

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 1
	วิชา เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ1 รหัส 2104-2110	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น	จำนวน 6 คาบ
1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้มีความเข้าใจประวัติและวิวัฒนาการของการทำความเย็น 2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการทำความเย็นระบบต่าง ๆ รวมทั้งประโยชน์ของการทำความเย็น จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายประวัติและวิวัฒนาการการทำความเย็น 2. จำแนกหลักการทำความเย็นระบบต่าง ๆ ได้ 3. อธิบายหลักการของการทำความเย็นแบบอัดไอได้ถูกต้อง 4. เขียนวงจรการทำงานของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอได้ 5. บอกประโยชน์ของการทำความเย็นได้ 6. มีความตั้งใจในการเล่าเรียนสูง ตรงต่อเวลา และมีความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมายได้อย่างถูกต้อง 1.1 ประวัติและวิวัฒนาการของการทำความเย็น 1.1.1 ประวัติการทำความเย็น การทำความเย็นในสมัยก่อนจะใช้น้ำแข็งธรรมชาติในการเก็บรักษาอาหาร และถนอมอาหาร 1.1.1.1 วิธีการเก็บอาหาร 1) โดยการทำอาหารให้ร้อน หรือสุก 2) โดยการลดความชื้น ภายในอาหารลง 3) โดยวิธีใช้สารเคมี 4) โดยวิธีการลดความชื้นของเนื้ออาหารลง		

1.1.1.2 การทำความเย็นน้ำแข็งธรรมชาติ

ผู้แนะนำให้ชาวโลกได้รู้จักน้ำแข็งเป็นบุคคลแรก ก็คือ นาย Frederic Tudor และเป็นบุคคลที่คิดหาวิธีการเคลื่อนย้ายก้อนน้ำแข็งได้สำเร็จในปี ค.ศ. 1806

ผู้แนะนำการใช้น้ำแข็งมาเติมรสของเครื่องดื่มได้ เป็นชาวจีน ชื่อ Shi ching

เช่นเดียวกับชาวกรีกและโรมันรู้ถึงวิธีสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้หิมะอัดให้แน่น ทำเป็นห้องหรือรู และใช้นวนจำพวกหญ้า หรือดินมาพอกป้องกันการละลายและทำเป็นที่เก็บอาหารภายใน

ต่อมาชาวอินเดีย ชาวอียิปต์ ได้คิดผลิตน้ำแข็งธรรมชาติโดยการตักน้ำใส่ตุ่มหรือภาชนะ แล้วทิ้งไว้ในรูที่ขุดขึ้นหรือวางไว้ที่บนพื้นดินตลอดคือการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี จะทำให้น้ำแข็งจนกลายเป็นน้ำแข็งในที่สุด

1.1.2 วิทยาการการทำความเย็น

1.1.2.1 การทำความเย็นในศตวรรษที่19

ปี ค.ศ. 1834 ได้มีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ เครื่องทำน้ำแข็งระบบที่ใช้กำลังอัด (Compression System) เป็นครั้งแรก คือ Jacop Perkins) ชาวอเมริกัน

ปี ค.ศ. 1851 ได้มีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ เครื่องทำน้ำแข็ง ที่ออกแบบโครง สร้างโดยการใช้อากาศ เป็นสารความเย็นคือ Dr. John Gorrie

ชาว รัฐฟลอริดา และ ศ. Ac Twining แห่ง New Haven ได้พัฒนาเครื่องทำความเย็น ชนิด SulFuric Ether Machine เป็นชื่อ Gorrie's

ปี ค.ศ. 1853 Dr. James Harrison แห่ง ออสเตรเลียได้ปรับปรุงเครื่องทำ ความเย็น ชนิด Sulfuic Ether

ปี ค.ศ. 1860 ได้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องเย็นเพื่ออุตสาหกรรม

ปี ค.ศ. 1861 Dr. Alexander Kirk ชาวอังกฤษได้สร้างเครื่องจักรที่ใช้อากาศ เย็น (Cold Air Machine)

