

11 衛生工学部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 地球温暖化対策の取組に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温室効果ガスの排出を抑制することで、地球温暖化の防止を図るための施策を緩和策という。
- ② 森林の吸収作用を保全することなどで、地球温暖化がもたらす現在及び将来の気候変動の影響に対処する施策を適応策という。
- ③ 二酸化炭素の削減や環境負荷の低減に貢献するために、省エネ・低炭素型の製品やサービス、行動を賢く選択することをクールチョイスという。
- ④ 運輸部門の二酸化炭素削減の取組の1つとして、自動車から鉄道、内航船舶へ輸送モードを転換するモーダルシフトがある。
- ⑤ 再生可能エネルギーは、発電において温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、重要な低炭素の国産エネルギー源である。

I-2 放射線に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① α 線（アルファ線）はヘリウムの原子核であり、薄いゴムでも十分遮断される。
- ② β 線（ベータ線）は電子線であり、数mmのアルミニウム板で十分遮へいされる。
- ③ セシウム137 (^{137}Cs) の半減期は約30年である。
- ④ ベクレル (Bq) は放射能の強さを表す単位で、単位時間（1秒間）内に原子核が崩壊する数を表す。
- ⑤ シーベルト (Sv) は吸収線量のSI単位で、物質が電離放射線によってその質量1 kg当たり1Jのエネルギーが与えられたときの吸収線量である。

I-3 微小粒子状物質 (PM_{2.5}) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 微小粒子状物質 (PM_{2.5}) に係る環境基準 (環境省告示) は、年平均値が15 μg/m³以下であり、かつ、日平均値が35 μg/m³以下である。
- ② 微小粒子状物質 (PM_{2.5}) には、物の燃焼などによって直接排出されるもの (一次生成) と、環境大気中での化学反応により生成されたもの (二次生成) とがある。
- ③ 我が国の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の平成22年度から平成26年度の全測定局の年平均濃度は横ばいで推移している。
- ④ 我が国では、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の注意喚起のための暫定的な指針となる値として、日平均値85 μg/m³と定められている。
- ⑤ 高性能な防じん (小さな粒子の吸入防止用) マスクは、微粒子の捕集効率の高いフィルターを使っており、適切に使用すれば、微粒子の吸入を減らす効果がある。

I-4 次のうち、2013年におけるエネルギー起源二酸化炭素の排出量が日本より少ない国はどれか。

- ① 中国
- ② アメリカ
- ③ インド
- ④ ドイツ
- ⑤ ロシア

I-5 次の水質検査項目のうち、水道水の水質基準項目でないものはどれか。

- ① 残留塩素
- ② 大腸菌
- ③ 亜硝酸態窒素
- ④ トリクロロ酢酸
- ⑤ 陰イオン界面活性剤

I-6 給水装置の衛生対策に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水管の口径及び受水槽などの容量は、当該施設に対して必要以上に過大にしない。
- ② 給水管は、給水装置以外の水管などの設備に直接連結させること (クロスコネクション) をしてはならない。
- ③ 水槽・プールなど、水を受ける設備への給水は、落とし込みとする。
- ④ 給水管内に停滞水が生じる場合は、配管末端部に適切な排水設備を設ける。
- ⑤ メッキを施している給水栓は、厚生労働大臣が定める浸出性能試験を行い、省令で定められた「ニッケル及びその化合物」の基準に適合しなければならない。

I-7 工場排水試験方法 (JIS K0102:2016) が2016年3月22日に改正された。これにより改正された事項に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① COD_{cr}測定法に、ISO 15705:2002 (水質－化学的酸素要求量指数の測定 (ST-COD)－小型密閉管法) を基礎として従来の滴定法に比べて使用する試料量を1/10に軽減でき、有害物質である硫酸水銀及びニクロム酸カリウム溶液の使用量もそれぞれ1/10、1/20に減量することができる蓋付き試験管を用いた吸光光度法を追加した。
- ② 溶存酸素の測定法に、メンテナンスが容易で腐食に強い利点がある光学式センサを用いた測定法を追加した。
- ③ 溶存酸素の測定法に、従来用いられていた水中の飽和溶存酸素量の表から、国土の平均高度における平均気圧に基づいて算出した飽和溶存酸素量の表に変更した。
- ④ 全水銀の測定における還元気化原子吸光法に、低濃度水銀測定用として試料量が従来法の1/30に低減できる高感度の水銀専用原子吸光装置を用いた方法を追加した。
- ⑤ 全水銀の測定に、感度が高く溶媒抽出操作を必要としないことから、有害物質使用量の低減につながる、加熱気化－金アマルガム捕集原子吸光法を追加した。

