อาชีวะก้าวไกล

เครื่องทำความเย็น

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556
ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ครั้งที่ 1
ประเภทวิชา อุตสาหกรรม สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง ลำดับที่ 56

2104-2007

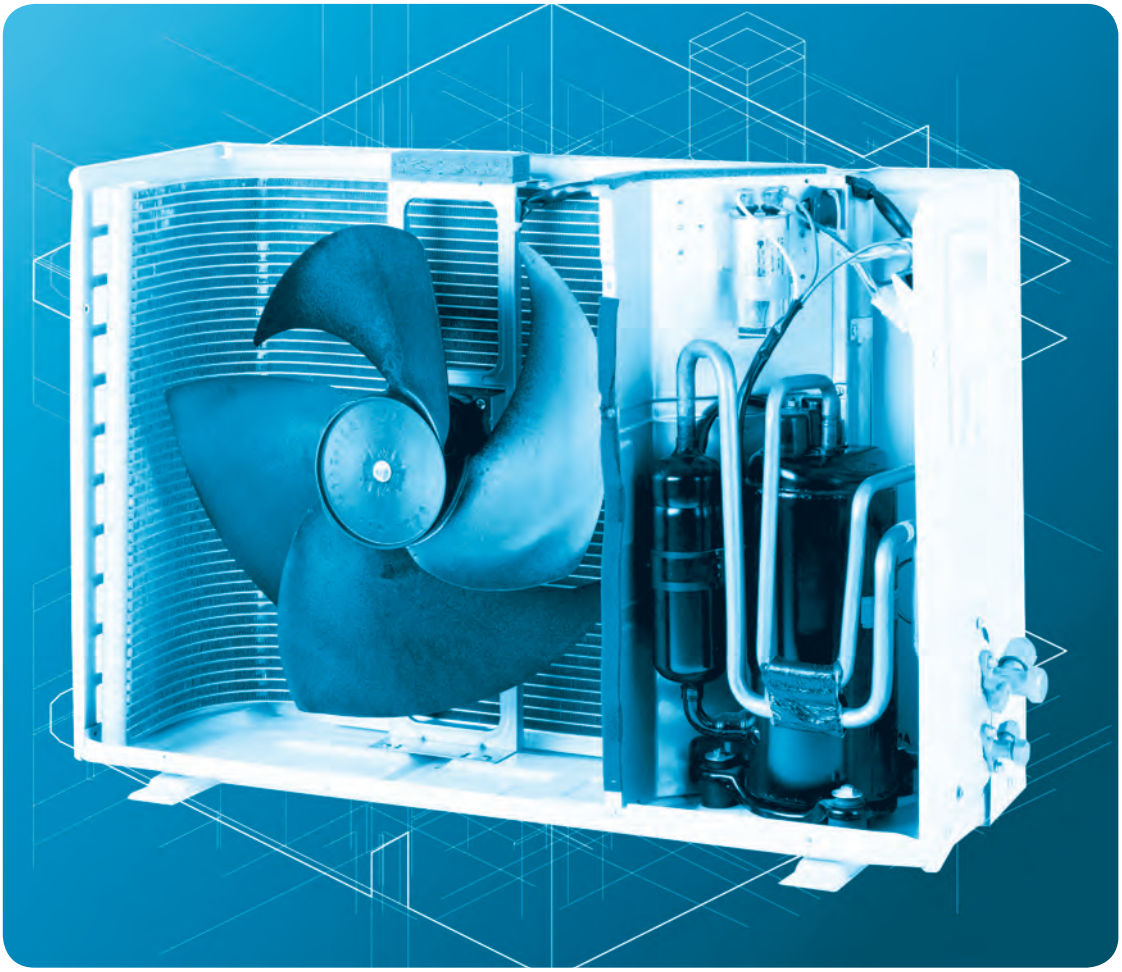
- หนังสือ 2 สี ตลอดทั้งเล่ม
- กระดาษ ปอนด์

ธวัชชัย วัติเรก

125.-

MACEDUCATION

เครื่องทำความเย็น
2104-2007



หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ

กลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ (สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ธวัชชัย วัติเรก

บรรณาธิการ : ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ธวัชชัย วัติเรก.

เครื่องทำความเย็น.-- กรุงเทพมหานคร : แม็คเอ็ดดูเคชั่น, 2558.

