



รหัสวิชา 20104-2109

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เครื่องปรับอากาศ

Air Conditioners

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิกร

101.-

เครื่องปรับอากาศ

(Air Conditioners)

รหัสวิชา 20104-2109

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)
กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย
ผศ.น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

เครื่องปรับอากาศ

(Air Conditioners)

ISBN 978-616-495-202-7

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile : 08-8585-1521

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร e-mail : wangaksorn9@gmail.com

http://www.wangaksorn.com ID Line : wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2565

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2561

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



เครื่องปรับอากาศ

(Air Conditioners)

รหัสวิชา 20104-2109

ท-ป-น 1-6-3

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการทำงานของโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบเครื่องปรับอากาศ
2. มีทักษะเกี่ยวกับการติดตั้ง ซ่อมบำรุงบริการและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
3. มีเจตคติที่ดีและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
2. ประกอบ ติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ
3. ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศแบบต่าง ๆ อุปกรณ์ควบคุม การใช้อินเวอร์เตอร์ในระบบปรับอากาศ การคำนวณหาขนาดเครื่องปรับอากาศ งานติดตั้ง Condensing Unit Fan Coil Unit แบบติดผนังและแบบแขวน งานต่อวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ งานตรวจวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าและวงจรคอมเพรสเซอร์ งานทำสุญญากาศ งานบรรจุสารความเย็น งานตรวจวัดแรงดันและสถานะของสารความเย็นคอมเพรสเซอร์ อีวาพอเรเตอร์ งานล้างบริการเครื่องปรับอากาศแบบติดผนังและแบบแขวน งานตรวจสอบวงจรไฟฟ้า วงจรสารทำความเย็น



ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา				
วิชา เครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 20104-2109				
ท-ป-น 1-6-3 จำนวน 7 คาบ/สัปดาห์ รวม 126 คาบ				
หน่วยที่	สมรรถนะรายวิชา	แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	ประกอบ ติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ	ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
1. การบ่งบอกสถานะของสาร		✓		
2. ความมุ่งหมายของเครื่องปรับอากาศ		✓		
3. เครื่องมือในงานเครื่องปรับอากาศ		✓		
4. ส่วนประกอบหลักของเครื่องปรับอากาศ		✓		
5. วงจรทางกลของวัฏจักรการทำความเย็น		✓		
6. สารทำความเย็นและสารหล่อลื่น		✓		
7. อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า		✓		
8. วงจรทางไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ		✓		
9. งานท่อทางเดินสารทำความเย็น		✓	✓	
10. การทำสุญญากาศและการเติมสารทำความเย็น		✓	✓	
11. การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ			✓	
12. การแก้ไขปัญหาและการบริการเครื่องปรับอากาศ				✓



คำนำ

วิชา **เครื่องปรับอากาศ** รหัสวิชา **2104-2109** จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก สาขางานไฟฟ้ากำลัง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 12 บทเรียน และได้จัดการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียน มุ่งให้ความสำคัญ ส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ และส่วนที่เป็นทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกการยอมรับความคิดเห็นร่วมกัน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้ โดยจะต้องมีความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) และเหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จริยธรรม และมีจรรยาบรรณต่อวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกันเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

หากหนังสือเล่มนี้เป็นประโยชน์สำหรับนักศึกษาและบุคคลทั่วไปที่สนใจ ผู้เขียนขอมอบด้วยความระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ผู้สอนทุกท่าน ที่ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้เขียนไว้ ณ โอกาสนี้

ผศ.น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร



สารบัญ

บทที่ 1	การบ่งบอกสภาวะของสสาร	1
	การบ่งบอกสภาวะของสสาร	3
	ปริมาณความร้อน	10
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 1	13
บทที่ 2	ความมุ่งหมายของเครื่องปรับอากาศ	15
	หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศเบื้องต้น	18
	ชนิดต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศ (Types of Air Conditioner)	19
	BTU และ EER	22
	หลักในการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศ	23
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 2	28
บทที่ 3	เครื่องมือในงานเครื่องปรับอากาศ	31
	เครื่องมือวัดระบบไฟฟ้า	32
	เครื่องมือทั่วไป	34
	เครื่องมือเฉพาะช่าง	37
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 3	45
บทที่ 4	ส่วนประกอบหลักของเครื่องปรับอากาศ	47
	คอมเพรสเซอร์	48
	คอนเดนเซอร์	53
	อุปกรณ์ควบคุมนสารทำความเย็น	56
	อีวาพอเรเตอร์	59
	อุปกรณ์เพิ่มเติมอื่น ๆ	62
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 4	64
บทที่ 5	วงจรทางกลของวัฏจักรการทำความเย็น	67
	ระบบปรับอากาศและทำความเย็นแบบต่าง ๆ	68
	วงจรทางกลของเครื่องปรับอากาศระบบอัดไอ	74
	หอหล่อเย็น (Cooling Tower)	77
	เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์	79
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 5	82



