อ และสามารถรอยต่อ
- 3) ชั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูบรรยายโดยมีการแบ่งกลุ่ม ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 4 กลุ่ม
- 4) ชั้นสรุปผลการเรียน โดยนักเรียนสรุปหลักการที่สำคัญในแต่ละศูนย์การเรียนรู้
- 5) ชั้นประเมินหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 16 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป แล้วว่านักเรียน มีการพัฒนาการมากขึ้นเพียงใด ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบก่อนทดสอบประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้นำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ที่สร้างขึ้นให้ ผู้ทรงวุฒิ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย (1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ตรวจสอบเนื้อหาสาระในบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา ตรวจสอบคู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ แบบฝึกปฏิบัติ บัตรต่าง ๆ และสื่อในชุดการสอน และ (3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านวัดและประเมินผล ตรวจสอบบัตรคำถาม แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน ด้วยการประเมินคุณภาพ พบว่าอยู่ในระดับดี (1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีข้อเสนอแนะ คือ ให้ตรวจสอบการเว้นวรรคและคำถูกผิด (2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีข้อเสนอแนะ คือ ควรเพิ่มขนาดภาพหนึ่งให้ใหญ่ขึ้น และ (3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านวัดและประเมินผล มีข้อเสนอแนะ คือ ควรใช้ภาษาในแบบทดสอบที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ตามคำแนะนำ ของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้ (1) บัตรต่างๆ ปรับแก้คำถูกผิดและการเว้นวรรค (2) ปรับเพิ่มขนาดภาพหนึ่งให้ใหญ่ขึ้น และ (3) ปรับแก้การใช้ภาษาให้อ่านแล้วเข้าใจง่ายขึ้น

ขั้นที่ 5 ทดสอบประสิทธิภาพ หลังจากปรับปรุงชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติเป็นที่เรียนร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำชุดการสอนดังกล่าวไปทำการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวแบบกลุ่ม และแบบสนาม

2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยภาคทฤษฎีเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยแบบคู่ขนาน จำนวน 1 หน่วย มี 32 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 16 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 16 ข้อ และภาคปฏิบัติ เป็นการต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มี 8 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติก่อนเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ เพื่อวัดด้านทักษะพิสัยแบบคู่ขนาน จำนวน 1 หน่วย ในการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และทักษะพิสัย ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยยึด

รูปแบบการเรียนรู้ของ บลูม (Bloom) 6 ระดับ คือ (1) ความรู้ที่เกิดความจำ (2) ความเข้าใจ (3) การนำไปใช้ (4) การวิเคราะห์ (5) การสังเคราะห์ และ (6) การประเมินค่า ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 3 ระดับ คือ ความรู้ที่เกิดจากความจำ ความเข้าใจ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ระดับพุทธิพิสัย และทักษะพิสัย หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

หน่วยที่	ระดับพุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	รวม	
11	8	4	-	4	-	16	1

ขั้นที่ 2 ศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ และเนื้อหาที่อยู่ในบัตรเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ คือ ภาคทฤษฎีเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก และภาคปฏิบัติเป็นการต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

ขั้นที่ 4 สร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นรายข้อเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ (1) โดยภาคทฤษฎีเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก วัดพฤติกรรมการด้านพุทธิพิสัยแบบคู่ขนาน จำนวน 1 หน่วย มี 32 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 16 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 16 ข้อ และ (2) ภาคปฏิบัติเป็นการต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มี 8 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติก่อนเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ เพื่อวัดด้านทักษะพิสัย โดยแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 2 คน โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบด้านความตรง เชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความถูกต้องของแบบทดสอบต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้วยแบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยทำขึ้น (รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบอยู่ในภาคผนวก)แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า ไม่มีข้อปรับแก้ และโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้ได้

ขั้นที่ 6 วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนจำอาภาศ เหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียน เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนจำอาภาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ จำนวน 21 คน จำนวน 1 ห้องเรียน และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อแบ่งกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิคของ จุง เต ฟาน (Chung Teh Fan) คือ ให้ข้อที่ถูกต้องเป็น 1 คะแนน ข้อที่ผิดเป็น 0 คะแนน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก และต้องเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 1.00

จากผลการวิเคราะห์รายข้อ ดังนี้ แบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.33 - 0.71 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.28 - 0.38 แบบทดสอบหลังเรียน มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.62 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.28 - 0.38 จากนั้นวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ผลการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น 0.60 และ 0.75 ตามลำดับ

ขั้นที่ 7 จัดทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นการต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มี 8 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติก่อนเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ เพื่อวัดด้านทักษะพิสัย โดยแบบทดสอบภาคปฏิบัติก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

ขั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เพื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 มีจำนวน 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านคุณภาพสื่อของการสอนในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด จำนวน 9 ข้อ ตอนที่ 2 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด จำนวน 6 ข้อ และ ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเขียนตอบ จำนวน 1 ข้อ แบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนการสร้าง 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะถาม หรือวัตถุประสงค์ มี 2 ประเด็น คือ (1) คุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และ (2) ผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 ศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม มี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2 ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด และแบบประมาณค่า 5 ระดับ Rikert ดังนี้

มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด	ให้น้ำหนัก	5	คะแนน
มีความพึงพอใจระดับมาก	ให้น้ำหนัก	4	คะแนน
มีความพึงพอใจระดับปานกลาง	ให้น้ำหนัก	3	คะแนน
มีความพึงพอใจระดับน้อย	ให้น้ำหนัก	2	คะแนน
มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด	ให้น้ำหนัก	1	คะแนน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบเขียนตอบ

ขั้นที่ 4 สร้างแบบสอบถาม ทั้งหมดมี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านคุณภาพของสื่อในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด จำนวน 9 ข้อ ตอนที่ 2 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด จำนวน 6 ข้อ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ จำนวน 1 ข้อ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเขียนตอบ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบและปรับแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 2 คน ทางด้านวัดและประเมินผล และด้านเทคโนโลยีการศึกษา ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและ

ประเมินผล และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา ตรวจสอบข้อคำถามว่า ครอบคลุม วัตถุประสงค์หรือ สิ่งที่จะประเมิน ข้อความมีความชัดเจนและถูกต้อง โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของแบบสอบถาม จากแบบประเมินคุณภาพของแบบสอบถาม (รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพของแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก) ผลการตรวจสอบ ของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้ได้

ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบสอบถาม นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม จำนวน 9 คน โดยการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ นักเรียนส่วนใหญ่ เห็นว่าเข้าใจในคำถามและภาษาที่ใช้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้สอบถามกับกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์มีทั้งหมด 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านคุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ครอบคลุม ความรู้ที่ได้รับในบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา วิดิทัศน์ บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย และแบบฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า จำนวน 9 ข้อคำถาม ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงครอบคลุม ความเข้าใจในบทเรียน การหาความรู้ ผลการเรียนรู้ การทำงานเป็นกลุ่ม นำความรู้ไปใช้ และความชอบ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า จำนวน 6 ข้อคำถาม และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเขียนตอบ จำนวน 1 ข้อคำถาม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ไปทดลองกับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 เตรียมสถานที่ในการวิจัย แบ่งห้องเรียนเป็นบริเวณนำเสนองานด้านหน้าห้องเรียน จัดเก้าอี้และโต๊ะชิดกันเป็น 4 ศูนย์ ศูนย์สำรอง 1 ศูนย์ แต่ละศูนย์มีนักเรียน 5 - 6 คน มีมุมวิดิทัศน์ของแต่ละศูนย์มุมเครื่องคอมพิวเตอร์ มุมหนังสือ และป้ายนิเทศ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

3.2 วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ไปทดสอบประสิทธิภาพในชั้นทดลองใช้ 3 ชั้นตอน ตามวันและเวลา ดังนี้

ตารางที่ 3.3 วันและเวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบสนาม

การทดสอบประสิทธิภาพ	วัน เดือน ปี	เวลา
แบบเดี่ยว	11 กุมภาพันธ์ 2559	08.00 – 12.00
แบบกลุ่ม	18 กุมภาพันธ์ 2559	08.00 – 12.00
แบบสนาม	25 กุมภาพันธ์ 2559	08.00 – 12.00

3.3 เตรียมความพร้อมของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำนักเรียน ในการใช้บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา การศึกษาชีวิตทัศนการณ์ต่อวงจรหลังจากศึกษาจากบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย ในแต่ละศูนย์การเรียนรู้อย่างละเอียด และแจกแบบฝึกปฏิบัติให้พร้อมคำแนะนำการใช้

3.4 ดำเนินการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

3.4.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีจำนวนนักเรียน กลุ่มละ 5 คน และกลุ่มที่ 4 มีจำนวนนักเรียน 6 คน ในแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนระดับเก่งจำนวน 1 - 2 คน ระดับปานกลาง จำนวน 3 - 4 คน และระดับอ่อนจำนวน 1 คน

3.4.2 ปฐมนิเทศ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้แบบศูนย์ การเรียน และการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

3.5 การเก็บข้อมูลหลังจากการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

3.5.1 เก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน และแบบฝึกปฏิบัติจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

3.5.2 เก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์แบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม เมื่อนักเรียนได้ผ่านการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ผู้วิจัยได้ทำ

การสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 3 คน ในการทดลองเดี่ยว แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ก่อนนำไปใช้ในการทดลองแบบกลุ่ม และสัมภาษณ์นักเรียนในการทดลองแบบกลุ่มจำนวน 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

3.5.3 การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ หลังจากนักเรียนผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้แจกและเก็บแบบสอบถามด้วยตนเอง จำนวน 21 ฉบับ ได้รับคืน 21 ฉบับ มีความสมบูรณ์ทุกฉบับ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติจากคะแนนในแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน และ (3) การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

4.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ดังนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100$$

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)

N คือ จำนวนนักเรียน

A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)

เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามแนวของ จอห์น ดับบลิว เบสท์ และเจมส์ วี คาร์ห์น (John W, Best and James V, Kahn) ดังนี้ (Best, John W, and Kahn, James V, 1986, pp. 181-182) ใช้เกณฑ์ ดังนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง ฟังพอใจระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง ฟังพอใจระดับมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง ฟังพอใจระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง ฟังพอใจระดับน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง ฟังพอใจระดับน้อยที่สุด

4.3.1 สูตรค่าเฉลี่ย (Mean – \bar{X}) ใช้ในการหาระดับความพึงพอใจ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อกำหนดให้	\bar{X}	คือ	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	คือ	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	N	คือ	จำนวนผู้ตอบแต่ละข้อคำถาม

4.3.2 สูตรค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation – S.D.) (Lefferty, Petter and Rowe, Julain, 1995, pp. 561-562)

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

เมื่อกำหนดให้	S.D.	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$N \sum X^2$	คือ	ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน
	$(\sum X)^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
	N	คือ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ มีจำนวน 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และ ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยการทดสอบประสิทธิภาพ 3 ครั้ง คือ ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบสนาม ดังตารางที่ 4.1 - 4.3

ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียวกับนักเรียนจำนวน 3 คนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ($n = 3$)

หน่วยที่	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนน	E_1/E_2
	กิจกรรมระหว่างเรียน (45 คะแนน)	เต็มของคะแนนทดสอบหลังเรียน (16 คะแนน)	
11	61.48	62.50	61.48/62.50

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติในการทดสอบแบบเดี่ยวมีค่า ดังนี้ $E_1/E_2 = 61.48/62.50$

หลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติแล้ว ได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 3 คน หัวข้อการสัมภาษณ์ประกอบด้วย (1) การเรียนจากบัตรต่าง ๆ (2) การศึกษาจากวีดิทัศน์ และ (3) การทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ ผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

1. การเรียนจากบัตรต่างๆ สรุปผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 1.1 บัตรคำสั่ง เมื่ออ่านแล้วเข้าใจ และปฏิบัติตามคำสั่งได้
- 1.2 บัตรเนื้อหา เมื่ออ่านแล้วเข้าใจ ซึ่งมีภาพประกอบทำให้เข้าใจได้ง่าย แต่เนื้อหามี
มาก ทำให้อ่านไม่ทัน
- 1.3 บัตรคำถาม เมื่ออ่านแล้วเข้าใจ แต่คำถามยากเกินไป และบางข้อไม่มีในบัตร
เนื้อหา
- 1.4 บัตรกิจกรรม มีความชัดเจน มีความเข้าใจในคำสั่ง นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำ
กิจกรรม กิจกรรมน่าสนใจ มีระยะเวลาในการทำกิจกรรม และเรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม
- 1.5 บัตรเฉลย ทำให้ทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที

2. การศึกษาจากวีดิทัศน์ สรุปผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 2.1 การนำเสนอเนื้อหา ลำดับภาพ ตัวอักษร เสียงบรรยาย และเสียงดนตรี ได้อย่าง
เหมาะสม ทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการต่อวงจรได้ง่ายขึ้น แต่ใช้เวลาในการชมวีดิทัศน์มากเกินไป

3. การทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ สรุปผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 3.1 ที่ว่างไม่เพียงพอในการตอบคำถาม และบันทึกสาระสำคัญ
ผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาปรับปรุงชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ
ดังนี้

 1. บัตรเนื้อหา ปรับโดยลดเนื้อหาที่ไม่จำเป็นออก
 2. บัตรคำถาม ปรับให้คำถามให้ง่ายขึ้น และปรับเปลี่ยนคำถามให้ตรงกับเนื้อหาที่มีอยู่
ในบัตรเนื้อหา
 3. วีดิทัศน์ ปรับโดยลดเนื้อหาที่ไม่จำเป็นออก เพื่อให้เวลากระชับมากขึ้น
 4. แบบฝึกปฏิบัติ ปรับโดยเพิ่มที่ว่างให้มากกว่าเดิม

ตารางที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับนักเรียนจำนวน 6 คนที่เรียนด้วยชุดการสอน
แบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ($n = 6$)

หน่วยที่	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนน	E_1/E_2
	กิจกรรมระหว่างเรียน (45 คะแนน)	เต็มของคะแนนทดสอบหลังเรียน (16 คะแนน)	
11	72.96	73.95	72.96/73.95

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ในการทดสอบแบบกลุ่ม มีค่าดังนี้ $E_1/E_2 = 72.96/73.95$

หลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติแล้ว ได้ สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 6 คน หัวข้อการสัมภาษณ์ประกอบด้วย (1) การเรียนจากบัตรต่าง ๆ (2) การศึกษาจากวีดิทัศน์ และ (3) การทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ ผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

1. การเรียนจากบัตรต่างๆ สรุปผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 1.1 บัตรคำสั่ง เมื่ออ่านแล้วเข้าใจ และปฏิบัติตามคำสั่งได้
- 1.2 บัตรเนื้อหา เมื่ออ่านแล้วเข้าใจ ซึ่งมีภาพประกอบทำให้เข้าใจได้ง่าย แต่ภาพมีขนาดเล็กเกินไป
- 1.3 บัตรคำถาม มีความเหมาะสมข้อความไม่ยากจนเกินไป
- 1.4 บัตรกิจกรรม มีความชัดเจน มีความเข้าใจในคำสั่ง ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมได้ลงมือปฏิบัติจริง กิจกรรมน่าสนใจ มีระยะเวลาในการทำกิจกรรม และเรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม
- 1.5 บัตรเฉลย ทำให้ทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที

2. การศึกษาจากวีดิทัศน์ สรุปผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 2.1 การนำเสนอเนื้อหา ลำดับภาพ ตัวอักษร เสียงบรรยาย และเสียงดนตรี ได้อย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการต่อวงจรได้ง่ายขึ้น แต่สีของตัวอักษรทำให้ตัวอักษรนั้นอ่านยาก

3. การทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ สรุปผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 3.1 ที่ว่างมีเพียงพอต่อการตอบคำถาม
- ผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาปรับปรุงชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ดังนี้
1. บัตรเนื้อหา ปรับภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
 2. วีดิทัศน์ ปรับสีของตัวอักษรใหม่

ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 21 คนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ($n = 21$)

หน่วยที่	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนน	E_1/E_2
	กิจกรรมระหว่างเรียน (45 คะแนน)	เต็มของคะแนนทดสอบหลังเรียน (16 คะแนน)	
11	80.63	81.25	80.63/81.25

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ในการทดสอบแบบภาคสนาม มีค่าดังนี้ $E_1/E_2 = 80.63/81.25$ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยการใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ($n = 21$)

หน่วยที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน		t - test
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
11	9.29	3.05	13.00	2.45	8.60*

$P < .05$ $df = 20$ $t = 1.72$

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยการใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ประกอบด้วย (1) ความพึงพอใจด้านคุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และ (2) ความพึงพอใจด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ดังตารางที่ 4.5 - 4.6

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านคุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ในการทดลองแบบภาคสนาม
(n = 21)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. คำสั่งที่อยู่ในบัตรคำสั่งช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางในการเรียนเหมือนครูสั่งงาน	4.09	0.20	พึงพอใจมาก
2. เนื้อหาที่อยู่ในบัตรเนื้อช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจตรงตามเนื้อเรื่อง	3.90	0.57	พึงพอใจมาก
3. วิธีทัศนประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนสามารถต่อวงจรได้ถูกต้อง	4.23	0.18	พึงพอใจมาก
4. กิจกรรมที่อยู่ในบัตรกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติ	3.95	0.44	พึงพอใจมาก
5. กิจกรรมในการฝึกปฏิบัติที่อยู่ในบัตรกิจกรรมได้บอกขั้นตอนที่ชัดเจนจึงทำให้นักเรียนฝึกปฏิบัติได้	3.90	0.30	พึงพอใจมาก
6. กิจกรรมที่อยู่ในบัตรกิจกรรมทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	3.95	0.24	พึงพอใจมาก
7. คำถามที่อยู่ในบัตรคำถามช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจหลังจากที่นักเรียนได้เรียนจากบัตรเนื้อหา	3.81	0.37	พึงพอใจมาก
8. เฉลยที่อยู่ในบัตรเฉลยช่วยให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการทำบัตรคำถามได้ด้วยตนเอง	3.90	0.39	พึงพอใจมาก
9. แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนและกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้ว	3.85	0.48	พึงพอใจมาก
เฉลี่ยรวม	3.95	0.35	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจด้านคุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอนแบบ ศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ที่มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=3.95$, S.D. = 0.35)

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อทุกข้ออยู่ในระดับพึงพอใจมากที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}=4.23$, S.D. = 0.18) คือ วิชาทัศนประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนสามารถต่อวงจรได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ในการทดลองแบบภาคสนาม (n = 21)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น	4.09	0.46	พึงพอใจมาก
2. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเองได้	4.14	0.60	พึงพอใจมาก
3. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น	4.28	0.20	พึงพอใจมาก
4. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม	4.09	0.50	พึงพอใจมาก
5. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้	4.19	0.51	พึงพอใจมาก
6. นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ	4.47	0.25	พึงพอใจมาก
เฉลี่ยรวม	4.21	0.42	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ที่มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.42)

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อทุกข้ออยู่ในระดับพึงพอใจมากที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}=4.47$, S.D. = 0.25) คือ นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ

บทที่ 5

รายละเอียดของต้นแบบชิ้นงานชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เน้นฝึกปฏิบัติ

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ประกอบด้วย

ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

- คำนำ
- คำอธิบายรายวิชา
- วัตถุประสงค์
- หน่วยการเรียนรู้
- ส่วนประกอบของชุดการสอน
- การใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
- บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน
- แผนผังการจัดชั้นเรียนและการจัดชั้นเรียน

ภาคที่ 2 แผนการสอนและศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

- แผนการสอน
- ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง
- ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด
- ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์
- ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
- ศูนย์สำรอง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ภาคที่ 3 แบบฝึกปฏิบัติ

- แบบทดสอบก่อนเรียน/กระดาษคำตอบ
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
- ที่ว่างสำหรับบันทึกสาระสำคัญ (ในบัตรเนื้อหา)
- ที่ว่างสำหรับการทำกิจกรรม (ในบัตรกิจกรรม) และตอบคำถาม
- แบบทดสอบหลังเรียน/กระดาษคำตอบ
- เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ภาคที่ 4 แหล่งอ้างอิง

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ
วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1



เรืออากาศเอก สมหมาย สุวรรณฤทธิ์
ครู แผนกวิชาสื่อสาร โรงเรียนจำอากาศ
กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ กองทัพอากาศ

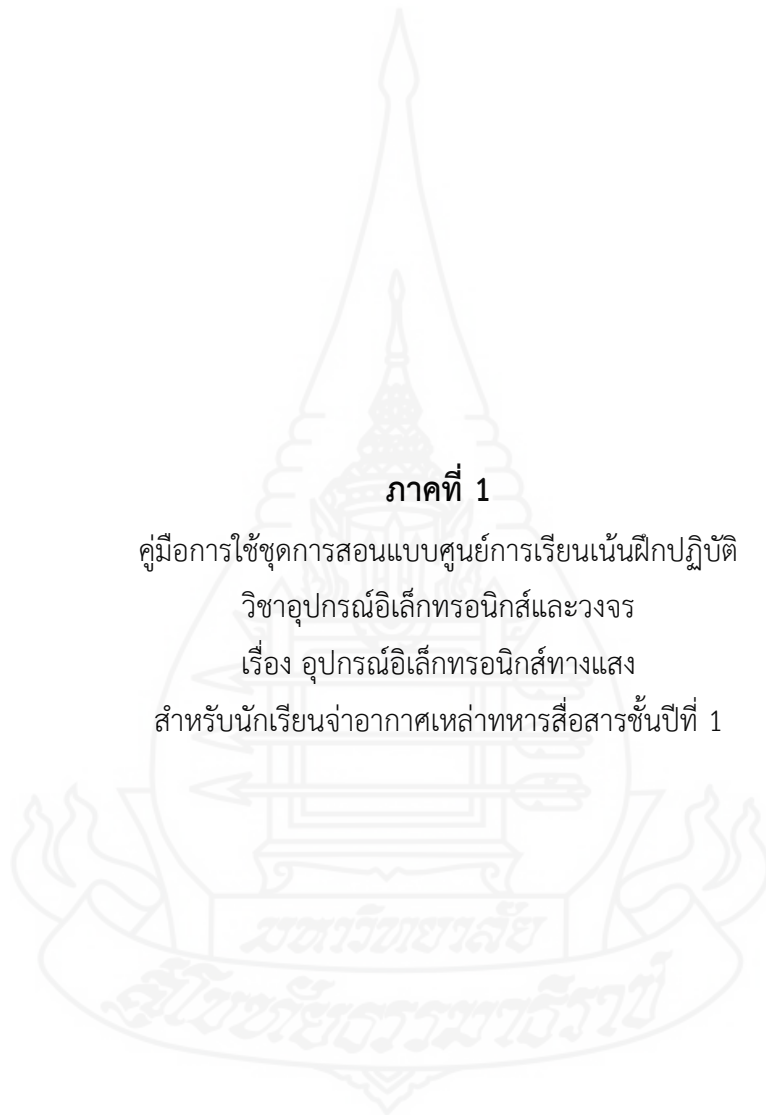
ภาคที่ 1

คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1



คำนำ

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 ใช้กับการเรียน การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน แผนการสอน บัตรต่าง ๆ แบบฝึกปฏิบัติ และวิดีโอทัศน์การต่อวงจร ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ นี้ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ในการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบ มีวินัย ต่อตนเอง มีความกระตือรือร้นรอบคอบ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้จัดทำขอให้ครูผู้สอนนำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อ การศึกษา ต่อไป

เรืออากาศเอก สมหมาย สุวรรณฤทธิ์



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	81
คำอธิบายรายวิชา	83
วัตถุประสงค์รายวิชา	83
หน่วยการเรียนรู้	83
ส่วนประกอบของชุดการสอน	84
การใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	84
บทบาทของครูและนักเรียนในการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	86
แผนผังการจัดชั้นเรียนและการจัดชั้นเรียน	88
สิ่งอำนวยความสะดวก	89
การประเมินการเรียนรู้	89
หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	
แผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	92
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง	100
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด	110
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์	121
ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	132
ศูนย์สำรอง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	142
แบบฝึกปฏิบัติ	144
แหล่งอ้างอิง	197

1. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้าง สัญลักษณ์ หลักการทำงาน ประกอบวงจรการทำงาน และตรวจสอบ ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต มอสเฟต เอสซีอาร์ ไทรแอก ไดแอก ยูเจที และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทางแสง วงจรการเรียงกระแสด้วยไดโอดแบบต่าง ๆ วงจรคงค่าแรงดันแบบต่าง ๆ วงจรการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ด้วยทรานซิสเตอร์ และวงจรการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

2. วัตถุประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจโครงสร้าง และหลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำ
2. เพื่อให้สามารถอ่านสัญลักษณ์จากแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และลายวงจรมพิมพ์
3. เพื่อให้สามารถวางแผน ตรวจสอบ ประกอบ ทดสอบ และแก้ไขจุดบกพร่อง ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
4. เพื่อให้มีทัศนคติในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม และปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ และปลอดภัย

3. หน่วยการเรียนรู้

- หน่วยที่ 1 อะตอมและสารกึ่งตัวนำ
- หน่วยที่ 2 ไดโอด
- หน่วยที่ 3 การใช้งานไดโอดและซีเนอร์ไดโอด
- หน่วยที่ 4 ทรานซิสเตอร์
- หน่วยที่ 5 การควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์
- หน่วยที่ 6 เฟต
- หน่วยที่ 7 การทำงานของเฟต
- หน่วยที่ 8 เอสซีอาร์ และการใช้งาน
- หน่วยที่ 9 ไทรแอก ไดแอก และการใช้งาน
- หน่วยที่ 10 ยูนิจังก์ชันทรานซิสเตอร์ และการใช้งาน
- หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

4. ส่วนประกอบของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติมี 4 ศูนย์ ศูนย์สำรอง 1 ศูนย์ แต่ละศูนย์มีส่วนประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย และวีดิทัศน์การต่อวงจร

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

ชื่อของศูนย์แต่ละศูนย์

ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ศูนย์สำรอง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

กิจกรรมในแต่ละศูนย์ซึ่งอยู่ในรูปกิจกรรมดังนี้

ศูนย์ที่ 1 บัตรกิจกรรม เรื่อง ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

ศูนย์ที่ 2 บัตรกิจกรรม เรื่อง ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด

ศูนย์ที่ 3 บัตรกิจกรรม เรื่อง ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

ศูนย์ที่ 4 บัตรกิจกรรม เรื่อง ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่า

ตามแสง

ศูนย์สำรอง ฝึกปฏิบัติการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยใช้
โอห์มมิเตอร์

นอกจากนี้ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติยังมีแบบฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน และกระดาษคำตอบบริเวณที่เว้นไว้ให้นักเรียนบันทึกสาระสำคัญจากบัตรเนื้อหา ทำกิจกรรมที่กำหนดในบัตรกิจกรรม ตอบคำถามที่กำหนดในบัตรคำถาม ทำแบบทดสอบหลังเรียน และกระดาษคำตอบ และเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

5. การใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

การใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ แบ่งเป็น (1) ก่อนใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ (2) ขณะใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และ (3) หลังการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ก่อนใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นการเตรียมการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ครอบคลุมดังนี้

5.1.1 ครูควรศึกษาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ในด้านเนื้อหาสาระ และประสบการณ์ที่นักเรียนต้องเรียนโดยละเอียด และวิธีการสอน

5.1.2 จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่ได้จัดไว้ ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เช่น ดินสอ ปากกา ยางลบ ไม้บรรทัด กระดาษ ฯลฯ ให้พร้อม

5.1.3 จัดห้องเรียนในลักษณะการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

5.2 ขณะใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ครอบคลุมดังนี้

5.2.1 ครูควรชี้แจงวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ในกรณีที่นักเรียนเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้เป็นครั้งแรก

5.2.2 การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติมีลำดับขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียนด้วยชุดการสอนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการชี้ประเด็นที่จะเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบ อาจเริ่มด้วย การทบทวนการเรียนรู้ที่ผ่านมา จากนั้นโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ต้องแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นให้นักเรียนเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนย่อยในการเรียนดังนี้

3.1 อ่านบัตรคำสั่ง

3.2 อ่านบัตรเนื้อหา

3.3 อ่านบัตรกิจกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ

3.5 ตรวจสอบคำตอบในบัตรเฉลย

ขั้นที่ 4 สรุปบทเรียน ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนในแต่ละศูนย์การเรียนรู้

ขั้นที่ 5 ทดสอบหลังเรียน เป็นการวัดความก้าวหน้าของนักเรียนด้วยการใช้แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน

5.2.3 ขณะนักเรียนประกอบกิจกรรม ครูควรดำเนินการดังนี้

1) ครูไม่ควรพูดเสียงดัง ครูควรพูดกับนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม

- 2) ครูควรเดินดูนักเรียนอย่างใกล้ชิด หากนักเรียนคนใดมีปัญหาจะได้ช่วยเหลือได้ทันที
- 3) หากมีนักเรียนกลุ่มใดทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูควรให้ทำกิจกรรมที่ศูนย์สำรอง
- 4) การเปลี่ยนกลุ่มกิจกรรมกระทำดังนี้
- (1) เปลี่ยนพร้อมกันเมื่อทุกกลุ่มประกอบกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว หากมีกลุ่มที่ทำกิจกรรมเสร็จพร้อมกัน 2 กลุ่ม ให้เปลี่ยนกลุ่มทันที
 - (2) หากมีกลุ่มใดทำกิจกรรมเสร็จก่อนโดยกลุ่มอื่นยังไม่เสร็จ ให้กลุ่มที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนเปลี่ยนไปยังศูนย์สำรอง เมื่อมีกลุ่มใดว่างก็ให้ละจากศูนย์สำรองทันที

