

電気分野
専門区分

試験時間 13:50～15:40 (110分)

課目Ⅳ 電力応用

必須 問題 9 電動力応用

2～6 ページ

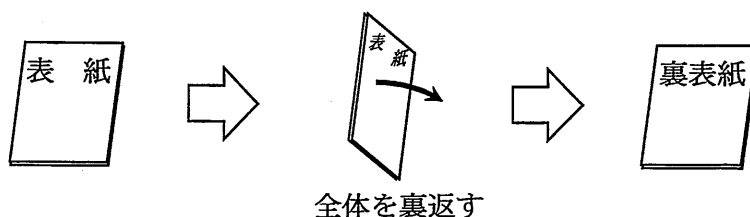
次の問題10から問題13までは、4問題中2問題を選択して解答すること。

選択	問題 10	電気加熱	9～11 ページ
選択	問題 11	電気化学	13～14 ページ
選択	問題 12	照 明	15～17 ページ
選択	問題 13	空気調和	19～22 ページ

※試験開始の指示があるまで開いてはいけません。

※問題の内容に関する質問にはお答えできません。

- 答案用紙（マークシート）には、**氏名**、**生年月日**、**受験番号**を記入すること。
- 問題の解答は答案用紙に記入すること。記入に当たっては答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと
- 問題の解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。
- 答案用紙は、解答未記入の場合も提出すること。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。



(表紙)

(空 白)

(電動力応用)

問題 9 次の各文章及び表の 1 ～ 15 の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

- (1) 半径が r [m] で質量が W [kg] の均質な円柱の中心軸まわりの慣性モーメントは 1 [kg・m²] である。

次に、図 1 のように半径が r_1 [m]、軸方向の長さが a [m] の円柱の中心に、半径が r_2 [m]、軸方向の長さが $2a$ [m] の軸がはめ込まれている回転子 ($r_1 > r_2$) を考える。ここで、円柱及び軸の密度が同じであるとする、 r_1 の部分 (内側の軸を含む) の質量 W_1 、 r_2 の部分 (外側に回転子が無い軸の部分) の質量 W_2 及び全体の質量 W の間には次の関係がある。

$$W : W_1 : W_2 = r_1^2 + r_2^2 : r_1^2 : r_2^2$$

従って、この回転子全体の中心軸まわりの慣性モーメント J は次式で表される。

$$J = J_1 + J_2 = \frac{1}{2} W_1 r_1^2 + \frac{1}{2} W_2 r_2^2 = \frac{1}{2} W \times \text{2} \text{ [kg・m}^2\text{]}$$

具体的な数値例として、 W を 57.7 kg、 r_1 を 0.15 m、 r_2 を 0.03 m とすると、 $J = \text{3} \text{ [kg・m}^2\text{]}$ となる。

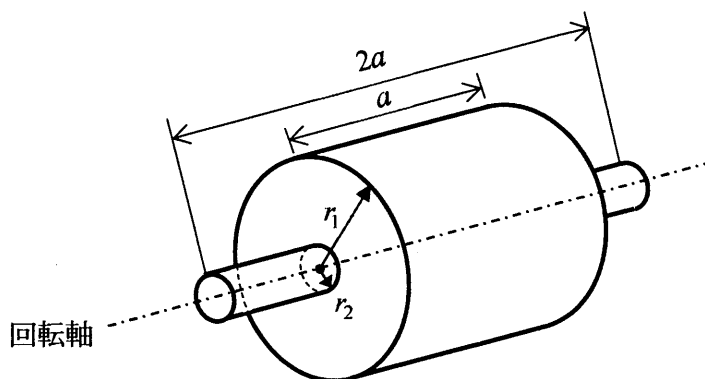


図 1 回転子の形状

〈 1 ～ 3 の解答群 〉

ア 0.519	イ 0.625	ウ 0.675	エ 1.25	オ $W r^2$
カ $\frac{1}{2} W r^2$	キ $W \left(\frac{r}{2}\right)^2$	ク $r_1^2 + r_2^2$	ケ $r_1^2 - r_2^2$	コ $\frac{r_1^4 + r_2^4}{r_1^2 + r_2^2}$

問題 9 は次の頁へ続く

(2) 角周波数 ω_0 [rad/s] の三相交流電源で、無負荷で静止状態にある 2 極の三相誘導電動機を全電圧始動する場合とインバータを用いて始動する場合について比較するため、両者の始動期間 ($0 \leq t \leq t_1$) の間に二次巻線抵抗中に生じるエネルギー損失 Q_2 [J] について考える。ただし、回転角速度を ω_m [rad/s] とすると、 ω_m は 0 から ω_0 まで変化するものとする。