บทที่ 6	สารทำความเย็นและสารหล่อลื่น	84
	สารทำความเย็น	85
	น้ำมันหล่อลื่น	92
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 6	95
บทที่ 7	อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า	97
	สวิตช์	98
	แม่เหล็กคอนแทกเตอร์และรีเลย์ควบคุม	100
	รีเลย์ (Relay)	103
	เทอร์โมสตัต (Thermostat)	106
	โอเวอร์โหลด (Overload)	108
	ฟิวส์ (Fuses)	110
	เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	111
	ไทมเมอร์รีเลย์ (Timer Relay)	111
	คาปาซิเตอร์ (Capacitor)	113
	เพรสเชอร์คอนโทรล (Pressure Control)	114
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 7	118
บทที่ 8	วงจรทางไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	121
	วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง	122
	วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	124
	การควบคุมการทำงานของมอเตอร์	126
	วงจรควบคุมอินเตอร์ล็อกกิ้ง	129
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 8	131
บทที่ 9	งานท่อทางเดินสารทำความเย็น	135
	ท่อทางเดินสารทำความเย็น	136
	การตัดท่อ	137
	การตัดท่อ	140
	การบานแฟลร์ท่อ	141
	การบานท่อ	143
	การเชื่อมประสานท่อ (Brazing)	147
	แบบทดสอบท้ายบทที่ 9	149
บทที่ 10	การทำสุญญากาศและการเติมสารทำความเย็น	151
	กระบวนการทำสุญญากาศและการเติมสารทำความเย็น	152
	การบรรจุสารทำความเย็นใหม่ตามน้ำหนักที่บรรจุ	154



ขั้นตอนการแก้ไขเมื่อสารทำความเย็นในระบบรั่ว	159
แบบทดสอบท้ายบทที่ 10	161
ใบงานที่ 1 การตัดท่อด้วยคัตเตอร์และเลื่อยมือ	164
ใบงานที่ 2 การตัดท่อ	167
ใบงานที่ 3 การบานท่อและการต่อท่อ	170
ใบงานที่ 4 การเชื่อมท่อทองแดงและการต่อท่อพลาสติก	173
ใบงานที่ 5 การทำสุญญากาศและเติมสารทำความเย็น	177
 บทที่ 11 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	180
เครื่องมือที่จำเป็นในการติดตั้ง	181
การเลือกตำแหน่งในการติดตั้ง	184
งานติดตั้ง	187
รายละเอียดอื่น ๆ ในการติดตั้ง	195
แบบทดสอบท้ายบทที่ 11	197
 บทที่ 12 การแก้ไขปัญหาและการบริการเครื่องปรับอากาศ	200
การบริการเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง	201
สาเหตุของข้อขัดข้องและการแก้ไข	202
การแก้ไขข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นในระบบของสารทำความเย็น	203
การแก้ไขข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้า	205
การแก้ไขข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจากการติดตั้ง	210
การบริการตามวงรอบการทำงาน	212
ผลที่ได้รับจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	215
แบบทดสอบท้ายบทที่ 12	216
ใบงานที่ 6 การตรวจสอบมอเตอร์คอมเพรสเซอร์	219
ใบงานที่ 7 การตรวจสอบรีเลย์และโอเวอร์โวลต์โปรテクเตอร์	222
ใบงานที่ 8 การตรวจหารอยรั่วในระบบ	225
ใบงานที่ 9 อีวาพอเรเตอร์และการบำรุงรักษาอีวาพอเรเตอร์	228
ใบงานที่ 10 การเติมน้ำมันหล่อลื่น	230
ใบงานที่ 11 การตรวจสอบคาปาซิเตอร์	232
ใบงานที่ 12 การตรวจสอบมอเตอร์พัดลม	235
 คำถามเพื่อการทบทวน	237
คำศัพท์	251
บรรณานุกรม	259

บทที่ 1

การบ่งบอกสถานะของสสาร

แนวคิด

การบ่งบอกสถานะของสสาร เป็นมาตรที่ใช้กำหนดความเป็นอยู่ของสสาร ณ สถานะหนึ่ง และยังเป็นการบอกสมบัติของสาร มาตรฐานที่นิยมใช้ในการบ่งบอกสถานะของสสาร คือ อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร

ความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง วัดปริมาณออกมาได้เป็นแคลอรี โดย 1 กิโลแคลอรี (kcal) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำหนัก 1 kg มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C

BTU (British Thermal Unit) เป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำหนัก 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°F โดย 1 BTU มีค่าเท่ากับ 0.252 kcal

สาระการเรียนรู้

1. การบ่งบอกสถานะของสสาร
2. ปริมาณความร้อน

สมรรถนะประจำบท

1. บ่งบอกสถานะของสสารได้ถูกต้อง
2. คำนวณหาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสสารได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการบ่งบอกสถานะของสสาร
2. ระบุสถานะของสสาร
3. อธิบายลักษณะการเปลี่ยนสถานะของสสาร
4. คำนวณหาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสสาร

บทที่ 1

การปกป้องสถานะของสสาร

วัตถุประสงค์ในการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศนั้นดูเสมือนจะเป็นอย่างเดียวกัน นั่นคือ **“ความต้องการที่จะทำความเย็นและลดความชื้นให้กับบริเวณใดบริเวณหนึ่งที่กำหนด”** อย่างไรก็ตาม ขอบเขตความต้องการจริงของทั้งสองอุปกรณ์ยังมีข้อปลีกย่อยที่แตกต่างกันออกไป การทำความเย็นมักจะถูกนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม โดยหลักการแล้วการทำความเย็น คือ **“การดึงเอาความร้อนออกไปจากสสาร”** ดังนั้น การทำความเย็นจึงเหมาะสมกับกระบวนการถนอมอาหาร กระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางปิโตรเคมี เป็นต้น