5.3 หลังการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ครอบคลุมดังนี้

5.3.1 ตรวจสอบส่วนประกอบของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยเฉพาะบัตรต่างๆ ให้ครบ สื่อในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน และสรุปบทเรียน แล้วจัดเก็บให้ถูกต้องและเรียบร้อย

5.3.2 เก็บกระดาษคำตอบ และแบบฝึกปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น และทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้มากน้อยเพียงใด

6. บทบาทของครูและนักเรียนในการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

บทบาทของครูและนักเรียนในการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ แบ่งเป็น (1) บทบาทของครูในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และ (2) บทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 บทบาทของครูในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ครูควรมีบทบาทดังนี้

- 6.1.1 กำกับการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นผู้แสดงและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้
- 6.1.2 บันทึกพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ครูมีเวลาสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแง่ต่าง ๆ ดังนี้ (1) นักเรียนมีโอกาสหาความรู้ด้วยตนเอง (2) นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม (3) นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น (4) นักเรียนได้ตัดสินใจและแก้ปัญหา และ (5) นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง

6.1.3 เป็นแหล่งความรู้แหล่งหนึ่งสำหรับนักเรียน ครูต้องเป็นผู้สอน ซึ่งต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียนและสรุปเนื้อหาในการประกอบกิจกรรม หากนักเรียนสอบถามหรือมีข้อสงสัยในเนื้อหาที่อยู่ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติกับครูได้ตลอดเวลา

6.1.4 เตรียมกิจกรรมและสื่อการสอนเพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

6.2 บทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ดังนี้

6.2.1 แต่ละศูนย์กิจกรรมต้องมีหัวหน้ากลุ่ม หัวหน้ากลุ่มต้องพยายามดูแลให้กิจกรรมของกลุ่มดำเนินไปโดยเรียบร้อย ต้องเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็น หัวหน้ากลุ่มช่วยแบ่งเบาภาระของครู

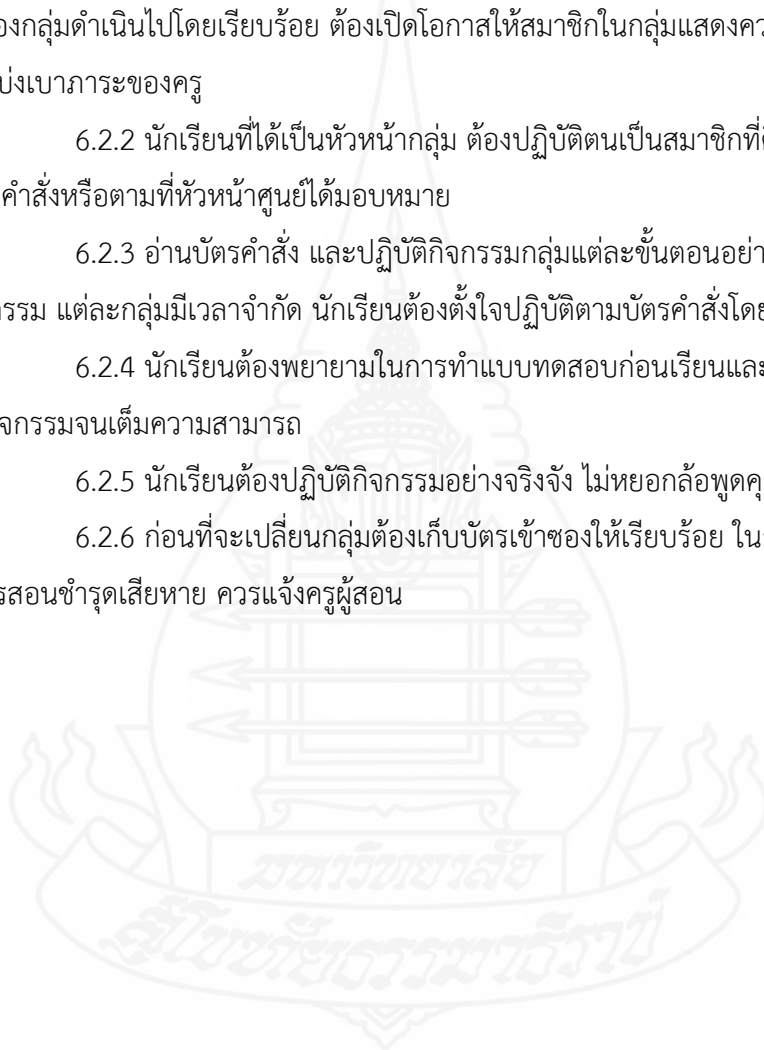
6.2.2 นักเรียนที่ได้เป็นหัวหน้ากลุ่ม ต้องปฏิบัติตนเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม โดยการปฏิบัติตามคำสั่งหรือตามที่หัวหน้าศูนย์ได้มอบหมาย

6.2.3 อ่านบัตรคำสั่ง และปฏิบัติตามกิจกรรมกลุ่มแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง การปฏิบัติตามกิจกรรม แต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัด นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติตามบัตรคำสั่งโดยเคร่งครัด

6.2.4 นักเรียนต้องพยายามในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และประกอบกิจกรรมจนเต็มความสามารถ

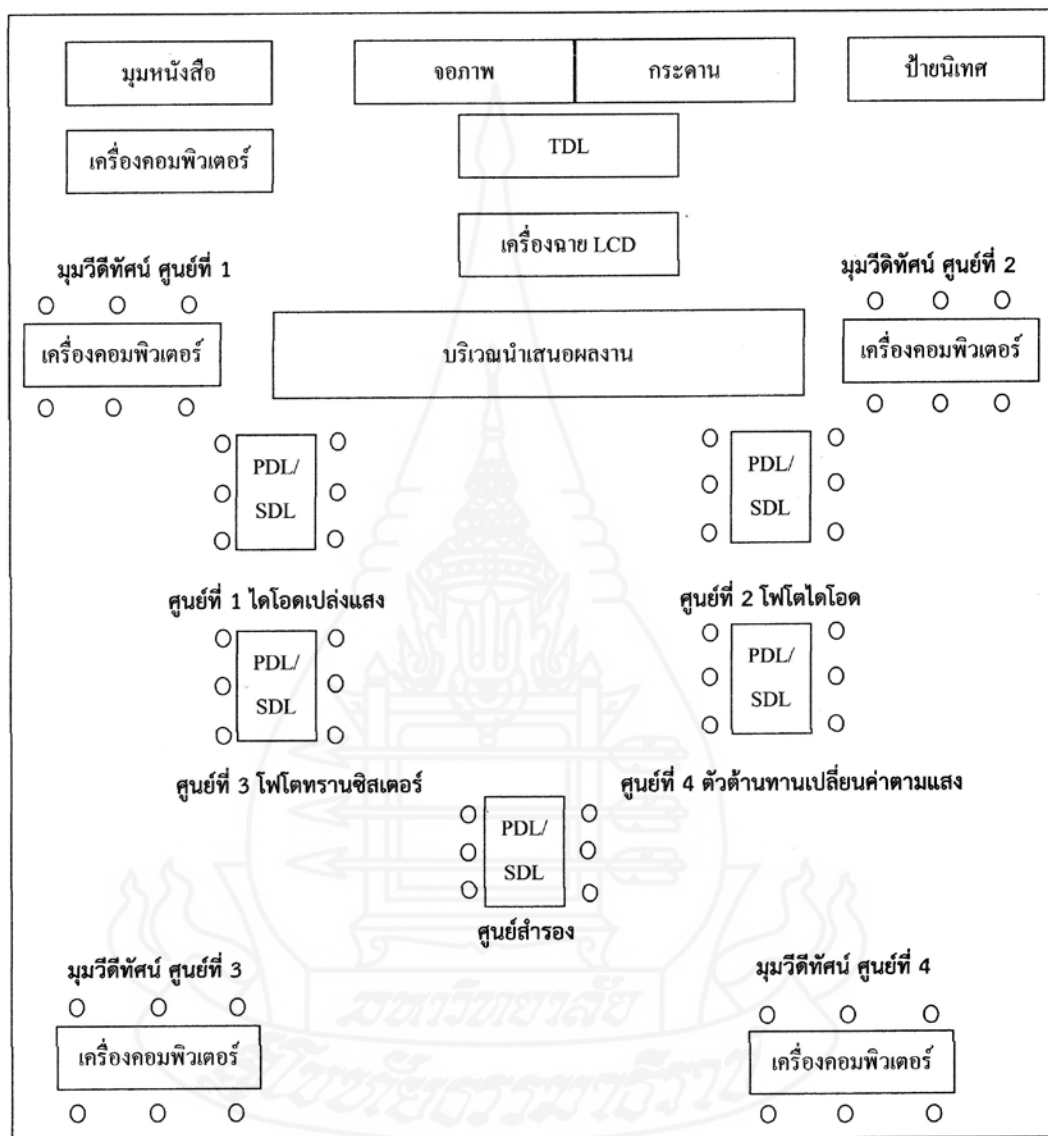
6.2.5 นักเรียนต้องปฏิบัติตามกิจกรรมอย่างจริงจัง ไม่หยอกล้อพูดคุยกัน

6.2.6 ก่อนที่จะเปลี่ยนกลุ่มต้องเก็บบัตรเข้าช่องให้เรียบร้อย ในกรณีที่พบว่าบัตรหรือสื่อการสอนชำรุดเสียหาย ควรแจ้งครูผู้สอน



7. แผนผังการจัดชั้นเรียนและการจัดชั้นเรียน

แผนผังการจัดชั้นเรียน



หมายเหตุ TDL หมายถึง การเรียนกับครู
PDL หมายถึง การเรียนกับเพื่อน
SDL หมายถึง การเรียนเอง

การจัดชั้นเรียน แบ่งห้องเรียนเป็นบริเวณนำเสนอผลงานด้านหน้าห้องเรียน จัดเก้าอี้และโต๊ะชิดกันเป็น 4 ศูนย์ ศูนย์สำรอง 1 ศูนย์ แต่ละศูนย์มีนักเรียน 5 - 6 คน มีมุมวิดิทัศน์ของแต่ละศูนย์ มุมเครื่องคอมพิวเตอร์ และป้ายนิเทศ

8. สิ่งอำนวยความสะดวก

การจัดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้เพื่อเน้นฝึกปฏิบัติ ในห้องเรียนควรจัดสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อเอื้อต่อการเรียนรู้ ได้แก่ สไลด์คอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ จอภาพ ไมโครโฟน และเครื่องเล่นแอลซีดี

9. การประเมินการเรียนรู้

การประเมินการเรียนรู้ครอบคลุม ประเภทของการประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน สาระที่ประเมิน และเกณฑ์ในการประเมิน

9.1 การประเมินก่อนเรียน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎีเป็นปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 16 ข้อ และภาคปฏิบัติ 1 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน

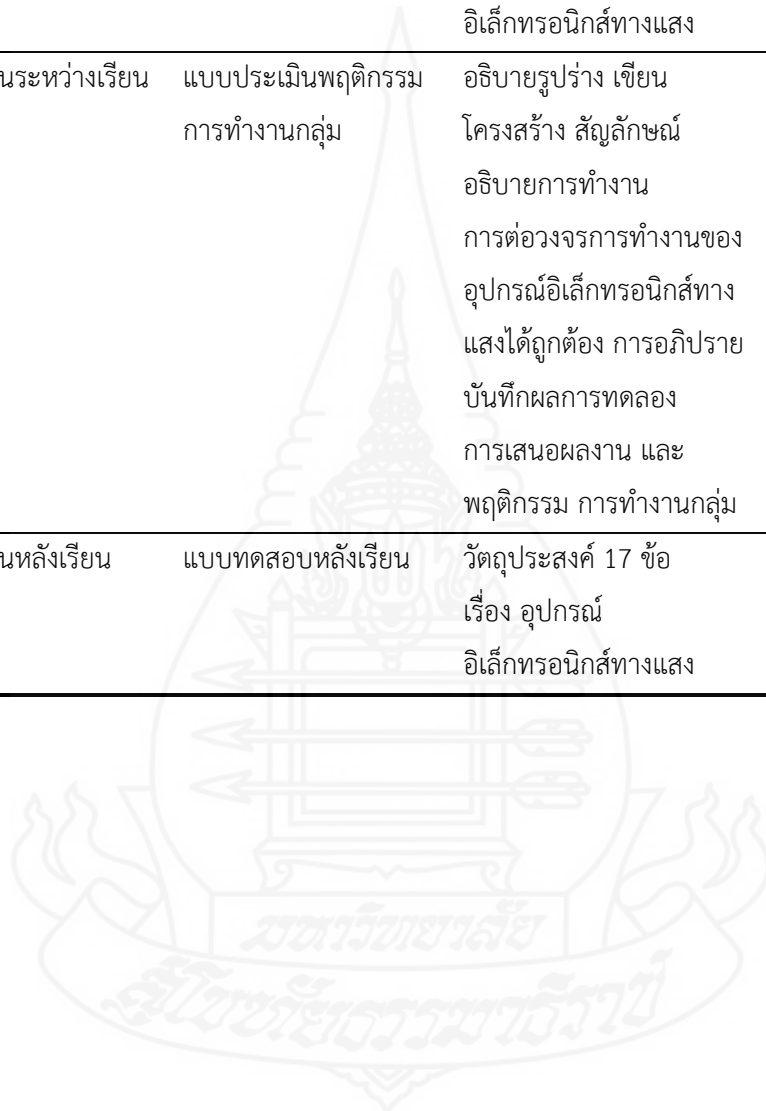
9.2 การประเมินกิจกรรมระหว่างเรียน ได้แก่ นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่าง เขียน โครงสร้าง สัญลักษณ์ อธิบายการทำงาน การต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงได้ ถูกต้อง การอภิปราย บันทึก ผลการทดลอง การเสนอผลงาน และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

9.3 การประเมินหลังเรียน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎีเป็นปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 16 ข้อ และภาคปฏิบัติ 1 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนเป็นแบบคู่ขนาน

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน คือ E_1/E_2 คือ (1) การประเมินกระบวนการ กิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และ (2) การประเมินผลลัพธ์ (การทดสอบหลังเรียน) (E_2) โดยตั้งเกณฑ์ 80/80

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบทดสอบ และแบบประเมินพฤติกรรม

ประเภทการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	สาระการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	วัตถุประสงค์ 17 ข้อ เรื่อง อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	คะแนนเต็ม (16)
2. ประเมินระหว่างเรียน	แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	อธิบายรูปร่าง เขียน โครงสร้าง สัญลักษณ์ อธิบายการทำงาน การต่อวงจรการทำงานของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทาง แสงได้ถูกต้อง การอธิบาย บันทึกผลการทดลอง การเสนอผลงาน และ พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	คะแนนเต็ม (45) E ₁ 80
3. ประเมินหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	วัตถุประสงค์ 17 ข้อ เรื่อง อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	คะแนนเต็ม (16) E ₂ 80



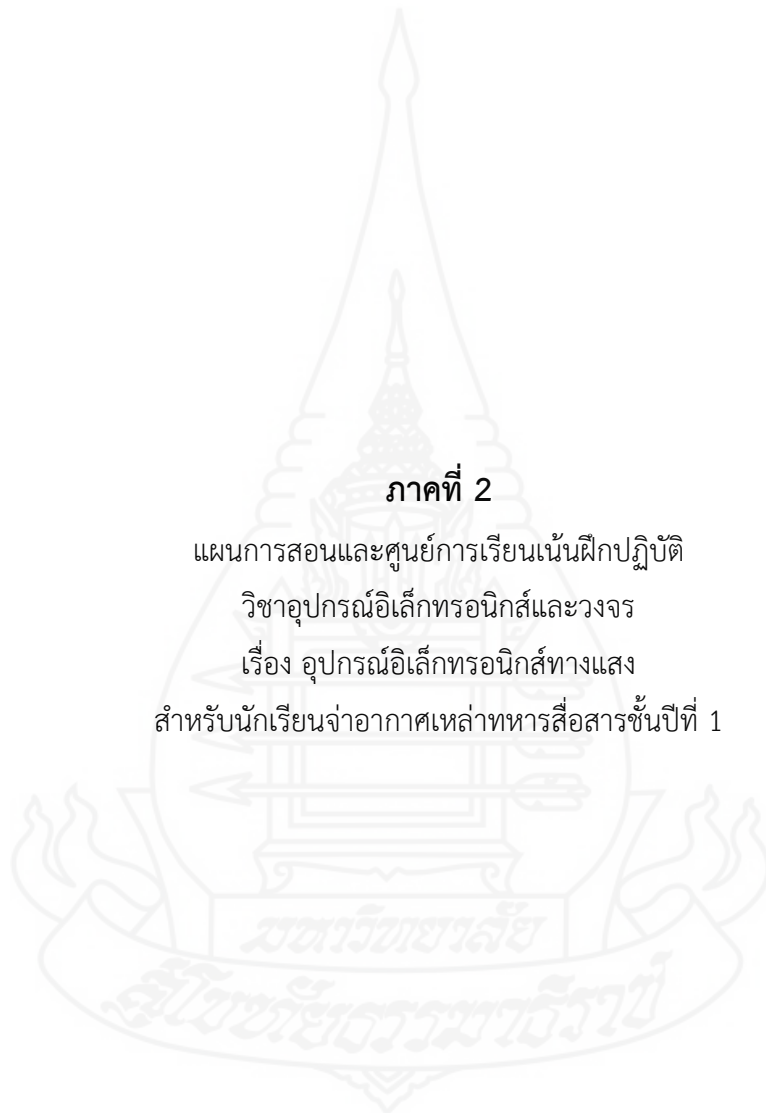
ภาคที่ 2

แผนการสอนและศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1



แผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง เวลา 4 ชั่วโมง

หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ไดโอดเปล่งแสง
 - 1.2 โฟโตไดโอด
 - 1.3 โฟโตทรานซิสเตอร์
 - 1.4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
- ศูนย์สำรอง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

แนวคิด

1. ไดโอดเปล่งแสง หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีตัวถังเป็นพลาสติกสีต่าง ๆ โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขา A และ K ต่อออกมาใช้งาน สัญลักษณ์เป็นรูปสามเหลี่ยมมีขีดอยู่ด้านแหลมมีลูกศรชี้ออก 2 ขีด และทำงานโดยการจ่ายแรงดันไบแอสตรง
2. โฟโตไดโอด หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีตัวถังเป็นพลาสติกเคลือบสีเข้ม โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกันบรรจุอยู่ในกระป๋องโลหะหรือพลาสติกทึบแสง มีขา A และ K ต่อออกมาใช้งาน สัญลักษณ์เป็นรูปสามเหลี่ยมมีขีดอยู่ด้านแหลมมีลูกศรชี้เข้า 2 ขีด หรือตัวแลมด้า (λ) และทำงานโดยการจ่ายแรงดันไบแอสกลับ
3. โฟโตทรานซิสเตอร์ หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีตัวถังเป็นพลาสติกเคลือบสีเข้ม โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 3 ตอน NPN บรรจุอยู่ในกระป๋องโลหะหรือพลาสติกทึบแสง มีขา E, C, และ B สัญลักษณ์เป็นรูปวงกลมภายในมีลูกศรชี้ออกที่ขา E มีลูกศรชี้เข้า 2 ขีด และทำงานโดยการจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับ C ไบแอสตรงให้กับ E
4. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีตัวถังเป็นเซรามิก ถูกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเรซิน โครงสร้างผลิตจากสารกึ่งตัวนำผสม เป็นชั้นบาง ๆ ขดเป็นเส้นหยักไปมาบนฉนวน มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา สัญลักษณ์เป็นรูปวงกลมภายในมีรูปฟันเลื่อยและตัวแลมด้า (λ) อยู่ด้านล่าง หรือมีลูกศรชี้เข้า 2 ขีด และทำงานเมื่อมีแสงตกกระทบ โดยความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. หลังจากศึกษา เรื่อง “ไดโอดเปล่งแสง” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของ ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษา เรื่อง “ไดโอดเปล่งแสง” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้าง ของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษา เรื่อง “ไดโอดเปล่งแสง” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ ของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษา เรื่อง “ไดโอดเปล่งแสง” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษา เรื่อง “ไดโอดเปล่งแสง” แล้ว นักเรียนสามารถต่อวงจรการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตไดโอด” แล้วนักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของ โฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตไดโอด” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของ โฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
8. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตไดโอด” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของ โฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
9. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตไดโอด” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของ โฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
10. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตไดโอด” แล้ว นักเรียนสามารถต่อวงจรการทำงานของ โฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
11. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตทรานซิสเตอร์” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของ โฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
12. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตทรานซิสเตอร์” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้าง ของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
13. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตทรานซิสเตอร์” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ ของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
14. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตทรานซิสเตอร์” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของ โฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
15. หลังจากศึกษา เรื่อง “โฟโตทรานซิสเตอร์” แล้ว นักเรียนสามารถต่อวงจรการ ทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง

16. หลังจากศึกษา เรื่อง “ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง

17. หลังจากศึกษา เรื่อง “ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง

18. หลังจากศึกษา เรื่อง “ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง” แล้ว นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง

19. หลังจากศึกษา เรื่อง “ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง

20. หลังจากศึกษา เรื่อง “ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง” แล้ว นักเรียนสามารถต่อวงจรการทำงานตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง

ตารางที่ 5.1 ตารางแบบเรียงหัวข้อ

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียน	สื่อการสอน	ประเมินการเรียน
	ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	1. ประเมินก่อนเรียน
	ทำแบบทดสอบก่อนเรียน	จำนวน 17 ข้อ ประกอบด้วย ภาคทฤษฎี 16 ข้อ และ ภาคปฏิบัติ 1 ข้อ	ประเมินจากการทำ แบบทดสอบก่อนเรียน
	ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน		
	1. ทบทวนการเรียนเรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หนึ่งรอยต่อ สอง รอยต่อ และ สามรอยต่อ	1. ตำราเรียนอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย	
	2. สรุปการทบทวน	2.1 ไดโอดเปล่งแสงจำนวน	
	3. นำเข้าสู่เรื่องที่เรียน	10 ตัว	
	4. ซึ่ประเด็นที่นักเรียนต้อง เรียน	2.2 โฟโตไดโอด จำนวน 10 ตัว	
	5. แบ่งกลุ่มการเรียน เป็น 4 กลุ่ม	2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ จำนวน 10 ตัว 2.4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่า ตามแสง จำนวน 10 ตัว	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการสอน	ประเมินการเรียนรู้
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง	ชั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้		2. ประเมินกิจกรรมระหว่างเรียน
1.1 รูปร่าง	ศูนย์ที่ 1		1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
1.2 โครงสร้าง	1. อ่านบัตรคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่ง	1. บัตรคำสั่ง 6 แผ่น	2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
1.3 สัญลักษณ์	2. อ่านบัตรเนื้อหา เรื่อง ไดโอดเปล่งแสง	2. บัตรเนื้อหา 6 แผ่น	3. นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
1.4 การทำงาน	3. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสง”	3. วีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสง”	4. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
	4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง	4. บัตรกิจกรรม 6 แผ่น	5. นักเรียนสามารถต่อวงจรการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
	5. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ	5. เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลองการทำงานของ ไดโอดเปล่งแสง จำนวน 1 ชุด	
	6. ตรวจสอบคำตอบในบัตรเฉลย	6. แบบฝึกปฏิบัติ 21 เล่ม	
		7. บัตรคำถาม 6 แผ่น	
		8. บัตรเฉลย 6 แผ่น	
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด	ศูนย์ที่ 2		
1.1 รูปร่าง	1. อ่านบัตรคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่ง	1. บัตรคำสั่ง 6 แผ่น	1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
1.2 โครงสร้าง	2. อ่านบัตรเนื้อหาเรื่อง โฟโตไดโอด	2. บัตรเนื้อหา 6 แผ่น	2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
1.3 สัญลักษณ์	3. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของ โฟโตไดโอด”	3. วีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”	
1.4 การทำงาน		4. บัตรกิจกรรม 6 แผ่น	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการสอน	ประเมินการเรียนรู้
	4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติต่อวงจรถ่ายงานของโฟโตไดโอด	5. เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลองการทำงานของโฟโตไดโอด จำนวน 1 ชุด	3. นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
	5. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ	6. แบบฝึกปฏิบัติ 21 เล่ม	4. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
	6. ตรวจสอบคำตอบในบัตรเฉลย	7. บัตรคำถาม 6 แผ่น 8. บัตรเฉลย 6 แผ่น	5. นักเรียนสามารถต่อวงจรถ่ายงานของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
ศูนย์ที่ 2	ศูนย์ที่ 2		
โฟโตไดโอด	1. อ่านบัตรคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่ง	1. บัตรคำสั่ง 6 แผ่น	1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง
1.1 รูปร่าง	2. อ่านบัตรเนื้อหาเรื่องโฟโตไดโอด	2. บัตรเนื้อหา 6 แผ่น	2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง
1.2 โครงสร้าง	3. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรถ่ายงานของโฟโตไดโอด”	3. วีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรถ่ายงานของโฟโตไดโอด”	3. นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง
1.3 สัญลักษณ์	4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติต่อวงจรถ่ายงานของโฟโตไดโอด	4. บัตรกิจกรรม 6 แผ่น	4. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง
1.4 การทำงาน	5. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ	5. เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลองการทำงานของโฟโตไดโอด จำนวน 1 ชุด	5. นักเรียนสามารถต่อวงจรถ่ายงานของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
	6. ตรวจสอบคำตอบในบัตรเฉลย	6. แบบฝึกปฏิบัติ 21 เล่ม 7. บัตรคำถาม 6 แผ่น 8. บัตรเฉลย 6 แผ่น	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

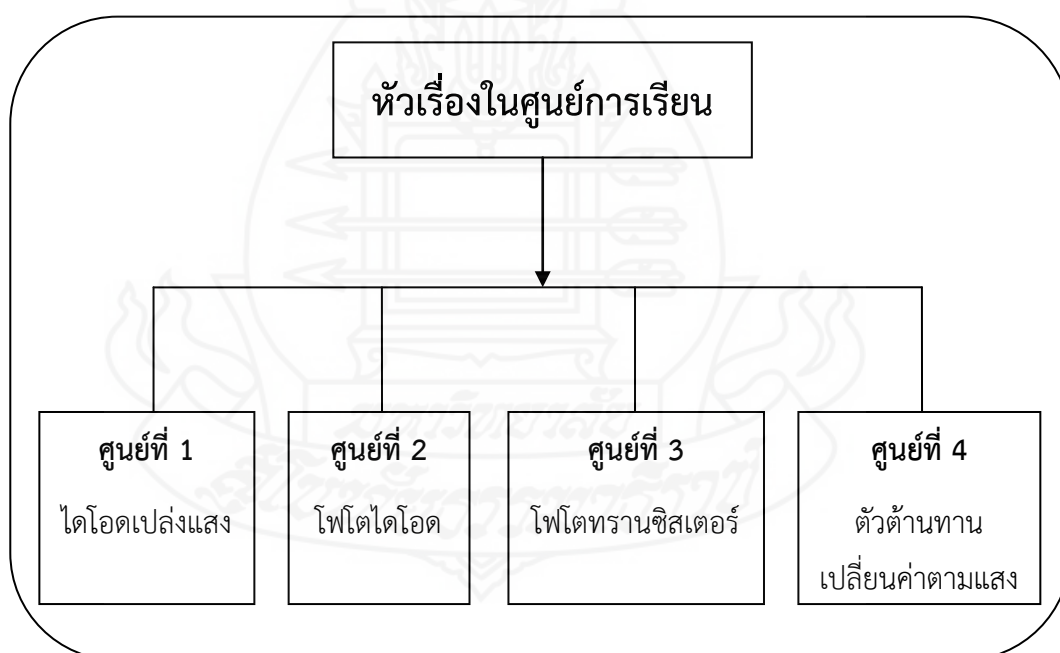
เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการสอน	ประเมินการเรียนรู้
ศูนย์ที่ 3	ศูนย์ที่ 3		
โพลีโททรานซิสเตอร์	1. อ่านบัตรคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่ง	1. บัตรคำสั่ง 6 แผ่น	1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของโพลีโททรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
1.1 รูปร่าง	2. อ่านบัตรเนื้อหาเรื่องโพลีโททรานซิสเตอร์	2. บัตรเนื้อหา 6 แผ่น	2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของโพลีโททรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
1.2 โครงสร้าง	3. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์”	3. วีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์”	3. นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของโพลีโททรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
1.3 สัญลักษณ์	4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์	4. บัตรกิจกรรม 6 แผ่น	4. นักเรียนสามารถตรวจสอบการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์ได้
1.4 การทำงาน	5. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ	5. เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลองการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์ จำนวน 1 ชุด	5. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
	6. ตรวจสอบคำตอบในบัตรเฉลย	6. แบบฝึกปฏิบัติ 21 เล่ม	6. นักเรียนสามารถต่อวงจรการทำงานของโพลีโททรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
		7. บัตรคำถาม 6 แผ่น	
		8. บัตรเฉลย 6 แผ่น	
ศูนย์ที่ 4	ศูนย์ที่ 4		
ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	1. อ่านบัตรคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่ง	1. บัตรคำสั่ง 6 แผ่น	1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง
1.1 รูปร่าง	2. อ่านบัตรเนื้อหาเรื่องตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	2. บัตรเนื้อหา 6 แผ่น	2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงได้ถูกต้อง
1.2 โครงสร้าง	3. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”	3. วีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”	
1.3 สัญลักษณ์			
1.4 การทำงาน			

