

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。

## 令和元年度

第二種冷凍機械

学識試験問題

HZ

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) 答案用紙に記入されている受験番号、氏名等を確認し、間違いがあれば「受験者住所等修正票」を請求し、正しい内容を記入して試験監督員に提出してください。
- (3) この試験は電子計算機で採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。  
電子計算機は、黒く塗りつぶした ● の部分を読みとります。
- (4) 試験問題の解答は多肢選択式です。解答は、各問題の下に掲げてある(1)~(5)の中から、**最も適切なものを1問につき1個だけ選んでください**。1問につき2個以上選択した場合には、その問題については0点になります。
- (5) 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄にマークしてください。  
「記入例」  
問 次のうち正しいものはどれか。  
(1) A (2) B (3) C (4) D (5) E  
(3)を選択する場合には、  

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| ○   | ○   | ●   | ○   | ○   |

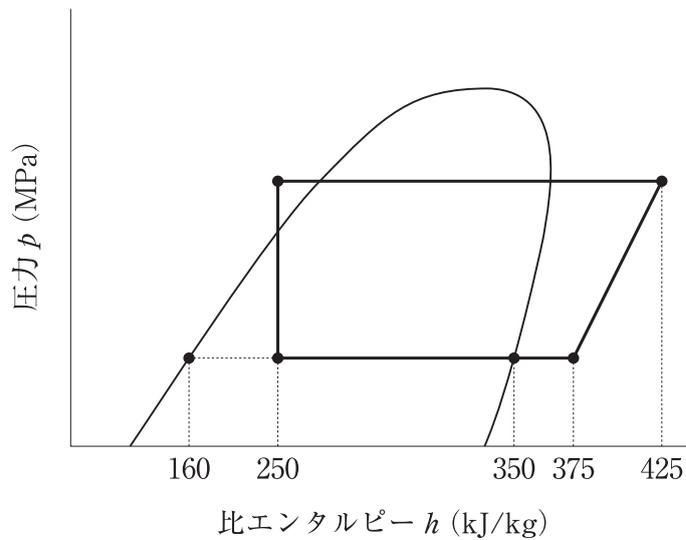
のように、○の枠いっぱいにはみ出さないようにHBまたはB鉛筆で黒く塗りつぶしてください。
- (6) 試験問題に関する質問にはお答えできません。
- (7) 「問題用紙」および「答案用紙」は、試験監督員の指示に従い必ず提出してください。

二冷(学)HZ

次の各問について、正しいと思われる最も適切な答をその問の下に掲げてある(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の選択肢の中から1個選びなさい。

**問1** R 404A 冷凍装置が下図の理論冷凍サイクルで運転されている。冷凍能力が 250 kW であるとき、圧縮機の実際の軸動力はいくらか。次の(1)から(5)のうち、正しい答に最も近いものを選びなさい。

ただし、圧縮機の断熱効率  $\eta_c$  は 0.80、機械効率  $\eta_m$  は 0.85 とし、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。



- (1) 100 kW    (2) 125 kW    (3) 139 kW    (4) 147 kW    (5) 184 kW

問2 アンモニア冷凍装置が下記の条件で運転されている。このとき、冷媒循環量  $q_{mr}$ 、実際の圧縮機駆動の軸動力  $P$  および実際の成績係数  $(COP)_R$  は、それぞれいくらか。(1)から(5)のうち、正しい答に最も近い組合せはどれか。

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。

(運転条件)

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| 圧縮機のピストン押しのけ量       | $V = 400 \text{ m}^3/\text{h}$     |
| 圧縮機吸込み蒸気の比体積        | $v_1 = 0.43 \text{ m}^3/\text{kg}$ |
| 圧縮機吸込み蒸気の比エンタルピー    | $h_1 = 1450 \text{ kJ/kg}$         |
| 断熱圧縮後の吐出しガスの比エンタルピー | $h_2 = 1670 \text{ kJ/kg}$         |
| 蒸発器入口冷媒の比エンタルピー     | $h_4 = 340 \text{ kJ/kg}$          |
| 圧縮機の体積効率            | $\eta_v = 0.70$                    |
| 圧縮機の断熱効率            | $\eta_c = 0.80$                    |
| 圧縮機の機械効率            | $\eta_m = 0.90$                    |

- (1)  $q_{mr} = 0.18 \text{ kg/s}$ 、 $P = 50 \text{ kW}$ 、 $(COP)_R = 3.63$
- (2)  $q_{mr} = 0.18 \text{ kg/s}$ 、 $P = 55 \text{ kW}$ 、 $(COP)_R = 3.63$
- (3)  $q_{mr} = 0.18 \text{ kg/s}$ 、 $P = 55 \text{ kW}$ 、 $(COP)_R = 4.34$
- (4)  $q_{mr} = 0.26 \text{ kg/s}$ 、 $P = 50 \text{ kW}$ 、 $(COP)_R = 3.63$
- (5)  $q_{mr} = 0.26 \text{ kg/s}$ 、 $P = 50 \text{ kW}$ 、 $(COP)_R = 4.34$

