

水質第1種～第4種

試験時間 12:45～14:00(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

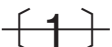
答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を **HB 又は B の鉛筆(シャープペンシル可)** でマークしてください。

〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕  〔 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  のようにしてください。

(良い例) 〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕  〔 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)     

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。

この試験問題では、関係法令及び JIS に関しては、特に断りがない限り、
本年4月1日現在、施行されているものとします。

問1 汚水等処理計画において考慮すべき記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 汚水処理装置の設置計画に入る前に、工場内で排水の量及び濃度を極力減らすように努力する。
- (2) 製品の歩留まりを向上させて、排水への汚濁負荷の絶対量を低減できることがある。
- (3) 水使用の合理化を進めて、製品の単位生産量当たりあるいは出荷額当たりの排水量を小さくする。
- (4) 向流多段洗浄は個別のバッチ洗浄と比較して、排水量だけでなく汚濁負荷の絶対量を著しく減少させることができる。
- (5) 排水の量や水質の時間変動が大きいときは、調整槽を設けて平均化し、排水処理を容易にする。

問2 横流式沈殿池(深さ4 m, 表面積40 m²)に粒子含有排水を流入させ、滞留時間8時間で沈降分離している。粒子の除去率は96 %であった。この粒子含有排水に別系統の粒子を含まない排水160 m³/日を合流させて均一に混合した後、沈殿処理した。粒子の除去率(%)として最も近いものはどれか。ただし、沈殿池内に流れの乱れや短絡がなく、水の流れは平行であり、かつ粒子は均一な沈降速度を持ち、沈降の過程で沈降速度が変わることがないとする。

- (1) 84 (2) 72 (3) 68 (4) 62 (5) 58

問3 水中における浮上速度が0.12 cm/sである油滴を，API オイルセパレーターを用いて分離したい。水槽の深さが2.0 m，槽内の平均水平流速が0.36 m/min であるとき，100 %の油滴を分離するために必要な最低限の理論的な槽の長さ(m)はいくらか。ただし，流れの乱れや短絡流はなく，乱流係数及び短絡係数はともに1とする。

- (1) 6 (2) 8.7 (3) 10 (4) 11.6 (5) 19.3

問4 清澄ろ過に関する記述として，誤っているものはどれか。

- (1) 上水道のろ過機に使われるろ材は，有効径0.5～0.7 mm 程度の砂が望ましいとされている。
- (2) 有効径とは，ろ材試料としての砂をふるい分け，全質量の10 %が通過するふるい目の大きさに相当する粒子径をいう。
- (3) 均等係数が大きいほど，ろ材として適した砂である。
- (4) ろ材層と下部集水装置との間には，支持砂利層を置く。
- (5) 一般に，支持砂利層は，上部に細かい砂利を，下部に大径の砂利をそれぞれふるい分けて層状に敷き並べる。

問5 活性炭の再生に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 老廃炭を全量新炭と交換するか、あるいは再生して利用するかは、再生コストなどを考慮して判断する。
- (2) 活性炭の再生方法には、乾式加熱法、湿式酸化法、薬品再生法、電気化学的再生法、生物的再生法などがある。
- (3) 乾式加熱法は、ロータリーキルンや流動炉などを用いて 700 ～ 1000 ℃ 程度の高温で加熱再生する方法である。
- (4) 乾式加熱法の長所として、再生による活性炭の消耗がほとんどないこと、温度・ガスの厳密な制御が不要なことなどが挙げられる。
- (5) 乾式加熱法の短所として、高温操作で炉内材質の消耗が激しいこと、装置が高価なことなどが挙げられる。

問6 イオン交換に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 樹脂母体に結合している活性基として、スルホン酸基が導入されている樹脂は強酸性陽イオン交換樹脂である。
- (2) 樹脂母体に結合している活性基として、第四級アンモニウム基が導入されている樹脂は強塩基性陰イオン交換樹脂である。
- (3) イオン濃度が 2000 mg/L を超えるような高い場合には、処理コストの面から、イオン交換よりも電気透析法を検討するべきである。
- (4) 油分やコロイド状有機物などを多量に含む原水を直接通すと、イオン交換樹脂の性能が劣化するので前処理を行う必要がある。
- (5) 一般的に、イオン交換樹脂の再生には次亜塩素酸ナトリウムなどの酸化剤が用いられる。

