



การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาริตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบ
อัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบ
อัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

โดย นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี น้อยยิ่ง)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี หะยะมิน)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัสวานวัตร)

ชื่อ : นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะ
 สารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับ
 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควี หะยะมิน
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ โดยเครื่องมือวิจัยนี้ประกอบด้วย ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องปรับอากาศ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบคลัสเตอร์

ผลการวิจัยพบว่า ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นต่อชุดสาธิตนี้ อยู่ในระดับมาก และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน มีความแตกต่างทางสถิติ ($t\text{-test} = 11.56, sig = < 0.001$) แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดย คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 19.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ 26.4 ดังนั้น การพัฒนาชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(มีจำนวนทั้งสิ้น 116 หน้า)

คำสำคัญ : การพัฒนาชุดสาธิต, เครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ, ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Kiattichai Sridonpai

Independent Study Title : The Development and efficiency of a demonstration kit for state change of refrigerant in a vapor compression refrigeration system for vocational certificate students

Major Field : Electrical Engineering
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Pakkawee Hayamin

Academic Year : 2024

ABSTRACT

This research aimed to develop and evaluate the effectiveness of a demonstration kit illustrating the state change of refrigerants in a vapor-compression refrigeration system for vocational certificate students, and to compare students' academic achievement before and after instruction utilizing the developed demonstration kit. The research instruments included the demonstration kit, a content handout, a worksheet, a pre-test, and a post-test. The sample comprised 20 second-year electrical students enrolled in the Air Conditioning course during the 2024 academic year, selected through cluster random sampling.

The findings revealed that experts rated the kit as highly effective. Moreover, a comparison of students' pre-test and post-test scores showed a statistically significant improvement ($t = 11.56$, $p = 0.001$), with a mean pre-test score of 19.20 and a post-test score of 26.40. These results indicated a significant improvement in students' academic achievement following the implementation of the demonstration kit. Consequently, the developed kit can be considered an effective instructional tool for vocational education.

(Total 116 Pages)

Keywords: Demonstration Kit, State Change of Refrigerants, Vapor-Compression Refrigeration System, Vocational Education

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากการอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควี หะยะมิน ที่ปรึกษาหลักของการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้ความรู้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินการทำวิจัย ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเนื้อหา และคอยแนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์จากแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงครามทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ แก่ผู้วิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีได้กล่าวนามที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเสมอมา

ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและคอยสนับสนุนให้โอกาสทางการศึกษาเสมอมาและเป็นแรงผลักดัน เป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยสามารถผ่านอุปสรรคต่างๆ ตลอดจนคอยให้กำลังใจให้สามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและนำไปสู่การพัฒนาอื่นๆ ขึ้นไปในอนาคต

เกียรติชัย ศรีดอนไผ่

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการวิจัย	2
1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน	4
2.2 การออกแบบชุดการสอน	10
2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน	28
2.4 ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ	30
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	41
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	41
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	43
3.3 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	48
3.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย	49
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	50
4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	51
4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของแบบทดสอบ	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการวิจัย	55
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย	57
5.3 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก ก	61
หลักสูตรรายวิชา	62
หัวข้อการสอนนิสิตทางจรรยาบรรณวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ	63
การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง	63
การประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหา	64
ภาคผนวก ข	65
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	66
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	67
ภาคผนวก ค	73
แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย	74
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ	76
ผลการประเมินคุณภาพชุดสาริต	85
ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ	86
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	
ภาคผนวก ง	89
ใบปฏิบัติงานที่ 1 วัฏจักรการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	90
ใบปฏิบัติงานที่ 2 ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ	99
ใบปฏิบัติงานที่ 3 ความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของ	109
ระบบ	
ประวัติผู้วิจัย	116

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 หัวข้อการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ	41
4-1 ตารางผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ที่ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ	52
4-2 ตารางแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	53
4-3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน	54
ก-1 หัวข้อการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ	63
ก-2 การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง	63
ก-3 ผลการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหา	64
ค-1 ตารางผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ที่ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ	85
ค-2 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใบปฏิบัติงานที่ 1	86
ค-3 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใบปฏิบัติงานที่ 2	87
ค-4 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใบปฏิบัติงานที่ 3	88

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงกรวยประสิทธิภาพของ เอ็ดการ์ เดล	12
2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเรียนการสอนตามแนวคิดของไทเลอร์	28
2-3 ตัวอย่าง คอลลิเย่น (Evaporator)	31
2-4 ตัวอย่าง คอมเพรสเซอร์ (Compressor)	31
2-5 ตัวอย่าง คอนเดนเซอร์ (Condenser)	31
2-6 ตัวอย่างอุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve)	32
2-7 แสดงวงจรสารทำความเย็นและวัฏจักรการทำความเย็นในระบบอัดไอ	32
2-8 แสดงการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)	33
2-9 แสดงการนำความร้อน	34
2-10 แสดงการพาความร้อน	34
2-11 แสดงการแผ่รังสีความร้อน	35
2-12 การเปรียบเทียบสเกลการวัดอุณหภูมิ	36
2-13 แสดงตัวอย่างเกจวัดความดัน	36
2-14 แสดงตัวอย่างเกจวัดความดันที่ใช้ในงานเครื่องทำความเย็น	37
3-1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	43
3-2 การออกแบบชุดสถิติการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น	45
3-3 โครงสร้างของชุดสถิติการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	46
4-1 ส่วนประกอบของชุดสถิติการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

จากการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องทำความเย็นและรายวิชาเครื่องปรับอากาศนั้น เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับงานเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศซึ่งในปัจจุบันถือว่ามีความจำเป็นต่อภาคครัวเรือน และพาณิชย์ไปจนถึงในระบบอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มไม่ว่าจะขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กซึ่งเป็นระบบอัดไอสารทำความเย็นที่อาศัยกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น[1-2] โดยกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นภายในท่อ ไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารทำความเย็นได้ ทำให้การทำความเข้าใจในหลักการทำความเย็นของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอสารทำความเย็น ต้องใช้จินตนาการในการทำความเข้าใจซึ่งเป็นปัญหาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ทำให้การวิเคราะห์ระบบและการแก้ปัญหาขัดข้องของระบบทำความเย็นเป็นไปได้ยาก[3]

สำหรับการจัดการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง มีการจัดการเรียนการสอนที่มีรายวิชาเกี่ยวกับการทำความเย็น ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 คือ วิชาเครื่องทำความเย็น และวิชาเครื่องปรับอากาศ ทั้งนี้วิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีการจัดการศึกษาในสาขาช่างไฟฟ้านั้น ต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้น พุทธิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย ให้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะด้านทักษะพิสัย ซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญในงาน ซึ่งสถานศึกษายังขาดสื่อการเรียนการสอนที่จะนำมาเพื่อใช้ในการฝึกทักษะให้กับผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายมากขึ้น[4]

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ที่สามารถสังเกตเห็นกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นและแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน และการดูดซับความร้อนของคอยล์เย็นในกระบวนการทำความเย็น ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในกระบวนการทำงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศระบบอัดไอ สามารถต่อยอดความรู้ในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบการทำความเย็น การออกแบบระบบการทำความเย็น ซ่อมบำรุงเครื่องทำความเย็น และพัฒนาระบบการทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1.2.1 เพื่อสร้างชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น ระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีขอบเขตงานวิจัย ดังนี้

- 1.3.1 ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องทำความเย็นและรายวิชาเครื่องปรับอากาศ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2567 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง
- 1.3.2 เอกสารสำหรับประกอบการสาธิต จำนวน 3 ชุด
 - 1.3.2.1 เอกสารประกอบการสาธิตหลักการและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
 - 1.3.2.2 เอกสารประกอบการสาธิตความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน
 - 1.3.2.3 เอกสารประกอบการสาธิตความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนของคอยล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ

1.4 วิธีการวิจัย

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แบ่งเป็น 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.4.1 ศึกษาข้อมูลการทำงานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
- 1.4.2 ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ตามคำอธิบายรายวิชาเครื่องทำความเย็นและรายวิชาเครื่องปรับอากาศ
- 1.4.3 ออกแบบชุดสาธิต
- 1.4.4 ประเมินความเหมาะสมและประสิทธิภาพของชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 1.4.5 จัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ของชุดสาธิต เอกสารประกอบการสาธิต

1.4.6 ประเมินการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชุดสาธิต
เอกสารประกอบการสาธิตโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.7 สรุปผลและจัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1 ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่สร้างขึ้นให้สังเกตเห็นกระบวนการเปลี่ยนสถานะของ
สารทำความเย็นได้

1.5.2 ใบความรู้และเอกสารประกอบการสาธิต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำ
ความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประโยชน์ ที่คาดว่าจะได้รับดังนี้

1.6.1 ได้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอที่
สังเกตเห็นกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถสังเกตและทำความเข้าใจ
กระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นเพื่อลดการจินตนาการลง

1.6.2 ได้ศึกษาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำ
ความเย็นระบบอัดไอ และศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเครื่องทำความเย็น และรายวิชาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้าและทำความเข้าใจทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งหัวข้อที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน
- 2.2 การออกแบบชุดสาธิต
- 2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิต
- 2.4 เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

2.1.1 ความหมายคำว่าชุดการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ลัดดา (2524) ให้ความหมายที่สอดคล้องกันว่า ชุดการสอนหมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สื่อประสม นำสื่อการเรียนมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพอาจกล่าวได้ว่า ชุดการสอน คือสื่อประสมที่จัดไว้อย่างเป็นระบบเป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น พร้อมทั้งสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลและภายในชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือผู้เรียน เนื้อหา กิจกรรม สื่อประสม และเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ชุดการสอนนิยมจัดไว้เป็นกล่องหรือซองเป็นชุดและครูสามารถนำไปใช้ได้

บุญเกื้อ (2530) ให้ความหมายชุดการสอนว่า หมายถึงการใช้สื่อการสอนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามต้องการสื่อที่นำมาใช้จะต้อง ส่งเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดไว้เป็นชุด บรรจุในกล่องหรือในกระเป๋ (ยุพินและอรพรรณ,2531) ได้กล่าวถึง ความหมายของ ชุดการเรียนว่า ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองในชุดการเรียนการสอนนี้จะประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรแบบฝึกหัด

หรือ บัตรงานพร้อมเฉลย บัตรทดสอบพร้อมเฉลย ในชุดการเรียนรู้การสอนนั้น จะมีสื่อการเรียนรู้การสอนไว้พร้อม เพื่อให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียนเรื่องนั้นๆ

กรมวิชาการ (2535) กล่าวว่า นวัตกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนด้วยตนเอง ส่วนใหญ่เป็นนวัตกรรมที่ใช้สื่อประเภทต่างๆ มาช่วยในการพัฒนาความรู้ ความคิดของนักเรียน ลักษณะการเรียนอาจเรียนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้ และการสอนโดยใช้ชุดการสอนเป็นการสอนที่ครูนำสื่อการเรียนที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่สอนแต่ละหน่วยมาใช้ โดยรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบเพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมด และส่วนประกอบของชุดการสอนมีดังนี้

1. คู่มือครู มีรายละเอียดเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหา ผลงานที่คาดหวังจากนักเรียน สื่อการเรียนรู้ หนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู แนวการประเมินผลขั้นต้นดำเนิน
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. เอกสารต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบกิจกรรม ได้แก่ ใบงาน ซึ่งประกอบด้วยคำสั่งเนื้อหา กิจกรรม และเฉลย
4. สื่อการเรียนรู้การสอนที่เลือกแล้วว่าเหมาะสม
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

จากความหมายของชุดการสอน สรุปได้ว่า ชุดการสอนหมายถึง การนำสื่อการเรียนรู้หลายอย่าง มาสัมพันธ์กันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามต้องการและช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์รายวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 ประเภทของชุดการสอน

ชัยยงค์ (2545) ชุดการสอนสามารถจำแนกตามลักษณะของงานซึ่งนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของชุดการสอนออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.1.2.1 ชุดการสอนสำหรับประกอบคำบรรยายหรือชุดกิจกรรมสำหรับครูเป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ให้ครูใช้ประกอบคำบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทครูให้พูดน้อยลงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้นชุดกิจกรรมนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียว

2.1.2.2 ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มชุดการสอนแบบนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนให้ประกอบกิจกรรมร่วมกันและอาจจัดการเรียนรู้ในรูปของศูนย์การเรียนรู้ชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบไปด้วยชุดย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนรู้หรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นหรือสื่อการเรียนรู้อาจจัดให้ผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันได้ผู้ที่เรียนจากชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มอาจต้องการความช่วยเหลือจากครู

เพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้นหลังจากคุ้นเคยต่อวิธีการใช้แล้วผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เองระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนจะสามารถซักถามครูได้เสมอ

2.1.2.3 ชุดการสอนรายบุคคล หรือชุดกิจกรรมทางไกลเป็นชุดการสอนที่จัดระบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นตามความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับเมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันเองได้ผู้สอนพร้อมให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้แนะนำ หรือผู้ประสานงานทางการเรียน

บุญเกื้อ (2545) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) ชุดการเรียนรู้ประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการเรียนรู้ที่ใช้สอนผู้เรียนกลุ่มใหญ่เพื่อให้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกันมุ่งขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สื่อที่ใช้ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิสไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรม ที่กำหนดไว้ ชุดการเรียนรู้ชนิดนี้บางคนเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู 2) ชุดการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการเรียนรู้แต่ละชุดมุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน และให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินงาน ร่วมกันชุดการเรียนรู้ชนิดนี้ มักใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้และการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ 3) ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลหรือชุดการเรียนรู้ตามเอกัตภาพเป็นชุดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถ และความสนใจของตนเองอาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ผู้เรียนสามารถประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ด้วย

2.1.3 องค์ประกอบของชุดการสอน

ทิศนา (2543) กล่าวว่า องค์ประกอบชุดการสอนนั้น มีความสำคัญต่อการสร้างชุดการสอนเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอนให้เป็นไปอย่างมีระบบและสมบูรณ์ในตัวเอง และควรประกอบด้วย 1. ชื่อชุดการสอน ประกอบด้วยหมายเลขชุดการสอน ชื่อของ ชุดการสอน และเนื้อหาของชุดการสอน 2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของชุดการสอน และลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น 3. จุดมุ่งหมายเป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของชุดการสอนนั้น 4. ความคิดรวบยอด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนทัศน์ของ กิจกรรมนั้น ส่วนนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ 5. สื่อเป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ผู้สอน ทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง 6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุโดยประมาณว่า กิจกรรมนั้นควรใช้ เวลาเพียงใด 7. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุในการจัดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งนอกจากจะสอดคล้องกับหลักวิชาแล้วยังเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนในการดำเนินงาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 7.1 ขั้นนำเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้เกิดประสบการณ์นำไปสู่การเรียนรู้ตามเป้าหมาย 7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้

มีโอกาสนำ ประสบการณ์ที่ได้รับจากชั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและอภิปราย เพื่อให้ เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางออกไปอีก 7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลขอ ความรู้ที่ได้จากชั้นกิจกรรม และ ขั้นอภิปราย นำมาสรุปหาสาระสำคัญที่สามารถนำไปใช้ต่อไป 7.5 ขั้นฝึกปฏิบัติเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนในกิจกรรมไปฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม 7.6 ขั้นประเมินผล เป็นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจ หลังจากปฏิบัติกิจกรรมไปแล้ว

อรนุช (2551) ประกอบด้วยสื่อประสมในรูปแบบของวัสดุอุปกรณ์และวิธีการตั้งแต่สองอย่าง ขึ้นไปบูรณาการ โดยใช้วิธีการจัดระบบเพื่อให้ชุดการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ ในตัวเอง ชุดการสอนจะมีลักษณะอย่างไร ประกอบด้วยสื่อประเภทใดบ้าง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ อาจจะใช้สื่อที่มีราคาแพงหรือที่มีราคาถูกที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่นองค์ประกอบของชุดการ สอนจำแนกได้ 4 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 คู่มือครูเป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตาม แต่ชนิดของชุดการสอนภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียดส่วนที่ 2 บัตร คำสั่งหรือคำแนะนำจะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตาม ขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลซึ่งจะประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษาคำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินการกิจกรรมและการสรุปบทเรียน ส่วนที่ 3 เนื้อหาสาระ และสื่อการสอนจะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆอาจประกอบด้วยบทเรียน โปรแกรมสไลด์ เทปบันทึกเสียง ฟลิ์มสตริป แผนภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิกหุ่นจำลอง ตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียน จะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้ ส่วนที่ 4 แบบ ประเมินผลผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินผล ที่อยู่ในชุดการสอนอาจจะแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบจับคู่ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

บุญชม (2532) ส่วนประกอบที่สำคัญภายในชุดการสอนอาจมีดังนี้ 1. คู่มือครู เป็นคู่มือสำหรับ ครูเพื่อศึกษาและปฏิบัติ ภายในคู่มือจะชี้แจงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด อาจทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้ ประกอบด้วยแผนการสอน สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทผู้เรียน การจัดการชั้น เรียน (ในกรณีของชุดการสอนที่เป็นศูนย์การเรียน) 2. บัตรคำสั่งหรือใบงาน เป็นลักษณะบัตรคำ ที่กำหนดให้ผู้เรียนดำเนินการกิจกรรมอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้นตอนของการเรียน บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดการสอนและแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งประกอบไปด้วย 2.1 คำอธิบายในเรื่อง ที่จะศึกษา 2.2 คำสั่งสำหรับผู้เรียนในการดำเนินการกิจกรรม 2.3 การสรุปบทเรียน 3. เนื้อหาสาระและ สื่อจะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ มีหลายประเภทอาจเป็นสิ่งตีพิมพ์ เช่น บทบาท เนื้อหา เฉพาะเรื่อง จุลสาร หรืออาจเป็นประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทป บันทึกเสียง ฟลิ์มสตริป แผ่นโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง 4. แบบประเมินผลหรือแบบทดสอบ ความก้าวหน้าของผู้เรียน ใช้สำหรับตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ว่าหลังจากที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมใน

ชุดกิจกรรมในชุดการสอนไปแล้ว ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจเป็นระบบประเมินที่ให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้อง แบบจับคู่ ผลงานจากการทดลอง หรือจากการทำกิจกรรม ต่างๆ เป็นต้น

ชัยยงค์และคณะ (2521) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนว่าประกอบด้วยไว้ 4 ส่วน ดังนี้ 1. คู่มือและแบบฝึกปฏิบัติ สำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอนและนักเรียน ที่ต้องเรียนจากชุดการสอน 2. คำสั่งหรือการมอบงานเพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน 3. เนื้อหาสาระที่อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งกำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้าและผลการเรียนรู้ในรูปของแบบทดสอบต่างๆ ส่วนประกอบทั้งหมดจะอยู่ในกล่อง หรือซองโดยจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการใช้

2.1.4 หลักการสร้างชุดการสอน

ฉลองชัย (2528) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนหรือสื่อการสอนประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นการวางแผนดำเนินการ โดยศึกษาสาระของวิชาว่าต้องการหลักการเรียนรู้ อะไรจะทำชุดแบบใด โดยคำนึงถึงผู้เรียนเพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์ จัดลำดับ กิจกรรมการเรียนรู้ จัดทำสื่อการสอน ประเมินผลและทดลองสื่อการสอน 2. ขั้นตอนการผลิตโดยผลิตตามขั้นตอนที่ 1 โดยผู้ผลิตควรตรวจสอบความ สอดคล้องของทุกขั้นตอนกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหา โดนสามารถปฏิบัติหรือเห็นการกระทำได้ 3. ขั้นทดสอบประเมินผล หรือพัฒนาเมื่อทำการผลิตชุดการสอนแล้ว โดยนำไปหาประสิทธิภาพ เมื่อเป็นหลักประกันว่าชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอน

ปริยา (2530) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอนเป็นสื่อประสมที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง แต่ชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้หรือไม่จำเป็นต้องเอาวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ระบบเป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เรียกว่า Systems approach มาใช้วิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. ขั้นปัญหาที่ต้องแก้ไอนั้นคืออะไร 2. ขั้นกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหา โดยสามารถปฏิบัติหรือเห็นการกระทำได้ 3. ขั้นการสร้างเครื่องมือกระทำหลังจากตั้งเป้าหมายแล้วเพื่อวัดได้ระยะ 4. ขั้นกำหนดทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหาเพื่อใช้ดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย 5. ขั้นทดลอง เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุดใช้เป็นแนวทางไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ 6. ขั้นวัดและประเมิน โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาประเมินว่าสามารถใช้ปฏิบัติงานตามเป้าหมายได้หรือไม่เพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไข

ลาวัลย์ (2533) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้ ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่ การกำหนดหน่วย หัวเรื่อง มโนคติ ขั้นที่ 2 การวางแผน วางแผนไว้ล่วงหน้า กำหนดรายละเอียด ขั้นที่ 3 การผลิตสื่อการเรียนเป็นการผลิตสื่อประเภทต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแผนขั้นที่ 4 หา

ประสิทธิภาพ เป็นการประเมินคุณภาพของชุดการเรียนการสอนโดยนำไปทดลองใช้ ปรับปรุงให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.1.5 ประโยชน์ของชุดการสอน

กศยา (2545) ชุดการสอนจะช่วยให้กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เพราะชุดการสอนผลิตโดยผู้ที่มีความชำนาญ อาทิเช่นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ นักโสตทัศนศึกษาที่ร่วมกันผลิตและทดลองซ้ำจนแน่ใจว่ามีผลดีจึงนำมาเผยแพร่ชุดการสอนจะช่วยลดภาระของครูผู้สอน เพราะผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ในชุดการสอนตามลำดับขั้นแต่ละขั้นจะมีอุปกรณ์กิจกรรม ตลอดจน ข้อเสนอแนะไว้ให้พร้อมสามารถนำไปใช้ได้ทันที ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องทำใหม่ ชุดการสอนช่วยให้ผู้สอนมีความรู้ในแนวเดียวกัน เดิมการสอนที่ผู้สอนหลายคนในวิชาเดียวกัน อาจเกิดความแตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพของการสอน ชุดการสอนช่วยให้แก้ปัญหาในเรื่องนี้ได้ชุดการสอนมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนมีข้อเสนอแนะการฝึกกิจกรรม การใช้สื่อการสอนและข้อทดสอบเพื่อประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียนได้อย่างพร้อมมูลผู้เรียนสามารถทดสอบความรู้ด้วยตนเองหลังจากที่เรียนด้วยชุดการสอนนั้นๆผู้เรียนจะทดสอบผลสำเร็จของตนว่าบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. แบบทดสอบที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง 2. แบบทดสอบที่ครูเป็นผู้ตรวจคำตอบ

ชัยยงค์ (2545) ชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอยู่หลายประการนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้ 1. ช่วยลดภาระของครูผู้สอนเนื่องจากมีชุดการสอนสำเร็จอยู่แล้วผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ให้ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ผู้สอนมีเวลาเตรียมการสอนและศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเนื้อหาวิชาตามชุดการสอนทำให้ผู้สอนมีประสบการณ์มากขึ้นอันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการสอนของครูเพิ่มมากขึ้น 2. ชุดการสอนทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกันของผู้สอนแต่ละคนจะมีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาแตกต่างกัน ดังนั้น ในเรื่องเดียวกันผู้เรียนอาจได้รับความรู้หรือรายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ เป็นคนละแนวไม่เท่ากันซึ่งชุดการสอนมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนมีเนื้อหา ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมและการใช้สื่อตลอดจนมีแบบทดสอบประเมินผลสัมฤทธิ์ไว้แล้วซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุดการสอน สามารถสรุปได้ดังนี้ ชุดการสอนเป็นการนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาสัมพันธ์กันประกอบด้วยสื่อประสมในรูปแบบของวัสดุอุปกรณ์และวิธีการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปบูรณาการ โดยใช้วิธีการจัดระบบเพื่อให้ชุดการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพ ชุดการสอนมีประโยชน์ในการช่วยลดภาระของครูผู้สอนและชุดการสอนทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวกันและต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้งานจริง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 การออกแบบชุดการสอน

การออกแบบชุดการสอนสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอกล่าวถึงแนวทางและวิธีการในการสร้าง ใบเนื้อหา สื่อการสอน ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบที่มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การสร้างใบเนื้อหา

จากผลการคนควาอิสระ พบว่า ผลการรับรู้ หรือความเข้าใจในการเรียนรู้เนื้อหาสามารถผ่านโสตประสาททั้ง 5 ในอัตราที่แตกต่างกัน โสตประสาทที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่สำคัญ ผ่านทางตาและหูซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้เนื้อหาผ่านทางสายตาได้มากถึง 75% และทางการได้ยิน 15% ผลจากการคนควาอิสระนี้ ทำให้เกิดแนวความคิดในการพัฒนาวิธีการให้เนื้อหาโดยใช้ผ่านทางโสตประสาทตาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้มากกว่าผ่านทางหูหรืออื่นๆ อุปกรณ์ช่วยสอนที่จะใช้ตอบสนองแนวความคิดดังกล่าว ได้แก่ สื่อที่เป็นสิ่งพิมพ์ (Printer Materials) เช่น ใบเนื้อหา ใบงาน กิจกรรม เป็นต้น ใบเนื้อหาหรือใบบอกกล่าว เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์วิธีการกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสรุปบทเรียน หรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ดังนั้น ใบเนื้อหาจึงมีทั้งเฉพาะคำบรรยาย หรือมีเฉพาะภาพ หรือมีทั้งสองอย่างผสมกัน (พิสิฐและคณะ, 2547 : 78)