232 หน้า.

1. เครื่องทำความเย็น. I. ชื่อเรื่อง.

621.57

ISBN 978-616-274-542-3

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MACEDUCATION

ผู้เขียน : ธวัชชัย วัติเรก

การสั่งซื้อ : ส่งธนาณัติสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว** ในนาม **บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด**
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทรเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
www.**MAC**education.com

ราคาจำหน่าย : 125 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ : มีนาคม 2558

พิมพ์ที่ : บริษัท เพิ่มทรัพย์การพิมพ์ จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559) และแผนปฏิบัติการการเตรียมความพร้อมพลเมืองเพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ทั้งนี้หลักสูตรดังกล่าวมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพอิสระเป็นผู้ประกอบการที่มีคุณภาพ หรือประกอบอาชีพอื่นๆ ได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการทั้งในประเทศและในภูมิภาคอาเซียน

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ผู้ผลิตและจำหน่ายหนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ และวารสารทางการศึกษา ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอาชีวศึกษา ตระหนักถึงภารกิจสำคัญในการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้บรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการ และผู้สอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อจัดทำสื่อการเรียนรู้ อันประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่จัดทำให้ตรงกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไป และด้านสมรรถนะวิชาชีพ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปปรับให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนและจุดเน้นของสถานศึกษา

3. คู่มือครูสำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการฝึกประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตร

จุดเด่นของหนังสือเรียนชุดใหม่มีดังนี้

1. นำเสนอในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ ที่มีเนื้อหาง่ายต่อการเรียนรู้ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้มข้นและทันสมัย ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเรียนมุ่งเน้นให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) และการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

2. แทรกกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ กิจกรรมการฝึกกระบวนการคิด (Thinking Skills) และกิจกรรมเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียนให้แก่ผู้เรียน

3. พัฒนาสมรรถนะหลักและสมรรถนะวิชาชีพผ่านกระบวนการปฏิบัติงานโดยใช้ใบช่วยสอนเป็นสื่อสำหรับการฝึกกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้จากโครงงาน (Project–Based Learning) การพัฒนาเทคโนโลยีให้เป็นเทคโนโลยีสะอาด (Green Technology) และการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ (Creative Economy) เป็นต้น

4. มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนนั้นๆ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ขอขอบพระคุณสถานศึกษา ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่สนใจทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในสื่อการเรียนรู้ของบริษัท บริษัทหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนรู้ชุดนี้จะมีส่วนช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทัดเทียมระดับสากลต่อไป

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

รหัส 2104-2007
วิชาเครื่องทำความเย็น
ทฤษฎี 2 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 3 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้ เข้าใจหลักการทำงานโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบเครื่องทำความเย็น
2. มีทักษะในการติดตั้ง ซ่อมบำรุง และทดสอบ เครื่องทำความเย็น
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น
2. ถอดและประกอบชิ้นส่วนทางไฟฟ้าและทางกลของเครื่องทำความเย็น
3. ปฏิบัติงานเดินระบบท่อและติดตั้งระบบวงจรสารทำความเย็น
4. ซ่อมและบำรุงรักษาระบบเครื่องทำความเย็น

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น โครงสร้างส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ วงจรสารทำความเย็น วงจรไฟฟ้าของระบบเครื่องเย็นภายในครัวเรือน ระบบเครื่องเย็นที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ประเภทของสารทำความเย็น น้ำมันหล่อลื่นของระบบเครื่องทำความเย็น งานท่อ การติดตั้งระบบวงจรสารทำความเย็น การทำสุญญากาศ การบรรจุสารทำความเย็น การซ่อมบำรุงระบบเครื่องทำความเย็นในที่พักอาศัย ครัวเรือน และเครื่องทำความเย็นที่ใช้ในเชิงพาณิชย์