なお、インバータ出力の角周波数 ω [rad/s] は、電動機の極数が 2 であることから、同期角速度と等しくなる。

機械損を無視できるとすると、 Q_2 は二次銅損と等しく、二次入力を P_2 [W]、滑りを s とすると、二次銅損は sP_2 で表される。また、トルクを T_m [N·m] とし、回転系のモータ軸に換算した慣性モーメントを J [kg·m²] とすると、負荷トルクを零として、式 $T_m = J \frac{d\omega_m}{dt}$ が成り立つ。

1) 全電圧始動する場合

二次入力 P_2 は、式 $P_2 = \omega_0 T_m$ で表される。また、回転角速度 ω_m は $\omega_m = (1-s)\omega_0$ となり、 ω_0 が一定であることから、 $d\omega_m = \boxed{4}$ となる。これらの関係を利用すると、 Q_2 は次式のように算出することができる。

$$\begin{aligned} Q_2 &= \int_0^{t_1} s P_2 dt = \int_0^{t_1} s (\omega_0 T_m) dt = \int_0^{t_1} s \left(\omega_0 J \frac{d\omega_m}{dt} \right) dt \\ &= \int_0^{\omega_0} s \omega_0 J d\omega_m = \int_1^0 (\omega_0 J) (-\omega_0) s ds = \boxed{5} \text{ [J]} \end{aligned}$$

< $\boxed{4}$ 及び $\boxed{5}$ の解答群 >

ア $-ds$ イ $\omega_0 ds$ ウ $-\omega_0 ds$ エ $J\omega_0^2$ オ $2J\omega_0^2$ カ $\frac{1}{2}J\omega_0^2$

2) インバータを用いて始動する場合

インバータを用いて可変周波数でベクトル制御を行い、一定の磁束及びトルク電流で静止状態から $\omega_m = \omega_0$ となるまで加速する場合、滑り角周波数を ω_s [rad/s] とすると、加速期間は $\omega_s = s\omega$ が一定値に保たれることより、 Q_2 は次式のように算出される。

$$Q_2 = \int_0^{t_1} s P_2 dt = \int_0^{t_1} s (\omega T_m) dt = \int_0^{t_1} s \left(\omega J \frac{d\omega_m}{dt} \right) dt = \int_0^{\omega_0} \omega_s J d\omega_m = \boxed{6} \text{ [J]}$$

< $\boxed{6}$ の解答群 >

ア $J\omega_s \omega_0$ イ $\frac{1}{2}J\omega_s \omega_0$ ウ $J\omega_s^2$

3) 比較結果

以上の結果より、滑り角周波数 ω_s が ω_0 の 5 % の場合、インバータによるベクトル制御の場合の Q_2 は、電源に直接接続して始動する場合に比べ、7 [%] となり、大幅な省エネルギーとなることが分かる。

< 7 の解答群 >

ア 5 イ 10 ウ 20 エ 30

(3) エレベータの運転に関して、搭乗者へ衝撃を与えないために加速度や加速度の変化率をある程度の値以下に抑える必要がある。実際のエレベータでは、その最大値を加速度は 1m/s^2 程度に、加速度変化率は 1.3 m/s^3 程度に設定している。ここで、加速度の最大値を 1 m/s^2 、加速度変化率を 1.3m/s^3 としたときのエレベータの速度特性について考えてみる。

1) 動作開始時を時刻 0 秒とした経過時間を t とし、静止状態から上昇を開始すると、加速度変化率 1.3 m/s^3 一定で動き始めたエレベータのかごは、動作開始から t_a 秒後に最大加速度 $\alpha_m = 1\text{ m/s}^2$ に到達する。このときの t_a の値は $t_a =$ 8 [s] である。また、この時点での上昇速度を v_a とすると、その値は $v_a =$ 9 [m/s] である。

