

問題用紙は、試験監督員からの開始の指示があるまで
一切開かないでください。

令和 7 年度

第一種冷凍機械

学 識 試 験 問 題

GZ

試験時間 13:30 ～ 15:30

注 意 事 項

- (1) 配布された問題用紙の種類（左上に黒地白文字で示しています。）が受験する試験の種類に間違いがないか、また、問題用紙と受験番号札の色が合致しているかどうか、必ず確認してください。
万一、異なる場合は、速やかに試験監督員に申し出てください。
- (2) 解答は、問題ごとの「解答用紙」に記入してください。
別問題の「解答用紙」に解答した場合、その解答は無効となりますので、記入を間違えないように注意してください。
- (3) 「解答用紙」は、採点の際に問題ごとに切り離しますので、すべての解答用紙に「受験番号」、「氏名」を必ず記入してください。
- (4) 試験問題に関する質問にはお答えできません。
- (5) 「問題用紙」および「解答用紙」は、試験監督員の指示に従い必ず提出してください。

一冷(学)GZ

問 1 R 404 A を冷媒とする中間冷却器を有する二段圧縮二段膨張の冷凍装置を、下記の条件で運転する。この装置の冷凍能力が 100 kW であるとき、次の (1) から (3) の間に解答用紙の所定欄に計算式を示して答えよ。

ただし、圧縮機の機械的摩擦損失仕事は吐出しガスに熱として加わるものとする。
また、配管での熱の出入りおよび圧力損失はないものとする。

(20 点)

(理論冷凍サイクルの運転条件)

低段圧縮機吸込み蒸気の比エンタルピー	$h_1 = 360 \text{ kJ/kg}$
低段圧縮機の断熱圧縮後の吐出しガスの比エンタルピー	$h_2 = 385 \text{ kJ/kg}$
高段圧縮機吸込み蒸気の比エンタルピー	$h_3 = 365 \text{ kJ/kg}$
高段圧縮機の断熱圧縮後の吐出しガスの比エンタルピー	$h_4 = 390 \text{ kJ/kg}$
第一膨張弁直前の液の比エンタルピー	$h_5 = 240 \text{ kJ/kg}$
第二膨張弁直前の液の比エンタルピー	$h_7 = 200 \text{ kJ/kg}$

(実際の冷凍装置の運転条件)

圧縮機の断熱効率 (低段側、高段側とも)	$\eta_c = 0.70$
圧縮機の機械効率 (低段側、高段側とも)	$\eta_m = 0.90$

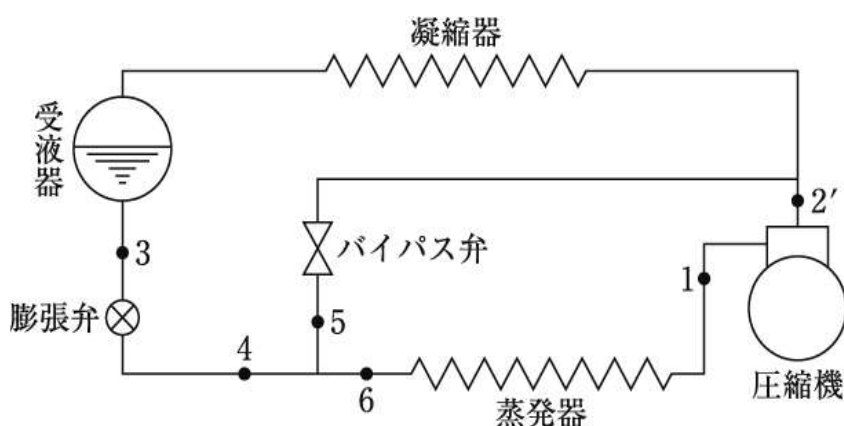
- (1) 蒸発器の冷媒循環量 q_{mro} (kg/s) を求めよ (小数点以下第 3 位までとする)。
- (2) 凝縮器の冷媒循環量 q_{mrk} (kg/s) を求めよ (小数点以下第 2 位までとする)。
- (3) 実際の冷凍装置の成績係数 $(COP)_R$ を求めよ (小数点以下第 2 位までとする)。

問2 下図に示すR410A冷凍装置は、負荷減少時に圧縮機出口直後の吐出しガスの一部を蒸発器入口にバイパス弁を通して絞り膨張させて容量制御を行っており、下記の条件で運転するものとする。