2.2.1.1 กิจกรรมของผู้เรียนขณะใช้ใบเนื้อหา

2.2.1.1.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาตามที่ครูกำหนดให้

2.2.1.1.2 แก้ปัญหาด้วยตัวเอง หรือวิเคราะห์ปัญหารวมกันเป็นกลุ่ม

2.2.1.1.3 ผู้เรียนสามารถลำดับเนื้อหาได้ตามความต้องการ

2.2.1.1.4 เป็นตัวแทนของกลุ่มในการอธิบายแก่ผู้เรียนรวมชั้น

2.2.1.1.5 เขียนคำตอบลงในใบเนื้อหาตามความคิดของตนเอง

2.2.1.2 ลักษณะของการใช้ใบเนื้อหาประกอบการสอน

2.2.1.2.1 ใช้สำหรับผู้เรียนศึกษาด้วยตัวเองในชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนกิจกรรมร่วมพรอมกันกับการควบคุมชั้นเรียนทำได้โดยการตั้งคำถามและกำหนดให้ตอบ

2.2.1.2.2 ใช้เป็นบทเรียนด้วยตนเองนอกเวลาเรียนเหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนร่วมชั้น หรือบทเรียนที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม

2.2.1.2.3 ใช้เป็นเนื้อหาแทนการลอกจากกระดานดำของผู้เรียนจะเป็นการประหยัดเวลาในการเรียนการสอน

2.2.1.2.4 ใช้เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนแบบถาม-ตอบ หรือเป็นเอกสารอ้างอิงทั่วไป

2.2.1.3 ลักษณะทางเทคนิคของใบเนื้อหา

2.2.1.3.1 ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์ในการสร้าง เช่น กระดาษ เครื่องโรเนียว เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น

2.2.1.3.2 ต้องเตรียมต้นฉบับโดยการเขียนด้วยมือ คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น ไซโปรแกรมสำเร็จรูปรวมกับไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2.1.3.3 การลอกภาพและเนื้อหาจากหนังสือโดยตรงต้องใช้อุปกรณ์ช่วย

2.2.1.3.4 ไซกับผูเรียนใดมากไม่จำกัดจำนวน

2.2.1.4 หลักในการสร้างใบเนื้อหาการสร้างใบเนื้อหาประกอบการเรียนการสอนจะมีหลักการพิจารณา ดังนี้

2.2.1.4.1 เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนโดยตรง

2.2.1.4.2 ไซค่างายๆ ใดใจความ

2.2.1.4.3 มีเหตุผลและอ้างอิงตามความจำเป็น

2.2.1.4.4 ไซประโยคสั้น ๆ กะทัดรัดแทนประโยคยาว ๆ

2.2.1.4.5 ไซภาพแทนคำบรรยายในกรณีที่ทำได

2.2.1.4.6 คำบรรยายที่เกี่ยวกับภาพต้องสมบูรณ์ พอเพียงที่จะใหถอดเนื้อหา

2.2.1.4.7 เนื้อหารายละเอียดอ่านแล้วต้องเข้าใจได

2.2.2 การสร้างสื่อการสอน

สื่อการสอน หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวผูเรียนที่จะช่วยให้ผูเรียนเกิดการเรี ยนรู้ เน้นสื่อที่ใช้สำหรับการศีกษา ค้นคว้าด้วยตนเองทั้งผูเรียนและผู้สอน ผูเรียนและผู้สอนสามารถจัดทำ พัฒนาสื่อ การเรี ยนรู้ขึ้นเอง หรือนำสื่อต่าง ๆ ที่มี อยู่รอบตัวมาใช้ในการเรี ยนรู้(หลักสูตรการศีกษาขั้นพื้นฐาน (กรมวิชาการ,2544)

สรุปได้ว่าสื่อการสอน หมายถึงวัสดุ เครื่องมือและเทคนิควิธีการชนิดต่างๆที่บรรจุเนื้อหา หรือสาระการเรี ยนรู้ที่ ผู้สอนสามารถนำเป็นเครื่องมือใช้ประกอบการเรี ยนการสอนเพื่อถ่ายทอด ความรู้ทำให้เกิดการเรี ยนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2.1 ประเภทของสื่อการสอน

ในการแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนนักการศีกษาได้แบ่งประเภทของสื่อการเรียน การสอนไว้หลายลักษณะ ตัวอย่างเช่น การจำแนกสื่อการเรียนการสอนเป็น 3 ทศนะ ได้แก่ 1. การแบ่ง ประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามระดับประสบการณ์ของผูเรียน 2. การแบ่งประเภทของสื่อ การเรี ยนการสอนตามรูปร่างลักษณะของสื่อ 3. การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะ ของการนำไปใช้

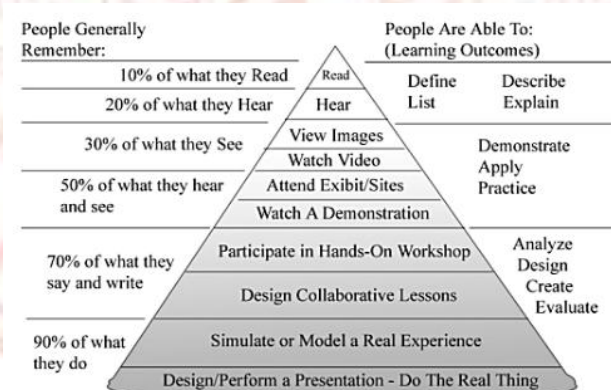
2.2.2.1.1 การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามระดับประสบการณ์ ของผูเรียนการเรี ยนรู้ของมนุษย์ย่อมเกิดจากประสบการณ์ที่ผูเรียนได้รับรู้จากประสาทสัมผัสต่างๆ โดยผ่านสื่อ ระดับของประสบการณ์ของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ดังนั้นการที่ผูเรียนจะเรี ยนรู้ได้ดีจาก

สื่อชนิดใด ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะของประสบการณ์ที่ได้รับว่ามีความเป็นรูปธรรม หรือนามธรรมมากน้อยเพียงใด

Hoban and Zissman (อ้างถึงใน Heinich 1996, 16) ได้กล่าวเกี่ยวกับการใช้สื่อการสอนในโรงเรียน ว่าเป็นการจัดวิธีการสอนตามลำดับขั้นของความเป็นรูปธรรม โดยเริ่มจากสภาพการณ์จริง (Total situation) ไปจนถึงสิ่งที่เป็นนามธรรมคือคำ (Words) ดังนี้ คำ (Words) แผนภาพ (Diagram) แผนที่ (Maps) รูปภาพ (Flat Pictures) สไลด์ (Slides) ภาพสามมิติ (Stereographs) ภาพยนตร์ (Films) หุ่นจำลอง (Models) วัตถุของจริง (Objects)

บรูเนอร์ (Jerome S. Brunner อ้างถึงใน Heinich, 1996, 16) ศาสตราจารย์ทางจิตวิทยา แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) ได้แบ่งประสบการณ์เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประสบการณ์ตรง (Enactive) ประสบการณ์รูปภาพ (Iconic) และประสบการณ์สัญลักษณ์ (Symbolic)

เดล (Edgar Dale อ้างถึงใน Heinich 1996, 16) ศาสตราจารย์แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอ (The Ohio State University) มีแนวคิดเกี่ยวกับบรูเนอร์โดยแบ่งสื่อการเรียนการสอนจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนจะได้รับจากการใช้สื่อโดยเริ่มจากประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม (Concrete) ไปสู่ประสบการณ์นามธรรม (Abstract) และพัฒนาในรูปแบบของกรวยเรียกว่า กรวยประสบการณ์ (The Cone of Experience) โดยสื่อที่อยู่ส่วนยอดจะให้ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมและสื่อที่อยู่ส่วนฐานจะให้ประสบการณ์รูปธรรม



ภาพที่ 2-1 กรวยประสบการณ์ของ เอ็ดการ์ เดล (Dale, 1996)

เอ็ดการ์ เดล เป็นคนแบ่งไว้มี 10 ประเภท (Dale, 1949) เริ่มแรกทีเดียวเขาแบ่งออกเป็น 11 ประเภท แต่ตอนหลังได้ปรับปรุงโดยรวมภาพยนตร์กับโทรทัศน์เป็นประเภทเดียวกัน จึงเหลือเป็น 10 ประเภท เรียกว่า “กรวยแห่งประสบการณ์” (Cone of Experiences) ตามลำดับจากรูปธรรมไปหานามธรรม ดังต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเจตนารับเป็นสื่อของจริงได้แก่วัตถุ สถานการณ์หรือปรากฏการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เป็นสื่อที่มีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน เสนอปัญหา ขั้นการทดลอง และรวบรวมข้อมูล เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์การเรียนการสอน

2. ประสบการณ์จากสถานการณ์จำลองและหุ่นจำลองสื่อประเภทสถานการณ์จำลองหรือหุ่นจำลองนี้ สามารถเน้นประเด็นที่ต้องการหรือกำจัดส่วนเกินที่ไม่ต้องการจากของจริงได้ มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกรณีที่ของจริงหายากมีราคาแพง มีอันตรายมาก ใหญ่โตเกินไป เล็กเกินไป สลับซับซ้อนเกินไป ฯลฯ

3. ประสบการณ์นฏการที่ผู้เรียนได้รับรู้การแสดงด้วยตนเองหรือการชมการแสดงเป็นสถานการณ์จำลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และกระบวนการบางอย่างได้ดี

4. ประสบการณ์จากการทดลองสาธิต เป็นประสบการณ์ที่ได้จากสื่อ ซึ่งอาจจะเป็นสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง แต่เป็นสื่อที่มีจำนวนน้อย จึงสาธิตให้ดูเป็นกลุ่ม เป็นประสบการณ์ที่จะต้องรับรู้พร้อมๆ กัน เหมาะสำหรับการทดลองสาธิตให้ผู้เรียนสังเกตและรวบรวมข้อมูลพร้อมกันหลายคน

5. ประสบการณ์ทัศนศึกษา เป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์จริง แต่แทนที่จะเป็นการนำสื่อเข้ามาหาผู้เรียน ก็เป็นการนำผู้เรียนไปยังแหล่งของสื่อ เหมาะสำหรับการนำเข้าสู่ปัญหาหรือการสรุปบทเรียน เป็นการยืนยันข้อสรุปที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน

6. ประสบการณ์ที่ได้จากนิทรรศการสื่อที่ให้ประสบการณ์ในลักษณะนี้อาจจะเป็นทั้งของจริงและสิ่งจำลองต่างๆ แต่จัดเรียงไว้ในรูปที่จะใช้ข้อมูลหรือเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของผู้จัดเหมาะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นการสรุปบทเรียน

7. ประสบการณ์จากภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ เป็นประสบการณ์ที่ได้จากภาพและเสียงที่พยายามทำให้เหมือนกับประสบการณ์ตรงโดยเทคนิคการถ่ายทำ เหมาะสำหรับการเสนอเนื้อหาเสนอข้อมูลหรือการสรุปบทเรียน

8. ประสบการณ์จากภาพนิ่ง วิดีโอและการบันทึกเสียงสื่อประเภทนี้ให้ประสบการณ์ที่เป็นรายละเอียดในประเด็นที่ต้องการเน้นได้ โดยเทคนิคการถ่ายภาพ การอัดขยายและการบันทึกติดต่อในกรณีที่เป็นเทปเสียง

9. ประสบการณ์จากสื่อทัศนสัญลักษณ์ ได้แก่ ภาพเขียนภาพลายเส้น วัสดุกราฟิกต่างๆ ที่สามารถเน้นโดยใช้รูปลักษณะและสีทำให้เกิดความสนใจในประเด็นที่ต้องการจะเน้น

10. ประสบการณ์พจนสัญลักษณ์ ได้แก่ สัญลักษณ์ สูตร ภาษา คำว่าต่างๆ เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการนำเสนอเนื้อหา มโนคติ หลักการ ทฤษฎีหรือกฎบางอย่างได้ดี

2.2.2.1.2 การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามรูปร่างลักษณะของสื่อในการแบ่งประเภทของสื่อตามทัศนะนี้ได้มีนักเทคโนโลยีการศึกษาหลายท่านจัดแบ่งประเภทไว้แตกต่างกัน เช่น

ยัง Wibure Young (ศิริพงศ์, 2533) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ดังนี้ 1) ทัศนวัสดุ ได้แก่ กระดานของขอล็ก แผนภูมิ รูปภาพ สไลด์ फिल्मสตริป ฯลฯ 2) โสตวัสดุ ได้แก่ เทปบันทึกเสียง วิทยุ ห้องปฏิบัติการทางภาษา ฯลฯ 3) โสตทัศนวัสดุ ได้แก่ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ 4) เครื่องมือต่างๆ ได้แก่ เครื่องฉาย เครื่องเสียง ฯลฯ 5) กิจกรรม ได้แก่ นิทรรศการ การสาธิต นาฏการ การศึกษานอกสถานที่

เกอร์ลาชและอีลี (Gerlach and Ely) ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) ภาพนิ่ง ได้แก่ รูปภาพต่างๆ ทั้งที่เป็นภาพถ่าย ภาพพิมพ์ และภาพที่มีอยู่ในหนังสือสไลด์ फिल्मสตริป และภาพโปร่งใส ฯลฯ 2) การบันทึกเสียง ได้แก่ สื่อที่บันทึกเสียงไว้ เช่น แผ่นเสียง เทป บันทึกเสียงแถบเสียง ในฟิล์มภาพยนตร์ และเทปโทรทัศน์ เป็นต้น 3) ภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ ฟิล์ม ภาพยนตร์ และเทปโทรทัศน์ 4) โทรทัศน์ 5) ของจริง สถานการณ์จำลอง และหุ่นจำลอง (Real Things, Simulation and Models) 6) การสอนแบบโปรแกรมและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Programmed and Computer Assisted Instruction)

โดยทั่วไปในวงการเทคโนโลยีการศึกษาในปัจจุบันได้จำแนกสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ 1) สื่อประเภทวัสดุ (Materials, Software) เป็นสื่อที่บรรจุข้อมูล ความรู้ไว้ในรูปแบบต่างๆ อาจจะเป็นภาพ เป็นเสียงหรือเป็นสัญลักษณ์ ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นแหล่งความรู้ที่ผู้เรียนจะหาประสบการณ์หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างกว้างขวาง สื่อประเภทวัสดุนี้บางชนิดต้องอาศัยสื่อประเภทเครื่องมือในการนำเสนอ สื่อประเภทนี้ได้แก่ ฟิล์มสไลด์ ฟิล์มภาพยนตร์ ม้วนเทป บันทึกเสียง फिल्मสตริป นอกจากนี้สื่อประเภทวัสดุบางชนิดสามารถใช้งานได้ในตัวของมันเอง ได้แก่ ภาพ ของจริง หุ่นจำลอง แผนภูมิ แผนที่ ลูกโลก ฯลฯ เป็นต้น 2) สื่อประเภทเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Equipment, Hardware) เป็นสื่อที่เป็นตัวกลางหรือตัวผ่านในการถ่ายทอดเรื่องราวข้อมูลจากวัสดุ สื่อประเภทนี้ได้แก่ เครื่องฉายต่างๆ เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉาย फिल्मสตริป เครื่องฉายภาพทึบแสง เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เครื่องฉายภาพยนตร์ เป็นต้น 3) สื่อประเภทเทคนิค วิธีการ และกิจกรรม (Techniques, Methods and Activities) หมายถึงสิ่งที่เป็นกระบวนการ การกระทำ หรือเป็นการปฏิบัติ โดยสามารถนำสื่อวัสดุและอุปกรณ์มาใช้ร่วม โดยเน้นหรือย้ำที่เทคนิคหรือวิธีการเป็นสำคัญ เทคนิคหรือวิธีการที่จัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนได้แก่ การแสดงนาฏการ (Dramatization) การสาธิต (Demonstration) การบรรยาย (Lecture) การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem solving) ทัศนศึกษานอกสถานที่ (Field trip) การจัดนิทรรศการ (Exhibitions) เป็นต้น

2.2.2.1.3 การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะของการนำไปใช้ เดอ คีฟเฟอร์ (Robert E. De Kieffer) ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภทโดยยึดถือลักษณะการใช้งาน ดังนี้ 1) สื่อที่ไม่ต้องใช้กับเครื่องฉาย ได้แก่ กระดานขอลัก รูปภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ ป้ายนิเทศ แผ่นป้ายสำลี ลูกโลก แผนที่ การสาธิต การจัดนิทรรศการ และนาฏการ เป็นต้น 2) สื่อที่ใช้กับเครื่องฉาย ได้แก่ สไลด์ เครื่องฉายสไลด์ फिल्मสตริป เครื่องฉายฟิล์มสตริปฟิล์ม ภาพยนตร์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายภาพทึบแสง แผ่นโปร่งใส เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เป็นต้น 3) สื่อประเภทเครื่องเสียง ได้แก่ วิทยุ เครื่องขยายเสียง เครื่องบันทึกเสียง เป็นต้น

Gerlach และ Donald P. Ely ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะทางกายภาพเป็น 6 ประเภท ดังนี้คือ 1) ภาพนิ่ง อาจเป็นภาพประกอบในหนังสือ ภาพประกอบการจัดป้ายนิเทศ สไลด์ फिल्मสตริป หรือแผ่นโปร่งใสก็ได้ 2) วัสดุอุปกรณ์ประเภทเสียง ได้แก่ วิทยุ เทปบันทึกเสียง เครื่องบันทึกเสียง แผ่นเสียงเครื่องเล่นแผ่นเสียง ไมโครโฟนและระบบกระจายเสียง 3) ภาพยนตร์และวีดิทัศน์ เป็นภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหวอาจเป็นภาพสีหรือขาวดำ ก็ได้ ผลิตจากการแสดงสดหรือใช้เทคนิคงานกราฟฟิกก็ได้ วัตถุสิ่งของหรือเหตุการณ์อาจจะถ่ายทำให้เห็นลักษณะอาการปกติ หรือช้ากว่าปกติหรือเร็วกว่าปกติหรือหยุดภาพชั่วขณะ อาจจะมีการตัดต่อเพื่อให้เข้าใจเรื่องราวได้ชัดเจน หรือทำให้เรื่องราวน่าสนใจยิ่งขึ้น 4) โทรทัศน์ ภาพและเสียงจะปรากฏบนจอของเครื่องรับโทรทัศน์ ภาพจะเป็นรายการสดจากสถานีส่งหรือจากวีดิทัศน์ หรือจากภาพยนตร์ก็ได้ จะเป็นการส่งแบบวงจรปิดหรือการส่งออกอากาศ หรือผ่านสัญญาณดาวเทียม โดยมีเครื่องรับโทรทัศน์เป็นสื่อกลาง 5) ของจริง สถานการณ์จำลองและหุ่นจำลอง สื่อการสอนประเภทนี้ได้แก่ บุคคลเหตุการณ์ วัตถุสิ่งของของจริง มีลักษณะต่างจากสื่อชนิดอื่นตรงที่เป็นจริงในตัวของมันเอง โดยปกติอยู่ในที่อยู่ของมัน เช่น ในโรงงาน ในพิพิธภัณฑ์ ในสวนสัตว์และชุมชน ฯลฯ ต้องใช้วิธีทัศนศึกษาออกสถานที่เพื่อการเรียนรู้จากบางประเภทที่มีขนาดเล็ก หรือเคลื่อนย้ายได้ง่ายไม่มีอันตราย หรือมีความปลอดภัยสูง ก็อาจนำมาใช้ในห้องเรียนได้เช่น แสตมป์ เหรียญกษาปณ์ ฯลฯ ในชุมชนมีของจริงที่เป็น สิ่งของและวัตถุมากมาย นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เราจะใช้เป็นแหล่งวิทยาการได้ เช่น บุคคลสำคัญในอาชีพต่างๆ เช่น ผู้ว่าราชการจังหวัด นายอำเภอ ผู้กำกับ สถานีตำรวจ นายแพทย์ นักธุรกิจ ขาวนาขาวสวน ฯลฯ บุคคลเหล่านี้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากและยังเสียค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอนน้อยด้วย 6) บทเรียนโปรแกรมและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Programmed and Computer Assisted Instruction) บทเรียนแบบโปรแกรมจะเน้นทักษะการสื่อความหมายของผู้เรียน เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนโดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพ ต้องสร้างบทเรียนให้เร้าความสนใจ ผู้เรียนจะต้องมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ตอนหนึ่งก่อนที่จะเสนอเนื้อหาในตอนต่อไป นักเรียนได้ทราบคำตอบถูก-ผิดได้ทันที บางทีก็มีบทเรียนซ่อมเสริม บทเรียนแบบโปรแกรมมีหลายรูปแบบ เพราะสามารถใช้สื่อต่างๆ เสนอเนื้อหาหรือข้อสนเทศ ต่างๆ

เช่นอาจจะเป็นรูปหนังสือ สไลด์-เทป फिल्मสตริปส์-เทป ภาพยนตร์ วีดิโอเทป เครื่องช่วยสอนและ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2.2.2 บทบาทและคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน

นักเทคโนโลยีการศึกษาที่สำคัญหลายท่านได้รวบรวมบทบาทและคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อประสิทธิภาพของการเรียนการสอนไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนที่ไม่มีโอกาสเดินทางไปต่างประเทศไกล ๆ แต่นำภาพยนตร์เกี่ยวกับประเทศนั้นมาฉายให้ผู้เรียนก็จะเกิดประสบการณ์ที่กว้างขวางยิ่งขึ้น
2. สื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนได้หลาย รูปแบบ ตัวอย่างเช่นการใช้บทเรียนจากวิทยุ โทรทัศน์ เครื่องฉาย หรือบทเรียนสำเร็จรูปเข้าช่วยในการเรียนการสอน
3. สื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนองตามที่คาดหวังจะทำให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เช่น การให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองจากบทเรียนสำเร็จรูป หรือศูนย์การเรียนรู้ เป็นต้น
4. สื่อการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลายๆ รูปแบบ ตัวอย่างเช่นการใช้ศูนย์การเรียนรู้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการอภิปราย การสาธิต การแสดงนาฏการ เป็นต้น
5. สื่อการเรียนการสอนจะช่วยสอนสิ่งที่ยู่ในที่ลับไม่สามารถนำมาให้ดูโดยตรงได้ ตัวอย่างเช่น การใช้ภาพยนตร์การ์ตูนแสดงกระบวนการทำงานของอะตอม เป็นต้น
6. สื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้การวินิจฉัย หรือการซ่อมเสริมผู้เรียนได้ ตัวอย่างเช่นการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้ากว่าปกติ

2.2.2.3 การเลือกสื่อการเรียนการสอน (Selection)

ในการจะนำสื่อการสอนมาใช้นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความสามารถในการเลือกสื่อ อันได้แก่

1. จุดมุ่งหมายของการสอนและเนื้อหาวิชา การเลือกสื่อการเรียนการสอนกับจุดมุ่งหมายของการสอนและเนื้อหาวิชา ผู้สอนจำเป็นต้องนำจุดมุ่งหมายของการสอนและของเนื้อหาวิชามาพิจารณาเพื่อจะกำหนดว่า ใน ลักษณะเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หรือมีพฤติกรรมขั้นสุดท้ายเป็นอย่างไร ลักษณะจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนสามารถจำแนกออกเป็น 3 ด้านดังนี้

ก. พุทธิพิสัย เป็นการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาที่จะทำให้เกิดปัญญา ได้แก่ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

ข. จิตพิสัย เป็นการเรียนรู้ด้านความรู้สึกอารมณ์ ความเชื่อ เจตคติ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ

ค. ทักษะพิสัย เป็นการเรียนรู้ด้านทักษะ ได้แก่ การเคลื่อนไหว การลงมือทำงาน การบังคับกล้ามเนื้อ เป็นต้น

2. วิธีสอนและรูปแบบของการเรียนการสอนการเลือกสื่อการเรียนการสอน ควรเลือกให้เหมาะสมกับวิธีสอน ซึ่งมีลักษณะต่างกัน เช่น การสอนแบบบรรยาย แบบอภิปราย แบบสาธิต แบบสืบสวน ย่อมมีผลต่อการเลือกสื่อการเรียนการสอน หรือรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งออกเป็นการสอนกลุ่มใหญ่ การสอนกลุ่มย่อย และการสอนรายบุคคล ย่อมมีผลต่อการเลือกสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น ดังนั้น ผู้สอนจึงต้องคำนึงถึงวิธีสอนและรูปแบบของการเรียนการสอนที่จะจัดให้ผู้เรียนไปพร้อมๆ กับการเลือกสื่อการเรียนการสอน

3. ลักษณะของผู้เรียนการเลือกสื่อการเรียนการสอนกับลักษณะของผู้เรียน ลักษณะของผู้เรียนที่ควรพิจารณาในการเลือกสื่อการเรียนการสอนได้แก่

ก. ลักษณะเฉพาะโดยทั่วไป เช่น อายุ เพศ และสุขภาพ

ข. ลักษณะทางความรู้สึกหรือเจตคติ เช่น ความเชื่อ ความสนใจ อารมณ์

ค. ลักษณะทางการศึกษา เช่น พื้นฐานความรู้ทั่วไป ประสบการณ์เดิม ความถนัดในการเรียน

ง. ลักษณะทางสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม เช่น อาชีพ เชื้อชาติ ศาสนาฐานะ และระดับทางวัฒนธรรมในการเลือกสื่อการเรียนการสอนที่ดีควรมุ่งให้ผู้เรียนกลุ่มที่เป็นหลักเพียงกลุ่มเดียว มิใช่นำไปใช้ได้กับผู้เรียนทุกๆ กลุ่ม