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการสอน	ประเมินการเรียนรู้
	4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้ว ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงาน ของตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง	4. บัตรกิจกรรม 6 แผ่น 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ ทดลองการทำงานของ ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตาม แสง จำนวน 1 ชุด	3. นักเรียนสามารถเขียน สัญลักษณ์ของตัว ต้านทานเปลี่ยนค่า ตามแสง ได้ถูกต้อง
	5. อ่านบัตรคำถามแล้ว ตอบคำถามลงในแบบ ฝึกปฏิบัติ	6. แบบฝึกปฏิบัติ 21 เล่ม 7. บัตรคำถาม 6 แผ่น	4. นักเรียนสามารถ อธิบายการทำงาน ของตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง ได้ถูกต้อง
	6. ตรวจสอบคำตอบในบัตร เฉลย	8. บัตรเฉลย 6 แผ่น	5. นักเรียนสามารถ ต่อวงจรการทำงาน ของ ตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง ได้ถูกต้อง
ศูนย์สำรอง	ศูนย์สำรอง		
“ตรวจสอบอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์”	1. อ่านบัตรคำสั่งแล้ว ปฏิบัติตามคำสั่ง 2. อ่านบัตรกิจกรรมแล้ว ฝึกปฏิบัติการตรวจสอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทางแสง โดยใช้ไอทม์ มิเตอร์	1. บัตรคำสั่ง 6 แผ่น 2. บัตรกิจกรรม 6 แผ่น 3. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทางแสง จำนวน 10 ตัว 4. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ จำนวน 5 ตัว	
	ขั้นที่ 4 สรุบบทเรียน		
	1. นักเรียนช่วยกันสรุบบทเรียนแต่ละศูนย์	ป้ายนิเทศ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	
	2. จัดทำป้ายนิเทศ		
	ขั้นที่ 5 ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 17 ข้อประกอบด้วย ภาคทฤษฎี 16 ข้อ และ ภาคปฏิบัติ 1 ข้อ	3. การประเมินหลังเรียน ประเมินจากการทำ แบบทดสอบหลังเรียน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 5 - 6 คน
2. ทบทวนการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หนึ่งรอยต่อ สองรอยต่อ และสามรอยต่อ
3. สรุปการทบทวน
4. นำเข้าสู่เรื่องที่เรียน
5. ชี้ประเด็นที่นักเรียนต้องเรียน



บัตรคำสั่ง
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

โปรดอ่านบัตรคำสั่งแผ่นนี้แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ด้วยความตั้งใจ

ศูนย์ที่ 1

1. อ่านบัตรเนื้อหา เรื่อง ไดโอดเปล่งแสง
2. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง” ที่มุมวีดิทัศน์
3. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติตามกิจกรรม เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”
4. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ
5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย

เมื่อประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ขอให้นักเรียนเก็บบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลย เข้าซอง เก็บสื่อการสอนทุกประเภทให้เรียบร้อยก่อนย้ายไปเรียนในศูนย์อื่น

ห้ามหยิบชิ้นส่วนใดติดมือไป ยกเว้น แบบฝึกปฏิบัติ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

1. ความหมายของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) หรือ แอลอีดี (LED) เป็นไดโอดชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอนต่อชนกัน คือ สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา คือ สารชนิด N เป็นขาแคโทด (K) สารชนิด P เป็นขาแอโนด (A) การทำงานไดโอดเปล่งแสง เมื่อได้รับไบแอสตรงค่าต่ำที่พอเหมาะ จะเกิดกระแสไหลผ่านตัวไดโอดเปล่งแสง ทำให้ ไดโอดเปล่งแสง เปล่งแสงออกมา

2. รูปร่างของไดโอดเปล่งแสง

รูปร่างของไดโอดเปล่งแสง มีตัวถังเป็นพลาสติกสีต่าง ๆ มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา ดังภาพที่ 5.1

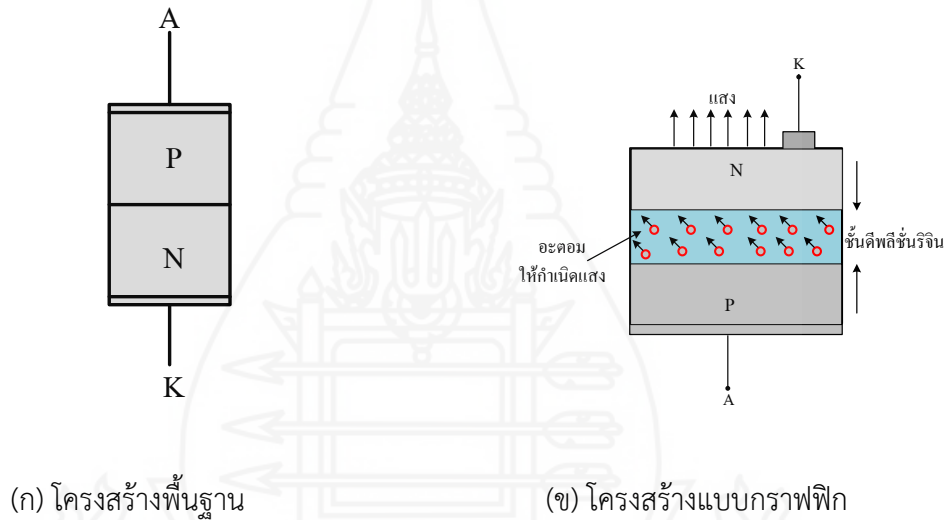


ภาพที่ 5.1 รูปร่างของไดโอดเปล่งแสง

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

3. โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง

โครงสร้างพื้นฐานของไดโอดเปล่งแสง เหมือนไดโอดธรรมดา ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขั้ว A และขั้ว K ต่อออกมาใช้งาน แตกต่างกันที่เนื้อสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ผลิต ไดโอดเปล่งแสง ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

4. สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง

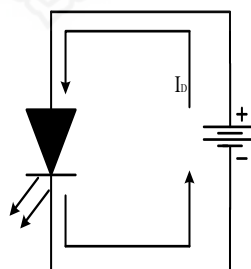
สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง เป็นรูปสามเหลี่ยมมีขีดอยู่ด้านแหลมมีลูกศรชี้ออก 2 ขีด ลูกศรชี้ออกเป็นสัญลักษณ์ของแสงที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสง ดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง

5. การทำงานของไดโอดเปล่งแสง

การทำงานของไดโอดเปล่งแสง เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้ตัวไดโอดเปล่งแสง ทำให้เกิดกระแสไหลผ่านตัว ไดโอดเปล่งแสง อิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่จากสารชนิด N ผ่านรอยต่อไปยังสารชนิด P การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระผ่านรอยต่อ PN เป็นผลให้ระดับพลังงานอิเล็กตรอนเกิดการเปลี่ยนแปลง อิเล็กตรอนอิสระคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแสงเป็นส่วนใหญ่ และเปลี่ยนเป็นความร้อนบ้างเล็กน้อย แสงที่เกิดขึ้นมาจากตัว ไดโอดเปล่งแสงเคลื่อนที่เป็นลำออกไปในช่องทางที่ถูกกำหนดให้ ภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 การทำงานของไดโอดเปล่งแสง

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

แสงที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงมี 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดแสงที่ตามองเห็น มีสีหลัก 4 สี คือ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน นำสีหลักมารวมกันจะได้สีอื่น ๆ ออกมาอีกมากมาย ในปัจจุบันสีที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงมีสีครบทุกสีโดยใช้การผสมสีจากสีหลัก ส่วนชนิดแสงที่ตามองไม่เห็นเป็นแสงใต้แดง สีของแสง ที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสง แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเนื้อสารกึ่งตัวนำที่นำมาผลิตแตกต่างกัน เช่น ใช้สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ (GaAs) กำเนิดแสงย่านแสงใต้ออกมาใช้สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ฟอสไฟด์ (GaAsP) กำเนิดแสงย่านสีเหลืองและสีส้มออกมา ใช้สารแกลเลียมฟอสไฟด์ (GaP) กำเนิดแสงย่านสีเขียวออกมา ใช้สารอลูมิเนียมแกลเลียมอินเดียมฟอสไฟด์ (AlGaInP) กำเนิดแสงย่านสีแดงสว่างออกมา และใช้สารแกลเลียมไนโตรเจนร่วมกับสารซิลิคอนคาร์บอน (GaN/SiC) กำเนิดแสงย่านสีน้ำเงินสว่างออกมา เป็นต้น การกำเนิดแสงของตัว LED จะกำเนิดขึ้นบริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ PN การทำงานของตัว ไดโอดเปล่งแสง แสดงได้ดังภาพที่ 5.4

โดยสรุป ไดโอดเปล่งแสง เป็นไดโอดชนิดหนึ่ง มีตัวถังเป็นพลาสติกสีต่าง ๆ โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขา A และ K ต่อออกมาใช้งาน สัญลักษณ์เป็นรูปสามเหลี่ยม มีขีดอยู่ด้านแหลม มีลูกศรชี้ออก 2 ขีด และทำงานโดยการจ่ายแรงดันไบแอสตรง เมื่อทำงานจะกำเนิดแสงออกมา แสงที่เปล่งออกมามี 2 ชนิด คือ ชนิดแสงที่ตามองเห็น มีสีหลัก คือ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน เมื่อนำสีหลักรวมกันจะได้สีอื่น ๆ ออกมา ส่วนที่ตามองไม่เห็น เป็นแสงใต้แดง

หลังจากศึกษาเนื้อหาศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง แล้วให้นักเรียนไปที่มุมวิดิทัศน์ของศูนย์ที่ 1 เพื่อชมวิดิทัศน์ หลังชมวิดิทัศน์จึงมาทำกิจกรรม

บัตรกิจกรรม
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

ก่อนการฝึกปฏิบัติ ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

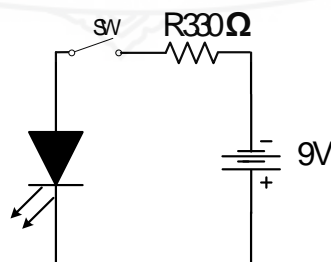
- คำสั่ง 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง แล้วบันทึกผลและสรุปผล
การฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ไดโอดเปล่งแสง | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ซึ่งเป็นการไปแอสกลับ



3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)

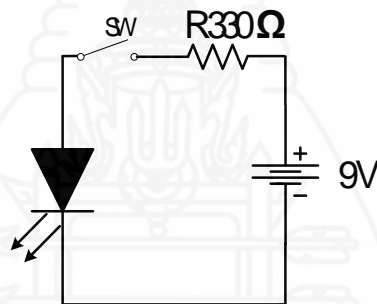
บัตรกิจกรรม (ต่อ)
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

5. ตรวจสอบเช็คไดโอดเปล่งแสงทำงานหรือไม่ ถ้าทำงานจะกำเนิดแสงออกมา แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ

6. ประกอบวงจรตามภาพ ซึ่งเป็นการไบแอสตรง ฝึกปฏิบัติตามขั้นตอน 3 – 5 อีกครั้ง



7. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. ไบแอสกลับ		
2. ไบแอสตรง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ชั้นปีที่ 1

เฉลยบัตรกิจกรรม
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

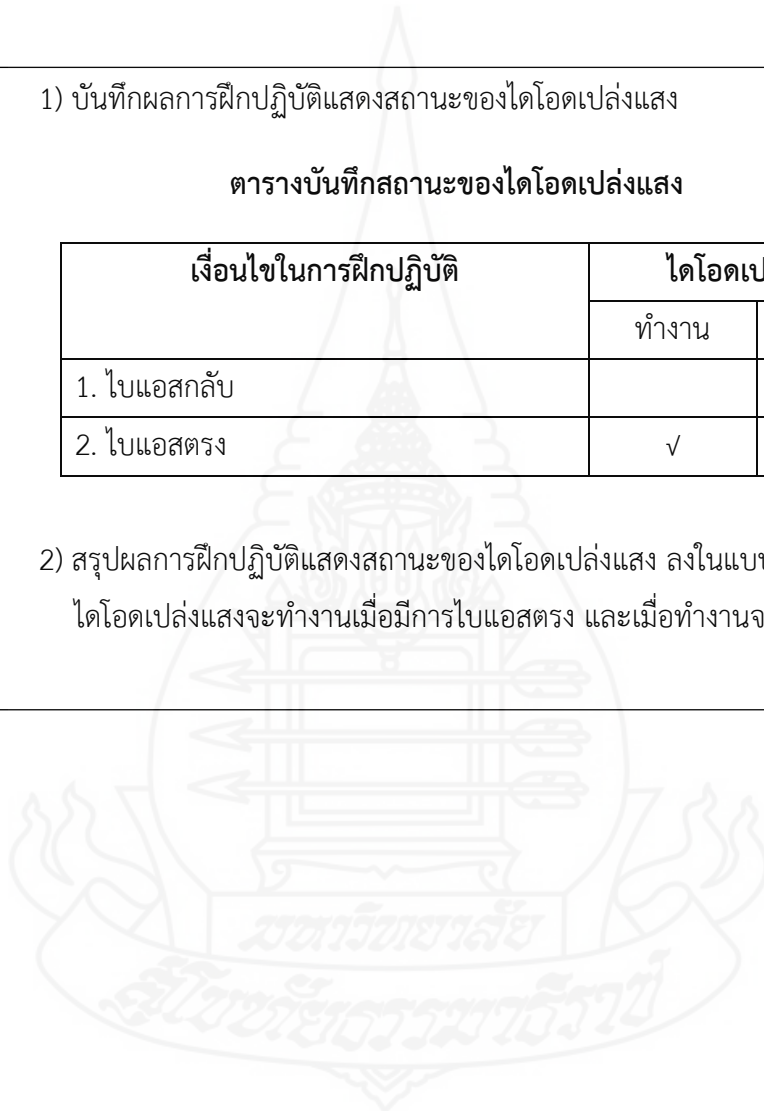
1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. ไบแอสกลับ		✓
2. ไบแอสตรง	✓	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ
ไดโอดเปล่งแสงจะทำงานเมื่อมีการไบแอสตรง และเมื่อทำงานจะกำเนิดแสง

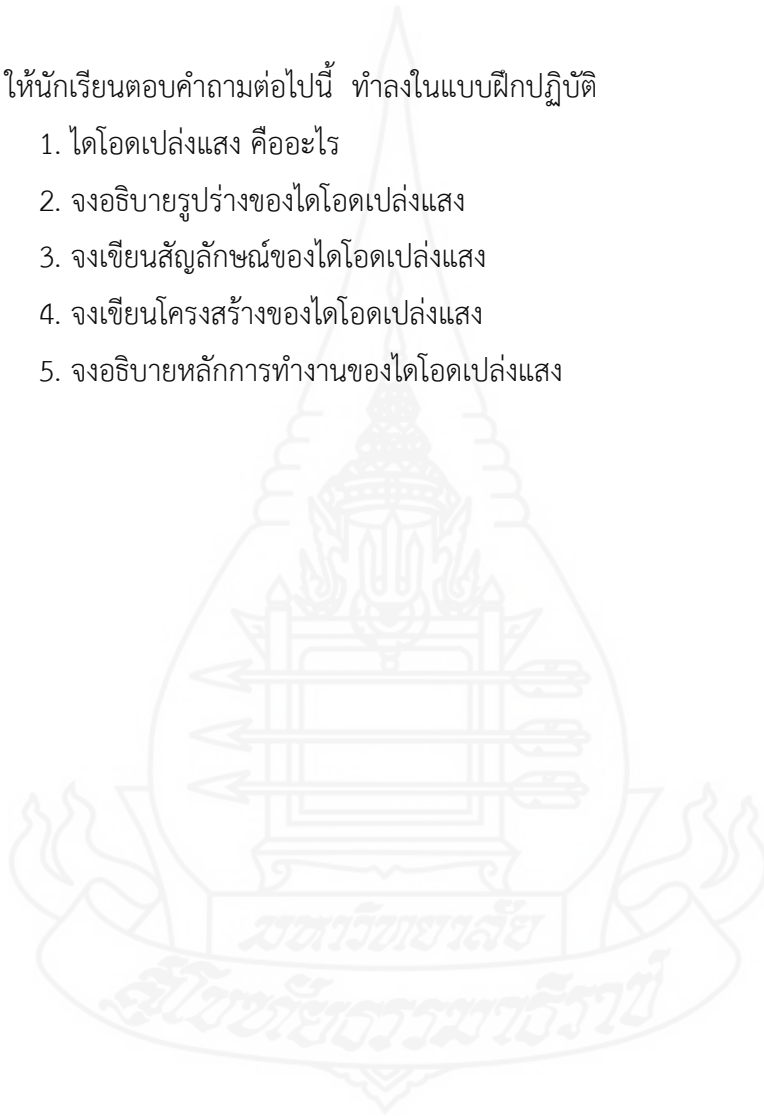
ออกมา



บัตรคำถาม
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

1. ไดโอดเปล่งแสง คืออะไร
2. จงอธิบายรูปร่างของไดโอดเปล่งแสง
3. จงเขียนสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง
4. จงเขียนโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง
5. จงอธิบายหลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

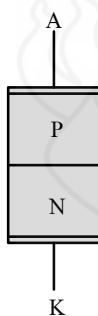


บัตรเฉลย
ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

1. เป็นไดโอดชนิดหนึ่ง เมื่อทำงานจะกำเนิดแสงออกมา
2. ตัวถังเป็นพลาสติกสีต่าง ๆ มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- 3.



4.



5. เมื่อได้รับไบแอสตรงค่าต่ำที่เหมาะสม จะเกิดกระแสไหลผ่านตัวไดโอดเปล่งแสง ทำให้ไดโอดเปล่งแสง กำเนิดแสงออกมา

บัตรคำสั่ง
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

โปรดอ่านบัตรคำสั่งแผ่นนี้แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ด้วยความตั้งใจ

1. อ่านบัตรเนื้อหาเรื่อง โฟโตไดโอด
2. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด” ที่มุมวีดิทัศน์ศูนย์ที่ 2
3. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติตามกิจกรรม เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

4. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ

5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย

เมื่อประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ขอให้นักเรียนเก็บบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลยเข้าซองแล้ว เก็บสื่อการสอนทุกประเภทให้เรียบร้อยก่อนย้ายไปเรียนในศูนย์อื่น

ห้ามหยิบชิ้นส่วนใดติดมือไป ยกเว้น แบบฝึกปฏิบัติ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

1. ความหมายของโฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด (Photodiode) คือ ไดโอดที่ทำงานได้ด้วยแสง แสงที่ตกกระทบบนตัวโฟโตไดโอดส่งผลต่อค่าความต้านทานภายในตัวเปลี่ยนแปลงไป โฟโตไดโอดเกิดการ ทำงาน มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา สารชนิด N เป็นคาแคโทด (K) สารชนิด P เป็นคาแอโนด (A) ผลิตขึ้นมาได้จากสารกึ่งตัวนำหลายชนิด เช่น ซิลิคอน (Si) เจอร์เมเนียม (Ge) และซีลีเนียม (Se) เป็นต้น

2. รูปร่างของโฟโตไดโอด

รูปร่างของโฟโตไดโอด ตัวถังเป็นพลาสติกหรือโลหะเคลือบสีเข้มไว้เพื่อลดความไวในการรับแสงด้านข้างลง มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา ดังภาพที่ 5.5



(ก) ตัวถังพลาสติก

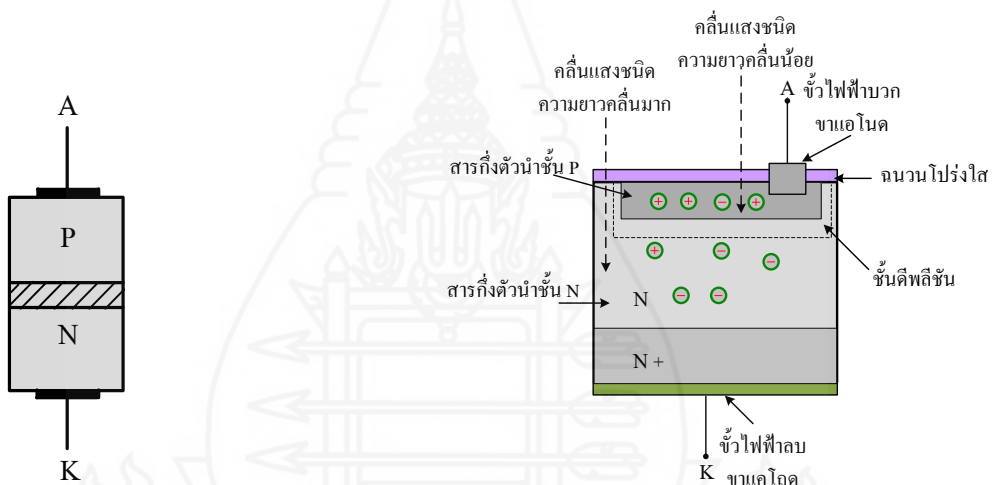
(ข) ตัวถังโลหะ

ภาพที่ 5.5 รูปร่างของโฟโตไดโอด

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

3. โครงสร้างของโฟโตไดโอด

โครงสร้างพื้นฐานของโฟโตไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน บรรจุอยู่ในกระป๋องโลหะ หรือพลาสติกทึบแสง มีส่วนบนหรือส่วนหน้าเป็นเลนส์รวมแสง มีจุดโฟกัสแสงตกกระทบบริเวณรอยต่อ PN พอดี ดังภาพที่ 5.6



(ก) โครงสร้างพื้นฐาน

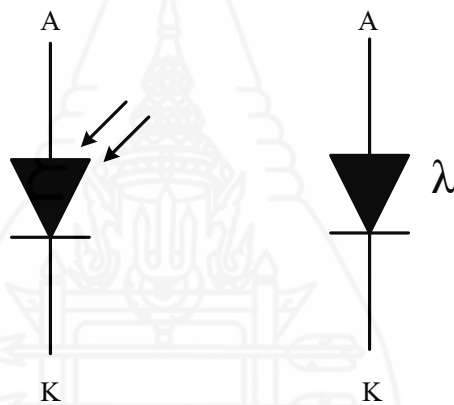
(ข) โครงสร้างแบบกราฟฟิก

ภาพที่ 5.6 โครงสร้างของโฟโตไดโอด

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

4. สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด

สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด เป็นรูปสามเหลี่ยม มีขีดอยู่ด้านแหลม มีลูกศรชี้เข้า 2 ชิด เป็นการแทนแสงที่ส่องมากระทบตัวโฟโตไดโอด หรือตัวแลมด้า (λ) กำกับไว้หมายถึงแสงที่โฟโตไดโอดต้องการ ดังภาพที่ 5.7

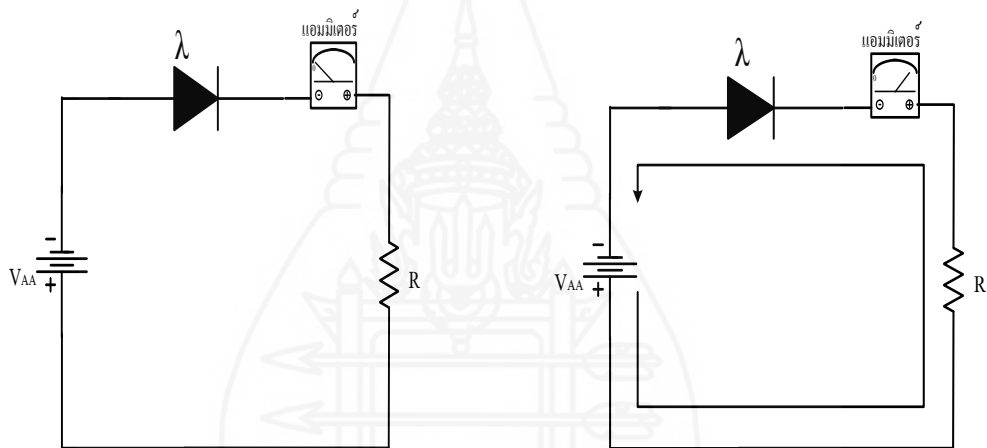


ภาพที่ 5.7 สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

5. การทำงานของโฟโตไดโอด

การทำงานของโฟโตไดโอดจะต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับตัวโฟโตไดโอด แบบไม่ถึงจุดแรงดันพังทลายของตัวไดโอด เพื่อให้ตัวโฟโตไดโอดไม่ทำงานขณะไม่ได้รับแสง การต่อวงจรทำงานดังภาพที่ 5.8



(ก) ขณะไม่มีแสงตกกระทบบนไม่มีกระแสไหล (ข) ขณะมีแสงตกกระทบบนไม่มีกระแสไหล

ภาพที่ 5.8 การต่อวงจรทำงานของโฟโตไดโอด

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

จากภาพที่ 5.8 (ก) แสดงการต่อวงจรทำงานของโฟโตไดโอดในสภาวะโฟโตไดโอดไม่มีแสงตกกระทบ เนื่องจากโฟโตไดโอดได้รับการไบแอสกลับ และค่าความต้านทานในตัวสูงมาก ตัวจึงไม่นำกระแส อาจมีเพียงกระแสรั่วไหลที่เรียกว่ากระแสมืด (Dark Current) ไหลผ่านเล็กน้อย

ภาพที่ 5.8 (ข) เป็นวงจรในสภาวะโฟโตไดโอดมีแสงตกกระทบ แสงที่ตกกระทบถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานโฟตอน ทำให้ค่าตีพลีชันริจินตรงรอยต่อ PN แคบลงหรือค่าความต้านทานในตัวโฟโตไดโอดลดลงอย่างมาก เกิดกระแสไบแอสกลับไหลผ่านมากขึ้น ปริมาณกระแสไบแอสกลับที่ไหลผ่านจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่ตกกระทบรอยต่อ PN ของโฟโตไดโอด แสงตกกระทบน้อยกระแสไหลน้อย แสงตกกระทบมากกระแสไหลผ่านมาก สิ่งสำคัญคือกระแสไบแอสกลับที่ไหลผ่านตัวโฟโตไดโอด จะต้องไม่ถึงจุดแรงดันพังของตัวไดโอดที่นำมาใช้งาน เพราะจะทำให้ตัวโฟโตไดโอดชำรุดเสียหายได้

โดยสรุป โฟโตไดโอด เป็นไดโอดที่ทำงานได้ด้วยแสง ตัวถังพลาสติกหรือเป็นโลหะเคลือบสีเข้มไว้เพื่อลดความไวในการรับแสงด้านข้างลง มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา โครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน มีสัญลักษณ์เป็นรูปสามเหลี่ยม มีขีดอยู่ด้านแหลม มีลูกศรชี้เข้า 2 ขีด เป็นการแทนแสงที่ส่องมากกระทบตัวโฟโตไดโอด หรือตัวแลมด้า (λ) กำกับไว้หมายถึงแสงที่โฟโตไดโอดต้องการ การนำโฟโตไดโอดไปทำงาน ต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับ แบบไม่ถึงจุดแรงดันพัง เพื่อให้ตัวโฟโตไดโอดไม่ทำงานขณะไม่รับแสง

หลังจากศึกษาเนื้อหาศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด แล้วให้นักเรียนไปที่มุมวิดิทัศน์ของศูนย์ที่ 2 เพื่อชมวิดิทัศน์ หลังชมวิดิทัศน์จึงมาทำกิจกรรม

บัตรกิจกรรม
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

ก่อนการฝึกปฏิบัติ ชมวิดีโอ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

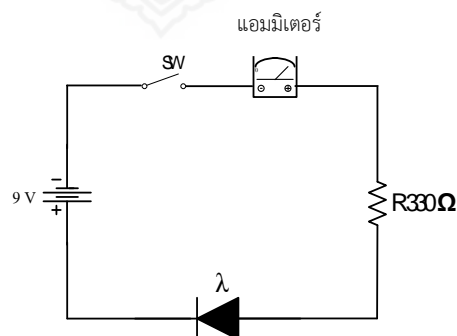
- คำสั่ง 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. โฟโตไดโอด | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไฟฉาย | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 2.5 DCma



บัตรกิจกรรม (ต่อ)

ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด
6. ตรวจสอบเช็คโฟโตไดโอดทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่าโฟโตไดโอดทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
7. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด
8. ตรวจสอบเช็คโฟโตไดโอดทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่าโฟโตไดโอดทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่อง ด้านบนของโฟโตไดโอด		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอดลงในแบบฝึกปฏิบัติ

เฉลยบัตรกิจกรรม
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		√
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่อง ด้านบนของโฟโตไดโอด	√	

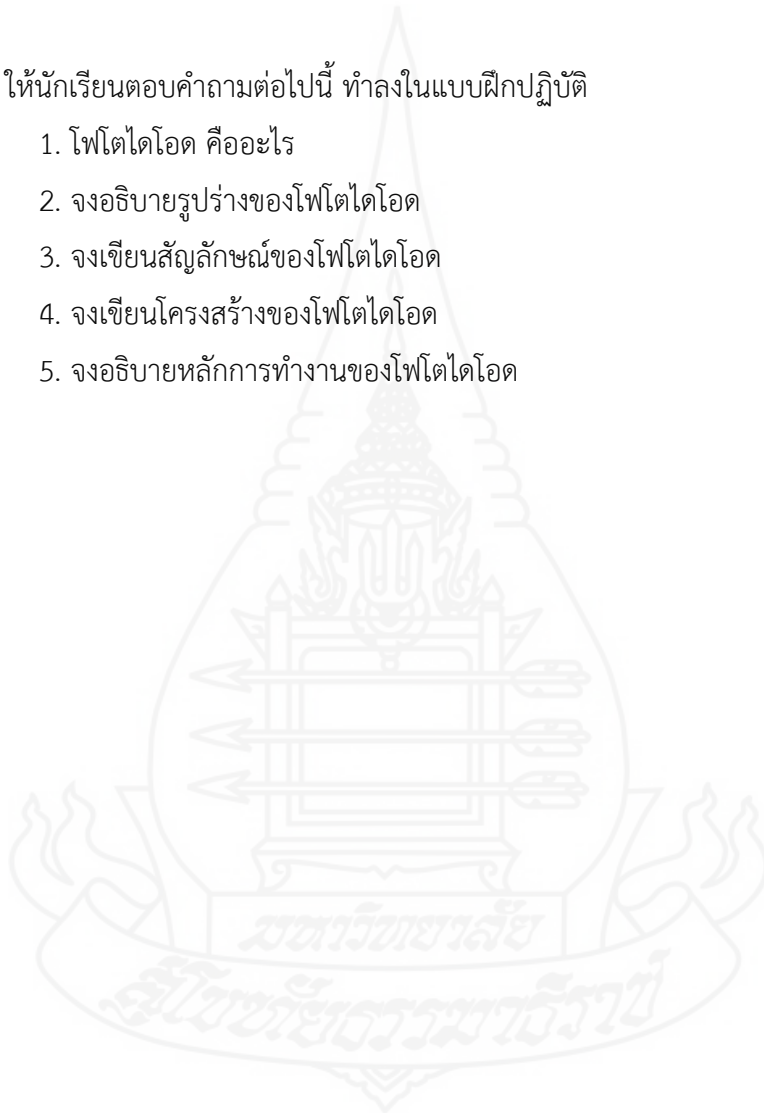
2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

โฟโตไดโอดจะทำงานเมื่อมีการไบแอสกลับ และมีแสงสว่างตกกระทบบน
ของโฟโตไดโอด เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้

บัตรคำถาม
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

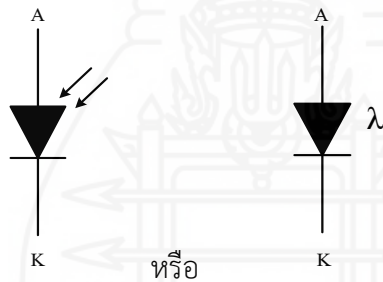
1. โฟโตไดโอด คืออะไร
2. จงอธิบายรูปร่างของโฟโตไดโอด
3. จงเขียนสัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด
4. จงเขียนโครงสร้างของโฟโตไดโอด
5. จงอธิบายหลักการทำงานของโฟโตไดโอด



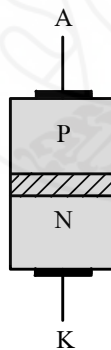
บัตรเฉลย
ศูนย์ที่ 2 โฟโตไดโอด

1. ไดโอดชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานได้ด้วยแสง แสงที่ตกกระทบบนตัวโฟโตไดโอดส่งผลต่อค่าความต้านทานภายในตัวเปลี่ยนแปลงไป
2. รูปร่างของโฟโตไดโอด ตัวถังพลาสติกหรือเป็นโลหะเคลือบสีเข้มไว้เพื่อลดความไวในการรับแสง ด้านข้างลง มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา

3.