2) さらにその後、最大加速度 α_m で加速を続けるとき、動作開始から t_b 秒後のエレベータの上昇速度を v_b とすると、 v_b は次式で表される。

$$v_b = v_a + \alpha_m (t_b - t_a) \text{ [m/s]}$$

よって、最大加速度 1m/s^2 に到達した後にそのまま最大加速度で加速を続けると、動作開始から 10 [s] 後には 100m/min の速度に到達する。

< 8 ~ 10 の解答群 >

ア 0.32 イ 0.38 ウ 0.65 エ 0.77 オ 1.3 カ 2.1
キ 2.6 ク 3.3 ケ 4.2

問題 9 は次の頁へ続く

- (4) 定格点で、流量 $10 \text{ m}^3/\text{min}$ 、全揚程 30 m 、ポンプ効率 80% のポンプがあり、定格点での軸動力は 61.3 kW であった。また、このポンプの全揚程と流量の関係及びポンプ効率と流量の関係を定格点での値で正規化したところ、次の式を得た。

$$h = 1.25n^2 - 0.25q^2$$

$$\eta = 2.0 \left(\frac{q}{n} \right) - \left(\frac{q}{n} \right)^2$$

ただし、 h : 全揚程、 n : 回転速度、 q : 流量、 η : ポンプ効率で、いずれも正規化した量である。

また、実揚程を含む管路抵抗曲線を正規化すると、次式で表された。

$$r = 0.5 + 0.5q^2$$

このポンプを図2の運転パターンで流量制御運転する場合について、吐出し弁の開度制御と回転速度制御での1日の消費電力量を比較した結果を表に示す。

表より、インバータ効率を考慮しても、1日の消費電力量は回転速度制御の方が少なくなり、流量が少ないほど省エネルギー効果が高くなることがわかる。

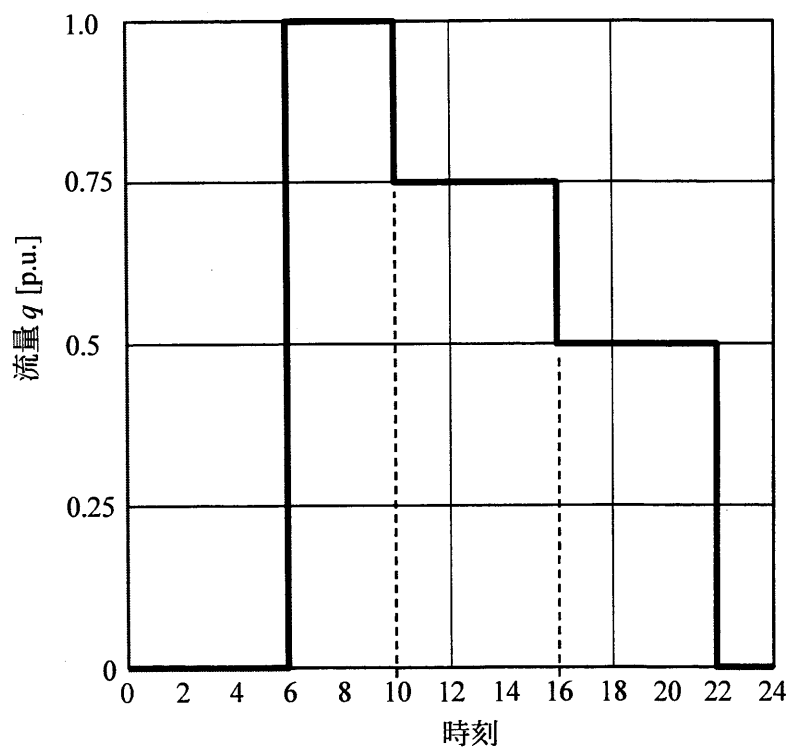


図2 ポンプの1日の運転パターン

表 流量制御方式による消費電力量の比較

流量制御方式	吐出し弁制御			回転速度制御		
流量 q [p.u.]	1.0	0.75	0.5	1.0	0.75	0.5
回転速度 n [p.u.]	1.0	1.0	1.0	1.0	0.859	0.742
全揚程 h [p.u.]	1.0	1.11	1.19	1.0	0.781	11
ポンプ効率 η [p.u.]	1.0	0.938	0.75	1.0	0.984	12
軸動力 P [kW]	61.3	54.4	48.6	61.3	36.5	13
電動機効率 [%]	90	90	90	90	90	90
インバータ効率 [%]	—	—	—	95	95	95
消費電力 [kW]	68.1	60.4	53.9	71.7	42.7	14
運転時間 [h]	4	6	6	4	6	6
1日の消費電力量 [kW・h]	959			15		

< 11 ~ 15 の解答群 >

ア 0.600	イ 0.625	ウ 0.680	エ 0.742	オ 0.785
カ 0.894	キ 1.00	ク 20.5	ケ 21.4	コ 25.1
サ 28.0	シ 32.2	ス 693	セ 705	ソ 771

(空 白)

選択問題

次の問題 10 から問題 13 までは、4 問題中
2 問題を選択して解答すること。

問題 10 電気加熱

問題 11 電気化学

問題 12 照 明

問題 13 空気調和

(電気加熱－選択問題)

