

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6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)
○	○	●	○	○

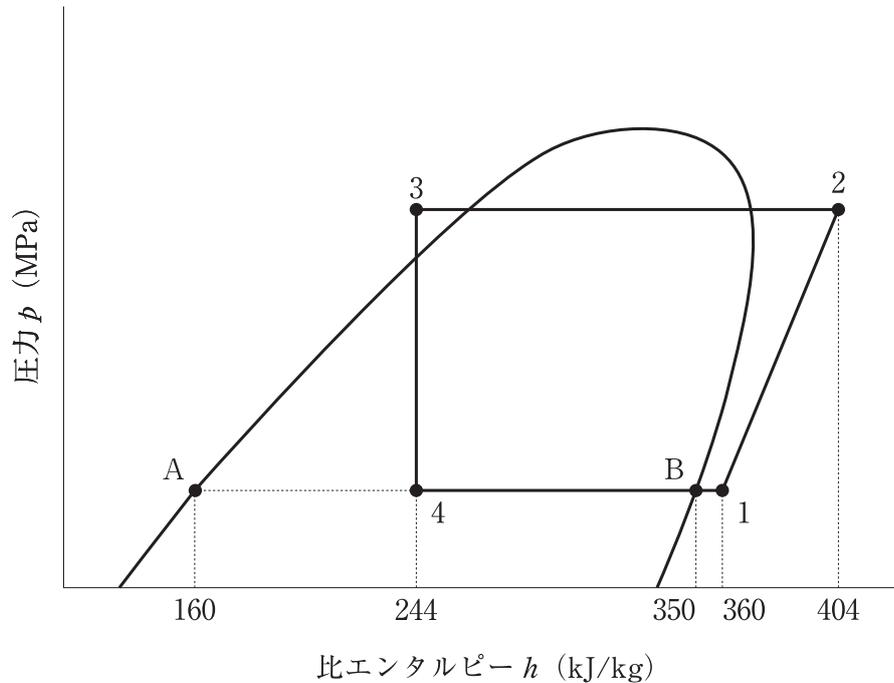
のように、○の枠いっぱいに、はみ出さないようにHBまたはB鉛筆で黒く塗りつぶしてください。
- (6) 試験問題に関する質問にはお答えできません。
- (7) 「問題用紙」および「答案用紙」は、試験監督員の指示に従い必ず提出してください。

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 下図の理論冷凍サイクルの $p-h$ 線図において、次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、正しいものはどれか。

ただし、装置の冷媒循環量は6480 kg/hである。



イ. 冷凍能力は、54 JRt (日本冷凍トン) である。

ロ. 蒸発器入口の冷媒乾き度は、0.44 である。

ハ. 圧縮機軸動力は、209 kW である。

ニ. 冷凍装置の成績係数は、2.4 である。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) ロ、ハ、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、冷媒循環量 q_{mr} 、実際の圧縮機駆動の軸動力 P および冷凍能力 Φ_0 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量	$V = 400 \text{ m}^3/\text{h}$
圧縮機吸込み蒸気の比体積	$v_1 = 0.45 \text{ m}^3/\text{kg}$
圧縮機吸込み蒸気の比エンタルピー	$h_1 = 1450 \text{ kJ}/\text{kg}$
断熱圧縮後の吐出しガスの比エンタルピー	$h_2 = 1670 \text{ kJ}/\text{kg}$
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	$\eta_v = 0.77$
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) $q_{mr} = 0.19 \text{ kg}/\text{s}$ 、 $P = 50 \text{ kW}$ 、 $\Phi_0 = 278 \text{ kW}$
- (2) $q_{mr} = 0.19 \text{ kg}/\text{s}$ 、 $P = 58 \text{ kW}$ 、 $\Phi_0 = 211 \text{ kW}$
- (3) $q_{mr} = 0.19 \text{ kg}/\text{s}$ 、 $P = 58 \text{ kW}$ 、 $\Phi_0 = 278 \text{ kW}$
- (4) $q_{mr} = 0.25 \text{ kg}/\text{s}$ 、 $P = 80 \text{ kW}$ 、 $\Phi_0 = 211 \text{ kW}$
- (5) $q_{mr} = 0.25 \text{ kg}/\text{s}$ 、 $P = 80 \text{ kW}$ 、 $\Phi_0 = 278 \text{ kW}$

