

- ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพหนังสือเรียนอาชีวศึกษา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ประกาศลำดับที่ 237
- หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา
จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567

รหัสวิชา 20101-2014

งานปรับอากาศรถยนต์

Automotive Air Conditioning Job



ผู้แต่ง พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์

116.-

ซีเ็ด

งานปรับอากาศรถยนต์

โดย พูนพงศ์ สวาสติพันธ์

ราคา 116 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย โดย พูนพงศ์ สวาสติพันธ์ © พ.ศ. 2568

ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำการอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

พูนพงศ์ สวาสติพันธ์.

งานปรับอากาศรถยนต์ (20101-2014).-- กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2568.

348 หน้า.

1. รถยนต์ - การปรับอากาศ.

I. ชื่อเรื่อง.

629.2772

Barcode (e-book) : 9786160854639

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย



บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทรศัพท์ 0-2826-8000

[หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com]

20101-2014

งานปรับอากาศรถยนต์

1-3-2

Automotive Air conditioning Job

อ้างอิงมาตรฐาน

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส – อาชีพช่างซ่อมระบบปรับอากาศรถยนต์ ระดับ 3
2. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ หน่วยงานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน รหัส – อาชีพช่างเครื่องปรับอากาศรถยนต์ขนาดเล็ก ระดับ 1

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

บริการ บำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์ การประมาณราคาค่าบริการ ตามมาตรฐานอาชีพช่างซ่อมระบบปรับอากาศรถยนต์ ระดับ 3 และตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ช่างเครื่องปรับอากาศรถยนต์ขนาดเล็ก ระดับ 1

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์
2. มีทักษะในการตรวจสอบ ซ่อม เปลี่ยน แก้ไข ปรับแต่ง เลือกใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือพิเศษ ทดสอบการทำงานชิ้นส่วนและอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศรถยนต์
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีต่อการปฏิบัติงาน ความรับผิดชอบ ประณีตรอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม
4. มีความสามารถในการบริการและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์ การประมาณราคาค่าบริการด้วยความประณีตและรับผิดชอบในงาน

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
2. เตรียม เลือก ใช้ บำรุงรักษา ทำความสะอาด จัดเก็บมือเครื่องช่าง เครื่องมือวัด เครื่องมือพิเศษของระบบปรับอากาศรถยนต์ตามคู่มือ
3. ตรวจสอบ ซ่อม เปลี่ยน แก้ไข ปรับแต่ง ทดสอบการทำงานของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ระบบปรับอากาศรถยนต์ตามคู่มือ
4. ประยุกต์ใช้ทักษะงานปรับอากาศรถยนต์ในการบริการ บำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์ และการประมาณราคาค่าบริการ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ เลือกใช้เครื่องมือวัด เครื่องมือพิเศษ ตรวจสอบ ช่อม เปลี่ยน แก้ไข ทดสอบการทำงาน ดูดสารทำความเย็น การรั่วซึม ทำสุญญากาศดูดอากาศออกจากระบบ เติมน้ำมันคอมเพรสเซอร์และเติมสารทำความเย็นและทดสอบการทำงาน ล้างทำความสะอาดระบบปรับอากาศ ตรวจสอบการรั่ว และการทำงานของคอมเพรสเซอร์ คลัตช์ expansion valve รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ สภาพท่อทางเดินสารทำความเย็นและปริมาณของสารทำความเย็นโดยใช้เครื่องมือวัดความดันสารทำความเย็น ถอด-ประกอบช่อม/เปลี่ยนอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนในระบบปรับอากาศ ทดสอบความดันในระบบทั้งสองด้าน (ด้านความดันสูงและต่ำ) การกระจายความเย็น การทำงานของชุดหน้าคลัตช์ ชุดพัดลมไฟฟ้า พร้อมรีเลย์ สวิตช์ควบคุมความเร็วลม สวิตช์ควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศ ถอด ช่อม/เปลี่ยนอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนในระบบไฟฟ้าปรับอากาศ ระบบพัดลมระบายความร้อน พัดลมกระจายความเย็น ระบบควบคุมอุณหภูมิ การทำงานของชุดคลัตช์ บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศรถยนต์ และการประมาณราคาค่าบริการ

บทเรียนการจัดการเรียนรู้

วิชา งานปรับอากาศรถยนต์

รหัสวิชา 20101-2014

จำนวน 2 หน่วยกิต

จำนวน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

รวม 72 ชั่วโมง/ภาคเรียน

บทเรียนที่	สัปดาห์ที่	รายการสอน	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1-2	โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์	2	6
2	3	เครื่องมือบริการระบบปรับอากาศรถยนต์	1	3
3	4-5	คอมเพรสเซอร์	2	6
4	6	คอนเดนเซอร์	1	3
5	7	รีซีฟเวอร์ดรายเออร์	1	3
6	8	เอกซ์แพนชันวาล์ว	1	3
7	9	อีวาโปเรเตอร์	1	3
8	10	ท่อสารทำความเย็น	1	3
9	11-13	ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์	3	9
10	14-17	การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์	4	12
11	18	การประมาณราคาค่าบริการ	1	3
ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้				
			18	54

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา

วิชา งานปรับอากาศรถยนต์

รหัสวิชา 20101-2014

จำนวน 2 หน่วยกิต

จำนวน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

รวม 72 ชั่วโมง/ภาคเรียน

บทเรียนที่	ชื่อบทเรียนการเรียนรู้	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)
1	โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ 1.1 การถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสารรถยนต์ 1.2 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ 1.3 ลักษณะความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น 1.4 การควบแน่นของไอน้ำที่ฮีวปอเรเตอร์ 1.5 คุณสมบัติของสารทำความเย็น 1.6 การแบ่งประเภทของสารทำความเย็น 1.7 สารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์ 1.8 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของสารทำความเย็นระหว่าง R-12 และ R-134a	2	6	8
2	เครื่องมือบริการระบบปรับอากาศรถยนต์ 2.1 เครื่องมือทั่วไป 2.2 เครื่องมือทางไฟฟ้า 2.3 เครื่องมือพิเศษ 2.4 แมนิโฟลด์เกจ 2.5 เครื่องฟื้นฟูสภาพสารทำความเย็น	1	3	4

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา (ต่อ)

วิชา งานปรับอากาศรถยนต์

รหัสวิชา 20101-2014

จำนวน 2 หน่วยกิต

จำนวน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

รวม 72 ชั่วโมง/ภาคเรียน

บทเรียนที่	ชื่อบทเรียนการเรียนรู้	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)
3	คอมเพรสเซอร์ 3.1 หน้าที่คอมเพรสเซอร์ 3.2 คอมเพรสเซอร์ที่รับกำลังจากเครื่องยนต์ 3.3 คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า 3.4 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ 3.5 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี 3.6 น้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ 3.7 การบำรุงรักษาคอมเพรสเซอร์ 3.8 การชำรุดของคอมเพรสเซอร์	2	6	8
4	คอนเดนเซอร์ 4.1 โครงสร้างคอนเดนเซอร์ 4.2 รูปแบบคอนเดนเซอร์ 4.3 ตำแหน่งติดตั้งคอนเดนเซอร์ 4.4 หน้าที่การทำงานคอนเดนเซอร์ 4.5 การบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์ 4.6 การชำรุดของคอนเดนเซอร์	1	3	4
5	รีชีฟเวอร์ดรายเออร์ 5.1 หน้าที่รีชีฟเวอร์ดรายเออร์ 5.2 โครงสร้างรีชีฟเวอร์ดรายเออร์ 5.3 กรองและสารดูดความชื้น 5.4 ตำแหน่งติดตั้งรีชีฟเวอร์ดรายเออร์ 5.5 การชำรุดของรีชีฟเวอร์ดรายเออร์	1	3	4