問3 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、圧縮機および容量制御について正しいものはどれか。

イ. スクロール圧縮機は、比較的液圧縮に強いこと、吸込み弁と吐出し弁を必要としないこと、振動や騒音が小さく、吸込みと吐出しの動作が滑らかであること、体積効率、断熱効率および機械効率が高いことなど、多くのすぐれた特徴をもっている。

ロ. ローリングピストン式ロータリー圧縮機の電動機は、密閉容器の高圧ガス内に置かれ、吐出しガスによって加熱される構造になっており、ヒートポンプエアコンディショナの暖房運転時には、電動機の発生熱も有効に利用できる。

ハ. 1台の圧縮機に高段側と低段側の気筒を配置し、二段圧縮を行うコンパウンド圧縮機では、一般に高段用と低段用の気筒数を自動的に切り換えることにより、中間圧力を最適に制御する。

ニ. 圧縮機の吸込み管に蒸発圧力調整弁を取り付けて容量制御する方法では、負荷が減少しても、蒸発圧力が所定の圧力以下に低下しないように吸込み蒸気を絞るため、蒸発圧力調整弁作動時には圧縮機吸込み圧力が低下する。また、蒸発圧力調整弁は、温度自動膨張弁の感温筒と均圧管の取付け位置よりも下流側の圧縮機吸込み管に取り付けなければならない。

- (1) イ、ロ    (2) イ、ハ    (3) イ、ニ    (4) ハ、ニ    (5) ロ、ハ、ニ

問4 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、伝熱について正しいものはどれか。

イ. 円筒壁を半径方向 ( $r$  方向) にのみ一様に熱が流れる場合、円筒の内壁面 (半径  $r_1$ ) および外壁面 (半径  $r_2$ ) における温度をそれぞれ  $t_1$ 、 $t_2$  とすると、半径  $r$  が大きくなる方向への円筒壁の熱伝導による伝熱量  $\Phi$  は、 $(t_1 - t_2)/(\ln r_2 - \ln r_1)$  に比例する。

ロ. 黒体から放射されるエネルギー  $E$  ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) は、黒体表面の絶対温度を  $T$  (K) とすると、 $E = \sigma T^4$  ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) と表される。ここで、 $\sigma$  はステファン・ボルツマン定数と呼ばれる。

ハ. フィン効率は、フィンの全表面がフィン根元温度に等しいと仮定したときの、フィン表面から奪われる熱量に対する、実際にフィン表面から奪われる熱量の比である。

ニ. 固体壁を介して一方の流体から他方の流体へ熱が伝わる際の伝熱量は、流体間の温度差、伝熱面積および両壁面における熱伝達率の積で求められる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) ロ、ハ、ニ

問5 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、凝縮器について正しいものはどれか。

イ. 蒸発式凝縮器は、主として冷却水の潜熱を利用し、冷媒蒸気を凝縮、液化している。冷却水の補給量は、一般には、蒸発によって失われる量と飛沫となって失われる量の和に等しい。

ロ. 水冷横形シェルアンドチューブ凝縮器は、冷却管内の冷却水の流速を適切な範囲に保ち、水側の熱伝達率を計画どおりに確保するために、管板の外側に取り付けた水室に、冷却水通路の仕切りを設けることが多い。これは、多通路式と呼ばれ、冷却管内を冷却水が数回往復する。二往復する場合を2パスと呼ぶ。

ハ. 空冷凝縮器は、冷却管内に導かれた冷媒過熱蒸気を外面から大気冷却し凝縮させるが、冷媒側の熱伝達率が空気側に比べて小さいので、これを補うために冷却管にフィンをつけて伝熱面積を拡大している。

ニ. 二重管凝縮器は、同心の二重管よりなり、一般に、冷媒蒸気は二重管の隙間を流れ、冷却水は内側の冷却管内を冷媒の流れ方向と逆向きに流れる。

- (1) イ (2) ニ (3) イ、ハ (4) ロ、ハ (5) ロ、ニ

問6 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、蒸発器について正しいものはどれか。

- イ. フィンコイル乾式蒸発器では、熱通過率の基準伝熱面を外表面側にとり、内外表面積の違いによる熱通過率への影響を考慮して、有効内表面積を有効外表面積で除した有効内外伝熱面積比を熱通過率の計算に使用する。
- ロ. フィンコイル乾式蒸発器の管群は多数の管路の集合であり、各々の管路への冷媒の供給量なるべく同じ量になるように、ディストリビュータを用いることが多い。各々の管路への供給量がアンバランスになった場合、蒸発器の能力が減少する。
- ハ. フィンコイル乾式蒸発器の外表面に厚く付着した霜は、風の通路の邪魔になるとともに、空気から冷却管に流れる熱の移動も邪魔をする。そのため風量が減少し、蒸発圧力は上昇する。
- ニ. 蒸発器が2台以上ある場合には、圧縮機の吐出しガスを除霜しようとする蒸発器に送り込み、その顕熱と凝縮の潜熱で霜を融かすことができる。このような方式をホットガスデフロスト方式という。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) イ、ロ、ニ