ในลักษณะเดียวกัน การปรับอากาศมีความหมายมากกว่าแค่การทำให้เกิดความเย็นเพียงอย่างเดียว นิยามของการปรับอากาศ หมายถึง **“กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด และการกระจายของอากาศไปพร้อมกัน เพื่อให้เกิดความสบายแก่ผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณที่ได้รับการปรับอากาศนั้น”** ดังนั้น การปรับอากาศจะรวมไปถึงการทำความร้อน การควบคุมความเร็วของอากาศ การแผ่รังสีความร้อน การขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ในอากาศอีกด้วย

ดังนั้น ความเข้าใจที่ว่า **“การทำความเย็นหรือการปรับอากาศ คือ การเป่าความเย็นเข้ามาในบริเวณที่ต้องการทำความเย็น”** เป็นความเข้าใจที่ผิด หลักการสร้างความร้อนให้เกิดขึ้นที่แท้จริงนั้น คือ **“การพาความร้อนจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็นออกไปที่บริเวณอื่น”** ยกตัวอย่างเช่น การที่ผิวหนังรู้สึกเย็นเมื่อทาแอลกอฮอล์ (แม้จะไม่มีลมพัดผ่าน) เพราะแอลกอฮอล์ที่ทานั้นดูดความร้อนบริเวณผิวหนังเพื่อใช้ในการระเหยกลายเป็นไอ เป็นต้น

การจะทำให้เข้าใจถึงเรื่องการทำความเย็นหรือการปรับอากาศนั้น จำเป็นต้องเข้าใจทฤษฎีที่เกิดจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ (ซึ่งเป็นสิ่งที่เข้าใจกันอยู่แล้ว) ดังจะได้อธิบายต่อไป

การบ่งบอกสถานะของสสาร

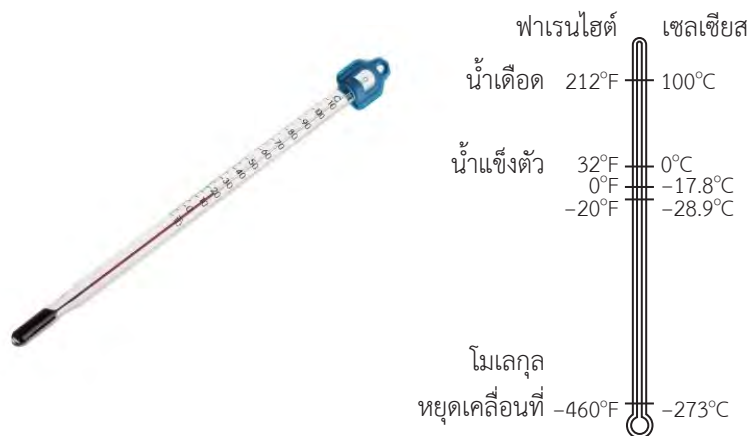


การบ่งบอกสถานะของสสาร เป็นมาตรที่ใช้กำหนดความเป็นอยู่ของสสาร ณ สถานะหนึ่ง และยังเป็นการบอกสมบัติของสารอีกด้วย มาตรฐานที่นิยมใช้ในการบ่งบอกสถานะของสสาร คือ อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร

อุณหภูมิ

อุณหภูมิ (Temperature, T) เป็นมาตรที่ใช้บอกระดับ (Level) ความร้อน ความเย็นของสสาร แต่ไม่ได้บอกปริมาณ (Quantity) โดยตรง ตัวอย่างเช่น ถ้าบอกว่า **“น้ำในอ่างนี้มีอุณหภูมิ 100°C”** คนทั่วไปคงไม่มีใครจุ่มมือลงไปเพราะทราบกันดีว่าน้ำในอ่างนี้ร้อนมาก แต่ถ้าถามต่อไปว่า **“มีความร้อนเท่าไร”** คงตอบไม่ได้ จนกว่าจะได้ทราบมวลความร้อนจำเพาะของน้ำเสียก่อน

เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ คือ **เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)** ดังรูปที่ 1.1 มีลักษณะเป็นหลอดแก้วใสมีขีดแบ่งระดับตามแต่ละมาตรวัด ภายในบรรจุด้วยปรอทซึ่งจะอยู่ที่ด้านปลายเรียกว่า **กระเปาะ** เมื่อมีผลของความรอนมากกระทบที่กระเปาะ ปรอทภายในจะเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (ขยายตัวหรือหดตัว) ไปตามหลอดแก้ว เรียกเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ว่า **แบบกระเปาะแห้ง (Dry Bulb, D.B)**



รูปที่ 1.1 เทอร์โมมิเตอร์

จุดเดือด (Boiling Point, B.P.) คือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอ ณ ความดันค่าหนึ่ง

จุดเยือกแข็ง (Freezing Point, F.P.) คือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ณ ความดันค่าหนึ่ง

