

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 3 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、  

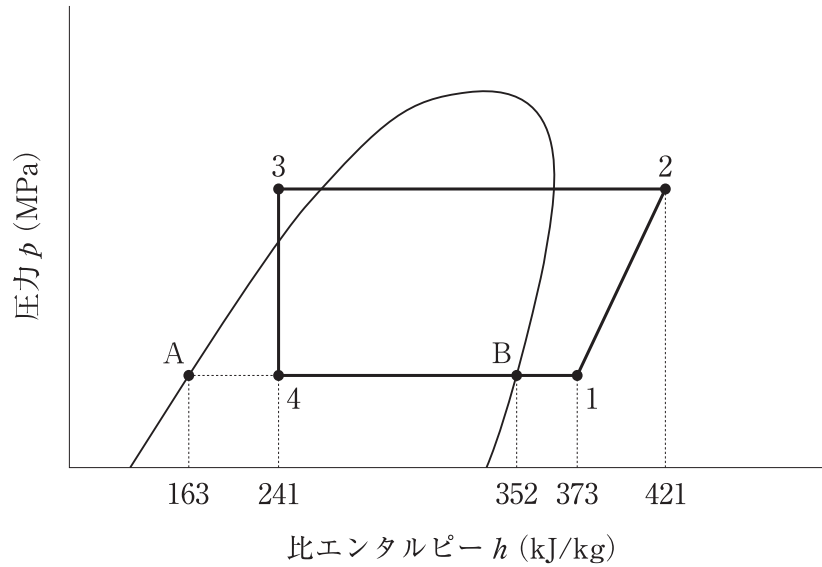
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
○	○	●	○	○

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 R404A 冷凍装置が下図の理論冷凍サイクルで運転されている。次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち正しいものはどれか。ただし、装置の冷凍能力は132 Rt（日本冷凍トン）である。



- イ．冷媒循環量は、3.86 kg/s である。
- ロ．凝縮器の放熱量は、695 kW である。
- ハ．蒸発器入口の冷媒の乾き度は、0.241 である。
- ニ．圧縮機軸動力は、185 kW である。

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

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、圧縮機吸込み蒸気の密度 $\rho$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )、実際の成績係数  $(COP)_R$  について、次の(1)から(5)の組合せのうち、正しい答に最も近いものはどれか。

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)

冷凍能力	$\Phi_o = 150 \text{ kW}$
圧縮機のピストン押し量	$V = 350 \text{ m}^3/\text{h}$
圧縮機吸込み蒸気の比エンタルピー	$h_1 = 1460 \text{ kJ}/\text{kg}$
断熱圧縮後の吐出しガスの比エンタルピー	$h_2 = 1680 \text{ kJ}/\text{kg}$
蒸発器入口冷媒の比エンタルピー	$h_4 = 340 \text{ kJ}/\text{kg}$
圧縮機の体積効率	$\eta_v = 0.80$
圧縮機の断熱効率	$\eta_c = 0.85$
圧縮機の機械効率	$\eta_m = 0.90$

- (1)  $\rho = 0.67 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、 $(COP)_R = 3.9$
- (2)  $\rho = 0.67 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、 $(COP)_R = 5.1$
- (3)  $\rho = 1.34 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、 $(COP)_R = 3.0$
- (4)  $\rho = 1.72 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、 $(COP)_R = 3.9$
- (5)  $\rho = 1.72 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、 $(COP)_R = 5.1$

問3 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、圧縮機について正しいものはどれか。

- イ. ロータリー圧縮機は、吸込み蒸気配管がシリンダに直接接続されているので、液圧縮を起こしやすい構造となっている。そのために、吸込み側にアキュムレータを付けて液圧縮を防止している。
- ロ. スクリュー圧縮機は、圧縮の機構上、吸込み弁と吐出し弁を必要としないが、停止時に圧力差によりロータが逆回転するので、その防止のために、逆止め弁を設ける。
- ハ. スクロール圧縮機は、渦巻状の曲線で構成された固定スクロールと旋回スクロールを組み合わせ、冷媒を外周部より吸い込み、圧縮空間を徐々に減少させながら、中心部の吐出し口から圧縮ガスを吐き出す。
- ニ. 遠心圧縮機の容量制御は、吐出し側にあるベーンによって行う。この場合、低流量になると運転が不安定となり、振動や騒音を発生する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) イ、ロ、ハ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、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. 平板の厚さ方向 ( $x$  方向) にのみ、一様に熱が流れる場合、位置  $x$  における温度を  $t$  とすると、熱流束は温度勾配 ( $dt/dx$ ) に比例する。また、円筒壁を半径方向 ( $r$  方向) にのみ、一様に熱が流れる場合、位置  $r$  における温度を  $t$  とすると、熱流束は温度勾配 ( $dt/dr$ ) に比例する。
- ロ. 流動している流体とその流体に接している固体壁面との間に温度差があると、熱移動を生じ、その伝熱量は「伝熱面積」と「伝熱壁面温度と周囲流体温度との温度差」に比例する。このときの比例定数  $\alpha$  [ $\text{kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ] を熱伝達率と呼び、熱の伝わりやすさを表す。
- ハ. 一般に、物体から電磁波の形で放射される熱エネルギーは、その物体表面の摂氏温度の4乗に比例する。
- 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熱通過量は、両壁面における熱伝達率の和に、流体間の温度差と伝熱面積を乗ずることで求められる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) 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. 凝縮器における冷却トンあたりの伝熱面積は、一般に、空冷凝縮器の場合が最も大きく、空冷凝縮器 > 水冷凝縮器 > 蒸発式凝縮器の順に小さくなり、蒸発式凝縮器の場合が最も小さくなる。
- ロ. 空冷凝縮器の凝縮熱量の計算に用いる温度差として、実用的には、対数平均温度差の代わりに、冷媒と空気の算術平均温度差を用いることができる。
- ハ. 水冷横形シェルアンドチューブ凝縮器では、冷却水側の熱伝達率が冷媒側より小さく、冷却水側の伝熱面積を拡大するような工夫がなされている。
- ニ. 蒸発式凝縮器では、主として水の蒸発潜熱によって冷媒蒸気が冷却され凝縮している。冷却水の補給量は、一般に、蒸発によって失われる量、不純物の濃縮防止のための量および飛沫となって失われる量の和に等しい。