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา (ต่อ)

วิชา **งานปรับอากาศรถยนต์**

รหัสวิชา **20101-2014**

จำนวน **2 หน่วยกิต**

จำนวน **4 ชั่วโมง/สัปดาห์**

รวม **72 ชั่วโมง/ภาคเรียน**

บทเรียนที่	ชื่อบทเรียนการเรียนรู้	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)
6	เอกซ์แพนชันวาล์ว 6.1 หน้าที่เอกซ์แพนชันวาล์ว 6.2 การลดความดันและการควบคุมปริมาณการไหล 6.3 เอกซ์แพนชันวาล์วแบบแบบสมดุลภายใน 6.4 เอกซ์แพนชันวาล์วแบบสมดุลภายนอก 6.5 เอกซ์แพนชันวาล์วแบบบลิ๊ก 6.6 ตำแหน่งติดตั้งเอกซ์แพนชันวาล์ว 6.7 การชาร์จของเอกซ์แพนชันวาล์ว	1	3	4
7	อีวาพอเรเตอร์ 7.1 หน้าที่อีวาพอเรเตอร์ 7.2 ลักษณะโครงสร้าง 7.3 การทำงาน 7.4 ตำแหน่งติดตั้ง 7.5 การชาร์จของอีวาพอเรเตอร์	1	3	4
8	ท่อสารทำความเย็น 8.1 หน้าที่ท่อสารทำความเย็น 8.2 ลักษณะท่อสารทำความเย็น 8.3 ลักษณะข้อต่อท่อสารทำความเย็น 8.4 การชาร์จของท่อสารทำความเย็น 8.5 แรงขัน	1	3	4

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา (ต่อ)

วิชา งานปรับอากาศรถยนต์

รหัสวิชา 20101-2014

จำนวน 2 หน่วยกิต

จำนวน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

รวม 72 ชั่วโมง/ภาคเรียน

บทเรียนที่	ชื่อบทเรียนการเรียนรู้	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)
9	ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ 9.1 การควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ 9.2 อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศรถยนต์ 9.3 วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศ	3	9	12
10	การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์ 10.1 การชำรุดของคอมเพรสเซอร์และการแก้ไข 10.2 การชำรุดของคอนเดนเซอร์และการแก้ไข 10.3 การชำรุดของรีซีฟเวอร์ดรายเออร์และการแก้ไข 10.4 การชำรุดของเอกซ์แพนชันวาล์วและการแก้ไข 10.5 การชำรุดของอีวาโปเรเตอร์และการแก้ไข 10.6 การชำรุดของท่อสารทำความเย็นและการแก้ไข 10.7 การชำรุดของลูกศรวาล์วบริการและการแก้ไข 10.8 การชำรุดของโบลเวอร์และการแก้ไข 10.9 การชำรุดของอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าและการแก้ไข 10.10 การตรวจสอบสภาพระบบความดันของคอมเพรสเซอร์ 10.11 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศรถยนต์	4	12	16

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา (ต่อ)

วิชา **งานปรับอากาศรถยนต์**

รหัสวิชา **20101-2014**

จำนวน **2** หน่วยกิต

จำนวน **4** ชั่วโมง/สัปดาห์

รวม **72** ชั่วโมง/ภาคเรียน

บทเรียนที่	ชื่อบทเรียนการเรียนรู้	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)
11	การประมาณราคาค่าบริการ 11.1 ความหมายการประมาณราคาค่าบริการ 11.2 การประมาณราคาค่าบริการ 11.3 การประมาณราคาค่าบริการ (ไม่รวมค่าอะไหล่)	1	3	4

คำนำ

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนวิชา **งานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 20101-2014** ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพเครื่องกล และยานยนต์ สาขาวิชาช่างยนต์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีเนื้อหาตรงและครบถ้วนตามหลักสูตร ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 11 บท ที่ครอบคลุมผลรับการเรียนรู้ระดับรายวิชาให้ผู้เรียน ประกอบด้วย โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เครื่องมือบริการระบบปรับอากาศรถยนต์ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ เอกซ์แพนชันวาล์ว อีวาพอเรเตอร์ ท่อสารทำความเย็น ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์ การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์ และการประมาณราคาค่าบริการ พร้อมทั้งเพิ่มทักษะการทำงาน โดยฝึกปฏิบัติงานตามใบงานการบริการ วิเคราะห์ และแก้ไขระบบปรับอากาศรถยนต์ เพื่อนำไปใช้งานในการประกอบอาชีพ

ผู้เขียนมีความตั้งใจเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่ครอบคลุมทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่อำนวยความสะดวกให้กับครูผู้สอนในการให้ความรู้กับผู้เรียน และเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้สำหรับประชาชนทั่วไปที่มีความสนใจ หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนยินดีและขอน้อมรับไว้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงหนังสือให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์

อีเมล : luechai363@gmail.com

ดาวน์โหลดแผนการสอนและเฉลยได้ที่ <https://download.se-ed.com>

สารบัญ

บทเรียนที่ 1 หลักการทำงานของระบบ ปรับอากาศรถยนต์	1
1.1 การถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสารรถยนต์	2
1.2 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์.....	3
1.3 ลักษณะความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็น.....	5
1.4 การควบแน่นของไอน้ำที่อีวาพอเรเตอร์.....	5
1.5 คุณสมบัติของสารทำความเย็น.....	6
1.6 การแบ่งประเภทของสารทำความเย็น	7
1.7 สารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์	8
1.8 คุณสมบัติของสารทำความเย็นระหว่าง R-12 และ R-134a	10
สรุป	11
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1	12
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 1.....	18
บทเรียนที่ 2 เครื่องมือบริการระบบปรับอากาศรถยนต์	21
2.1 เครื่องมือทั่วไป.....	22
2.2 เครื่องมือทางไฟฟ้า	26
2.3 เครื่องมือพิเศษ.....	28
2.4 แมนิโฟลด์เกจ.....	31
2.5 เครื่องฟื้นฟูสภาพสารทำความเย็น.....	34
บทสรุป.....	35
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2	36
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 2.....	64
บทเรียนที่ 3 คอมเพรสเซอร์	67
3.1 หน้าที่ของคอมเพรสเซอร์.....	68
3.2 คอมเพรสเซอร์รับกำลังจากเครื่องยนต์	68
3.3 คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า	69
3.4 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ	70

3.5 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี	73
3.6 น้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์	74
3.7 การบำรุงรักษาคอมเพรสเซอร์	76
3.8 การชำรุดเสียหายของคอมเพรสเซอร์	76
สรุป	78
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3	79
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 3	143
บทเรียนที่ 4 คอนเดนเซอร์	145
4.1 โครงสร้างคอนเดนเซอร์	146
4.2 รูปแบบของคอนเดนเซอร์	146
4.3 ตำแหน่งติดตั้งคอนเดนเซอร์	147
4.4 การทำงานของคอนเดนเซอร์	147
4.5 การบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์	148
4.6 การชำรุดของคอนเดนเซอร์	148
สรุป	149
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 4	158
บทเรียนที่ 5 รีซีฟเวอร์ดรายเออร์	161
5.1 หน้าที่ของรีซีฟเวอร์ดรายเออร์	162
5.2 โครงสร้างของรีซีฟเวอร์ดรายเออร์	162
5.3 กรองและสารดูดความชื้น	163
5.4 ตำแหน่งติดตั้งรีซีฟเวอร์ดรายเออร์	164
5.5 การชำรุดของอุปกรณ์รีซีฟเวอร์ดรายเออร์	164
สรุป	165
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5	166
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 5	174
บทเรียนที่ 6 เอกซ์แพนชันวาล์ว	177
6.1 หน้าที่ของเอกซ์แพนชันวาล์ว	178
6.2 การลดความดันและการควบคุมปริมาณการไหล	178
6.3 เอกซ์แพนชันวาล์วแบบสมดุลภายใน	180

