

平成28年度
標準テスト問題

空気調和設備

試験時間 50分

注意事項

1. 「用意」の合図で、問題用紙の最後についている解答用紙を切り離し、科、学年・組、番号および氏名を記入しなさい。
2. 「始め」の合図で、問題が **1** から **7** までであることを確認し、試験を始めなさい。ページ数は1ページから7ページまであります。
3. 答えは、各問題の下の解答群（の中）よりもっとも適したものを選び、その記号を解答欄に記入しなさい。
ただし、数値で解答するものについては、指定された解答方法の数値になるように、1つ下の位を四捨五入して答えなさい。
4. 電卓、ポケコンは必要に応じて使用できます。
5. 空気線図を利用する問題は、問題用紙の7ページを参照しなさい。
6. 「止め」の合図で試験を終了し、問題用紙と解答用紙を提出しなさい。

| | | | | | | | |
|---|--|------|---|---|----|----|--|
| 科 | | 学年・組 | 年 | 組 | 番号 | 氏名 | |
|---|--|------|---|---|----|----|--|

公益社団法人 全国工業高等学校長協会

1 次の値を指定された単位に換算し、値を解答群より選び、記号で答えなさい。

- (1) 0.6 [m] = () [mm]
 (2) 90 [s] = () [min]
 (3) 600 [g] = () [kg]
 (4) 27 [°C] = () [K]
 (5) 0.5 [%] = ()
 (6) 60000 [cm²] = () [m²]
 (7) 108 [km/h] = () [m/s]
 (8) 200 [L/min] = () [m³/h]
 (9) 0.5 [kWh] = () [kJ]

解答群

| | | | | |
|----------|---------|--------|---------|---------|
| ア. 0.005 | イ. 0.05 | ウ. 0.5 | エ. 0.6 | オ. 1.5 |
| カ. 6 | キ. 12 | ク. 30 | ケ. 100 | コ. 200 |
| サ. 300 | シ. 600 | ス. 900 | セ. 1800 | ソ. 3600 |

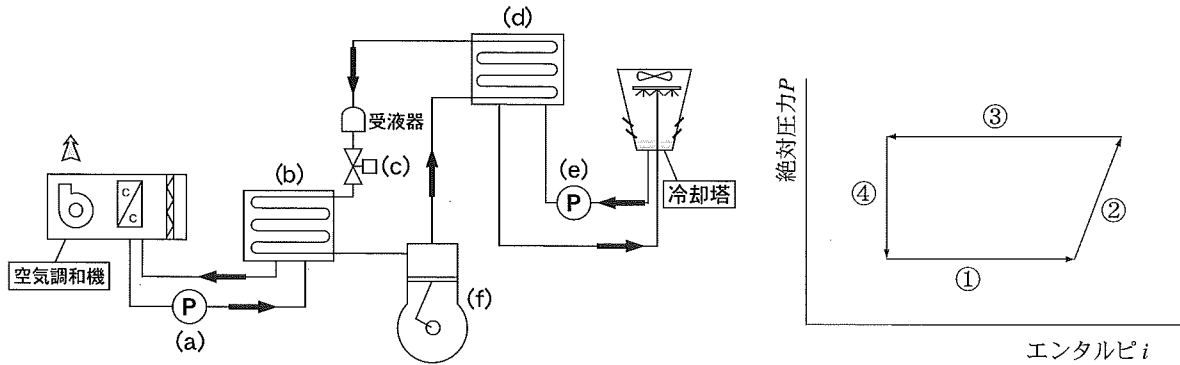
2 文中の () 内にあてはまる語句又は数値を解答群より選び、記号で答えなさい。