ปี ค.ศ. 1890 เครื่องทำความเย็น De La , Vergene ได้ปรากฏโฉมออกสู่ตลาด โดยคอมเพรสเซอร์ยังใช้ชุดด้วยระบบไอน้ำ

และในช่วงระหว่างสงครามกลางเมืองของสหรัฐ (Civil War) มีวิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อ Ferdinand Carre ได้แนะนำระบบเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Type System

1.1.2.2 การทำความเย็นในต้นศตวรรษที่ 20

- ปี คศ. 1903 จัดตั้ง องค์การร่วมมือทางเครื่องทำความเย็น
(Refrigeration Machinery Association) ย่อ (RMA)
- ปี คศ. 1904 ที่ตึก Stock Exchnge ในนครนิวยอร์ก สามารถติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศได้
ถึง 450 ตัน และในเวลาเดียวกันมีการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศขนาดเดียวกันนี้ที่
โรงพยาบาลในเยอรมันด้วย
- ปี คศ. 1905 Gardner T. Vdorhees จดทะเบียนลิขสิทธิ์ คอมเพรสเซอร์ Multiple Effect ซึ่งสาร
ทำความเย็นที่เป็นแก๊สจากท่อขดลวดเย็นหลาย ๆ ท่อ ที่มีแรงดันต่างกันสามารถดูดเข้า
ในคอมเพรสเซอร์ ชนิดนี้ได้
- ปี คศ. 1911 การสร้างคอมเพรสเซอร์ ได้วิวัฒนาการไปมาก สามารถสร้างให้มีความเร็วสูงระหว่าง
100 ถึง 900 rpm
- ปี คศ. 1915 การสร้างคอมเพรสเซอร์สามารถสร้างระบบเครื่องทำความเย็นชนิดใช้
คอมเพรสเซอร์ 2 ชุด (Two Stage Compressor) ใช้งานได้
- ปี คศ. 1940 ได้มีผู้คิดค้นระบบเครื่องทำความเย็นชนิดใช้คอมเพรสเซอร์ แบบโรตารี (Rotary)
ขึ้น ซึ่งเริ่มแพร่หลายในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2

1.1.2.3 การทำความเย็นที่ใช้ในครัวเรือน

- ปี คศ. 1910 ตู้เย็น ตู้แช่ เริ่มผลิตออกสู่ตลาดเป็นครั้งแรก
- ปี คศ. 1913 J.M. Larsen ผลิตตู้เย็นที่ทำงานโดยอาศัยแรงคน (แบบคันโยก) เป็นครั้งแรก
- ปี คศ. 1918 บริษัทเคลวินเตอร์ (Kelvinator) จึงได้ผลิตตู้เย็นแบบอัดโนมัตขึ้น เป็นบริษัทแรก
ที่ออกสู่ตลาด ช่วงปี 1918-1920 จำนวน 267 เครื่อง

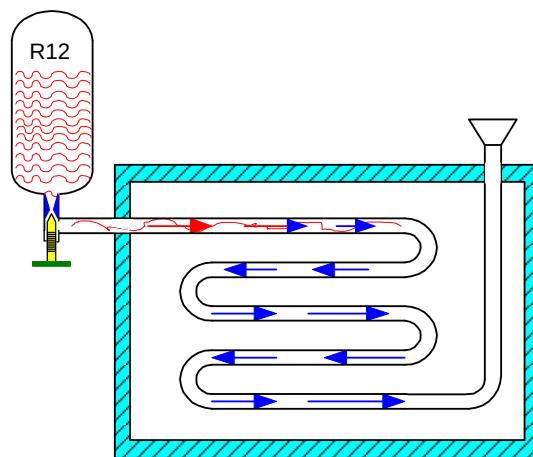
จากนั้นได้มีบริษัท เจเนอรัลอิเล็กทริก (General Electric) ซึ่งแต่เดิม
ผลิตเครื่องเสียงอย่างเดียว ได้ใช้เวลาทดสอบเกี่ยวกับระบบเครื่องเย็นเป็นเวลา 11 ปี จึงได้ผลิตตู้เย็นชนิดที่
ใช้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเชื่อมปิดสนิท (Hermetic Compressor) ออกขายในปี 1926