4.



5. การทำงานของโฟโตไดโอด จะต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับตัวโฟโตไดโอด และมีแสงส่องมากระทบที่ส่วนรับแสง

บัตรคำสั่ง

ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

โปรดอ่านบัตรคำสั่งแผ่นนี้แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ด้วยความตั้งใจ

1. อ่านบัตรเนื้อหา เรื่อง โฟโตทรานซิสเตอร์
2. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์” ที่มูมวีดิทัศน์

ศูนย์ที่ 3

3. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติตามกิจกรรม เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

4. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ

5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย

เมื่อประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ขอให้นักเรียนเก็บบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลยเข้าซองแล้ว เก็บสื่อการสอนทุกประเภทให้เรียบร้อยก่อนย้ายไปเรียนในศูนย์อื่น

ห้ามหยิบชิ้นส่วนใดติดมือไป ยกเว้น แบบฝึกปฏิบัติ

บัตรเนื้อหา

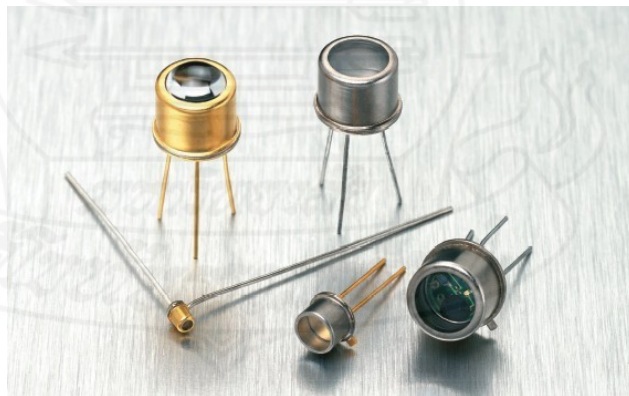
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

1. ความหมายของโฟโตทรานซิสเตอร์

โฟโตทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) เป็นทรานซิสเตอร์ที่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยแสง โดยอาศัยคุณสมบัติสารกึ่งตัวนำเมื่อได้รับแสงแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายในตัวเอง ทำงานตามการควบคุมด้วยแสงที่ตกกระทบ เมื่อทำงานแล้วสามารถให้การขยายสัญญาณที่ส่งเข้ามาในวงจรโฟโตทรานซิสเตอร์ก่อนส่งออกเอาต์พุตไป และมีความไวมากกว่าในการทำงานต่อแสงที่ตกกระทบ รูปร่างโฟโตทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 5.9

2. รูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์

รูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์ ถูกบรรจุไว้ในกระป๋องโลหะ ตัวถังพลาสติกทึบแสง หรือตัวถังพลาสติกสีเข้ม มีส่วนบนหรือส่วนหน้าเป็นเลนส์นูนรวมแสง จุดไฟกัศของแสงไปตกกระทบบริเวณรอยต่อ PN ตรงขา C และขา E พอดี ดังภาพที่ 5.9

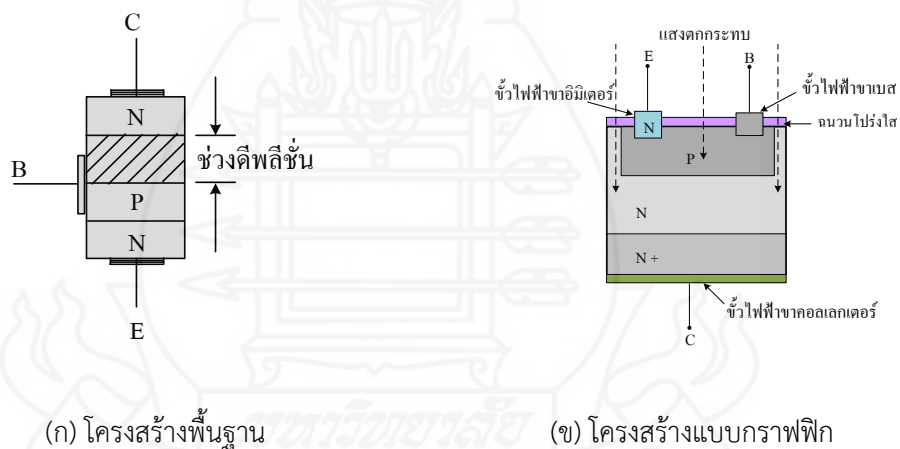


ภาพที่ 5.9 รูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

3. โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์

โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด N ขนาดเล็กตอนใน ต่อหัวออกมาเป็นขา E สารกึ่งตัวนำชนิด P ตอนกลาง เป็นขา B จะต่อออกมาใช้งานหรือไม่ต่อก็ได้ ด้านบนเป็นส่วนรับแสง จึงใส่นวมนโปรงใสหุ้มสารกึ่งตัวนำด้านบนไว้ทั้งหมด ทางด้านล่างมีสารกึ่งตัวนำชนิด N ขนาดใหญ่เป็นขา C และต่อด้านล่างด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด N_+ เป็นส่วนที่มีอิเล็กตรอนอิสระมากกว่าปกติต่ออีกชั้นหนึ่ง เพื่อช่วยให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้น ก่อนต่อออกมาเป็นขา C แสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา C และขา B มีผลต่อการทำงานของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังภาพที่ 5.10

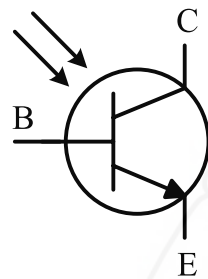


ภาพที่ 5.10 โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์

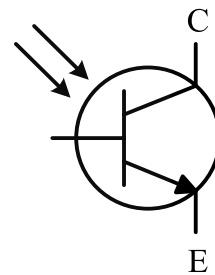
บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

4. สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์

สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN เป็นรูปร่างกลมเหมือนกับทรานซิสเตอร์ธรรมดา แต่เพิ่มลูกศรชี้เข้าหาตัวทรานซิสเตอร์ 2 ชิดเข้าไป เป็นการบอกให้ทราบว่าทรานซิสเตอร์ทำงานด้วยแสง เขียนสัญลักษณ์ไว้ 2 แบบ คือ แบบ 3 ขาใช้งานครบทุกขา และแบบ 2 ขา ไม่ใช่ขา B ดังภาพที่ 5.11



(ก) แบบ 3 ขา



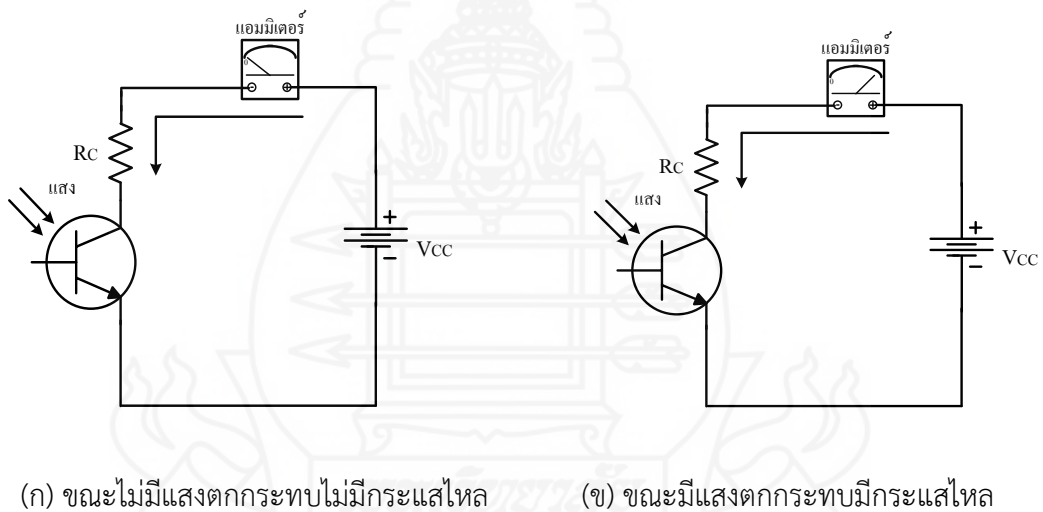
(ข) แบบ 2 ขา

ภาพที่ 5.11 สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

5. การทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

การทำงานโดยการจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา E จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา C ส่วนขา B ไม่ได้ต่อออกมาใช้งาน ไม่ต้องจ่ายแรงดันไบแอสให้ ส่วนโฟโตทรานซิสเตอร์แบบ 3 ขา นำขา B ต่ออนุกรมเข้ากับความต้านทานค่าสูง และขาที่เหลือของตัวต้านทานไปต่อลงกราวด์ การจ่ายแรงดันไบแอสให้โฟโตทรานซิสเตอร์ ถ้ายังไม่มีแสงส่องมากระทบที่ตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่ทำงาน แสดงดังภาพที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 การต่อวงจรทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 5.12 (ก) เป็นการต่อวงจรทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ในขณะไม่มีแสงตกกระทบตัว โฟโตทรานซิสเตอร์ถึงแม้จ่ายแรงดันไบแอสให้ตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่ทำงาน ไม่มีกระแสไหลผ่านโฟโตทรานซิสเตอร์

บัตรเนื้อหา (ต่อ)

ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 5.12 (ข) เป็นการต่อวงจรของโฟโตทรานซิสเตอร์ ในขณะที่มีแสงตกกระทบบัวโฟโตทรานซิสเตอร์ เกิดกระแส I_{λ} ไหลผ่านขา B ทำให้ค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และขา E ลดลงมาก เกิดกระแส I_c ไหลผ่านตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่ตกกระทบบัวโฟโตทรานซิสเตอร์

โดยสรุป โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นทรานซิสเตอร์ที่ทำงานได้ด้วยแสง อาศัยคุณสมบัติสารกึ่งตัวนำเมื่อได้รับแสงแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายในตัวเอง ทำงานตามการควบคุมด้วยแสงที่ตกกระทบบ มีตัวถังพลาสติกเคลือบสีเข้ม โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 3 ตอน NPN บรรจุอยู่ในกระป๋องโลหะหรือพลาสติกที่บดแสง มีขา E, C, และ B สัญลักษณ์เป็นรูปร่างกลมภายในมีลูกศรชี้ออกที่ขา E มีลูกศรชี้เข้า 2 ชิด และทำงานโดยการจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับ C ไบแอสตรงให้กับ E ส่วนขา B ไบแอสโดยใช้ความเข้มแสงที่ตกกระทบบ

หลังจากศึกษาเนื้อหาศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์ แล้วให้นักเรียนไปที่มุมวิดิทัศน์ของศูนย์ที่ 3 เพื่อชมวิดิทัศน์ หลังชมวิดิทัศน์จึงมาทำกิจกรรม

บัตรกิจกรรม

ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

ก่อนการฝึกปฏิบัติ ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

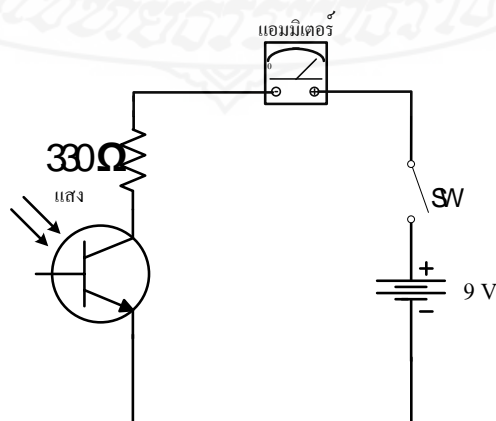
- คำสั่ง 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. โฟโตทรานซิสเตอร์ | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไฟฉาย | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 25 DCma



บัตรกิจกรรม (ต่อ)

ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์
6. ตรวจสอบเช็คโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
7. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์
8. ตรวจสอบเช็คโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

เฉลยบัตรกิจกรรม
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		✓
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่อง ด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์	✓	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

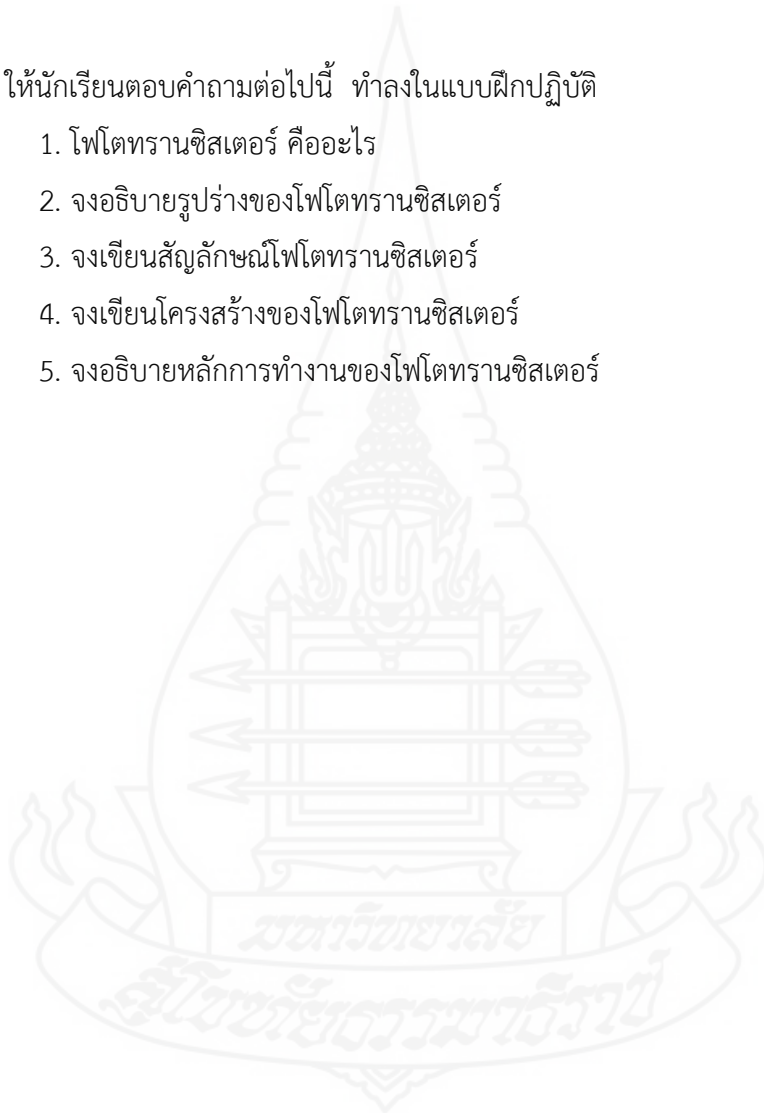
โฟโตทรานซิสเตอร์จะทำงานเมื่อมีการไปแอสกลับที่ขา C ไปแอสตรงที่ขา E และมีแสงสว่างตกกระทบบนด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์ เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำทำให้กระแสไหลผ่านได้

บัตรคำถาม

ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

1. โฟโตทรานซิสเตอร์ คืออะไร
2. จงอธิบายรูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์
3. จงเขียนสัญลักษณ์โฟโตทรานซิสเตอร์
4. จงเขียนโครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์
5. จงอธิบายหลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

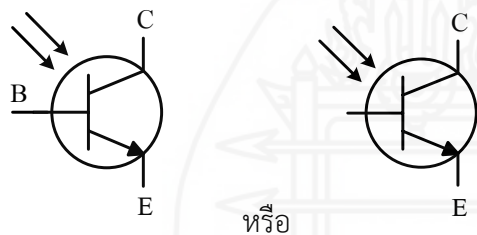


บัตรเฉลย

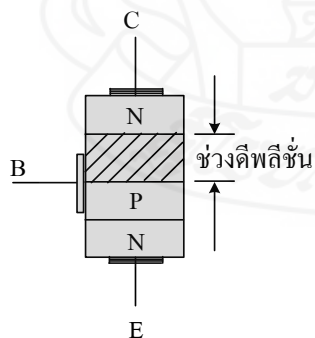
ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

1. เป็นทรานซิสเตอร์ที่ทำงานได้ด้วยแสง อาศัยคุณสมบัติสารกึ่งตัวนำเมื่อได้รับแสงแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายในตัวเอง ทำงานตามการควบคุมด้วยแสงที่ตกกระทบ
2. โฟโตทรานซิสเตอร์ ถูกบรรจุไว้ในกระป๋องโลหะ ตัวถังพลาสติกทึบแสง หรือตัวถังพลาสติกสีเข้ม มีส่วนบนหรือส่วนหน้าเป็นเลนส์นูนรวมแสง จุดโฟกัสของแสงไปตกกระทบบริเวณรอยต่อ PN ตรงขา C และขา E

3.



4.



5. จ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา E ไบแอสกลับให้ขา C ส่วนขา ส่วนขา B ไบแอสโดยใช้ความเข้มแสงที่ตกกระทบ

บัตรคำสั่ง**ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง**

โปรดอ่านบัตรคำสั่งแผ่นนี้แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ด้วยความตั้งใจ

1. อ่านบัตรเนื้อหา เรื่อง ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
2. ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

ที่มุมวีดิทัศน์ ศูนย์ที่ 4

3. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วฝึกปฏิบัติตามกิจกรรม เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

4. อ่านบัตรคำถามแล้วตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ

5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย

เมื่อประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ขอให้นักเรียนเก็บบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และบัตรเฉลยเข้าซองแล้ว เก็บสื่อการสอนทุกประเภทให้เรียบร้อยก่อนย้ายไปเรียนในศูนย์อื่น

ห้ามหยิบชิ้นส่วนใดติดมือไป ยกเว้น แบบฝึกปฏิบัติ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

1. ความหมายของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง (Light Dependent Resistor) หรือ LDR มีชื่อเรียกอีกหลายชื่อด้วยกัน เช่น เซลล์ที่เป็นสื่อไฟฟ้าตามแสง (Photo Conductive Cell) หรืออุปกรณ์เปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสง (Photoresistive Device) เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้วต่อ ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงผลิตจากสารกึ่งตัวนำผสม คุณสมบัติของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เมื่อมีแสงมาตกกระทบค่าความต้านทานในตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มแสงที่ส่องมา ความเข้มของแสงน้อย ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง มีความต้านทานสูง ความเข้มของแสงมากตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง มีความต้านทานต่ำ ลักษณะและรูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แสดงดังภาพที่ 5.13

2. รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง มีลักษณะภายนอกแตกต่างกัน เช่น ตัวถังเป็นพลาสติกหุ้มรอบตัว ตัวถังเป็นโลหะหุ้มโดยรอบทุกด้านเว้นด้านบนเป็นแก้วใสบังส่วนตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ไข่หรือแบบที่ถูกเคลือบด้วยเรซินทั้งตัว ถึงแม้ว่าลักษณะรูปร่างภายนอกมีความแตกต่างกัน แต่คุณสมบัติในการทำงานเหมือนกัน แสดงดังภาพที่ 5.13



ภาพที่ 5.13 รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

บัตรเนื้อหา (ต่อ)
ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

3. โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

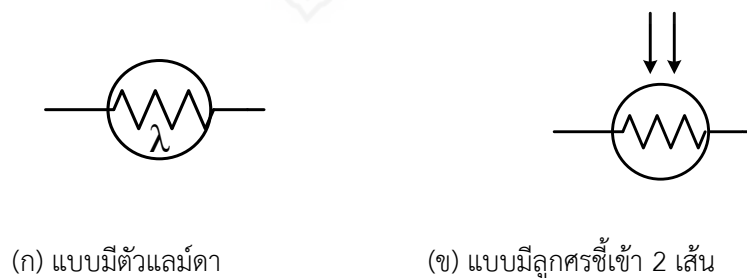
โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ประกอบด้วยสารตัวต้านทานไวแสงประเภทสารกึ่งตัวนำ ส่วนมากผลิตจากสารแคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide : Cds) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (Cadmium Selenide : CdSe) สร้างเป็นขดลวดลักษณะหยักไปมาบนฐานเซรามิก ปลายทั้งสองของสารตัวต้านทานไวแสงถูกต่อขาออกมาใช้งานภายนอก แสดงดังภาพที่ 5.14



ภาพที่ 5.14 โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

4. สัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

สัญลักษณ์มี 2 แบบคือ เป็นรูปวงกลมภายในรูปฟันเลื่อยและตัวแลมด้า (λ) อยู่ด้านล่างเขียนกำกับอยู่ด้วยเป็นการบอกให้ทราบว่าตัวต้านทานตัวนี้ทำงานตามความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ หรือ ลูกศรชี้เข้า 2 ขีด แสดงดังภาพที่ 5.15



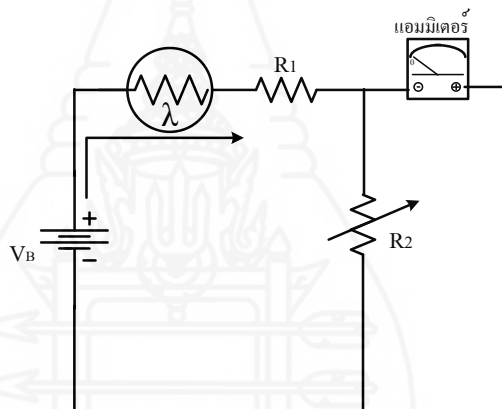
ภาพที่ 5.15 สัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

บัตรเนื้อหา (ต่อ)

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

5. การทำงานตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

การทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เป็นตัวต้านทานตามแสงที่มากกระทบ โดยค่าความต้านทานภายในตัวจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสงแบบแปรผกผัน สามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางในด้านเกี่ยวกับแสง ตัวอย่างใช้งาน เช่น สวิตช์ทำงานด้วยแสง แสดงวงจรเบื้องต้นดังภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.16 การทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

จากภาพที่ 5.16 แสดงวงจรเครื่องวัดความเข้มของแสงแบบเบื้องต้น โดยใช้ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เป็นตัวตรวจวัดแสง วงจรประกอบด้วยแบตเตอรี่ V_B จ่ายแรงดันเลี้ยงวงจร ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ต่ออนุกรมกับ R_1 และต่ออนุกรมกับ R_2 ที่ต่อขนานกับมิเตอร์ ตัวต้านทาน R_2 ปรับเปลี่ยนค่าได้ เพื่อปรับค่ากระแสที่เหมาะสมให้ไหลผ่านมิเตอร์ กระแสที่ไหลผ่านวงจรและไหลผ่านมิเตอร์เปลี่ยนแปลงค่าได้ตามค่าแสงที่ส่องมาตกกระทบ บริเวณที่มีความเข้มแสงสูง ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง จะมีค่าความต้านทานต่ำลง ส่งผลต่อกระแส I_T ไหลผ่านวงจรเพิ่มขึ้น มิเตอร์มีกระแสไหลผ่านมากขึ้น บริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำ ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง จะมีความต้านทานสูงขึ้น ส่งผลต่อกระแส I_T ไหลผ่านวงจรต่ำลง มิเตอร์มีกระแสไหลผ่านน้อยลง มิเตอร์แสดงค่าความเข้มแสงจำนวนน้อยออกมา

บัตรเนื้อหา (ต่อ)

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

โดยสรุป ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้วต่อ ค่าความต้านทานภายในตัวจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสงแบบแปรผกผัน มีตัวถังเป็นเซรามิก ถูกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเรซิน โครงสร้างผลิตจากสารตัวต้านทานไวแสงประเภทสารกึ่งตัวนำผสมเป็นชั้นบาง ๆ ขดเป็นเส้นหยักไปมาบนฉนวน มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา สัญลักษณ์เป็นรูปวงกลมภายในรูปฟันเลื่อยและตัวแลมบ์ดา (λ) อยู่ด้านล่าง หรือลูกศรชี้เข้า 2 ขีด

หลังจากศึกษาเนื้อหาศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แล้วให้นักเรียนไปที่มุมวิดิทัศน์ของศูนย์ที่ 4 เพื่อชมวิดิทัศน์ หลังชมวิดิทัศน์จึงมาทำกิจกรรม

บัตรกิจกรรม

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

ก่อนการฝึกปฏิบัติ ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

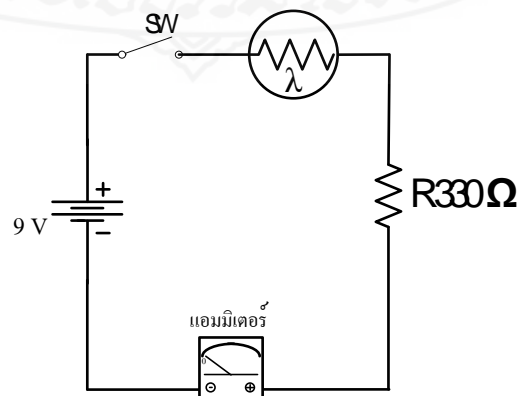
- คำสั่ง 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไฟฉาย | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 25 DCma



บัตรกิจกรรม (ต่อ)

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

กิจกรรม ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
6. ตรวจสอบเช็คตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
7. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
8. ตรวจสอบเช็คตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ชั้นปีที่ 1

เฉลยบัตรกิจกรรม
ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง		√
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่อง ด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	√	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึก
ปฏิบัติ

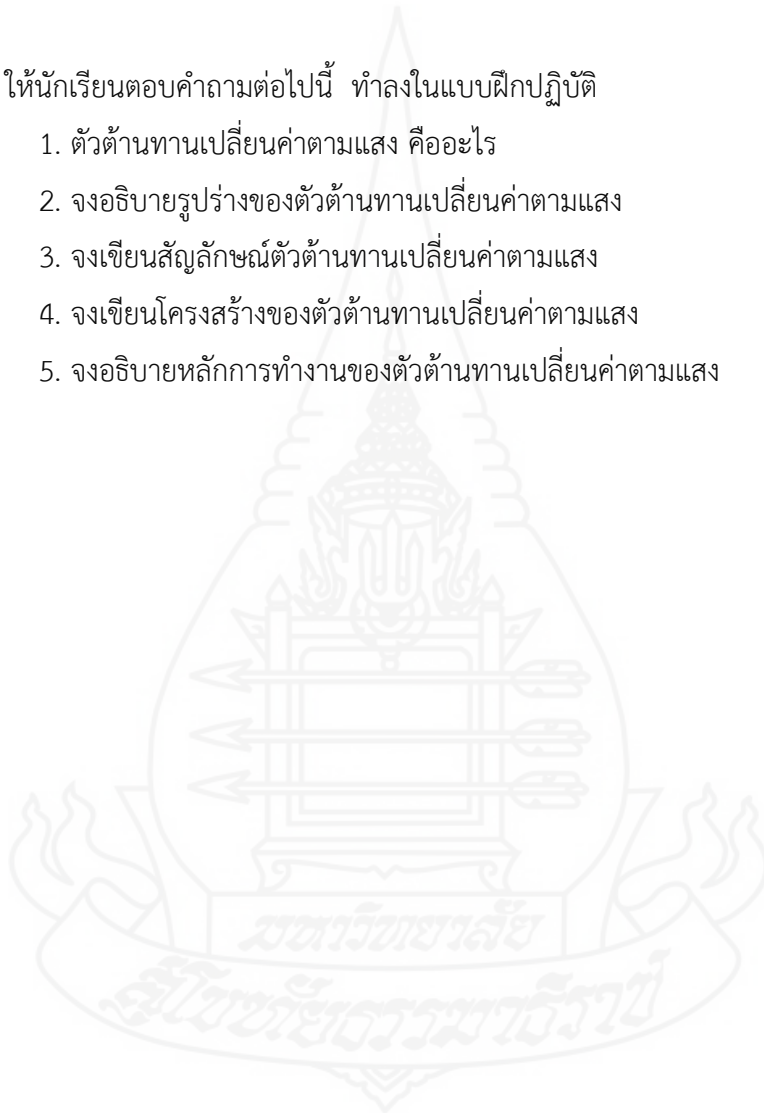
ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง จะทำงานเมื่อมีแสงสว่างตกกระทบบนของ
ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้

บัตรคำถาม

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

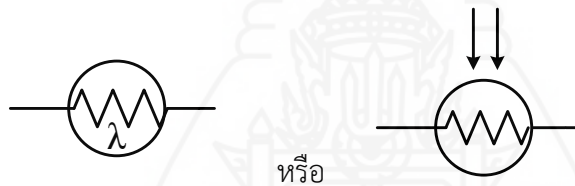
1. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คืออะไร
2. จงอธิบายรูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
3. จงเขียนสัญลักษณ์ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
4. จงเขียนโครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
5. จงอธิบายหลักการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง



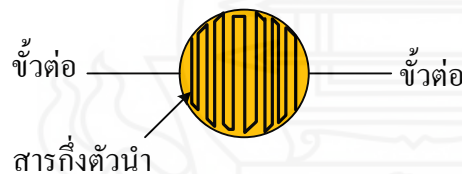
บัตรเฉลย

ศูนย์ที่ 4 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

1. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้ว ที่ค่าความต้านทานภายในตัว จะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสง
2. รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง มีตัวถังเป็นเซรามิกถูกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเรซิน ด้านบน เป็นสารกึ่งตัวนำผสมเป็นชั้นบาง ๆ ขดเป็นเส้นหยักไปมาบนฉนวน มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- 3.