- (1) 空気調和とは、空気の温度、湿度、(①) 度および (②) 分布を、利用目的とする空間に適するように同時に処理するプロセスのことである。
- (2) 地球上の乾き空気の標準組成は、ほぼ一定に保たれている。(③) を含む空気を湿り空気といい、温度が (④) ほど (③) を多く含むことができる。
- (3) 空気調和設備において、熱エネルギーを仲介して伝える流体の総称を (⑤) という。空気調和方式を (⑤) によって分類すると、全空気方式、全水方式、水-空気方式、(⑥) 方式に大別される。
- (4) 空気調和設備が設けられているある規模以上の居室における室内環境基準は、一酸化炭素含有率 (⑦) ppm以下、浮遊粉じん量 (⑧) mg/m³以下、ホルムアルデヒド量 (⑨) mg/m³以下である。
- (5) 空気調和機の設置方式には、中央機械室に空気調和機器や熱源機器を設置する (⑩) 空気調和方式と、各室または各ゾーンに空気調和機器や熱源機器を設置する (⑪) 空気調和方式に分けられる。
- (6) 1つの都市または地域内にある建物に、1箇所または数箇所に集中設置された熱源プラントから、配管を通じて蒸気、温水、冷水などの熱媒を供給し、冷暖房や給湯などを行う施設を (⑫) 冷暖房という。熱源側と需要家側の配管の中継点で、熱媒の温度や圧力、流量などを調整する施設を (⑬) ステーションという。

解答群

| | | | | |
|--------|---------|--------|--------|---------|
| ア. 気流 | イ. 集中式 | ウ. 清浄 | エ. 水蒸気 | オ. サブ |
| カ. メイン | キ. 中央式 | ク. 機械的 | ケ. 熱媒 | コ. 地域 |
| サ. 高い | シ. 低い | ス. 冷媒 | セ. 人工的 | ソ. 個別式 |
| タ. 0.1 | チ. 0.15 | ツ. 1 | テ. 10 | ト. 1000 |

- 3 3-1 図は、空調システムのしくみを示し、3-2 図は圧縮式冷凍機の $P-i$ 線図（モリエル線図）上の冷凍サイクルを表している。次の各問いに答えなさい。



3-1 図 圧縮式冷凍機を用いた空調システム

3-2 図 冷凍サイクル

- (1) 3-1 図において、(a)～(f) の機器名を次の解答群より選び、記号で答えなさい。

| | | | | |
|-----|--------|--------|-----------|----------|
| 解答群 | ア. 圧縮機 | イ. 蒸発器 | ウ. 冷却水ポンプ | エ. 冷水ポンプ |
| | オ. 吸収器 | カ. 再生器 | キ. 膨張弁 | ク. 凝縮器 |

- (2) 3-2 図の冷凍サイクルにおいて、①～④の過程を次の解答群より選び、記号で答えなさい。

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 解答群 | ア. 蒸発 | イ. 凝縮 | ウ. 圧縮 | エ. 膨張 | オ. 吸収 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|

- (3) 文中の () 内にあてはまる語句を解答群より選び、記号で答えなさい。

圧縮式冷凍機では、(①) で冷媒が吸収する熱量が (②) ほど、(③) に必要な動力が (④) ほど効率が良い。圧縮式冷凍機の効率を表した指標を (⑤) という。

| | | | | | |
|-----|---------|--------|-------|--------|--------|
| 解答群 | ア. 成績係数 | イ. 大きい | ウ. 圧縮 | エ. 蒸発器 | オ. 再生器 |
| | カ. 安全率 | キ. 小さい | ク. 膨張 | ケ. 凝縮器 | コ. 吸収器 |

4 空気の状態を示す空気線図を用いて、次の各問いに答えなさい。

(1) 7ページ4図空気線図上の状態(A)から、次の①～⑥の値を読み取り、最も近いものを解答群Iより、単位を解答群IIより、関係のある説明文を解答群IIIより選び、記号で答えなさい。

- ① 乾球温度
- ② 相対湿度
- ③ 絶対湿度
- ④ 露点温度
- ⑤ 比体積
- ⑥ 比エンタルピ

| | | | | | |
|-------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 解答群 I | ア. 0.005 | イ. 0.014 | ウ. 0.875 | エ. 14.0 | オ. 19.0 |
| | カ. 22.1 | キ. 29.0 | ク. 55.0 | ケ. 65.0 | コ. 85.0 |

| | | | | |
|--------|-------|---------------|----------------------------|--------|
| 解答群 II | ア. % | イ. kJ/kg (DA) | ウ. m ³ /kg (DA) | エ. kPa |
| | オ. °C | カ. kg/kg (DA) | | |