4. เกณฑ์เฉพาะของสื่อการเรียนการสอนโดยพิจารณาถึงเกณฑ์เฉพาะของสื่อแต่ละชนิดสื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภทย่อมมีคุณสมบัติและข้อจำกัดต่อการเรียนการสอนแตกต่างกัน ดังนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาถึงบทบาทของสื่อแต่ละชนิดว่ามีความเหมาะสมกับประสบการณ์หรือลักษณะการเรียนการสอนอย่างไร ตลอดจนสื่อนั้นมีข้อดีหรือข้อจำกัดอย่างไร ซึ่งมีเกณฑ์การ พิจารณาดังต่อไปนี้

เกณฑ์สำหรับบทเรียนโปรแกรมและชุดการสอน เป็นสื่อที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- เนื้อหาถูกนำเสนอเป็นขั้นตอนที่ละน้อยอย่างเหมาะสม
- ภาพประกอบมีความพร้อมและการเสนอรายละเอียด
- คำบรรยายกับภาพประกอบมีความสมดุลกัน
- ได้ผ่านการทดลองที่ได้ผลดี
- ส่วนประกอบในบทเรียน เช่น คำสั่ง การตอบคำถาม เหมาะสม และเข้าใจง่าย

- สิ่งต่างๆ ที่ประกอบในบทเรียนเหมาะสมกับการนำเสนอและเนื้อหา
- ความยาวของบทเรียนมีความเหมาะสม

2.2.2.4 การประเมินผลสื่อการเรียนการสอน (Evaluation)

การประเมินผลสื่อจะเป็นการพิจารณาคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนซึ่งผ่านการใช้กับผู้เรียนมาแล้วว่าสื่อเหล่านั้น มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากน้อยเพียงไร และสามารถวิเคราะห์ปรับปรุงให้สื่อเหล่านั้น มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้หรือไม่เพียงไร และถ้ามีการปรับปรุงจะต้องได้รับการปรับปรุงในจุดใด การประเมินผลสื่อจะมีลักษณะเป็นการวิเคราะห์ผลของการวัดผล โดยใช้เครื่องมือต่างๆ แล้วนำมาพิจารณาโดยอาศัยเกณฑ์เพื่อตัดสินว่าสื่อเหล่านั้นมีคุณค่าหรือไม่เพียงใด ทั้งยังช่วยให้การปรับปรุง สื่อเหล่านั้น ได้ตรงจุดที่บกพร่องอีกด้วย การประเมินผลสื่อการเรียนการสอนจะต้องพิจารณาใน 2 ลักษณะได้แก่

1. การประเมินคุณลักษณะของสื่อ
2. การประเมินประสิทธิผลการเรียนรู้ที่ได้จากการใช้สื่อ

1. การประเมินคุณลักษณะของสื่อ ได้แก่ ด้านคุณภาพของตัวสื่อนั้นโดยตรงว่า ในทัศนะของผู้ใช้ได้แก่ ผู้สอนและผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อสื่อนั้นอย่างไรในด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 ความถูกต้องด้านเนื้อหาของสื่อ สร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนได้เพียงไร

1.2 ด้านคุณภาพทางเทคนิคของสื่อ ได้แก่ ขนาดของสื่อเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ การใช้สี ความชัดเจน เสียงมีความดังพอเหมาะหรือไม่

1.3 ความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้สื่อของผู้สอนและผู้เรียน สำหรับเครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการประเมินคุณลักษณะของสื่อนั้น อาจใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆ ได้ดังนี้

ก. การสัมภาษณ์ ทั้งจากผู้สอนและผู้เรียนถึงทัศนคติที่มีต่อสื่อ

ข. การสังเกตในระหว่างการใช้สื่อ

ค. การใช้แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้สื่อ สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการประเมินผลสื่อ การวางแผนสำหรับประเมินผลสื่อการเรียนการสอนนั้นผู้ประเมินจะต้องตั้งคำถามเพื่อที่จะวัดผลในลักษณะต่อไปนี้

- 1) สื่อเหล่านั้นสามารถสนองต่อจุดประสงค์ของการเรียนการสอนเป็นที่น่าสนใจหรือไม่
- 2) การนำเสนอสื่อเป็นไปอย่างต่อเนื่องราบรื่นระหว่างสื่อกับเนื้อหาในแต่ละขั้นตอนหรือไม่
- 3) ความสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับคำบรรยายเป็นไปอย่างดีหรือไม่
- 4) เนื้อหาภายในสื่อมีความยาวเกินไปหรือไม่
- 5) หลังจากการใช้สื่อจบแล้ว สารที่สำคัญถูกตัดหายไปหรือไม่
- 6) สามารถใช้สื่ออื่นประกอบอีกหรือไม่
- 7) คุณภาพทางเทคนิคของสื่อนั้นๆ ดีหรือไม่

2. การประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้จากสื่อ ในการประเมินนี้นอกจากจะพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านคุณลักษณะของสื่อแล้ว ผู้สร้างสื่อยังต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพการเรียนรู้ (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) จากการใช้สื่อที่มีต่อผู้เรียนอีกด้วย เพราะเป้าหมายหลักของการใช้สื่อก็เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนการสอน การหาประสิทธิภาพของสื่อจะช่วยให้ผู้ใช้สื่อบังเกิดความมั่นใจต่อการใช้สื่อนั้นๆว่าจะเกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนอย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปเป็นหลักเกณฑ์สำหรับพิจารณาในการเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ไม่มีสื่อการเรียนการสอนใดจะดีที่สุดสำหรับทุกจุดประสงค์การเรียนรู้
2. จะต้องใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ผู้ใช้สื่อจะต้องมีความคุ้นเคยกับเนื้อหาในสื่อการเรียนการสอนนั้น
4. สื่อจะต้องเหมาะสมกับรูปแบบและขนาดของกลุ่มในการเรียน
5. สื่อจะต้องเหมาะสมกับความสามารถและลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. สื่อการเรียนการสอนจะดีหรือไม่ไม่ได้อยู่ที่ความเป็นรูปธรรมหรือนามธรรมของสื่อแต่จะอยู่ที่ความเหมาะสมกับเนื้อหาเป็นสำคัญ
7. การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนควรพิจารณาที่จุดประสงค์ของการเรียนมากกว่าอคติหรือความพอใจส่วนบุคคลที่มีต่อสื่อ
8. สภาพแวดล้อมทางกายภาพจะมีผลต่อการใช้สื่อ

2.2.3 การสร้างใบปฏิบัติงาน

2.2.3.1 หลักการสร้างใบปฏิบัติงาน

ใบปฏิบัติงาน (Laboratory sheet หรือ Lab sheet) หมายถึงเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงานหรือเป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานการทดลองนั้นไม่มีขนาดและขอบเขตเนื้อหาที่จำกัดแน่นอน ใบงานหนึ่งอาจมีขนาดเล็กมีขนาดความยาวไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ หรือเป็นใบงานขนาดใหญ่มีความยาวมากกว่า 10 หน้าขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่ใช้ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานทดลอง (ชูศักดิ์, 2551) การพัฒนาใบงานการทดลองนั้น ควรจะพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนเชิงทดลอง (Laboratory content)
 - 1.1 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการ กฎ สูตร และคุณสมบัติของอุปกรณ์
 - 1.2 เป็นเรื่องที่พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา
 - 1.3 เป็นเรื่องที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ
 - 1.4 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญของอุปกรณ์ เครื่องมือ

- 1.5 เป็นเรื่องที่สามารถฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน
- 1.6 ให้อ่านและคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและวัสดุ
- 1.7 พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุ
- 1.8 พัฒนาความรอบคอบในการทำงาน
- 1.9 สร้างเสริมจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

2. ลักษณะที่ดีของสื่อการทดลอง

- 2.1 ใช้ภาษาที่ง่ายรัดกุม
- 2.2 มีลักษณะท้าทายหรือชวนให้ศึกษา
- 2.3 มีความหมายแสดงให้เห็นภาพพจน์ของงานที่แท้จริง

3. คุณสมบัติที่ดีของใบปฏิบัติงาน

- 3.1 ครอบคลุมเนื้อหามากที่สุดเป็นหนึ่งในงาน
- 3.2 พัฒนาความสามารถได้มากที่สุด
- 3.3 มีปัญหาในการปฏิบัติงานน้อย คือ ข้อมูลชัดเจนตรงประเด็น กะทัดรัด และเหมาะสมกับเครื่องอำนวยความสะดวกที่มีอยู่
- 3.4 ผู้เรียนช่วยตนเองได้มากที่สุด
- 3.5 สามารถจัดเป็นระบบได้ มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ มีจำนวนใบงานน้อย มีความสัมพันธ์กับวิชาอื่นมากที่สุด ลงทุนน้อยและได้ผลมากที่สุด

หลักการที่ใช้ในการสร้างใบปฏิบัติงาน(Lab sheet) การสร้างใบงานการทดลอง (Lab sheet) ที่ดีนั้น ต้องอาศัยหลักการและองค์ประกอบหลายประการเพื่อให้งานการศึกษาทดลองปฏิบัติที่มีความหมายต่อผู้เรียน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ท้าทายความคิด อันจะนำไปสู่การค้นคว้าที่ซับซ้อนขึ้นได้ ในด้านหลักการสร้างใบงานทดลองนั้นอาศัยหลักการสอนเชิงทดลองปฏิบัติการ (Laboratory) ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการดำเนินงาน และการให้ข้อมูลที่เหมาะสมในด้านวิชาการ
2. การร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่พัฒนาความรู้และทักษะให้มากที่สุด
3. การสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมความสามารถทางความคิด

2.2.3.2 องค์ประกอบของใบปฏิบัติงาน

ใบปฏิบัติงานอาจมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่งแต่ไม่ว่ารูปแบบจะเป็นอย่างไร ใบปฏิบัติงาน (Lab sheet) ควรจะประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้ซึ่งข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและเป้าหมายในการ พัฒนา ผู้เรียน (ชูศักดิ์,2551) ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.2.3.2.1 ข้อมูลทั่วไป (Introductory information) หมายถึง ข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบ ถึงลักษณะของเรื่องที่จะทำการทดลอง และปัญหาของเรื่องที่จะทำการทดลองข้อมูลเหล่านั้น ได้แก่ 1. วัตถุประสงค์ของการทดลองจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดที่จะทำได้ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนการทดลองแต่ละเรื่องนั้น โดยไม่ให้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนัก อาจมีได้ตั้งแต่ 1-3 วัตถุประสงค์ ซึ่งภายในวัตถุประสงค์ทั่วไปนั้น จะมีรายละเอียดครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั่วไปได้ทั้งหมด 2. ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง (Needs and scope of the experinent) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผลและประโยชน์ของการฝึกหัดทดลอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของงานที่กำลังปฏิบัติและเกิดแรงจูงใจในการทำงาน นอกจากนั้นยังเป็นการบอกให้ทราบถึงปริมาณงานและขอบเขตเนื้อหาที่จะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติเกิดความกระตือรือร้นเตรียมตัวได้ถูกต้อง 3. การวางแผน (Planning and organizing) เป็นข้อมูลและแนวคิดสำหรับการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่เรื่องของวงจรที่ทำการทดลอง หรือเครื่องมืออุปกรณ์วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2.2.3.2.2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงาน และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาดเพื่อจะได้เตรียมตัวหาข้อมูล หรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวนี้ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ อุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักเกิดขึ้นเสมอ การให้ข้อมูลในเรื่องนี้ควรทำในกรณีที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุพิเศษที่นอกเหนือไปจากการใช้งานปกติ 2. ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entity behavior) เป็นการระบุว่าผู้ที่จะปฏิบัติงานได้นั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถ หรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกัน อันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้ 3. ความรู้ในเนื้อหาวิชา เป็นข้อมูลในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญและชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎีในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

2.2.3.2.3 ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดให้ในงานแต่ละเรื่องได้ ลักษณะของงานนี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนงานจริงๆ จากการร่างแบบของงานการกำหนดวงจรและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติข้อมูลดังกล่าวสามารถแยกออกได้ดังนี้

1. คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน (Manipulative process) เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนงานทดลอง (Experiment planning) ข้อมูลขั้นนี้อาจเป็นในรูปของคำสั่งให้ปฏิบัติ หรือให้แนวคิดในการเริ่มงานทดลอง เช่นการเสนอรูปแบบของการทดลอง หรือให้ข้อมูลบางอย่างที่จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถสร้างรูปแบบของการทดลองขึ้นมาเองได้

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือเป็นการกำหนดชนิดและประเภทของเครื่องมือที่ทำการทดลอง หรือเป็นการให้แนวคิดในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือพร้อมทั้งตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน และวางอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกในการ

1.3 ข้อมูลในการดำเนินการทดลองเป็นข้อมูลที่แนะนำข้อปฏิบัติตั้งแต่เริ่มงานสร้างวงจร การต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

2. คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสม ข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

2.1 การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น ให้เปิดเครื่อง ปรับค่าความต้านทาน การกำหนดย่านของการทดลอง และสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นที่ควรจะเป็น ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

2.2 การรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองผู้ปฏิบัติจะต้องรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้ ย่อมขึ้นอยู่กับการวางแผนการทดลอง โดยเฉพาะย่านของการทดลอง ที่เหมาะสม การดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้นี้อาจจะทำให้รูปของการรวมกลุ่มของข้อมูลตามความเหมาะสม หรือจัดทำตารางข้อมูลเพื่อความสะดวกในการวินิจฉัย การให้ข้อมูลของใบงาน ที่เหมาะสมในเรื่องนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติดำเนินงานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

2.2.3.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion report) ใบงานที่ดีนั้นจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลลัพธ์ที่ได้ อย่างมีระบบ และสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลภายในใบงานจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงานและสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิด หรือ หัวข้อที่ให้ผู้เรียนหาข้อมูลสนับสนุน ข้อมูลควรประกอบด้วย

1. ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation data) เป็นขั้นเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในรูปลักษณะของเอกสารรายงาน การเสนอข้อมูลในลักษณะนี้อาจต้องทำอย่าง มีระบบโดยการจัดทำข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน อาจจะทำในลักษณะของตารางตัวเลขหรือในรูปแบบของแผนภูมิ (Crash) ต่างๆ ใบงานที่ดีควรจะต้องกำหนดหรือเสนอแนะแนวทางให้ผู้ปฏิบัติสามารถดำเนินการได้ตามความต้องการ

2. ข้อมูลที่ช่วยในการตีความหมายข้อมูล (Interpretation of data) ใบงานจะให้ข้อมูล นำผู้ปฏิบัติในการจับประเด็นสำคัญของข้อมูล วิธีการสรุปผลจากกลุ่มของข้อมูลที่มีอยู่การเลือกตัว

แปรและการคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้อาจมีความละเอียดมากน้อยต่างกันตามลักษณะประเภทของการทดลอง

3. ข้อมูลที่ช่วยในการอ้างอิงหลักการ (Reference of data) เป็นขั้นตอนของการเขียนรายงานโดยอาศัยหลักทฤษฎีและหลักการต่างๆ อ้างอิงในลักษณะของ

3.1 การสรุปรวมของการค้นพบ (Generalization of finding)

3.2 การนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน (Implication of finding)

3.3 การพยากรณ์ผลที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งอื่น (Prediction behavior of other material)

3.4 การประเมินผลของการทดลอง (Critical appraisal of experimental procedure and finding) เป็นการประเมินในเชิงวิจารณ์ เกี่ยวกับกระบวนการทดลองและผลลัพธ์ของการทดลองในงานที่ควรให้ข้อมูลด้วยการเสนอแนะหรือการตั้งคำถามเพื่อนำทางให้ผู้ปฏิบัติ สามารถหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนผลลัพธ์สำหรับการเขียนรายงานที่ถูกต้อง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้จะทำได้มากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประเภทของการทดลองที่จะใช้

4. ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน (Lab report) การรายงานเป็นส่วนสำคัญของการทดลอง เพราะเป็นส่วนที่แสดงถึงความเข้าใจในการทดลอง การเขียนรายงานอาจจะถือได้ว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลต่อสังคม ลักษณะและรูปแบบของการรายงานนั้นมีรายละเอียดมากมาย โดยสรุปแล้วองค์ประกอบที่สำคัญ ที่จะแนะนำให้ผู้เรียนเขียนรายงานอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

4.1 บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการสรุปเรื่องที่ทำทั้งหมดอย่างรัดกุม

4.2 คำนำ (Introduction) บทนำ ซึ่งเป็นการอธิบายเรื่อง เป็นการประสานเรื่อง ระหว่างงานที่ปฏิบัติกับหลักการทางทฤษฎี (General body of knowledge) เพื่อทำให้ผู้อ่านได้เข้าใจ

4.3 หลักการและจุดมุ่งหมายของการทำงาน (Notation and theory) เป็นการอธิบายความหมายของศัพท์ สัญลักษณ์ที่ใช้ หรือกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป

4.4 การดำเนินงานและผลลัพธ์ (Procedure and result) กล่าวถึงสาระสำคัญของการดำเนินงาน และผลลัพธ์ได้

4.5 แผนภูมิ (Diagram) บางครั้งการเขียนรายงานต้องอาศัยรูป หรือวงจรประกอบคำอธิบาย ซึ่งทั้งนี้ก็ได้แล้วแต่เรื่องและเหตุการณ์

4.6 การอภิปรายผล (discussion of result) ขั้นตอนนี้มีความสำคัญคือจะเป็นขั้นที่แสดงออกถึงความสามารถเชิงความคิดของผู้ทำการทดลองในการให้เหตุผลของการค้นพบ ด้วยการมีหลักฐานอ้างอิงอย่างสมบูรณ์ ความเชื่อถือได้ (Reliability) ของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่จะทำให้ผลงานได้รับการยอมรับจากผู้อื่น ในกรณีนี้ผู้ทำการทดลองจะต้องหาข้อมูลพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Reliability) ในรายงานให้ได้

4.7 ข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปเรื่องที่ต้องอาศัยความสามารถของการใช้ภาษา ด้วยการใช้คำบรรยายที่มีความชัดเจน สั้น และรัดกุม

4.8 หลักฐานอ้างอิง (Reference) เป็นการแสดงหลักฐานของข้อมูลที่นำมาใช้ในการอ้างอิงหรือสรุปเรื่อง ในกรณีของการทดลองระดับสูง และมีปริมาณมาก การ อ้างอิงเป็นเรื่องสำคัญที่จะสร้างความเชื่อถือจากผู้อื่น

เท่าที่กล่าวนี้ เป็นลักษณะรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานการทดลอง (Lab report) ซึ่งการทดลองแต่ละประเภทยังมีความต้องการการรายงานไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่อันหนึ่งที่ใบงานการทดลองต้องให้คำสั่งหรือคำแนะนำที่เหมาะสมและชัดเจน

5. ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment information) หมายถึงข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานการตรวจสอบในเรื่องนี้อาจทำได้ทั้งทางกว้างและความลึกของเนื้อหา ข้อมูลที่เป็นคำถามในใบงานนั้นอาจจะเป็นลักษณะของคำถามที่แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

5.1 คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment Questions) คือข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติ โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการทดลองโดยตลอด

5.2 คำถามเชิงวิจารณ์ (Critical question) เป็นคำถามที่ค่อนข้างจะออกไปนอกเรื่องของงาน เป็นการประเมินความสามารถในการมองภาพรวมของเรื่อง (Generalize) ที่ทำทั้งหมด และสามารถนำความรู้ ความสามารถที่ได้จากการทดลองนั้นไปใช้ในงาน อื่นได้เพียงไร ซึ่งมักจะเรียกว่าการถ่ายโยงความรู้ (Transfer of learning) ข้อมูลที่ใบงานควรจะให้ในขั้นนี้คือ การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิดในลักษณะของความคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking) ในเรื่องที่เรียนรู้อย่างแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

2.2.3.3 การสร้างใบปฏิบัติงาน

การสร้างใบงานทดลองมีขั้นตอนใหญ่ ๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นการศึกษาสำรวจข้อมูลและขั้นสร้างใบงานการทดลอง ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

2.2.3.3.1 ขั้นการศึกษาและสำรวจข้อมูลเป็นขั้นที่ผู้สร้างใบงานทดลองจะต้องศึกษารายละเอียดของกิจกรรมที่ใช้ในการทดลองตั้งแต่ต้น จากการวางแผนการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง ผู้สร้างจะต้องพิจารณาขั้นตอนการดำเนินงานอย่างละเอียดพร้อมทั้งสำรวจความรู้ความสามารถและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาเพื่อให้เป็นข้อมูลในการสร้างใบงานทดลอง กิจกรรมสำหรับการศึกษาข้อมูลควรมีขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดชื่อเรื่องของการทดลอง ชื่อของการทดลองควรจะสื่อความหมายไว้ความสนใจสามารถบอกขอบเขตความกว้างและความลึกของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานทดลองได้และมีความรัดกุมพอสมควร

2. การศึกษารายละเอียดของเนื้อหา ในการทดลองผู้สร้างใบงานการทดลองควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในเชิง วิเคราะห์ และการเขียนออกมาเป็นภาษาเขียน จะทำให้ผู้สร้างมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี และมองเห็น ขั้นตอนของการทดลอง ที่ควรจะเป็นอย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอน (Teaching point) ที่เหมาะสมได้

3. การกำหนดวัตถุประสงค์ จากการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาการทดลองจะช่วยให้ผู้สร้างใบงานทดลองสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองได้เหมาะสม ซึ่งวัตถุประสงค์การทดลองนั้นควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

3.1 วัตถุประสงค์ทางวิชาการ (Content objective) หมายถึงวัตถุประสงค์ที่ได้จากเนื้อหาสาระของทฤษฎีที่เกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) หรือเป็นความสามารถอื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการทดลอง

3.2 วัตถุประสงค์นอกวิชาการ (Developmental objective) หมายถึงวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาบุคลิกภาพ หรือพัฒนาทัศนคติของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ความสามารถในการแสวงหาข้อมูล ความมีระเบียบ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. การกำหนดขั้นตอนของการทดลอง ผู้สร้างใบงานทดลองจะต้อง พิจารณาวិธีการทดลองที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาวิชา โดยพิจารณาจากประสบการณ์ของ ผู้สร้างใบงานเอง การทดลองในใบงานหนึ่งๆ นั้น อาจจะมีวิธีการเป็นขั้นตอนได้หลายวิธี ผู้สร้างจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ที่คิดว่าผู้เรียนจะได้รับการเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถได้ดีและรวดเร็วที่สุด และกำหนดขั้นตอนของวิธีนั้นให้ชัดเจนในใบงานทดลอง

5. การวิเคราะห์งาน (Task analysis) หมายถึงการนำเอารายละเอียดของงานมาพิจารณาเพื่อหองค์ประกอบด้านคุณสมบัติผู้เรียน ชนิดของการเรียนเงื่อนไขหรืออุปสรรคของการทำงาน เพื่อช่วยให้การทำงานได้ผล ในการนำเอาขั้นตอนของการดำเนินงานมาพิจารณาหองค์ประกอบของความสามารถ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ศึกษางานทั้ง 5 ขั้น จะเป็นข้อมูลที่น่าไปใช้ในการสร้างใบงานการทดลอง (Lab sheet) ต่อไป

2.2.3.3.2 ขั้นสร้างปฏิบัติงาน การสร้างปฏิบัติงาน (Lab sheet) คือการนำข้อมูล ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์มาแล้ว มาจัดรวมกันตามหมวดหมู่ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็น

ข้อมูลแนะนำผู้ปฏิบัติงานให้สามารถดำเนินการทดลองได้ตามวิธีที่กำหนด สามารถที่จะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การตั้งชื่อใบงาน (Lab sheet) ควรศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กำหนดชื่อการทดลอง จำกัดขอบเขตของชื่อการทดลอง

2. การออกแบบวงจรทดลอง ควรเขียนรายการพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองกำหนดอุปกรณ์ เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวงจร

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์งาน

3.1 การตั้งวัตถุประสงค์ของการทดลอง (Primary objective) ควรพิจารณาพารามิเตอร์กำหนดสมมุติฐาน และพิจารณาพฤติกรรม

3.2 การกำหนดกลุ่มงาน (Operation) เขียนคำอธิบายลักษณะของกลุ่มงาน (Operation description) กำหนดงาน (Task) เขียนคำอธิบายลักษณะของงาน (Task description)

3.3 การกำหนดเครื่องมืออุปกรณ์

3.4 การกำหนดวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน

3.5 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์

3.6 การกำหนดความรู้

3.7 การกำหนดทักษะ

4. ขั้นตอนการสรุปผลการวิเคราะห์งาน

4.1 การพิจารณาขั้นตอนการทดลอง

4.2 การพิจารณาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

4.3 การพิจารณารวบรวมวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน (Operation)

4.4 การพิจารณาความรู้ (Knowledge) ที่เกี่ยวข้อง

4.5 การพิจารณาทักษะ (Skill) ที่เกี่ยวข้อง

4.6 การพิจารณาวัตถุประสงค์ของปฏิบัติงาน

5. ขั้นตอนการพัฒนาข้อมูลในปฏิบัติงาน

5.1 การเขียนข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedure information)

5.2 การเขียนข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์ (Conclusion information)

5.3 การเขียนข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment information)

5.4 การเขียนข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information)

5.5 การเขียนข้อมูลทั่วไป (Introductory information)

สรุป การสร้างปฏิบัติงานนั้นจะต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ความประณีต ความละเอียดอ่อนในการพัฒนา และจะต้องครอบคลุมเนื้อหาให้มากที่สุด เน้นการพัฒนาความสามารถและส่งเสริมให้