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	สสาร ความร้อน อุณหภูมิ ตันความเย็น และความดัน	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสถานะของสสาร 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของความร้อน 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างองศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮต์ 4. แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมายของ BTU และตันความเย็น 5. แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมายและจำแนกประเภทของความดัน
2	เครื่องมืองานเครื่องทำความเย็น	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับชื่อ หน้าที่ และวิธีการใช้งานเครื่องมือวัดระบบไฟฟ้า 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชื่อ หน้าที่ และวิธีการใช้งานเครื่องมือทั่วไป 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับชื่อ หน้าที่ และวิธีการใช้งานเครื่องมือเฉพาะช่าง
3	การปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานท่อ	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดของท่อในระบบเครื่องทำความเย็น 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือในการตัดท่อ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือในการขยายท่อ 4. แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือในการบานแฟลร์ท่อ 5. แสดงความรู้เกี่ยวกับการต่อท่อโดยวิธีการเชื่อมประสาน
4	เครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของการทำความเย็นระบบต่างๆ 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรทางกลของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของคอมเพรสเซอร์ 4. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของคอนเดนเซอร์ 5. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น 6. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของอีวาปอเรเตอร์

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
5	วงจรทางกลและวงจรทางไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรทางกลพื้นฐานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรทางกลสมบูรณ์ของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรทางไฟฟ้าพื้นฐานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
6	คอมเพรสเซอร์และการตรวจสอบคอมเพรสเซอร์	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่และประเภทของคอมเพรสเซอร์ 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบกำลังอัดของคอมเพรสเซอร์
7	คอนเดนเซอร์	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่ของคอนเดนเซอร์ 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดของคอนเดนเซอร์ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์
8	อุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่ของอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็นชนิดต่างๆ
9	อีวาปอเรเตอร์	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่ของอีวาปอเรเตอร์ 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดและหลักการทำงานของอีวาปอเรเตอร์ชนิดต่างๆ 3. แสดงความรู้เกี่ยวกับวิธีการติดตั้งอีวาปอเรเตอร์ 4. แสดงความรู้เกี่ยวกับวิธีการบำรุงรักษาอีวาปอเรเตอร์
10	สารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่น	1. แสดงความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของสารทำความเย็นชนิดต่างๆ และน้ำมันหล่อลื่น 2. เลือกใช้สารทำความเย็นชนิดต่างๆ ให้เหมาะสมกับระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศได้
11	อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบเครื่องทำความเย็น	1. แสดงความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบเครื่องทำความเย็น 2. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า และต่อวงจรไฟฟ้าร่วมกับวงจรทางกลในระบบเครื่องทำความเย็นได้

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
12	วงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหน้าที่ของวงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่ 2. เลือกใช้ ตรวจสอบ และต่อวงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่ได้
13	การแก้ไขปัญหาในระบบเครื่องทำความเย็น	1. แสดงความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น 2. สังเกตอาการผิดปกติ แยกแยะอาการที่ผิดปกติ และปฏิบัติการแก้ปัญหาระบบเครื่องทำความเย็นได้
14	การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น	1. แสดงความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น

สารบัญ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สสาร ความร้อน อุณหภูมิ ตันความเย็น และความดัน 1

1. สสาร 2
2. ความร้อน 3
3. อุณหภูมิ 4
4. ตันความเย็น 6
5. ความดัน 7

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 16

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เครื่องมืองานเครื่องทำความเย็น 19

1. เครื่องมือวัดระบบไฟฟ้า 20
2. เครื่องมือทั่วไป 22
3. เครื่องมือเฉพาะช่าง 26

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 40

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานท่อ 43

1. ท่อที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็น 44
2. การตัดท่อ 48
3. การขยายท่อ 50
4. การบานแฟลร์ท่อ 52
5. การเชื่อมประสานท่อ 54

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 63

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 66

1. ระบบการทำความเย็นแบบดูดซึม 67
2. ระบบการทำความเย็นแบบใช้ไอน้ำ 67
3. ระบบการทำความเย็นแบบใช้การขยายตัวของอากาศ 68
4. ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ 68

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 77

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 วงจรทางกลและวงจรทางไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 80

1. วงจรทางกลพื้นฐานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 81
2. วงจรทางกลสมบูรณ์ของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 82
3. วงจรทางไฟฟ้าพื้นฐานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ 84

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 94

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คอมเพรสเซอร์และการตรวจสอบคอมเพรสเซอร์ 98

1. หน้าที่ของคอมเพรสเซอร์ 99
2. การตรวจสอบขดลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ 102
3. การตรวจสอบกำลังอัดของคอมเพรสเซอร์ 103

