

試験時間 13:00～14:15 (途中退出不可) 全25問

## 答案用紙記入上の注意事項

この試験はコンピューターで採点しますので、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。以下に示す答案用紙記入上の注意事項をよく読んでから記入してください。

- (1) 答案用紙には、氏名、受験番号を記入してください。  
さらにその下のマーク欄の該当数字にマークしてください。  
最初の2桁はあらかじめ印字されています。  
受験番号やマークが誤っている場合及び無記入の場合は、採点されません。
- (2) 答案用紙には、HB又はBの鉛筆(シャープペンシル可)で濃くマークしてください。

(3) 試験は、多肢選択方式の五者択一式で、解答は、1問につき1個だけ選んでください。したがって、1問につき2個以上選択した場合には、その問いについては零点になります。

① 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄に記入してください。

(記入例)

問 次のうち、日本の首都はどれか。

(1) 京 都 (2) 名古屋 (3) 大 阪 (4) 東 京 (5) 福 岡

答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を HB 又は B の鉛筆(シャープペンシル可)でマークしてください。

[ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ]

② マークする場合、[ ]の枠いっぱいにはみ出さないように[ 4 ]のようにしてください。

(良い例) [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ]

③ 塗りつぶしが薄い、解答に消し残しがある場合は、解答したことにならないので注意してください。

(悪い例) ~~[ 1 ]~~ [ 2 ] ~~[ 3 ]~~ [ 4 ] ~~[ 5 ]~~

④ 記入を訂正する場合には「良質の消しゴム」でよく消してください。

⑤ 答案用紙は、折り曲げたり汚したりしないでください。

以上の記入方法の指示に従わない場合には採点されませんので、特に注意してください。

この試験では、物質名などについて略語を一部使用しています。  
略語表は裏表紙の裏面にあります。

問1 固体燃料の燃焼において、ダイオキシン類の生成抑制対策として、誤っているものはどれか。

- (1) 二次燃焼領域に十分な酸素を供給し、それが一次燃焼ガスと効果的に混ざりよう混合し、さらに高温の領域をできるだけ長く保つ。
- (2) 燃焼炉において、高度な自動制御を行い燃焼変動を減らし、局所的な酸素不足、低温を回避する。
- (3) 固体燃料を粉碎、混合し、燃料組成の変動を少なくする。
- (4) 廃棄物焼却炉においては、排ガス処理工程を常に 300℃ 近傍に管理する。
- (5) 排ガス流路の形状を工夫して、ダストが堆積しにくくする。

問2 バグフィルターに関する記述中、(ア)～(ウ)の  の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

バグフィルターによる集じんでは、ろ布表面にダスト層が形成されると  (ア)  が増加するので、堆積ダストを払い落とす。集じん率は、払い落とし直後には  (イ)  するが、払い落とし回数が増えると、  (イ)  の幅は  (ウ)  なる。

- |              | (ア) | (イ) | (ウ) |
|--------------|-----|-----|-----|
| (1) 圧力損失     | 低下  | 小さく |     |
| (2) 圧力損失     | 上昇  | 小さく |     |
| (3) ダスト層の空隙率 | 低下  | 大きく |     |
| (4) 圧力損失     | 低下  | 大きく |     |
| (5) ダスト層の空隙率 | 上昇  | 大きく |     |

問3 バグフィルター装置の見掛けろ過速度に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 見掛けろ過速度は、ろ布の有効ろ過面積を処理流量で割った値である。
- (2) 見掛けろ過速度が小さいほど、より確実なダスト分離が可能である。
- (3) 見掛けろ過速度は、処理対象となるばいじんの性状、特にダスト径、フィルター形状などによって異なる。
- (4) 見掛けろ過速度は、ろ布自体の空隙率が小さい織布では小さく、空隙率の大きなフェルトでは大きくとられる。
- (5) パルスジェット形のダスト払い落とし装置は、見掛けろ過速度を大きくできるので、据え付けスペースが少なくできる。

問4 乾式電気集じん装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 構造が簡単で可動部分が少なく、保守、点検が容易である。
- (2) 集じん性能がダストの見掛け電気抵抗率に依存する。
- (3) 微粒子濃度が高くなると空間電荷効果により、コロナ放電が抑制され、集じん率が低下する。
- (4) 爆発性ガスや可燃性ダストに使用できる。
- (5) 高電圧を使用するため初期建設コストが高い。

問5 電気集じんにおける逆電離現象及びその対策に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダストの見掛け電気抵抗率が極めて高い場合に起こりやすい。
- (2) ごみ焼却炉が不完全燃焼して、多量のすすが発生する場合に顕著になる。
- (3) ダスト層内に著しい電位降下が生じ、絶縁破壊が起こる。
- (4) 間欠的に荷電するなどの方法でコロナ電流密度を下げる。
- (5) 電極を移動させて、付着ダストをかき取る。