เกิดทัศนคติที่ดี ใช้ข้อมูลที่ชัดเจนและตรงประเด็น และมีความพร้อมในเครื่องอำนวยความสะดวก นักเรียนสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ และมีความกระตือรือร้นในการเรียน

2.2.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.2.4.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้มากที่สุดในการวัดและประเมินผลการศึกษา เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะคือเป็นความสามารถทางพุทธิพิสัยที่เกิดขึ้นกับนักเรียนภายหลังที่มีการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้น ภายใต้อาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในเนื้อหาที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้ในปัจจุบันครูยังมีบทบาทเป็นนักวิจัยที่ต้องพัฒนาการสอนของตนเองและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการวิจัยในชั้นเรียน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าครูผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นอย่างยิ่ง นักวิชาการได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นกระบวนการเชิงระบบที่ใช้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนของครู เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน (Gronlund, 1977)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองที่ผู้เรียนจะได้รับจากประสบการณ์ทั้งจากที่บ้านและโรงเรียน สำหรับโรงเรียนแล้วแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการ (เยาวดี, 2556)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง การวิจัยและพัฒนา เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรตามที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (ณัฐกรณ์, 2559)

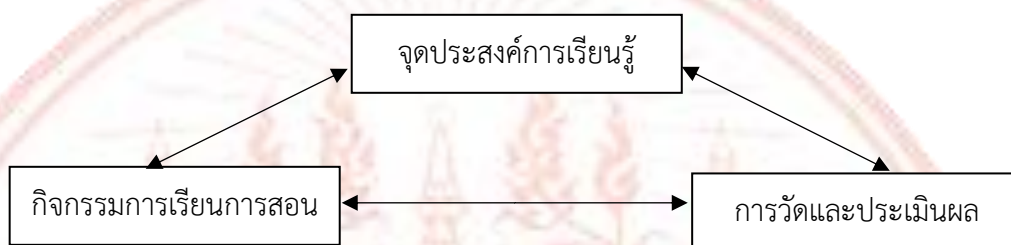
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้เชิงวิชาการของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในการเรียนการสอน เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดมาใช้ในการพัฒนา ปรับปรุง กิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป (สมชาย, 2559)

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวิจัยเชิงทดลองเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรตามที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอนเพื่อนำผลที่ได้จากการวัดมาใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

2.2.4.2 บทบาทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

บทบาทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใด ๆ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) กิจกรรมการเรียนการสอน (Learning Experience) และการวัดและประเมินผล (Evaluation) กล่าวคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใด ๆ ครูผู้สอนจะต้องเริ่มต้นที่การกำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเป็นเป้าหมายให้นักเรียน โดยจุดประสงค์จะต้องอยู่ในขอบเขตของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลังจากนั้นจะต้องดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และท้ายที่สุดจะต้องมีการทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่เพื่อที่จะได้นำไปปรับปรุง โดยที่องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันตามแนวคิดของไทเลอร์ ดังภาพที่ 2.2 (Stanley & Hopkin, 1972: 6 อ้างอิงใน สมชาย, 2559)



ภาพที่ 2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเรียนการสอนตามแนวคิดของไทเลอร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ถ้าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นไปตามจุดประสงค์และเป็นตัวแทนที่ดีของการจัดกิจกรรมการเรียน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ต้องอยู่บนพื้นฐาน 2 ประการ คือ การประเมินผลเพื่อพัฒนาและการประเมินผลเพื่อสรุป

2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

2.3.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ (2556) ให้ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือการทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือการทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นการช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2.3.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) อธิบายถึงเกณฑ์และการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ ดังนี้ เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอน และคุ้มค่ากับการลงทุนผลิต การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งประเมินออกเป็น 2 ลักษณะ คือประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องจะเป็นการกำหนดค่าของประสิทธิภาพ E1 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายจะ

กำหนดค่าเป็น E2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องเป็นการประเมินผลพฤติกรรมย่อย หลายพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องเรียกว่ากระบวนการ (Process) ของผู้เรียนโดยสังเกตจากรายงานกลุ่มการรายงานบุคคลหรือจากการปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนทำกิจกรรมอื่นๆที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากผลการสอบหลังเรียน และสอบ ปลายปีและปลายภาค ประสิทธิภาพของชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยคะแนนการทำงานและการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดสรุปแล้วหมายถึง E1 และ E2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.3.3 เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอน

เมื่อทดลองจนได้ ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนแล้วผู้ผลิตชุดการสอนจะต้องอภิปรายผลของค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองจากการกำหนดเกณฑ์ค่า E1/E2 จะมีค่าเท่าใดนั้นกล่าวได้ว่าให้ ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยเน้นว่า เนื้อหาเป็นความรู้อย่างมีความจำเป็นตั้งไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 เนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งต่ำกว่า เช่น 75/75 และไม่ควรถังต่ำกว่านี้เนื่องจากการตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็ได้ผลเท่านั้นหลังจากนำชุดการสอนไปทดลองภาคสนามเมื่อได้ค่า E1/E2 แล้วนำผลที่ทดลองได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้อาจอนุโลมให้ มีระดับผิดพลาดได้ ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ร้อยละ 2.5 ถึงร้อยละ 5 การยอมรับเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนอาจจะกำหนดไว้ 3 ระดับดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. เท่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2.3.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการสอนได้นั้น ผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์ต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E1/E2

E1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ย จากการทำแบบฝึกหัด และประกอบกิจกรรม

E1 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังเรียน) คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทดสอบหลังเรียนการคิดค่า E1 และ E2 ของชุดการสอนที่สร้างขึ้นคำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$E2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

E1 = ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่เปลี่ยนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัด และประกอบกิจกรรม

E2 = ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทดสอบหลังเรียน

$\sum x$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเรียนหรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมการเรียนรู้

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน หรือกิจกรรมหลังเรียน

2.4 ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

หลักการทำความเย็นเป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หนึ่ง ซึ่งต้องการทำความเย็นโดยความร้อนจะถูกส่งผ่านสารทำความเย็น จากนั้นสารทำความเย็นจะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศภายนอกพื้นที่สารทำความเย็นจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยกระบวนการอัดสารทำความเย็นให้เป็นไอ กระบวนการควบแน่น กระบวนการขยายตัว และกระบวนการระเหย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของระบบ เช่น ที่คอมเพรสเซอร์ที่คอนเดนเซอร์ที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล เป็นต้นดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำความเย็นนี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ระบบทำความเย็นได้ถูกต้อง และสามารถซ่อมบำรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การทำความเย็น (Refrigeration) คือกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หรือ วัตถุที่ต้องการทำความเย็น หรือเป็นกระบวนการลดอุณหภูมิ และรักษาอุณหภูมิของพื้นที่หรือวัตถุ ที่ต้องการทำ ความเย็นให้ต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบ ซึ่งระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน อาศัยการทำงานแบบอัดไอสารทำความเย็นทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์ เพื่อนำสารทำความเย็นที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีก โดยสารทำความเย็นจะไหลเวียนอยู่ภายในระบบปิดตลอดเวลา

2.4.1 ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ

2.4.1.1 คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็นไปใช้ในการเดือดกลายเป็นไอของสารทำความเย็น



ภาพที่ 2-3 ตัวอย่าง คอยล์เย็น (Evaporator)

2.4.1.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ ดูดไอสารทำความเย็นให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมกับอัดไอสารทำความเย็นที่มีความดันต่ำ ให้เป็นไอสารทำความเย็นที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 2-4 ตัวอย่าง คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

2.4.1.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอสารทำความเย็นที่มี อุณหภูมิสูง ออกสู่อากาศภายนอกระบบผ่านผนังท่อและครีระบายความร้อน เมื่อไอสารทำความเย็นได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเปลี่ยนสถานะเป็นสารทำความเย็นเหลว



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่าง คอนเดนเซอร์ (Condenser)

2.4.1.4 อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลเข้าคอยล์เย็นให้ได้แรงดันของสารทำความเย็นต่ำลงและอุณหภูมิสารทำความเย็นต่ำลง จนเกิดการขยายตัวและดูดซับความร้อนขึ้นที่คอยล์เย็น

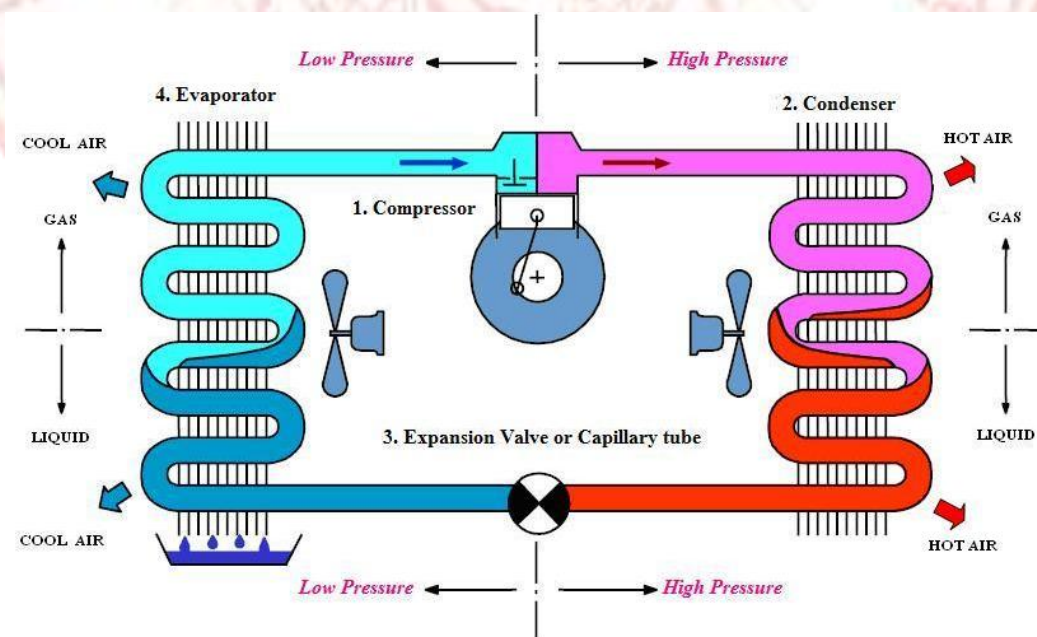


ภาพที่ 2-6 ตัวอย่าง อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve)

2.4.2 วงจรของการทำความเย็น (Refrigeration Cycle)

วงจรของการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ สารทำความเย็นจะไหลเวียนผ่านส่วนต่าง ๆ ของระบบอยู่ตลอดเวลาที่ระบบทำงาน ในแต่ละรอบ สารทำความเย็นจะต้องผ่านกระบวนการต่อไปนี้ คือ

- การอัดไอ (Compression) เกิดที่คอมเพรสเซอร์
- การควบแน่น (Condensation) เกิดที่คอนเดนเซอร์
- การลดความดัน (Expansion) เกิดที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล
- การกลายเป็นไอ (Vaporization) เกิดที่คอยล์เย็น



ภาพที่ 2-7 วงจรสารทำความเย็นและวัฏจักรการทำความเย็นในระบบอัดไอ

2.4.3 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

เมื่อคอมเพรสเซอร์(Compressor) เริ่มทำงาน จะอัดไอสารทำความเย็นให้มีแรงดันสูงขึ้นและอุณหภูมิจะสูงขึ้นผ่านท่อทางอัด ไปยังเครื่องควบแน่น(Condenser) เพื่อระบายความร้อนทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลวและสารทำความเย็นเหลวจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve / Capillary tube) เพื่อให้แรงดันสารทำความเย็นเหลวลดต่ำลง และอุณหภูมิลดลง จากนั้นสารทำความเย็นแรงดันต่ำอุณหภูมิต่ำจะไหลเข้าสู่ คอล์ยเย็น (Evaporator) เพื่อดูดซับความร้อนและเปลี่ยนสถานะจากสารทำความเย็นเหลวเป็นไอ และถูกคอมเพรสเซอร์(Compressor) ดูดกลับผ่านท่อทางดูดในสถานะไอเพื่ออัดให้แรงดันสูงขึ้น วนเวียนเป็นวัฏจักรเรื่อยไปในระบบปิด เมื่อเครื่องทำความเย็นยังทำงานอยู่

2.4.4 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นตัวชี้วัดความร้อนหรือความเย็น ซึ่งเป็นการวัดพลังงานจลน์เฉลี่ยของอนุภาคในวัตถุซึ่งเป็นพลังงานประเภทหนึ่ง คำว่าร้อนและเย็นไม่ใช่ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเราต้องการระบุว่า ร้อนหรือเย็นจริงๆ เราต้องใช้คำว่า “อุณหภูมิ”

2.4.4.1 การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) คือ

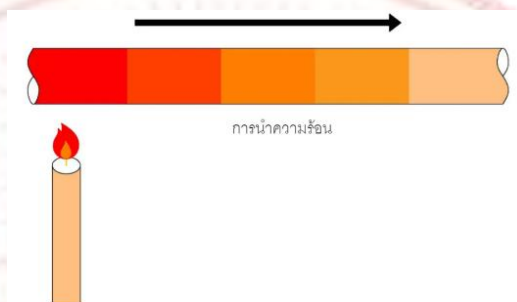
การถ่ายโอนความร้อน หรือ การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) สามารถเคลื่อนที่ได้ 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน พลังงานความร้อนจะเคลื่อนที่จากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ ยกตัวอย่างเช่น น้ำแข็งในแก้วน้ำที่มีน้ำอยู่ น้ำจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจึงถ่ายเทความร้อนไปที่น้ำแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้น้ำแข็งละลาย และหยุดถ่ายเทความร้อนต่อเมื่อ สสารมีอุณหภูมิที่เท่ากัน



ภาพที่ 2-8 การการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)

2.4.4.2 การนำความร้อน (Conduction)

เป็นวิธีการเคลื่อนที่ของความร้อน ซึ่งความร้อนจะส่งผ่านจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในเนื้อวัตถุเดียวกันหรือต่างกัน ความร้อนจะไหลผ่านของแข็งโดยวิธีนี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าจับปลายข้างหนึ่งของแท่งโลหะไว้ แล้วนำปลายอีกข้างหนึ่งของโลหะนั้นเผาไฟ ในไม่ช้าจะรู้สึกว่ามีความร้อนมาถึงมือที่จับโลหะ



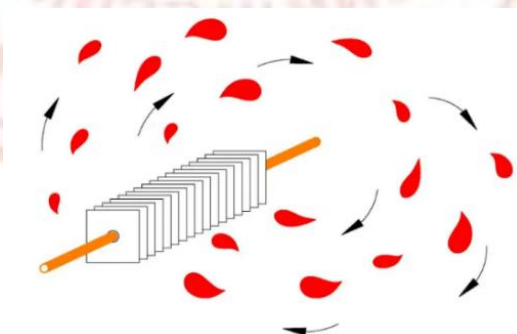
ภาพที่ 2-9 การนำความร้อน

กระบวนการ : เมื่อส่วนหนึ่งของวัตถุแข็งได้รับความร้อน อนุภาคของวัตถุจะได้รับพลังงานจลน์และสั่นสะเทือนเร็วขึ้น อนุภาคที่สั่นเหล่านี้ชนกับอนุภาคข้างเคียง และถ่ายเทพลังงานไปตามวัตถุ

ตัวอย่าง : หากคุณให้ความร้อนปลายด้านหนึ่งของแท่งโลหะ ปลายอีกด้านหนึ่งจะอุ่นขึ้นในที่สุดเมื่อความร้อนถูกพาผ่านโลหะ

2.4.4.3 การพาความร้อน (Convection)

การพาความร้อน (Convection) เป็นวิธีการเคลื่อนที่ของความร้อนที่เกิดขึ้นในของไหลซึ่งโมเลกุลมีอิสระที่จะเคลื่อนไหวไปรอบ ๆ ได้ เมื่อความร้อนเคลื่อนที่โดยวิธีนี้ จำนวนของปริมาณความร้อนจะไหลโดยติดไปกับโมเลกุลซึ่งกำลังเคลื่อนที่อยู่



ภาพที่ 2-10 การพาความร้อน

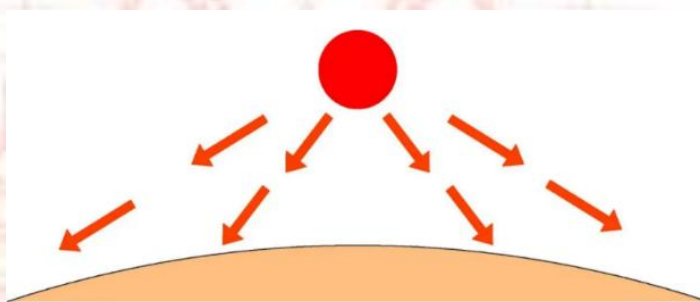
กระบวนการ : เมื่อของเหลวได้รับความร้อน อนุภาคของของเหลวจะได้รับพลังงานและเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้ของเหลวขยายตัวและมีความหนาแน่นน้อยลง ของเหลวที่อุ่นกว่าและมีความ

หนาแน่นน้อยกว่าจะเพิ่มขึ้น และของเหลวที่เย็นกว่าและมีความหนาแน่นมากขึ้นจะลงมา ทำให้เกิดการไหลเวียนอย่างต่อเนื่องที่เรียกว่ากระแสการพาความร้อน

ตัวอย่าง : น้ำเดือดในหม้อแสดงให้เห็นถึงการพาความร้อนเมื่อน้ำร้อนเพิ่มขึ้นและน้ำเย็นลงใกล้พื้นผิวจม

2.4.4.4 การแผ่รังสี (Radiation)

การแผ่รังสี คือการถ่ายเทความร้อนผ่านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต่างจากการนำและการพาความร้อน การแผ่รังสีไม่ต้องการตัวกลาง (เช่น อากาศหรือน้ำ) และสามารถเกิดขึ้นได้ในสภาวะสุญญากาศ



ภาพที่ 2-11 การแผ่รังสีความร้อน

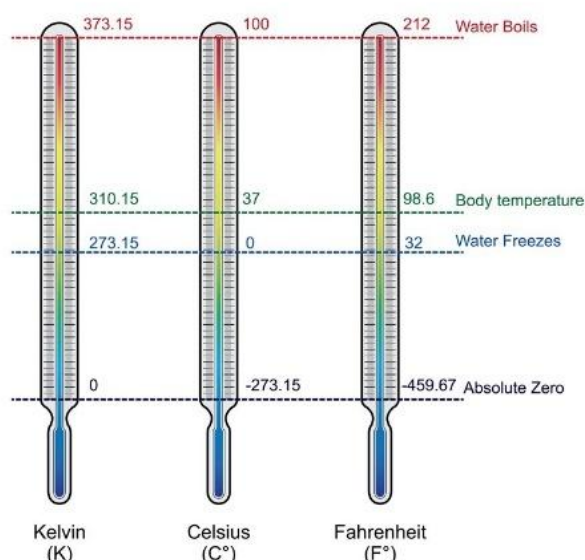
กระบวนการ : วัตถุทั้งหมดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์สัมบูรณ์จะปล่อยรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ปริมาณและชนิดของรังสีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุ เมื่อรังสีนี้สัมผัสกับวัตถุอื่น รังสีนั้นสามารถถูกดูดซับ สะท้อน หรือส่งผ่าน ซึ่งนำไปสู่การถ่ายเทความร้อน

ตัวอย่าง : พลังงานของดวงอาทิตย์ที่ส่งมาถึงโลกเดินทางผ่านอวกาศที่เป็นสภาวะสุญญากาศ เป็นตัวอย่างของการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี

ในปี ค.ศ.1714 กาเบรียล ฟาเรนไฮต์ (Gabriel Fahrenheit) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์ซึ่งบรรจุปรอทไว้ในหลอดแก้ว เขาพยายามทำให้ปรอทลดต่ำสุด (0°F) โดยใช้น้ำแข็งและเกลือผสมน้ำ เขาพิจารณาจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 32°F และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 212°F

ในปี ค.ศ.1742 แอนเดอร์ส เซลเซียส (Anders Celsius) นักดาราศาสตร์ชาวสวีเดน ได้ออกแบบสเกลเทอร์โมมิเตอร์ให้อ่านได้ง่ายขึ้น โดยมีจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 0°C และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100°C

ต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ลอร์ด เคลวิน (Lord Kelvin) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิว่า ณ อุณหภูมิ -273°C อะตอมของสสารจะไม่มี การเคลื่อนที่ และจะไม่มีสิ่งใดหนาวเย็นไปกว่านี้ได้อีก เขาจึงกำหนดให้ $0\text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$ (ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย $^{\circ}$ กำกับหน้าอักษร K) สเกลองศาสัมบูรณ์หรือเคลวิน เช่นเดียวกับองศาเซลเซียสทุกประการ เพียงแค่ $+273$ เข้าไปเมื่อต้องการเปลี่ยนเคลวินเป็นเซลเซียส



ภาพที่ 2-12 การเปรียบเทียบสเกลการวัดอุณหภูมิ

2.4.5 ความดัน (pressure)

ความดัน (pressure) เป็นปริมาณชนิดหนึ่งในทางฟิสิกส์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างแรงที่กระทำตั้งฉากซึ่งทำโดยของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ต่อพื้นที่ของสารใด ๆ (ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส) ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ ซึ่งเป็นปริมาณที่มีแต่ขนาดไม่มีทิศทาง



ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างเกจวัดความดัน

เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและควบคุมแรงดัน โดยอุปกรณ์ สามารถที่จะระบุค่าแรงดันออกมาในหน่วยต่างๆได้ มีหลายชนิด ทั้ง แบบธรรมดา , น้ำมัน และดิจิตอล แต่ที่นิยมใช้กันคือ เกจวัดความดันแบบธรรมดา (Dry pressure gauge) และ แบบมีน้ำมัน (Oil Pressure gauge)



ภาพที่ 2-14 ตัวอย่างเกจวัดความดันที่ใช้ในงานเครื่องทำความเย็น

2.4.6 พลังงานไฟฟ้า

ราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมาย ของคำว่า “ไฟฟ้า” ไว้ว่าเป็น พลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการแยกตัว หรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือโปรตอนหรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือโปรตอน ใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่ ‘พลังงานไฟฟ้า’ เป็นอีกหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากในการดำรงชีวิตประจำวัน และการอำนวยความสะดวกของมนุษย์ ในการให้แสงสว่าง ทำความร้อน ทำความเย็นผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ โทรทัศน์คอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น ไมโครเวฟ กาต้มน้ำร้อน ฯลฯ พลังงานไฟฟ้ายังจำเป็นสำหรับการสื่อสาร การคมนาคม การอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ รวมทั้งยังส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและนวัตกรรมในภาพรวม ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

แรงดันไฟฟ้าหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึง แรงที่ดันให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานของวงจรไปได้ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยตัว E มีหน่วยวัดเป็น โวลต์ (V)

กระแสไฟฟ้า หมายถึง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจากอะตอมหนึ่งไปยังอะตอมหนึ่ง จะไหลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้านทานของวงจร ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยตัว I มีหน่วยวัดเป็น แอมแปร์ (A)

กำลังไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเวลา 1 นาที มีหน่วยเป็นวัตต์ (w) หรือจูลต่อวินาที เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล)/เวลา (วินาที)

เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งทราบได้จากตัวเลขที่กำกับไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ระบุทั้งความต่างศักย์ (V) และกำลังไฟฟ้า (W) กำลังไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นต่ออยู่ โดยกำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

$$\text{จะได้ } P=V \times I$$

เมื่อ P แทนกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์

V แทนความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์

I แทนกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์

โดยทั่วไปนิยมนิยามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล โดยวัดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือเรียกว่าหน่วยหรือยูนิต

ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนทั่วไปมีความต่างศักย์ 220 โวลต์ คงที่ ดังนั้นในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนชนิดหรือขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า และระยะเวลาในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าจะคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่แต่ละบ้านใช้ไปโดยใช้เครื่องวัดติดตั้งบนเสาไฟฟ้าหน้าบ้านของผู้ใช้ไฟฟ้า เรียกว่า กิโลวัตต์-ชั่วโมง มิเตอร์ หรือมาตรไฟฟ้า ซึ่งวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง เรียกกันทั่วไปว่า หน่วยหรือยูนิต

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดสาธิตและการพัฒนาสื่อจำลอง เป็นการนำเอานวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับรายวิชาที่เนื้อหาที่มีการคำนวณ หรือค่อนข้าง ยากจะช่วยเพิ่มในการทำความเข้าใจของผู้เรียนและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้สูงขึ้นจากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน พบว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

นายพีรพล จันทร์หอม (2562) การพัฒนาชุดฝึกพื้นฐานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเพื่อส่งเสริมและพัฒนาบัณฑิตนักปฏิบัติ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ใช้ชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คู่มือการปฏิบัติงาน ใบงาน แบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนช่างฝีมือทหาร (นชท.) ระดับชั้นปีที่ 2 ภาคปกติ สาขาไฟฟ้า ประจำปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) พัฒนาชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนรายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ ที่พัฒนาขึ้น ผ่านการประเมินความเหมาะสมจาก 6 ผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดีมาก และผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.89 / 79.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 2) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อยู่ในระดับมาก

อัชฎา วรณกายนต์, นิคม ลนขุนทด, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน, ปิยะนันท์ สายัณห์ปทุม, สุธะเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม, และสุชาติ คุมนิล (2562, บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและประเมินภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟในเครื่องปรับอากาศ และ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้ และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักศึกษาภาคปกติและภาคเสาร์-อาทิตย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่กำลังศึกษาในรายวิชา ระบบเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ จำนวน 30 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศและแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศจากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.75 และการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.47