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 109

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 คอนเดนเซอร์ 112

1. หน้าที่ของคอนเดนเซอร์ 113
2. ชนิดของคอนเดนเซอร์ 113
3. การบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์ 116

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 121

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น 124

อุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น 125

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 133

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 อีวาปอเรเตอร์ 136

1. หน้าที่ของอีวาปอเรเตอร์ 137
2. ชนิดของอีวาปอเรเตอร์ 137
3. การติดตั้งอีวาปอเรเตอร์ 139
4. การบำรุงรักษาอีวาปอเรเตอร์ 139

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 145

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 สารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่น 147

1. สารทำความเย็น 148
2. น้ำมันหล่อลื่น 151

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 160

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบเครื่องทำความเย็น 162

1. แมกเนติกคอนแทกเตอร์ 163
2. รีเลย์ 164
3. เทอร์มอสแตต 166
4. คาปาซิเตอร์ 168
5. เพรสเชอร์คอนโทรล 170
6. โอเวอร์โหลด 171
7. ฟิวส์ 172
8. เซอร์กิตเบรกเกอร์ 173
9. สวิตช์ประตูตู้เย็นและหลอดไฟตู้เย็น 174
10. อุปกรณ์ตั้งเวลา 174

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 181

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 วงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่ 183

1. วงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่แบบธรรมดา 184
2. วงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่แบบมีฮีตเตอร์ป้องกันหยดน้ำจับรอบประตูตู้ 185
3. วงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่แบบการทำโนฟรอสต์ด้วยฮีตเตอร์ 186
4. วงจรไฟฟ้าตู้เย็นและตู้แช่แบบการทำดีฟรอสต์ด้วยแก๊สร้อน 187

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 194

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 การแก้ไขปัญหาในระบบเครื่องทำความเย็น 196

1. ปัญหาเรื่องของเสียง 197
2. ปัญหาเรื่องของอุณหภูมิ 197
3. ปัญหาเรื่องมีน้ำแข็งเกาะมากที่อีวาปอเรเตอร์ 198
4. ปัญหาอื่นๆ 198

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 206

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น 208

1. การบำรุงรักษาสภาพเครื่องทำความเย็น 209
2. การบำรุงรักษาสภาพของวงจรสารทำความเย็น 210
3. การบำรุงรักษาสภาพของวงจรทางไฟฟ้า 210
4. การแช่อาหารในตู้เย็น 211
5. ผลที่ได้รับจากการบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น 211

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 216

บรรณานุกรม 218

ดัชนี 219

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

สสาร ความร้อน อุณหภูมิ ตันความเย็น และความดัน

สสาร ความร้อน อุณหภูมิ ตันความเย็น และความดัน

1. สสาร

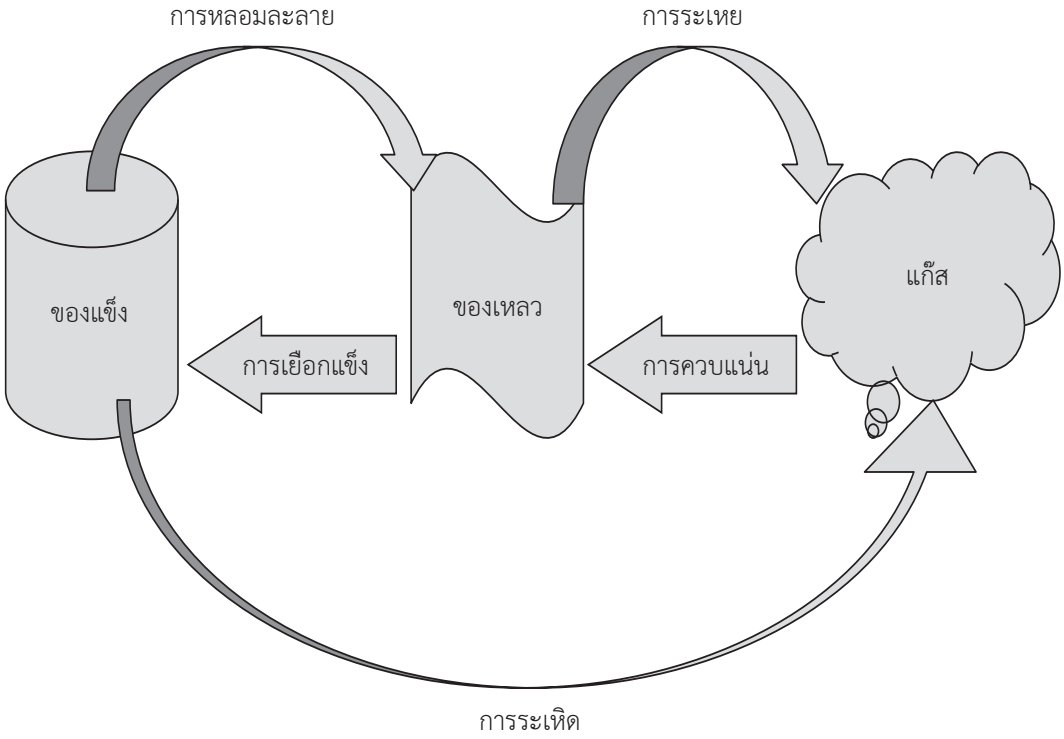
สสาร (Substance) คือ วัตถุใดๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเรา มีสมบัติ คือ ต้องมีน้ำหนัก ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ สสารประกอบด้วยโมเลกุลหลายๆ โมเลกุล และในแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยอะตอม สสารแบ่งออกตามลักษณะทางกายภาพได้เป็น 3 สถานะ คือ