I-8 公共の排水処理施設等の整備・運営手法として導入されているPFI事業及びその主な事業方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① PFIとは、国や地方公共団体が自ら実施してきた公共事業を民間のノウハウ、資金をできる限り活用して、建設、維持管理、運営を行う手法のことである。
- ② ROとは、民間事業者が対象施設を改修した後に、その施設の維持管理及び運営を行う方式である。
- ③ BOOとは、民間事業者が対象施設を建設し、維持管理及び運営し、事業終了時に対象施設を解体・撤去する方式である。(公共側への所有権移転は無い)
- ④ BOTとは、民間事業者が対象施設を建設し、維持管理及び運営し、事業終了後に公共側に所有権を移転する方式である。
- ⑤ BTOとは、民間事業者が対象施設を建設し、施設完成直後に公共側に所有権を移転し、公共側が維持管理及び運営を行う方式である。

I-9 A清掃工場の年間稼働焼却状況が次の条件のとおりであった。次のうち、A清掃工場における年間の実発電効率に最も近い値はどれか。

[条件]

年間ごみ焼却量：120,000トン

年間発電量：53,800 MWh

年間平均ごみ低位発熱量：9,000 kJ/kg

- ① 10.0% ② 15.0% ③ 17.9% ④ 19.9% ⑤ 22.4%

I-10 平成23年に発生した東日本大震災に関する次の記述の、に入る組合せとして、最も適切なものはどれか。

被災した13道県239市町村において災害廃棄物（津波堆積物を除く）が約 A トン、6県36市町村において津波堆積物が約 B トン発生した。

- | | <u>A</u> | <u>B</u> |
|---|----------|----------|
| ① | 5,000万 | 3,100万 |
| ② | 5,000万 | 2,100万 |
| ③ | 5,000万 | 1,100万 |
| ④ | 2,000万 | 3,100万 |
| ⑤ | 2,000万 | 1,100万 |

I-11 廃棄物の処理及び清掃に関する法律に関する次の（ア）～（ウ）の記述の、
□に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- （ア）□ a □とは、産業廃棄物以外の廃棄物をいう。
- （イ）「産業廃棄物」とは、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃え殻、汚泥、廃油、
廃酸、廃アルカリ、□ b □その他政令で定める廃棄物をいう。
- （ウ）□ c □とは、産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生
活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるも
のをいう。

	a	b	c
①	「一般廃棄物」	廃プラスチック類	「特別管理産業廃棄物」
②	「一般廃棄物」	廃プラスチック類	「毒性産業廃棄物」
③	「普通廃棄物」	廃水	「毒性産業廃棄物」
④	「普通廃棄物」	廃プラスチック類	「特別管理産業廃棄物」
⑤	「一般廃棄物」	廃水	「毒性産業廃棄物」

I-12 水銀に関する水俣条約の的確かつ円滑な実施を確保するため、大気汚染防止法の一
部を改正する法律（平成27年6月19日法律第41号）等が制定、公布された。この法律
に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 排出基準は、ばい煙排出規制における排出基準のように環境基準等の環境上の目標の
維持達成を目指す観点から設定されたものである。
- ② 現在稼働している一般廃棄物焼却炉と新設焼却炉では異なった排出基準が適用される。
- ③ 水銀には、ガス状水銀と粒子状水銀の2形態がある。全水銀の測定対象はガス状水銀
と粒子状水銀をそれぞれ測定し、その濃度の合計により排出基準の適合を判断する。
- ④ 測定結果の年平均が $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以上である施設のうち、各測定結果において、水銀
濃度に対する粒子状水銀濃度が5%未満であり、かつ、粒子状水銀濃度が
 $2.5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満という測定結果が、連続して3年間継続した場合には粒子状水銀濃
度測定を省略できる。
- ⑤ 大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成27年6月19日法律第41号）及びその関
係法令は、平成30年4月1日から施行される。ただし、水俣条約が日本国について効
力を生ずる日が平成30年4月1日後になる場合には、当該条約が日本国について効力
を生ずる日から施行される。