問題 10 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 各種の電気加熱方式の原理、特徴及び応用分野について考える。

1) レーザとは、誘導放出と呼ばれる現象で発振した光のことである。

i) レーザは単色性、指向性、集光性及び制御性に優れた であり、光通信、計測、熱加工など広い分野に応用が広がっている。

＜ の解答群 ＞

ア 超音波

イ 電磁波

ウ 電子流

ii) 熱加工用には主として 域の CO₂ レーザ及び YAG レーザが用いられている。用途はレーザの特長である高エネルギー密度を利用した高精度の穴あけ加工、切断、マーキングなどがある。

＜ の解答群 ＞

ア 可視光

イ 紫外

ウ 赤外

2) 工業的に利用されるプラズマは、熱プラズマと低温プラズマの2種類に大別される。

i) 熱加工に用いられる熱プラズマは大気圧中で発生されるもので、アーク放電によって得られるアークプラズマや、ガス流に 電磁界を作用させて得られる誘導プラズマなどがある。

ii) 減圧気体中のグロー放電などによって得られる低温プラズマは、化学的活性に優れているので、化学反応を利用した に利用される。

＜ 及び の解答群 ＞

ア 高周波

イ 低周波

ウ 直流

エ 表面処理

オ 溶解

カ 溶接

(2) 各種の電気溶接について考える。

- 1) アーク溶接は、金属母材と電極との間での放電により生じる熱により、金属を加熱熔融接合させるものである。健全な溶接部を得るためには、電源電圧変動など外部条件の影響を受けることなく溶接電源の出力が安定していることが必要である。

溶接電源の外部特性には次の i) ～ iii) の三つのタイプがある。

- i) アーク長が多少変化しても安定したアークが得られることから、 特性形は最も一般的な電源特性と言える。
- ii) 溶接ワイヤ送給が一定速度であれば、アークの安定を維持することができる 特性形は、消耗電極式の自動溶接に利用される。
- iii) 無負荷電圧を低減させるために 特性形を改良した 特性形は、被覆アーク溶接機に利用される。

＜ ～ の解答群 ＞

ア フリッカ補償 イ 垂下 ウ 積分 エ 微分 オ 比例
カ 低インピーダンス キ 定電圧 ク 定電流 ケ 低電力

- 2) 加圧しながら溶接部材間に電流を流し、接触面に発生する熱によって接合するのが 溶接である。一般的にアーク溶接よりも温度が低く、かつ短い時間で行われるため、加熱の影響を接合部の近傍に限ることができ、変形や残留応力が少ないことが利点である。この接合方式の代表例として、板を重ね合わせて点状に接合するスポット溶接やプロジェクション溶接などがある。

＜ の解答群 ＞

ア ティグ イ ミグ ウ 抵抗

問題 10 は次の頁へ続く

(3) 25℃の金属を1250℃まで加熱する連続式誘導加熱装置があり、1時間当たり質量935 kgの金属が加熱されている。この加熱装置は熱的に安定した状態であり、入力端での電力は315kW、加熱装置からの熱損失は31.3 kWで、それぞれ一定とする。

1) 誘導加熱装置の入力端におけるエネルギー原単位は [kWh/kg] である。

2) 1時間当たりに加熱される金属の加熱正味熱量は [kWh] である。なお、金属の比熱は677 J/(kg·K) で、温度に関わらず一定とする。

3) このとき、誘導加熱装置の全電気効率は [%] である。

〈 ～ の解答群 〉

ア 0.303	イ 0.337	ウ 0.370	エ 68.3	オ 78.3	カ 79.7
キ 176	ク 196	ケ 215			

(空 白)

(電気化学－選択問題)

問題 11 次の各文章の 1 ～ 10 の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

- (1) 電気化学システムは、アノードとカソードと呼ばれる二種類の電極と、その電極間に介在する 1 伝導体である電解質、及び外部回路から成り立っている。二種類の電極のうち、カソードは 2 を担っている。また、多くの場合、両電極の短絡を防ぎ、アノード室とカソード室のそれぞれにある物質が混合しないように隔膜が用いられる。

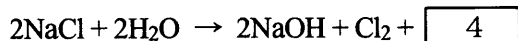
このシステムを用い、化学物質を利用して電気エネルギーを得るものを 3 システムと呼んでいる。