1.1 ของแข็ง (Solid) เป็นสสารที่มีรูปทรง ขนาด และปริมาตรที่คงที่ สสารที่เป็นของแข็งจะมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมาก หรือโมเลกุลยึดเกาะกันอย่างเหนียวแน่น จึงทำให้สามารถคงความเป็นรูปร่างอยู่ได้ เช่น แท่งโลหะ ก้อนหิน ไม้ ฯลฯ

1.2 ของเหลว (Liquid) เป็นสสารที่มีปริมาตรที่คงที่ แต่รูปร่างจะไม่คงที่ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจะน้อยกว่าของแข็ง เช่น น้ำที่บรรจุในขวด น้ำมันที่บรรจุในแกลลอน ฯลฯ

1.3 แก๊ส (Gas) เป็นสสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยที่สุด มีรูปร่างและปริมาตรที่ไม่แน่นอน แต่โมเลกุลจะมีพลังงานมากที่สุด จะฟุ้งกระจายอยู่ภายในภาชนะที่บรรจุ จึงต้องบรรจุไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด เพื่อป้องกันการรั่วซึมออกสู่บรรยากาศภายนอก เช่น แก๊สหุงต้มบรรจุอยู่ในถังลม ที่เติมในยางรถยนต์ ฯลฯ

สสารทั้งสามสถานะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะได้เสมอ เมื่อมีพลังงานมากระทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดลง หรือกระทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้น โดยมีปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร คือ ความร้อนและความดัน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการทำความเย็น การเปลี่ยนสถานะของสสาร ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

2. ความร้อน

ความร้อน (Heat) คือ พลังงานรูปหนึ่งซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นๆ หรือพลังงานรูปอื่นๆ ก็สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้ พลังงานความร้อนเมื่อถ่ายเทให้กับสสารจะทำให้โมเลกุลของสสารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น และมีพลังงานเพิ่มขึ้น การเคลื่อนที่ของความร้อนมี 3 วิธี คือ

2.1 การนำ (Conduction) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนในของแข็งที่มีสมบัติเป็นตัวนำความร้อน เช่น กระทะอะลูมิเนียมนำความร้อนจากเปลวไฟไปสู่อาหารที่กำลังปรุง ฯลฯ

2.2 การพา (Convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยอาศัยตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส เช่น สารทำความเย็นเหลวพาความร้อนจากของที่แช่อยู่ในตู้เย็นออกไปทิ้งภายนอกตู้เย็น ฯลฯ

2.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนในรูปของคลื่นความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง และสามารถเคลื่อนที่ได้ในสุญญากาศ เช่น ดวงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนมายังโลก หรือแมกเนตรอนแผ่รังสีความร้อนไปยังอาหารที่อยู่ภายในเตาไมโครเวฟ ฯลฯ

การนำและการพาความร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อสสารได้รับความร้อนจะเกิดผล ดังนี้

1) สสารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น
2) สสารจะขยายตัว
3) สสารจะเปลี่ยนสถานะ