4.



5. ทำงานเมื่อมีแสงส่องมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสงแบบ แปรผกผัน

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ชั้นปีที่ 1

บัตรคำสั่ง

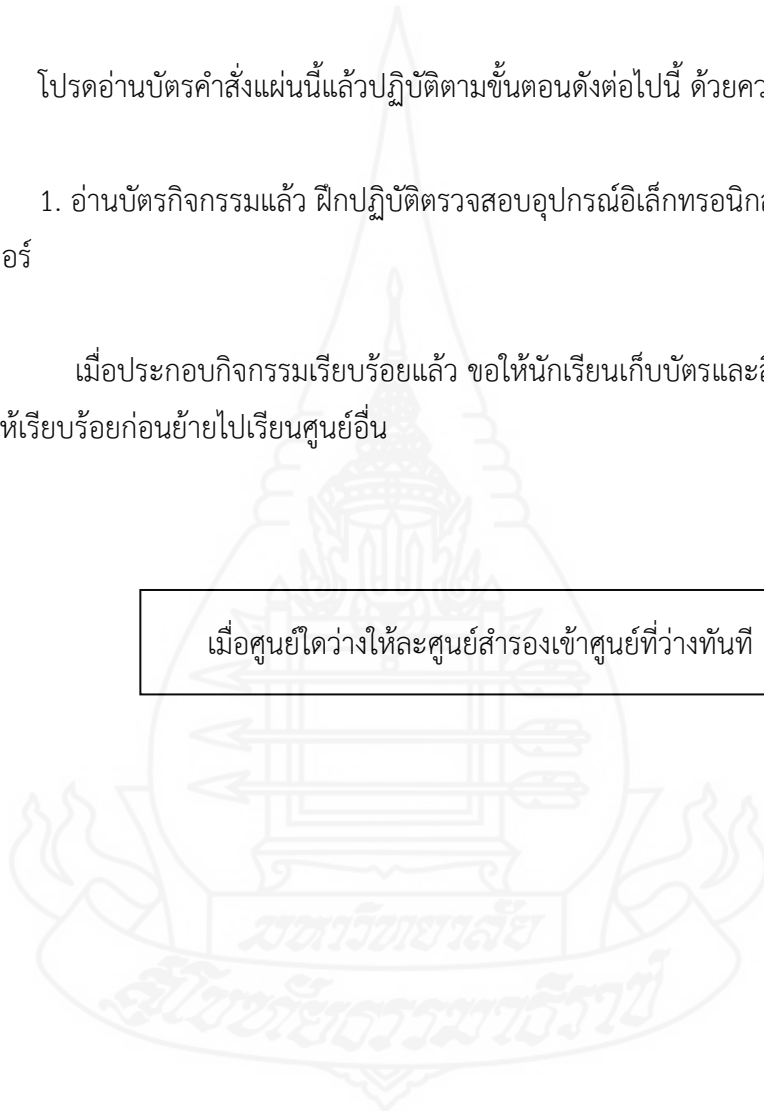
ศูนย์สำรอง

โปรดอ่านบัตรคำสั่งแผ่นนี้แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ด้วยความตั้งใจ

1. อ่านบัตรกิจกรรมแล้ว ฝึกปฏิบัติตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยใช้
โอห์มมิเตอร์

เมื่อประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ขอให้นักเรียนเก็บบัตรและสื่อการสอนทุก
ประเภทให้เรียบร้อยก่อนย้ายไปเรียนศูนย์อื่น

เมื่อศูนย์ใดว่างให้ละศูนย์สำรองเข้าศูนย์ที่ว่างทันที



วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ชั้นปีที่ 1

บัตรกิจกรรม

ศูนย์สำรอง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ชื่อกิจกรรม ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยใช้ไอห์มมิเตอร์

- คำสั่ง**
1. ให้นักเรียนช่วยกันนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงที่เตรียมไว้ให้ มาดำเนินการตรวจสอบเพื่อหาตำแหน่งขาที่ต่อออกมาใช้งาน และทดสอบการทำงาน โดยใช้ไอห์มมิเตอร์
 2. ให้นักเรียนช่วยกันบันทึกผลที่ได้ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|-------------------------------|-----------|
| 1. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง | 2 ตัว |
| 2. โฟโตไดโอด | 2 ตัว |
| 3. โฟโตทรานซิสเตอร์ | 3 ตัว |
| 4. ไดโอดเปล่งแสง | 3 ตัว |
| 5. มัลติมิเตอร์ | 5 เครื่อง |
| 6. แผงประกอบวงจร | 5 ชุด |



ภาคที่ 3

แบบฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

สำหรับนักเรียนท่าอากาศยานเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1

4. หลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสง คือ ข้อใด

- ก. จะทำงานเมื่อไบแอสตรงให้ขา E ไบแอสกลับขา C และมีแสงส่งมากระทบ
- ข. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสกลับและมีแสงส่งมากระทบ
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่งมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

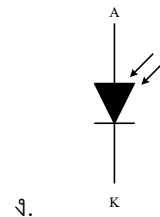
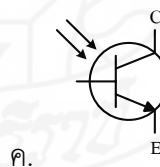
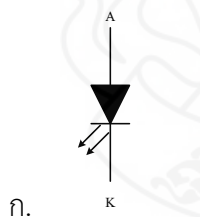
5. รูปร่างของโฟโตไดโอด คือ ข้อใด



6. ข้อใด แสดง โครงสร้างของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง

- ก. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ NPN ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา C และขา E ต่อออกมาใช้งาน
- ข. ประกอบด้วยสารตัวต้านทานไวแสงประเภทสารกึ่งตัวนำ มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ค. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขา A และขา K ต่อออกมาใช้งาน
- ง. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา A และขา K ต่อออกมาใช้งาน

7. สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด คือข้อใด



8. หลักการทำงานของโฟโตไดโอด คือ ข้อใด

- ก. จะทำงานเมื่อไบแอสตรงให้ขา E ไบแอสกลับขา C และมีแสงส่งมากระทบ
- ข. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสกลับและมีแสงส่งมากระทบ
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่งมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

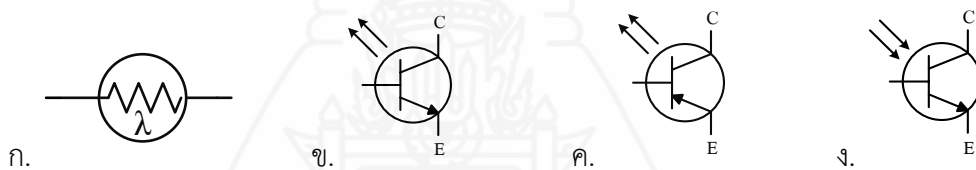
9. ข้อใด คือ รูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์



10. ข้อใด แสดงโครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์ ได้ถูกต้อง

- ก. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ NPN ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา C และขา E ต่อกันมาใช้งาน
- ข. ประกอบด้วยสารตัวต้านทานไวแสงประเภทสารกึ่งตัวนำ มีขาต่อกันมาใช้งาน 2 ขา
- ค. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขา A และขา K ต่อกันมาใช้งาน
- ง. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา A และขา K ต่อกันมาใช้งาน

11. สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ คือ ข้อใด



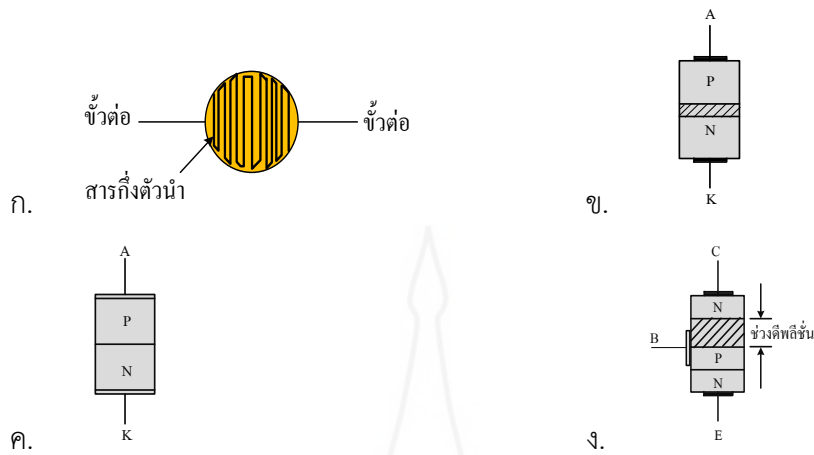
12. หลักทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

- ก. จะทำงานเมื่อไบแอสตรงให้ขา E ไบแอสกลับขา C และมีแสงส่องมากระทบ
- ข. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสกลับและมีแสงส่องมากระทบ
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่องมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

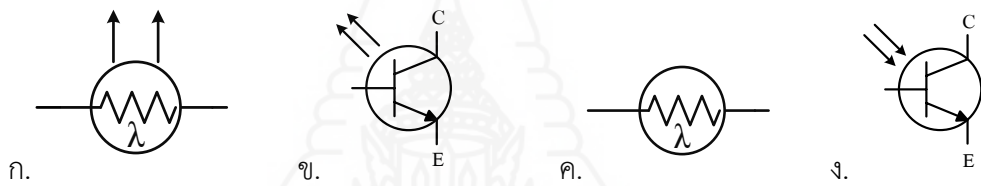
13. ข้อใด คือ รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

- ก. ตัวถังเป็นพลาสติกสีต่างๆมีขาต่อกันมาใช้งาน 2 ขา
- ข. ตัวถังเป็นเซรามิกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเรซิน ด้านบนเป็นเส้นหยักไปมา มีขาต่อกันมาใช้งาน 2 ขา
- ค. ตัวถังเป็นแก้ว ด้านบนมีแถบสีดำคาดอยู่ มีขาต่อกันมาใช้งาน 2 ขา
- ง. ตัวถังเป็นพลาสติกหรือโลหะเคลือบสีเข้ม มีขาต่อกันมาใช้งาน 2 ขา

14. โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คือ ข้อใด



15. สัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คือ ข้อใด



16. หลักทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คือ ข้อใด

- ก. จะทำงานเมื่อไบแอสตรงให้ขา E ไบแอสกลับขา C และมีแสงส่องมากระทบ
- ข. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสกลับและมีแสงส่องมากระทบ
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่องมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อได้รับไบแอสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

ตอนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

- คำสั่ง** 1. ให้นักเรียนเลือกกิจกรรม การต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงต่อไปนี้อย่างเลือกมาเพียงกิจกรรมเดียว จากทั้งหมด 4 กิจกรรม ดังนี้
- 1) กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”
 - 2) กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”
 - 3) กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”
 - 4) กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”
2. ข้อสอบนี้มี 14 คะแนน เวลา 20 นาที
-

กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

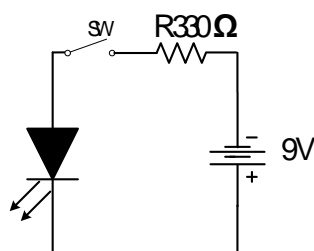
- คำสั่ง** 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ไดโอดเปล่งแสง | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

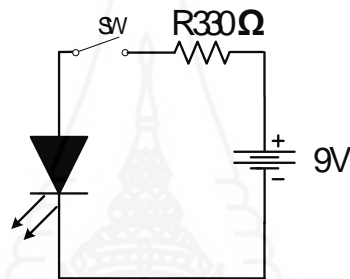
1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ซึ่งเป็นการไบแอสกลับ



กิจกรรมที่ 1 (ต่อ) ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. ตรวจสอบเช็คไดโอดเปล่งแสงทำงานหรือไม่ ถ้าทำงานจะกำเนิดแสงออกมา แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
6. ประกอบวงจรตามภาพ ซึ่งเป็นการไบแอสตรง ฝึกปฏิบัติตามขั้นตอน 3 – 5 อีกครั้ง



7. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

- 1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. ไบแอสกลับ		
2. ไบแอสตรง		

- 2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

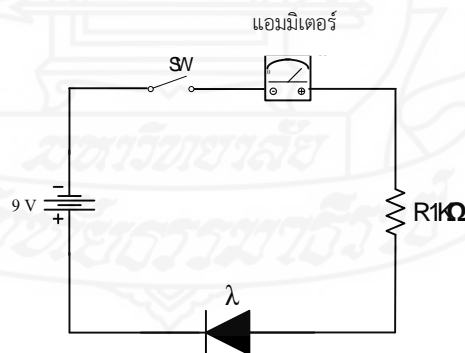
- คำสั่ง**
- ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
 - ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. โฟโตไดโอด | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไฟฉาย | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

- ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
- ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 2.5 DCma



- ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
- จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
- นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด

กิจกรรมที่ 2 (ต่อ) ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

6. ตรวจสอบเช็คโฟโตไดโอดทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่าโฟโตไดโอดทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ

7. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด

8. ตรวจสอบเช็คโฟโตไดโอดทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่าโฟโตไดโอดทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ

9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของ โฟโตไดโอด		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

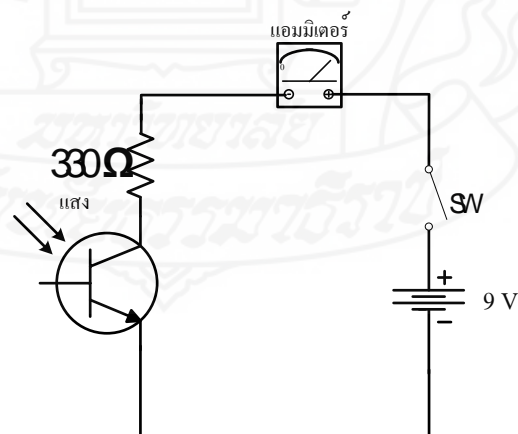
- คำสั่ง**
1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
 2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. โฟโตทรานซิสเตอร์	1 ตัว
2. ตัวต้านทาน 330 Ω	1 ตัว
3. มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC}	1 เครื่อง
5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร	1 ชุด
6. วัสดุทึบแสง	1 ชิ้น
7. ไขควง	1 กระบอก

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 25 DCma



3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์

กิจกรรมที่ 3 (ต่อ) ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

6. ตรวจสอบเช็คโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
7. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์
8. ตรวจสอบเช็คโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บดแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		
2. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

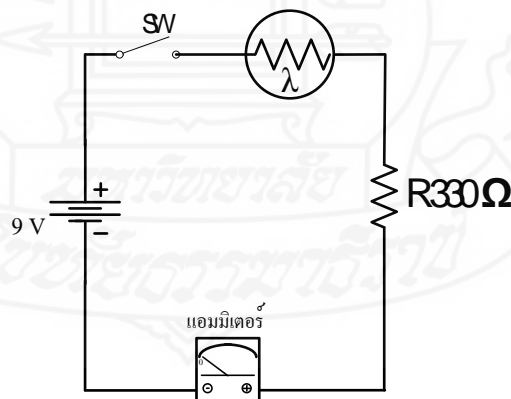
- คำสั่ง**
- ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
 - ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไฟฉาย | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

- ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
- ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 25 DCma



- ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
- จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
- นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
- ตรวจสอบเช็คตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงานหรือไม่ โดยดูจากแอมมิเตอร์ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

7. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
8. ตรวจสอบเช็คตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		
2. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

คะแนน

- | | | | | |
|-----|---|---|---|---|
| 1. | ก | ข | ค | ง |
| 2. | ก | ข | ค | ง |
| 3. | ก | ข | ค | ง |
| 4. | ก | ข | ค | ง |
| 5. | ก | ข | ค | ง |
| 6. | ก | ข | ค | ง |
| 7. | ก | ข | ค | ง |
| 8. | ก | ข | ค | ง |
| 9. | ก | ข | ค | ง |
| 10. | ก | ข | ค | ง |
| 11. | ก | ข | ค | ง |
| 12. | ก | ข | ค | ง |
| 13. | ก | ข | ค | ง |
| 14. | ก | ข | ค | ง |
| 15. | ก | ข | ค | ง |
| 16. | ก | ข | ค | ง |



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน ภาคปฏิบัติ
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.ไบแอสกลับ		
2.ไบแอสตรง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		
2. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน ภาคปฏิบัติ(ต่อ)
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

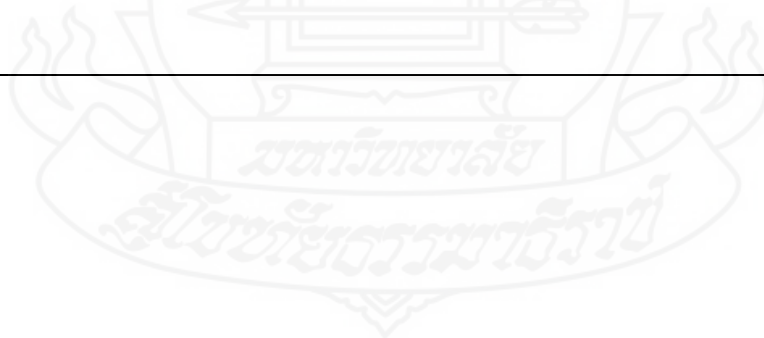
เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		
2. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

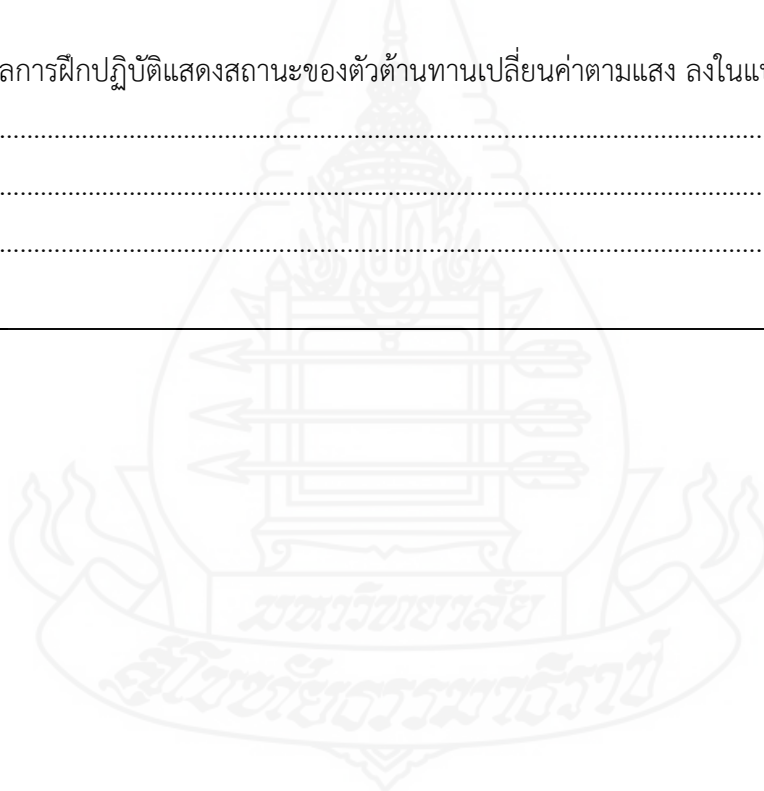
เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบน ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

- คำชี้แจง**
1. นักเรียนต้องทำกิจกรรมที่กำหนดให้ลงในแบบฝึกปฏิบัติ
 2. นักเรียนต้องถือแบบฝึกปฏิบัติไปทุกครั้ง เมื่อทำกิจกรรมในแต่ละศูนย์
 3. อย่าทำผิดศูนย์ และผิดบัตร

ศูนย์ที่ 1 ไดโอดเปล่งแสง

1. บันทึกสาระสำคัญ (หลังอ่านบัตรเนื้อหาในศูนย์ที่ 1)

.....

.....

.....

.....

2. ทำกิจกรรมในศูนย์ที่ 1 ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

- 1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. ไบแอสกลับ		
2. ไบแอสตรง		

- 2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

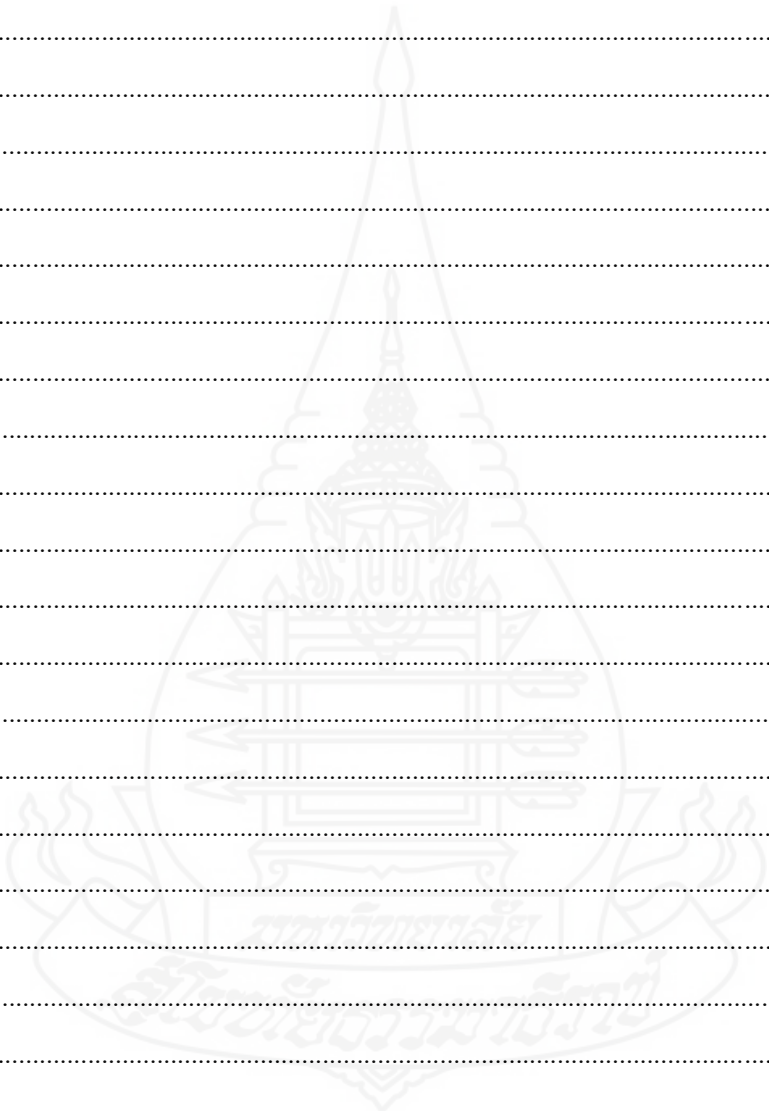
.....

.....

3. ตอบคำถามในศูนย์ที่ 1

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

1.
.....
.....
.....
.....
.....
2.
.....
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
4.
.....
.....
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
.....
.....



ศูนย์ที่ 2 โฟโตไอโอด

1. บันทึกสาระสำคัญ (หลังอ่านบัตรเนื้อหาในศูนย์ที่ 2)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ทำกิจกรรมในศูนย์ที่ 2 ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับตัวโฟโตไดโอด		
2. นำวัสดุที่บแสงที่ปิดทับโฟโตไดโอดออก		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

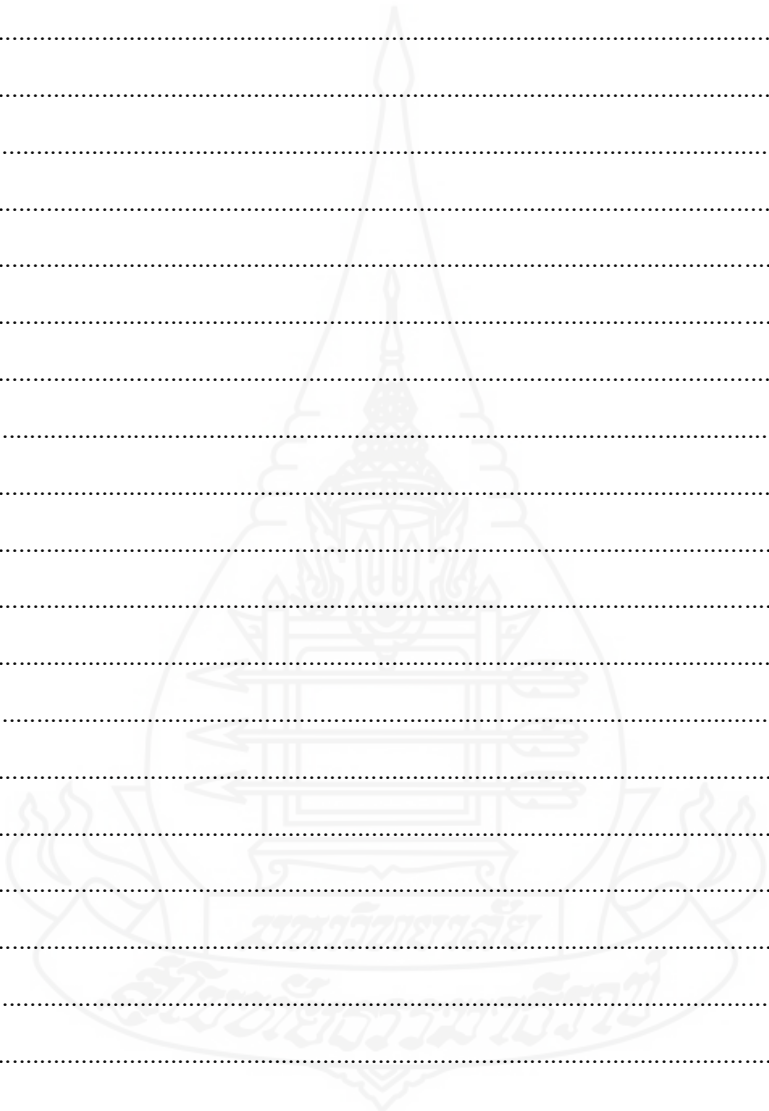
.....

.....

3. ตอบคำถามในศูนย์ที่ 2

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

1.
.....
.....
.....
.....
.....
2.
.....
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
4.
.....
.....
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
.....
.....



ศูนย์ที่ 3 โฟโตทรานซิสเตอร์

1. บันทึกสาระสำคัญ (หลังอ่านบัตรเนื้อหาในศูนย์ที่ 3)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ทำกิจกรรมในศูนย์ที่ 3 ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

- 1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับตัวโฟโตทรานซิสเตอร์		
2. นำวัสดุที่บแสงที่ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์ออก		

- 2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

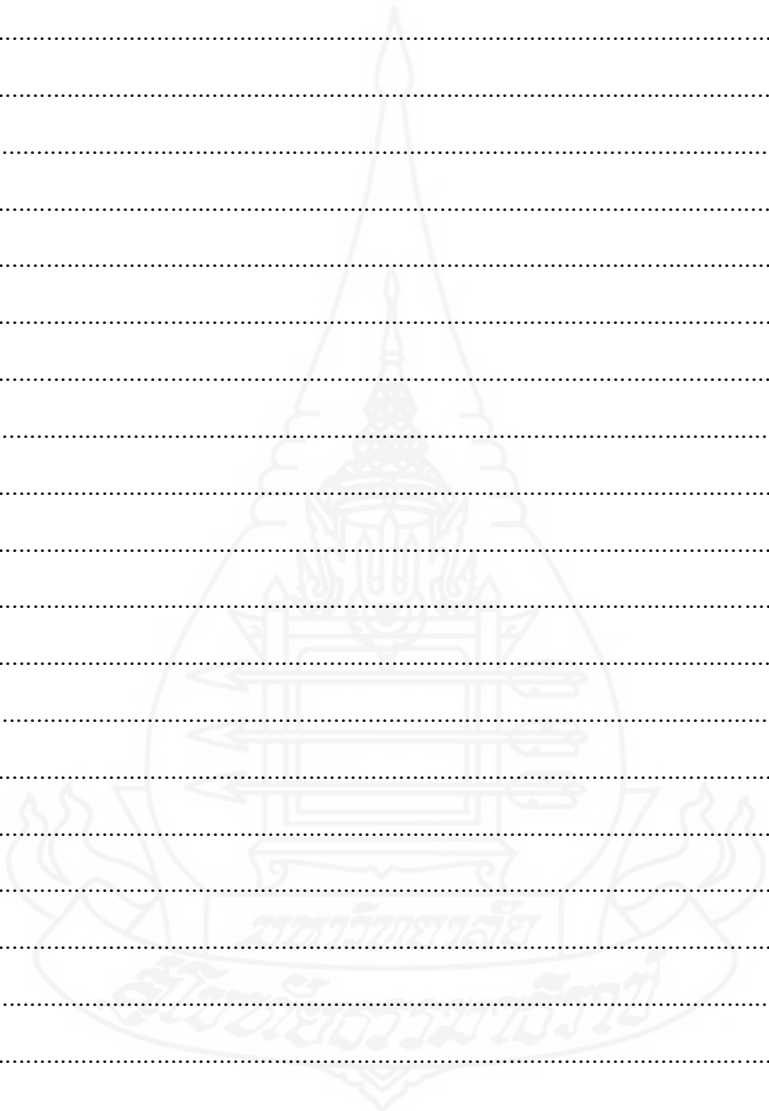
.....