問6 スクラバーによるダストの捕集に関する記述中、下線を付した語句のうち、誤っているものはどれか。

スクラバーは、液体を捕集媒体とし、慣性力、重力、拡散などの機構により、  
(1) (2) (3)  
ダストを捕集する集じん形式である。慣性力は、大きな粒子に対する有力な捕集  
(4)  
機構であるが、流速が小さいほど、捕集効果が高くなる。  
(5)

問7 排ガスの触媒処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 酸化バナジウム系触媒は、アンモニアを添加することにより、排ガス中のダイオキシン類と NO<sub>x</sub> の同時除去が可能である。
- (2) 空間速度 SV 値は、排ガスが触媒層を通過するのに要する時間に相当する。
- (3) SV 値が大きくなるほど、分解率は低下する。
- (4) 触媒反応器に充填する触媒量を増加させると、分解率も向上する。
- (5) 触媒劣化の要因としては、触媒細孔の閉塞、硫酸塩化による失活、被毒物質の付着などが挙げられる。

問8 吸着剤に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 活性炭は、炭素の微結晶に多環芳香族分子などが積層し、さらに酸素や水素を含む多くの官能基から成り立っている。
- (2) ヤシ殻系の活性炭では、マクロ孔に細孔分布が集中している。
- (3) 活性コークスは、活性炭に比較して比表面積の小さい炭素質材料である。
- (4) 活性アルミナは、比表面積が最大 300 m<sup>2</sup>/g 前後であり、極性分子の吸着に適している。
- (5) 排ガス中ダイオキシン類の処理を主な用途とした活性炭系材料も開発され、市販されてきた。

問9 活性炭への吸着の駆動力に関する記述中、(ア)～(ウ)の  の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

吸着の駆動力は、 (ア) 性の活性炭表面におけるファンデルワールス力や  (イ) などの  (ウ) 力によると考えられる。よって、 (ア) 性の強いダイオキシン類は吸着しやすいと考えられている。

- |     | (ア) | (イ)  | (ウ)   |
|-----|-----|------|-------|
| (1) | 疎水  | 水素結合 | 比較的弱い |
| (2) | 疎水  | 共有結合 | 比較的強い |
| (3) | 疎水  | 水素結合 | 比較的強い |
| (4) | 親水  | 共有結合 | 比較的強い |
| (5) | 親水  | 水素結合 | 比較的弱い |

問10 鉄鉱石焼結炉の排ガスに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 単位配合原料当たりの排ガス発生量は、通常  $1000 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{t}$  以上である。
- (2) 排ガス中の  $\text{CO}_2$  は、主に石灰石の分解反応により生成したものである。
- (3) 排ガス温度は、着火後すぐに  $50 \sim 70 \text{ }^\circ\text{C}$  で安定し、焼成完了直前に  $400 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$  まで上昇する。
- (4) 排ガス中のダイオキシン類濃度は、焼成前半は低く、後半にピークを示す。
- (5) 排ガス中の PCDFs 濃度は、PCDDs に比較して高い。

問11 製鋼用電気炉に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 排ガス中の PCDDs 及び PCDFs は、いずれも五塩素化物及び六塩素化物の濃度が高い。
- (2) スクラップ予熱装置に導入するガスの温度は、800～1000℃が一般的である。
- (3) 操業は連続的に行われるため、炉内温度や排ガス温度はあまり変動しない。
- (4) 排ガスの集じんは、乾式電気集じん機で行われることが多い。
- (5) 集じん装置入口の排ガス温度が高いと、集じん後の排ガス中ダイオキシン類濃度が低くなる傾向がある。

問12 アルミニウム合金製造用溶解炉に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 原料スクラップを 680～750℃程度の溶湯中に投入し、溶解する。
- (2) ドロスの分離及び不純物除去のため、粉体状フラックスや塩素ガスが使用される。
- (3) 主に使用されるフラックスは、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、アルミニウムなどの水酸化物である。
- (4) 塗料や油分、樹脂などが混入した状態のスクラップを使用することが多い。
- (5) 燃料として重油を使用するのが主流であるが、灯油や LNG を使用する場合もある。