3. อุณหภูมิ

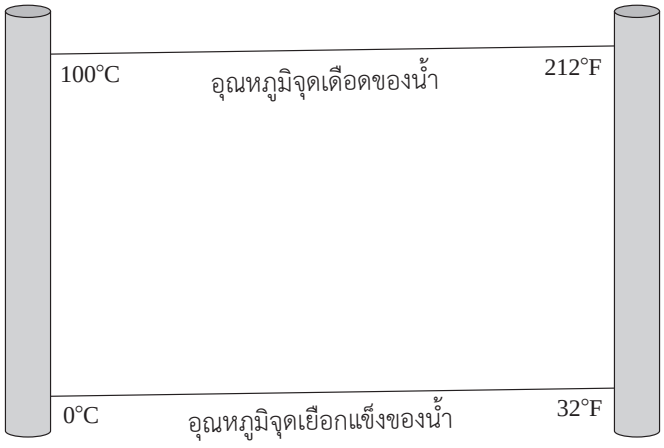
อุณหภูมิ (Temperature) คือ ระดับความร้อนหรือสภาวะที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลในสสาร

การวัดอุณหภูมิ คือ การวัดระดับความร้อนในสสารมีหน่วยการวัด 2 หน่วย คือ ระบบเมตริก (Metric System) และระบบอังกฤษ (Imperial System) เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ เรียกว่า เทอร์มอมิเตอร์ (Thermometer)

1) หน่วยการวัดอุณหภูมิในระบบเมตริก มีหน่วยวัดเป็น องศาเซลเซียล (Celsius, °C) โดยจุดเยือกแข็งของน้ำจะเท่ากับ 0°C และจุดเดือดของน้ำจะเท่ากับ 100°C

2) หน่วยการวัดอุณหภูมิในระบบอังกฤษ มีหน่วยวัดเป็น องศาฟาเรนไฮต์ (Farenheit, °F) โดยจุดเยือกแข็งของน้ำจะเท่ากับ 32°F และจุดเดือดของน้ำจะเท่ากับ 212°F

การเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างระบบเมตริกและระบบอังกฤษ หรือการแปลงอุณหภูมิระหว่างหน่วยองศาเซลเซียส และหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่าง °C และ °F

จากรูปที่ 1.2 จะได้

$$\frac{°C-0}{100-0} = \frac{°F-32}{212-32}$$

$$\frac{°C}{100} = \frac{°F-32}{180}$$

$$\frac{°C}{5} = \frac{°F-32}{9}$$

$$°C = \frac{°F-32}{1.8}$$

หรือ $$°F = 1.8°C+32$$

ตัวอย่างที่ 1.1 วัดอุณหภูมิช่องแช่แข็งของตู้แช่ได้ $-2°C$ อยากทราบว่า จะเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์

วิธีทำ จาก $$°F = 1.8°C+32$$

$$°F = \{1.8\times(-2)\}+32$$

$$= -3.6+32$$

$$= 28.4°F$$

ดังนั้นอุณหภูมิ $-2°C$ มีค่าเท่ากับ $28.4°F$

ตัวอย่างที่ 1.2 วัดอุณหภูมิลมจากหน้าคอนเดนซิ่งยูนิตของเครื่องปรับอากาศได้ $104°F$ อยากทราบว่า จะเท่ากับกี่องศาเซลเซียส

วิธีทำ จาก $$°C = \frac{°F-32}{1.8}$$

$$°C = \frac{104°-32}{1.8}$$

$$= \frac{72}{1.8}$$

$$= 40°C$$

ดังนั้นอุณหภูมิ $104°F$ มีค่าเท่ากับ $40°C$

3.1 ของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) หมายถึง ของเหลวที่อยู่ใต้ความกดดันของบรรยากาศค่าหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้อุณหภูมิของของเหลวเพิ่มสูงขึ้นถึงอุณหภูมิระดับหนึ่ง และอุณหภูมิของของเหลวจะไม่เพิ่มขึ้นอีกถึงแม้จะให้ความร้อนต่อไป แต่ของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอ อุณหภูมิของเหลวอิ่มตัวของสารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เช่น น้ำกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 212°F (100°C) แอลกอฮอล์กลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 170°F (76.7°C) สารทำความเย็น R - 134A กลายเป็นไอที่อุณหภูมิ −15.1°F (−26.2°C) ฯลฯ อุณหภูมิของของเหลวที่สภาวะนี้ เรียกว่า อุณหภูมิของเหลวอิ่มตัว เช่น ต้มน้ำที่ความกดดันบรรยากาศน้ำจะมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 212°F (100°C) และถ้าต้มน้ำต่อไปอีก อุณหภูมิของน้ำก็จะไม่เพิ่มขึ้นอีก อุณหภูมิที่จุดนี้คือ อุณหภูมิของเหลวอิ่มตัว