| | |
|---------|-----------------------------------------------------------|
| 解答群 III | ア. 温度計の感熱部を湿らせた布で包み、水が蒸発するようにして測定した温度である。 |
| | イ. 湿り空気中に含まれる水蒸気の量には限度があり、これを冷却してこの温度まで下げると水蒸気は凝縮して液体となる。 |
| | ウ. 乾き空気1kgを含む湿り空気の体積で、密度の逆数と考えられる。 |
| | エ. 湿り空気の水蒸気分圧とその温度における飽和空気の水蒸気分圧との割合である。 |
| | オ. 湿り空気中に含まれる水蒸気の量で、乾き空気1kgを含む湿り空気中の水蒸気量である。 |
| | カ. 0°Cの乾き空気を基準として、乾き空気1kgあたりの熱量である。 |
| | キ. 棒状温度計の感熱部を乾いた状態で測定した温度である。 |

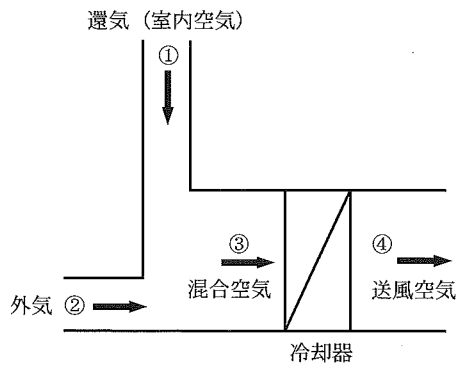
(2) 密閉された室内空気を、外部との水分の出入りがない状態でゆっくりと加熱し、その様子を乾湿球温度計で測定したところ、次の様な結果になった。4表の①、②に入る最も近い値を解答群より選び、記号で答えなさい。

4表 加熱前後の室内環境の変化

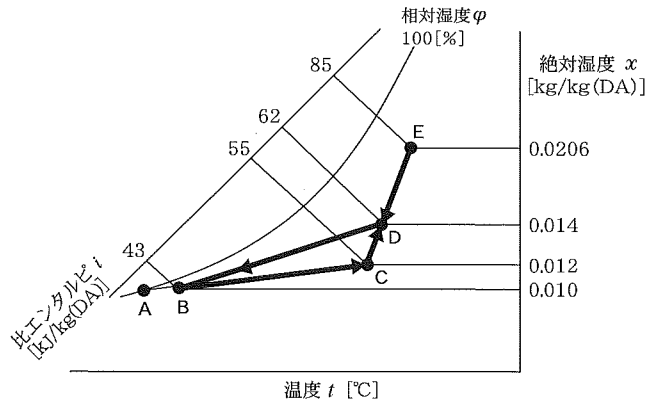
| 室内の状態 | 乾球温度 [°C] | 湿球温度 [°C] | 相対湿度 [%] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 加熱前 | 20 | 17 | ① |
| 加熱後 | 25 | — | ② |

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 解答群 | ア. 15 | イ. 35 | ウ. 55 | エ. 65 | オ. 75 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|

- 5 5-1 図の冷房システムについて、下記のような設計条件で空調したときの冷房プロセスを 5-2 図に示した。次の各問いに答えなさい。また、計算には備考欄の式を用いなさい。ただし、答えは指定されたもの以外は整数で求めること。



5-1 図 冷房システム



5-2 図 冷房プロセス

設計条件

| | | | |
|------------|-------------------------|------------|------------------------|
| ・ 室内取得顕熱負荷 | $q_s = 38080$ [W] | ・ 室内取得潜熱負荷 | $q_L = 13000$ [W] |
| ・ 室内温度 | $t_1 = 28$ [°C] | ・ 室内相対湿度 | $\varphi_1 = 50$ [%] |
| ・ 外気温度 | $t_2 = 33$ [°C] | ・ 外気相対湿度 | $\varphi_2 = 65$ [%] |
| ・ 取り入れ外気量 | $G_o = 2500$ [kg(DA)/h] | ・ 吹き出し温度差 | $(t_1 - t_4) = 10$ [K] |