.....

3. ตอบคำถามในศูนยที่ 3

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

1.
.....
.....
.....
.....
.....
2.
.....
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
4.
.....
.....
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
.....
.....



ศูนย์ที่ 4 ตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

1. บันทึกสาระสำคัญ (หลังอ่านบัตรเนื้อหาในศูนย์ที่ 4)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ทำกิจกรรมในศูนย์ที่ 4 ฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		
2. นำวัสดุทึบแสงที่ปิดทับตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงออก		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวด้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

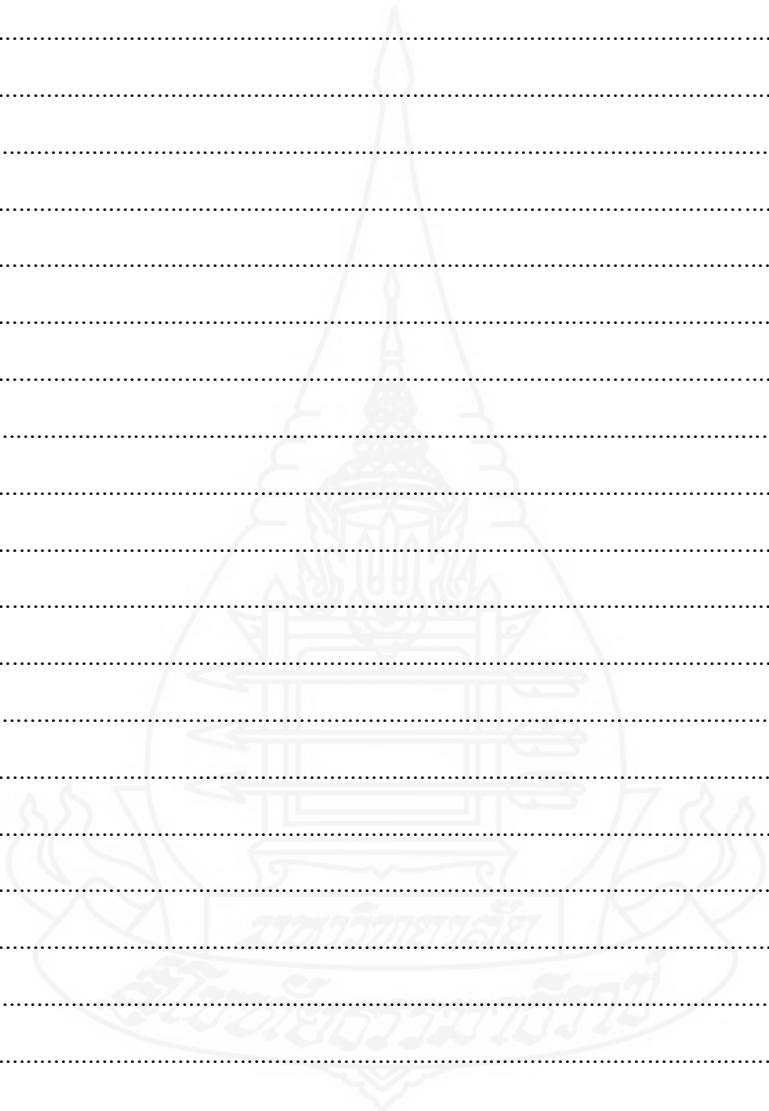
.....

.....

3. ตอบคำถามในศูนยที่ 4

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

1.
.....
.....
.....
.....
.....
2.
.....
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
4.
.....
.....
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
.....
.....



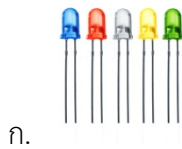
แบบทดสอบหลังเรียน

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1

ตอนที่ 1 ภาคทฤษฎี

- คำสั่ง**
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
 - ข้อสอบนี้มีจำนวน 16 ข้อ มี 16 คะแนน เวลา 16 นาที

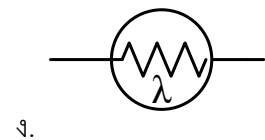
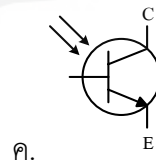
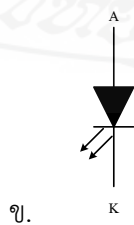
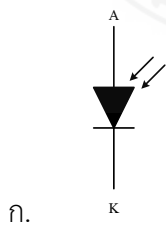
1. รูปร่างของไดโอดเปล่งแสง คือ ข้อใด



2. โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง คือ ข้อใด

- ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ NPN ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา C และขา E ต่อกออกมาใช้งาน
- ประกอบด้วยสารตัวต้านทานไวแสงประเภทสารกึ่งตัวนำ มีขาต่อกออกมาใช้งาน 2 ขา
- ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขา A และขา K ต่อกออกมาใช้งาน
- ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา A และขา K ต่อกออกมาใช้งาน

3. สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง คือ ข้อใด



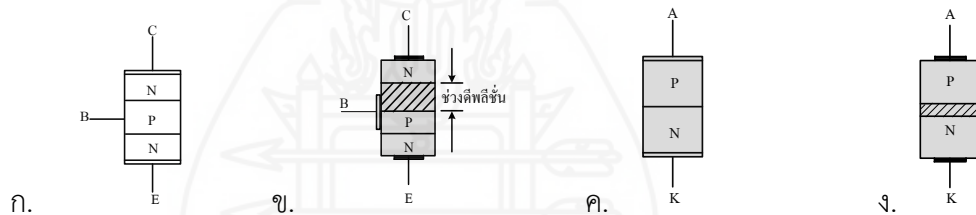
4. ข้อใด อธิบาย การทำงานของไดโอดเปล่งแสง ได้ถูกต้อง

- ก. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา E จ่ายไฟบวกให้ขา C และมีแสงส่งมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ข. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา A จ่ายไฟบวกให้ขา K และมีแสงส่งมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่งมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟบวกให้ขา A จ่ายไฟลบให้ขา K ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

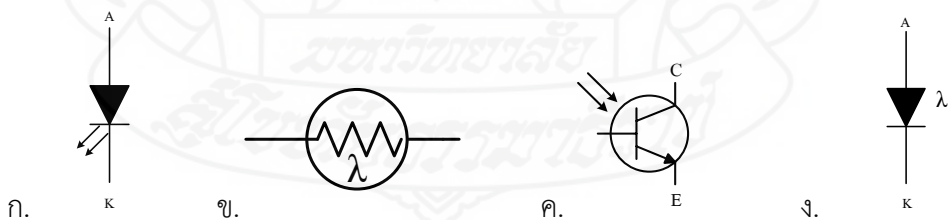
5. ข้อใด คือ รูปร่างของไดโอดเปล่งแสง

- ก. ตัวถังเป็นพลาสติกสีต่างๆมีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ข. ตัวถังเป็นพลาสติกหรือโลหะเคลือบสีเข้ม มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ค. ตัวถังเป็นแก้ว ด้านบนมีแถบสีดำคาดอยู่ มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ง. ตัวถังเป็นเซรามิกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเรซิน ด้านบนเป็นเส้นหยักไปมา มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา

6. โครงสร้างของโฟโตไดโอด คือข้อใด



7. สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด คือ ข้อใด



8. ข้อใด อธิบาย การทำงานของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง

- ก. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา E จ่ายไฟบวกให้ขา C และมีแสงส่งมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ข. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา A จ่ายไฟบวกให้ขา K และมีแสงส่งมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่งมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟบวกให้ขา A จ่ายไฟลบให้ขา K ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

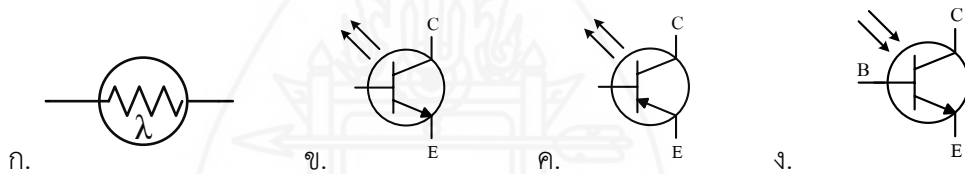
9. ข้อใด คือ รูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์

- ก. ตัวถังเป็นพลาสติกสีต่างๆมีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ข. ตัวถังเป็นเซรามิกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเรซิน ด้านบนเป็นเส้นหยักไปมา มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ค. ตัวถังเป็นพลาสติกหรือโลหะเคลือบสีเข้ม มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 หรือ 3 ขา
- ง. ตัวถังเป็นแก้ว ด้านบนมีแถบสีดำคาดอยู่ มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา

10. โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์ คือ ข้อใด



11. สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ คือ ข้อใด



12. ข้อใด คือ หลักทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ได้ถูกต้อง

- ก. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา E จ่ายไฟบวกให้ขา C และมีแสงส่องมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ข. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา A จ่ายไฟบวกให้ขา K และมีแสงส่องมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่องมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟบวกให้ขา A จ่ายไฟลบให้ขา K ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

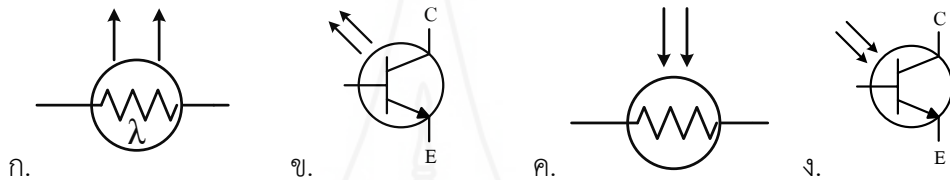
13. รูปร่างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คือ ข้อใด



14. โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คือ ข้อใด

- ก. ประกอบด้วยสารตัวต้านทานไวแสงประเภทสารกึ่งตัวนำ มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา
- ข. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา A และขา K ต่อออกมาใช้งาน
- ค. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ PN ต่อชนกัน มีขา A และขา K ต่อออกมาใช้งาน
- ง. ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ NPN ด้านบนเป็นส่วนรับแสง มีขา C และขา E ต่อออกมาใช้งาน

15. สัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง คือ ข้อใด



16. ข้อใด คือ หลักทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ได้ถูกต้อง

- ก. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา E จ่ายไฟบวกให้ขา C และมีแสงส่องมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ข. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟลบให้ขา A จ่ายไฟบวกให้ขา K และมีแสงส่องมากระทบที่ส่วนรับแสง
- ค. จะทำงานเมื่อมีแสงส่องมากระทบ โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับความเข้มแสง
- ง. จะทำงานเมื่อจ่ายไฟบวกให้ขา A จ่ายไฟลบให้ขา K ไดโอดเปล่งแสงจะกำเนิดแสงออกมา

ตอนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

- คำสั่ง** 1. ให้นักเรียนเลือกกิจกรรม การต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงต่อไปนี้อย่างเลือกมาเพียงกิจกรรมเดียว จากทั้งหมด 4 กิจกรรม ดังนี้
- 1) กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”
 - 2) กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”
 - 3) กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”
 - 4) กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”
2. ข้อสอบนี้มี 14 คะแนน เวลา 20 นาที

กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

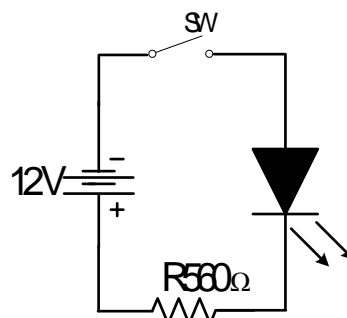
- คำสั่ง** 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------|
| 1. ไดโอดเปล่งแสง | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 330 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

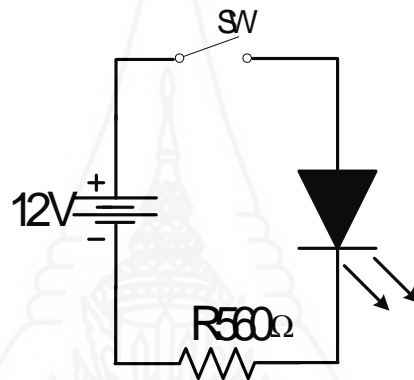
1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ซึ่งเป็นการไบแอสกลับ



กิจกรรมที่ 1 (ต่อ) ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. ตรวจสอบเช็คไดโอดเปล่งแสงทำงานหรือไม่ ถ้าทำงานจะกำเนิดแสงออกมา แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
6. ประกอบวงจรตามภาพ ซึ่งเป็นการไบแอสตรง ฝึกปฏิบัติตามขั้นตอน 3 – 5 อีกครั้ง



7. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.ไบแอสกลับ		
2.ไบแอสตรง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

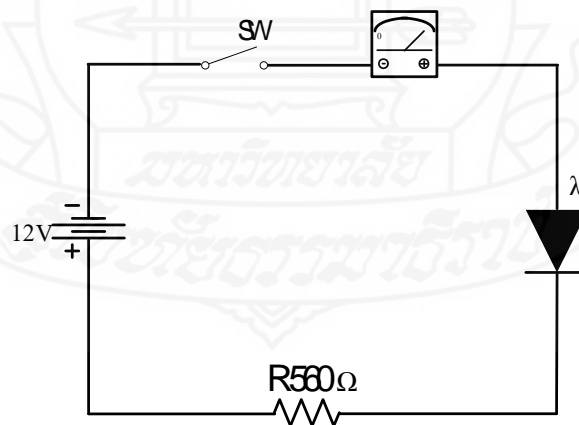
- คำสั่ง**
1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
 2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. โฟโตไดโอด	1 ตัว
2. ตัวต้านทาน 560 Ω	1 ตัว
3. มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V _{DC}	1 เครื่อง
5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร	1 ชุด
6. วัสดุทึบแสง	1 ชิ้น
7. ไฟฉาย	1 กระบอก

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 2.5 DCma



3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด

กิจกรรมที่ 2 (ต่อ) ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

6. ตรวจสอบเช็คโฟโตไดโอดทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่าโฟโตไดโอดทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ

7. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด

8. ตรวจสอบเช็คโฟโตไดโอดทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่าโฟโตไดโอดทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ

9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของ โฟโตไดโอด		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

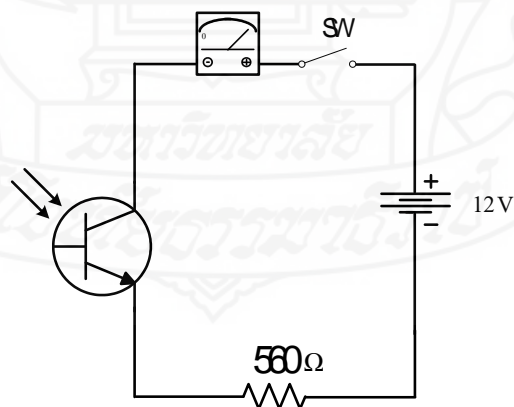
- คำสั่ง**
1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ แล้วบันทึกผลและสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
 2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------|
| 1. โฟโตทรานซิสเตอร์ | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 560 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไขควง | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 25 DCma



3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์

กิจกรรมที่ 3 (ต่อ) ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

6. ตรวจสอบเช็คโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
7. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์
8. ตรวจสอบเช็คโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บดแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		
2. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

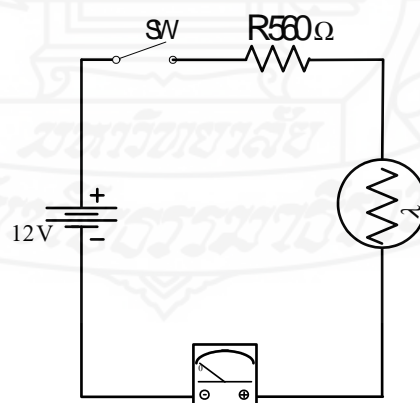
- คำสั่ง** 1. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แล้วบันทึกผล และสรุปผลการฝึกปฏิบัติลงในแบบฝึกปฏิบัติ
2. ตรวจสอบคำตอบในเฉลยบัตรกิจกรรม

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------|
| 1. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 560 Ω | 1 ตัว |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V _{DC} | 1 เครื่อง |
| 5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 6. วัสดุทึบแสง | 1 ชิ้น |
| 7. ไฟฉาย | 1 กระบอก |

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ

1. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประกอบวงจรตามภาพ ปรับตั้งแอมมิเตอร์ไว้ที่ 25 DCma



3. ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบวงจร
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร (ON SW)
5. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

ขั้นตอนฝึกปฏิบัติ (ต่อ)

6. ตรวจสอบเช็คตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
7. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง
8. ตรวจสอบเช็คตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงานหรือไม่ โดยดูได้จากแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแสดงว่าตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงทำงาน แล้วบันทึกผลลงในแบบฝึกปฏิบัติ
9. สรุปผลการฝึกปฏิบัติ

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึก

ปฏิบัติ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

คะแนน

- | | | | | |
|-----|---|---|---|---|
| 1. | ก | ข | ค | ง |
| 2. | ก | ข | ค | ง |
| 3. | ก | ข | ค | ง |
| 4. | ก | ข | ค | ง |
| 5. | ก | ข | ค | ง |
| 6. | ก | ข | ค | ง |
| 7. | ก | ข | ค | ง |
| 8. | ก | ข | ค | ง |
| 9. | ก | ข | ค | ง |
| 10. | ก | ข | ค | ง |
| 11. | ก | ข | ค | ง |
| 12. | ก | ข | ค | ง |
| 13. | ก | ข | ค | ง |
| 14. | ก | ข | ค | ง |
| 15. | ก | ข | ค | ง |
| 16. | ก | ข | ค | ง |

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน ภาคปฏิบัติ
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.ไบแอสกลับ		
2.ไบแอสตรง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

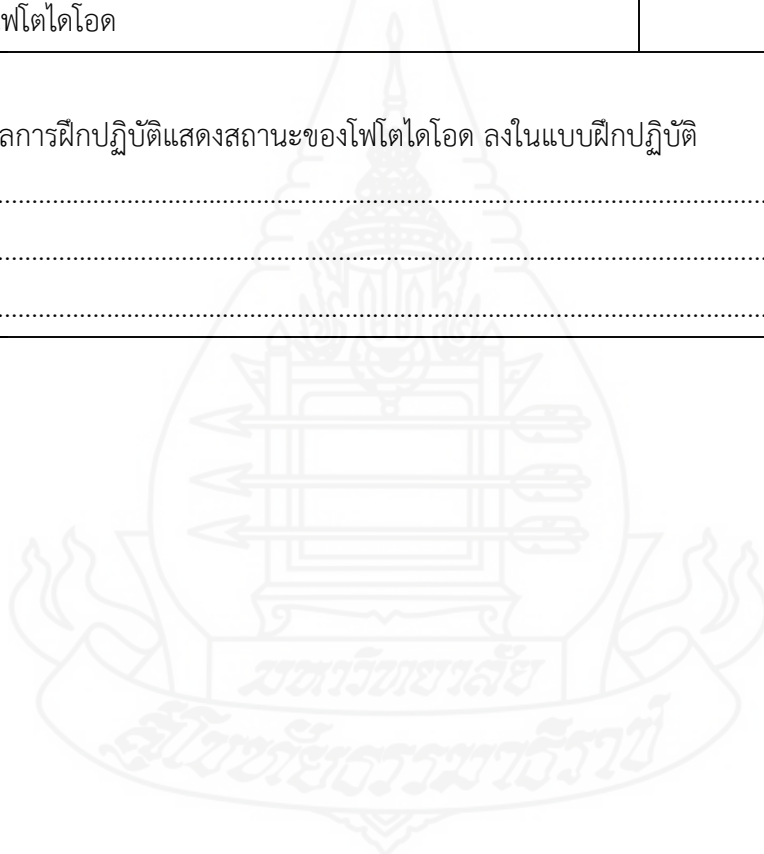
เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บดแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		
2. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน ภาคปฏิบัติ(ต่อ)
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		
2.นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

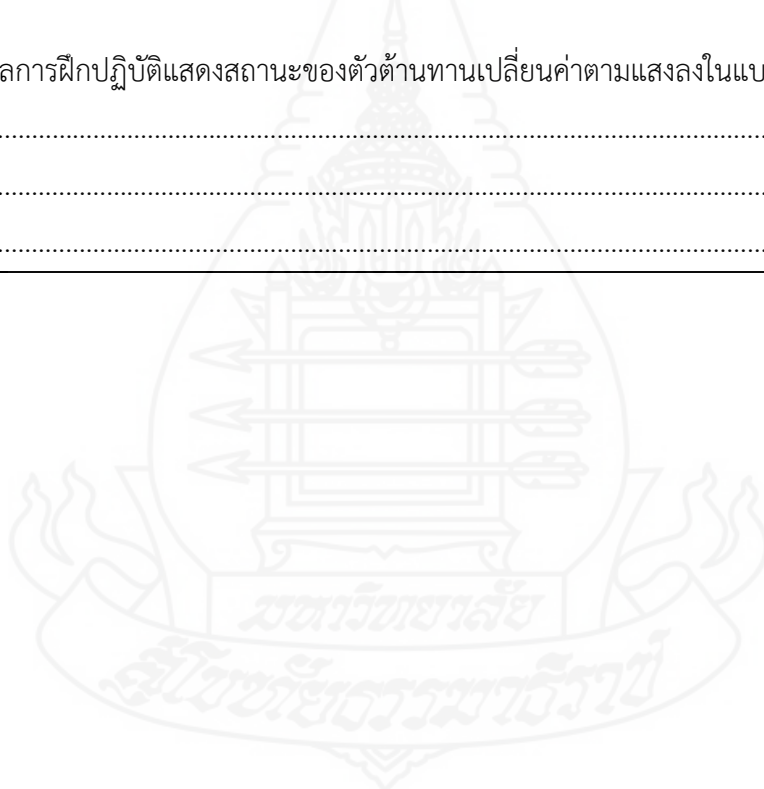
เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		
2. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสงลงในแบบฝึกปฏิบัติ

.....

.....

.....



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

1. ก

2. ค

3. ข

4. ง

5. ข

6. ง

7. ง

8. ข

9. ค

10. ก

11. ง

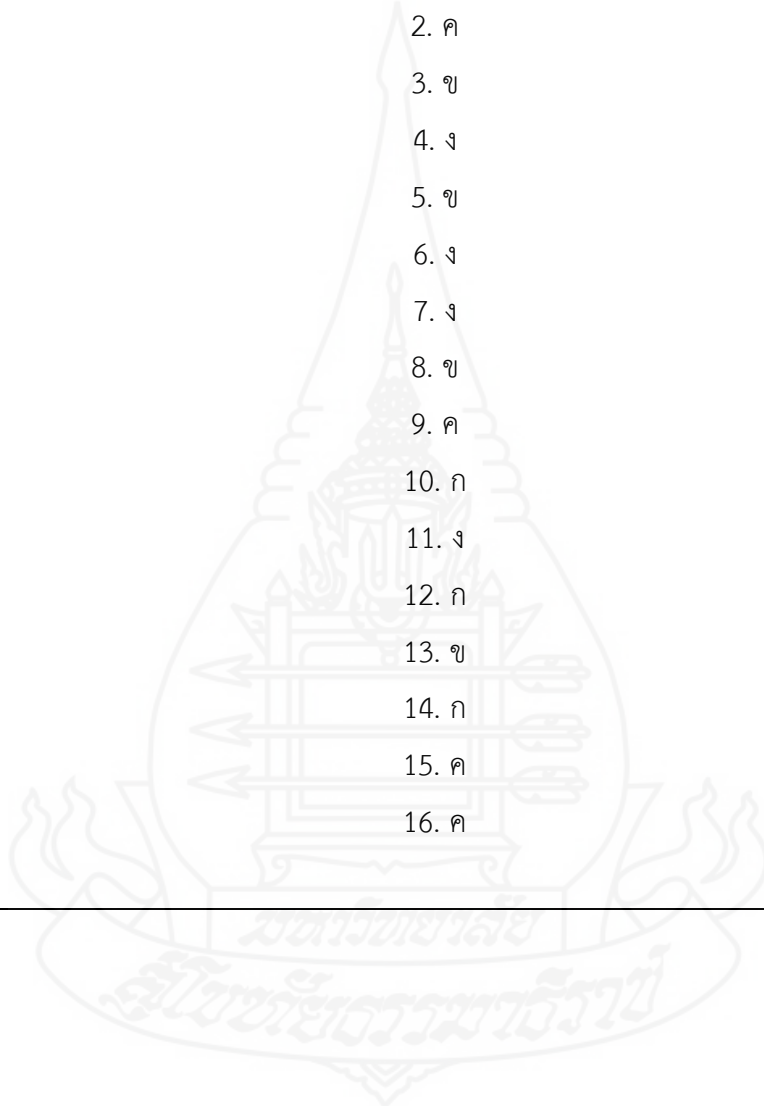
12. ก

13. ข

14. ก

15. ค

16. ค



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน ภาคปฏิบัติ
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.ไบแอสกลับ		✓
2.ไบแอสตรง	✓	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

ไดโอดเปล่งแสงจะทำงานเมื่อมีการไบแอสตรง และเมื่อทำงานจะกำเนิดแสงออกมา



กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บดแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		✓
2. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด	✓	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

โฟโตไดโอดจะทำงานเมื่อมีการไปแอสกลับ และมีแสงสว่างตกกระทบบนด้านบนของโฟโตไดโอด เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน ภาคปฏิบัติ (ต่อ)

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		√
2. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์	√	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

โฟโตทรานซิสเตอร์จะทำงานเมื่อมีการไบแอสกลับที่ขา C ไบแอสตรงที่ขา E และมีแสงสว่างตกกระทบด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์ เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้

กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		✓
2. นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	✓	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ
ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง จะทำงานเมื่อมีแสงสว่างตกกระทบบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

1. ก

2. ค

3. ข

4. ง

5. ข

6. ง

7. ง

8. ข

9. ค

10. ก

11. ง

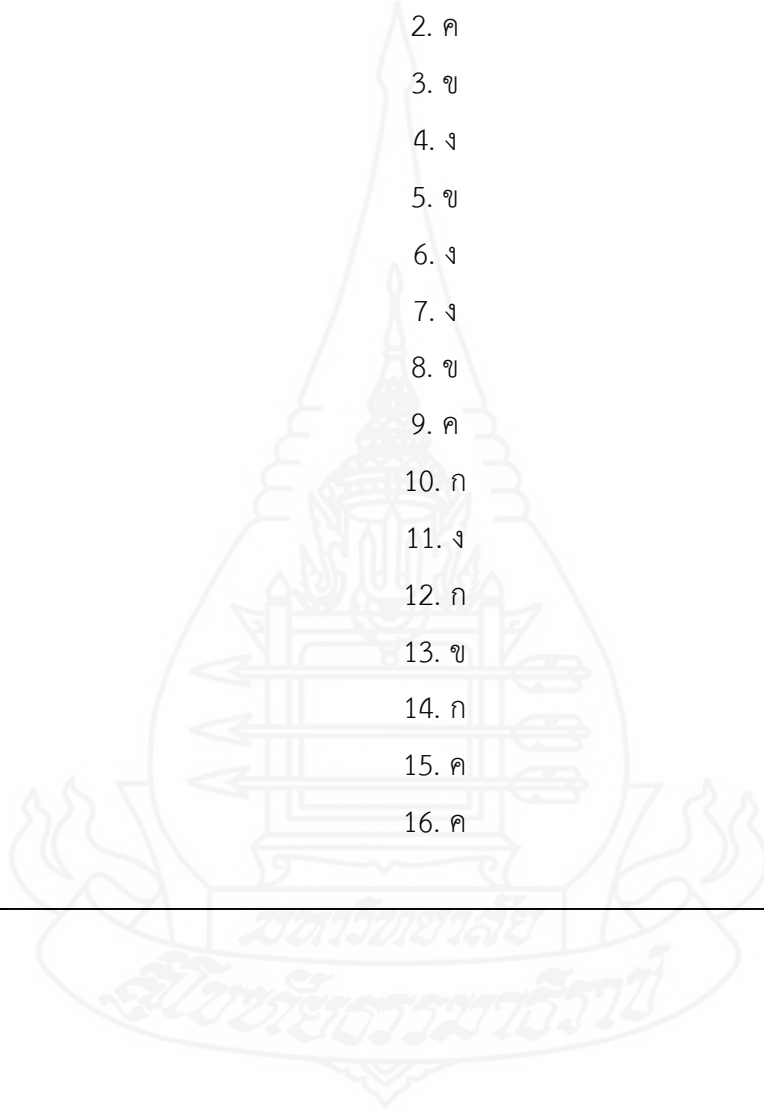
12. ก

13. ข

14. ก

15. ค

16. ค



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ภาคปฏิบัติ
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 1 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสง”