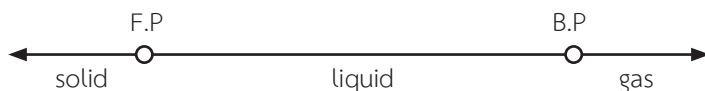
จุดเดือด (Melting Point, M.P.) คือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว ณ ความดันค่าหนึ่ง

จุดทั้งสามจะใช้เป็นตัวกำหนดย่านของสถานะดังนี้

$T < \text{F.P.}$ สถานะของสารจะเป็นของแข็ง (solid, s)

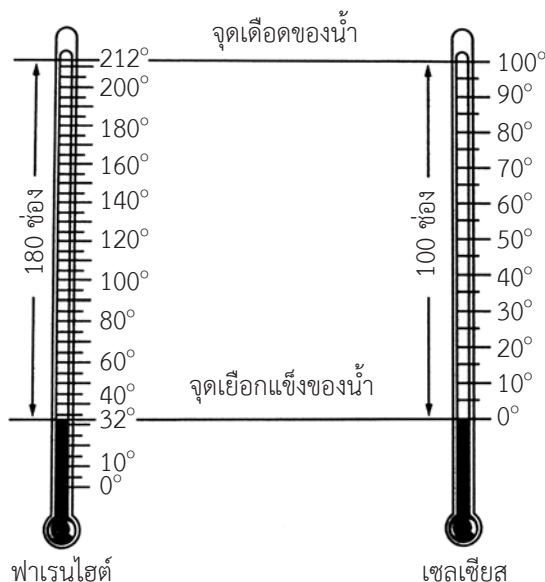
$\text{F.P.} < T < \text{B.P.}$ สถานะของสารจะเป็นของเหลว (liquid, l)

$T > \text{B.P.}$ สถานะของสารจะเป็นของแก๊ส (gas, g)

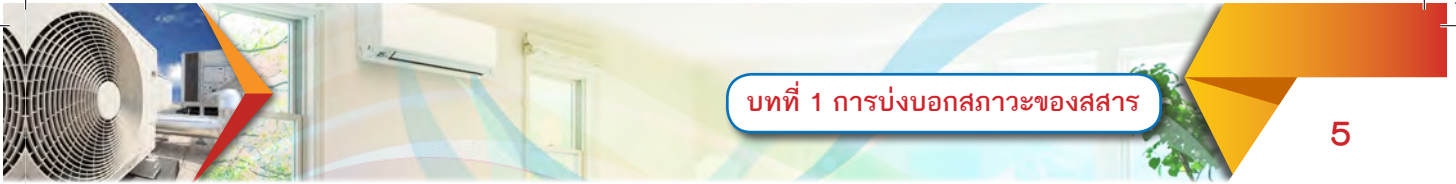


หน่วยที่ใช้ในการบอกระดับความร้อนของอุณหภูมิที่นิยมใช้ในงานปรับอากาศมีอยู่ 2 หน่วย คือ องศาเซลเซียส (Celsius, $^{\circ}\text{C}$) และองศาฟาเรนไฮต์ (Fahrenheit, $^{\circ}\text{F}$)

องศาเซลเซียสแบบระดับการวัดอยู่ในช่วง $0 - 100^{\circ}\text{C}$ ขณะที่องศาฟาเรนไฮต์แบ่งเป็น $32 - 212^{\circ}\text{F}$ โดยการเทียบกับน้ำบริสุทธิ์ที่ความดัน 1 บรรยากาศ กล่าวคือ จุดเดือดของน้ำจะอยู่ที่ 100°C หรือ 212°F และจะมีจุดเยือกแข็ง (หรือหลอมเหลว) ที่ 0°C หรือ 32°F ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของน้ำระหว่างสองมาตรวัด



มีความจริงเกี่ยวกับเทอร์โมมิเตอร์อยู่ประการหนึ่งที่ว่า เทอร์โมมิเตอร์เป็นหลอดแก้วซึ่งบรรจุไว้ด้วยปรอท เป็นสารบริสุทธิ์จึงมีคุณสมบัติ (Properties) คงตัว ดังนั้น ไม่ว่าจะใช้เทอร์โมมิเตอร์สเกลใดวัดอุณหภูมิของสารที่สถานะเดียวกัน ระดับปรอทจะต้องขึ้นไปได้สูงเท่ากัน แต่ค่าที่อ่านได้จะต่างกันเนื่องจากสเกลถูกแบ่งไว้ต่างกัน ดังนั้น จึงสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\frac{\text{Scale} - \text{F.R}}{\text{B.P} - \text{F.P}} = \text{คงที่}$$

สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสเกลต่าง ๆ ได้เป็น

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

คูณตลอดด้วย 20 จะได้

$$\frac{(20) C}{100} = \frac{20 (F - 32)}{180}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

ดังนั้น การแปลงหน่วยระหว่างองศาทั้งสองกระทำได้โดยใช้ความสัมพันธ์

$$^{\circ}\text{F} = 1.8 (^{\circ}\text{C}) + 32 \quad (1.1)$$

โดยที่ C คือ อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส

F คือ อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์แบบฟาเรนไฮต์

ตัวอย่างที่ 1.1 สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งมีจุดเดือด 40°C และจุดเยือกแข็งที่ -15°C สารดังกล่าวนี้ที่อุณหภูมิ -5°C จะมีสถานะอย่างไร