- (1) 5-1 図の ①～④ の空気状態を、5-2 図の空気線図上に示す場合、その状態を A～E で答えなさい。
- (2) 送風空気量 G [kg(DA)/h] を求めなさい。
- (3) 還気量 G_R [kg(DA)/h] を求めなさい。
- (4) 混合空気③の温度 t_3 [°C] を、小数第 1 位まで求めなさい。
- (5) 顕熱比 SHF を、小数第 2 位まで求めなさい。
- (6) 冷却器負荷 q_c [W] を求めなさい。
- (7) 減湿量 L [kg/h] を、小数第 1 位まで求めなさい。

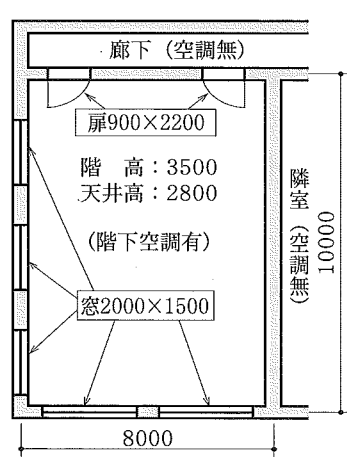
備考欄

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------|
| G | $= q_s / 0.28(t_1 - t_4)$ |
| G_R | $= G - G_o$ |
| t_3 | $= \{ t_1 \cdot G_R + t_2 \cdot G_o \} / G$ |
| SHF | $= q_s / (q_s + q_L)$ |
| q_c | $= 0.28 G (i_3 - i_4)$ |
| L | $= G (x_3 - x_4)$ |
| 1～4の数字は、5-1 図中の①～④位置を示している。 | |

- 6 6図に示す事務室を下記のような設計条件で空調するとき、平面図・表および備考欄の式を用いて、次の各問いに答えなさい。ただし、答えは(1)から(3)は整数で、(4)から(7)は小数第1位まで求めなさい。

設計条件

| | | | |
|----------------------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------|
| 所在地：東京 | 稼働時間：8～17時 | 室内乾球温度：26 [°C] | 室内相対湿度：50 [%] |
| 熱通過率 K ：外壁（普通コンクリート厚さ180 [mm]） | 2.9 [W/(m ² ・K)] | | |
| 内壁（普通コンクリート厚さ120 [mm]） | 2.7 [W/(m ² ・K)] | | |
| 扉（鋼製フラッシュ戸） | 2.4 [W/(m ² ・K)] | | |
| 窓（二重ガラス 空気層6 [mm]） | 3.5 [W/(m ² ・K)] | | |
| 窓ガラスの内側にクリーム色のベネシアンブラインドを設ける。遮へい係数 $SC=0.56$ | | | |



6図 3階事務室平面図（最上階）

6-1表 冷房設計用外気温度

| 地名 | 外気温度 [°C] | |
|-----|-----------|-------|
| | 0～24時 | 8～17時 |
| 東京 | 31.5 | 32.6 |
| 名古屋 | 32.9 | 34.3 |
| 大阪 | 32.8 | 33.6 |

6-2表 夏期日平均外気温度

| 地名 | t_{oc} [°C] |
|-----|---------------|
| 東京 | 29.5 |
| 名古屋 | 29.6 |
| 大阪 | 30.3 |

（実効温度補正用）

6-3表 すきま風による換気回数 n [回/h]

| 室または建物の種類 | 換気回数 n |
|-----------------|----------|
| 室または外壁のない室 | 0.5 |
| 一方のみ窓または外壁扉のある室 | 1 |
| 二方に窓または外壁扉のある室 | 1.5 |
| 三方に窓または外壁扉のある室 | 2 |
| 入口ホール | 2 |

6-4表

窓ガラスからの標準日射熱取得 S [W/m²] (夏期)

| 時刻 | 方位 | N | E | S | W |
|----|----|----|----|-----|-----|
| 12 | | 50 | 50 | 181 | 50 |
| 14 | | 45 | 45 | 117 | 363 |
| 16 | | 33 | 33 | 33 | 573 |

6-5表 外壁・屋根の実効温度差 ETD [K]