6.4	เอกซ์แพนชันวาล์วแบบสมดุลภายนอก.....	180
6.5	เอกซ์แพนชันวาล์วแบบบล็อก (Block Expansion Valve).....	181
6.6	ตำแหน่งติดตั้งเอกซ์แพนชันวาล์ว	183
6.7	การชำรุดของเอกซ์แพนชันวาล์ว	184
	สรุป	184
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6	185
	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 6.....	194
	บทเรียนที่ 7 อีวาปอเรเตอร์	197
7.1	หน้าที่ของอีวาปอเรเตอร์.....	198
7.2	ลักษณะโครงสร้างของอีวาปอเรเตอร์	198
7.3	การทำงานของอีวาปอเรเตอร์.....	199
7.4	ตำแหน่งติดตั้งอีวาปอเรเตอร์.....	199
7.5	การชำรุดของอีวาปอเรเตอร์.....	200
	สรุป	202
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7	203
	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 7	212
	บทเรียนที่ 8 ท่อสารทำความเย็น	215
8.1	หน้าที่ของท่อสารทำความเย็น	216
8.2	ลักษณะของท่อสารทำความเย็น	217
8.3	ลักษณะของข้อต่อท่อสารทำความเย็น	218
8.4	การชำรุดของท่อสารทำความเย็น	219
8.5	แรงดันในการต่อท่อสารทำความเย็น	219
	สรุป	221
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8	222
	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 8.....	230
	บทเรียนที่ 9 ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์	233
9.1	การควบคุมการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์.....	234
9.2	อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศรถยนต์	239
9.3	วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานระบบปรับอากาศ	248

สรุป	256
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 9	257
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 9.....	276
บทเรียนที่ 10 การแก้ไขข้อขัดข้องและบำรุงรักษา	
ระบบปรับอากาศรถยนต์	279
10.1 การชำรุดของคอมเพรสเซอร์และการแก้ไข.....	281
10.2 การชำรุดของคอนเดนเซอร์และการแก้ไข	283
10.3 การชำรุดของรีซีฟเวอร์ดรายเออร์และการแก้ไข.....	284
10.4 การชำรุดของเอกซ์แพนชันวาล์วและการแก้ไข.....	284
10.5 การชำรุดของอีวาโปเรเตอร์และการแก้ไข	285
10.6 การชำรุดของท่อสารทำความเย็นและการแก้ไข.....	285
10.7 การชำรุดของลูกศรวาล์วบริการและการแก้ไข	286
10.8 การชำรุดของโบลเวอร์และการแก้ไข.....	286
10.9 การชำรุดของอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าและการแก้ไข.....	286
10.10 การตรวจสอบสภาพระบบความดันของคอมเพรสเซอร์	287
10.11 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศรถยนต์.....	291
สรุป	295
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 10	296
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บทเรียนที่ 10	320
บทเรียนที่ 11 การประมาณราคาค่าบริการ	323
11.1 ความหมายการประมาณราคาค่าบริการ	324
11.2 การประมาณราคาค่าบริการ	324
11.3 การประมาณราคาค่าบริการ (ไม่รวมค่าอะไหล่)	328
สรุป	329
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 11	330
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนที่ 11	331
บรรณานุกรม.....	332

บทเรียนที่ 1

หลักการทํางานระบบ ปรับอากาศรถยนต์

สาระการเรียนรู้

- 1.1 การถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสารรถยนต์
- 1.2 หลักการทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์
- 1.3 ลักษณะความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น
- 1.4 การควบแน่นของไอน้ำที่อีวาพอเรเตอร์
- 1.5 คุณสมบัติของสารทำความเย็น
- 1.6 การแบ่งประเภทของสารทำความเย็น
- 1.7 สารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์
- 1.8 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของสารทำความเย็นระหว่าง R-12 และ R-134a

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา แก้ไขข้อขัดข้อง และบริการระบบปรับอากาศรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสารรถยนต์ได้
2. อธิบายหลักการทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์ได้
3. อธิบายลักษณะความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นได้
4. อธิบายการควบแน่นของไอน้ำที่อีวาพอเรเตอร์ได้
5. อธิบายคุณสมบัติของสารทำความเย็นได้
6. บอกการแบ่งประเภทของสารทำความเย็นได้
7. อธิบายสารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์ได้
8. เปรียบเทียบคุณสมบัติของสารทำความเย็นระหว่างสารทำความเย็น R-12 และ R-134a ได้
9. นำเสนอหลักการทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์ได้
10. บรรยายประโยชน์ของระบบปรับอากาศรถยนต์ได้

สมรรถนะประจำบทเรียน

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์
2. สืบค้นข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับระบบปรับอากาศรถยนต์โดยใช้อินเทอร์เน็ต
3. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์ในการวิเคราะห์การทํางานระบบปรับอากาศรถยนต์

การปรับอากาศรถยนต์เป็นกระบวนการปรับสภาพอุณหภูมิ humidity และกรองอากาศในห้องโดยสาร เพื่อให้คนขับและผู้โดยสารที่อยู่ในรถยนต์เกิดความรู้สึกสบาย เมื่อระบบปรับอากาศรถยนต์ทำงาน ความร้อนที่อยู่ในห้องโดยสารจะถูกถ่ายเทออกไปภายนอก มีผลทำให้อากาศในห้องโดยสารเย็นลง ส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศรถยนต์ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ เอกซ์แพนชันวาล์ว อีวาโปเรเตอร์ และท่อสารทำความเย็น

โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์

1.1 การถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสารรถยนต์

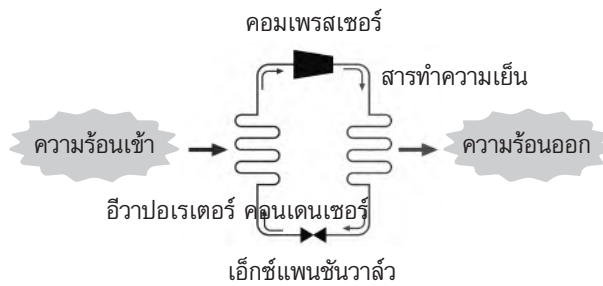
อุณหภูมิอากาศในห้องโดยสารรถยนต์จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอกเป็นหลัก ประเทศในเขตร้อนอุณหภูมิในห้องโดยสารจะสูง และประเทศในเขตหนาวอุณหภูมิในห้องโดยสารจะต่ำ เป็นต้น การปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับผู้ขับขี่และผู้โดยสารเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ผลิตรถยนต์ที่จะต้องออกแบบและติดตั้งระบบปรับอากาศ ซึ่งจะต้องสามารถลดหรือเพิ่มอุณหภูมิอากาศในห้องโดยสารให้เกิดความสบายสำหรับคนขับและผู้โดยสาร การลดอุณหภูมิในห้องโดยสารจะต้องถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสาร และในทางตรงกันข้าม การเพิ่มอุณหภูมิในห้องโดยสารจะต้องให้ความร้อนกับอากาศในห้องโดยสาร