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. 実際の冷凍装置の容量制御には、圧縮機の運転をオン・オフする方法、圧縮機の運転台数を変える方法、圧縮機の回転速度を変える方法の他に、凝縮圧力調整弁で制御する、吸入圧力調整弁で制御する、ホットガスバイパス弁で制御するなどの方法がある。
- ロ. 遠心圧縮機の容量制御を、吸込み側にあるベーンによって行う場合、高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。この現象をサージングという。
- ハ. 圧縮機の吸込み蒸気配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蒸気配管に取り付けなければならない。
- ニ. 電動機から動力を伝えるためのクランク軸が圧縮機のケーシングを貫通して外部に突き出て、貫通部冷媒の漏れ止め用のシャフトシールが必要なものは、開放圧縮機である。一方、圧縮機と電動機が同じ軸上に直結されて一つのケーシング内に収められ、一体構造になったものは、密閉圧縮機である。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (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. 熱交換器内の流体の温度が変化する場合、(伝熱量 Φ 、伝熱面積 A とすると) 伝熱面全体にわたっての平均熱通過率 K は、平均温度差 Δt_m を用いて、 $\Phi = KA\Delta t_m$ の比例定数として定義される。伝熱量 Φ は、平均温度差 Δt_m に対数平均温度差を用いる場合よりも、算術平均温度差を用いるほうが正確に求められる。
- ロ. フィン付き伝熱管の熱通過率は、伝熱面を拡大したフィン側の面積を基準にとる場合とフィンの付いていない平面壁の面積を基準にとる場合がある。一般に、水凝縮器に用いる冷却管のローフィンチューブでは外表面にフィンがあるので、伝熱管内面側の面積を基準として使用する。
- ハ. 固体壁で隔てられた流体間において、熱が一次的に流れる場合、高温側の流体 I から固体壁を通して低温側の流体 II に定常状態で熱が伝わる時、単位時間当たりの、流体 I から固体壁への伝熱量、固体壁を通過する伝熱量、固体壁から流体 II への伝熱量はいずれも等しい。
- ニ. 物体内を熱伝導によって一次的に熱が伝わる時、物体内の熱流束は温度勾配に比例し、その比例定数を熱伝導率という。このときの温度勾配は、熱が流れる方向に対して常に負となる。

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

問5 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、凝縮器および冷却塔について正しいものはどれか。

- イ. 蒸発式凝縮器は、主として水の蒸発潜熱で冷媒蒸気を凝縮している。冷却水の補給量は、一般に、蒸発によって失われる量と飛沫となって失われる量の和に等しい。
- ロ. 空冷凝縮器は、空気側の熱伝達率が冷媒側に比べて低いので、これを補うために空気側にフィンをつけて、冷却管単位長さ当たりの空気側伝熱面積を拡大している。そのフィンには、0.1～0.2 mm 程度の薄い多孔穴アルミニウム板を使用するのが一般的である。
- ハ. 冷却塔の水質管理で用いられる濃縮倍数は、循環水が補給水に比べどの程度不純物が濃縮されるのかを計算して求める。濃縮倍数の適正な値は、補給水の水質だけでなく大気中の有害物質の溶解状況で大きく変わる。
- ニ. ブレージングプレート凝縮器は、一般に、小形高性能であり、冷凍装置への冷媒充填量が少なくてすみ、冷却水側のスケール付着や詰まりに注意する必要がない。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) イ、ニ (4) ロ、ハ (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. 乾式の空気冷却用蒸発器には、強制対流方式と自然対流方式がある。強制対流方式には、空調用フィンコイル蒸発器、ユニットクーラおよび管棚形蒸発器がある。また、自然対流方式には、裸管コイル蒸発器、天井吊りフィンコイル蒸発器がある。
- ロ. 乾式シェルアンドチューブ蒸発器の場合、冷媒側の熱伝達率は水などの被冷却流体側の熱伝達率に比べて小さいので、インナフィンチューブ、コルゲートチューブなどを用いて伝熱促進がなされている。
- ハ. 乾式空気冷却器の外表面に厚く付着した霜は、風の通路を閉塞するとともに、空気から冷却管に流れる熱の移動を著しく阻害する。そのため、風量が減少し、蒸発圧力は上昇する。
- ニ. 庫内温度を -20°C 程度の低い温度に保つ冷凍庫用の空気冷却器の除霜方法として、オフサイクル方式は送風機を運転して除霜を行うが、電気ヒータ方式およびホットガスデフロスト方式は送風機を止めて除霜する。