3.2 ไออิ่มตัว (Saturated Vapor) หมายถึง ไอที่เกิดจากการเดือดของของเหลว และอุณหภูมิของไอที่ผิวหน้าของของเหลวจะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิจุดเดือดของของเหลวนั้น หรือเท่ากับอุณหภูมิของของเหลวอิ่มตัวที่ความกดอากาศค่าเดียวกัน อุณหภูมิของไอที่จุดนี้ เรียกว่า อุณหภูมิไออิ่มตัว เช่น สารทำความเย็นเหลว R - 22 อุณหภูมิไออิ่มตัวจะเท่ากับอุณหภูมิจุดเดือดของของเหลว หรือเท่ากับอุณหภูมิของเหลวอิ่มตัวของสารทำความเย็น R - 22 จะมีค่าเท่ากับ −41.4°F หรือ −40.8°C ฯลฯ

3.3 ไอร้อนยิ่งยวด (Superheated Vapor) หมายถึง ไอที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิไออิ่มตัว เช่น ไอน้ำที่อุณหภูมิไออิ่มตัว 212°F ได้รับความร้อน ทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 300°F ไอร้อนยิ่งยวดจะมีค่าเท่ากับ 88°F (300°F − 212°F = 88°F) ไอร้อนยิ่งยวดจะเกิดขึ้นในสสารสถานะไอเท่านั้น

3.4 ของเหลวเยือกเย็น (Subcooled Liquid) หมายถึง การลดอุณหภูมิของของเหลวหรือการทำให้ของเหลวมีอุณหภูมิลดลง สามารถทำได้โดยการถ่ายเทความร้อนออกจากของเหลว เช่น ของเหลวที่อุณหภูมิ 212°F ลดลงเหลือ 180°F นั่นคือ ของเหลวถูกทำให้เยือกเย็นลง 32°F (212°F − 180°F = 32°F) ของเหลวเยือกเย็นจะเกิดขึ้นในสสารสถานะของเหลวเท่านั้น

4. ตันความเย็น

ตันความเย็น (Ton of Refrigeration) หมายถึง หน่วยวัดความร้อนในระบบอังกฤษ หนึ่งตันความเย็น หมายถึง ความสามารถของเครื่องทำความเย็นสามารถดูดรับความร้อนไว้ได้ 12,000 BTU ในเวลาหนึ่งชั่วโมง

BTU (British Termal Unit) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์หนัก 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1°F เช่น เอาน้ำบริสุทธิ์หนัก 1 ปอนด์ อุณหภูมิ 100°F ใส่ภาชนะตั้งไฟ และถ้าน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 101°F ดังนั้นปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิ 1°F จะมีค่าเท่ากับ 1 BTU หรือเอาน้ำบริสุทธิ์หนัก 1 ปอนด์ อุณหภูมิ 100°F วางในห้องปรับอากาศ และถ้าน้ำมีอุณหภูมิลดลงเป็น 99°F ดังนั้นปริมาณความร้อนที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ 1°F จะมีค่าเท่ากับ 1 BTU

5. ความดัน

ความดัน (Pressure) หมายถึง แรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วยพื้นที่ เช่น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Psi) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2)