＜ 1 ～ 3 の解答群 ＞

ア イオン イ 化学 ウ 還元反応 エ 酸化反応 オ 水素化反応
カ 中和反応 キ 電解 ク 電子 ケ 電池

- (2) 水溶液を電解質として利用するシステムの代表例である食塩電解について考える。

- 1) 食塩電解では食塩水を電気分解し、次の全反応により塩素等が得られる。



＜ 4 の解答群 ＞

ア H_2 イ 2H_2 ウ O_2

- 2) この電解システムとして、かつては水素過電圧の大きい水銀をカソードに用いる水銀法、あるいは石綿を隔膜として利用する隔膜法が用いられていたが、近年では 5 イオンの選択透過性のある隔膜を用いた 6 交換膜法が主流となっている。特に我が国では、現在、全てが省エネルギー性の優れたこの方式に代わっている。

- 3) 交換膜法では、塩素発生の起こるアノードには RuO_2 を電極触媒として利用した寸法安定電極が用いられており、カソードには を用いた電極が利用されている。発生した塩素は、塩化ビニールをはじめとする塩素化合物の原料として欠かせないものであり、アルカリは工業用の基礎素材として活用されている。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-------|-----------|-----------|
| ア イオン | イ ナトリウム | ウ ニッケル |
| エ 塩化物 | オ 酸化イリジウム | カ 酸化ルテニウム |
| キ 食塩水 | ク 水酸化物 | ケ 炭素 |

- 4) 塩素は、食塩水中の塩化物イオンを酸化して、アノードで塩素ガスとして得られる。

- i) 食塩電解により生成される塩素ガス 1 mol は [g] である。また、塩素ガス 1 mol を生成するのに必要な理論的な電気量は [A·h] である。ただし、ファラデー定数は 26.8 A·h/mol、塩素の原子量は 35.5、ナトリウムの原子量は 23.0 とする。

< 及び の解答群 >

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| ア 26.8 | イ 35.5 | ウ 53.6 | エ 71.0 | オ 106.5 | カ 107.2 |
|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

- ii) これらの値から、食塩電解で塩素を作るのに必要な電気量を求めることができ、この電気量を塩素の単位質量（例えば 1 t）当たりで表したものを 原単位という。

< の解答群 >

- | | | |
|---------|---------|-----------|
| ア 実効電気量 | イ 理論電気量 | ウ 理論エネルギー |
|---------|---------|-----------|

(照明－選択問題)

問題 12 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 光源部を交換することができない一体形LED照明器具を配置する室において、室の所要平均照度から光束法により所要照明器具台数を求める際には、まず設置する室の室指数を求め、室指数から照明器具の固有照明率を得て、それによって所要照明器具台数が算出できる。

1) 室指数 K_r については、室の間口を X 、室の奥行きを Y 、被照面から光源までの高さを H とすると、次式で求められる。

$$K_r = \text{ }$$

〈 の解答群 〉

ア $\frac{H \times (X+Y)}{X \times Y}$ イ $\frac{X \times Y}{H \times (X+Y)}$ ウ $\frac{2 \times H \times (X+Y)}{X \times Y}$

2) 次の室指数 K_r と固有照明率の関係について、正しい記述は 。

- ① 室指数 K_r の値が大きいと固有照明率の値は大きくなる。
② 室指数 K_r の値が一定ならば、床の反射率が違っても固有照明率の値は同じである。

〈 の解答群 〉

ア ①のみである イ ②のみである ウ ①、②の両方である エ ない

3) 間口7m、奥行き8mの室の被照面の平均照度を750lxにするためには、LED照明器具1台当たりの光束が2400lm、固有照明率が0.80、保守率が0.79であったとすると、所要照明器具台数は 台となる。