โอภาส รักษาบุญ และชัยพล ธงชัยสุรศักดิ์กุล (2056,บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ชุดประลอง และรูปแบบการให้การฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยการพัฒนากิจกรรมการให้การฝึกอบรมด้วยรูปแบบการฝึกอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์การเรียนรู้ CLCT(Collaborative and Learning Center Training) ภายใต้หลักการ ADDIE (Analyze-Design-Develop-Implement-Evaluate) จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และการวิเคราะห์ความต้องการการฝึกอบรมจาก

อาจารย์ที่สอนด้านการขับเคลื่อนไฟฟ้า ศึกษาการพัฒนาความรู้และทักษะ ด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการให้การฝึกอบรมโดยจัดเป็นศูนย์การเรียนรู้สามศูนย์และศูนย์สำรองหนึ่งศูนย์และใช้ชุดประลองเป็นสื่อในการฝึกอบรม เครื่องมือที่ใช้ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดประลองการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ ประกอบด้วย โปรแกรม LabVIEW DAQ วงจรขยาย ชุดอินเวอร์เตอร์ และมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 3 เฟส ขนาด 0.375 kW 2) คู่มือการฝึกอบรม ประกอบด้วย เอกสารประกอบการฝึกอบรมจำนวน 3 หัวข้อเรื่อง คือ การออกแบบตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี การออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ และการออกแบบตัวควบคุมแบบไฮบริดไบเนาะนำกิจกรรมการอบรม และคู่มือวิทยากร 3) แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละศูนย์การเรียนรู้ และแบบทดสอบภายหลังเสร็จสิ้นการอบรม 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าฝึกอบรม และ 5) แบบบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เข้าฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างในการทดลองคือ อาจารย์สายช่างอุตสาหกรรมปฏิบัติการสอนในด้านการขับเคลื่อนไฟฟ้า จำนวน 30 คน คนผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพด้านความรู้ 82.75/82.17 ด้านทักษะ 86.98/85.60 ผู้เข้าฝึกอบรมมีการพัฒนาการเรียนรู้สูงขึ้นทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 วิธีการจัดกิจกรรมการให้การฝึกอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์การเรียนรู้มีผลให้ผู้ฝึกอบรมมีพฤติกรรมกลุ่มและผลลัพธ์การปฏิบัติการทดลองอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และความพึงพอใจเมื่อได้รับการอบรมด้วยชุดประลองที่สร้างขึ้นควบคู่กับกิจกรรมการอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์การเรียนรู้ในระดับมาก

นายยุทธนา ศรีฬาและคณะ (2555) การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเพลทแบบเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ เงื่อนไขภาระความร้อน 60 เปอร์เซ็นต์และ 65 เปอร์เซ็นต์ ของพิกัดภาระความร้อนของเครื่อง ปรับอุณหภูมิทดสอบคงที่ 25 องศาเซลเซียสและควบคุมอุณหภูมิภายนอกห้องทดสอบที่ 30 องศาเซลเซียส โดยปรับอัตราการไหลของน้ำผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนที่ 10 ลิตรต่อวินาที 15 ลิตรต่อวินาที และ 20 ลิตรต่อวินาที ตามลำดับ แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW) ค่าความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy efficiency ratio, EER) ผลการทดลองพบว่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด ที่ภาระความร้อน 65 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการไหลของน้ำที่ 20 ลิตรต่อวินาที โดยค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพ (Energy efficiency ratio, EER) เฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น 43.57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศที่ภาระความร้อนเท่ากัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยเริ่มต้นการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาเครื่องทำความเย็นเพื่อกำหนดหัวข้อบทเรียน เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและพัฒนาชุดสาธิตประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ จากนั้นหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตและใช้งานพร้อมกับเก็บรวบรวมข้อมูลโดยรายละเอียดของการทำวิจัยมีดังนี้

- 3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การศึกษาและพัฒนาชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยมีวิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาในการดำเนินการวิจัยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 20104-2007 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เมื่อพิจารณารายละเอียดของคำอธิบายรายวิชาเครื่องทำความเย็น ดังกล่าวนั้นแล้ว สามารถกำหนดหัวข้อการสอนได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 หัวข้อการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย	สัปดาห์ที่	จำนวนชั่วโมง
1	หลักการทำความเย็นเบื้องต้น	1	7
2	งานท่อและเครื่องมือสำหรับงานท่อ	2-5	28
3	การทำความเย็นระบบเปิดและระบบอัดไอ	6	7
4	คอมเพรสเซอร์	7	7
5	คอนเดนเซอร์	8	7
6	ตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็น	9	7

ตารางที่ 3-1 หัวข้อการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย	สัปดาห์ที่	จำนวนชั่วโมง
7	เครื่องระเหยและอุปกรณ์ช่วยระบบ	10	7
8	สารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่น	11	7
9	มอเตอร์คอมเพรสเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า	12	7
10	วงจรไฟฟ้าเครื่องทำความเย็น	13	7
11	การทำสุญญากาศ	14-16	21
12	การบรรจุสารทำความเย็น	17-18	14
รวม			126

3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหา / หัวข้อเรื่อง ผู้วิจัยได้เรียบเรียงเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ คือ หลักสูตรรายวิชา เอกสารและตำรา

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแบ่งหัวข้อเรื่องที่ได้ออกจากการวิเคราะห์เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการทำความเย็นระบบอัดไอ จากตารางที่ 3-1 โดยผู้วิจัยได้เลือกออกมา 3 หัวข้อการเรียนรู้ดังนี้

1. วัฏจักรการทำความเย็นระบบอัดไอ
2. การเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น
3. การใช้พลังงานในระบบการทำความเย็น

3.1.3 ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องโดยกำหนดรายละเอียดของหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่องและประเมินขอบเขตพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับความสำคัญของเนื้อหา โดยกำหนดความสำคัญของหัวเรื่องเป็น XIO โดย X แทนความสำคัญมาก I แทนความสำคัญปานกลาง O แทนความสำคัญน้อยลงในตารางประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องผลการประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง ปรากฏว่าในทุกหัวเรื่องเป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียนรู้

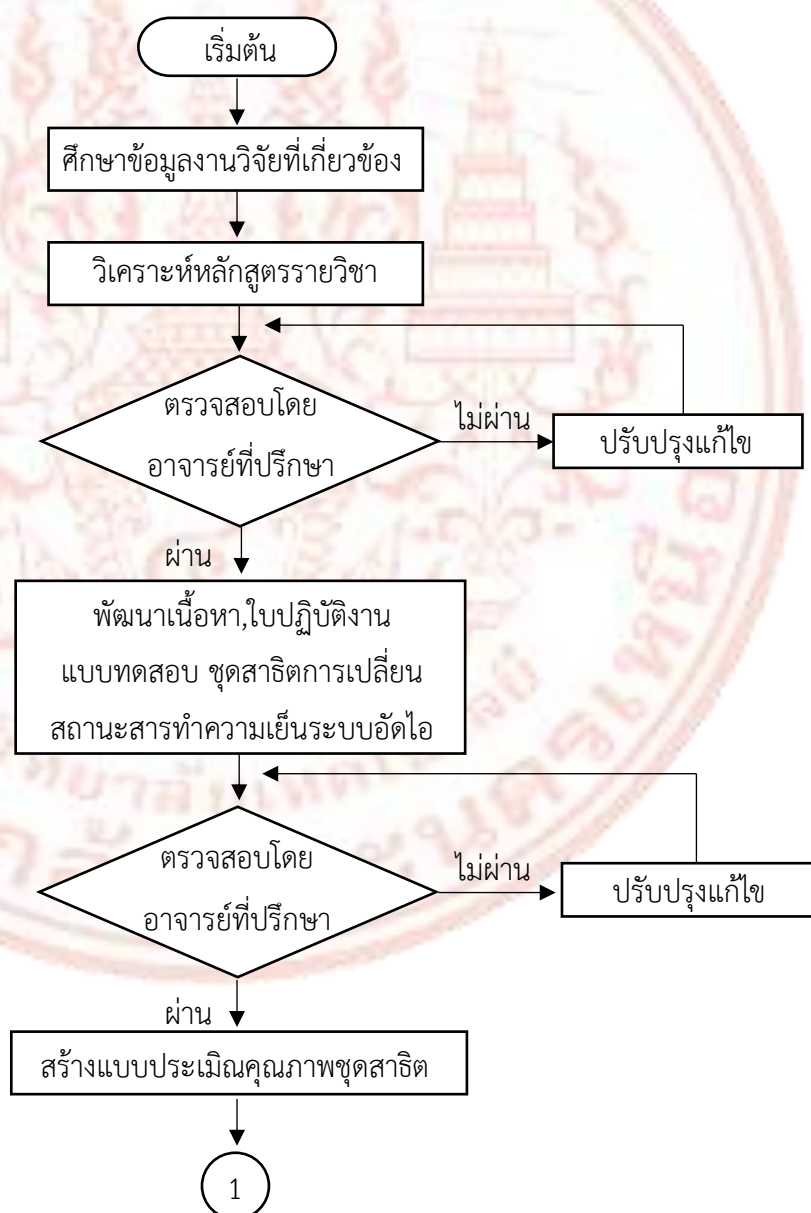
3.1.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อระบุถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านการเรียนรู้ในหน่วยเรียนนั้น ๆ โดยใช้คำกริยาที่บ่งบอกถึงลักษณะพฤติกรรมที่สามารถวัดพฤติกรรมนั้นได้ เช่น บอก อธิบาย เขียน คำนวณ แล้วทำการประเมินความสำคัญ XIO ตามระดับความรู้ 3 ระดับ คือ พื้นต้นความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T)

3.1.5 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นนำผลมาสรุปและทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

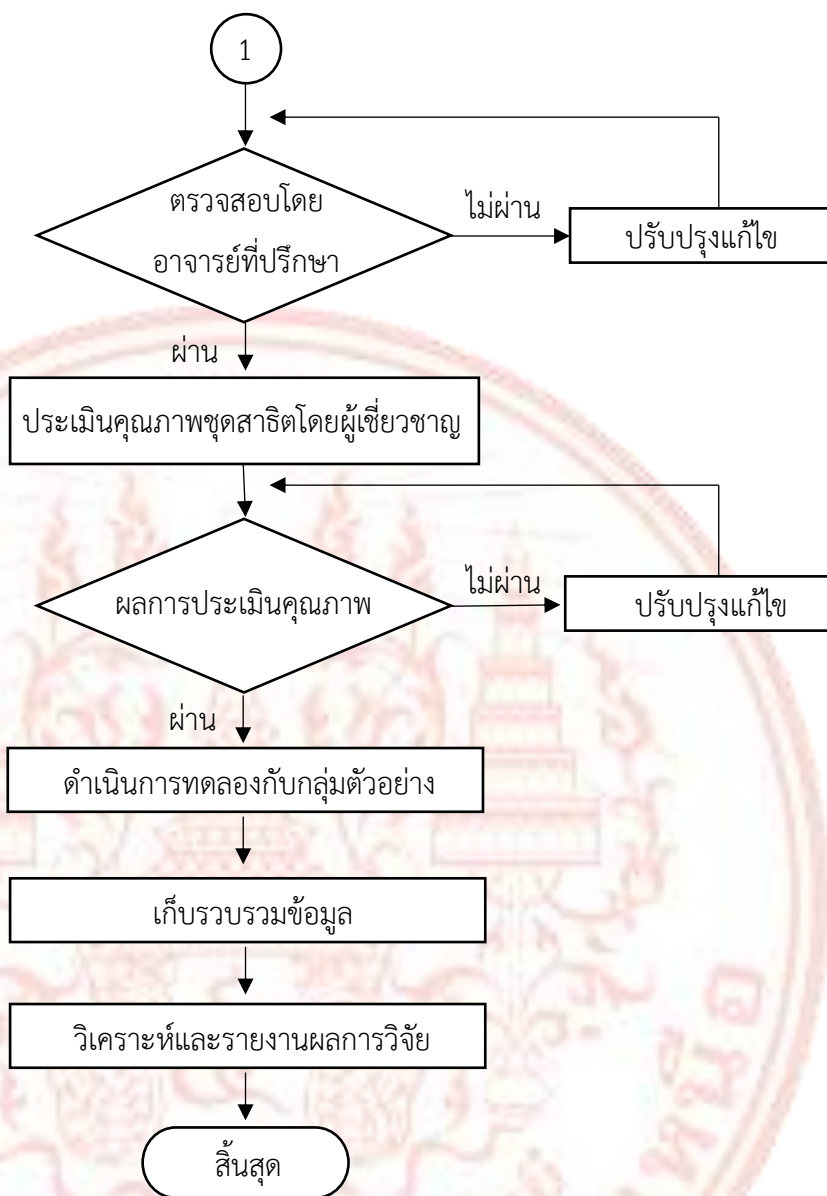
3.1.6 นำหลักสูตรรายวิชาที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว ไปสร้างเป็นชุดการสอน

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้แก่ ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงานหลักการและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ใบปฏิบัติงานความสัมพันธ์การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน ใบปฏิบัติงานความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนคอลล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แสดงแผนผังดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย (ต่อ)

3.2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

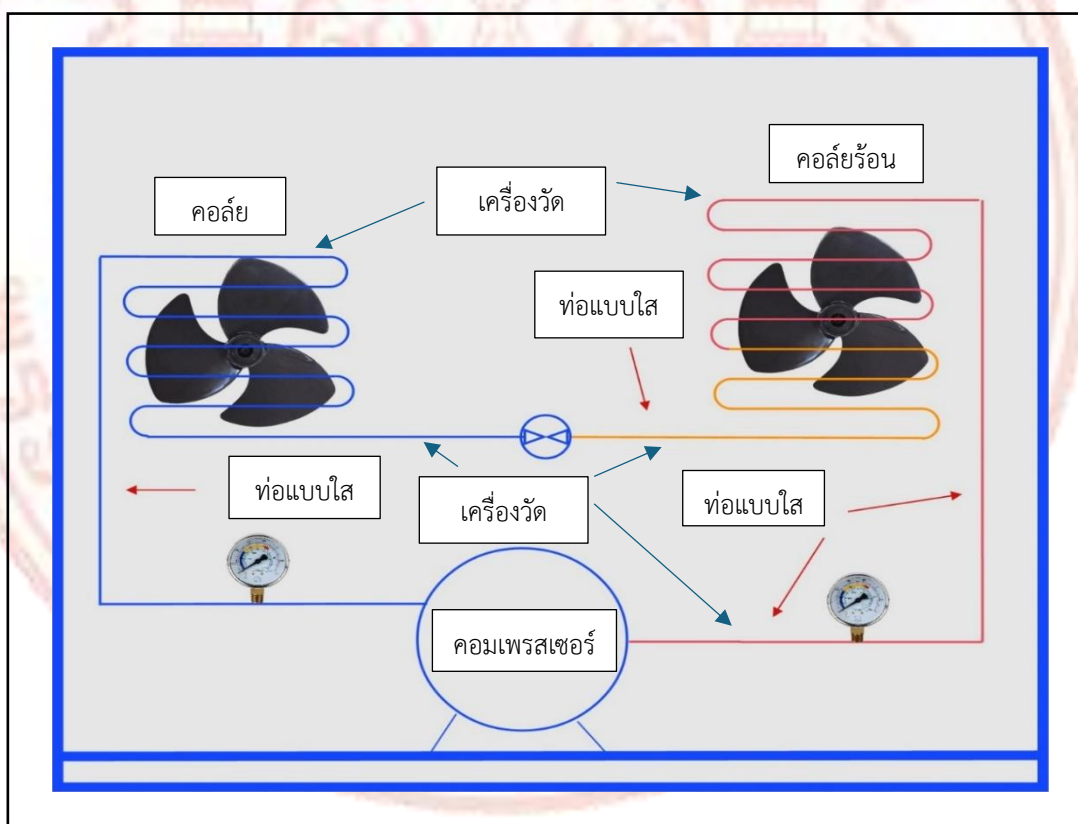
การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวปฏิบัติภายในแผนการจัดการเรียนรู้จะชี้แจงวิธีการใช้ชุดสาคิตเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน ใบเนื้อหา ชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบ

3.2.2 การพัฒนาใบเนื้อหา

การพัฒนาใบเนื้อหา สามารถทำได้โดยการศึกษารวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย สื่ออินเทอร์เน็ตและผู้ที่มีการประสบการณ์การสอนทางด้าน เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศใน หัวข้อเรื่องหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและวัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็น ระบบอัดไอ มีการจัดเรียงลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาตาม หัวข้อที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้วสรุป รวบรวมสาระสำคัญในหัวข้อนั้น ๆ เพื่อให้ได้ใบเนื้อหาที่มีคุณภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ของหน่วยการ เรียนและมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

3.2.3 การออกแบบชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

การออกแบบชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ เพื่อความสะดวกในการใช้งานชุดสาธิต สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 การออกแบบชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

โครงสร้างของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ แบ่งเป็นอุปกรณ์หลัก 4 อุปกรณ์ ได้แก่ คอมเพรสเซอร์ คอลล์ร้อน อุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็น และคอลล์เย็น พร้อมออกแบบท่อสารทำความเย็นแบบไลที่สามารถมองเห็นสารทำความเย็นได้ 4 จุด เพื่อใช้ในการสังเกตสารทำความเย็นที่ไหลเวียนภายในระบบเมื่อระบบทำงาน และทำการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ 4 จุด เพื่อวัดอุณหภูมิในแต่ละจุดที่สารทำความเย็นเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ แสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-3 โครงสร้างชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

3.2.4 การพัฒนาใบปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยได้สร้างใบปฏิบัติงานเพื่อให้สอดคล้องกับการสอนทางด้าน เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศในหัวข้อเรื่องหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและวัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ได้แก่ ใบปฏิบัติงานหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ใบปฏิบัติงานความสัมพันธ์การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน ใบปฏิบัติงานความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนคอลล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นถึงความสัมพันธ์ของการทำความเย็น การเปลี่ยนสถานะ และการถ่ายเทอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ

3.2.5 การพัฒนาแบบทดสอบ

3.2.5.1 แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ หลังจากทำการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ สร้างแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ ทั้งหมด 30 ข้อ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องทำการปรับปรุงตามคำแนะนำ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพ

3.2.5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วมาทำการปรับลำดับตำแหน่งตัวเลือกและภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นได้นำให้อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพ

3.2.6 การสร้างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนและแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

3.2.6.1 แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบทำการสร้างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อสอบผู้เชี่ยวชาญจะประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบโดยมีความระดับการพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ได้วัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

โดยเกณฑ์การหาค่า IOC ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือปรับแก้ข้อคำถาม

3.2.6.2 แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดการสอน โดยถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดสาริตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ทั้งหมด 3 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินและตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอนและตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แบบประเมินมีทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านใบปฏิบัติงาน ด้านสื่อการสอน (ชุดสาริตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ) โดยผู้วิจัยได้ประเมินคุณภาพชุดการสอน ซึ่งลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

โดยกำหนดค่าความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มาก
ระดับ	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	น้อย
ระดับ	1	หมายถึง	น้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยใช้แนวคิดของ (ธานินทร์, 2557) ซึ่งการให้ความหมายของค่าเฉลี่ยเป็นช่วงคะแนนและเป็นรายข้อดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

3.3 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องปรับอากาศ หลักสูตรไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

3.3.2 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 ผู้เรียนเรียนด้วยชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ในช่วงสัปดาห์ที่ 6 ของการเรียน

3.3.4 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของชุดสาคิต ใบงาน และแบบทดสอบ นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.3.5 ให้ผู้เรียนทำใบปฏิบัติงาน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้งาน ชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

3.3.6 นำข้อมูลจากแบบทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธีการทางสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.7 นำข้อมูลที่ได้อ้างอิงมาอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบโดยใช้สูตรการหาค่า IOC ดังนี้

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

IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การหาค่า IOC

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือปรับแก้ข้อคำถาม

3.4.2 การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

3.4.3 คาสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S. D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

โดยที่ S. D. คือ คาสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ จำนวนของข้อมูล

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

n คือ จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยได้วิเคราะห์ข้อมูลการนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ
- 4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ได้เอกสารประกอบการเรียนการสอน และสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ จำนวน 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบ มีรายละเอียดและได้ผลดังต่อไปนี้

4.1.1 ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอที่พัฒนาขึ้น มีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ส่วนประกอบชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

4.1.1.1 รายละเอียดของส่วนประกอบชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ที่แสดงตามหมายเลข ดังนี้

1. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า(V), เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า(A), เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า(W), เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า(Wh)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอยล์ร้อน
3. เครื่องวัดอุณหภูมิสารทำความเย็นเมื่อออกจากคอยล์ร้อน
4. เครื่องวัดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอยล์เย็น
5. เครื่องวัดอุณหภูมิสารทำความเย็นเมื่อออกจากคอยล์เย็น
6. เกจวัดแรงดันสารทำความเย็นฝั่งแรงดันต่ำ
7. เกจวัดแรงดันสารทำความเย็นฝั่งแรงดันสูง
8. คอยล์เย็น (Evaporator)
9. คอยล์ร้อน (Condenser)
10. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
11. ท่อสารทำความเย็นแก้วใสก่อนเข้าคอยล์เย็น
12. ท่อสารทำความเย็นแก้วใสเมื่อออกจากคอยล์ร้อน
13. อุปกรณ์ลดแรงดันหรือแคปปิลารีทิว
14. ท่อสารทำความเย็นแก้วใสเมื่อออกจากคอยล์เย็นกลับเข้าคอมเพรสเซอร์
15. ท่อสารทำความเย็นแก้วใสเมื่อออกจากคอมเพรสเซอร์ก่อนเข้าคอยล์ร้อน

4.1.2 ใบปฏิบัติงานหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

4.1.3 ใบปฏิบัติงานความสัมพันธ์การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน

4.1.4 ใบปฏิบัติงานความสัมพันธ์การระบายความร้อนคอยล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ

4.1.5 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ในใบปฏิบัติงาน 3 ใบ ปฏิบัติงาน รวมเป็นจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกพร้อมเฉลย

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ โดยใช้แบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งได้ผลมาวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ตารางผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ที่ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					x̄	S.D.	ความพึงพอใจ
		5	4	3	2	1			
1. ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ		คะแนนเฉลี่ย					4.50	0.18	มากที่สุด
1.1	ความครบถ้วนของเนื้อหา	4	1	1			4.50	0.84	มากที่สุด
1.2	ความถูกต้องทางวิชาการ	2	4				4.33	0.52	มาก
1.3	ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอน	5		1			4.67	0.82	มากที่สุด
2. ด้านสมรรถนะของชุดสาธิต		คะแนนเฉลี่ย					4.23	0.24	มาก
2.1	ชุดสาธิตมีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	3	2	1			4.33	0.82	มาก
2.2	ชุดสาธิตมีความสอดคล้องกับใบปฏิบัติงาน	3	3				4.50	0.55	มากที่สุด
2.3	การส่งเสริมให้เกิดทักษะการเรียนรู้	2	4				4.33	0.52	มาก
2.4	ความปลอดภัยเมื่อปฏิบัติงาน	1	5				4.17	0.41	มาก
2.5	มีความสะดวกและคล่องตัวเมื่อใช้ประกอบการสาธิต	2	1	3			3.3	0.98	ปานกลาง
3. ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน		คะแนนเฉลี่ย					4.40	0.12	มาก
3.1	ใบปฏิบัติงานครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้	2	3	1			4.17	0.75	มาก
3.2	ใบปฏิบัติงานมีความถูกต้อง สื่อความหมายชัดเจน	3	3				4.50	0.55	มากที่สุด
3.3	มีลำดับขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน	1	5				4.17	0.41	มาก
3.4	การบันทึกข้อมูลผลการทดลองมีความเหมาะสม	3	3				4.50	0.55	มากที่สุด
3.5	การวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนมีความเหมาะสม	4	2				4.67	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน เกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม สามารถสรุปผลการประเมินในแต่ละด้านได้ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด

2) ด้านสมรรถนะของชุดสาธิต ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.23 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 3) ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.40 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก

4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

การหาความแตกต่างของการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นจึงได้ทำการทดลองใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ในการมอบหมายให้นักเรียน จำนวน 3 ใบงาน เมื่อทำการปฏิบัติงานตามใบงานเสร็จสิ้น จึงให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำผลของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งสองครั้ง มาวิเคราะห์ผลหาค่าความแตกต่างของคะแนน ซึ่งผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ทดลองใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

คนที่	กลุ่มตัวอย่าง		คนที่	กลุ่มตัวอย่าง	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน			คะแนนเต็ม 30 คะแนน	
	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน		คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	19	26	11	19	26
2	20	27	12	17	27
3	19	21	13	20	26
4	19	27	14	22	26
5	17	27	15	22	23
6	18	28	16	19	27
7	16	26	17	19	28
8	21	26	18	18	29
9	20	27	19	18	26
10	21	28	20	20	27
รวม				384	528
เฉลี่ย				19.20	26.40

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบกลุ่มตัวอย่าง	N	$\sum x$	$\bar{x}$	S.D.	df	t	sig
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	20	384	19.20	1.609	18.00	11.56	0.001
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	20	528	26.40	1.759			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4-3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ใช้ชุดสาริการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอน์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 19.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ก่อนเรียน 1.609 คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน เท่ากับ 26.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หลังเรียน 1.759 ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าชุดฝึกทักษะมีผลต่อการพัฒนาความรู้และทักษะของนักศึกษา ค่าระดับนัยสำคัญ ทางสถิติต่ำกว่า 0.05 ซึ่งหมายความว่า มีความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและ หลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า t-test ที่ได้ 11.56 แสดงว่าคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่าง ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ได้พัฒนาขึ้น และนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ในรายวิชาเครื่องทำความเย็น ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.1 สรุปการวิจัย