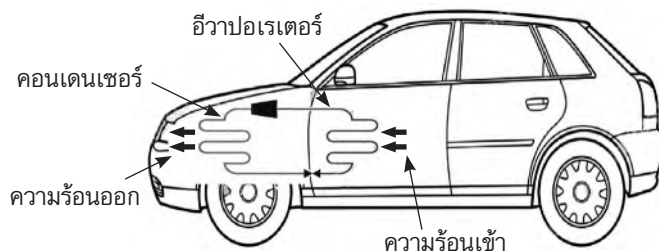
(ก) สภาพอากาศประเทศในเขตร้อน (ข) สภาพอากาศประเทศในเขตหนาว

รูปที่ 1.1 สภาพอากาศมีผลต่ออุณหภูมิในห้องโดยสารรถยนต์

การถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสาร อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ถูกนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานจากวัฏจักรการทำความเย็น ซึ่งมีอุปกรณ์หลักคือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ เอกซ์แพนชันวาล์ว และอีวาโปเรเตอร์ โดยมีสารทำความเย็นเป็นสารตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน เมื่อระบบทำงาน สารทำความเย็นที่ไหลอยู่ในระบบจะดูดความร้อนเข้าที่อีวาโปเรเตอร์ จากนั้นสารทำความเย็นจะพาความร้อนไประบายออกที่คอนเดนเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรการทำความเย็น



รูปที่ 1.3 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสาร

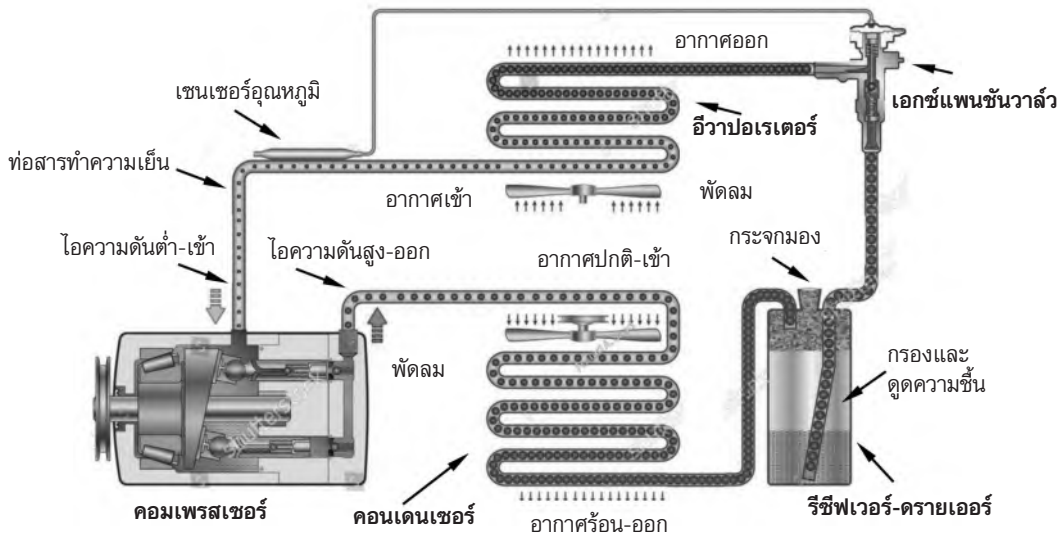
จากรูปที่ 1.3 อุปกรณ์อีวาपोเรเตอร์จะถูกติดตั้งไว้ในห้องโดยสารเพื่อรับความร้อน จากนั้นจะพาความร้อนไปถ่ายเทออกที่คอนเดนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งหน้ารถยนต์ เมื่อความร้อนถูกถ่ายเทออกจะมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศในห้องโดยสารเย็นลง

1.2 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศยนต์

ระบบปรับอากาศยนต์มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ดังนี้

- **คอมเพรสเซอร์** ทำหน้าที่สร้างความดันให้กับไอสารทำความเย็น
- **คอนเดนเซอร์** ทำหน้าที่ควบแน่นไอสารทำความเย็นให้เป็นของเหลว
- **รีซีฟเวอร์ดรายเออร์** ทำหน้าที่กรอง ดูดความชื้น และฟักสารทำความเย็น
- **เอ็กซ์แพนชันวาล์ว** ทำหน้าที่ลดความดันและควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็น
- **อีวาपोเรเตอร์** ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิอากาศที่ไหลผ่าน
- **ท่อสารทำความเย็น** เป็นอุปกรณ์สำหรับให้สารทำความเย็นไหลผ่านไปยังอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

โดยระบบปรับอากาศรถยนต์ มีวัฏจักรการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1.4

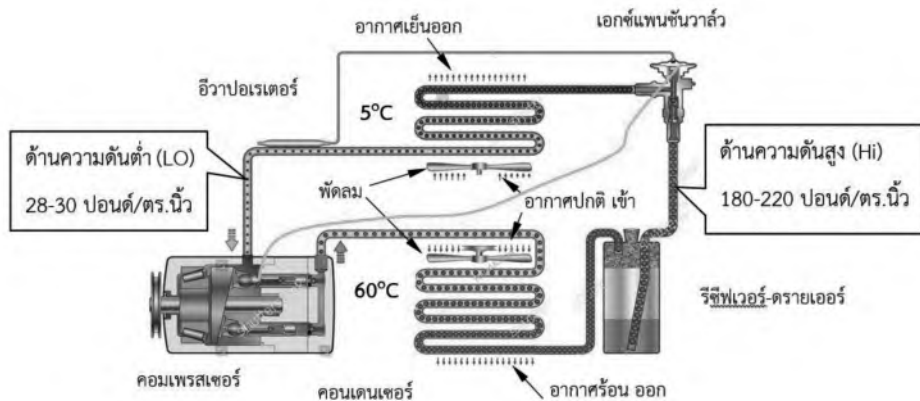


รูปที่ 1.4 วัฏจักรการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์

เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน จะดูดไอสารทำความเย็นจากอีวาपोเรเตอร์ที่มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 5°C) และอัดไอให้มีความดันสูงขึ้น ผลจากการอัดทำให้ไอมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ประมาณ 60°C) จากนั้นไอสารทำความเย็นจะไหลเข้าคอนเดนเซอร์ และขณะไหลผ่านคอนเดนเซอร์จะมีพัดลมไฟฟ้าและพัดลมจากเครื่องยนต์ทำให้อากาศไหลผ่านคอนเดนเซอร์ เกิดการระบายความร้อนแฝงออกจากไอสารทำความเย็น ทำให้เกิดการควบแน่นจากไอเป็นของเหลว (ความดันและอุณหภูมิยังสูงอยู่) สารทำความเย็นเมื่อควบแน่นเป็นของเหลวแล้วจะไหลเข้ารีซีฟเวอร์ดรายเออร์เพื่อกรองทำความสะอาดด้วยแผ่นกรองดูดความชื้น (สารดูดความชื้นหรือที่เรียกว่า ซีโอไลต์) และพักสารทำความเย็นซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวออกจากรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ ไหลเข้าเอกซ์แพนชันวาล์ว เพื่อลดความดันและควบคุมปริมาณการไหลสารทำความเย็นความดันต่ำออกจากเอกซ์แพนชันวาล์วเข้าสู่อีวาपोเรเตอร์ จะเกิดการเดือด เปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ พร้อมกับดูดความร้อนแฝงจากอากาศที่ไหลผ่าน มีผลทำให้อากาศที่ไหลผ่านเย็นลง เมื่อสารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไอหมด (ไอ 100%) ในอีวาपोเรเตอร์จะมีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ จะถูกคอมเพรสเซอร์ดูดและอัดเพื่อสร้างความดันสูงต่อไป จากวัฏจักรการทำงานของเครื่องปรับอากาศดังกล่าว ความร้อนในห้องโดยสารจะถูกถ่ายเทออกสู่ภายนอก โดยสารทำความเย็นจะดูดเข้าที่อีวาपोเรเตอร์ จากนั้นจะพาความร้อนไประบายออกที่คอนเดนเซอร์ จึงมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศในห้องโดยสารเย็นลง