〈 の解答群 〉

ア 18 イ 28 ウ 38 エ 48

(2) 照明の省エネルギー対策を考える場合、次のような考慮が必要になってくる。

1) 発光効率の良い光源を使用することが省電力に極めて有力な手段となる。

i) 一般的に、LEDは蛍光灯と比較して となるので近年最も使用される光源となった。

＜ の解答群 ＞

ア 高効率で長寿命 イ 低効率であるが長寿命 ウ 効率は同等で高演色

ii) 蛍光灯は発光材料として有害物である を含むので、環境対策上、品種に応じて徐々に生産や輸入に制限が掛かってきている。

＜ の解答群 ＞

ア カドミウム イ 水銀 ウ 鉛

iii) 光源を選択する場合、発光色についても考慮が必要で、 が低いと物体の色を基準光のように正しく識別することが困難になってくる。

＜ の解答群 ＞

ア 光束維持率 イ 相関色温度 ウ 平均演色評価数

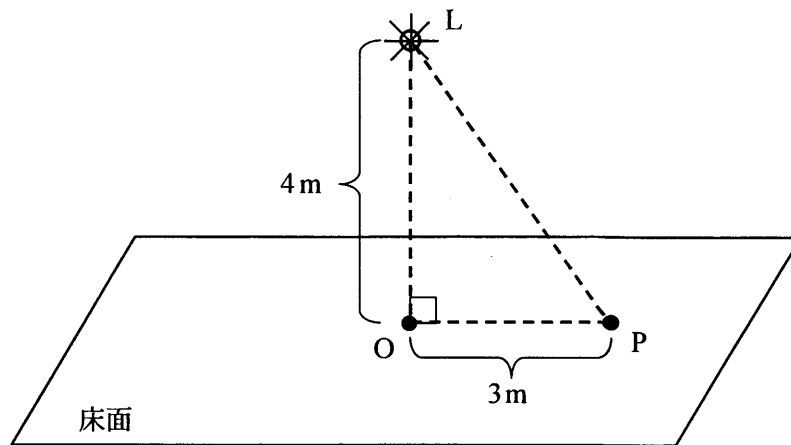
2) 効率の良い照明手法としてタスク・アンビエント照明があるが、これは室内全体に対しては を行い、視作業場所に対しては を追加する手法のことである。

＜ 及び の解答群 ＞

ア グレア対策のルーバ イ タイマーによる自動消灯 ウ 青色光削減カラーフィルタ
エ 局部照明 オ 高照度の全般照明 カ 低照度の全般照明

問題 12 は次の頁へ続く

- (3) 図は、光源Lと、水平な床面に対して光源から鉛直に下ろした線と床面との交点O、及び点Oから3mの距離にある床面上の点Pとの位置関係を示したものである。ここで、光源Lは点光源とみなすことができ、調光が可能である。また、反射は考慮しないものとする。ただし、円周率は3.14とする。



図

- 1) 図の床面上の点Oの水平面照度が80lxとなるように調光した。このときの光源Lの全光束は $\times 10^3$ [lm] となる。

< の解答群 >

ア 1.3

イ 4.0

ウ 16

エ 32

- 2) 次に、光源Lの全光束が8000lmとなるように調光した。このとき、図の床面上の点Pの水平面照度は [lx] となる。

< の解答群 >

ア 20

イ 25

ウ 40

エ 320

(空 白)

(空気調和 - 選択問題)

問題 13 次の各文章の 1 ～ 14 の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

- (1) 図は、全熱交換器における熱回収の説明図であり、 h_{o1} は取り入れ外気的全熱交換器入口での比エンタルピー、 h_{o2} は出口での比エンタルピー、 h_{e1} は室内からの排気的全熱交換器入口での比エンタルピー、 h_{e2} は出口での比エンタルピーを示している。

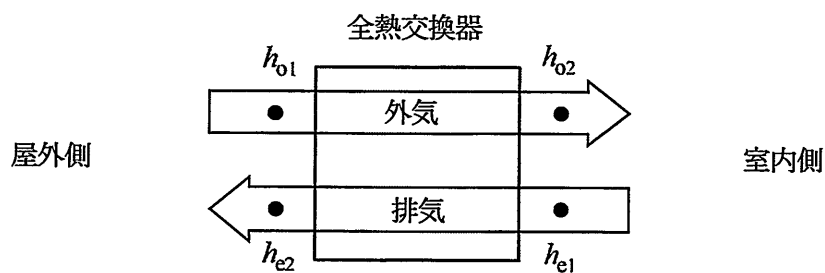


図 全熱交換器における熱回収

- 1) 全熱交換器は、室内からの排気と取り入れ外気が保有する熱のうちの 1 の熱交換を行うもので、取り入れ外気に対して、通常、夏には 2、冬には 3 が実行される。

〈 1 ～ 3 の解答群 〉

ア 加湿のみ イ 除湿のみ ウ 加熱のみ エ 冷却のみ オ 加熱・加湿
カ 冷却・除湿 キ 顕熱のみ ク 潜熱のみ ケ 顕熱及び潜熱

- 2) 取り入れ外気量と室内からの排気量が等しいとき、全熱交換器の効率 η は、図に示す各点の比エンタルピーを用いて次式で示される。

$$\eta = \frac{\text{4}}{\text{5}}$$

〈 4 及び 5 の解答群 〉

ア $h_{e1} - h_{e2}$ イ $h_{e1} - h_{o2}$ ウ $h_{e2} - h_{o1}$
エ $h_{e2} - h_{o2}$ オ $h_{o1} - h_{e1}$ カ $h_{o1} - h_{o2}$