ตอนต้นปี 1920 ตู้เย็นเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต่อผู้ใช่มาก ในอเมริกัน
บริษัท อีเล็กโทรลักซ์ผลิตตู้เย็นน้ำมันก๊าด และตู้เย็นที่ใช้แก๊ส

1.2 หลักการของการทำความเย็นระบบต่าง ๆ

1.2.1 หลักการทำความเย็นแบบเปิดทิ้ง

EVAPORATION คือ การทำงานโดยวิธีดูดความร้อน เช่น คนที่เล่นกีฬามีเหงื่อออกมาเมื่อลมพัดผ่านผิวหนังก็จะรู้สึกเย็น ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าลมพัดผ่านดูดความร้อนออกทำให้เหงื่อระเหยไป การทำความเย็นในระบบเครื่องทำความเย็นก็คล้ายแบบนี้ ซึ่งเป็นพื้นฐานแบบระบบเปิด เช่น สารทำความเย็น R 12 ที่บรรจุในถังปิด มีจุดเดือดที่ -29.44°C (-21°F) ที่ความดันบรรยากาศซึ่งมีอุณหภูมิมากกว่า -29.44°C มากมาย ก็จะทำให้สารทำความเย็นดูดความร้อนจากบรรยากาศแล้วเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ ดูรูปที่ 1.1 แสดงขั้นตอนวิธีทำความเย็น



รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานความเย็นแบบเปิด

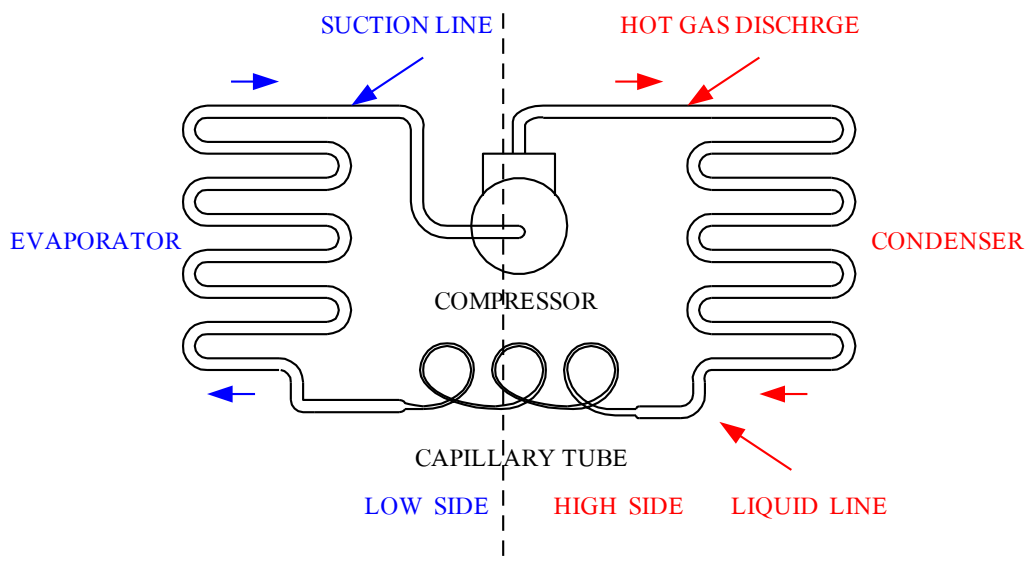
สมมุติว่าในถังสารทำความเย็นมีความดัน 4.84 บาร์ (70.2 PSIG) อุณหภูมิ 21.1°C (70°C) เมื่อลิ้นของถังถูกเปิดออกเล็กน้อยสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวก็ไหลเข้าไปในขดทำความเย็นโดยที่ความดันภายในขดทำความเย็นมีค่า 1.013 บาร์ (0 PSIG) สารทำความเย็นในขดทำความเย็นนี้จะเริ่มเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ ซึ่งการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอนี้เกิดจากสารทำความเย็น ดูดความร้อนจากภายนอกขดทำความเย็น และจะทำให้อุณหภูมิของขดทำความเย็นลดต่ำลงไปด้วย หลักการที่อธิบายมาแล้ว เป็นการทำความเย็นแบบพื้นฐาน และการทำความเย็นแบบนี้มักจะทำให้เปลืองสารความเย็น เนื่องจากการไม่มีการหมุนเวียนของสารทำความเย็น