5.1 ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) หมายถึง ความดันหรือน้ำหนักของอากาศที่ห่อหุ้มโลกตกลงกระทำต่อผิวโลก มีค่าเท่ากับ 14.7 Psi หรือ 1.03 kg/cm^2 หรือ 29.92 นิ้วปรอท (inHg) เกิดจากการนำหลอดแก้วบรรจุปรอทให้เต็ม ใช้นิ้วมืออุดปลายด้านหนึ่งของหลอดแก้วคว่ำปลายด้านนี้ลงในอ่างบรรจุปรอท แล้วเปิดนิ้วมือที่อุดหลอดแก้วไว้และตั้งหลอดแก้วให้ตรง ปรอทที่อยู่ในหลอดแก้วจะลดระดับลงมาตำแหน่งหนึ่งและจะไม่ลดลงอีก เนื่องจากแรงกดบรรยากาศที่กดอยู่ที่ปรอทที่อยู่ในอ่างจะต้านไม่ให้ปรอทในหลอดแก้วไหลลงสู่ในอ่างได้อีก และวัดความสูงของปรอทในหลอดแก้วเทียบกับระดับปรอทในอ่างจะได้ 29.92 นิ้ว คือ ความดันบรรยากาศนั่นเอง

ความดันบรรยากาศนี้จะมีค่าลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณอากาศมีค่าบางลงทำให้ความดันบรรยากาศลดลงด้วย เช่น

ที่ระดับน้ำทะเล	ความดันบรรยากาศ	14.7	Psi
สูงจากระดับน้ำทะเล 5,000 ฟุต	ความดันบรรยากาศ	12.6	Psi
สูงจากระดับน้ำทะเล 15,000 ฟุต	ความดันบรรยากาศ	8.8	Psi

5.2 ความดันสัมบูรณ์ (Absulute Pressure) หมายถึง ค่าความดันที่เริ่มวัดจากจุดที่ไม่มีความดันอยู่เลย หรือเป็นสุญญากาศ มีค่า 0 Psia เรียกว่า Absulute Zero Pressure

ค่าความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศนิยมวัดเป็นหน่วย นิ้วปรอท (Inch Mercury, inHg) ได้จากเครื่องมือวัดที่เรียกว่า บารอมิเตอร์ (Barometer)

5.3 ความดันเกจวัด (Gauge Pressure) หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเกจวัดความดันที่มีค่าสูงกว่าความดันบรรยากาศขึ้นไป โดยเริ่มจาก 0 Psig ซึ่งเท่ากับ 14.7 Psi หาได้จาก

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันเกจ + ความดันบรรยากาศ

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันเกจ + 14.7 Psi

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันเกจ + 29.92 inHg

ดังนั้น

14.7 Psia = 0 Psig = 1 บรรยากาศ

14.7 Psia = 29.92 inHg = 1 บรรยากาศ

0 Psia = 0 inHg = สุญญากาศ

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าความดันเหนือบรรยากาศ เรียกว่า เพรสเชอร์เกจ (Pressure Gauge) สามารถวัดความดันได้ตั้งแต่ 1 Psig ขึ้นไป

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงวาดรูปการเปลี่ยนสถานะของสสาร พร้อมอธิบายมาพอเข้าใจ

   .....

   .....

   .....

2. การเคลื่อนที่ของความร้อนมีกี่วิธี อะไรบ้าง

   .....

   .....

   .....

3. จงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง °C และ °F

   .....

   .....

   .....

4. จงอธิบายความหมายของ BTU และตันความเย็น

   .....

   .....

   .....

5. จงอธิบายหลักการของบารอมิเตอร์อย่างง่าย

   .....

   .....

   .....

กิจกรรมเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียน

ให้ผู้เรียนค้นคว้าหน่วยวัดอุณหภูมิและความดันของแต่ละประเทศในกลุ่มสมาชิกอาเซียน จากอินเทอร์เน็ต และทำรายงานส่งผู้สอน

สรุป

สสาร คือ สิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเรา มีน้ำหนัก ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ สสารมี 3 สถานะ และมีการเปลี่ยนแปลงสถานะได้ตลอดเวลา

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับของความร้อนหรือสภาวะที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสสาร มีหน่วยวัดเป็นองศา ทั้งระบบเมตริก (°C) และระบบอังกฤษ (°F)

1 ตันความเย็น หมายถึง ความสามารถในการดูดรับปริมาณความร้อน 12,000 BTU ในเวลา 1 ชั่วโมง

1 BTU หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์หนัก 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1°F

ความดัน หมายถึง แรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วย มีหน่วยวัดเป็น kg/cm^2 (ระบบเมตริก) หรือ Psi (ระบบอังกฤษ) มีความสัมพันธ์ ดังนี้

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันเกจวัด + ความดันบรรยากาศ

= ความดันเกจวัด + 14.7 Psi

= ความดันเกจวัด + 29.92 inHg