5.1.1 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยใช้ชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 20104-2007 ในภาคเรียนที่ 2/2567 วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งการสอนประกอบไปด้วย

1) เรื่องหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ประกอบไปด้วย

1.1) ใบเนื้อหาเรื่องหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ เรื่องการถ่ายเทอุณหภูมิ เรื่องความดัน และพลังงาน ประกอบไปด้วย

1.2) แบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในแต่ละใบงาน ทั้งหมด 3 ใบงาน รวมจำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยผู้วิจัยการค้นคว้าอิสระสร้างขึ้น ใบงานจำนวน 3 ใบงาน ประกอบด้วย

ใบปฏิบัติงานที่ 1 เรื่องหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

ใบปฏิบัติงานที่ 2 เรื่องเรื่องความสัมพันธ์การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน

ใบปฏิบัติงานที่ 3 เรื่องเรื่องความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนของคอยล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ

1.3) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนพร้อมเฉลย

ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ กับการเรียนการสอนตามขั้นตอนต่อไปนี้

ใบปฏิบัติงานที่ 1 ก่อนทำการเรียนการสอนเพื่อทำการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ในเรื่องหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 20 นาที และทำการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนแบบสาธิต พร้อมให้ใบเนื้อหา และให้นักเรียนทำการศึกษานี้อาประกอบการสอน และทำการแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อทำการปฏิบัติใบงาน และจดบันทึกค่าจากการทดลอง จำนวน 1 ใบงานโดยใช้เวลา 20 นาที ในการทดลองและบันทึกผล และเมื่อเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เรื่องหลักการทำงานและวัฏจักรการทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำเสนอ

ใบปฏิบัติงานที่ 2 ก่อนทำการเรียนการสอนเพื่อทำการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ในเรื่องความสัมพันธ์การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 20 นาที และทำการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนแบบสาธิต พร้อมให้ใบเนื้อหา และให้นักเรียนทำการศึกษานี้อาประกอบการสอน และทำการแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อทำการปฏิบัติใบงาน และจดบันทึกค่าจากการทดลอง จำนวน 1 ใบงานโดยใช้เวลา 20 นาที ในการทดลองและบันทึกผล และเมื่อเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เรื่องความสัมพันธ์การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นกับการระบายความร้อน จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำเสนอ

ใบปฏิบัติงานที่ 3 ก่อนทำการเรียนการสอนเพื่อทำการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ในเรื่องความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนของคอยล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 20 นาที และทำการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนแบบสาธิต พร้อมให้ใบเนื้อหา และให้นักเรียนทำการศึกษานี้อาประกอบการสอน และทำการแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อทำการปฏิบัติใบงาน และจดบันทึกค่าจากการทดลอง จำนวน 1 ใบงานโดยใช้เวลา 20 นาที ในการทดลองและบันทึกผล และเมื่อเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ในเรื่องความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนของคอยล์ร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 20 นาที และนำเสนอ

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ จากข้อมูลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และจากผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ของชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ผู้วิจัยได้ทำการเชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนใน ที่เกี่ยวข้องกับ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้ทำการวัดผลจำนวน 3 ด้าน ดังนี้ สรุปผลการประเมินในแต่ละด้านได้ ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.39 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 2) ด้านสมรรถนะของชุดสาคิต ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 3) ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลองของนักศึกษาที่ใช้ชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ได้ผลดังนี้ คือ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 19.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ 26.4 ค่าความแตกต่างทางสถิติ ($t\text{-test} = 11.56$, $\text{sig} = 0.000$) แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการพัฒนาชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม และการเก็บรวบรวมผลการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ของชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 6 ท่าน ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.18 2) ด้านสมรรถนะของชุดสาคิต ซึ่งอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.24 3) ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน ซึ่งอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12

5.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลองของนักศึกษาที่ใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สามารถอภิปรายได้ดังนี้ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 19.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ 26.4 ค่าความแตกต่างทางสถิติ ($t\text{-test} = 11.56$, $\text{sig} = 0.000$) แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ชุดสาธิตสามารถช่วยพัฒนาความรู้และทักษะของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคะแนนค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน

จากการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย จากการทดลองใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะได้จริง และได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับสูง จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอน และสามารถพัฒนาต่อยอดได้

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ พบว่า

5.3.1 ควรพัฒนาปรับปรุงชุดสาธิตเพื่อเพิ่มขอบเขตการเรียนรู้และการทดลองให้ครอบคลุมเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาเครื่องทำความเย็น ดังนี้

5.3.1.1 ปรับปรุงช่องมองสารทำความเย็นให้มีความแข็งแรงและสามารถรับระดับแรงดันสารทำความเย็นในระบบที่สูงขึ้นมากกว่า 500 Psig.

5.3.1.2 ปรับปรุงพัฒนาให้มีขนาดความเร็วลมที่เหมาะสมสามารถปรับความเร็วรอบของพัดลมและเปิด-ปิดได้อย่างอิสระ

5.3.1.3 ปรับปรุงอุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็น เช่น ท่อสารทำความเย็น คอล์ร้อน คอล์เย็นที่จะพัฒนาต่อยอดโดยออกแบบให้มีความเหมาะสมกับขนาดการทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์มากขึ้น

5.3.1.4 ปรับปรุงอุปกรณ์ชุดควบคุมสารทำความเย็นให้เป็นแบบปรับได้ด้วยมือเพื่อเพิ่มขอบเขตใบงานและการเรียนรู้

5.3.2 ทดลองใช้ในกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น และเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนรู้แบบอื่น เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่ครอบคลุมมากขึ้น

5.3.3 ปรับเนื้อหาให้มีความทันสมัยต่อเทคโนโลยีการทำความเย็นในยุคปัจจุบัน

5.3.4 ปรับเพิ่มเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็นในด้านอื่นๆลงในใบความรู้

บรรณานุกรม

- มงคล พูนโตนต์. หนังสือเครื่องทำความเย็น. ศูนย์หนังสือเมืองไทย. เมษายน 2562
- เฉลิมรัตน์ ชมพูประเภท. หนังสือเครื่องปรับอากาศ. ศูนย์หนังสือเมืองไทย. กุมภาพันธ์ 2565
- นุกูล แก้วมะหิงษ์. หนังสือเครื่องปรับอากาศภาคปฏิบัติ. ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ
- หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพพลังงานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์(สาขาวิชาช่างไฟฟ้า)
- กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์. ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน. [ออนไลน์] 2559.
- กศยา แสงเดช. (2545). ชุดการสอนคู่มือครูพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : แม็คเอดูเคชั่น.
- ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. (2528). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย. ฉบับที่ 1 ปีที่ 5: 7-26.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช.(2550). นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : SR Printing.
- บุษวรรษ์ แสนปลื้ม. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. [ออนไลน์]
- พิชญ์สินี ชมภูคา. หลักการสร้างแบบสอบถามที่ดี. [ออนไลน์].
- เรื่องการออกแบบและสร้างสื่อและนวัตกรรมเพื่อใช้ในการถ่ายทอดความรู้. [ออนไลน์] .
- ลัดดา สุขปรีดี. (2522). เทคโนโลยีการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ.
- เลิศ อานันทนะ และคนอื่นๆ. (2537). ทัศนคติใช้สื่อการสอนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บรรณานุกรม (ต่อ)

นายพีรพล จันทรหอม (2562) การพัฒนาชุดฝึกพื้นฐานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเพื่อส่งเสริมและพัฒนาบัณฑิตนักปฏิบัติ

อัษฎา วรรณกายนต์, นิคม สนขุนทด, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน, ปิยะนันท์ สายัณห์ปทุม, สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม, และสุชาติ ดุมนิล (2562)

โอภาส รักษาบุญ และชัยยพล ธงชัยสุรศักดิ์กุล (2556) พัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ชุดประลอง และรูปแบบการให้การฝึกอบรม เรื่องการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

นายยุทธนา ศรีผาและคณะ (2555) การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเพลทแบบเชื่อมติระบายความร้อนด้วยน้ำ



ภาคผนวก ก

- หลักสูตรรายวิชา
- หัวข้อการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง
- การประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหา

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

รหัสวิชา 20104-2007

ชื่อวิชา เครื่องทำความเย็น

สภาพรายวิชา กลุ่มวิชาซีพหมวดวิชาเฉพาะหลักสูตร ปวช. สาขาไฟฟ้ากำลัง พ.ศ.2562

เวลาศึกษา 126 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ทฤษฎี 1 คาบปฏิบัติ 6 คาบต่อสัปดาห์

ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 1 ชั้นปีที่ 2

จำนวนหน่วยกิต (ท-ป-น) (1-6-3)

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบเครื่องทำความเย็น
2. มีทักษะในการติดตั้ง ซ่อมบำรุง และทดสอบเครื่องทำความเย็น
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดี ในการปฏิบัติงาน มีความละเอียด รอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ และมีความรับผิดชอบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น โครงสร้างส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ วงจรสารทำความเย็น วงจรไฟฟ้าของระบบเครื่องทำความเย็นภายในที่พักอาศัย ระบบเครื่องทำความเย็นที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ประเภทของสารทำความเย็น น้ำมันหล่อลื่นของระบบเครื่องทำความเย็น งานท่อ การติดตั้งระบบวงจรสารทำความเย็น งานทำสุญญากาศ งานบรรจุสารทำความเย็น งานต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็น งานตรวจวัดแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น งานตรวจวัดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเครื่องทำความเย็นและคอมเพรสเซอร์ งานซ่อมบำรุงระบบเครื่องทำความเย็นในบ้านพักอาศัย คริวเรือนและเชิงพาณิชย์

ตารางที่ ก-1 หัวข้อการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย
1	หลักการทำความเย็นเบื้องต้น
2	งานท่อและเครื่องมือสำหรับงานท่อ
3	การทำความเย็นระบบเปิดและระบบอัดไอ
4	คอมเพรสเซอร์
5	คอนเดนเซอร์
6	ตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็น
7	เครื่องระเหยและอุปกรณ์ช่วยระบบ
8	สารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่น
9	มอเตอร์คอมเพรสเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า
10	วงจรไฟฟ้าเครื่องทำความเย็น
11	การทำสุญญากาศ
12	การบรรจุสารทำความเย็น

การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องโดยกำหนดรายละเอียดของหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่อง และประเมินขอบเขตพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับความสำคัญของเนื้อหาโดยกำหนดความสำคัญของหัวเรื่องเป็น X I O โดย X แทนความสำคัญมาก I แทนความสำคัญปานกลาง O แทนความสำคัญน้อย มีผลการประเมินดังตารางที่ ก-2

ตารางที่ ก-2 การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

ลำดับ	รายการ	1	2	3
1	วัฏจักรสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	X	I	O
2	การถ่ายเทอุณหภูมิ ความดัน การเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น	X	I	O
3	ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิความดันและการใช้พลังงานของระบบ	X	I	O

หมายเหตุ :

1 = ดานส่งเสริมความรู้ในการแก้ไขปัญหาในการเรียน

2 = ดานส่งเสริมทักษะการทำงานในถูกต้อง

3 = ดานส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ระดับความสำคัญ

X = มาก

I = ปานกลาง

O = น้อย

ผลการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องพบว่าในทุกหัวข้อเรื่องเป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน

การประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหา

การประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาจะกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อระบุถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนนั้นๆ โดยใช้คำกริยาที่บ่งบอกถึงลักษณะพฤติกรรมที่สามารถวัดพฤติกรรมนั้น แล้วทำการประเมินความสำคัญ XIO ตามระดับความรู้ 3 ระดับ คือ พื้นคึนความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T) ผลการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาดังตารางที่ ก-3

ตารางที่ ก-3 ผลการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหา

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	ความสำคัญ	ระดับคะแนน	จำนวนข้อสอบ
การทำความเย็นระบบเปิดและระบบอัดไอ				
1. จำแนกหลักการทำความเย็นระบบต่างๆ	R	I	3	7
2. อธิบายหลักการทำความเย็นระบบอัดไอ	A	X	2	8
3. อธิบายหลักการและวัฏจักรของการทำความเย็นระบบอัดไอ	A	X	3	10
4. บอกอุปกรณ์การทำความเย็นระบบอัดไอ	A	X	2	4
5. บอกประโยชน์ของการทำความเย็นและการนำไปใช้	R	I	2	1
รวม			12	30

หมายเหตุ : LS = ระดับความสำคัญ ความสำคัญ ระดับคะแนน
 R = พื้นคึนความรู้ X = สำคัญมาก 3
 A = การประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ 2
 T = การส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ 1



ภาคผนวก ข

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
เรื่อง ชุดสถิติการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี ขุนไชย

คุณวุฒิ : ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง : ประธานหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติ
สถานที่ทำงาน : วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา สารสุข

คุณวุฒิ : ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถานที่ทำงาน : มหาวิทยาลัยนครพนม

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร ลิทธิวงศ์

คุณวุฒิ : ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถานที่ทำงาน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. ดร.ปฎิยุทธ์ พรหมแก้ว

คุณวุฒิ : ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
สถานที่ทำงาน : สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย โครงการบริหารร่วมหลักสูตรมีเดียฯ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชนาฏ ชุ่มชื่น

คุณวุฒิ : ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง : ข้าราชการสื่อสารทหาร
สถานที่ทำงาน : ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. นายสุรศักดิ์ สวัสดิ์รักษกุล

คุณวุฒิ : ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง : ผู้อำนวยการกองบริการการจำหน่าย
สถานที่ทำงาน : การไฟฟ้านครหลวง เขตบางขุนเทียน

ที่ ลว 7104.2/276



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชุนไชย

อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม

ด้วย นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่ รหัสประจำตัว 66-020258-5608-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการเปลี่ยนสถานะการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักดี ทะยะมิน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานี น้อยยัง)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302
โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/277



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา สารสุข
อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

ด้วย นายเกียรติชัย ศรีดอนไม้ รหัสประจำตัว 66-020258-5608-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรม
การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี ทะยะมิน
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อ
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302
โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/279



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร สิทธิวงศ์

อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ด้วย นายเกียรติชัย ศรีดอนไม้ รหัสประจำตัว 66-020258-5608-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการเปลี่ยนสถานะการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี ทยะมณีน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/278



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.ปฎิพัทธ์ พรมแก้ว

อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีมีเดีย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ด้วย นายเกียรติชัย ศรีคอนไผ่ รหัสประจำตัว 66-020258-5608-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรม
การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควี ทยะมัน
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อ
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควี ทยะมัน)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตอุตสาหกรรมไฟฟ้า โทร. 3302

ที่ คพ 144/2568

วันที่

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองคืบหน้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชนาฏ ขุ่มชื่น

ด้วยนายเกียรติชัย ศรีดอนไม้ รหัสประจำตัว 66-020258-5608-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการเปิดสถานประกอบการสำหรับความยั่งยืนของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี ทะยะมิน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ภกษ. น้อยยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ที่ ดว 7104.2/280



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรินทร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายสุรศักดิ์ สวัสดิ์รักษกุล

ผู้อำนวยการกองบริการจำหน่ายการไฟฟ้านครหลวงเขตบางขุนเทียน

ด้วย นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่ รหัสประจำตัว 66-020258-5608-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี ทะยะมิน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ภกนี น้อยยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภกนี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ภาคผนวก ค

- แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย
- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ
- ผลการประเมินคุณภาพชุดการสอน
- ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดสาคิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็น ของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

แบบประเมินนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุด
สาคิต การเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของนายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรม
ระบบไฟฟ้ากำลังและระบบควบคุม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทาง
วิชาการ ด้านสมรรถนะของชุดสาคิต และด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน กรุณาทำเครื่องหมาย ☐
ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน หากมีข้อแนะนำแก้ไขกรุณาเติมข้อความลงในข้อเสนอแนะ
อื่นๆ

2. การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินเกี่ยวกับชุดสาคิตการเปลี่ยน
สถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ซึ่งประกอบด้วยส่วนของคำถามและ
มาตราส่วนประมาณค่า โปรดทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยแบ่งค่า
ระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ประเมิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☐ ลงในวงเล็บหน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| 1. เพศ | () ชาย | () หญิง |
| 2. อายุ | () 20-30 ปี | () 30-40 ปี |
| | () 40-50 ปี | () มากกว่า 50 ปี |
| 3. คุณวุฒิ | () ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า | () ปริญญาโท |
| | () ปริญญาเอก | () อื่นๆ..... |
| 4. ประสบการณ์การทำงาน | () ต่ำกว่า 5 ปี | () 5-10 ปี |
| | () มากกว่า 10 ปี | |

ตอนที่ 2 รายการประเมินความเหมาะสม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่องที่ระดับความเหมาะสม

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ					
1.1 ความครบถ้วนของเนื้อหา					
1.2 ความถูกต้องทางวิชาการ					
1.3 ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอน					
2. ด้านสมรรถนะของชุดสาธิต					
2.1 ชุดสาธิตฯ มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา					
2.2 ชุดสาธิตฯ มีความสอดคล้องกับใบปฏิบัติงาน					
2.3 การส่งเสริมให้เกิดทักษะการเรียนรู้					
2.4 ความปลอดภัยเมื่อปฏิบัติงาน					
2.5 มีความสะดวกและคล่องตัวเมื่อใช้ประกอบการสาธิต					
3. ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน					
3.1 ใบปฏิบัติงานครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.2 ใบปฏิบัติงานมีความถูกต้อง สื่อความหมายชัดเจน					
3.3 มีลำดับขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน					
3.4 การบันทึกข้อมูลผลการทดลองมีความเหมาะสม					
3.5 การวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ
เรื่องวัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ แล้วแสดงความคิดเห็นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมเรียนรู้ที่ต้องการประเมินหรือไม่ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- +1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด
- 0 หมายถึง ไม่มั่นใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด
- 1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบทดสอบไม่ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
ใบปฏิบัติงานที่ 1 วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ					
1.บอกหน้าที่และคุณสมบัติของสารทำความเย็นได้ถูกต้อง	1. สารทำความเย็น (Refrigerant) ทำหน้าที่ตามข้อใด ก. ระบายความร้อน				

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
4. บอกหลักการ ทำงานของ อุปกรณ์ลด แรงดัน (Expansion Valve / Capillary tube) ได้	4. ชุดควบคุมการไหลสารทำความเย็น (Expansion Valve) คือข้อใด ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน ข. ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการ ระบายความร้อน ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูงอุณหภูมิสูง ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเพื่อลด อุณหภูมิและความดันให้ต่ำลง				
5. บอกหลักการ ทำงานของ คอยล์เย็น (Evaporator) ได้	5. คอยล์เย็น (Evaporator) คือข้อใด ก. ทำหน้าที่ระเหยหรือเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจาก ของเหลวความดันต่ำอุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะเป็นแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ข. ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการ ระบายความร้อน ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูงอุณหภูมิสูง ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเพื่อลด อุณหภูมิและความดันให้ต่ำลง				
3. บอกหลัก การทำงานของ เครื่องควบแน่น (Condenser) ได้	6. สารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะแก๊สแรงดันสูงอุณหภูมิสูงเมื่อถูกลด อุณหภูมิลงจะอยู่สถานะใด ก. ของเหลวอุณหภูมิสูงแรงดันสูง ข. ของเหลวอุณหภูมิสูงแรงดันต่ำ ค. แก๊สแรงดันสูง ง. แก๊สแรงดันต่ำ				
5. บอกหลักการ ทำงานของ คอยล์เย็น (Evaporator) ได้	7. สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สที่อุปกรณ์ ใด ก. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ข. อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) ค. คอยล์ร้อน (Condensor) ง. วาล์วควบคุมการไหล (Expansion Valve)				

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
3.บอกหลักการ ทำงานของ เครื่องควบแน่น (Condenser) ได้	8. สารทำความเย็นในสถานะใดที่ออกจาก คอล์ยร้อน (Condensor) ก. ของเหลวที่มีความดันสูง ข. ของเหลวที่มีความดันต่ำ ค. ก๊าซที่มีความดันสูง ง. ก๊าซที่มีความดันต่ำ				
2.บอกหลักการ ทำงานของคอม เพรสเซอร์ (Compressor) ได้	9. หน้าที่ของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ในวงจรทำความเย็นคือ อะไร? ก. ดูดซับความร้อนจากบริเวณโดยรอบ ข. ปล่อยความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ค. เพิ่มความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น ง. ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น				
1.บอกหน้าที่และ คุณสมบัติ ของสารทำ ความเย็นได้ ถูกต้อง	10. เครื่องทำความเย็นเกิดความเย็นได้อย่างไร ก. มีสารทำความเย็นสร้างความเย็น ข. คอมเพรสเซอร์ทำงาน ค. เกิดกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นเพื่อ ดูดซับความร้อน ง. คอล์ยเย็นระบายความร้อน				

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ

เรื่องความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ สำหรับนักเรียนระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณา

แบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ แล้วแสดงความคิดเห็นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมเรียนรู้ที่ต้องการ

ประเมินหรือไม่ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- +1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด
- 0 หมายถึง ไม่มั่นใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด
- 1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบทดสอบไม่ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
ใบปฏิบัติงานที่ 2 ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ					
2.บอก ความหมาย ของการถ่ายเท อุณหภูมิได้	1. การถ่ายเทความร้อน คือข้อใด ก. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยความร้อนจะไหลจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปหาจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ข. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยความร้อนจะไหลจากจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปหาจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ค. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยที่ความร้อนทั้งสองจุดจะต้องมีอุณหภูมิเท่ากัน ง. ไม่มีข้อใดถูก				
3. บอกประเภท ของการถ่ายเท อุณหภูมิได้	2. ข้อใดคือหลักการนำความร้อนที่ถูกต้อง ก. เกิดขึ้นในสารที่มีสถานะเป็นของเหลวและแก๊ส เพราะโมเลกุลของของเหลวและแก๊สสามารถเคลื่อนไหวได้ง่ายจึงสามารถพาความร้อนติดไปด้วย ข. เกิดขึ้นในรูปของคลื่นความร้อนเช่นเดียวกับแสงที่เดินทางในรูปของคลื่นแสง คลื่นความร้อน ซึ่งสามารถผ่านได้แม้ในสุญญากาศ ค. เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการถ่ายเทจากโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่มีอุณหภูมิน้อยกว่าภายในสารชนิดเดียวกัน ง. ถูกทุกข้อ				

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
1. บอก ความหมายของ อุณหภูมิได้	3. ปริมาณความร้อน คือข้อใด ก. เมื่อสัมผัสกับสิ่งต่างๆแล้วรู้สึกร้อน ข. ความเข้มข้นของความร้อนที่มีอยู่ในสสารนั้น ๆ ค. ความร้อนที่ถ่ายเทจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง ง. ปริมาณสสารที่มีความร้อน				
4. บอก ความหมายของ ความดันได้	4. ความดัน (Pressure) คือข้อใด ก. แรงดันอากาศที่สูงกว่าบรรยากาศ ข. แรงที่จะกดตันหรือน้ำหนักที่กดลงบนพื้นที่ 1 ตารางพื้นที่ ค. แรงที่จะกดตัน หรือน้ำหนักที่ตกลงบนที่ใดๆ ง. แรงดันอากาศที่สูงกว่าบรรยากาศในพื้นที่ใดๆ				
5. บอก ความสัมพันธ์ ของความดัน สสารทำความ เย็นและ อุณหภูมิของ สสารทำความ เย็นได้	5. เมื่อความดันเพิ่มสูงขึ้นอุณหภูมิจะเป็นเช่นใด ก. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ข. อุณหภูมิเพิ่มลดต่ำลง ค. อุณหภูมิคงที่ ง. อุณหภูมิและความดันผกผันกัน				
5. บอก ความสัมพันธ์ ของความดัน สสารทำความ เย็นและ อุณหภูมิของ สสารทำความ เย็นได้	6. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับความดันในระบบ ก. ความดันในระบบลดต่ำลง ข. ความดันในระบบเพิ่มขึ้น ค. ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง ง. ไม่มีข้อใดถูก				

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
5. บอก ความสัมพันธ์ ของความดัน สารทำความ เย็นและ อุณหภูมิของ สารทำความ เย็นได้	7. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น ก. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณเพิ่มขึ้น ข. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณลดลง ค. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณคงที่ ง. ไม่มีข้อใดถูก				
6. อธิบาย หลักการเปลี่ยน สถานะของสาร ทำความเย็นได้	8. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับอุณหภูมิของคอยล์เย็น ก. อุณหภูมิของคอยล์เย็นต่ำลง ข. อุณหภูมิของคอยล์เย็นสูงขึ้น ค. อุณหภูมิของคอยล์เย็นไม่เปลี่ยนแปลง ง. ไม่มีข้อใดถูก				
5. บอก ความสัมพันธ์ ของความดัน สารทำความ เย็นและ อุณหภูมิของ สารทำความ เย็นได้	9. ในระบบทำความเย็นหากคอยล์ร้อนระบายความร้อนได้ไม่ดีจะ ส่งผลอย่างไรกับระบบ ก. ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง ข. สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น ค. คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น ง. ถูกทุกข้อ				
5. บอก ความสัมพันธ์ ของความดัน สารทำความ เย็นและ อุณหภูมิของ สารทำความ เย็นได้	10. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศควรมีการบำรุงรักษาและ ทำความสะอาดตามข้อใด ก. ปีละ 1 ครั้ง ข. ปีละ 2 ครั้ง ค. สองเดือนครั้ง ง. เดือนละครั้ง				