1.3 ลักษณะความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็น

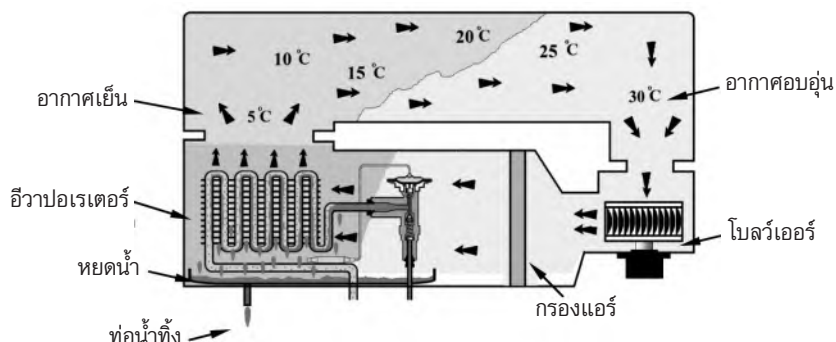
ในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงาน ความดันในระบบจะถูกแบ่งออกในลักษณะการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความดันต่ำ จะมีค่าประมาณ 28-30 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิประมาณ 5°C และด้านความดันสูง จะมีค่าประมาณ 180-220 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิประมาณ 60°C ในส่วนของอุณหภูมิอากาศที่ไหลออกจากอีวาपोเรเตอร์จะมีค่าต่ำกว่า 15°C ซึ่งค่าความดันสารทำความเย็นและอุณหภูมิอากาศจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับช่างซ่อมเพื่อวิเคราะห์การทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์



รูปที่ 1.5 ลักษณะความดันสารทำความเย็น

1.4 การควบแน่นของไอน้ำที่อีวาโพเรเตอร์

เมื่อเครื่องปรับอากาศทำงาน อุณหภูมิอากาศในห้องโดยสารจะลดลง ที่อุปกรณ์อีวาโพเรเตอร์ จะมีอุณหภูมิต่ำ เมื่อพัดลมโบล์เออร์ (Blower) ดูดอากาศร้อนจากห้องโดยสารและเป่าผ่านอีวาโพเรเตอร์ ขณะที่อากาศไหลผ่านอีวาโพเรเตอร์ ไอน้ำในอากาศจะควบแน่นเป็นหยดน้ำและไหลลงสู่ถาดรับน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 การควบแน่นของไอน้ำที่อีวาโพเรเตอร์

โดยทั่วไปไอน้ำในอากาศจะสามารถควบแน่นเป็นหยดน้ำได้ก็ต่อเมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลงถึงค่าหนึ่งซึ่งไอน้ำจะควบแน่นเป็นของเหลวหรือเป็นหยดน้ำได้ ซึ่งที่อีวาพอเรเตอร์มีอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 5°C ทำให้ไอน้ำควบแน่น และไหลจากอีวาพอเรเตอร์ลงในถาดรองรับ จากนั้นก็จะไหลออกทางท่อน้ำทิ้ง ลงสู่พื้นถนน ขณะที่น้ำอยู่ในอีวาพอเรเตอร์ จะเป็นตัวดักฝุ่น ที่อยู่ในรถยนต์ ทำให้เกิดการสะสมกลายเป็นโคลน ขวางทางการไหลของอากาศ ทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง และเป็นแหล่งก่อให้เกิดเชื้อโรค ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและอับชื้นนั่นเอง

สารทำความเย็น สารทำความเย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ หรือเรียกว่า น้ำยาแอร์ หรือ ฟรีออน (Freon) และศัพท์บัญญัติโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยคือ สารทำความเย็น ซึ่งสารทำความเย็นเป็นสารตัวกลางสำหรับถ่ายเทความร้อนโดยการดูดความร้อนเข้าสู่ตัวเอง เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอและนำความร้อนไปถ่ายเทสู่ภายนอก ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้ง หรือกล่าวได้ว่าสารทำความเย็นเป็นสารซึ่งหมุนเวียนอยู่ภายในวงจรทำความเย็น และใช้เป็นตัวกลางดูดซับความร้อนที่มาจากภายนอกวงจรทำความเย็น และนำความร้อนไปถ่ายเททิ้งภายนอกระบบ

1.5 คุณสมบัติของสารทำความเย็น

คุณสมบัติของสารทำความเย็นที่ดี มีดังต่อไปนี้

1. ทำงานภายใต้ความดันปานกลาง
2. มีความเสถียร ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ ไม่ระเบิด ไม่กัดกร่อน และราคาไม่แพง
3. มีความหนืดต่ำ (เพื่อให้สามารถถ่ายเทความร้อนได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสูบนำสูง)
4. ง่ายต่อการตรวจจับหากเกิดการรั่วไหล
5. มีอุณหภูมิจุดเดือดต่ำและความร้อนแฝงสูง
6. มีความดันควบแน่นและการเดือดเป็นไอค่อนข้างใกล้เคียงกัน
7. ไม่ทำลายชั้นโอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) ที่ช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นอันตรายต่อสรรพชีวิตที่อยู่บนโลก

1.6 การแบ่งประเภทของสารทำความเย็น

1. แบ่งตามระดับการทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การแบ่งประเภทตามระดับการทำลายโอโซน

กลุ่มสาร	ระดับการทำลายโอโซน	ชื่อสาร
คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon : CFC)	เป็นส่วนผสมของสารเคมีที่มักใช้เป็นสารทำความเย็น นอกจากนี้ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงในสเปย์ฉีดอีกด้วย มีส่วนประกอบของคลอรีนซึ่งเป็นตัวทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์	R-11, R-12
ไฮโดรคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrochlorofluorocarbon : HCFC)	เป็นสารประกอบที่เกิดจากไฮโดรเจน (H) คลอรีน (Cl) ฟลูออรีน (F) และคาร์บอน (C) สาร HCFC ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เช่น สารทำความเย็น เป็นต้น สาร HCFC มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ แต่มีไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบเพิ่มเติม ทำให้ HCFC สลายตัวได้รวดเร็วกว่าสาร CFC แต่ก็ยังคงมีส่วนในการทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศบ้าง เช่น สาร R-22	R-22
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydro Fluorocarbon : HFC)	เป็นสารทำความเย็นที่ไม่มีส่วนประกอบของคลอรีน จึงไม่ทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศเลย เช่น สาร R-134a	R-134a

จากตารางที่ 1.1 เมื่อพิจารณาสารทำความเย็นเกี่ยวกับการทำลายชั้นโอโซน สารทำความเย็น R-134a จะอยู่ในกลุ่มสารที่ไม่ทำลายโอโซนในบรรยากาศ