(2) 外気の有効活用について考える。

1) 外気冷房は、冷房中に外気と室内空気の を比較して、外気の方が室内より低い場合、通常よりも多量の外気を取り入れて冷房に利用するもので、風量調整には還気、排気及び外気のダクト系統におけるダンパの開度制御や、関係するファンの運転台数制御、回転速度制御などが用いられる。

＜ の解答群 ＞

ア 湿球温度 イ 比エンタルピー ウ 比エントロピー エ 露点温度

2) 外気冷房制御と取り入れ外気量の CO₂ 制御とを併用する場合には、 の方を優先することにより、省エネルギー性を損なわずに運用が可能である。外気冷房制御と全熱交換器を併用する場合には、取り入れ外気が加熱されるのを防止するように を設けるなどの対策を行うような配慮が必要である。

＜ 及び の解答群 ＞

ア CO₂ 制御 イ エアウオッシャ ウ バイパスダクト
エ 外気冷房制御 オ 除湿器 カ 外気量を減らす判断

3) 外気冷房以外では、間欠空調において、空調停止している夜間の時間帯に換気によって冷房の蓄熱負荷を除去する という手法が、外気を冷房負荷低減に活用する方法として用いられる。ただし、この手法は本来不要の夜間の時間帯に運転される外気用送風機の動力を考慮して省エネルギー効果を判断する必要がある。

＜ の解答群 ＞

ア スポット空調 イ フリークーリング ウ ナイトパージ エ 露点制御

問題 13 は次の頁へ続く

(3) 表に示す電動式の熱源 (a)、(b) とガス熱源 (c) の熱源システムの運転効率について、冷却能力がほぼ同等の機器を例に、表の定格時の仕様に基づく成績係数 (COP) での比較・評価を試みる。ここで、使用する電力の一次エネルギー換算係数は省エネ法で定められている 8.64 [MJ/(kW・h)]、都市ガス 13A の発熱量は高発熱量 (HHV) を 45.0 [MJ/m³_N]、低発熱量 (LHV) を 40.5 [MJ/m³_N] とし、一次エネルギーも同じ値とする。なお、m³_N は標準状態におけるガスの体積を示す。

熱源効率の比較・評価は、公平でなければならない。ここでは、次の 2 点に着目する。

- ・着目点①：熱源の COP は JIS では二次エネルギー基準（二次基準と略す）で算出するが、資源活用効率の観点からは、一次エネルギー基準（一次基準と略す）で示すのが公平である。

ここで、燃料の一次基準への換算は省エネ法上の燃料発熱量に準拠するものとする。

- ・着目点②：熱源の COP として、熱源機単体に補機を含めたシステム全体として示すのが公平である。ここでは、システムとしての範囲を表に示す通りに設定する。

なお、評価は定格時の COP で行うが、期間成績係数を用いるのがより望ましい。

表 熱源機本体の定格時（冷却）仕様

項目		(a) 空冷チラー	(b) 水冷チラー	(c) ガス吸収冷温水機
熱源システム図				
冷却能力	MJ/h	3 670	3 740	3 800
消費電力	kW	258	188	9.6
消費ガス量	m ³ _N /h	—	—	52.7
冷却水流量	m ³ /h	—	181	300

1) 着目点①：熱源機単体 COP における二次基準値（JIS 規格）と一次基準値の比較

- ・電動式熱源のうちの (b) の例では、熱源機単体 COP の二次基準値は 10 と算出される。
一方、一次基準換算値は二次基準値の 11 倍となり、その値には大きな違いが生じる。
ただし、COP 自体が低下したわけではなく、基準の違いによるものであることに留意する。
- ・ガス熱源 (c) の熱源機単体 COP の二次基準値は、ガスの発熱量に LHV を用い（JIS 規格）、電力分を加えて 12 と算出され、(b) の二次基準値に対してはかなり小さい値となる。
一方、一次基準換算値は 13 となり、(b) と比べると一次と二次の差は小さい。
- ・すなわち、一次基準で評価すれば、(b) と (c) の COP には、二次基準ほど大きな差はないことが分かる。

＜ 10 ～ 13 の解答群 ＞

ア	0.116	イ	0.277	ウ	0.417	エ	1.55	オ	1.58	カ	1.71
キ	1.75	ク	2.30	ケ	2.40	コ	3.95	サ	5.53	シ	5.73