問13 ダイオキシン類含有排水処理技術に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 懸濁態のダイオキシン類は、浮遊物質に付着した状態で存在する。
- (2) 溶存態のダイオキシン類は、溶存有機物に結合した状態で存在するものと、他の物質から遊離した状態で直接水中に溶存しているものに分けられる。
- (3) 廃棄物焼却施設の排水中のダイオキシン類は、懸濁態でも存在するが、相当部分が溶存態で存在する。
- (4) 沈降分離、清澄ろ過、膜分離法などによる浮遊物質の除去により、懸濁態のダイオキシン類を同時除去できる。
- (5) 活性炭・ゼオライトによる微量汚染物質の吸着除去の際には、溶存態のダイオキシン類が同時除去できる。

問14 排水処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類を既存の生物膜法、嫌気消化法などによって効率よく分解することは困難である。
- (2) 生物膜法では、微生物を支持体(あるいは接触材)である固体表面に膜状に固定して処理を行う。
- (3) 嫌気性処理では、産業排水や下水汚泥などに含まれる有機物を嫌気性細菌の作用によりメタンや二酸化炭素に還元分解する。
- (4) 活性汚泥法では、排水中の有機物を処理した後、活性汚泥混合液を重力沈降で固液分離することにより、有機物及び浮遊物質の濃度が大幅に低減された処理水を得ることができる。
- (5) 生物膜法では、一般的に活性汚泥法より余剰汚泥量が多くなる。

問15 化学パルプ製造におけるパルプ漂白に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

1970年代の半ば、パルプ漂白に塩素( $\text{Cl}_2$ )又は塩素化合物<sup>(1)</sup>を使用すると、環境中へのダイオキシン類の排出にかかわるかもしれないという最初の議論がなされた。そして、1980年代にスウェーデン<sup>(2)</sup>や米国のパルプ工場周辺で、川の底質<sup>(3)</sup>などの中にダイオキシン類が検出された。我が国では、1996(平成8)年以降、パルプ漂白に塩素を使わないECF漂白<sup>(4)</sup>への転換が進み、2018(平成30)年現在では、さらしクラフトパルプの約85%<sup>(5)</sup>がこの漂白法で生産されていると推定される。

問16 カーバイド法アセチレン製造プロセスに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

発生器で生成したアセチレンガス中には、不純物としてりん化水素<sup>(1)</sup>、硫化水素<sup>(2)</sup>などが含まれている。このため、通常、酸化洗浄塔<sup>(3)</sup>、アルカリ洗浄塔<sup>(4)</sup>、水洗塔などからなる一連の湿式洗浄装置により、これらの不純物を洗浄除去する。ダイオキシン類の発生原因については、アセチレン発生工程で何らかの前駆体が生成され、それらが次亜塩素酸ナトリウムなどによる洗浄工程で酸化<sup>(5)</sup>されているものと推定されている。

問17 ダイオキシン類の測定分析方法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 極微量成分の分離定量分析である。
- (2) 試料採取では、事前調査による採取計画、採取装置及び容器・用具などの洗浄及び準備、現場での採取準備及び採取、採取試料の運搬・保管が行われる。
- (3) 試料の前処理では、有機ハロゲン化合物の抽出、抽出液中の目的成分(ダイオキシン類)の妨害成分からの分離精製が行われる。
- (4) GC/MS分析では、ガスクロマトグラフ法による異性体成分の分離、高分解能質量分析計を用いたミリマスオーダーでのイオンの分離、さらに同位体比評価やピークの判定などが行われる。
- (5)  $^{13}\text{C}$  又は  $^{35}\text{Cl}$  で標識した内標準物質を使用する。

問18 抽出液量 100 mL のうち 50 mL を分取し、最終検液量 50  $\mu\text{L}$ 、GC-MS 注入量 1  $\mu\text{L}$ 、TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.04 pg の場合、試料ガスにおける検出下限が 0.001  $\text{ng}/\text{m}^3$  (0  $^{\circ}\text{C}$ 、101.32 kPa) を得るために必要な標準状態における試料ガス採取量 ( $\text{m}^3$ ) はおよそいくらか。

- (1) 1            (2) 2            (3) 3            (4) 4            (5) 5

問19 排ガス試料からの抽出操作に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ろ過材に捕集されたダストは、塩酸による処理を行い、残さを風乾する。
- (2) ろ過材からの抽出は、ソックスレー抽出又はこれと同等の抽出方法で行う。
- (3) 吸着材からの抽出は、ソックスレー抽出又はこれと同等の抽出方法で行う。
- (4) 液体からの抽出には、溶液 1 L に対してトルエン又はジクロロメタン 100 mL の割合で添加し、振とう幅約 5 cm、毎分 100 回以上で約 20 分間振り混ぜて抽出する。この抽出を 3 回行う。
- (5) ジエチレングリコールなどの有機溶媒及びその洗浄液は、その 1/2 量のヘキサン洗浄水を加え抽出する。