1.2.2 หลักการทำความเย็นชนิดอัดไอ

มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ระบบ คือ

1.2.2.1 ระบบท่อสารทำความเย็น

ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้บรรจุสารทำความเย็นโดยต่อรูปอุปกรณ์ซึ่งเป็นท่อทองแดงให้เป็นวงจรดังรูปที่ 1.2 เป็นระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ที่มีความดันอยู่ 2 ค่า คือ ความดันสูง (High side pressure) กับความดันต่ำ (Low side Pressure)



รูปที่ 1.2 แสดงภาพการทำงานการทำความเย็นแบบพื้นฐาน

1.2.2.1.1 อุปกรณ์ทางด้านความดันด้านสูง

- 1) อุปกรณ์ควบแน่น ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากไอกลายเป็นของเหลว
- 2) ท่อสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลว ทำหน้าที่ป้อนสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวความดันสูงให้เข้าอุปกรณ์ลดความดันที่เรียกว่า แคปิลลารีทิว (Capillary Tube)

1.2.2.1.2 อุปกรณ์ทางด้านความดันต่ำ

- 1) อีวโปเรเตอร์ ทำหน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ที่ต้องการทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นที่อยู่ภายในเปลี่ยนสถานะเปลี่ยนจากของเหลวกลายเป็นไอ

2) แคลปฟิลลารีทิว ทำหน้าที่ลดความดันจาก

สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลว โดยอาศัยความเสียดทานในท่อจากของเหลวที่มาจากอุปกรณ์ควบแน่น แล้วส่งต่อไปยังอีแวปโปเรเตอร์ (Evaporator)

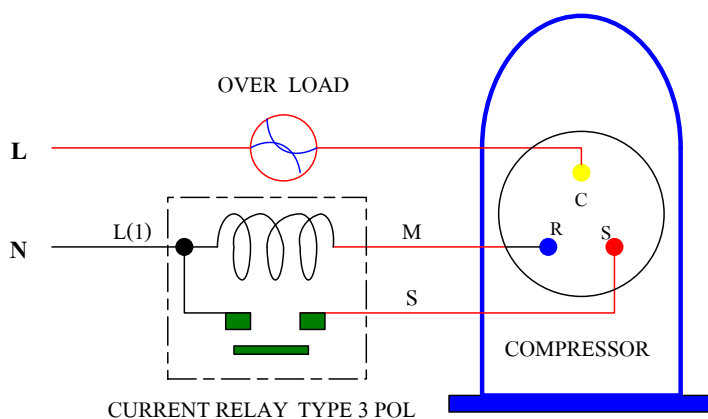
การทำงานของระบบ

จากรูปที่ 1.2 เมื่อเครื่องอัดทำงานมันจะดูดสารทำความเย็นจากอีแวปโปเรเตอร์ ในขณะเดียวกันก็จะอัดสารทำความเย็นให้กลายเป็นไอที่มีความดันสูงแล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ควบแน่น สารทำความเย็นก่อนเข้าอุปกรณ์ควบแน่นจะมีอุณหภูมิสูง ดังนั้นจะมีการถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นไปยังอากาศที่อยู่รอบนอกของอุปกรณ์ควบแน่น (อาจจะเป็นน้ำก็ได้ถ้าเป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ) ซึ่งเป็นผลทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของเหลวแต่ยังมีความดันสูง