問7 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、熱交換器について正しいものはどれか。

- イ. 冷水と冷却水の温度がそれぞれ一定の場合、蒸発器における冷媒蒸発温度と冷水との温度差、あるいは凝縮器における冷媒凝縮温度と冷却水との温度差が大きくなるほど、冷凍装置の冷凍能力が増大し、成績係数は大きくなる。
- ロ. 運転中の冷凍装置において、蒸発温度が高くなると、圧縮機吸込み蒸気の比体積が小さくなり、蒸発器出入口間の比エンタルピー差と圧縮機の体積効率とともに少し小さくなる。
- ハ. 温度自動膨張弁を使用するフィンコイル乾式蒸発器では、蒸発器出口の感温筒取付け部の管内冷媒蒸気を数 K (ケルビン) 過熱した状態になるように冷媒液量を制御する。
- ニ. 一般に、水冷凝縮器では、凝縮温度と冷却水温度との間の算術平均温度差が 5 K から 6 K 程度になるように、伝熱面積を選定する。また空冷凝縮器では、入口空気温度よりも 12 K から 20 K 程度高い凝縮温度となるように、伝熱面積を選定する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問8 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、自動制御機器について正しいものはどれか。

- イ. ホットガスデフロストを行う装置やヒートポンプ冷暖房兼用装置に使用する温度自動膨張弁では、感温筒温度が過度に上昇してもダイヤフラムを破壊することがないように、感温筒はガスチャージ方式を採用する。
- ロ. 圧縮機の吸込み圧力が高くなると、電動機が過負荷になるため、圧縮機の吸込み管に吸入圧力調整弁を取り付けて、その調整弁の出口圧力を所定圧力以上にならないように制御する。
- ハ. 差圧式の四方切換弁は、冷暖房兼用ヒートポンプなどに用いられる。この弁は一般に、切換え時に高圧側から低圧側への冷媒の漏れが短時間起こるが、高低圧間の圧力差が小さくても完全に切換えできる。
- ニ. 三方形凝縮圧力調整弁は、空冷凝縮器の出口側に取り付けられ、一般に、凝縮圧力が設定値より低下すると調整弁が閉じ、別に設置されたバイパス弁が開いて、受液器内冷媒の送液に必要な圧力を圧縮機吐出しガスから供給するように作動する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ

問9 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、冷媒と冷凍機油について正しいものはどれか。

- イ. 地球温暖化を評価する指標である総合的地球温暖化指数 (TEWI) は、直接的な影響分 (直接効果) と間接的な影響分 (間接効果) の和として定義されており、その直接効果は冷媒の地球温暖化係数 (GWP) に等しい。
- ロ. 非共沸混合冷媒は、一定圧力下で蒸発し始める温度 (沸点) と、蒸発終了時の温度 (露点) に差がある。この温度差は、R 404A、R 407C および R 410A の中で R 407C が最も大きい。
- ハ. アンモニア液は冷凍機油 (鉱油) よりも軽いので、アンモニア冷凍装置からの冷凍機油の油抜きは受液器などの容器の底部から行う。
- ニ. 一般に、低沸点冷媒は、高沸点冷媒と同じ温度条件で比較すると、サイクルの凝縮、蒸発圧力が高く、圧縮機押し のけ量が同じであれば冷凍能力は大きく、理論成績係数 *COP* も高くなる傾向がある。

- (1) イ、ニ (2) ロ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) イ、ハ、ニ

問10 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、圧力容器の強度について正しいものはどれか。

イ. 一般に鋼材における引張応力とひずみの関係の図が鋼材の応力-ひずみ線図である。この線図では、一般に、ひずみの大きいほうから順に、下降伏点、上降伏点、弾性限度、比例限度となっており、比例限度のひずみが一番小さい。

ロ. 設計圧力は、圧力容器などの設計において、その各部について必要厚さの計算または耐圧強度を決定するときに用いる圧力で、許容圧力は、その容器に取り付ける安全装置の作動圧力の基準である。

ハ. 円筒胴圧力容器に内圧が作用したときに発生する最大引張応力は、円筒胴の接線方向の引張応力であり、この引張応力は長手方向の引張応力の2倍である。

ニ. 円筒胴板の溶接部の全長にわたって放射線透過試験を行った場合、突合せ両側溶接またはこれと同等以上とみなされる突合せ片側溶接継手の効率 $\eta$ は1である。

(1) イ、ロ、ハ (2) イ、ロ、ニ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、ハ、ニ