圧縮機の吐出しガス量の15%をバイパスして容量制御を行っているとき、次の(1)から(3)の間に、解答用紙の所定欄に計算式を示して答えよ。

ただし、圧縮機の機械的摩擦損失仕事は吐出しガスに熱として加わるものとし、配管での熱の出入りおよび圧力損失はないものとする。また、全負荷時の点1、2'、3の冷媒状態、圧縮機の冷媒循環量および圧縮機の軸動力は、容量制御時と変わらないものとする。

(20点)



(運転条件)

圧縮機の冷媒循環量

$$q_{mr} = 0.60 \text{ kg/s}$$

圧縮機の吸込み蒸気の比エンタルピー

$$h_1 = 421 \text{ kJ/kg}$$

圧縮機の理論断熱圧縮後の吐出しガスの比エンタルピー

$$h_2 = 475 \text{ kJ/kg}$$

膨張弁直前の液の比エンタルピー

$$h_3 = 241 \text{ kJ/kg}$$

圧縮機の断熱効率

$$\eta_c = 0.70$$

圧縮機の機械効率

$$\eta_m = 0.85$$

- (1) バイパスされる冷媒蒸気の比エンタルピー h_5 (kJ/kg) を求めよ。
- (2) 容量制御時の冷凍能力 Φ_o (kW) を求めよ。
- (3) 容量制御時の成績係数は、全負荷時の成績係数の何% になるかを求めよ。

問3 冷凍能力 ϕ_o が 230 kW、圧縮機の駆動軸動力 P が 84 kW の冷凍装置がある。この冷凍装置のローフィンチューブを用いた水冷シェルアンドチューブ凝縮器について次の (1) から (3) の間に、解答用紙の所定欄に計算式を示して答えよ。

ただし、この凝縮器の仕様および運転条件は下記のとおりとし、凝縮温度と冷却水温度との間の温度差は算術平均温度差 Δt_m を使い、冷却管材の熱伝導抵抗および配管での熱の出入りは無視できるものとする。また、圧縮機の機械的摩擦損失仕事は吐出しガスに熱として加わるものとする。

(20 点)

(仕様および運転条件)

凝縮温度	$t_k = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
冷却水入口温度	$t_{w1} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
冷却水出口温度	$t_{w2} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
冷却水側熱伝達率	$\alpha_w = 9.30\text{ kW}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
有効内外伝熱面積比	$m = 4.2$
冷媒側伝熱面積	$A = 56\text{ m}^2$
冷却水側汚れ係数	$f = 0.086\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{kW}$
冷却水の比熱	$c_w = 4.19\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

- (1) 冷却管の外表面積基準の熱通過率 K [$\text{kW}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$] を求めよ (小数点以下第 2 位までとする)。
- (2) 冷媒側熱伝達率 α_r [$\text{kW}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$] を求めよ (小数点以下第 2 位までとする)。
- (3) 冷却水量 q_{mw} (kg/s) を求めよ (小数点以下第 1 位までとする)。

問 4 下表は各種の冷媒をまとめ、比較したものである。表中の空欄(1)から(10)に入る最も適切な語句を末尾の語句群から 1 つずつ選び、その語句を解答用紙の所定欄に記入せよ。ただし、同じ語句を何回使用してもよい。

(20 点)

冷媒記号	R 32	R 290	R 404A	R 410A	R 1234yf
冷媒の種類	(1)	HC	HFC	HFC	(2)
混合成分			(3)	(4)	
成分比 (mass%)			(5)	(6)	
毒性	(7)	弱毒	弱毒	弱毒	(8)
燃焼性	微燃	(9)	(10)	不燃	微燃

(語句群)

CFC、HC、HCFC、HFC、HFO

R 32/R 125、R 32/R 125/R 134a、R 125/R 134a/R 143a

23/25/52、30/70、44/4/52、50/50

強毒、弱毒、無毒、強燃、微燃、不燃

問 5 SM 400 B の鋼板を用いて、凝縮温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ で運転される屋外設置の高圧受液器を設計したい。この高圧受液器の円筒胴板の厚さ t_{a1} が 12 mm の場合、設計可能な最大の円筒胴の内径 D_i (mm) と、この円筒胴に取り付ける半球形鏡板の必要板厚 t_a (mm) を、それぞれ計算式を示して整数値で求めよ。

ただし、この冷凍装置の基準凝縮温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ における高圧部設計圧力 P は 2.30 MPa とし、円筒胴の溶接継手の効率 η は 0.70 、鏡板には溶接継手はないものとする。また、円筒胴と鏡板は内径寸法 D_i (mm) を同一とする。

(20 点)