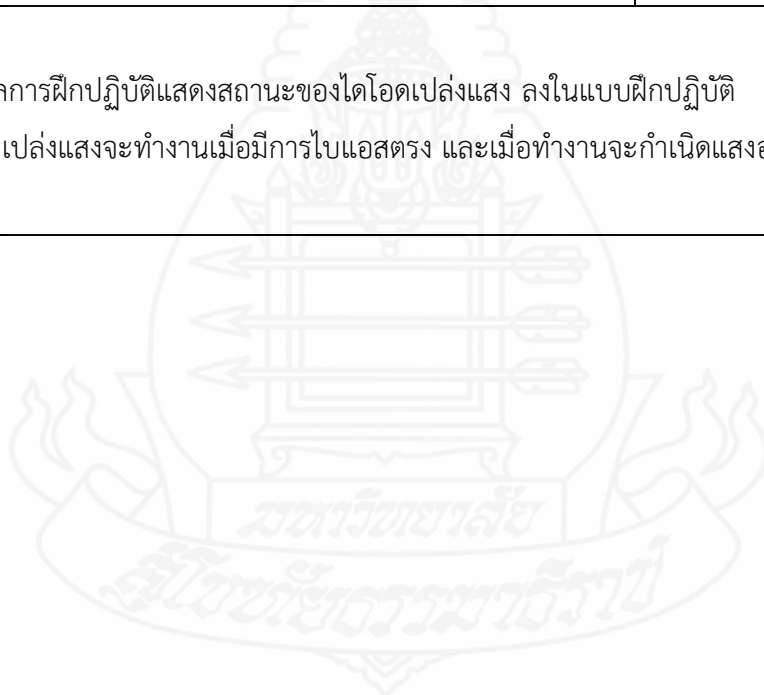
1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง

ตารางบันทึกสถานะของไดโอดเปล่งแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ไดโอดเปล่งแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.ไบแอสกลับ		✓
2.ไบแอสตรง	✓	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของไดโอดเปล่งแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

ไดโอดเปล่งแสงจะทำงานเมื่อมีการไบแอสตรง และเมื่อทำงานจะกำเนิดแสงออกมา



กิจกรรมที่ 2 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตไดโอด”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตไดโอด

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตไดโอด	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บดแสงมา ปิดทับโฟโตไดโอด		√
2. นำวัสดุที่บดแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตไดโอด	√	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตไดโอด ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

โฟโตไดโอดจะทำงานเมื่อมีการไปแอสกลับ และมีแสงสว่างตกกระทบบนด้านบนของโฟโตไดโอด เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ภาคปฏิบัติ (ต่อ)
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

กิจกรรมที่ 3 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

ตารางบันทึกสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	โฟโตทรานซิสเตอร์	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1. นำวัสดุที่บแสงมา ปิดทับโฟโตทรานซิสเตอร์		√
2. นำวัสดุที่บแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์	√	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของโฟโตทรานซิสเตอร์ ลงในแบบฝึกปฏิบัติ

โฟโตทรานซิสเตอร์จะทำงานเมื่อมีการไปแอสกลับที่ขา C ไปแอสตรงที่ขา E และมีแสงสว่างตกกระทบด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์ เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้

กิจกรรมที่ 4 ฝึกปฏิบัติ เรื่อง “การต่อวงจรการทำงานของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง”

1) บันทึกผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

ตารางบันทึกสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

เงื่อนไขในการในการฝึกปฏิบัติ	ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.นำวัสดุทึบแสงมา ปิดทับตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง		√
2.นำวัสดุทึบแสงออก แล้วนำไฟฉายมาส่องด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	√	

2) สรุปผลการฝึกปฏิบัติแสดงสถานะของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ลงในแบบฝึกปฏิบัติ
ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง จะทำงานเมื่อมีแสงสว่างตกกระทบด้านบนของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง เมื่อทำงานค่าความต้านทานภายในตัวจะต่ำ ทำให้กระแสไหลผ่านได้





ภาคที่ 4
แหล่งอ้างอิง

แหล่งอ้างอิง

- พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. (2545). *อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพะ
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. (2545). *อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพะ



บทที่ 6

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียน จำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.1.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

1.1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.3 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

1.3 การดำเนินการวิจัย

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสาร ชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ 3 ห้องเรียน จำนวน 90 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

คือ นักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสาร ชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยสุ่มเลือกแบบกลุ่ม

1.3.2 เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วย (1) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยยึดขั้นตอนการผลิต ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีจำนวน 4 หัวเรื่อง คือ (1) ไดโอดเปล่งแสง (2) โฟโตไดโอด (3) โฟโตทรานซิสเตอร์ และ (4) ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้ ชั้นที่ 1 ศึกษา ค้นคว้า จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนที่เน้นการปฏิบัติ และการเรียนการสอน เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ชั้นที่ 2 สร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยยึดขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแผนจุฬาของ ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ มีขั้นตอน ประกอบด้วย กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหาและประสบการณ์ กำหนดหน่วย การสอน กำหนดหัวเรื่อง กำหนดมโนทัศน์และหลักการ กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดแนวทางการประเมินการเรียนรู้ ผลิตสื่อการสอน หาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และใช้ชุดการสอน ชั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ชั้นที่ 4 ปรับปรุงคุณภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และชั้นที่ 5 ทดสอบประสิทธิภาพ (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ประกอบด้วย ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยภาคทฤษฎีเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยแบบคู่ขนาน จำนวน 32 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 16 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 16 ข้อ และภาคปฏิบัติเป็นการต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง แบ่งเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติก่อนเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน 4 ข้อ ให้เลือกทำ 1 ข้อ เพื่อวัดด้านทักษะพิสัยแบบคู่ขนาน โดยแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.71 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28 - 0.38 และแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.62 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28 - 0.38 และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน 0.60 แบบทดสอบหลังเรียน 0.75 แสดงว่าข้อสอบทั้ง 32 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ มีจำนวน 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านคุณภาพสื่อการสอนในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 9 ข้อ ตอนที่ 2 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตร

ประมาณค่ามี 5 ระดับ จำนวน 6 ข้อ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเขียนตอบ จำนวน 1 ข้อ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ทั้ง 3 ประเภท อยู่ในระดับดี

1.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การเตรียมสถานที่ คือ แบ่งห้องเรียนเป็นบริเวณนำเสนอทางด้านหน้าห้องเรียน จัดเก้าอี้และโต๊ะชิดกันเป็น 4 ศูนย์ ศูนย์สำรอง 1 ศูนย์ แต่ละศูนย์มีนักเรียน 5 - 6 คน มีมุมวิดิทัศน์ของแต่ละศูนย์ มุมเครื่องคอมพิวเตอร์ มุมหนังสือ และป้ายนิเทศ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง (2) วัน เวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง (3) เตรียมความพร้อม โดยแนะนำนักเรียนในการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และแจกแบบฝึกปฏิบัติให้พร้อมกับการใช้ให้นักเรียนคนละ 1 เล่ม (4) ขั้นตอนการสอน โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ คือ แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีจำนวนนักเรียน กลุ่มละ 5 คน และกลุ่มที่ 4 มีจำนวนนักเรียน 6 คน ในแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีผลการเรียนคละกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ดำเนินการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ 5 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 ประเมินตนเองก่อนเรียน ชั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน ชั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการเรียน ชั้นที่ 4 สรุปเรื่องที่เรียน และชั้นที่ 5 ประเมินตนเองหลังเรียน และ (5) การเก็บรวบรวมข้อมูล จากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน กิจกรรมระหว่างเรียน คือ การทำบัตรคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และการสอบถามความพึงพอใจ

1.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.4 ผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1.4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80.63/81.25

1.4.2 ผลความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.3 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2. อภิปรายผล

การอภิปรายผล ครอบคลุม (1) ด้านประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ (2) ด้านความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ และ (3) ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

2.1 ด้านประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้ คือ 80.63/81.25 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ผลิตชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยยึดระบบการผลิตแผนจุฬาของ ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ซึ่งเป็นสื่อประสมที่มีการจัดระบบเนื้อหาสาระ กิจกรรมให้มีความสอดคล้องกันโดยเสนอเนื้อหาสาระเฉพาะเรื่อง และมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง ซึ่งมีข้อดีสำหรับนักเรียน คือ (1) เนื้อหาในชุดการสอนมีการแบ่งเป็นหัวข้อ ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย (2) วิธีการสอนมีลักษณะเป็นกิจกรรมกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหา (3) การศึกษา จากวิดีโอทัศน์ ซึ่งเป็นสื่อเสริมในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจการต่อวงจรได้ง่ายขึ้น โดยผู้วิจัยได้ผลิตวิดีโอทัศน์จำนวน 4 เรื่อง รูปแบบการสอนในวิดีโอทัศน์เป็นการสาธิตการฝึกปฏิบัติการต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ผู้เรียนจะศึกษาวิดีโอทัศน์หลังจากศึกษาในบัตรเนื้อหา และ (4) นักเรียนมีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงจากบัตรกิจกรรมสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ในทันที เนื่องจากสามารถตรวจสอบได้จากบัตรเฉลย ซึ่งเป็นสื่อประสมที่มีการจัดระบบเนื้อหาสาระความสัมพันธ์กันโดยมุ่งเน้นทำให้นักเรียน (1) เกิดการเรียนรู้จำเป็นต้องเรียนรู้ (2) เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเมื่อได้ลงมือกระทำหรือทำงานกลุ่มให้ลุล่วง เพื่อแก้ปัญหาในรูปของบัตรคำสั่ง และบัตรเนื้อหาในรูปบัตรกิจกรรม และ (3) ได้รับการเสริมแรง คือ รางวัล คำชม หรือคำติชมเพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมในรูปบัตรเฉลย ในประเด็นนี้จึงสอดคล้องกับหลักจิตวิทยา ที่ใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 25) กล่าวว่า “การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ควรยึดหลักจิตวิทยา (1) กลุ่มเชื่อมโยงนิยม นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อได้รับตัวแห่ หรือสิ่งเร้า การตอบสนองต่อตัวแห่ นั้นๆ จะทำให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรม และเมื่อได้มีการเสริมแรง คือ รางวัล คำชม ความพึงพอใจ ก็จะทำให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมและเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ไปเรื่อยๆ และ (2) หลักจิตวิทยาในกลุ่มประสบการณ์นิยมหรือทฤษฎีสานาม นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อความจำเป็นที่จะเรียนรู้ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียน อยู่ในปัญหาเกิดความต้องการแก้ปัญหาเพื่อความอยู่รอด หรือการทำงานกลุ่มให้ลุล่วงด้วยการลงมือทำเพื่อแก้ปัญหา นั้น”

นอกจากนี้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ได้ผ่านกระบวนการทดลองหาประสิทธิภาพ ทั้งแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพได้มีการปรับปรุงจนถึงการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม และได้ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามด้าน คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาชุดการสอน ดังนั้น ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น จึงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.2 ด้านความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ (1) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์ การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติการเรียน โดยยึดระบบการผลิตแผนจุฬาของ ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ทำให้เกิดกระบวนการทำงานกลุ่ม มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบและเสียสละ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ มีวินัยในตนเอง มีพฤติกรรมที่เป็นประชาธิปไตย เป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี รู้จักรับฟังความคิดของผู้อื่น นักเรียนที่เรียนรู้จะเรียนรู้อย่างมีความสุขมีชีวิตชีวา ได้รับกำลังใจและได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อน ทำให้เกิดความมั่นใจ นักเรียนที่เรียนดีและเรียนได้เร็วจะได้แสดงความสามารถของตนเอง มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และแบ่งปันสิ่งที่ดีให้แก่กัน (2) ส่วนวีดิทัศน์รูปแบบสาริตการต่อวงจร ช่วยให้นักเรียนเห็นตัวอย่าง การฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนต่อวงจรการทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงได้ถูกต้อง สอดคล้องกับ สาโรจน์ นิลดำ และบุญเลิศ ส่องสว่าง (2544, น. 359-360) กล่าวว่า “วีดิทัศน์ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา และเรื่องราวที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น” (3) นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ สอดคล้องกับปรัชญาการศึกษากลุ่มพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้ในการสอนศูนย์การเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 24) กล่าวว่า “ปรัชญาการศึกษาที่ใช้ในการสอนศูนย์การเรียนรู้ คือ ปรัชญาการศึกษากลุ่มพัฒนาการเรียน ซึ่งเน้นประสบการณ์จากการลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง โดยเรียนเนื้อหาแต่พอสมควร แต่เน้นการปฏิบัติให้ได้” และ (4) นักเรียนได้รับทราบผลของการประกอบกิจกรรมทันทีในรูปแบบของบัตรเฉลย สอดคล้องกับการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2553, น. 24 – 25) กล่าวว่า “การทราบผลย้อนกลับทันที ไม่ว่าจะป็นกิจกรรมประเภทใดก็ตาม มีแนวโน้มที่จะเกิดการเรียนรู้สูงขึ้น” ดังนั้น จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนทำคะแนนทดสอบหลังเรียนได้สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

2.3 ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06, S.D. = 0.38$) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อทุกข้ออยู่ในระดับพึงพอใจมาก ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.47, S.D. = 0.25$) คือ นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์

การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ทั้งอาจเป็นเพราะว่า (1) วิดีทัศน์ประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนสามารถต่อวงจรได้อย่างถูกต้อง จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.18) และ (2) การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น เป็นผลมาจากการฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.20) ดังนั้น จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 จากการพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจำอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงควรนำชุดการสอนดังกล่าวไปใช้ในการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้กับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ต่อไป

3.1.2 จากการทดลองชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ดังนั้นผู้วิจัยต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการฝึกปฏิบัติให้ครบถ้วน ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ ต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง ตัวต้านทาน 330 โอห์ม มัลติมิเตอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 9 โวลต์ แผงประกอบวงจร สายต่อวงจร วัสดุทึบแสง และไฟฉาย
- 2) การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ผู้วิจัยต้องจัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนได้ชมวีทัศน์ ก่อนฝึกปฏิบัติ
- 3) ก่อนนำชุดการสอนไปใช้ครูควรศึกษารายละเอียดในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ ในด้านเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่นักเรียนต้องเรียน และวิธีการสอน

4) ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติเหมาะสมกับเวลาในการสอน 4 ชั่วโมง จะทำให้การดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัย ได้สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก คือ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.38) ดังนั้น จึงควรมีการทำวิจัยพัฒนาชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ โดยใช้สื่อวีดิทัศน์ ควบคู่กับบัตรเนื้อหา ให้ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้ ของวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และนิคม ทาแดง. (2528). การผลิตรายการโทรทัศน์. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2540). *คู่มือปฏิบัติการการประชุมเชิงปฏิบัติการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนเกษมพิทยา (อัสสัมชัญ).
- _____. (2540). ชุดการสอนทางไกล. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อพัฒนสร. หน่วยที่ 5*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2547). นวัตกรรมการศึกษา (1). ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. หน่วยที่ 11. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2553). สามัญทัศน์เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (ฉบับปรับปรุง)*. หน่วยที่ 1. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, และสุดา สิ้นสกุล. (2520). ระบบสื่อการสอน. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2547). กระบวนการสันนิเวศนาการและระบบสื่อการสอน. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. หน่วยที่ 11. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทิตนา แคมมณี. (2548). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- บุญเที่ยง จ้อยเจริญ. (2534). *เทคนิคพื้นฐานการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- พินิต วัฒนโณ. (2520). *การผลิตรายการโทรทัศน์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- โรงเรียนจ่าอากาศ. (2548). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนจ่าอากาศ พุทธศักราช 2548 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ*. กรุงเทพฯ.

- วาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2539). การผลิตรายการวิทยุโทรทัศน์และเทปบันทึกภาพ. ใน *เอกสารการสอน
ชุดวิชาประสบการณ์วิชาชีพระดับบัณฑิตเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. หน่วยที่ 10.
นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2555). ชุดการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสื่อกับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. หน่วยที่ 14.
นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
โอเดียนสโตร์.
- ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2555). เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษากับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้วย
การพัฒนาตนเอง. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษากับการ
พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้วยการพัฒนาตนเอง*. หน่วยที่ 5. นนทบุรี:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สาโรจน์ นิลคำ และบุญเลิศ ส่องสว่าง. (2544). สื่อการเรียนการสอนอาชีวศึกษา. ใน *เอกสารการสอน
ชุดวิชาการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา*. หน่วยที่ 6. นนทบุรี:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการ
เรียนรู้แบบประสบการณ์และเน้นการปฏิบัติ สำนักมาตรฐานการศึกษา และพัฒนาการ
เรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อนันต์ธนา อังกินันท์, และเกื้อกุล คุปรัตน์. (2532). *สื่อสารมวลชนและประชาสัมพันธ์เพื่อการศึกษา.
คณะศึกษาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Joan M. Leonard. (1972). จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ.(ออนไลน์). สืบค้น
จาก <https://sites.google.com/site/naranya2010/3-1>.
- John Dewey. (1859). การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง. (ออนไลน์). สืบค้น
จาก <https://sites.google.com/site/naranya2010/3-1>.

ภาคผนวก



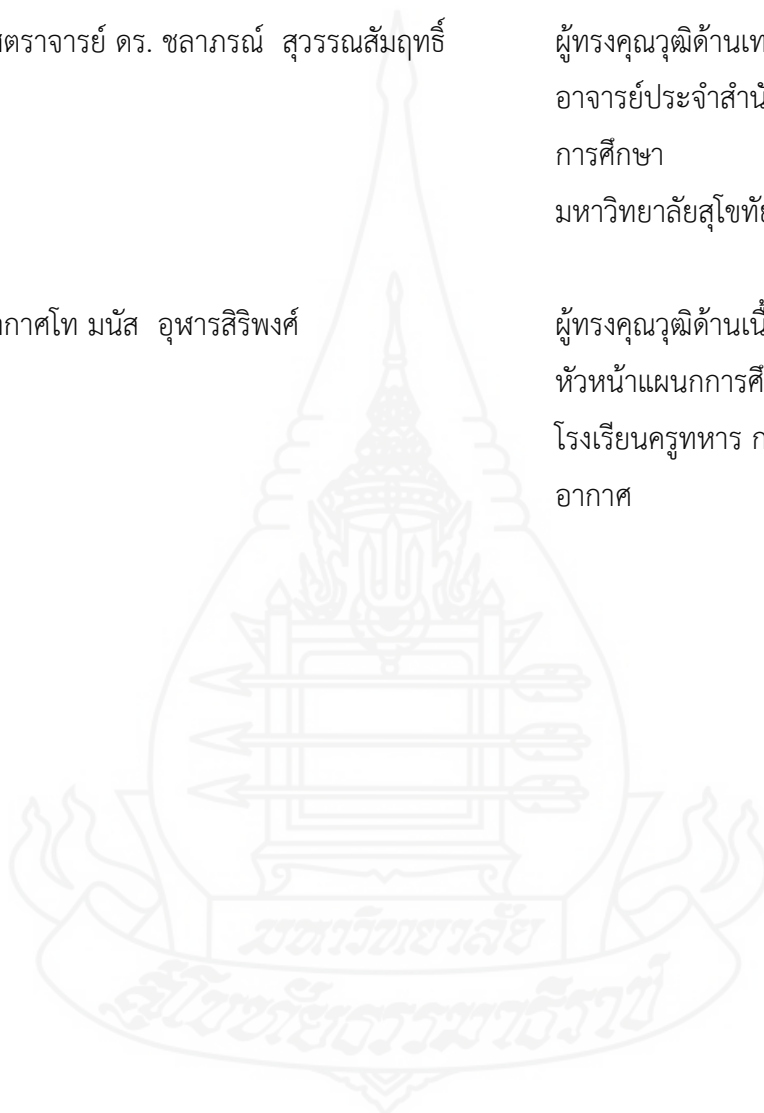


ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

- | | |
|--|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ นवलเสนห์ วงศ์เชิดธรรม | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมิน
ข้าราชการบำนาญ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร. ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์ | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา
อาจารย์ประจำสำนักเทคโนโลยี
การศึกษา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา |
| 3. นาวาอากาศโท มนัส อุฬารสิริพงศ์ | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
หัวหน้าแผนกการศึกษา
โรงเรียนครูทหาร กรมยุทธศึกษาทหาร
อากาศ |





ภาคผนวก ข

ประเมินคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

แบบประเมินเนื้อหาสาระในบัตรเนื้อหา กิจกรรมในบัตรกิจกรรม และคำถาม ในบัตรคำถาม
 ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์
 อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1
 สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

คำชี้แจง 1. โปรดประเมินระดับคุณภาพของเนื้อหาสาระในบัตรเนื้อหา กิจกรรมในบัตรกิจกรรม
 และคำถามในบัตรคำถาม การประเมินคุณภาพ มี 5 ระดับของการประเมิน คือ ดีมาก ดี ปานกลาง
 น้อย และ น้อยที่สุด และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง

2. โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ในระดับที่ท่านเห็นสมควร

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
1.	บัตรเนื้อหา (เนื้อหาในบัตรเนื้อหา) เนื้อหาสาระที่อยู่ในบัตรเนื้อหา						
	1.1 เนื้อหาสาระที่เรียน ครอบคลุม หัวเรื่อง แนวคิด และ วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ใน แผนการสอน						
	1.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับ รายวิชาที่จัดการเรียนการสอน						
	1.3 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับ ความรู้ความสามารถของผู้เรียน						
	1.4 เนื้อหาสาระมีความถูกต้องชัดเจน						
	1.5 เนื้อหาสาระมีความทันสมัย น่าสนใจ						
	1.6 เนื้อหาสาระมีการเรียงลำดับ ขั้นตอนการนำเสนอที่เหมาะสม						
	1.7 ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสาระเข้าใจ ได้ง่าย						

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
	1.8 เนื้อหาสาระที่เรียนนำไป ประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต หรือวิชาอื่นได้						
	1.9 ภาพประกอบมีความสอดคล้อง กับเนื้อหาสาระ						
	1.10 ภาพประกอบมีความชัดเจน						
2.	วิดิทัศน์ (เนื้อหาในวิดิทัศน์)						
	2.1 เนื้อหาสาระในวิดิทัศน์มีความ ถูกต้อง						
	2.2 ภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหา สาระ						
	2.3 ภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน						
	2.4 เสียงมีความชัดเจน						
	2.5 เสียงและภาพมีความสอดคล้องกัน						
3.	บัตรกิจกรรม (กิจกรรมในบัตร กิจกรรม)						
	3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ใน แผนการสอน						
	3.2 กิจกรรมมีความหลากหลาย น่าสนใจ						
	3.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนมีความ กระตือรือร้นในการเรียน						
	3.4 กิจกรรมช่วยทบทวนความรู้ใน เนื้อหา						
	3.5 กิจกรรมมีความยากง่ายที่ เหมาะสม						
	3.6 ภาษาที่เขียนในบัตรกิจกรรมอ่าน แล้วเข้าใจดำเนินกิจกรรมได้						
	3.7 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับ ระยะเวลาที่กำหนด						

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
	3.8 กิจกรรมช่วยทำให้ผู้เรียนได้มี โอกาสทำงานเป็นกลุ่ม						
	3.9 กิจกรรมช่วยทำให้ผู้เรียนเกิด แนวคิดเชิงวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างสรรค์						
4.	บัตรคำถาม (คำถามในบัตรคำถาม)						
	4.1 คำถามที่ใช้มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ กำหนดไว้ในแผนการสอน						
	4.2 ประเภทของคำถามในบัตรคำถาม มีความหลากหลาย						
	4.3 ปริมาณคำถามมีความเหมาะสม กับเนื้อหาสาระ						
	4.4 ปริมาณคำถามมีความเหมาะสม กับเวลาที่กำหนด						
	4.5 ภาษาที่ใช้ในบัตรคำถามอ่านแล้ว เข้าใจได้ง่าย						
5.	บัตรเฉลย (เฉลยในบัตรเฉลย)						
	5.1 เฉลยคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงประเด็น ทุกข้อคำถาม						
	5.2 ข้อความที่ใช้ในบัตรเฉลยสั้น กระชับได้ใจความ						
	5.3 ภาษาที่ใช้ในบัตรเฉลยอ่านแล้ว เข้าใจได้ง่าย						

โดยภาพรวมคุณภาพด้านเนื้อหาสาระในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ
วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอากาศ
เหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับใด

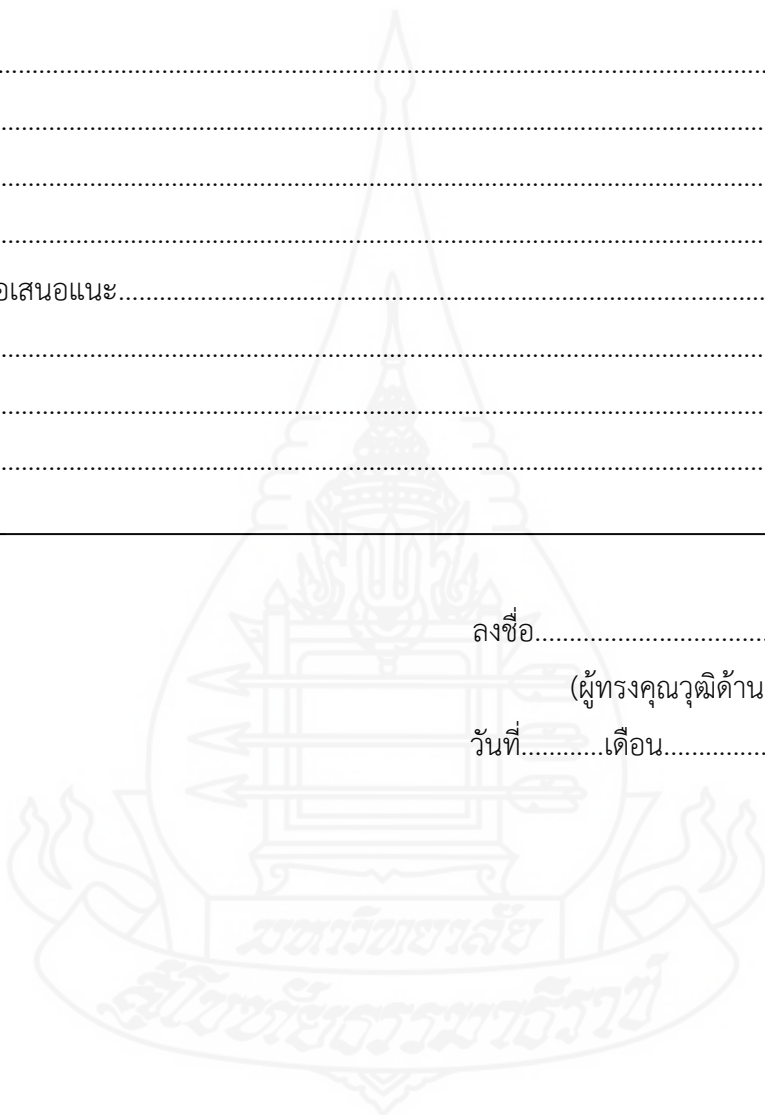
ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา
--

แบบประเมิน ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา

- คำชี้แจง** 1. โปรดประเมินคุณภาพชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง การประเมินคุณภาพ มี 5 ระดับของการประเมิน คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และ น้อยที่สุด และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง
2. โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ในระดับที่ท่านเห็นสมควร

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
1.	คู่มือการใช้ชุดการสอน ประกอบด้วย ส่วนประกอบของชุดการสอนการใช้ ชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียน การจัด ชั้นเรียน สิ่งอำนวยความสะดวก และการประเมินการเรียนรู้						
2.	แผนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้						
3.	สื่อที่ใช้ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้						
	3.1 บัตรคำสั่ง						
	3.2 บัตรเนื้อหา						
	3.3 บัตรกิจกรรม						
	3.4 บัตรคำถาม						
	3.5 บัตรเฉลย						
	3.6 วัสดุทัศนตัวอย่างการต่อวงจร						
4.	แบบฝึกปฏิบัติ						
	4.1 แบบทดสอบก่อนเรียน						

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและ
ประเมินผล

แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล

- คำชี้แจง**
1. โปรตประเมินคุณภาพของแบบทดสอบในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง การประเมินคุณภาพ มี 5 ระดับของการประเมิน คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และ น้อยที่สุด และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง
 2. โปรตกาเครื่องหมาย ✓ ในระดับที่ท่านเห็นสมควร

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
1.	แบบทดสอบก่อนเรียน						
	1.1 แบบทดสอบก่อนเรียนมี ความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ กำหนด						
	1.2 แบบทดสอบก่อนเรียนเป็น ข้อสอบแบบคู่ขนานกับ แบบทดสอบหลังเรียน						
	1.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบ ก่อนเรียนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
	1.4 ข้อคำถามในแบบทดสอบ ก่อนเรียนสอดคล้องกับ เนื้อหา						
	1.5 ข้อคำถามไม่แนะนำคำตอบ						
	1.6 ข้อคำถามใช้ภาษาที่อ่านแล้ว เข้าใจง่าย						