I-13 一段圧縮冷凍サイクルにおける計算式のうち、最も不適切なものはどれか。

図-1 モリエル（又はモリエ）線図上の各点A, B, C, Dにおいて、冷媒のもっている比エンタルピー [kJ/kg] をそれぞれ h_A, h_B, h_C, h_D とする。また、 t_κ, t_0 はそれぞれ凝縮温度 [°C] 並びに蒸発温度 [°C] である。

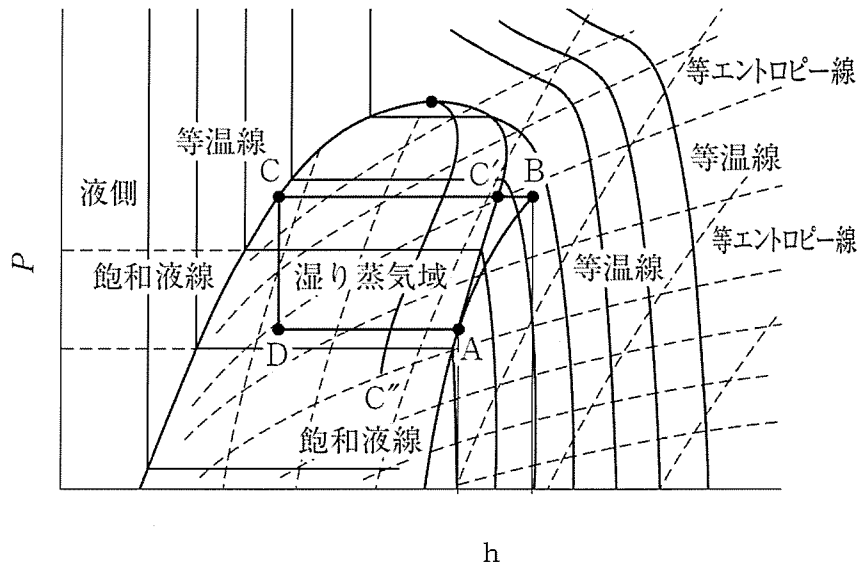


図-1 モリエル（又はモリエ）線図上に描いた冷凍サイクル

- ① 蒸発器で冷媒 1 kgがくみ上げた熱量 q_0 [kJ/kg] は、次の通りである。

$$q_0 = h_A - h_D$$
- ② 凝縮器での放熱量 $q_{\kappa 0}$ [kJ/kg] は、次の通りである。

$$q_{\kappa 0} = h_B - h_C$$
- ③ 冷凍機としての理論成績係数 ε_0 は、次の通りである。

$$\varepsilon_0 = (h_B - h_C) / (h_B - h_A)$$
- ④ 冷凍機の理論成績係数を ε_0 とすると、ヒートポンプとしての理論成績係数 ε_{h0} は、次の通りである。

$$\varepsilon_{h0} = \varepsilon_0 + 1$$
- ⑤ サイクル効率 ε_c は、次の通りである。

$$\varepsilon_c = (273.15 + t_0) / (t_\kappa - t_0)$$

I-14 事務室の換気設計に関連する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

〈条件〉

- ・対象とする事務室Aの気積は V_0 [m^3] とし、ある汚染物質Bが発生している。
- ・汚染物質Bの発生量は M [ml/h] とし、発生前の事務室Aにおける汚染物質Bの濃度は 0 [ml/m^3] とする。
- ・事務室Aの換気量は Q_0 [m^3/h] とし、外気に汚染物質Bは含まれていない。
- ・事務室A内の室内気流は完全混合状態にある。
- ・汚染物質Bは事務室Aにおいて瞬時一様に拡散するものとし、壁面への沈着及び重力による落下の影響は無視する。