2. แบ่งตามระดับความปลอดภัย ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 การแบ่งระดับความปลอดภัย

		การจัดระดับ
ความเป็นพิษ	A = ระดับความเป็นพิษต่ำ	มี 3 ระดับคือ B1, B2, B3
	B = ระดับความเป็นพิษสูง	มี 3 ระดับคือ A1, A2, A3,
ความสามารถในการติดไฟ	1 = ไม่ติดไฟ 2 = ติดไฟได้ 3 = ติดไฟได้ง่าย	มี 3 ระดับคือ 1, 2, 3

ตารางที่ 1.3 การจัดกลุ่มของสารทำความเย็นตามระดับความปลอดภัย

ระดับการติดไฟ ↑	3 ติดไฟง่าย	A3	R-600a(Isobutane) R-290 (Propane)	B3	R-1140(Viny chloride)
	2 ติดไฟ	A2	HFC-32 HFC-143a HFC-152a	B2	R-717 (Ammonial)
	1 ไม่ติดไฟ	A1	CFC-11 CFC-12 HCFC-22 HFC-125 HFC-134a	B1	HCFC-123
		A	ระดับความเป็นพิษต่ำ	B	ระดับความเป็นพิษสูง
			ระดับความเป็นพิษ →		

จากตารางที่ 1.3 สารทำความเย็น HFC-134a เป็นสารทำความเย็นที่ไม่ติดไฟ (ระดับ 1) และ มีระดับความเป็นพิษต่ำ (A1)

จากตารางที่ 1.3 สารทำความเย็น R-134a จัดอยู่ในกลุ่มระดับความเป็นพิษต่ำและไม่ติดไฟ

1.7 สารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์

1. สารทำความเย็น R-12 (CCl₂F₂) เป็นสารทำความเย็นที่ผลิตขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 มีระดับความปลอดภัย A1 แต่ห้ามสารทำความเย็นสัมผัสกับเปลวไฟ เพราะจะกลายเป็นสารพิษได้ มีจุดเดือดที่ -29.8 °C ที่ความดันบรรยากาศ ใช้งานได้ในระบบที่มีอุณหภูมิสูง กลาง และต่ำ มีคุณสมบัติในการรวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่นได้ดีในทุกสภาวะ ทำให้ไม่มีปัญหาในเรื่องน้ำมันหล่อลื่นค้างในระบบ และจะพาน้ำมันหล่อลื่นกลับคอมเพรสเซอร์ได้ดี ไม่มีฟิล์มน้ำมันเคลือบที่ผิวท่อ ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนดี นิยมใช้งานกับตู้เย็น ตู้แช่ และเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันไม่มีการผลิตขึ้นมาใช้งานแล้ว



รูปที่ 1.7 สารทำความเย็น R-12

2. สารทำความเย็น R-134a ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$) เป็นสารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน มีค่าความปลอดภัยระดับ A1 มีจุดเดือดที่ -6.85°C ที่ความดันบรรยากาศ เป็นสารทำความเย็นที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทน R-12 ซึ่งได้ถูกยกเลิกการผลิตตามข้อบังคับของพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) สารทำความเย็น R-134a มีคุณสมบัติรวมตัวกับน้ำได้ดี จึงมีโอกาสที่จะเกิดน้ำแยกตัวออกจากสารทำความเย็นไปเป็นน้ำแข็งอุดตันล้นลดความดันได้ และเนื่องจากจะไม่สามารถรวมตัวกับสารหล่อลื่นชนิด Mineral Oils ได้ จึงต้องใช้สารหล่อลื่นชนิดพิเศษคือ Polyol Ester (POE) และเนื่องจาก POE เป็นสารหล่อลื่นที่มีความสามารถในการดูดความชื้นสูง จึงต้องระวังอย่าให้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศ ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศรถยนต์และตู้เย็นที่ผลิตใหม่ถูกบังคับให้เปลี่ยนมาใช้ สารทำความเย็น R-134a แทนสารทำความเย็น R-12 ทั้งหมด



รูปที่ 1.8 สารทำความเย็น R-134a

3. สารทำความเย็น R-11 (CCL3F) เป็นสารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนความปลอดภัยอยู่ที่ระดับ A1 มีจุดเดือดที่ 23.7°C ที่ความดันบรรยากาศ สามารถทำงานได้ดีที่ความดันต่ำมาก (ความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ) เมื่อเกิดการรั่วในระบบจะทำให้ความดันสูงขึ้นเนื่องจากมีอากาศเข้าไปในระบบ ในงานซ่อมปรับอากาศรถยนต์ นิยมนำมาใช้ในการทำความสะอาดล้างท่อทางเดินสารทำความเย็นในอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 1.9 สารทำความเย็น R-11

1.8 คุณสมบัติของสารทำความเย็นระหว่าง R-12 และ R-134a

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของสารทำความเย็น R-134a กับ R-12

คุณสมบัติ	สารทำความเย็น R-12 (CFC)	สารทำความเย็น R-134a
จุดเดือด ณ ความดันบรรยากาศ, $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$)	-29.8 (-21.6)	-26.1 (-14.9)
ความดันไอ ณ 25°C (75°F), KPa abs (Psia)	651.6 (94.5)	666.1 (96.6)
ความหนาแน่นในสถานะของเหลว ณ 25°C (77°F), kg/m^3 (1b/ft ³)	1311 (81.4)	1,206 (75.3)
ความหนาแน่นในสถานะไออิ่มตัว ณ 25°C (77°F), kg/m^3 (1b/ft ³)	37.2 (2.32)	32.4 (2.02)
ระดับการทำลายโอโซน (ODP)	1.0	0.0
ระดับการทำให้โลกร้อนขึ้น (GWP) ($\text{CO}_2 = 1.0$)	8,500	1,300
ความสามารถในการติดไฟ	ไม่ติดไฟ	ไม่ติดไฟ

สรุป

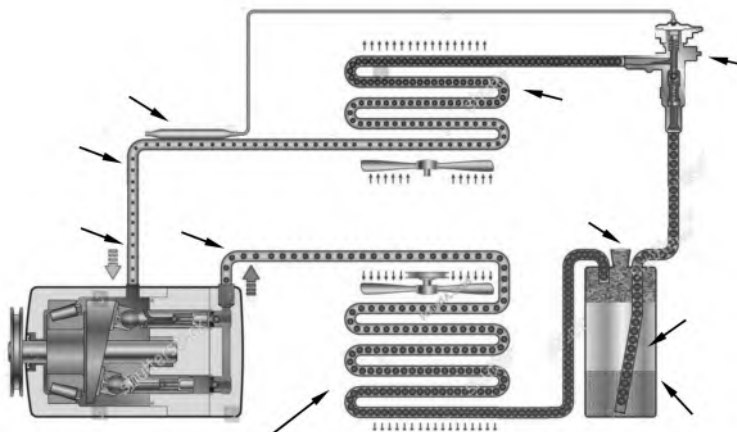
การทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์จะเริ่มต้นเมื่อคนขับสตาร์ทเครื่องยนต์และเปิดสวิทช์สั่งให้ระบบปรับอากาศทำงาน คอมเพรสเซอร์รับพลังงานจากเครื่องยนต์จะทำการดูดและอัดไอสารทำความเย็น ส่งผ่านท่อสารทำความเย็นไปยังอุปกรณ์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ ดรายเออร์ เอกซ์แพนชันวาล์ว และอีวาपोเรเตอร์ ซึ่งขณะเครื่องปรับอากาศทำงานสารทำความเย็นจะดูดหรือรับความร้อนจากห้องโดยสาร และจะพาความร้อนไประบายออกที่คอนเดนเซอร์ จึงมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศในห้องโดยสารลดลง การหมุนเวียนอากาศในห้องโดยสารจะมีอุปกรณ์โบลว์เออร์ โดยจะดูดอากาศจากห้องโดยสารและเป่าผ่านอีวาपोเรเตอร์ ในขณะที่อากาศไหลผ่านอีวาपोเรเตอร์ ไอน้ำในอากาศจะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ และไหลออกจากอีวาपोเรเตอร์ทางท่อน้ำทิ้ง เมื่อผู้เรียนผ่านการศึกษาและทำความเข้าใจกับหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์แล้ว จะทำให้สามารถวิเคราะห์การทำงานหรือบริการเครื่องปรับอากาศได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ



แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1

คำสั่ง จงเติมข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. ระบบปรับอากาศรถยนต์ทำหน้าที่
2. การถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสาร ความร้อนจะถูกรับเข้าที่อุปกรณ์
และความร้อนจะถูกพาไปถ่ายเทออกที่อุปกรณ์
3. จากคำถามข้อที่ 2 สิ่งที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนคือ
4. ส่วนประกอบหลักของอุปกรณ์สำหรับระบบปรับอากาศรถยนต์คือ
5. เมื่อระบบปรับอากาศทำงาน อุปกรณ์ที่ทำให้ความดันสูงขึ้นคือ และ
อุปกรณ์ที่ทำให้ความดันลดลงคือ
6. ความหมายของความร้อนแฝงคือ
7. การควบแน่นของไอสารทำความเย็นจะเกิดขึ้นที่อุปกรณ์
8. เอกซ์แพนชันวาล์วทำหน้าที่ และ
9. ตำแหน่งติดตั้งรีซีฟเวอร์ดรายเออร์อยู่ระหว่างอุปกรณ์
และ
10. จากรูปที่กำหนดให้ จงเติมชื่ออุปกรณ์และความหมายตามตำแหน่งลูกศร และอธิบายการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์



.....

.....

.....

ใบงานที่ 1

หัวข้อ/งาน โครงสร้างและหลักการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์

วัตถุประสงค์การปฏิบัติงาน

1. บอกชื่ออุปกรณ์ระบบปรับอากาศรถยนต์
2. อธิบายหลักการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์
3. อธิบายหลักการถ่ายเทความร้อนออกจากห้องโดยสารรถยนต์

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

1. รถยนต์ที่ติดตั้งระบบปรับอากาศหรือชุดฝึกระบบปรับอากาศรถยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมรถยนต์ที่ติดตั้งระบบปรับอากาศหรือชุดฝึกระบบปรับอากาศรถยนต์
2. นักเรียนศึกษาอุปกรณ์และการทำงานของระบบปรับอากาศ ดังนี้

2.1 ตำแหน่งอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

2.1.1 คอมเพรสเซอร์ ตำแหน่งติดตั้งคือ

2.1.2 คอนเดนเซอร์ ตำแหน่งติดตั้งคือ

2.1.3 รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ ตำแหน่งติดตั้งคือ

2.1.4 เอกซ์แพนชันวาล์ว ตำแหน่งติดตั้งคือ

2.1.5 อีวาโปเรเตอร์ ตำแหน่งติดตั้งคือ

2.1.6 ลักษณะของท่อสารทำความเย็น

2.1.6.1 คอมเพรสเซอร์ ลักษณะท่อทางดูดและท่อทางอัดคือ

2.1.6.2 คอนเดนเซอร์ ลักษณะท่อทางเข้าและท่อทางออกคือ

2.1.6.3 รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ ลักษณะท่อทางดูดและท่อทางอัดคือ

2.1.6.4 เอกซ์แพนชันวาล์ว ลักษณะท่อทางดูดและท่อทางอัดคือ

2.2 ศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศ ดังนี้

2.2.1 เสียบสวิตช์กุญแจรถยนต์และสตาร์ทเครื่องยนต์

2.2.2 เปิดสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (สวิตช์โบลว์เออร์)



เปิดสวิตช์เครื่องปรับอากาศ



เปิดสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิ และกดปุ่ม A/C

2.2.3 ตรวจสอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ การหมุนของโบลว์เออร์ในตำแหน่งต่าง ๆ สารทำความเย็นที่ไหลผ่านรีชีฟเวอร์ดรายเออร์ (กรณีมีกระจกมอง) และอุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้าห้องโดยสาร ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางใบงานที่ 1.1 ตรวจสอบการทำงานของระบบปรับอากาศ

อุปกรณ์	ระบบการทำงาน
คอมเพรสเซอร์ (สังเกตที่คลัตช์คอมเพรสเซอร์)	☐ ทำงาน ☐ ไม่ทำงาน
โบลว์เออร์ (สังเกตจากเสียงหรือลมที่ไหลออก)	☐ ทำงาน ☐ ไม่ทำงาน
รีชีฟเวอร์ดรายเออร์ (สังเกตการไหลของสารทำความเย็น)	☐ มีการไหล ☐ ไม่มีการไหล ☐ ไม่มีกระจกมองสารทำความเย็น
อุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้าห้องโดยสาร (สังเกตโดยประสาทสัมผัสจากมือ)	☐ อุณหภูมิต่ำ (เย็น) ☐ อุณหภูมิสูง (ร้อน)
ลักษณะการหมุนของโบลว์เออร์ ตำแหน่ง OFF ตำแหน่ง 1 ตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง 3 ตำแหน่ง 4 ตำแหน่ง 5	ความเร็วอากาศ ความเร็วอากาศ ความเร็วอากาศ ความเร็วอากาศ ความเร็วอากาศ ความเร็วอากาศ

2.3 ปิดสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

2.4 ปิดสวิตช์ดับเครื่องยนต์ ปิดประตู และฝากระโปรงรถยนต์

2.5 ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

สรุปผลการปฏิบัติงาน

หลังการปฏิบัติงาน เรื่องโครงสร้างและหลักการทำงานระบบปรับอากาศรถยนต์
โดยอุปกรณ์ระบบปรับอากาศประกอบด้วย

1. ตำแหน่งที่ติดตั้ง
2. ตำแหน่งที่ติดตั้ง
3. ตำแหน่งที่ติดตั้ง
4. ตำแหน่งที่ติดตั้ง
5. ตำแหน่งที่ติดตั้ง
6. ตำแหน่งที่ติดตั้ง

และจากการศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศ เมื่อเปิดสวิตช์ให้เครื่องปรับอากาศ
ทำงานจะมีอุปกรณ์ที่ทำงานคือ

1.
2.
3.

ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานคือ

.....

.....