- (1) イ、ロ (2) ハ、ニ (3) イ、ロ、ハ (4) イ、ロ、ニ (5) イ、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. 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はともに大きくなる。
- ロ. アンモニアと冷凍機油（鉱油）はあまり溶け合わず、アンモニア液に比べると冷凍機油の粘度は大きく、冷凍機油の熱伝導率は小さいため、伝熱面上の油膜は伝熱の大きな障害となる。
- ハ. 温度自動膨張弁を使用するフィンコイル蒸発器では、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は 5～6 K 程度、空冷凝縮器では、入口空気温度よりも 12～20 K 程度高い凝縮温度になるように、伝熱面積が決められる。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、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. 温度自動膨張弁と蒸発圧力調整弁とを組み合わせる場合には、膨張弁の感温筒は蒸発圧力調整弁の上流側に取り付けなければならない。
- ロ. 温度式冷却水調整弁は、応答が速く、急激な凝縮圧力変動にも追従することができる。また、この調整弁は、冷媒に直接接触することなく動作し、凝縮器以外のオイルクーラなどの油の温度制御用にも使用できる。
- ハ. 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。
- ニ. 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チューブが使用されている。

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

問9 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、冷媒および潤滑油について正しいものはどれか。

イ. 臨界点は気体と液体の区別がなくなる状態点である。臨界点における温度を臨界温度という。単成分冷媒において、標準沸点 (K) / 臨界温度 (K) で定義される比の値は、冷媒の種類によらず約 1.6 となる。

ロ. フルオロカーボン冷媒は、プラスチックなどの有機物を溶解したり、浸透によって材料を膨潤させたりするので、ガスケット材料などの選定には、注意が必要である。

ハ. 冷媒と冷凍機油の主な組み合わせには、アンモニアにはナフテン系鉱油やアルキルベンゼンと鉱油の混合油、プロパンやイソブタンなどの炭化水素系冷媒にはナフテン系鉱油、二酸化炭素には PAG 油や POE 油がある。

ニ. フルオロカーボン冷媒は電気抵抗が大きく、絶縁破壊を起こしにくい。HFC 冷媒の場合、その誘電率は HCFC 冷媒に比べて小さく、電気絶縁性が優れているので、密閉圧縮機の冷媒としてより適している。

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

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

イ. 薄肉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、円筒胴の長手方向の引張応力であり、この引張応力は接線方向の引張応力の 2 倍である。

ロ. 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 η は、円筒胴板の溶接部の全長に対する放射線透過試験を行った部分の長さの割合が 0.2 以上 1 未満の場合、0.95 である。

ハ. 鋼材における引張応力とひずみの関係を表す図が、鋼材の応力-ひずみ線図である。この線図では、一般に、ひずみの小さいほうから順に比例限度、弾性限度、下降伏点、上降伏点となっている。

ニ. 圧力容器に使用される溶接構造用圧延鋼材には、主なものとして SM 400A、SM 400B および SM 400C の 3 種があり、これらの材料の炭素含有量は末尾のアルファベット記号の A を最大とし、 $A > B > C$ の順に少なくなる。

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