วิธีทำ เขียนช่วงอุณหภูมิของสาร



พบว่า -5°C อยู่ในช่วงระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง ดังนั้น สารนี้ ณ อุณหภูมิ -5°C จึงมีสถานะเป็นของเหลว

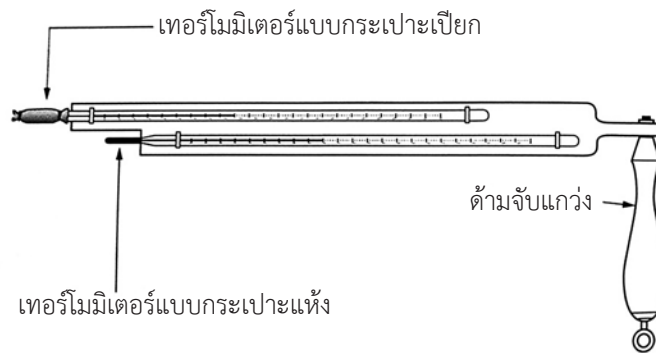
ตัวอย่างที่ 1.2 เทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งอ่านค่าอุณหภูมิได้ 30°C จะอ่านค่าได้เท่าไรในหน่วย $^{\circ}\text{F}$

วิธีทำ จากสมการที่ 1.1

$$^{\circ}\text{F} = 1.8 (^{\circ}\text{C}) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 1.8 (30) + 32 = 86$$

นอกจากนี้เทอร์โมมิเตอร์ยังสามารถนำมาใช้วัดระดับความชื้นได้อีกด้วย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **สลิงไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer)** ดังรูป 1.3 ซึ่งเป็นชุดของเทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน อันหนึ่งเป็นกระเปาะแห้งส่วนอีกอันจะเป็นแบบกระเปาะเปียก



รูปที่ 1.3 สลิ่งไซโครมิเตอร์

กระเปาะ (Bulb) หมายถึง ส่วนที่อยู่ล่างสุดของเทอร์โมมิเตอร์ ทำหน้าที่รับและคายความร้อนให้กับปรอท **กระเปาะแห้ง (Dry Bulb)** หมายถึง กระเปาะที่บรรจุปรอทที่มีความแห้ง ไม่มีสิ่งที่เปียกชื้นห่อหุ้มอยู่ อุณหภูมิที่ได้จากกระเปาะแห้งเป็นอุณหภูมิที่วัดได้ในขณะนั้นและในสถานที่นั้น ขณะที่ **กระเปาะเปียก (Wet Bulb)** หมายถึง กระเปาะที่บรรจุปรอทที่ถูกหุ้มด้วยผ้าหรือสำลีสูดน้ำพันไว้รอบ ๆ

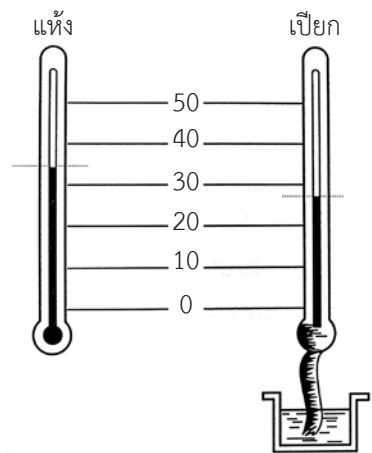
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) คือ อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์โดยทั่วไป ในขณะที่เทอร์โมมิเตอร์ใช้ในการวัดแห้งสนิท ค่าที่ได้ใช้ตัวย่อว่า DB

อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) คือ อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ในขณะที่ใช้ผ้าหรือสำลีสูดน้ำหุ้มไว้รอบกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ และทำการแกว่งเทอร์โมมิเตอร์เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนให้เร็วขึ้นระหว่างอากาศกับผ้าหรือสำลีสูดน้ำ ผลของการแกว่งจะทำให้อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ลดลงอย่างรวดเร็วในตอนแรก และจะค่อย ๆ ลดลงจนหยุดนิ่งถึงแม้ว่าจะแกว่งต่อไปอีก ซึ่งแสดงว่าความชื้นในบรรยากาศมีค่าเท่ากับความชื้นของผ้าหรือสำลีสูดน้ำ อุณหภูมิในที่นี่จะใช้เป็นตัวเปรียบเทียบความชื้นในบรรยากาศ ใช้ตัวย่อว่า WB

- ถ้า DB เท่ากับหรือใกล้เคียง WB แสดงว่าความชื้นในบรรยากาศมีน้อย
- ถ้า DB แตกต่างจาก WB มาก แสดงว่าความชื้นในบรรยากาศมีมาก