$t_i=26^\circ\text{C}$ $t_{oc}=29.5^\circ\text{C}$ (東京)

| 外壁・屋根 | 時刻 | 方位 | 水平 | N | E | S | W |
|-------------------------|----|----|------|-----|------|------|------|
| | | | 時刻 | N | E | S | W |
| 普通コンクリート 厚さ70～160mm | 12 | | 21.4 | 5.6 | 14.9 | 8.1 | 5.3 |
| | 14 | | 27.2 | 7.0 | 12.4 | 11.2 | 8.7 |
| | 16 | | 28.2 | 7.8 | 10.9 | 11.6 | 15.0 |
| 普通コンクリート 厚さ160～230mm | 12 | | 15.2 | 4.5 | 12.6 | 5.6 | 4.3 |
| | 14 | | 21.2 | 5.7 | 12.2 | 8.4 | 6.4 |
| | 16 | | 24.6 | 6.7 | 11.3 | 10.0 | 10.7 |

- 事務室の容積 V [m³] を求めなさい。
- 事務室の人員密度を0.2 人/m² とするとき、人員 N [人] を整数で求めなさい。
- すきま風の風量 Q_i [m³/h] を求めなさい。
- 南側外壁の12時における補正実効温度差 ETD_c を求めなさい。
ただし、 t_{ic} は設計条件室内温度、 t_{oc} は夏期日平均外気温度である。
- 12時における南側外壁からの取得負荷 q_{w0} [W] を求めなさい。
ただし、 A は外壁面積、 K は外壁の熱通過率、 ETD_c は補正実効温度差である。
- 14時における西側窓ガラスからの日射による取得負荷 q_{GR} [W] を求めなさい。
ただし、 A は窓ガラスの面積、 S は標準日射熱取得、 SC は遮へい係数である。
- 東側の内壁からの取得負荷 q_{wi} [W] を求めなさい。
ただし、 A は内壁の面積、 K は内壁の熱通過率、 Δt は室内外温度差 = {(外気温 - 室温) / 2} である。

備考欄

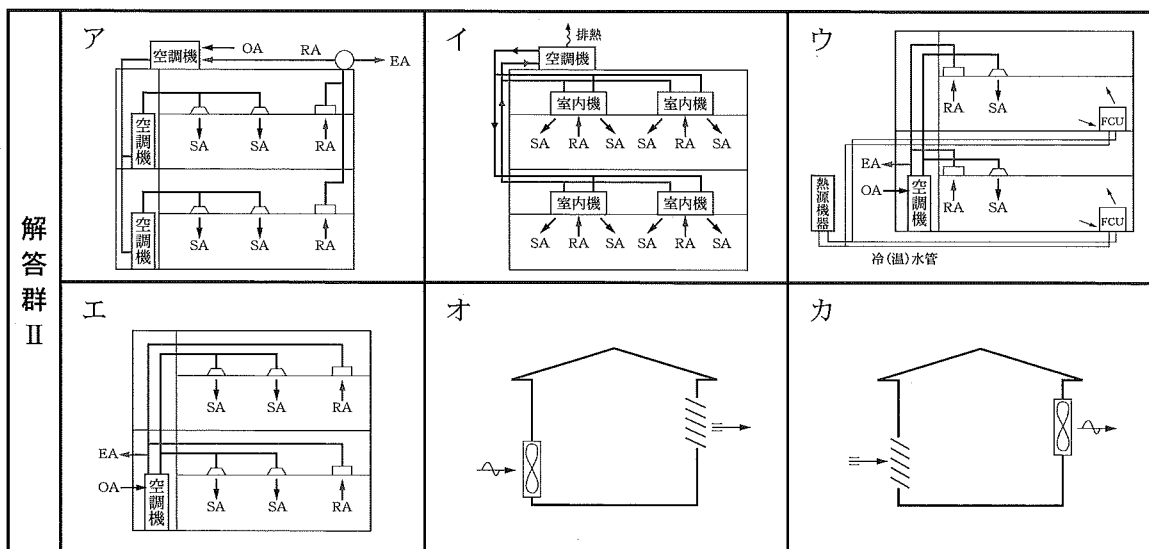
| | |
|----------|-------------------------------------------|
| Q_i | $= n \cdot V$ |
| ETD_c | $= ETD + (26 - t_{ic}) + (t_{oc} - 29.5)$ |
| q_{w0} | $= A \cdot K \cdot ETD_c$ |
| q_{GR} | $= A \cdot S \cdot SC$ |
| q_{wi} | $= A \cdot K \cdot \Delta t$ |