สารทำความเย็นเมื่อไหลออกจากอุปกรณ์ควบแน่นก็จะไหลเข้าไปในอุปกรณ์ลดความดัน ซึ่งเรียกว่า แคลปฟิลลารีทิว ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อเล็ก ๆ และยาวทำให้สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลว ถูกลดความดันลงให้กลายเป็นของเหลวความดันต่ำ แล้วส่งไปยังอีแวปโปเรเตอร์ ในอีแวปโปเรเตอร์ สารทำความเย็นก็จะดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็นที่อยู่ ภายนอกของอีแวปโปเรเตอร์เข้ามายังสารทำความเย็นทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ แต่ความดันยังคงเดิม สารทำความเย็นที่เป็นไอนี้ก็จะถูกเครื่องอัดดูดเข้าข้างในเครื่องอัดอีก เป็นการสิ้นสุดในหนึ่งวัฏจักรของการทำความเย็น และการทำความเย็นก็ดำเนินไปเรื่อย ๆ จนกระทั่ง เครื่องอัดหยุดทำงานจึงจะสิ้นชนขบวนการทำความเย็น

1.2.2.2.1 ระบบไฟฟ้า

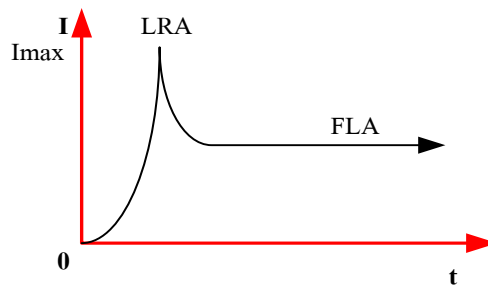
ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ที่ใช้ในการขับเคลื่อนของระบบสารทำความเย็น โดยมีตัวขับเคลื่อนคือ คอมเพรสเซอร์ ซึ่งมีวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงวงจรไฟฟ้าควบคุมคอมเพรสเซอร์ ขนาด 1/8 HP

การทำงานของระบบวงจรไฟฟ้าควบคุมคอมเพรสเซอร์

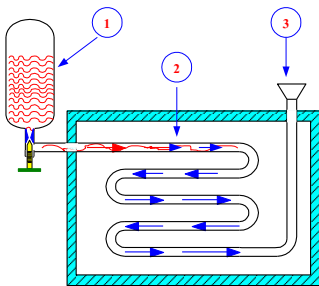
ตามรูปที่ 1.3 เป็นการแสดงวงจรไฟฟ้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ขนาด 1/8 HP โดยมีการทำงานดังนี้ เมื่อจ่ายไฟฟ้าผ่านทางขั้ว L จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน OVER LOAD เข้าขั้ว C ของคอมเพรสเซอร์ ออก ที่ขั้ว R และ S เมื่อออกที่ขั้ว R จะผ่าน ขั้ว M แล้วผ่านขดลวดของ Current Relay ครบวงจรที่ขั้ว N และกระแสที่ขั้ว S ก็จะไหลผ่าน ขั้ว S ของ Current Relay แล้วไปค้างที่หน้าสัมผัสของ Current Relay เมื่อมอเตอร์พยายามที่จะหมุนทำให้มีกระแสที่สูงขึ้น ขณะเดียวกันกระแสที่เพิ่มขึ้นที่ไหลผ่านขดลวดของ Current Relay ก็จะทำให้สร้างสนามแม่เหล็กมากขึ้น ทำให้แผ่นโลหะที่หน้าสัมผัสต่อดักกัน ทำให้ขั้ว S ครอบวงจร เป็นทำให้มอเตอร์หมุน เมื่อมอเตอร์หมุนแล้วตามคุณสมบัติของมอเตอร์จะทำให้กระแสลดเป็นผลทำให้แผ่นโลหะที่หน้าสัมผัสจากออก ทำให้ขดลวด S ไม่มีกระแสไหลผ่าน แต่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ก็ยังหมุนปกติ