問7 膜分離法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 精密ろ過は、微細な懸濁粒子や細菌などの除去に用いられる。
- (2) 逆浸透法では、濃厚溶液側に浸透圧以上の圧力をかけると、水溶液中の水が半透膜を通過して希薄溶液側に移動する。
- (3) ナノろ過法は、逆浸透法に比べ操作圧力が低く、塩化ナトリウムの除去率が低い。
- (4) 海水淡水化などで用いられる多段式プロセスでは、前段逆浸透膜モジュールの濃縮液を後段逆浸透膜モジュールに通すことで、より多くの膜透過水が得られる。
- (5) 電気透析法は、コロイド質や有機物の除去に用いられるが、水溶性電解質である溶解塩類は除去できない。

問8 汚泥脱水に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 遠心脱水機では、高速回転による遠心力を利用して汚泥を脱水し、回転体の中に内蔵されているポンプによって脱水したケーキを機外に排出する。
- (2) フィルタープレス脱水機では、汚泥は加圧ポンプでろ過機の各ろ過室に押し込まれて圧搾脱水され、脱水終了後に各ろ過板を外してケーキを排出する。
- (3) ベルトプレス脱水機では、汚泥をろ布の間に挟み、上下からロールを介して圧搾脱水する。
- (4) スクリュープレス脱水機では、スクリューの回転によってスラッジをケーシング内へ送り込み、スクリュー軸に沿ってスラッジを次第に狭隙部へ送り込み、そのときに発生する圧搾圧力によって脱水する。
- (5) 回転加圧脱水機では、縦に配列された2枚の対面する金属円盤フィルターと内輪及び外輪スペーサーの間に、汚泥を加圧しながら供給し、低速度で金属フィルターを回転させて圧搾し、脱水ろ過する。

問9 汚泥の焼却に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 燃料消費量は、汚泥の水分量や有機物の含有量に影響される。
- (2) ダイオキシン類の発生を抑制するために、適正な燃焼温度管理に留意する。
- (3) 流動焼却炉では、炉の中に砂などの流動媒体を入れ、この流動層内に汚泥を供給して燃焼させる。
- (4) 流動焼却炉は、炉内に機械的可動部がない。
- (5) 階段式ストーカー炉では、脱水汚泥の攪拌作用が強いため、高含水率汚泥に対しても、予備乾燥なしで対応できる。

問10 汚泥の建設資材利用に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 脱水汚泥は高濃度の有機物を含有しているので、そのままアスファルトフィラーとしての利用が可能である。
- (2) 脱水汚泥は、セメント原料としての利用が可能である。
- (3) 汚泥が塩化物を高濃度に含有する場合、セメント原料としての利用の障害になる場合がある。
- (4) 汚泥を熔融スラグ化したものは、細砂や碎石の代替としての利用が可能である。
- (5) 汚泥の焼却灰は、他の材料と混合するなどにより、路盤材としての利用が可能である。

問11 BOD 500 mg/L, 流量 100 m³/日の排水を沈殿池で SS を自然沈降させ, その越流水を活性汚泥法で処理している。沈殿池への流入水の BOD は, 溶解性 BOD と懸濁性 BOD が 50 % ずつを占め, 懸濁性 BOD の 80 % が沈殿池で除去されている。活性汚泥法の曝気槽での BOD 汚泥負荷 (kg BOD/(kg MLSS・日)) を求めよ。曝気槽の容積は 100 m³, MLSS 2000 mg/L とする。

- (1) 0.10 (2) 0.15 (3) 0.20 (4) 0.28 (5) 0.32

問12 BOD 220 mg/L, 流量 500 m³/日の排水を, 曝気槽容積 200 m³, MLSS 2000 mg/L, BOD 除去率 90 % で処理している活性汚泥法の汚泥滞留時間(日)として, 最も近いものはどれか。ただし, 除去 BOD の汚泥への転換率を 0.6, 内生呼吸による汚泥の自己酸化率を 0.05 (1/日) とし, 曝気槽以外の汚泥量と処理水中の SS 量は無視できるものとする。また, 汚泥生成量と余剰汚泥量は等しいものとする。