7 空気調和方式および機械換気方式について、次の各問いに答えなさい。

(1) 次の説明文に該当する名称を解答群 I より、概略図を解答群 II より選び、記号で答えなさい。

- ① 冷凍サイクル系機器および送風機やエアフィルタ、自動制御機器などをケーシングに収納した空調機で、この空調機を単独または多数設置して空調を行う。使用目的や形態によって、スプリット型などがある。
- ② 機械室に設置した空調機で外気および還気を処理して各室に供給する他、冷却兼加熱コイル・フィルタ・小形送風機などを内蔵した小形空調機を各室に設置して、それに中央機械室より冷水または温水を供給し冷暖房を行う方式である。
- ③ 空調機で処理された調和空気を、送風量を一定にしてダクトから各室へ送風する方式である。空気調和方式の基本となる形式であるが、部屋ごとの運転停止ができないため温度と湿度のアンバランスが生じやすい。
- ④ 外気処理用の一次空調機と各ゾーンに設置した二次空調機を併設し、一次空調機で処理した空気を、各ゾーンの室内条件に応じて空調機で二次処理し、室内に送風する方式である。
- ⑤ 排気量を制御して、便所など臭気や台所など水蒸気が発生する場所に有効であり、室内を常に負圧にし、拡散を防ぐ効果がある。
- ⑥ 給気量を制御して、クリーンルームやボイラ室に適しており、常に室内を正圧に保ち、外部からのほこりの流入を防止し、火気の使用に対して給気量を確保したい場合に適している。

| | | | |
|-------|-------------------------|---------------|-------------|
| 解答群 I | ア. 定風量単一ダクト方式 | イ. 変風量単一ダクト方式 | ウ. 各階ユニット方式 |
| | エ. ファンコイルユニット方式 (ダクト併用) | | |
| | オ. パッケージユニット方式 | カ. 第一種機械換気 | キ. 第二種機械換気 |
| | ク. 第三種機械換気 | ケ. 自然換気 | |