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
	1.7 ข้อคำถามไม่ยาวเกินไป						
	1.8 ข้อคำถามมีจำนวนที่ เหมาะสมกับเนื้อหา						
	1.9 ตัวเลือกสอดคล้องกับข้อ คำถาม						
	1.10 ตัวเลือกลงให้ผู้ตอบ เลือกตอบได้						
	1.11 ตัวเลือกใช้ภาษาที่อ่านแล้ว เข้าใจง่าย						
2.	แบบทดสอบหลังเรียน						
	2.1 แบบทดสอบหลังเรียนมี ความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ กำหนด						
	2.2 แบบทดสอบหลังเรียนเป็น ข้อสอบแบบคู่ขนานกับ แบบทดสอบหลังเรียน						
	2.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบ หลังเรียนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
	2.4 ข้อคำถามในแบบทดสอบ หลังเรียนสอดคล้องกับ เนื้อหา						
	2.5 ข้อคำถามไม่แนะนำคำตอบ						
	2.6 ข้อคำถามใช้ภาษาที่อ่านแล้ว เข้าใจง่าย						
	2.7 ข้อคำถามไม่ยาวเกินไป						
	2.8 ข้อคำถามมีจำนวนที่ เหมาะสมกับเนื้อหา						
	2.9 ตัวเลือกสอดคล้องกับข้อ คำถาม						

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
	2.10 ตัวเลือกลงให้ผู้ตอบ เลือกตอบได้						
	2.11 ตัวเลือกใช้ภาษาอ่านแล้ว เข้าใจง่าย						

โดยภาพรวมคุณภาพของแบบทดสอบในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ
วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศ
เหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับใด

ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
และด้านวัดและประเมินผล

แบบประเมินคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วย
ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านวัดและประเมินผล

คำชี้แจง 1. โปรดประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง การประเมินคุณภาพ มี 5 ระดับของการประเมิน คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และ น้อยที่สุด และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง

2. โปรดกาเครื่องหมาย \checkmark ในระดับที่ท่านเห็นสมควร

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
1.	ข้อความมีความครอบคลุมสิ่งที่ จะสอบถาม						
2.	ข้อความใช้ภาษาที่อ่านแล้ว เข้าใจได้ง่าย สื่อความหมายได้ ชัดเจน						
3.	จำนวนข้อความมีปริมาณ เหมาะสมกับเวลาในการตอบ						
4.	ข้อความนั้นมีความเป็นจริงใช้ใ การตอบคำถาม						
5.	ข้อความไม่ยาวเกินไป						
6.	ข้อความมีการจัดเป็นกลุ่มเป็น หมวดหมู่สะดวกในการตอบ คำถาม						
7.	คำชี้แจงมีความชัดเจนในการทำ แบบสอบถามสามารถทำได้อย่าง ถูกต้อง						

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	
8.	การจัดวรรคตอนถูกต้อง						
9.	การพิมพ์ตัวสะกดมีความถูกต้อง						
10.	การจัดรูปแบบของแบบสอบถาม มีความเหมาะสม						

โดยภาพรวมคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการ
สอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับใด

ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 11

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง สำหรับนักเรียนจำอาภาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง		√ (ข้อ 1)					
2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	√ (ข้อ 2)						
3. นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	√ (ข้อ 3)						
4. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง				√ (ข้อ 4)			
5. นักเรียนสามารถต่อวงจรการทำงานของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง							√
6. นักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง		√ (ข้อ 5)					
7. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของโฟโตไดโอด ได้ถูกต้อง	√ (ข้อ 6)						

วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย
	ความ รู้	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	การ สังเคราะห์	การ ประเมินค่า	
8. นักเรียนสามารถเขียน สัญลักษณ์ของโฟโต- ไดโอด ได้ถูกต้อง	√ (ข้อ 7)						
9. นักเรียนสามารถอธิบาย การทำงานของโฟโต- ไดโอดได้ถูกต้อง				√ (ข้อ 8)			
10. นักเรียนสามารถต่อ วงจรการทำงาน ของโฟโตไดโอดได้ ถูกต้อง							√
11. นักเรียนสามารถ อธิบายรูปร่างของ โฟโตทรานซิสเตอร์ ได้ถูกต้อง		√ (ข้อ 9)					
12. นักเรียนสามารถเขียน โครงสร้างของ โฟโตทรานซิสเตอร์ ได้ถูกต้อง	√ (ข้อ 10)		-		-	-	
13. นักเรียนสามารถเขียน สัญลักษณ์ของ โฟโตทรานซิสเตอร์ ได้ถูกต้อง	√ (ข้อ 11)						
14. นักเรียนสามารถ อธิบายการทำงานของ โฟโตทรานซิสเตอร์ได้ ถูกต้อง				√ (ข้อ 12)			
15. นักเรียนสามารถต่อ วงจรการทำงาน โฟโตทรานซิสเตอร์ได้ ถูกต้อง							√

วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย
	ความ รู้	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	การ สังเคราะห์	การ ประเมินค่า	
16. นักเรียนสามารถ อธิบายรูปร่าง ของตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง ได้ถูกต้อง		✓ (ข้อ 13)					
17. นักเรียนสามารถเขียน โครงสร้างของตัว ต้านทานเปลี่ยนค่า ตามแสง ได้ถูกต้อง	✓ (ข้อ 14)						
18. นักเรียนสามารถเขียน สัญลักษณ์ของตัว ต้านทานเปลี่ยนค่า ตามแสง ได้ถูกต้อง	✓ (ข้อ 15)						
19. นักเรียนสามารถ อธิบายการทำงานของ ตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง ได้ถูกต้อง				✓ (ข้อ 16)			
20. นักเรียนสามารถต่อ วงจรการทำงานของ ตัวต้านทานเปลี่ยนค่า ตามแสง ได้ถูกต้อง							✓
รวมพุทธิพิสัย 16 ข้อ และทักษะพิสัย 4 ข้อ (เลือกทำ 1 ข้อ)	8	4	-	4	-	-	4

ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)
และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน



ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 11 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

แบบทดสอบก่อนเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน		
ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.52	0.28	1	0.76	0.38
2	0.61	0.28	2	0.62	0.28
3	0.71	0.28	3	0.71	0.28
4	0.52	0.28	4	0.71	0.28
5	0.52	0.28	5	0.80	0.28
6	0.52	0.28	6	0.71	0.28
7	0.47	0.38	7	0.71	0.38
8	0.61	0.28	8	0.76	0.38
9	0.52	0.28	9	0.76	0.28
10	0.61	0.28	10	0.80	0.28
11	0.52	0.28	11	0.76	0.38
12	0.71	0.28	12	0.71	0.28
13	0.47	0.38	13	0.71	0.28
14	0.47	0.38	14	0.71	0.28
15	0.33	0.28	15	0.71	0.28
16	0.66	0.38	16	0.76	0.38
แบบทดสอบก่อนเรียน ค่า p อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.71 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.28 – 0.38			แบบทดสอบหลังเรียน ค่า p อยู่ระหว่าง 0.62 – 0.80 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.28 – 0.38		

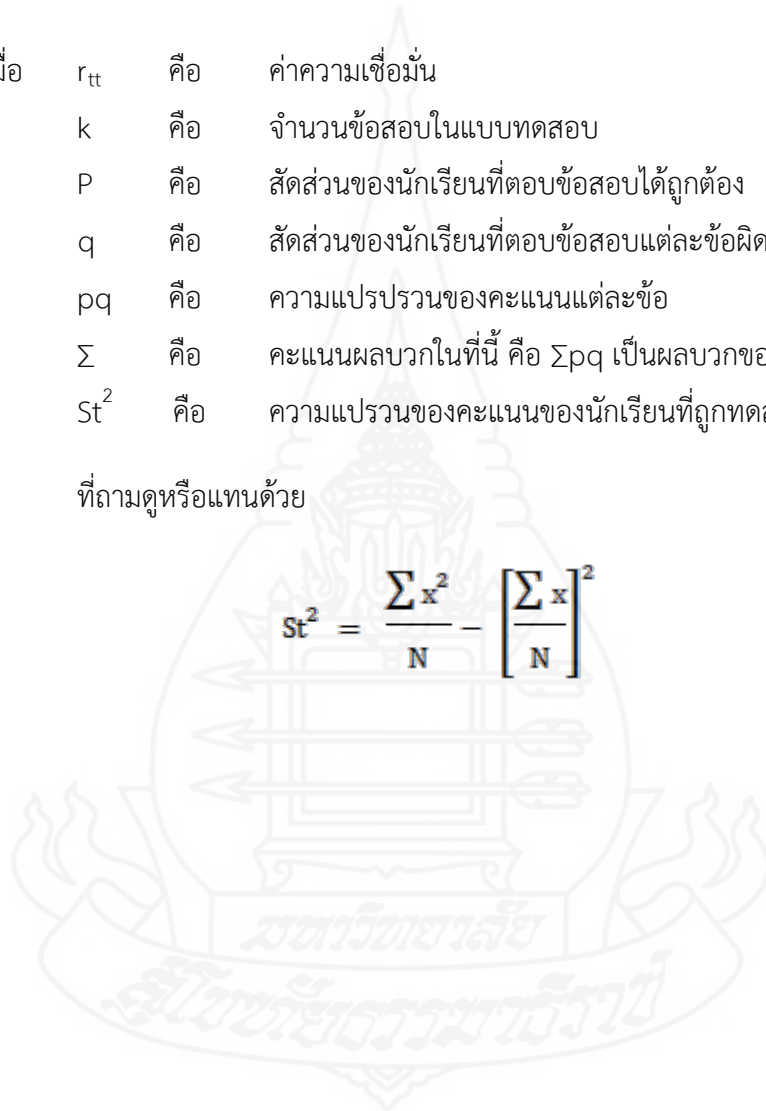
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ(r_{tt}) ใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน(Kuder-Richardson) กาญจนา วัฒมาฯ (2550, น. 192) ดังนี้

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

เมื่อ	r_{tt}	คือ	ค่าความเชื่อมั่น
	k	คือ	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	P	คือ	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง
	q	คือ	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อผิด
	pq	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	Σ	คือ	คะแนนผลบวกในที่นี้ คือ Σpq เป็นผลบวกของ pq ทุกข้อ
	St^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนของนักเรียนที่ถูกทดสอบ

ที่ถ้ามดูหรือแทนด้วย

$$St^2 = \frac{\sum x^2}{N} - \left[\frac{\sum x}{N} \right]^2$$



ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

คนที่ \ ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	\bar{X}	X^2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	12	144
2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	6	36
3	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	12	144
4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	5	25
5	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	11	121
6	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13	169
7	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	11	121
8	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	13	169
9	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	11	121
10	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	12	144
11	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	6	36
12	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	25
13	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	5	25
14	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	11	121
15	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	9	81
16	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	10	100
17	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	7	49
18	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	25
19	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	8	64
20	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	5	25

คนที่ \ ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	\bar{X}	X^2
21	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6	36
Σ	11	13	15	11	11	11	9	13	11	13	11	15	10	9	7	13	183	1781
p	0.524	0.619	0.714	0.524	0.523	0.523	0.476	0.619	0.524	0.619	0.524	0.714	0.476	0.476	0.333	0.619	8.714	
q	0.476	0.381	0.286	0.476	0.476	0.476	0.571	0.381	0.476	0.381	0.476	0.286	0.524	0.571	0.667	0.381	7.258	
pq	0.249	0.236	0.204	0.249	0.249	0.249	0.245	0.236	0.249	0.236	0.249	0.204	0.249	0.245	0.222	0.236	3.810	

$$\Sigma pq = 3.810$$

$$St^2 = 8.860$$

$$\text{ค่าความเที่ยงของข้อสอบ} = 0.608$$



ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

คนที่ \ ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	\bar{X}	X^2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
5	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
6	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	15	225
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	15	225
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	14	196
10	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
11	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	10	100
12	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	10	100
13	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	9	81
14	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	11	121
15	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	9	81
16	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	9	81
17	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	8	64
18	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	9	81
19	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	8	64
20	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	8	64

คนที \ ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	\bar{X}	X^2
21	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	8	64
Σ	17	12	14	13	17	15	17	17	17	17	17	17	17	12	15	15	247	3159
p	0.762	0.619	0.714	0.714	0.809	0.714	0.714	0.762	0.762	0.809	0.762	0.714	0.714	0.714	0.714	0.762	11.762	
q	0.238	0.381	0.286	0.286	0.190	0.286	0.286	0.238	0.238	0.190	0.238	0.286	0.286	0.286	0.286	0.238	8.238	
pq	0.181	0.236	0.204	0.204	0.154	0.204	0.204	0.181	0.181	0.154	0.181	0.204	0.204	0.204	0.204	0.181	3.084	

$$\Sigma pq = 3.084$$

$$St^2 = 10.414$$

$$\text{ค่าความเที่ยงของข้อสอบ} = 0.751$$





ภาคผนวก จ

ตารางการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, และสุดา สีนสกุล, 2520, น.136-137)

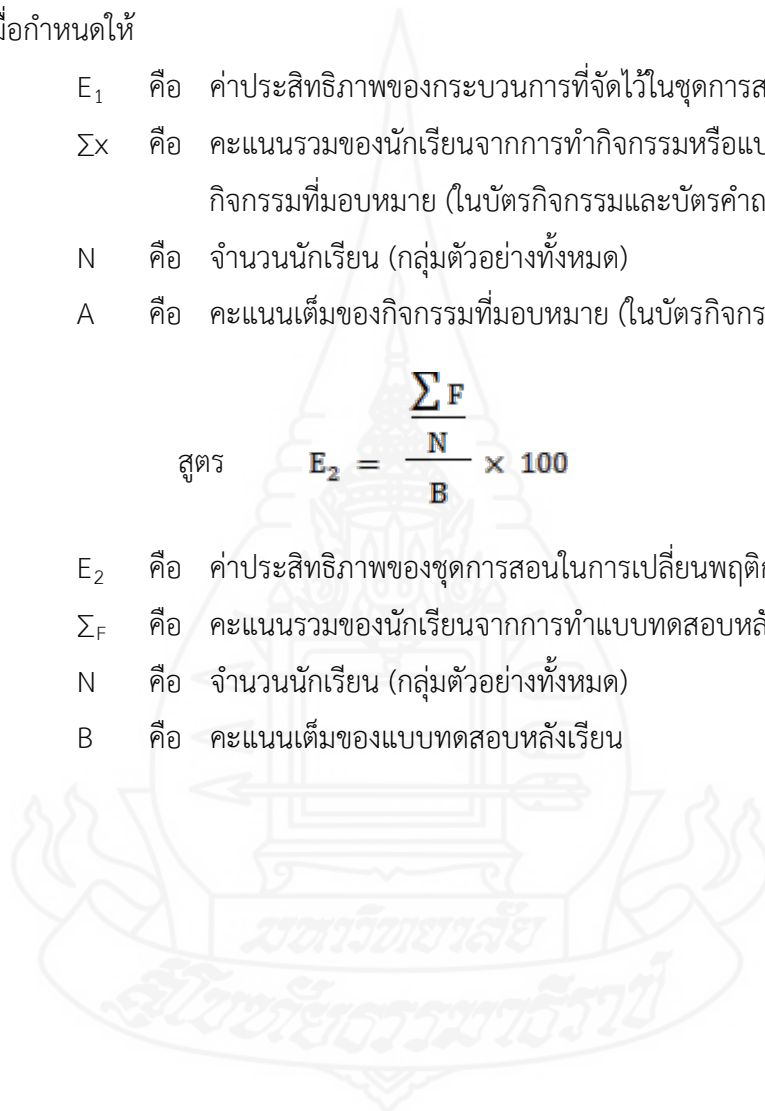
$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

- E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน
 $\sum x$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)
 N คือ จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)
 A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมที่มอบหมาย (ในบัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม)

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

- E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนในการเปลี่ยนพฤติกรรมนักเรียน
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน



ตารางภาคผนวกที่ 2 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เรียนด้วย
ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (16 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (45 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (16 คะแนน)
1	6	25	7
2	8	28	11
3	9	30	12
ΣX	23	83	30
ค่าเฉลี่ย	7.67	27.67	10.00
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 61.48$	$E_2 = 62.50$

สูตร	$E_1 = \frac{\frac{\Sigma x}{N}}{A} \times 100$	สูตร	$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \times 100$
แทนค่า	$E_1 = \frac{\frac{83}{3}}{45} \times 100$ $= 61.48$	แทนค่า	$E_2 = \frac{\frac{30}{3}}{16} \times 100$ $= 62.50$
$E_1 / E_2 = 61.48 / 62.50$			

ตารางภาคผนวกที่ 3 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของนักเรียนจำนวน 6 คน ที่เรียนด้วย
ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (16 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (45 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (16 คะแนน)
1	8	32	11
2	10	34	12
3	7	33	13
4	8	32	11
5	8	31	11
6	11	35	13
Σx	52	197	71
ค่าเฉลี่ย	8.67	32.83	11.83
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 72.96$	$E_2 = 73.95$

สูตร	$E_1 = \frac{\frac{\Sigma x}{N}}{A} \times 100$	สูตร	$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \times 100$
แทนค่า	$E_1 = \frac{\frac{197}{6}}{45} \times 100$ $= 72.96$	แทนค่า	$E_2 = \frac{\frac{71}{6}}{16} \times 100$ $= 73.95$
$E_1 / E_2 = 72.96 / 73.95$			

ตารางภาคผนวกที่ 4 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามของนักเรียนจำนวน 21 คน
 ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 11
 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (16 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (45 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (16 คะแนน)
1	12	38	16
2	6	33	9
3	12	40	16
4	5	35	14
5	11	37	14
6	13	35	16
7	11	34	14
8	13	35	16
9	11	38	14
10	12	39	14
11	6	36	14
12	5	37	9
13	5	32	13
14	11	38	13
15	9	37	14
16	10	36	14
17	7	37	9
18	5	39	10
19	8	35	10
20	5	36	14
21	6	35	10
Σx	183	762	273
ค่าเฉลี่ย	8.71	36.29	13.00
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 80.63$	$E_2 = 81.25$

สูตร	$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$	สูตร	$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$
แทนค่า	$E_1 = \frac{762}{21} \times 100$ $= 80.63$	แทนค่า	$E_2 = \frac{273}{16} \times 100$ $= 81.25$
$E_1 / E_2 = 80.63 / 81.25$			



ภาคผนวก ฉ

ตารางวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของ
นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ



ตารางภาคผนวกที่ 5 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบ
ศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
ภาคสนาม (n = 21)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนน ความก้าวหน้า (D)	D ²
1	12	16	6	36
2	6	9	2	4
3	12	16	5	25
4	5	14	6	36
5	11	14	4	16
6	13	16	3	9
7	11	14	4	16
8	13	16	4	16
9	11	14	3	9
10	12	14	4	16
11	6	14	6	36
12	5	9	1	1
13	5	13	5	25
14	11	13	4	16
15	9	14	5	25
16	10	14	4	16
17	7	9	1	1
18	5	10	3	9
19	8	10	2	4
20	5	14	4	16
21	6	10	2	4
รวม	183	273		
\bar{X}	8.71	13.00		
S.D.	3.05	2.45		

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

แทนค่า

$$\sum D = 90$$

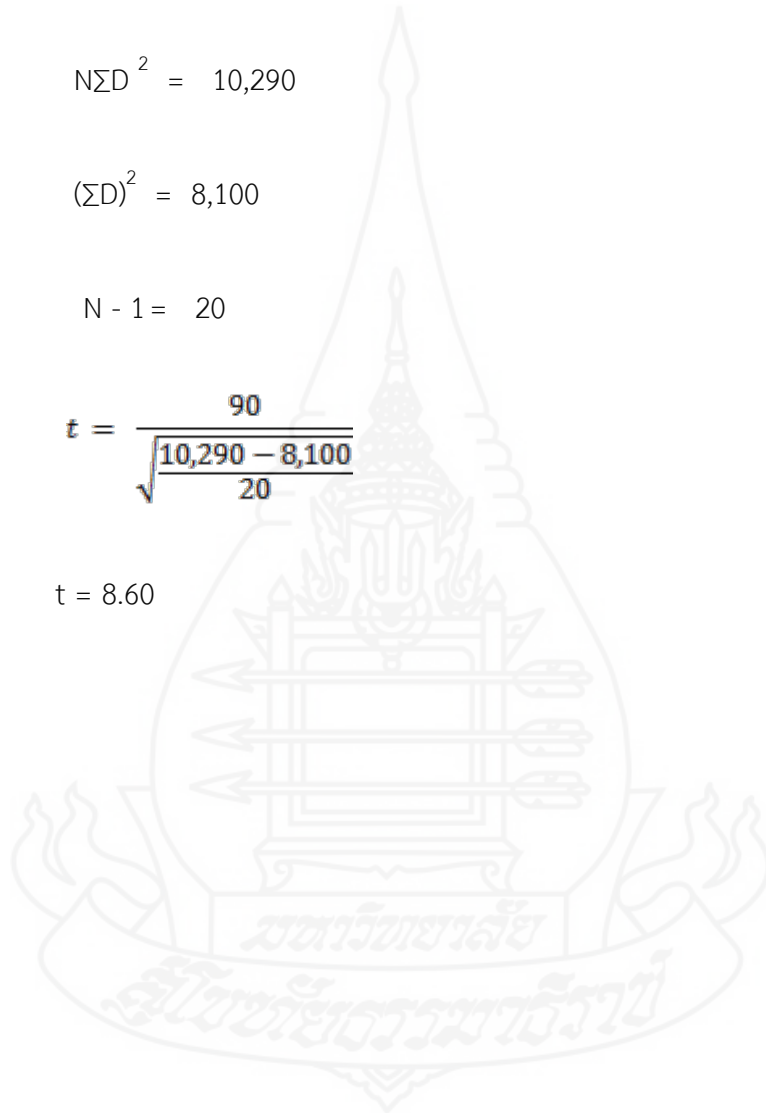
$$N \sum D^2 = 10,290$$

$$(\sum D)^2 = 8,100$$

$$N - 1 = 20$$

$$t = \frac{90}{\sqrt{\frac{10,290 - 8,100}{20}}}$$

$$t = 8.60$$



ภาคผนวก ช

ตารางความถี่คะแนนความพึงพอใจ
ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้




ตารางภาคผนวกที่ 6 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านคุณภาพของสื่อการสอนในชุดการสอนแบบ
ศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
(n = 21)

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ					รวม
	5	4	3	2	1	
1. คำสั่งที่อยู่ในบัตรคำสั่งช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางในการเรียนเหมือนครูสั่งงาน	3 (15)	17 (68)	1 (3)			86
2. เนื้อหาที่อยู่ในบัตรเนื้อช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจตรงตามเนื้อเรื่อง	5 (25)	9 (36)	7 (21)			82
3. วิดีทัศน์ประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนสามารถต่อวงจรได้อย่างถูกต้อง	5 (25)	16 (64)				89
4. กิจกรรมที่อยู่ในบัตรกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติ	4 (20)	12 (48)	5 (15)			83
5. กิจกรรมในการฝึกปฏิบัติที่อยู่ในบัตรกิจกรรมได้บอกขั้นตอนที่ชัดเจนจึงทำให้นักเรียนฝึกปฏิบัติได้	2 (10)	15 (60)	4 (12)			82
6. กิจกรรมที่อยู่ในบัตรกิจกรรมทำให้นักเรียน ได้ช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน	2 (10)	16 (64)	3 (9)			83
7. คำถามที่อยู่ในบัตรคำถามช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจหลังจากที่นักเรียนได้เรียนจากบัตรเนื้อหา	2 (10)	13 (52)	6 (18)			80
8. เฉลยที่อยู่ในบัตรเฉลยช่วยให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการทำบัตรคำถามได้ด้วยตนเอง	3 (15)	13 (52)	5 (15)			82
9. แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวน สิ่งที่เรียน และกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้ว	4 (20)	10 (40)	7 (21)			81

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความพึงพอใจของนักเรียนด้านผลที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบ
ศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
(n = 21)

ข้อความคำถาม	ระดับความพึงพอใจ					รวม
	5	4	3	2	1	
1. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น	6 (30)	11 (44)	4 (12)			86
2. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเองได้	8 (40)	8 (32)	5 (15)			87
3. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น	6 (30)	15 (60)				90
4. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้	8 (40)	9 (36)	4 (12)			88
5. การเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม	6 (30)	11 (44)	4 (12)			86
6. นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ	10 (50)	11 (44)				94



ภาคผนวก ซ

แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเน้นฝึกปฏิบัติ

แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ
วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1

1. บัตรคำสั่ง

1.1 เข้าใจคำสั่ง

เข้าใจ

ไม่เข้าใจ

เพราะอะไร.....

.....

.....

1.2 ปฏิบัติตามคำสั่ง

ได้

ไม่ได้

เพราะอะไร.....

.....

.....

2. บัตรเนื้อหา

2.1 เข้าใจเนื้อหา

เข้าใจ

ไม่เข้าใจ

เพราะอะไร.....

.....

.....

2.2 ปริมาณเนื้อหา

เหมาะสม

ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

2.3 ภาพประกอบเนื้อหา

สอดคล้อง

ไม่สอดคล้อง

เพราะอะไร.....

.....

.....

3. วิดีทัศน์

3.1 วิธีการนำเสนอเนื้อหา เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.2 เวลาในการนำเสนอเนื้อหา เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.3 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.4 เนื้อหาช่วยเพิ่มทักษะการต่อวงจรให้กับนักเรียน เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.5 ตัวอักษร (แบบ ขนาด สี) เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.6 การลำดับภาพ เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.7 เสียงบรรยาย เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

.....

.....

3.8 เสียงดนตรี เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

4. บัตรกิจกรรม

4.1 ความชัดเจน ความเข้าใจในคำสั่งของกิจกรรม เข้าใจ ไม่เข้าใจ

เพราะอะไร.....

4.2 การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีส่วน ไม่มีส่วน

เพราะอะไร.....

4.3 กิจกรรมน่าสนใจ น่าสนใจ ไม่น่าสนใจ

เพราะอะไร.....

4.4 ระยะเวลาในการทำกิจกรรม เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

4.5 การเรียงลำดับกิจกรรม เหมาะสม ไม่เหมาะสม

เพราะอะไร.....

5. บัทรคำถาม

5.1 เข้าใจในข้อคำถาม

 เข้าใจ ไม่เข้าใจเพราะอะไร.....
.....
.....

5.2 คำถาม ง่าย / ยาก

 เหมาะสม ไม่เหมาะสมเพราะอะไร.....
.....
.....

6. บัทรเฉลย

6.1 ตรวจสอบโดยให้คะแนนด้วยตนเอง

 ทันที่ ไม่ทันที่เพราะอะไร.....
.....
.....

6.2 ตรวจสอบคำตอบ

 ทำได้ง่าย ทำได้ยากเพราะอะไร.....
.....
.....

7. แบบฝึกปฏิบัติ

7.1 มีที่ว่างสำหรับบันทึกสาระสำคัญ

 เพียงพอ น้อยไปควรเพิ่มอะไร.....
.....
.....

7.2 ที่ว่างสำหรับการทำกิจกรรม

 พอเหมาะ ไม่พอเหมาะควรเพิ่มอะไร.....
.....
.....

7.3 ที่ว่างสำหรับการตอบคำถาม พอเหมาะ ไม่พอเหมาะ
ควรเพิ่มอะไร.....

8. การออกแบบตัวชุดการสอน

8.1 ขนาดของตัวอักษร พอเหมาะ ไม่พอเหมาะ
ควรเพิ่มอะไร.....

8.2 รูปแบบของตัวอักษร พอเหมาะ ไม่พอเหมาะ
ควรเป็นอย่างไรร.....

8.3 สีของตัวอักษร พอเหมาะ ไม่พอเหมาะ
ควรเพิ่มอะไร.....

8.4 ขนาดของภาพนิ่ง พอเหมาะ ไม่พอเหมาะ
ควรเป็นอย่างไรร.....

9. อื่นๆ

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ
วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง
สำหรับนักเรียนจำอากาศเหล่าทหารสื่อสารชั้นปีที่ 1

- คำชี้แจง**
- ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านต้องการแสดงความพึงพอใจซึ่งมีอยู่ 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย ระดับน้อยที่สุด
 - ให้นักเรียนทำทุกข้อคำถาม หากนักเรียนไม่เข้าใจให้สอบถามจากครูผู้สอน หรือผู้วิจัย

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านคุณภาพของสื่อในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1.	คำสั่งที่อยู่ในบัตรคำสั่งช่วยให้นักเรียนทราบ แนวทางในการเรียนเหมือนครูสั่งงาน					
2.	เนื้อหาที่อยู่ในบัตรเนื้อช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจตรงตามเนื้อเรื่อง					
3.	วิธีที่ศรมประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนสามารถต่อ วงจรได้อย่างถูกต้อง					
4.	กิจกรรมที่อยู่ในบัตรกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้มี โอกาสฝึกปฏิบัติ					
5.	กิจกรรมในการฝึกปฏิบัติที่อยู่ในบัตรกิจกรรมได้ บอกขั้นตอนที่ชัดเจนจึงทำให้นักเรียนฝึกปฏิบัติได้					
6.	กิจกรรมที่อยู่ในบัตรกิจกรรมทำให้นักเรียนได้ ช่วยเหลือ ชิงกันและกัน					
7.	คำถามที่อยู่ในบัตรคำถามช่วยให้นักเรียนได้รับ ความรู้ ความเข้าใจหลังจากที่นักเรียนได้เรียนจาก บัตรเนื้อหา					
8.	เฉลยที่อยู่ในบัตรเฉลยช่วยให้นักเรียนตรวจสอบ คำตอบจากการทำบัตรคำถามได้ด้วยตนเอง					
9.	แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวน สิ่งที่เรียน และกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้ว					

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
เน้นฝึกปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1.	การเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น					
2.	การเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเองได้					
3.	การเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น					
4.	การเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้					
5.	การเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม					
6.	นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เน้นฝึกปฏิบัติ					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

เมื่อทำเสร็จแล้วขอให้ส่งแบบสอบถามคืนที่ครูผู้สอนหรือผู้วิจัย



ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	เรืออากาศเอก สมหมาย สุวรรณฤทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	19 มกราคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี อดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนจ่าอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ กองทัพอากาศ
ตำแหน่ง	ครู แผนกวิชาสื่อสาร กองการศึกษา โรงเรียนจ่าอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ