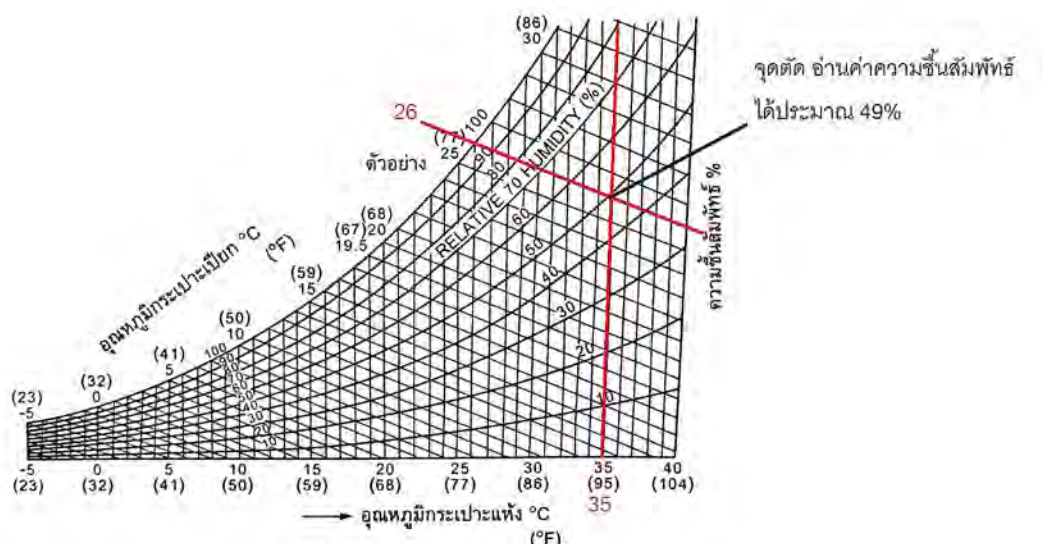
ผลต่างระหว่าง DB และ WB เรียกว่า **WB Depression** โดยผลต่างอุณหภูมิของทั้งสองกระเปาะสามารถกำหนดลงบนแผนภาพไซโครเมตริกเพื่อหาค่าความชื้นได้

ตัวอย่างที่ 1.3 วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งของห้องโดยสารรถยนต์คันหนึ่งได้ดังรูปที่ 1.4 จงหาความชื้นสัมพัทธ์ของห้องโดยสารรถยนต์ดังกล่าว



รูปที่ 1.4 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.3

วิธีทำ จากรูปที่ 1.4 ประมาณอุณหภูมิกระเปาะแห้งได้ 35°C และกระเปาะเปียกได้ 26°C กำหนดจุดตัดจากอุณหภูมิทั้งสองบนแผนภาพไซโครเมตริก ได้ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 49%



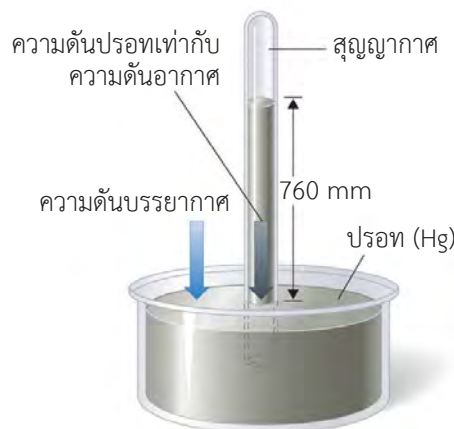
รูปที่ 1.5 แผนภาพไซโครเมตริกแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิอิ่มตัว (Saturation Temperature) หมายถึง อุณหภูมิของของเหลวที่จะเปลี่ยนไปเป็นไอ หรือเป็นจุดที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะการเดือด (Boiling Temperature) อุณหภูมิอิ่มตัวของสารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เช่น เหล็กกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ $4,450^{\circ}\text{F}$ ทองแดง $4,250^{\circ}\text{F}$ ตะกั่ว $3,000^{\circ}\text{F}$ น้ำ 212°F แอลกอฮอล์ 170°F แอมโมเนีย -28°F ออกซิเจน -295°F ฮีเลียม -452°F ในระบบเครื่องเย็นอุณหภูมิอิ่มตัวของสารทำความเย็นในเครื่องเย็น คือ จุดที่สารทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอหมด

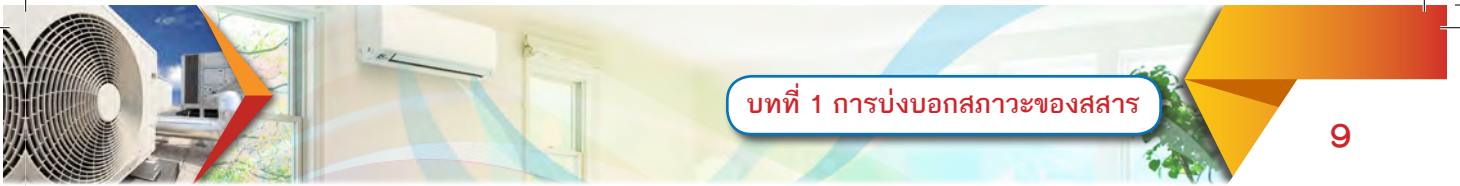
ความดัน

จากหัวข้อของอุณหภูมิได้กล่าวไปแล้วว่า **“น้ำจะเดือดที่ 100°C เมื่อความดันเท่ากับ 1 บรรยากาศ”** ดังนั้น บนยอดเขาที่มีระดับความสูงมากความดันจะลดต่ำลง จึงไม่สามารถต้มน้ำให้เดือดได้ที่ 100°C ได้ เช่น ที่ยอดเขาหิมาลัยซึ่งมีความดันเพียง 0.32 บรรยากาศ สามารถต้มน้ำให้เดือดได้ที่อุณหภูมิเพียง 71°C เป็นต้น ดังนั้น จึงจะเห็นได้ว่า ระดับของความดันจะแปรผันตามระดับของอุณหภูมินั่นเอง