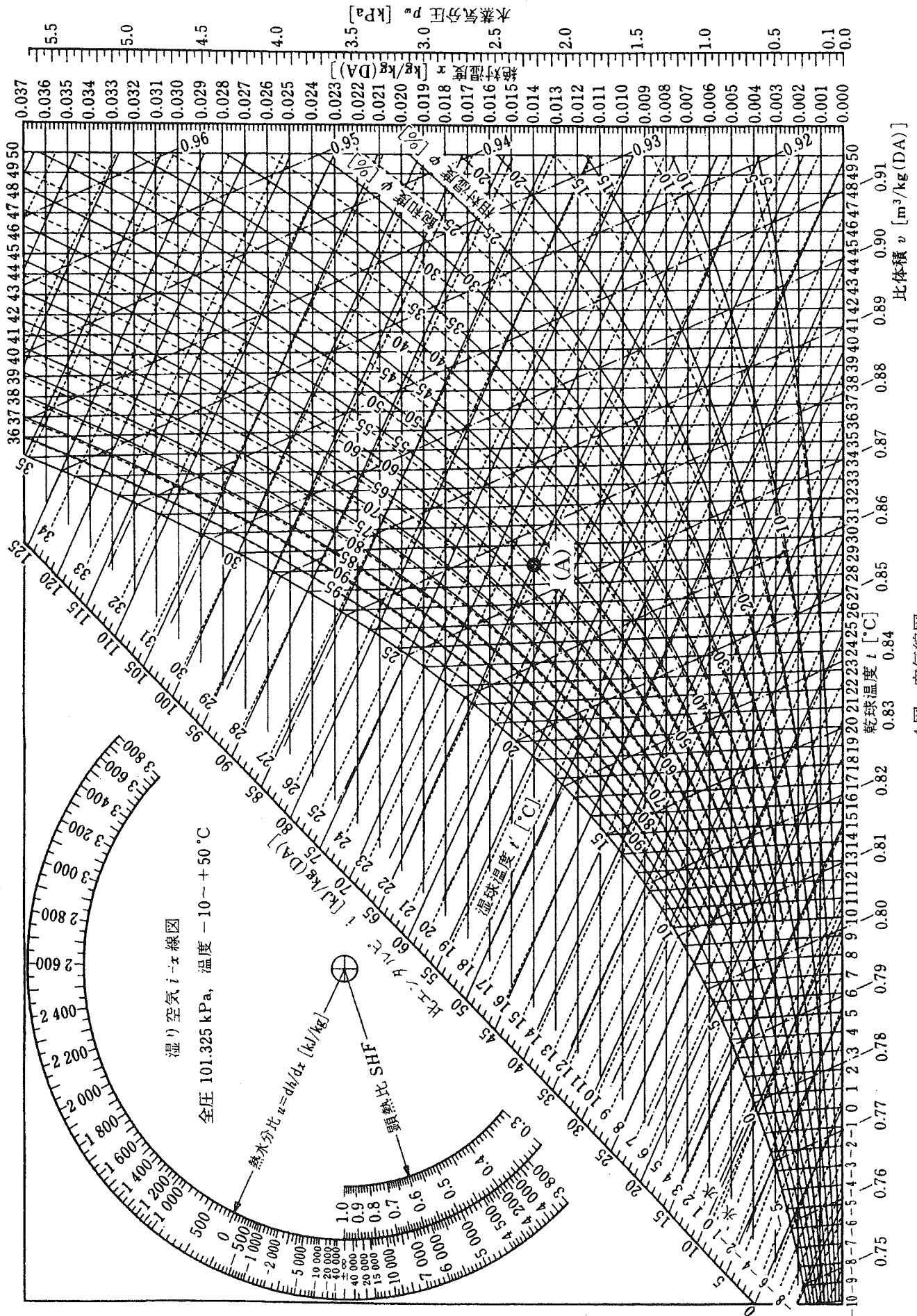


(2) 在室人員が9人の居室の二酸化炭素濃度を、1000 ppm以下に保つために必要な最小換気量 [m³/h] を解答群から選び、記号で答えなさい。ただし、外気の二酸化炭素濃度を400 ppm、1人あたりの人体からの二酸化炭素発生量は、0.02 m³/hとする。また、算出には次式を用い、換気上有効な開口部はないものとする。

$$Q = \frac{M}{C - C_0}$$

Q : 換気量 [m³/h] M : 汚染質の発生量 [m³/h]
 C : 室内の汚染質濃度 [m³/m³] C_0 : 外気濃度 [m³/m³]

| | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|--------|---------|
| 解答群 | ア. 30 | イ. 120 | ウ. 300 | エ. 450 | オ. 1000 |
|-----|-------|--------|--------|--------|---------|



4 图 空气焓图

空気調和設備 解答用紙

| | | | | |
|---|-----|--|-----|--|
| 1 | (1) | | (6) | |
| | (2) | | (7) | |
| | (3) | | (8) | |
| | (4) | | (9) | |
| | (5) | | | |

| | | | | | | |
|-----|-----|---|-----|-----|---|--|
| 2 | (1) | ① | | (4) | ⑦ | |
| | | ② | | | ⑧ | |
| (2) | ③ | | ⑨ | | | |
| | ④ | | (5) | ⑩ | | |
| (3) | ⑤ | | | ⑪ | | |
| | ⑥ | | (6) | ⑫ | | |
| | | ⑬ | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|--|-----|---|---|-----|---|--|
| 3 | (1) | (a) | | (2) | ① | | (3) | ① | |
| | | (b) | | | ② | | | ② | |
| | | (c) | | | ③ | | | ③ | |
| | | (d) | | | ④ | | | ④ | |
| | | (e) | | | | ⑤ | | | |
| | | (f) | | | | | | | |

| | | | | | |
|-----|-----|--------|--------|---------|----------|
| 4 | (1) | | I (数値) | II (単位) | III (説明) |
| | | ① | 乾球温度 | | |
| | | ② | 相対湿度 | | |
| | | ③ | 絶対湿度 | | |
| | | ④ | 露点温度 | | |
| | | ⑤ | 比体積 | | |
| | ⑥ | 比エンタルピ | | | |
| (2) | ① | | ② | | |