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ

เรื่องความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ สำหรับ

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ แล้วแสดงความคิดเห็นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมเรียนรู้ที่ต้องการประเมินหรือไม่ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- +1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด
 0 หมายถึง ไม่มั่นใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด
 -1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบทดสอบไม่ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการวัด

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
ใบปฏิบัติงานที่ 3 ความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ					
1. บอก ความหมายของ พลังงานไฟฟ้าได้	1. หน่วยของพลังงานไฟฟ้าคือข้อใด ก. วัตต์ (W) ข. โวลต์ (V) ค. จูล (J) หรือ กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ง. แอมแปร์ (A)				
2. บอก ความหมายของ กำลังไฟฟ้าได้	2. ข้อใดคือกำลังไฟฟ้า ก. $P = V \cdot I$ ข. $P = V + I$ ค. $P = I \cdot R$ ง. $P = I + R$				
3. คำนวนหาค่า กำลังไฟฟ้าได้	3. หากระบบเครื่องทำความเย็นใช้แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ และมีค่ากระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าที่ใช้คือเท่าใด ก. 110 วัตต์ ข. 220 วัตต์ ค. 1,150 วัตต์ ง. 2,200 วัตต์				

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
4. บอก ความสัมพันธ์ ของการระบาย ความร้อนกับ การใช้พลังงาน ของระบบได้	4. ข้อใดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นมากที่สุด? ก. อุณหภูมิแวดล้อมและขนาดของคอมเพรสเซอร์ ข. ความยาวของสายไฟที่ใช้เชื่อมต่อ ค. จำนวนใบพัดของพัดลมระบายความร้อน ง. สีของฉนวนกันความร้อน				
4. บอก ความสัมพันธ์ ของการระบาย ความร้อนกับ การใช้พลังงาน ของระบบได้	5. ถ้าต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น ควรทำอย่างไร? ก. ตั้งอุณหภูมิให้ต่ำที่สุดเสมอ ข. หมั่นทำความสะอาดคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น ค. เปิด-ปิดเครื่องบ่อย ๆ เพื่อประหยัดพลังงาน ง. ใช้สายไฟที่เล็กกว่าขนาดมาตรฐานเพื่อลดกระแสไฟฟ้า				
4. บอก ความสัมพันธ์ ของการระบาย ความร้อนกับ การใช้พลังงาน ของระบบได้	6. เมื่อความดันสารทำความเย็นในระบบเพิ่มสูงขึ้นอุณหภูมิคอยล์ร้อนจะเป็นเช่นใด ก. อุณหภูมิและความดันผกผันกัน ข. อุณหภูมิเพิ่มลดต่ำลง ค. อุณหภูมิคงที่ ง. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น				
4. บอก ความสัมพันธ์ ของการระบาย ความร้อนกับ การใช้พลังงาน ของระบบได้	7. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condenser) ส่งผลอย่างไรกับความดันในระบบ ก. ความดันในระบบลดต่ำลง ข. ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง ค. ความดันในระบบเพิ่มขึ้น ง. ไม่มีข้อใดถูก				

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
4. บอก ความสัมพันธ์ ของการระบาย ความร้อนกับ การใช้พลังงาน ของระบบได้	8. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condenser) ส่งผลอย่างไรกับค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ ก. กำลังไฟฟ้าของระบบสูงขึ้น ข. กำลังไฟฟ้าของระบบลดลง ค. กำลังไฟฟ้าของระบบไม่เปลี่ยนแปลง ง. กำลังไฟฟ้าของระบบผกผันกับค่ากระแสไฟฟ้า				
5. วิเคราะห์ และปรับปรุง การทำงานของ ระบบทำความ เย็นและการ ปรับปรุง ประสิทธิภาพ เครื่องทำความ เย็นได้	9. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condenser) ส่งผลอย่างไรกับค่ากระแสไฟฟ้าของระบบ ก. กระแสไฟฟ้าของต่ำลง ข. กระแสไฟฟ้าของสูงขึ้น ค. กระแสไฟฟ้าของไม่เปลี่ยนแปลง ง. ไม่มีข้อใดถูก				
5. วิเคราะห์ และปรับปรุง การทำงานของ ระบบทำความ เย็นและการ ปรับปรุง ประสิทธิภาพ เครื่องทำความ เย็นได้	10. ในระบบทำความเย็นหากคอยล์ร้อนระบายความร้อนได้ไม่ดีจะ ส่งผลอย่างไรกับระบบ ก. ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง ข. สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น ค. คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น ง. ถูกทุกข้อ				

(ลงชื่อ).....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ผลการประเมินคุณภาพชุดสาธิต

การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ โดยใช้แบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งได้ผลมาวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ ค-1

ตารางที่ ค-1 ตารางผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ ที่ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
		5	4	3	2	1			
1. ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ		คะแนนเฉลี่ย					4.50	0.18	มากที่สุด
1.1	ความครบถ้วนของเนื้อหา	4	1	1			4.50	0.84	มากที่สุด
1.2	ความถูกต้องทางวิชาการ	2	4				4.33	0.52	มาก
1.3	ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอน	5		1			4.67	0.82	มากที่สุด
2. ด้านสมรรถนะของชุดสาธิต		คะแนนเฉลี่ย					4.23	0.24	มาก
2.1	ชุดสาธิตมีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	3	2	1			4.33	0.82	มาก
2.2	ชุดสาธิตมีความสอดคล้องกับใบปฏิบัติงาน	3	3				4.50	0.55	มากที่สุด
2.3	การส่งเสริมให้เกิดทักษะการเรียนรู้	2	4				4.33	0.52	มาก
2.4	ความปลอดภัยเมื่อปฏิบัติงาน	1	5				4.17	0.41	มาก
2.5	มีความสะดวกและคล่องตัวเมื่อใช้ประกอบการสาธิต	2	1	3			3.3	0.98	ปานกลาง
3. ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน		คะแนนเฉลี่ย					4.40	0.12	มาก
3.1	ใบปฏิบัติงานครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้	2	3	1			4.17	0.75	มาก
3.2	ใบปฏิบัติงานมีความถูกต้อง สื่อความหมายชัดเจน	3	3				4.50	0.55	มากที่สุด
3.3	มีลำดับขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน	1	5				4.17	0.41	มาก
3.4	การบันทึกข้อมูลผลการทดลองมีความเหมาะสม	3	3				4.50	0.55	มากที่สุด
3.5	การวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนมีความเหมาะสม	4	2				4.67	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-1 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน เกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม สามารถสรุปผลการประเมินในแต่ละด้านได้ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด 2) ด้านสมรรถนะของชุดสาธิต ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.23 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 3) ด้านสมรรถนะของใบปฏิบัติงาน ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.40 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก

**ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ
กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทำการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบ โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่านทำการประเมิน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ ค-2 ,ค-3 และ ค-4

ตารางที่ ค-2 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบปฏิบัติงานที่ 1

วัตถุประสงค์ ข้อที่	แบบทดสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						$\sum R$	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6		
1	1	1	1	1	1	1	1	6	1
	10	1	1	1	0	1	1	5	0.8
2	2	1	1	1	1	1	1	6	1
	9	1	1	1	1	1	1	6	1
3	3	1	1	1	1	1	1	6	1
	6	1	1	1	1	1	1	6	1
	8	1	1	1	0	1	0	4	0.7
4	4	1	1	1	1	1	1	6	1
5	5	1	1	1	1	1	1	6	1
	7	1	1	1	1	1	1	6	1
รวม		10	10	10	8	9	9	57	9.5
ค่าเฉลี่ย									0.95

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน ที่ประเมินแบบทดสอบทั้งหมด จำนวน 10 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.70 - 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 สรุปได้ว่า แบบทดสอบสามารถเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้

ตารางที่ ค-3 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบปฏิบัติงานที่ 2

วัตถุประสงค์ ข้อที่	แบบทดสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						$\sum R$	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6		
1	3	1	1	1	1	1	1	6	1
2	1	1	1	1	1	1	1	6	1
3	2	1	1	1	1	1	1	6	1
4	4	1	1	1	1	1	1	6	1
5	5	1	1	1	1	1	1	6	1
	6	1	1	1	1	1	1	6	1
	7	1	1	1	0	1	1	5	0.8
	9	1	1	1	1	1	1	6	1
	10	1	1	1	1	0	1	5	0.8
6	8	1	1	1	1	1	0	5	0.8
รวม		10	10	10	9	9	9	58	9.4
ค่าเฉลี่ย									0.94

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน ที่ประเมินแบบทดสอบ
ทั้งหมด จำนวน 10 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.80 - 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94
สรุปได้ว่า แบบทดสอบสามารถเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้

ตารางที่ ค-4 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบปฏิบัติงานที่ 3

วัตถุประสงค์ ข้อที่	แบบทดสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						$\sum R$	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6		
1	1	1	1	1	1	1	1	6	1
2	2	1	1	1	0	0	1	4	0.7
3	3	1	1	1	1	1	1	6	1
4	4	1	1	1	1	1	1	6	1
	5	1	1	1	1	1	1	6	1
	6	1	1	1	1	1	0	5	0.8
	7	1	1	1	0	1	1	5	0.8
	8	1	1	1	1	0	1	5	0.8
5	9	1	1	1	1	1	1	6	1
	10	1	1	1	1	1	1	6	1
รวม		10	10	10	8	8	9	55	9.1
ค่าเฉลี่ย									0.91

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน ที่ประเมินแบบทดสอบทั้งหมด จำนวน 10 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.70 - 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 สรุปได้ว่า แบบทดสอบสามารถเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้



ภาคผนวก ง

- ใบปฏิบัติงานที่ 1 วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
- ใบปฏิบัติงานที่ 2 ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ
- ใบปฏิบัติงานที่ 3 ความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ
- ผลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของใบปฏิบัติงาน 3 ใบปฏิบัติงาน



แบบทดสอบก่อนเรียน
วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007
เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ



คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. สารทำความเย็น (Refrigerant) ทำหน้าที่ตามข้อใด

ก. ระบายความร้อน

ข. ลดแรงดัน

ค. รับความร้อน

ง. สารตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน

2. อุปกรณ์ ดูด - อัด สารทำความเย็น (Compressor) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน

ข. ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว

3. แผงระบายความร้อน (Condensor) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน

ข. ทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว

4. ชุดควบคุมการไหลสารทำความเย็น (Expansion Valve) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน

ข. ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเพื่อลดอุณหภูมิและความดันให้ต่ำลง



แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007

เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ



5. คอยล์เย็น (Evaporator) คือข้อใด

- ก. ทำหน้าที่ระเหยหรือเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจากของเหลวความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะเป็นแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ
- ข. ทำให้อาร์ทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน
- ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง
- ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเพื่อลดอุณหภูมิและความดันให้ต่ำลง

6. สารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะแก๊สแรงดันสูงอุณหภูมิสูงเมื่อถูกลดอุณหภูมิลงจะอยู่สถานะใด

- ก. ของเหลวอุณหภูมิสูงแรงดันสูง
- ข. ของเหลวอุณหภูมิสูงแรงดันต่ำ
- ค. แก๊สแรงดันสูง
- ง. แก๊สแรงดันต่ำ

7. สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สที่อุปกรณ์ใด

- ก. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
- ข. อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator)
- ค. คอยล์ร้อน (Condensor)
- ง. วาล์วควบคุมการไหล (Expansion Valve)

8. สารทำความเย็นในสถานะใดที่ออกจาก คอยล์ร้อน (Condensor)

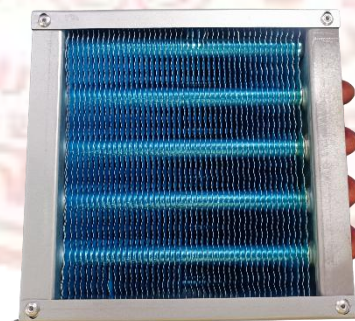
- ก. ของเหลวที่มีความดันสูง
- ข. ของเหลวที่มีความดันต่ำ
- ค. ก๊าซที่มีความดันสูง
- ง. ก๊าซที่มีความดันต่ำ

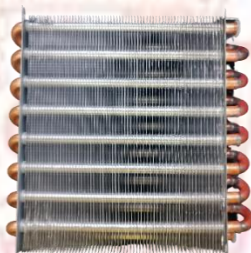
9. หน้าที่ของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ในวงจรทำความเย็นคืออะไร?

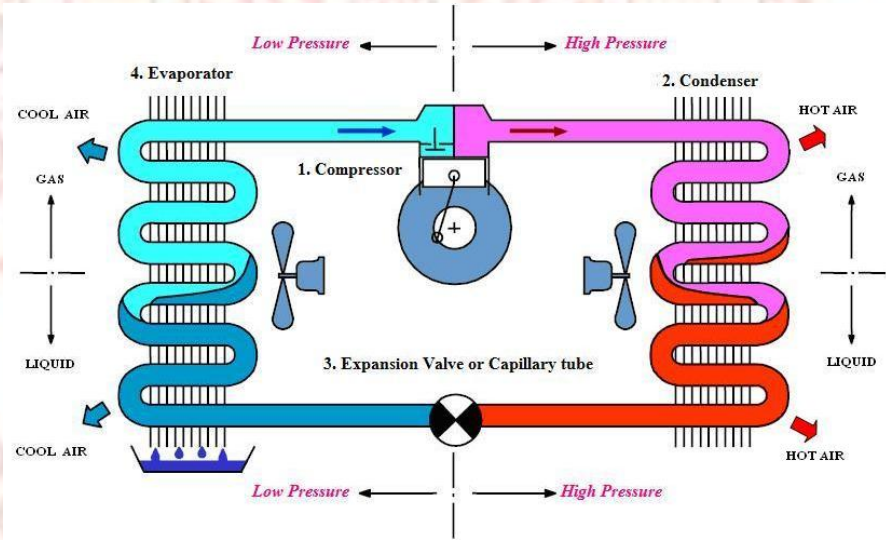
- ก. ดูดซับความร้อนจากบริเวณโดยรอบ
- ข. ปล่อยความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก
- ค. เพิ่มความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น
- ง. ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

10. เครื่องทำความเย็นเกิดความร้อนได้อย่างไร

- ก. มีสารทำความเย็นสร้างความเย็น
- ข. คอมเพรสเซอร์ทำงาน
- ค. เกิดกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นเพื่อดูดซับความร้อน
- ง. คอยล์เย็นระบายความร้อน

 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 		
ใบปฏิบัติงานที่ 1	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	แผ่นที่ 1/5
บทนำ : ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System) หลักการทำความเย็นเป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หนึ่ง ซึ่งต้องการทำความเย็นโดยความร้อนจะถูกส่งผ่านสารทำความเย็น จากนั้นสารทำความเย็นจะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศภายนอกพื้นที่ที่สารทำความเย็นจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยกระบวนการอัดสารทำความเย็นให้เป็นไอ กระบวนการควบแน่น กระบวนการขยายตัว และกระบวนการระเหย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของระบบ เช่น ที่คอมเพรสเซอร์ ที่คอนเดนเซอร์ที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล เป็นต้นดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำความเย็นนี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ระบบทำความเย็นได้ถูกต้อง และสามารถซ่อมบำรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การทำความเย็น (Refrigeration) คือกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หรือ วัตถุที่ต้องการทำความเย็น หรือเป็นกระบวนการลดอุณหภูมิ และรักษาอุณหภูมิของพื้นที่หรือวัตถุ ที่ต้องการทำความเย็นให้ต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบ ซึ่งระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำงานแบบอัดไอสารทำความเย็นทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์ เพื่อนำสารทำความเย็นที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีก โดยสารทำความเย็นจะไหลเวียนอยู่ภายในระบบปิดตลอดเวลา ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ 1. คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็นไปใช้ในการเดือดกลายเป็นไอของสารทำความเย็น  ภาพตัวอย่าง คอยล์เย็น (Evaporator)		

 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 		
ใบปฏิบัติงานที่ 1	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	แผ่นที่ 2/5
2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ ดูดไอสารทำความเย็นให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมกับอัดไอสารทำความเย็นที่มีความดันต่ำ ให้เป็นไอสารทำความเย็นที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง  ภาพตัวอย่าง คอมเพรสเซอร์ (Compressor) 3. คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอสารทำความเย็นที่มี อุณหภูมิสูง ออกสู่อากาศภายนอกระบบผ่านผนังท่อและครีระบายความร้อน เมื่อไอสารทำความเย็นได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเปลี่ยนสถานะเป็นสารทำความเย็นเหลว  ภาพตัวอย่าง คอนเดนเซอร์ (Condenser) 4. อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลเข้าคอยล์เย็นทำได้แรงดันของสารทำความเย็นต่ำลงและอุณหภูมิสารทำความเย็นต่ำ จนเกิดการขยายตัวและดูดซับความร้อนขึ้นที่คอยล์เย็น  ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve)		

 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 		
ใบปฏิบัติงานที่ 1	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	แผ่นที่ 3/5
วัฏจักรของการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ สารทำความเย็นจะไหลเวียนผ่านส่วนต่าง ๆ ของระบบอยู่ตลอดเวลาที่ระบบทำงาน ในแต่ละรอบสารทำความเย็นจะต้องผ่านกระบวนการต่อไปนี้ คือ - การอัดไอ (Compression) เกิดที่คอมเพรสเซอร์ - การควบแน่น (Condensation) เกิดที่คอนเดนเซอร์ - การลดความดัน (Expansion) เกิดที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล - การกลายเป็นไอ (Vaporization) เกิดที่คอยล์เย็น  ภาพแสดงวงจรสารทำความเย็นและ วัฏจักรการทำความเย็นในระบบอัดไอ หลักการทำงาน เมื่อ คอมเพรสเซอร์(Compressor) เริ่มทำงาน จะอัดไอสารทำความเย็นให้มีแรงดันสูงขึ้นและอุณหภูมิจะสูงขึ้นผ่านทางท่อทางอัด ไปยังเครื่องควบแน่น(Condenser) เพื่อระบายความร้อนทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลวและสารทำความเย็นเหลวจะไหลเข้าสู่ อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve / Capillary tube) เพื่อทำให้แรงดันสารทำความเย็นเหลวลดต่ำลง และอุณหภูมิลดลง จากนั้นสารทำความเย็นแรงดันต่ำอุณหภูมิ ต่ำจะไหลเข้าสู่ คอยล์เย็น (Evaporator) เพื่อดูดซับความร้อนและเปลี่ยนสถานะจากสารทำความเย็นเหลวเป็นไอ และถูกคอมเพรสเซอร์(Compressor) ดูดกลับผ่านทางท่อทางดูดในสถานะไอเพื่ออัดให้แรงดันสูงขึ้น วนเวียนเป็นวัฏจักรเรื่อยไปในระบบปิด เมื่อเครื่องทำความเย็นยังทำงานอยู่		

	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ					
ใบปฏิบัติงานที่ 1	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	แผ่นที่ 4/5				
วัตถุประสงค์ : หลังจากผ่านการทดลองนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความสามารถดังนี้ 1. บอกหน้าที่ของสารทำความเย็นได้ถูกต้อง 2. บอกหลักการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ได้ 3. บอกหลักการทำงานของเครื่องควบแน่น (Condenser) ได้ 4. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve / Capillary tube) ได้ 5. บอกหลักการทำงานของคอยล์เย็น (Evaporator) ได้ 6. อธิบายวัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอได้ เครื่องมือและอุปกรณ์ : <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ</td> <td style="text-align: right;">1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 50 Hz</td> <td style="text-align: right;">1 ชุด</td> </tr> </table> ข้อควรปฏิบัติในการทดลอง : 1. ใช้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอทุกส่วนด้วยความระมัดระวัง 2. เมื่อชุดสาธิตหยุดทำงานห้ามเปิดเครื่องใหม่ทันที ต้องรอให้แรงดันที่เกจวัดแรงดันสารทำความเย็นทั้งสองด้านเท่ากันก่อน 3. <u>ห้ามมิให้</u> เปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพื่อเดินเครื่องเองโดยเด็ดขาด หากต้องการทดลองให้ประสานครูผู้สอน 4. <u>ห้ามมิให้</u> หยอกล้อ หรือกระทำการอื่นใดที่จะส่งผลต่อความปลอดภัยต่อตนเองและผู้อื่น ขั้นตอนการทดลอง : 1. เสียบปลั๊กชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 2. เปิดสวิตช์ เพื่อให้ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอทำงาน 3. สังเกตกระบวนการทำงาน และบันทึกผลที่ได้จากการสังเกต บันทึกผลการทดลอง : 1. เมื่อชุดสาธิตเริ่มทำงานสังเกตเห็น.....หลอดแก้วท่อทางอัดก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser) 2. แรงดันที่ท่อทางอัดเท่ากับ Psig. 3. เมื่อสังเกตที่หลอดแก้วหลังผ่านคอยล์ร้อน (Condenser) พบว่ามี.....ในหลอดแก้วประมาณ.....หน่วย 4. เมื่อสังเกตที่หลอดแก้วหลังผ่านอุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve / Capillary tube) สังเกตเห็น เกิดขึ้นที่บริเวณผิวของท่อสารทำความเย็น 5. แรงดันที่ท่อทางดูดกลับได้เท่ากับ Psig. 6. เมื่อสังเกตที่หลอดแก้วหลังผ่านคอยล์เย็น (Evaporator) พบว่า.....ก่อนถูก คอมเพรสเซอร์(Compressor) ดูดกลับเพื่ออัดให้มีแรงดันสูงขึ้นไปทางท่อทางอัดต่อไป			1. ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	1 ชุด	2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 50 Hz	1 ชุด
1. ชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	1 ชุด					
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 50 Hz	1 ชุด					

	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	
ใบปฏิบัติงานที่ 1	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	แผ่นที่ 5/5
คำถามท้ายการทดลอง : 1. สารทำความเย็นที่ถูกอัดออกจาก คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นสถานะใด 2. สารทำความเย็นที่ออกจาก คอล์ยร้อน (Condenser) เป็นสถานะใด เพราะสาเหตุใด 3. คอล์ยเย็น (Evaporator) เย็นได้อย่างไร เพราะสาเหตุใด 4. สารทำความเย็นที่ออกจาก คอล์ยเย็น (Evaporator) เป็นสถานะใด เพราะเหตุใด 5. จงอธิบายสรุปผลการทดลอง 		



แบบทดสอบหลังเรียน
วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007
เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ



คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. สารทำความเย็น (Refrigerant) ทำหน้าที่ตามข้อใด

ก. ระบายความร้อน

ข. ลดแรงดัน

ค. รับความร้อน

ง. สารตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน

2. อุปกรณ์ ดูด - อัด สารทำความเย็น (Compressor) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน

ข. ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว

3. แผงระบายความร้อน (Condensor) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน

ข. ทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว

4. ชุดควบคุมการไหลสารทำความเย็น (Expansion Valve) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนและระบายความร้อน

ข. ทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเพื่อลดอุณหภูมิและความดันให้ต่ำลง



แบบทดสอบหลังเรียน

วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007

เรื่อง วัฏจักรสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ



5. คอยล์เย็น (Evaporator) คือข้อใด

ก. ทำหน้าที่ระเหยหรือเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจากของเหลวความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะเป็นแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ

ข. ทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน

ค. ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ให้มีสถานะแก๊สความดันสูง อุณหภูมิสูง

ง. ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเพื่อลดอุณหภูมิและความดันให้ต่ำลง

6. สารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะแก๊สแรงดันสูงอุณหภูมิสูงเมื่อถูกกลดอุณหภูมิลงจะอยู่สถานะใด

ก. ของเหลวอุณหภูมิสูงแรงดันสูง

ข. ของเหลวอุณหภูมิสูงแรงดันต่ำ

ค. แก๊สแรงดันสูง

ง. แก๊สแรงดันต่ำ

7. สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สที่อุปกรณ์ใด

ก. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

ข. อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator)

ค. คอยล์ร้อน (Condensor)

ง. วาล์วควบคุมการไหล (Expansion Valve)

8. สารทำความเย็นในสถานะใดที่ออกจาก คอยล์ร้อน (Condensor)

ก. ของเหลวที่มีความดันสูง

ข. ของเหลวที่มีความดันต่ำ

ค. ก๊าซที่มีความดันสูง

ง. ก๊าซที่มีความดันต่ำ

9. หน้าที่ของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ในวงจรทำความเย็นคืออะไร?