ชื่อนักเรียน	:	ผู้ควบคุม	:
ห้อง/ชั้น	:	ว/ด/ป	:

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานที่ 1

เรื่อง โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์

จุดให้คะแนน	คะแนนที่ได้	ตัวคูณ	คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม
1. การเตรียมงานก่อนปฏิบัติงาน		3		30
2. ตำแหน่งอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ		5		50
3. ตรวจสอบการทำงานของระบบปรับอากาศ		5		50
4. การสรุปผลการปฏิบัติงาน		5		50
5. การทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นที่ปฏิบัติงาน		3		30
		รวม		
เปอร์เซ็นต์ที่ได้ = (คะแนนที่ได้ / คะแนนเต็ม) x 100		 %		

เกณฑ์การพิจารณา

ผลการปฏิบัติงานดีมาก ได้ 10 คะแนน

ผลการปฏิบัติงานดี ได้ 7 คะแนน

ผลการปฏิบัติงานพอใช้ ได้ 3 คะแนน

ผลการปฏิบัติงานใช้ไม่ได้ ได้ 1 คะแนน

ไม่ปฏิบัติงาน ได้ 0 คะแนน

คิดคะแนนที่ได้ทั้งหมดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วเทียบคะแนนเป็นเกรด ดังนี้

เปอร์เซ็นต์	เกรด	ผลงาน
85 ขึ้นไป	4	ดีเยี่ยมทุกจุด คุณภาพดีมาก
70-84	3	อยู่ในขั้นใช้ได้และมีคุณภาพสูงกว่าระดับเฉลี่ย
60-69	2	อยู่ในขั้นปานกลาง ไม่เห็นจุดผิดอย่างเด่นชัด หรือยอมรับในผลงาน
50-59	1	อยู่ในขั้นต่ำ คุณภาพงานใช้ไม่ได้
ต่ำกว่า 49	0	ผลงานไม่สำเร็จ หรือไม่พอใจในผลงาน

บันทึกหลังการสอน

.....

ผู้ปฏิบัติ	ผู้สอน
ระดับชั้น กลุ่ม เลขที่	 / /

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

บทเรียนที่ 1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (ข้อละ 1 คะแนน)

1. คอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อะไร
 - ก. ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น
 - ข. เปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากของเหลวเป็นไอ
 - ค. ทำให้อากาศที่ไหลผ่านอุณหภูมิลดลง
 - ง. ลดอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อน
2. คอนเดนเซอร์มีครีบริบไว้ใช้เพื่อประโยชน์ข้อใด
 - ก. เป็นตัวยึดท่อสารทำความเย็น
 - ข. เพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อน
 - ค. เป็นตัวรักษาอุณหภูมิให้คงที่
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. คอนเดนเซอร์รับสารทำความเย็นมาจากอุปกรณ์ใดในเครื่องปรับอากาศรถยนต์
 - ก. คอมเพรสเซอร์
 - ข. ลิ้นลดความดัน
 - ค. เครื่องระเหย
 - ง. รีซีฟเวอร์ดรายเออร์
4. สารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์จะมีสภาวะอย่างไร
 - ก. เป็นไอ อุณหภูมิสูง
 - ข. เป็นของเหลวอุณหภูมิต่ำ
 - ค. เป็นของผสมอุณหภูมิต่ำ
 - ง. เป็นไออุณหภูมิต่ำ
5. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของรีซีฟเวอร์ดรายเออร์
 - ก. ดูดความชื้น
 - ข. กรองสิ่งสกปรก
 - ค. ควบคุมปริมาณการไหล
 - ง. พักสารทำความเย็น
6. การติดตั้งรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ควรติดตั้งในลักษณะใด
 - ก. ในแนวนอน
 - ข. ในแนวเอียง 45 องศา
 - ค. ในแนวเอียง 30 องศา
 - ง. ในแนวตั้ง

7. เอกซ์แพนชันวาล์วทำหน้าที่อะไร

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| ก. ระบายความร้อน โดยการนำความร้อน | ข. เพิ่มความดันในสารทำความเย็น |
| ค. ลดความดันให้สารทำความเย็น | ง. รักษาความดันให้คงที่ตลอดเวลา |

8. เอกซ์แพนชันวาล์วติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใดในเครื่องปรับอากาศยนต์

- ก. ระหว่างรีซีฟเวอร์ดรายเออร์กับคอนเดนเซอร์
 ข. ระหว่างคอมเพรสเซอร์กับอีวาपोเรเตอร์
 ค. ระหว่างรีซีฟเวอร์ดรายเออร์กับอีวาपोเรเตอร์
 ง. ระหว่างอีวาपोเรเตอร์กับคอนเดนเซอร์

9. ถ้าล้นลดความดันเกิดอุดตัน จะมีผลอย่างไรกับระบบการทำงาน

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| ก. ความดันด้าน Hi จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก | ข. ความดันด้าน Low เพิ่มขึ้นอย่างมาก |
| ค. ความดันสูงทั้งสองด้าน | ง. ความดันปกติ |

10. ข้อใดไม่ใช่สถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ที่อีวาपोเรเตอร์เมื่อเครื่องปรับอากาศทำงาน

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| ก. เกิดการควบแน่นของไอน้ำเป็นของเหลว | ข. อากาศไหลผ่าน มีอุณหภูมิลดลง |
| ค. มีฝุ่นละอองมาเกาะทำให้เกิดโคลน | ง. สารทำความเย็นเกิดอุดตันในท่อ |

หนังสือ **งานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 20101-2014** เล่มนี้ ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพเครื่องกลและยานยนต์ สาขาวิชาช่างยนต์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เนื้อหาประกอบด้วย โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เครื่องมือบริการระบบปรับอากาศรถยนต์ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ ดายเออร์ เอกซ์แพนชันวาล์ว จีวาล์วปอเรเตอร์ ท่อสารทำความเย็น ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศรถยนต์ และการประมาณราคาค่าบริการ สำหรับนักเรียนสาขาวิชาช่างยนต์ ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไป

ประวัติผู้เขียน

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์



การศึกษา

- ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คอ.บ.) วิศวกรรมเครื่องกล เทคนิคยานยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์
- ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครราชสีมา
- ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

รางวัล/ประกาศเกียรติคุณ

- พ.ศ. 2558 ระดับเหรียญทอง รางวัลหนึ่งโรงเรียนหนึ่งนวัตกรรม สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา
- พ.ศ. 2558 รางวัลดีเด่น สุดยอดสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน
- พ.ศ. 2558 รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 ประเภทสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อาชีวศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- พ.ศ. 2557 รางวัลชนะเลิศ รางวัลประเภทสื่อ-นวัตกรรมทางการศึกษา ระดับอุดมศึกษา สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา
- พ.ศ. 2555-2558 ครูผู้สอนดีเด่น วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

การทำงาน

- เคยดำรงตำแหน่งครู เชี่ยวชาญ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
- พ.ศ. 2553-2562 ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
- พ.ศ. 2547-2552 ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
- พ.ศ. 2546-2546 อาจารย์ 2 ระดับ 7 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
- พ.ศ. 2534-2536 อาจารย์ 1 ระดับ 3 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
- พ.ศ. 2532-2533 อาจารย์ 1 ระดับ 3 แผนกวิชาช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

หนังสือ	1 สี	จำนวน	332	หน้า
	2 สี	จำนวน		หน้า
	4 สี	จำนวน		หน้า
กระดาษ	ปอนด์			
ความหนา	กระดาษปก	230	แกรม	
	กระดาษเนื้อใน	70	แกรม	



www.se-ed.com



sbc.fans



SE-ED Publisher

พร้อมจำหน่ายในรูปแบบ

- ☒ e-book (PDF)
 ☐ audiobooks
☐ e-book (EPUB)
 ☐ audio CD / MP3
☒ ปกอ่อน
 ☐ LARGE PRINT (ตัวอักษรขนาดใหญ่)

ISBN 978-616-08-5463-9



คู่มือเรียน-สอน/อาชีวศึกษา-
สาขาวิชาช่างยนต์