2) 着目点②：熱源機単体 COP とシステム COP の比較

- ・電動式熱源の場合、通常、空冷式 (a) と水冷式 (b) の熱源機単体 COP は、冷却効率の違いから (b) が高い。ただし、(a) に補機動力は不要だが、(b) には冷却水ポンプと冷却塔の補機動力が必要である。例えば、(b) の補機動力は、全揚程が水柱 20m でポンプ効率が 0.7 の冷却水ポンプと 4.5kW の冷却塔の場合、水の密度を 1000kg/m^3 、重力の加速度を 9.81m/s^2 とすれば、合計で 14 [kW] となる。従って、(b) のシステム COP は、1) の熱源機単体 COP から補機動力分低下し、(a) と (b) の COP 差は縮まる。部分負荷時には逆転することもあると考えられる。
- ・ガス熱源の (c) は、水冷式の (b) と比較して冷却能力当たりの冷却水量はかなり多く、表の例では約 1.6 倍あり、熱源機単体 COP に対するシステム COP の低下率が (b) より大きくなることにも留意する。

＜ 14 の解答群 ＞

ア	11.4	イ	14.0	ウ	14.4	エ	18.6
---	------	---	------	---	------	---	------

1. 不正行為への対処について

次の行為は不正行為とみなす。不正行為者は試験会場から退出させ、全課目の試験結果を無効とするなど厳正に対処する。

- ①使用禁止の電卓、電子機器、通信機器等使用不可のものを使用する。(3. ①参照)
- ②使用不可のものを定められた場所以外に置く。(3. ②③参照)
- ③本、ノート、メモ等を見る。
- ④他の受験者と接触する。(他の受験者の答案を見る、会話をする、物品の貸し借りを行う)
- ⑤試験開始の合図の前に試験問題を見る。
- ⑥試験終了の合図にもかかわらず解答を続ける。

2. 試験中に使用可のもの

- ①試験中に使用してもよいものは以下のものとし、それらのみ机の上に置いておくことができる。
 - ・受験票(必ず置いておくこと)
 - ・筆記用具(HBの鉛筆、鉛筆削り、シャープペンシル、替え芯、プラスチック製消しゴム)
 - ・時計機能のみの時計
 - ・電卓1台(使用禁止ではないもの)
 - ・眼鏡、拡大鏡

3. 試験中に使用不可のもの

- ①試験中に使用してはならないものは以下のものとする。
 - ・携帯電話、スマートフォン、PC、タブレット端末、スマートウォッチ、電子ルーペ等の電子機器
 - ・その他、通信機能を有するすべての機器(スマートグラス、補聴器、小形通信機等)
 - ・使用禁止電卓(関数電卓、携帯電話などの電卓機能、数式等が記憶できる電卓、プログラム機能を有する電卓等)
- ②上記に示す使用不可の物は、試験中は鞆等にしまい、その口を閉め、簡単に取り出せないようにしておくこと。
- ③机の上だけでなく、机の棚板に置くこと、身に付けておくこと(ポケットに入れる、手に持つ等)、その他利用可能な状態になっている場合は不正行為とみなす。
- ④使用禁止のものが使用できないことによる事態には一切配慮しない。

● 試験問題解答上の注意

1. 問題は全て、、 … で示す設問番号付きの空欄の中に当てはまる字句等(字句、数値、式、記述、図、グラフ等を含む)を、該当する解答群から選択する形式であり、一つの設問に対する正答は唯一である。概略数値を当てはめる設問で、「約」が付されている場合も正しい値に最も近い値のみを正答とする。
2. 、 … で示す設問のうち、同じ設問番号付きの空欄が複数箇所ある場合は、同じ設問番号の正答は同じ字句等である。
3. 一つの解答群から同じ字句等を2回以上用いてよい場合は、当該の設問においてその旨が明記されている。
4. 問題の解答は、該当する解答群の字句等から正答を選択し、選択した字句等に付された「ア」、「イ」、「ウ」…の記号を答えるものとし、答案用紙(マークシート)の該当欄のその記号を正しく塗りつぶすこと。答案用紙に記載されている定められた方法で塗りつぶさないと採点されないことがあるので注意すること。
5. 数値計算の結果をもとに解答群から正答を選択する問題においては次の点に留意すること。
 - ① 数値計算においては、十分に大きい有効桁数を確保して正しく計算した値を「計算結果の値」とする。
 - ② 解答群中で「計算結果の値」に最も近い値を数値計算における唯一の正答とする。
 - ③ なお、問題文中で与条件として示されている数値については、記載してある位より下の位は「0」であるものとし、十分に有効桁数が確保されているものとして扱う。例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100… と考える。