問20 排水試料における検出下限(pg/L)はいくらか。ただし、計算条件は以下のとおりとする。

測定方法の検出下限(pg) : 0.04

GC-MS への注入量( $\mu$ L) : 2

測定用試料の液量( $\mu$ L) : 40

試料の採取量(L) : 25

抽出液量(mL) : 100

抽出液の分取量(mL) : 40

(1) 0.0002    (2) 0.01    (3) 0.02    (4) 0.08    (5) 0.1

問21 クリーンアップスパイク用内標準物質の回収率(%)はおよそいくらか。ただし、計算条件は以下のとおりとする。

クリーンアップスパイク用内標準物質のピーク面積 : 500000

対応するシリンジスパイク用内標準物質のピーク面積 : 100000

対応するシリンジスパイク用内標準物質の添加量(pg) : 500

対応するシリンジスパイク用内標準物質との相対感度 : 1.040

クリーンアップスパイク用内標準物質の添加量(pg) : 3000

(1) 60    (2) 70    (3) 80    (4) 90    (5) 100

問22 JISに記載されている排ガス中のダイオキシン類濃度の TEQ への換算に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 測定濃度に TEF を乗じて、 $\text{ng-TEQ/m}^3$  (0℃, 101.32 kPa) として表示する。
- (2) 指定がある場合は、定量下限以上の値及び定量下限未満で検出下限以上の濃度はそのままその値を用い、検出下限未満のものは試料ガスにおける検出下限を用いて算出する。
- (3) 指定がある場合は、定量下限以上の値及び定量下限未満で検出下限以上の濃度はそのままその値を用い、検出下限未満のものは試料ガスにおける検出下限の 1/2 の値を用いて算出する。
- (4) 指定がある場合は、定量下限以上の濃度はそのままその値を用い、定量下限未満で検出下限以上の濃度は試料ガスにおける定量下限の 1/2 の値を用い、検出下限未満のものは試料ガスにおける検出下限の 1/2 の値を用いて算出する。
- (5) 特に指定がない場合は、定量下限以上の濃度はそのままその値を用い、定量下限未満で検出下限以上のもの及び検出下限未満のものはゼロ(0)として算出する。

問23 ダイオキシン類の測定精度の管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 装置の検出下限は、四塩素化物及び五塩素化物で 0.1 pg, 六塩素化物及び七塩素化物で 0.2 pg, 八塩素化物で 0.5 pg, DL-PCBs で 0.2 pg 以下になるように調節する。
- (2) 装置の検出下限及び定量下限は、使用する GC-MS 及び／又は測定条件を変更した場合などは必ず確認する。
- (3) 測定方法の検出下限及び定量下限は、前処理操作及び／又は測定条件によって変動するため、ある一定の周期で確認し、常に十分な値が得られるように管理する。
- (4) 得られた試料ガスにおける定量下限は、評価しなければならない濃度の 1/30 以下でなければならない。
- (5) 2,3,7,8-位塩素置換異性体及び DL-PCBs の中でピークが検出されなかったものについては、そのクロマトグラム上において、ピーク近傍のベースラインのノイズ幅から、試料測定時の検出下限を推定する。

問24 排ガス中のダイオキシン類の空試験に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 操作ブランク試験は、測定試料の調製又は GC-MS への導入操作などに起因する汚染を確認する操作である。
- (2) 操作ブランク試験は、試薬のロットが変わるときなど一定の周期で定期的に行う。
- (3) トラベルブランク試験は毎回必ず行う。
- (4) トラベルブランク試験は、採取操作以外は試料と全く同様に扱い、持ち運んだものについて、試料の前処理、GC-MS による同定及び定量の操作を試料と同様に行う。
- (5) トラベルブランク試験を行う場合には、少なくとも 3 試料以上行い、その結果の平均値を求める。

問25 排水中のダイオキシン類の二重測定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

試料採取、前処理操作及び測定操作における総合的な信頼性を確保するために、同一試料から二つ以上の測定試料について同様に測定し、2,3,7,8-位塩素置換異性体及び DL-PCBs で検出下限以上で検出された化合物の測定値について、その平均値を求め、個々の測定値が平均値の±30%にあることを確認する。差が大きい場合には、原因を究明し、改善した後、再度測定を行う。二重測定は、特に規定がない場合、10 試料数に 1 回の頻度で行う。

## 略 語 表

略 語	用 語
DL-PCBs	ダイオキシン様 PCB (コプラナー PCBs)
GC/MS	ガスクロマトグラフ質量分析法
GC-MS	ガスクロマトグラフ質量分析計
PCDDs	ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
PCDFs	ポリクロロジベンゾフラン
TeCDDs	テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
TEF	毒性等価係数
TEQ	毒性当(等)量, 等価換算毒性量