ความดัน (Pressure, P) คือ แรงที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้น หน่วยของความดันจึงเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) ตามระบบ SI หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (lb/in^2) ตามหน่วยอังกฤษ ระดับความดันที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ ความดันที่ระดับน้ำทะเลซึ่งถือว่ามีค่า 1 บรรยากาศ (atm) ความดันระดับนี้สามารถดันให้ปรอทซึ่งบรรจุในหลอดแก้วสูงขึ้น 760 mm หรือดันน้ำให้สูงขึ้น 10.33 m ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ความดัน 1 บรรยากาศในหลอดแก้ว



การเปลี่ยนแปลงหน่วยของความดันกระทำได้โดยความสัมพันธ์

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 10.33 \text{ mH}_2\text{O} = 101325 \text{ N/m}^2 = 14.7 \text{ lb/in}^2 \quad (1.2)$$

ความดันแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure, abs) และความดันเกจ (Gage Pressure, G) อธิบายดังนี้

ความดันสัมบูรณ์ คือ ความดันที่นับเริ่มต้นจากสุญญากาศ กล่าวคือ นับ 0 จากสถานะที่ไม่มี ความดันเลย ความดันชนิดนี้นิยมใช้ในแผนภูมิ $P - h$

ความดันเกจ คือ ความดันที่นับเริ่มต้นจากความดันบรรยากาศ กล่าวคือ นับ 0 ต่อจากความดันบรรยากาศ ความดันชนิดนี้ได้จากการอ่านค่าจากมาตรวัดต่าง ๆ

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างความดันทั้งสองสรุปได้เป็น

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันเกจ} + \text{ความดันบรรยากาศ} \quad (1.3)$$

โดยทั่วไป มาตราที่ใช้วัดความดันในระบบเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศจะเป็น $\text{kgf/cm}^2 \text{ G}$ จึงอาจจะเขียนความสัมพันธ์ใหม่ได้เป็น

$$\text{ความดันสัมบูรณ์ (kgf/cm}^2 \text{ abs)} = \text{ความดันเกจ (kgf/cm}^2 \text{ G)} + 1.033 \quad (1.4)$$

การบอกค่าความดันจะเป็นความดันสัมบูรณ์ แต่จะละไว้ในฐานที่เข้าใจโดยไม่เขียน abs บอกไว้

ตัวอย่างที่ 1.4 จงหาความดันสัมบูรณ์ของสารทำความเย็นเบอร์ 12 ถ้าเกจวัดในระบบอ่านค่าได้ $2 \text{ kgf/cm}^2 \text{ G}$

วิธีทำ จากความสัมพันธ์ ความดันสัมบูรณ์ ($\text{kgf/cm}^2 \text{ abs}$) = ความดันเกจ ($\text{kgf/cm}^2 \text{ G}$) + 1.033

ดังนั้น ความดันสัมบูรณ์ = $2 \text{ kgf/cm}^2 \text{ G} + 1.033 = 3.033 \text{ kgf/cm}^2 \text{ abs}$

ปริมาตร

เป็นสิ่งที่ใช้กำหนดมิติของสสาร นิยมใช้ลักษณะของลูกบาศก์เป็นตัวกำหนด เช่น ลูกบาศก์เมตร เป็นต้น

สสารที่ใช้ในระบบปรับอากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในสถานะของเหลวและไอ ซึ่งไม่สามารถที่จะกำหนด ปริมาตรโดยตรงได้ การกำหนดปริมาตรจึงวัดจากภาชนะที่บรรจุอยู่

ปริมาณความร้อน



ความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง สามารถวัดปริมาณออกมาได้เป็นแคลอรี โดยที่ 1 กิโลแคลอรี (kcal) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำที่หนัก 1 kg มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C จาก 14.5°C เป็น 15.5°C อีกหน่วยหนึ่งที่ยอมรับใช้กันในงานทางเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ คือ BTU (British Thermal Unit) ซึ่งเป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำที่หนัก 1 ปอนด์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°F จาก 68°F เป็น 69°F โดยที่ 1 BTU มีค่าเท่ากับ 0.252 kcal

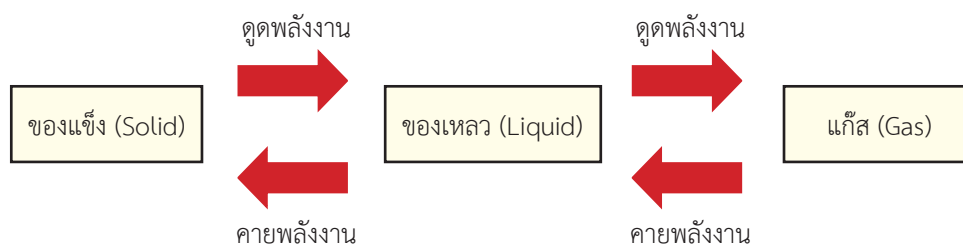
ความร้อนจำเพาะ

ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่อ 1°C

สสารที่มีค่าความร้อนจำเพาะต่ำจะใช้ปริมาณความร้อนน้อยในการเพิ่มอุณหภูมิและสามารถคายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว เพราะเหตุนี้ทองแดงจึงนิยมนำมาใช้เป็นหัวแรงสำหรับบัดกรีโลหะต่าง ๆ