- (1) 6 (2) 7 (3) 8 (4) 9 (5) 10

問13 各種の活性汚泥法に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 標準活性汚泥法の標準的な BOD 汚泥負荷は、 $0.2 \sim 0.4 \text{ kg BOD}/(\text{kg MLSS} \cdot \text{日})$ である。
- (2) ステップエアレーション法の標準的な汚泥滞留時間は、13～50 日である。
- (3) 膜分離活性汚泥法では、汚泥濃度を $8000 \sim 12000 \text{ mg/L}$ に制御することができる。
- (4) オキシデーショಂಡィッチ法の標準的な曝気時間は、24～48 時間である。
- (5) ポンプ循環式深層曝気法の反応槽の標準的な有効水深は、10～15 m である。

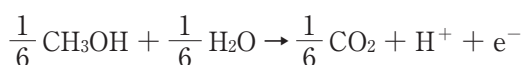
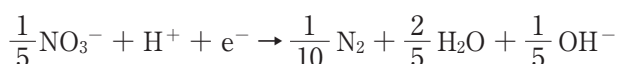
問14 生物膜法に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 硝化菌などの増殖速度の遅い微生物を保持できる。
- (2) 阻害性物質の流入や負荷変動などに対し抵抗力が強いケースが多い。
- (3) SS の除去能力が高く、処理水の透視度が高い。
- (4) 固定床では剥離した微生物が支持体を閉塞させることがある。
- (5) 包括固定化法は、担体製造時に硝化菌など特定の機能を持った微生物を事前に閉じ込めたものである。

問15 各種の嫌気処理法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 嫌気ろ床(AF)は、付着汚泥、及び充填剤間隙に捕捉された汚泥を用いる発酵槽である。
- (2) 嫌気流動床(AFB)は、自己造粒化したグラニュール汚泥を用いており、完全混合型発酵槽に近い。
- (3) 上向流式嫌気汚泥床(UASB)は、上向流による排水の一過式流入、発生ガスの上昇による穏やかな攪拌下(弱い^{せんだん}剪断力の働く条件)で処理を行う。
- (4) グラニュール汚泥膨張床(EGSB)は、UASB の高負荷型システムである。
- (5) 二相発酵槽システムは、加水分解や酸生成反応相とガス生成反応相を分離して行うメタン発酵システムである。

問16 通性嫌気性細菌の脱窒素反応において、6 mol の NO_3^- を還元して窒素にするために理論的に必要とされるメタノール(CH_3OH)量の mol 数として、正しいものはどれか。なお、有機物は細胞合成には使用されず、呼吸にのみ消費されるものとする。また、硝酸を窒素に還元する際の反応式とメタノールを酸化する際の反応式は以下のとおりである。



(1) 2 (2) 3 (3) 4 (4) 5 (5) 6

問17 生物学的脱りん法及びそれに寄与する細菌に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 嫌気状態では、細胞内に蓄積したポリりん酸が分解するため、活性汚泥混合液中のりん酸の濃度が上昇する。
- (2) 嫌気状態では、活性汚泥混合液中の有機物が摂取されて細胞内に貯蔵される。
- (3) 好気状態では、細胞内貯蔵基質を酸化・分解して、エネルギーを生産する。
- (4) 好気状態では、ポリりん酸の顆粒が生成される。
- (5) 最終沈殿池において、汚泥から顆粒状のポリりん酸が分離されることにより、りんが除去される。

問18 酸化還元装置とその維持管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 酸化剤又は還元剤の注入にあたっては、酸化還元電位計(ORP 計)を用いて所定の電位になるように制御する。
- (2) 水素イオンが関与する酸化還元反応では、pH を一定に制御した条件下において酸化還元電位制御で薬品を注入する。
- (3) 酸化還元電位計は、電極面の汚れを清掃し、pH 電極と同様に定期的に標準液を用いて校正する。
- (4) 酸化還元反応を利用して処理される代表的な排水としては、めっき排水があり、クロム酸の硫酸鉄(Ⅱ)による還元や、シアンの次亜塩素酸ナトリウムによる酸化などが行われる。
- (5) 有機物の処理に化学酸化を利用する場合では、次亜塩素酸ナトリウムの添加や、オゾンを含む空気の吹き込みが行われる。このような場合、ORP 制御は行わないのが普通である。