ก. ดูดซับความร้อนจากบริเวณโดยรอบ

ข. ปลดปล่อยความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

ค. เพิ่มความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

ง. ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

10. เครื่องทำความเย็นเกิดความเย็นได้อย่างไร

ก. มีสารทำความเย็นสร้างความเย็น

ข. คอมเพรสเซอร์ทำงาน

ค. เกิดกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นเพื่อดูดซับความร้อน

ง. คอยล์เย็นระบายความร้อน



แบบทดสอบก่อนเรียน
วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007
เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ



คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. การถ่ายเทความร้อน คือข้อใด

ก. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยความร้อนจะไหลจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปหาจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

ข. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยความร้อนจะไหลจากจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปหาจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า

ค. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยที่ความร้อนทั้งสองจุดจะต้องมีอุณหภูมิเท่ากัน

ง. ไม่มีข้อใดถูก

2. ข้อใดคือหลักการนำความร้อนที่ถูกต้อง

ก. เกิดขึ้นในสสารที่มีสถานะเป็นของเหลวและแก๊ส เพราะโมเลกุลของของเหลวและแก๊สสามารถเคลื่อนไหวได้ง่ายจึงสามารถพาความร้อนติดไปด้วย

ข. เกิดขึ้นในรูปของคลื่นความร้อนเช่นเดียวกับแสงที่เดินทางในรูปของคลื่นแสง คลื่นความร้อน ซึ่งสามารถผ่านได้แม้ในสุญญากาศ

ค. เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการถ่ายเทจากโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในสสารชนิดเดียวกัน

ง. ถูกทุกข้อ

3. ปริมาณความร้อน คือข้อใด

ก. เมื่อสัมผัสกับสิ่งต่างๆ แล้วรู้สึกร้อน

ข. ความเข้มข้นของความร้อนที่มีอยู่ในสสารนั้น ๆ

ค. ความร้อนที่ถ่ายเทจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง

ง. ปริมาณสสารที่มีความร้อน

4. ความดัน (Pressure) คือข้อใด

ก. แรงดันอากาศที่สูงกว่าบรรยากาศ

ข. แรงที่จะกดดัน หรือน้ำหนักที่กดลงบนพื้นที่ 1 ตารางพื้นที่

ค. แรงที่จะกดดัน หรือน้ำหนักที่ต่งลงบนที่ใดๆ

ง. แรงดันอากาศที่สูงกว่าบรรยากาศในพื้นที่ใดๆ



แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007

เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ



5. เมื่อความดันเพิ่มสูงขึ้นอุณหภูมิจะเป็นเช่นใด

ก. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น

ค. อุณหภูมิคงที่

ข. อุณหภูมิเพิ่มลดต่ำลง

ง. อุณหภูมิและความดันผกผันกัน

6. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับความดันในระบบ

ก. ความดันในระบบลดต่ำลง

ค. ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง

ข. ความดันในระบบเพิ่มขึ้น

ง. ไม่มีข้อใดถูก

7. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น

ก. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณเพิ่มขึ้น

ค. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณคงที่

ข. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณลดลง

ง. ไม่มีข้อใดถูก

8. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับอุณหภูมิของคอยล์เย็น

ก. อุณหภูมิของคอยล์เย็นต่ำลง

ค. อุณหภูมิของคอยล์เย็นไม่เปลี่ยนแปลง

ข. อุณหภูมิของคอยล์เย็นสูงขึ้น

ง. ไม่มีข้อใดถูก

9. ในระบบทำความเย็นหากคอยล์ร้อนระบายความร้อนได้ไม่ดีจะส่งผลอย่างไรกับระบบ

ก. ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง

ค. คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น

ข. สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

10. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศควรมีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดตามข้อใด

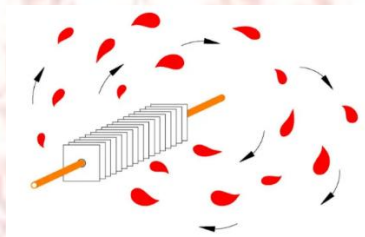
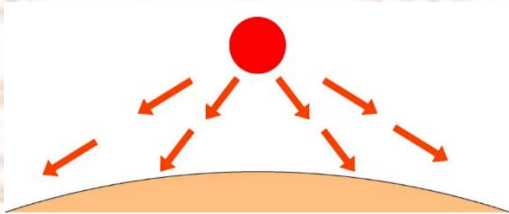
ก. ปีละ 1 ครั้ง

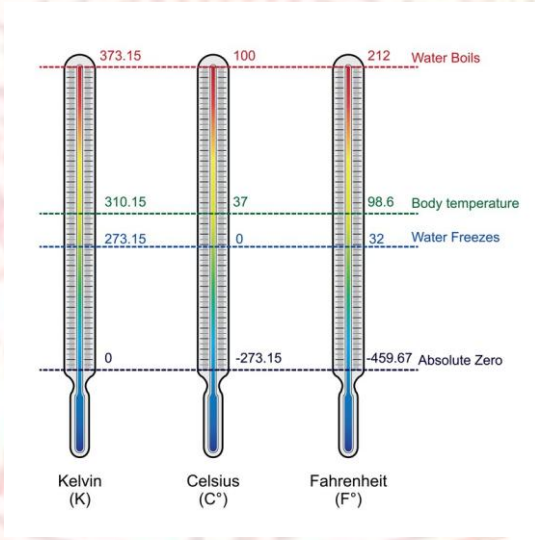
ข. ปีละ 2 ครั้ง

ค. สองเดือนครั้ง

ง. เดือนละครั้ง

	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	
ใบปฏิบัติงานที่ 2	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ	แผ่นที่ 1/6
บทนำ : อุณหภูมิเป็นตัวชี้วัดความร้อนซึ่งเป็นการวัดพลังงานศักย์เฉลี่ยของอนุภาคในวัตถุซึ่งเป็นพลังงานประเภทหนึ่ง คำว่าร้อนและเย็นไม่ใช่ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเราต้องการระบุว่า ร้อนหรือเย็นจริงๆ เราต้องใช้คำว่า “อุณหภูมิ” การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) คือ การถ่ายโอนความร้อน หรือ การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) สามารถเคลื่อนที่ได้ 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน พฤติกรรมทางความร้อนจะเคลื่อนที่จากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ ยกตัวอย่างเช่น น้ำแข็งในแก้วน้ำที่มีน้ำอยู่ น้ำจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจึงถ่ายเทความร้อนไปที่น้ำซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้น้ำแข็งละลาย และหยุดถ่ายเทความร้อนต่อเมื่อ สารมีอุณหภูมิที่เท่ากัน การนำความร้อน (Conduction) เป็นวิธีการเคลื่อนที่ของความร้อน ซึ่งความร้อนจะส่งผ่านจากโมเลกุลหนึ่ง ไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในเนื้อวัตถุเดียวกันหรือต่างกัน ความร้อนจะไหลผ่านของแข็งโดยวิธีนี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าจับปลายข้างหนึ่งของแท่งโลหะไว้ แล้วนำปลายอีกข้างหนึ่งของแท่งโลหะนั้นเผาไฟ ในไม่ช้าจะรู้สึกว่ามีความร้อนมาถึงมือที่จับโลหะ ภาพแสดงการนำความร้อน • กระบวนการ: เมื่อส่วนหนึ่งของวัตถุแข็งได้รับความร้อน อนุภาคของวัตถุจะได้รับพลังงานจลน์และสั่นสะเทือนเร็วขึ้น อนุภาคที่สั่นเหล่านี้ชนกับอนุภาคข้างเคียง และถ่ายเทพลังงานไปตามวัตถุ • ตัวอย่าง: หากคุณให้ความร้อนปลายด้านหนึ่งของแท่งโลหะ ปลายอีกด้านหนึ่งจะอุ่นขึ้นในที่สุดเมื่อความร้อนถูกพาผ่านโลหะ		

 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 		
ใบปฏิบัติงานที่ 2	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ	แผ่นที่ 2/6
การพาความร้อน (Convection) การพาความร้อน (Convection) เป็นวิธีการเคลื่อนที่ของความร้อนที่เกิดขึ้นในของไหลซึ่งโมเลกุลมีอิสระที่จะเคลื่อนไหวไปรอบ ๆ ได้ เมื่อความร้อนเคลื่อนที่โดยวิธีนี้ จำนวนของปริมาณความร้อนจะไหลโดยติดไปกับโมเลกุลซึ่งกำลังเคลื่อนที่อยู่  ภาพแสดงการพาความร้อน • กระบวนการ: เมื่อของเหลวได้รับความร้อน อนุภาคของของเหลวจะได้รับพลังงานและเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้ของเหลวขยายตัวและมีความหนาแน่นน้อยลง ของเหลวที่อุ่นกว่าและมีความหนาแน่นน้อยกว่าจะเพิ่มขึ้น และของเหลวที่เย็นกว่าและมีความหนาแน่นมากขึ้นจะลงมา ทำให้เกิดการไหลเวียนอย่างต่อเนื่องที่เรียกว่า กระแสการพาความร้อน • ตัวอย่าง: น้ำเดือดในหม้อแสดงให้เห็นถึงการพาความร้อนเมื่อน้ำร้อนเพิ่มขึ้นและน้ำเย็นลงใกล้พื้นผิวหม้อ การแผ่รังสี (Radiation): การแผ่รังสีคือการถ่ายเทความร้อนผ่านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต่างจากการนำและการพาความร้อน รังสีไม่ต้องการตัวกลาง (เช่น อากาศหรือน้ำ) และสามารถเกิดขึ้นในสุญญากาศได้  ภาพแสดงการแผ่รังสีความร้อน • กระบวนการ: วัตถุทั้งหมดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์สัมบูรณ์จะปล่อยรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ปริมาณและชนิดของรังสีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุ เมื่อรังสีนี้สัมผัสกับวัตถุอื่น รังสีนั้นสามารถถูกดูดซับ สะท้อน หรือส่งผ่าน ซึ่งนำไปสู่การถ่ายเทความร้อน • ตัวอย่าง: พลังงานของดวงอาทิตย์ที่มาถึงโลกผ่านอวกาศเป็นตัวอย่างของการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี		

 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 																						
ใบปฏิบัติงานที่ 2	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ	แผ่นที่ 3/6																				
ในปี ค.ศ.1714 กาเบรียล ฟาเรนไฮต์ (Gabriel Fahrenheit) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์ซึ่งบรรจุปรอทไว้ในหลอดแก้ว เขาพยายามทำให้ปรอทลดต่ำสุด (0°F) โดยใช้น้ำแข็งและเกลือผสมน้ำ เขาพิจารณาจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 32°F และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 212°F ในปี ค.ศ.1742 แอนเดอร์ส เซลเซียส (Anders Celsius) นักดาราศาสตร์ชาวสวีเดน ได้ออกแบบสเกลเทอร์โมมิเตอร์ให้อ่านได้ง่ายขึ้น โดยมีจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 0°C และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100°C ต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ลอร์ด เคลวิน (Lord Kelvin) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิว่า ณ อุณหภูมิ -273°C อะตอมของสสารจะไม่มี การเคลื่อนที่ และจะไม่มีสิ่งใดหนาวเย็นไปกว่านี้ได้อีก เขาจึงกำหนดให้ 0 K = -273°C (ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย ° กำกับหน้าอักษร K) สเกลองศาสมบูรณ์หรือเคลวิน เช่นเดียวกับองศาเซลเซียสทุกประการ เพียงแต่ +273 เข้าไปเมื่อต้องการเปลี่ยนเคลวินเป็นเซลเซียส <table><thead><tr><th>Point</th><th>Kelvin (K)</th><th>Celsius (C°)</th><th>Fahrenheit (F°)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Water Boils</td><td>373.15</td><td>100</td><td>212</td></tr><tr><td>Body temperature</td><td>310.15</td><td>37</td><td>98.6</td></tr><tr><td>Water Freezes</td><td>273.15</td><td>0</td><td>32</td></tr><tr><td>Absolute Zero</td><td>0</td><td>-273.15</td><td>-459.67</td></tr></tbody></table> ภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าสเกลของอุณหภูมิ การปิดกั้นการระบายความร้อน คือ การขัดขวางกระบวนการถ่ายเทความร้อนให้ผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็น ตัวอย่างเช่น ในแผงระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ เมื่อมีสิ่งสกปรกมาเกาะที่แผงระบายความร้อน จะทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนลดลงส่งผลให้ ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศลดลงการใช้พลังงานในระบบเพิ่มมากขึ้น			Point	Kelvin (K)	Celsius (C°)	Fahrenheit (F°)	Water Boils	373.15	100	212	Body temperature	310.15	37	98.6	Water Freezes	273.15	0	32	Absolute Zero	0	-273.15	-459.67
Point	Kelvin (K)	Celsius (C°)	Fahrenheit (F°)																			
Water Boils	373.15	100	212																			
Body temperature	310.15	37	98.6																			
Water Freezes	273.15	0	32																			
Absolute Zero	0	-273.15	-459.67																			

	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ		
ใบปฏิบัติงานที่ 2	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ	แผ่นที่ 4/6	
ความดัน (pressure) เป็นปริมาณชนิดหนึ่งในทางฟิสิกส์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างแรงที่กระทำตั้งฉากซึ่งทำโดยของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ต่อพื้นที่ของสารใด ๆ (ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส) ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ ซึ่งเป็นปริมาณที่มีแต่ขนาดไม่มีทิศทาง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ กล่าวคือ หากความดันในระบบปิดที่ค่าสูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิสารที่อยู่ในระบบสูงขึ้นตามไปด้วย  ภาพแสดงตัวอย่างเกจวัดความดัน เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและควบคุมแรงดัน โดยอุปกรณ์ สามารถที่จะระบุค่าแรงดันออกมาในหน่วยต่างๆได้ มีหลายชนิด ทั้ง แบบธรรมดา , น้ำมัน และดิจิตอล แต่ที่นิยมใช้กันคือ เกจวัดความดันแบบธรรมดา (Dry pressure gauge) และ แบบมีน้ำมัน (Oil Pressure gauge)  ภาพแสดงตัวอย่างแมนิโฟลด์เกจสำหรับวัดแรงดันสารทำความเย็น			



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบปฏิบัติงานที่ 2

วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007

เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ

แผ่นที่
6/6

นำผลการทดลองที่บันทึกได้มาเขียนกราฟผลการทดลอง :

จงอภิปรายสรุปผลการทดลอง

[illegible]



แบบทดสอบหลังเรียน
วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007
เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ



คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. การถ่ายเทความร้อน คือข้อใด

- ก. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยความร้อนจะไหลจากจุดที่มี อุณหภูมิสูงกว่าไปหาจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
- ข. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยความร้อนจะไหลจากจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปหาจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า
- ค. การเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยที่ความร้อนทั้งสองจุดจะต้องมีอุณหภูมิเท่ากัน
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

2. ข้อใดคือหลักการนำความร้อนที่ถูกต้อง

- ก. เกิดขึ้นในสสารที่มีสถานะเป็นของเหลวและแก๊ส เพราะโมเลกุลของของเหลวและแก๊สสามารถเคลื่อนไหวได้ง่ายจึงสามารถพาความร้อนติดไปด้วย
- ข. เกิดขึ้นในรูปของคลื่นความร้อนเช่นเดียวกับแสงที่เดินทางในรูปของคลื่นแสง คลื่นความร้อน ซึ่งสามารถผ่านได้แม้ในสุญญากาศ
- ค. เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการถ่ายเทจากโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่มีอุณหภูมिन้อยกว่าภายในสสารชนิดเดียวกัน
- ง. ถูกทุกข้อ

3. ปริมาณความร้อน คือข้อใด

- ก. เมื่อสัมผัสกับสิ่งต่างๆ แล้วรู้สึกร้อน
- ข. ความเข้มข้นของความร้อนที่มีอยู่ในสสารนั้น ๆ
- ค. ความร้อนที่ถ่ายเทจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง
- ง. ปริมาณสสารที่มีความร้อน

4. ความดัน (Pressure) คือข้อใด

- ก. แรงดันอากาศที่สูงกว่าบรรยากาศ
- ข. แรงที่จะกดดัน หรือน้ำหนักที่กดลงบนพื้นที่ 1 ตารางพื้นที่
- ค. แรงที่จะกดดัน หรือน้ำหนักที่ตั้งลงบนที่ใดๆ
- ง. แรงดันอากาศที่สูงกว่าบรรยากาศในพื้นที่ใดๆ

	แบบทดสอบหลังเรียน วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง ความสัมพันธ์ของความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิ																													
5. เมื่อความดันเพิ่มสูงขึ้นอุณหภูมิจะเป็นเช่นใด <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">ก. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น</td> <td style="width: 50%;">ข. อุณหภูมิเพิ่มลดต่ำลง</td> </tr> <tr> <td>ค. อุณหภูมิคงที่</td> <td>ง. อุณหภูมิและความดันผกผันกัน</td> </tr> </table> 6. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับความดันในระบบ <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">ก. ความดันในระบบลดต่ำลง</td> <td style="width: 50%;">ข. ความดันในระบบเพิ่มขึ้น</td> </tr> <tr> <td>ค. ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง</td> <td>ง. ไม่มีข้อใดถูก</td> </tr> </table> 7. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">ก. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณเพิ่มขึ้น</td> <td style="width: 50%;">ข. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณลดลง</td> </tr> <tr> <td>ค. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณคงที่</td> <td>ง. ไม่มีข้อใดถูก</td> </tr> </table> 8. เมื่อทำการปิดกั้นการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensor) ส่งผลอย่างไรกับอุณหภูมิของคอยล์เย็น <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">ก. อุณหภูมิของคอยล์เย็นต่ำลง</td> <td style="width: 50%;">ข. อุณหภูมิของคอยล์เย็นสูงขึ้น</td> </tr> <tr> <td>ค. อุณหภูมิของคอยล์เย็นไม่เปลี่ยนแปลง</td> <td>ง. ไม่มีข้อใดถูก</td> </tr> </table> 9. ในระบบทำความเย็นหากคอยล์ร้อนระบายความร้อนได้ไม่ดีจะส่งผลอย่างไรกับระบบ <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">ก. ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง</td> <td style="width: 50%;">ข. สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น</td> </tr> <tr> <td>ค. คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น</td> <td>ง. ถูกทุกข้อ</td> </tr> </table> 10. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศควรมีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดตามข้อใด <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">ก. ปีละ 1 ครั้ง</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ข. ปีละ 2 ครั้ง</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ค. สองเดือนครั้ง</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ง. เดือนละครั้ง</td> <td></td> </tr> </table>			ก. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น	ข. อุณหภูมิเพิ่มลดต่ำลง	ค. อุณหภูมิคงที่	ง. อุณหภูมิและความดันผกผันกัน	ก. ความดันในระบบลดต่ำลง	ข. ความดันในระบบเพิ่มขึ้น	ค. ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง	ง. ไม่มีข้อใดถูก	ก. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณเพิ่มขึ้น	ข. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณลดลง	ค. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณคงที่	ง. ไม่มีข้อใดถูก	ก. อุณหภูมิของคอยล์เย็นต่ำลง	ข. อุณหภูมิของคอยล์เย็นสูงขึ้น	ค. อุณหภูมิของคอยล์เย็นไม่เปลี่ยนแปลง	ง. ไม่มีข้อใดถูก	ก. ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง	ข. สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น	ค. คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น	ง. ถูกทุกข้อ	ก. ปีละ 1 ครั้ง		ข. ปีละ 2 ครั้ง		ค. สองเดือนครั้ง		ง. เดือนละครั้ง	
ก. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น	ข. อุณหภูมิเพิ่มลดต่ำลง																													
ค. อุณหภูมิคงที่	ง. อุณหภูมิและความดันผกผันกัน																													
ก. ความดันในระบบลดต่ำลง	ข. ความดันในระบบเพิ่มขึ้น																													
ค. ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง	ง. ไม่มีข้อใดถูก																													
ก. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณเพิ่มขึ้น	ข. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณลดลง																													
ค. สารทำความเย็นเหลวมีปริมาณคงที่	ง. ไม่มีข้อใดถูก																													
ก. อุณหภูมิของคอยล์เย็นต่ำลง	ข. อุณหภูมิของคอยล์เย็นสูงขึ้น																													
ค. อุณหภูมิของคอยล์เย็นไม่เปลี่ยนแปลง	ง. ไม่มีข้อใดถูก																													
ก. ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง	ข. สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น																													
ค. คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น	ง. ถูกทุกข้อ																													
ก. ปีละ 1 ครั้ง																														
ข. ปีละ 2 ครั้ง																														
ค. สองเดือนครั้ง																														
ง. เดือนละครั้ง																														



แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007

เรื่อง ความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ



คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. หน่วยของพลังงานไฟฟ้าคือข้อใด

ก. วัตต์ (W)

ข. โวลต์ (V)

ค. จูล (J) หรือ กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)

ง. แอมแปร์ (A)

2. ข้อใดคือกำลังไฟฟ้า

ก. $P = V \cdot I$

ข. $P = V + I$

ค. $P = I \cdot R$

ง. $P = I + R$

3. หากระบบเครื่องทำความเย็นใช้แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ และมีค่ากระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าที่ใช้คือเท่าใด

ก. 110 วัตต์

ข. 220 วัตต์

ค. 1,150 วัตต์

ง. 2,200 วัตต์

4. ข้อใดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นมากที่สุด

ก. อุณหภูมิแวดล้อมและขนาดของคอมเพรสเซอร์

ข. ความยาวของสายไฟที่ใช้เชื่อมต่อ

ค. จำนวนใบพัดของพัดลมระบายความร้อน

ง. สีของฉนวนกันความร้อน

5. ถ้าต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น ควรทำอะไร

ก. ตั้งอุณหภูมิให้ต่ำที่สุดเสมอ

ข. หมั่นทำความสะอาดคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น

ค. เปิด-ปิดเครื่องบ่อย ๆ เพื่อประหยัดพลังงาน

ง. ใช้สายไฟที่เล็กกว่าขนาดมาตรฐานเพื่อลดกระแสไฟฟ้า

	ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	
ใบปฏิบัติงานที่ 3	วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007 เรื่อง ความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ	แผ่นที่ 1/3
บทนำ : พลังงานไฟฟ้าคืออะไร ราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมาย ของคำว่า “ไฟฟ้า” ไว้ว่าเป็น พลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการแยกตัว หรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือโปรตอนหรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือโปรตอน ใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่ ‘พลังงานไฟฟ้า’ เป็นอีกหนึ่งในปัจจุบันที่มีความสำคัญอย่างมากในการดำรงชีวิตประจำวัน และการอำนวยความสะดวกของมนุษย์ ในการให้แสงสว่าง ทำความร้อน ทำความเย็นผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ โทรทัศน์คอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น ไมโครเวฟ กาต้มน้ำร้อน ฯลฯ พลังงานไฟฟ้ายังจำเป็นสำหรับการสื่อสาร การคมนาคม การอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ รวมทั้งยังส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและนวัตกรรมในภาพรวม ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แรงดันไฟฟ้าหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึง แรงที่ดันให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานของวงจรไปได้ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยตัว E มีหน่วยวัดเป็นโวลท์ (V) กระแสไฟฟ้า หมายถึง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจากอะตอมหนึ่งไปยังอะตอมหนึ่ง จะไหลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้านทานของวงจร ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยตัว I มีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์ (A) กำลังไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเวลา 1 นาฬิกา มีหน่วยเป็นวัตต์ (w) หรือจูลต่อวินาที เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล)/เวลา (วินาที) เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งทราบได้จากตัวเลขที่กำกับไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ระบุทั้งความต่างศักย์ (V) และกำลังไฟฟ้า (W) กำลังไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นต่ออยู่ โดยกำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า จะได้ $P=V \times I$ เมื่อ P แทนกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ V แทนความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์ I แทนกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล โดยวัดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือเรียกว่าหน่วยหรือยูนิต ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนทั่วไปมีความต่างศักย์ 230 โวลต์ คงที่ ดังนั้นในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนชนิด ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า และระยะเวลาในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าจะคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่แต่ละบ้านใช้ไปโดยใช้เครื่องวัดติดตั้งบนเสาไฟฟ้าหน้าบ้านของผู้ใช้ไฟฟ้า เรียกว่า กิโลวัตต์-ชั่วโมง มิเตอร์หรือมาตรไฟฟ้า ซึ่งวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง เรียกกันทั่วไปว่า หน่วยหรือยูนิต		



แบบทดสอบหลังเรียน
วิชา เครื่องทำความเย็น 20104-2007



เรื่อง ความสัมพันธ์ของการระบายความร้อนกับการใช้พลังงานของระบบ

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. หน่วยของพลังงานไฟฟ้าคือข้อใด

ก. วัตต์ (W)

ข. โวลต์ (V)

ค. จูล (J) หรือ กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)

ง. แอมแปร์ (A)

2. ข้อใดคือกำลังไฟฟ้า

ก. $P = V \cdot I$

ข. $P = V + I$

ค. $P = I \cdot R$

ง. $P = I + R$

3. หากระบบเครื่องทำความเย็นใช้แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ และมีค่ากระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าที่ใช้คือเท่าใด

ก. 110 วัตต์

ข. 220 วัตต์

ค. 1,150 วัตต์

ง. 2,200 วัตต์

4. ข้อใดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นมากที่สุด

ก. อุณหภูมิแวดล้อมและขนาดของคอมเพรสเซอร์

ข. ความยาวของสายไฟที่ใช้เชื่อมต่อ

ค. จำนวนใบพัดของพัดลมระบายความร้อน

ง. สีของฉนวนกันความร้อน

5. ถ้าต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น ควรทำอะไร

ก. ตั้งอุณหภูมิให้ต่ำที่สุดเสมอ

ข. หมั่นทำความสะอาดคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น

ค. เปิด-ปิดเครื่องบ่อย ๆ เพื่อประหยัดพลังงาน

ง. ใช้สายไฟที่เล็กกว่าขนาดมาตรฐานเพื่อลดกระแสไฟฟ้า

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายเกียรติชัย ศรีดอนไผ่

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการเปลี่ยนสถานะสารถ้าความเย็นของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ประวัติ เกิดวันที่ 5 มีนาคม 2533

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 74/2 ม. 7 ต.หนองบัว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร 74120

Email pop.32595@Gmail.com

การศึกษา ปี 2551 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพบ้านแพ้ว

ปี 2553 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง วิทยาลัยการอาชีพบ้านแพ้ว

ปี 2557 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (ค.อ.บ.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การทำงาน : บรรจุข้าราชการครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 จนถึงปัจจุบัน