- (1) イ、ロ    (2) イ、ニ    (3) ロ、ハ    (4) ロ、ニ    (5) ハ、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. 冷凍・冷蔵庫用のユニットクーラのフィンピッチは、着霜することを考慮して6～12 mmの間で選ばれる。フィンコイルの前面風速は3 m/s程度、庫内温度と蒸発温度との温度差は10 K程度、フィンコイル出入口間の空気の温度差は3～5 K程度で使用する。
- ロ. 満液式蒸発器は、蒸発器内の冷媒が核沸騰状態で蒸発するため、乾式蒸発器に比べ伝熱性能がよく、かつ、圧力降下が少ない。冷却管には、ローフィンチューブが使用されるが、高性能の沸騰伝熱促進管も使用されている。
- ハ. 乾式蒸発器では、冷却管内を冷媒が流れる際の圧力降下が避けられないが、冷却管内での圧力降下が大きくなっても、蒸発器出入口の冷媒飽和温度に差は生じない。
- ニ. 冷媒液強制循環式蒸発器は、低圧受液器と液ポンプを備え、蒸発量の3～5倍の冷媒液量を冷却管内に循環させる。冷媒循環量が多く、冷却管内面の大部分が冷媒液でぬれた状態のため、高い熱伝達率が得られる。

- (1) イ、ロ    (2) イ、ロ、ニ    (3) イ、ハ、ニ    (4) ロ、ハ、ニ    (5) イ、ロ、ハ、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. フィンコイル乾式蒸発器では、空気を蒸発器の冷媒入口側から吹き込む並流方式にすると、過熱部での冷媒と空気との平均温度差が向流方式の場合よりも小さくなって、伝熱性能上不利であり、過熱部の管長が長くなる。
- ロ. 水冷凝縮器内（冷媒側）に不凝縮ガスが混入すると、冷凍装置の運転停止中は、不凝縮ガスの分圧相当分だけ高圧側圧力は高くなる。一方、冷凍装置の運転中は、混入した不凝縮ガスの分圧相当分以上に高圧側圧力が高くなる。
- ハ. 冷凍装置の成績係数は、蒸発器の蒸発温度と被冷却媒体温度との温度差が小さいほど、凝縮器の凝縮温度と冷却媒体の水や空気との温度差が小さいほど、大きくなる。
- ニ. フルオロカーボン冷媒液は、油を溶解すると粘度が高くなる。したがって、過度に油を溶解すると熱交換器における伝熱を阻害することになるが、一般に、油の溶解量が3%以下であれば支障はない。

- (1) イ、ロ、ハ (2) イ、ロ、ニ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、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. 乾式蒸発器では、蒸発器の熱負荷変化に応じて冷媒流量を調節するため、一般に、温度自動膨張弁や電子膨張弁が使用される。なお、小容量の冷凍装置には、膨張弁の代わりにキャピラリーチューブが使用されている。
- ロ. 温度自動膨張弁の弁本体の取付け姿勢は、ダイヤフラムがある部分を下側にするのがよい。
- ハ. 蒸発圧力調整弁を用いると、蒸発圧力が一定値以下にならないように冷凍装置を制御することができ、1台の圧縮機で、蒸発温度の異なる複数の蒸発器を運転することが可能となる。
- ニ. 冷暖房兼用ヒートポンプに用いられる差圧式四方切換弁は、一般に、切換え時に高圧側と低圧側の圧力に差があると完全な切換えができない。

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

問9 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、冷媒などについて正しいものはどれか。

- イ. 冷媒 R 134a の百の位の「1」は「炭素原子数 -1」の数を示すが、十の位の「3」はフッ素原子数を表す。
- ロ. 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、サイクルの凝縮圧力および蒸発圧力が高くなり、圧縮機押し のけ量に対する冷凍能力が大きいものの理論成績係数は低下する傾向にある。
- ハ. R 404A、R 407C、R 410A などの非共沸混合冷媒は、一定圧力下で蒸発を始める温度（沸点）と蒸発終了時の温度（露点）とに違いがあり、露点よりも沸点のほうが温度が低い。
- ニ. 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、直接効果と間接効果の和として定義されており、その直接効果は、その機器のエネルギー消費に伴って排出される二酸化炭素による直接的な影響分である。

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

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

- イ. 溶接構造用圧延鋼材 SM 400 B のアルファベットの記号 S は鋼（Steel）、記号 M は船舶用（Marine）の頭文字をとっている。また、アルファベットの記号 B は炭素含有量の程度を示している。
- 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、絶対圧力を用いる。
- ハ. 圧力容器のさら形鏡板における隅の丸み部分には、応力集中により大きな応力が生じやすい。したがって、さら形鏡板の最小板厚は、さら形の形状に関する係数を導入した式によって求める。
- ニ. 円筒胴板の必要厚さは、最小厚さに腐れしろを加えて算出するが、一般の腐食性のない冷媒では、圧力容器の内面側は腐食しないと考えてよい。

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