問19 膜処理装置とその維持管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 膜の目詰まり対策として、クロスフローによる^{せん断}剪断力で膜面のケーキ層を圧密化して除去する方法などがある。
- (2) 膜の細孔の目詰まり対策として薬液洗浄をする場合は、次亜塩素酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、クエン酸、シュウ酸、膜洗浄剤(界面活性剤など)などを用いることが多い。
- (3) 逆浸透膜装置は、海水の淡水化などに使用されるが、モジュールが浮遊物質により閉塞しやすいため、通常、前処理でできるだけ浮遊物質を除く必要がある。
- (4) 従来の沈殿やろ過装置に代わって、UF 膜や MF 膜が用いられた膜分離活性汚泥法や凝集処理膜分離装置などが実用化されている。
- (5) 浮遊物質濃度の高い排水の固液分離装置として使用する場合は、圧力損失を小さくするため、低負荷運転により安定した連続運転を図る。

問20 フレーム原子吸光分析法に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

試料中に含まれる分析対象元素をフレーム(炎)中で励起状態⁽¹⁾にある原子とし、
その原子蒸気層⁽²⁾に原子の共鳴線⁽³⁾を透過させたときの吸光度を測定することによっ
て濃度を求める。測定用の光源には中空陰極ランプ⁽⁴⁾が、紫外部全域にわたるバツ
クグラウンド補正用の光源には重水素ランプ⁽⁵⁾が主に用いられる。

問21 排水の BOD の測定に用いる植種液に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 十分に生物化学的平衡に達していない下水は好ましくない。
- (2) 新鮮な生下水を 20℃又は室温で 24～36 時間放置した後に、その上澄み液を用いる。
- (3) 硝化生物の多い下水の上澄み液が好ましい。
- (4) 植種液として下水の上澄み液を用いたときに正常な BOD を示さない場合には、土壌抽出液などを用いる。
- (5) 排水の放流を受けている河川の放流地点から 500～1000 m 下流の水を植種液に用いると、良好な結果を得ることがある。

問22 溶存酸素の測定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ミラー変法は、アルカリ性かつ酒石酸塩の存在下で、試料中の溶存酸素が鉄(Ⅱ)を鉄(Ⅲ)とする反応を利用した方法である。
- (2) 隔膜電極法は、隔膜電極を試料に浸漬して溶存酸素を測定する方法で、隔膜を透過した酸素が還元されて生じる電流を測定している。
- (3) ポリエチレンや四ふっ化エチレン樹脂(テフロン)は、隔膜電極法の隔膜に使用される。
- (4) 光学式センサ法で用いる光学式センサは、蛍光物質やりん光物質などを塗布したセンサキャップ、励起光源、光検出部などから構成される。
- (5) よう素滴定法は、溶存酸素の標準的な定量法であり、酸化性及び還元性物質、懸濁物、着色物質の影響を受けにくい。

問23 排水の COD の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。

試料を硫酸酸性⁽¹⁾とし、酸化剤として過マンガン酸カリウム⁽²⁾を加え、沸騰水浴中⁽³⁾で5分間⁽⁴⁾反応させ、そのとき消費された酸化剤の量を求め、相当する酸素の量で表す。

この試験は、試料採取後直ちに行うことが望ましいが、直ちに行えない場合には、0～10℃の暗所⁽⁵⁾で保存し、できるだけ早く試験する。

問24 全窒素の測定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 総和法では二つの試料をとり、その片方で亜硝酸イオンと硝酸イオンに相当する窒素の量を、他方でアンモニウムイオンと有機体の窒素化合物に相当する窒素の量を求め、それらの和を全窒素とする。
- (2) 紫外線吸光光度分析法では、試料にペルオキソ二硫酸カリウムの酸性溶液を加えて、加熱酸化分解を行う。
- (3) 紫外線吸光光度分析法では、分解終了後の試料溶液の pH を 2 ～ 3 に調節し、硝酸イオンによる波長 220 nm の吸光度を測定する。
- (4) 流れ分析法は、懸濁物質の多い試料をそのまま測定するのには適していない。
- (5) 流れ分析法の一種である酸化分解・紫外検出 FIA 法では、試料中の窒素化合物を酸化分解し、その結果生じる硝酸イオンを定量し、全窒素量を求める。

問25 排水の TOC の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。

燃焼酸化－赤外線式 TOC 自動計測法では、計測器に供給した試料の pH を 10⁽¹⁾以上とし、通気して全無機体炭素⁽²⁾を除去した後、その一定量をキャリアーガスとともに高温⁽³⁾の全炭素測定管に送り込み、有機物中の炭素を二酸化炭素⁽⁴⁾とする。その濃度を非分散形赤外線ガス分析計⁽⁵⁾で測定して、TOC の濃度を求める。