| | | | | | |
|-----|-----|---|--------|------------|--|
| 5 | (1) | ① | | ③ | |
| | | ② | | ④ | |
| | (2) | | | [kg(DA)/h] | |
| | (3) | | | [kg(DA)/h] | |
| | (4) | | | [°C] | |
| | (5) | | | | |
| | (6) | | | [W] | |
| (7) | | | [kg/h] | | |

| | | | |
|---|-----|--|--------|
| 6 | (1) | | [m³] |
| | (2) | | [人] |
| | (3) | | [m³/h] |
| | (4) | | [K] |
| | (5) | | [W] |
| | (6) | | [W] |
| | (7) | | [W] |

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|
| 7 | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| | (1) | 名称 | | | | | |
| | | 概略図 | | | | | |
| (2) | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|------|-----|----|----|----|
| 科 | | 学年・組 | 年 組 | 番号 | 氏名 | 得点 |
|---|--|------|-----|----|----|----|

平成28年度 標準テスト
空気調和設備 解答

| | | | | |
|---|-----|---|----------|---|
| 1 | (1) | シ | (6) | カ |
| | (2) | オ | (7) | ク |
| | (3) | エ | (8) | キ |
| | (4) | サ | (9) | セ |
| | (5) | ア | 各1点, 計9点 | |

| | | | | | | |
|-----|-----|---|-----|-----|---|---|
| 2 | (1) | ① | ウ | (4) | ⑦ | テ |
| | | ② | ア | | ⑧ | チ |
| (2) | ③ | エ | ⑨ | | タ | |
| | ④ | サ | (5) | ⑩ | キ | |
| (3) | ⑤ | ケ | | ⑪ | ソ | |
| | ⑥ | ス | (6) | ⑫ | コ | |
| | | ⑬ | | オ | | |

| | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|---|-----|---|-----------|-----|---|---|
| 3 | (1) | (a) | エ | (2) | ① | ア | (3) | ① | エ |
| | | (b) | イ | | ② | ウ | | ② | イ |
| | | (c) | キ | | ③ | イ | | ③ | ウ |
| | | (d) | ク | | ④ | エ | | ④ | キ |
| | | (e) | ウ | | | ⑤ | | ア | |
| | | (f) | ア | | | 各1点, 計15点 | | | |

| | | | | | | |
|-----|-----|---|--------|---------|----------|---|
| 4 | (1) | | I (数値) | II (単位) | III (説明) | |
| | | ① | 乾球温度 | キ | | キ |
| | | ② | 相対湿度 | ク | ア | エ |
| | | ③ | 絶対湿度 | イ | カ | オ |
| | | ④ | 露点温度 | オ | オ | イ |
| | | ⑤ | 比体積 | ウ | ウ | ウ |
| | | ⑥ | 比エンタルピ | ケ | イ | カ |
| (2) | ① | オ | | ② | ウ | |

各1点, 計19点

| | | | | | |
|---|-----|------------------|---|---|---|
| 5 | (1) | ① | C | ③ | D |
| | | ② | E | ④ | B |
| | (2) | 13600 [kg(DA)/h] | | | |
| | (3) | 11100 [kg(DA)/h] | | | |
| | (4) | 28.9 [°C] | | | |
| | (5) | 0.75 | | | |
| | (6) | 72352 [W] | | | |
| | (7) | 54.4 [kg/h] | | | |

| | | | |
|---|-----|--------|--------|
| 6 | (1) | 224 | [m³] |
| | (2) | 16 | [人] |
| | (3) | 336 | [m³/h] |
| | (4) | 5.6 | [K] |
| | (5) | 357.3 | [W] |
| | (6) | 1829.5 | [W] |
| | (7) | 249.5 | [W] |

各2点, 計14点

(1) は各1点, 他は各2点, 計16点

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------------------------|---|---|---|---|---|
| 7 | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | |
| | (1) | 名称 | オ | エ | ア | ウ | ク | キ |
| | | 概略図 | イ | ウ | エ | ア | カ | オ |
| (2) | ウ | | (1) は各1点, (2) は2点, 計14点 | | | | | |