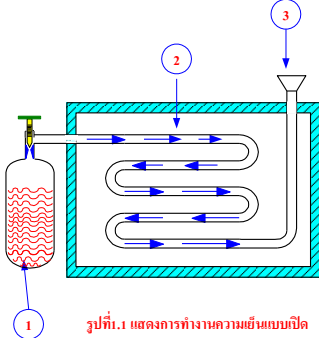
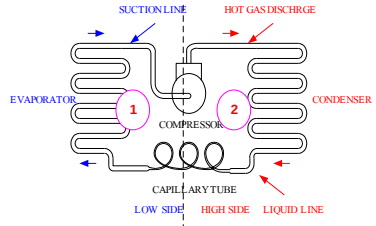


รูปที่ 1.3.1 แสดงคุณสมบัติของกระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทมอเตอร์

1.3 ประโยชน์ของการทำความเย็น

- 1.3.1 การผลิต การเก็บ และการจำหน่ายอาหาร
- 1.3.2 การใช้โดยเฉพาะ (การแพทย์ , ลานสเก็ต ฯลฯ)
- 1.3.3 การปรับอากาศ

	ใบคำถาม		หน่วยที่ 1
	วิชา เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ รหัส 2104-2110		สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น		จำนวน 6 คาบ
ลำดับที่	คำถาม	ชนิดคำถาม	คำตอบที่คาดหวัง
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน			
1	นักศึกษาทุกคนเกิดมาจากใครกับใคร	แนวเดียว	คุณพ่อ กับคุณแม่
2	แล้วคุณพ่อเป็นลูกของใคร	แนวเดียว	คุณปู่
3	แล้วคุณปู่เป็นลูกของใคร	แนวเดียว	คุณทวด
4	แล้วคุณทวดเป็นลูกของใคร มีชื่อว่า	แนวเดียว	เรียกถามนักศึกษาคนใดคนหนึ่ง
5	สิ่งที่ถามเหล่านี้เรียกว่า	แนวเดียว	ประวัติตระกูล
ขั้นให้เนื้อหา			
6	สมัยก่อนเขาใช้อะไรทำความเย็น	หลายแนว	น้ำแข็ง
7	น้ำแข็งสมัยก่อนใช้ทำอะไร	หลายแนว	การเก็บรักษาอาหารและการถนอมอาหาร
8	วิธีการเก็บอาหารมีอะไรบ้าง	หลายแนว	1. โดยการทำให้อุ่นหรือสุก 2. โดยการลดความชื้นภายในอาหารลง 3. โดยการใช้สารเคมี 4. โดยการหมักดอง
9	จากรูปหมายเลขใดมีอุณหภูมิเย็น	ความรู้,ความจำ	หมายเลข 2
 รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบปิด			

ลำดับที่	คำถาม	ชนิดคำถาม	คำตอบที่คาดหวัง
10	จากรูปหมายเลขใดมีอุณหภูมิเย็น  รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของระบบทำความเย็นแบบเปิด	ความรู้,ความจำ	ไม่มีหมายเลขใดเย็น
11	จากรูปหมายเลขใดร้อนหมายเลขใดเย็น  รูปที่ 1.2 แสดงการทำงานของระบบทำความเย็นแบบปิด	ความรู้,ความจำ	หมายเลข 1 เย็น หมายเลข 2 ร้อน
12	จากรูปข้อ 11 หมายเลขใดมีแรงดันสูงและแรงดันต่ำ	ความรู้,ความจำ	หมายเลข 1 แรงดันต่ำ หมายเลข 2 แรงดันสูง
13	อุปกรณ์ทางด้านแรงดันสูงมีอะไรบ้าง	ความรู้,ความจำ	1.คอนเดนเซอร์ 2.ท่อสารความเย็น
14	อุปกรณ์ทางด้านแรงดันต่ำมีอะไรบ้าง	ความรู้,ความจำ	1.อีแวปโปเรเตอร์ 2.แคปพิลารีทิว
15	เราใช้การทำความเย็นไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง	หลายแนว	1.การผลิต การเก็บ และการถนอมอาหาร 2.การใช้โดยเฉพาะทาง(การแพทย์ , ลานสเก็ต, ฯลฯ) 3.การปรับอากาศ