ลักษณะการเปลี่ยนสถานะของสสาร

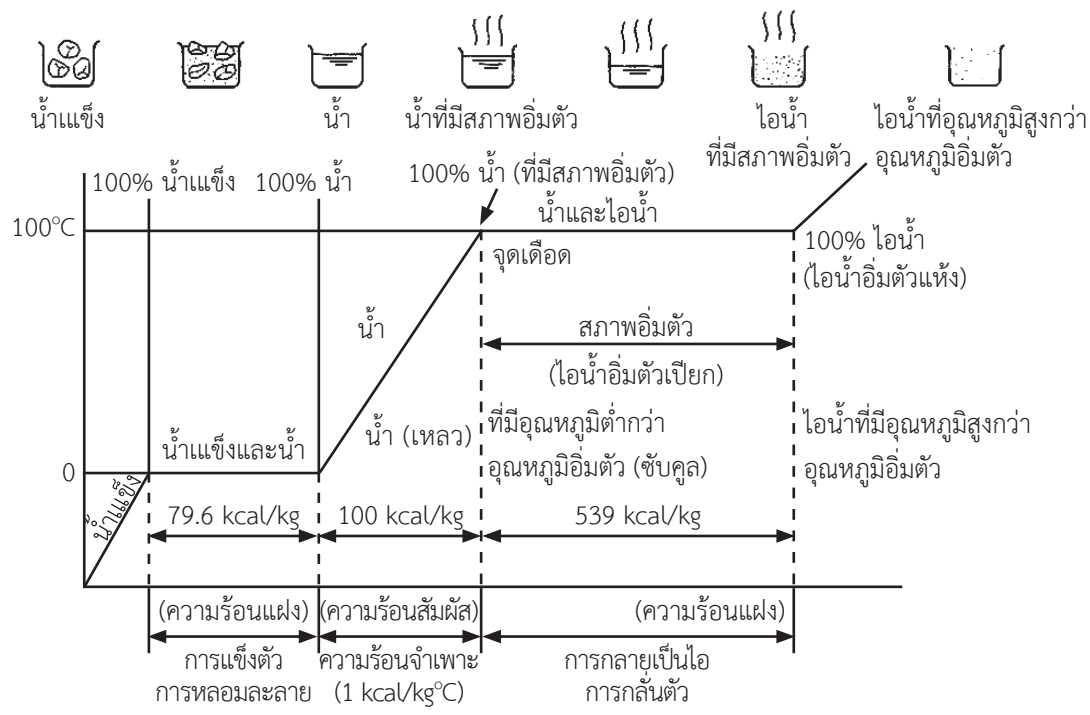
สสารเกือบจะทุกชนิดสามารถดำรงอยู่ได้ในทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (ยกเว้น สสารบางชนิดที่มีลักษณะของการระเหิด) สสารสามารถเปลี่ยนสถานะไปมาระหว่างทั้ง 3 สถานะได้โดยการนำพลังงาน (โดยมากเป็นพลังงานความร้อน) เข้ามาเกี่ยวข้อง เรียกปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินี้ว่า **การเปลี่ยนสถานะทางฟิสิกส์ของสสาร** ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 การเปลี่ยนสถานะทางฟิสิกส์ของสสาร

พิจารณาการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งที่ 0°C ให้กลายเป็นไอน้ำที่ 100°C จากรูปที่ 1.3 ทำให้ทราบว่า ต้องมีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อใช้ในกระบวนการนี้ แต่จะพบว่ากระบวนการดังกล่าวไม่สามารถเสร็จสิ้นได้ในขั้นตอนเดียว กล่าวคือ เมื่อเริ่มให้ความร้อนน้ำแข็งที่ 0°C จะค่อย ๆ ละลายเพื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน โดยที่อุณหภูมียังคงเป็น 0°C เท่าเดิม

จากนั้น เมื่อน้ำแข็งละลายกลายเป็นน้ำที่ 0°C อุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไปจนกระทั่งถึงจุดเดือดที่ 100°C โดยที่ไม่เปลี่ยนสถานะแล้ว จึงเปลี่ยนสถานะจากน้ำที่ 100°C กลายเป็นไอน้ำที่ 100°C ในที่สุด ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ

เมื่อวิเคราะห์กระบวนการในข้างต้นพบว่า ลักษณะของการใช้ความร้อนในการเปลี่ยนแปลงมี 2 ลักษณะ คือ ความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยน เรียกลักษณะความร้อนนี้ว่า **ความร้อนแฝง (Latent Heat)** และความร้อนที่ใช้เปลี่ยนอุณหภูมิโดยที่สถานะไม่เปลี่ยน เรียกลักษณะความร้อนนี้ว่า **ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)**

การเปลี่ยนสถานะของสสารมี 2 ลักษณะ คือ เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ ดังนั้น ค่าความร้อนแฝงที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจึงมี 2 ชนิด คือ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวและค่าความร้อนแฝงของการระเหยตามลำดับ สรุปความสัมพันธ์เป็นสูตรได้ดังนี้

L.H.

=

mL

(1.5)

S.H.

=

mcΔT

(1.6)