- ① 事務室Aにおける定常に至った後の汚染物質Bの濃度 C_1 [ml/m^3] は M/Q_0 である。
- ② 事務室Aの気積が V_1 [m^3] となった場合 ($V_1 > V_0$)、定常に至った後の汚染物質Bの濃度 C_2 [ml/m^3] は C_1 [ml/m^3] よりも低くなる。
- ③ 事務室Aの換気量が Q_1 [m^3/h] となった場合 ($Q_1 > Q_0$)、汚染物質Bの濃度が定常に至るまでの時間は換気量が Q_0 [m^3/h] であった場合よりも短くなる。
- ④ 事務室Aの換気回数は Q_0/V_0 である。また、その逆数である V_0/Q_0 の値を名目換気時間と呼ぶことがある。
- ⑤ 事務室Aにおける汚染物質Bのある時刻における濃度を C とした場合、事務室Aにおける汚染物質Bの質量収支は $(M - Q_0 C) dt = V_0 dC$ で表される。

I-15 流体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ベルヌーイの式は、流線上にエネルギー保存の法則を適用したものであり、以下のような式で表わすことができる。
圧力ヘッド+速度ヘッド+位置ヘッド=全ヘッド=一定
- ② レイノルズ数は分子に粘性力、分母に慣性力をもつ比として表せる。流動様式の相違はレイノルズ数の大小で決定される。
- ③ フルード数は慣性力と重力の比を表わす。自由表面のある流れでは重要な無次元パラメータとなる。
- ④ 一般に円形ダクトの直管部分に空気が流れるときの圧力損失は、ダルシー・ワイスバッハの式で示される。層流の範囲では、管摩擦損失は、レイノルズ数の関数である。
- ⑤ 一般に円形ダクトの直管部分に空気が流れるときの圧力損失は、ダルシー・ワイスバッハの式で示される。完全な乱流域では、管摩擦損失は、レイノルズ数とは関係なく管壁の表面粗さの関数である。

I-16 燃料の高位発熱量と低位発熱量に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高位発熱量は、燃料を完全燃焼させたときに生成する水蒸気の凝縮潜熱を含めた発熱量である。
- ② 吸収式冷凍機のJIS規格に規定されている成績係数は、低位発熱量を用いて算出される。
- ③ 都市ガスを燃料とするときには、低位発熱量基準の方が高位発熱量基準より約1割程度熱効率が大きく表示される。
- ④ 高位発熱量は真発熱量を意味し、低位発熱量は正味発熱量を意味している。
- ⑤ 低位発熱量基準で示されるボイラ効率は100%を超えることがある。

I-17 流体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ゲージ圧力とは、大気圧を基準とした圧力表示である。
- ② レイノルズ数は、層流域より乱流域の方が大きい。
- ③ 水の密度は、1気圧のとき0℃で最大になる。
- ④ 水の粘度は、温度が高くなると小さくなる。
- ⑤ 液体の表面張力は、温度上昇とともに減少し、臨界温度で0となる。

I-18 給排水衛生設備に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高層建築における給水圧力は、高さ100 mごとにゾーニングして調整する。
- ② 給水ポンプの回転数制御を行う場合、吐出量はポンプの回転数に比例する。
- ③ 排水トラップの封水の深さは50 mm以上100 mm以下である。
- ④ 排水管は、立て管及び横管のいずれも排水の流下方向に管径を縮小してはならない。
- ⑤ 大便器洗浄弁には、バキュームブレーカーを設ける。

I-19 配管材料の腐食に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水管用樹脂ライニング鋼管の継手接続部で発生する異種金属接触腐食
- ② ステンレス鋼管の現場溶接部での不完全な不動態化に伴う孔食
- ③ 給湯用銅管での過大流速による潰食（かいしょく）
- ④ 埋設配管の外面ライニング鋼管の養生不良や躯体との電氣的接触による全面腐食
- ⑤ 厨房（ちゅうぼう）系排水鋼管のグリス付着面の孔食

I-20 吸音に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ヘルムホルツ型共鳴器は、共鳴周波数でピークを示す鋭い山型の吸音特性になる。
- ② ポリエチレンなどの薄膜で多孔質材料の表面を被覆すると、かなり高音域まで吸音率は低下する。
- ③ 背後に空気層を持った板状材料の吸音は、主として板振動によるものである。
- ④ 吊り下げ吸音体は、設置の間隔や配列などが吸音効果に影響を及ぼす。
- ⑤ グラスウールボードで（厚さ）×（密度）が一定となる条件下では、一般に周波数が1,500 Hz程度以下では（厚さ）が大きいほど吸音率も大きくなる。