

8 汚水処理特論

(平成 28 年度)

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。以下に答案用紙記入上の注意事項を記しますから、よく読んでください。

(1) 答案用紙には氏名、受験番号を記入することになりますが、受験番号はそのままコンピューターで読み取りますので、受験番号の各桁の下の欄に示す該当数字をマークしてください。

(2) 記入例

受験番号 1600198765

氏 名 日本太郎

このような場合には、次のように記入してください。

氏 名	日本太郎								
受 験 番 号									
1	6	0	0	1	9	8	7	6	5
<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]
[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]
[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	<input type="checkbox"/>
[6]	<input type="checkbox"/>	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<input type="checkbox"/>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input type="checkbox"/>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<input type="checkbox"/>	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<input type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	[0]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]

- (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。
- (4) 答案の採点は、コンピューターを利用して行いますから、解答の作成に当たっては、次の点に注意してください。
- 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~~[]~~のようにしてください。
- ③ 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。
- ④ 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。

問1 水中における浮上速度が0.1 cm/sである油滴を槽の長さが24 m、深さが1.8 mである API オイルセパレータを用いて分離したい。槽内の流速分布は均一で、流れの乱れや短絡流の影響がなく、乱流係数及び短絡係数がともに1と仮定できるとき、分離効率を100 %とするために槽内の平均水平流速の設定値(m/min)として許容できる最大値はどれか。

- (1) 0.4 (2) 0.6 (3) 0.8 (4) 1.0 (5) 1.2

問2 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) 圧力式砂ろ過機は、密閉構造となっており、ポンプ圧力を大きくすることによって、ろ過圧力を大きくする。
- (2) ろ材として用いられる砂の有効径とは、ろ材試料をふるい分けして、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) ろ材の洗浄は、一般に逆流洗浄により行われる。
- (4) マイクロフロック法では、急速攪拌槽を出た直後のマイクロフロックを含む凝集水を直接ろ過池に通して処理する。
- (5) イオン交換法、逆浸透法などの後段に清澄ろ過を置き、仕上げ処理とする。

問3 n 価の金属イオンを M^{n+} で表し、その金属の水酸化物の溶解度積を K_{sp} とする。
このとき金属イオン M^{n+} の溶解度と pH の関係を表す正しい式はどれか。ここで、 K_w は水のイオン積であり、水中の水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ と水酸化物イオンのモル濃度 $[OH^-]$ により以下の式で表される。

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

- (1) $\log[M^{n+}] = \log K_{sp} + n \log K_w + n(\text{pH})$
- (2) $\log[M^{n+}] = \log K_w - n \log K_{sp} - n(\text{pH})$
- (3) $\log[M^{n+}] = \log K_{sp} - n \log K_w - n(\text{pH})$
- (4) $\log[M^{n+}] = \log K_{sp} + n \log K_w - n(\text{pH})$
- (5) $\log[M^{n+}] = n \log K_{sp} - n \log K_w - \text{pH}$

問4 塩素又はオゾンによる酸化に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水中にアンモニアが存在すると、塩素と結合してクロロアミンを生じる。
- (2) 塩素を水に溶かすと、pH が 9.5 以上では ClO^- はほとんど存在しない。
- (3) 塩素は水の消毒や水中の有機物の酸化分解に用いられる。
- (4) オゾンは塩素より強い酸化力を有する。
- (5) オゾン発生には、高圧無声放電法を用いている。

問5 活性炭の吸着を表す、次のフロイントリッヒの式の説明として、誤っているものはどれか。

$$X = kC^n$$

ここで、 X は活性炭の単位質量当たりの溶質吸着量、 C は平衡濃度、 k と n は定数である。

- (1) 一定温度における平衡状態での溶質吸着量を表す式である。
- (2) 両対数グラフに C と X との関係をプロットすることにより、 k 及び n の値を得る。
- (3) k が大きいと、溶質吸着量は大きい。
- (4) n が小さいと、低濃度から高濃度まで溶質をよく吸着する。
- (5) n が大きいと、高濃度では溶質吸着量が著しく小さくなる。

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三級アミンが導入されている樹脂は強塩基性イオン交換樹脂である。
- (3) イオン濃度が高い場合は、処理コストの面から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) イオン交換樹脂の再生には強酸、強アルカリや食塩などが使用され、濃厚な再生廃液が出てくる。

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) 逆浸透法は、溶液側に浸透圧以上の圧力をかけて半透膜を通過させ、溶解成分を除去する。
- (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膜透過水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) 電気透析法は溶解塩類の除去に用いられ、水溶性電解質でないコロイド質や有機物は除去できない。

問8 汚泥の脱水機に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 真空ろ過機では、空気が吸引されてケーキの脱水が進む。
- (2) スクリュープレスは、ウォームの回転によりスラッジをケージ内に送り込む。
- (3) フィルタープレスは間欠運転であり、実験的に最適ろ過時間を決めなければならない。
- (4) ベルトプレスのろ布は多数の細孔(径2～3mm程度)を有し、ろ液はこの細孔から流出する。
- (5) 遠心脱水機の回転体の形には、円筒形と円錐形とがある。

問9 BOD容積負荷 $0.8 \text{ kgBOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 、BOD汚泥負荷 $0.2 \text{ kgBOD}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{日})$ で活性汚泥処理を行う場合、返送汚泥濃度 8000 mg/L のとき、返送汚泥率として適切なものはどれか。ただし、流入排水のSSは無視するものとする。

- (1) 0.2 (2) 0.3 (3) 0.5 (4) 0.8 (5) 1.0

問10 BOD 250 mg/L, 流量 300 m³/日の排水を, 活性汚泥処理する場合の必要曝気槽容積(m³)はいくらか。活性汚泥の汚泥負荷は 0.3 kgBOD/(kgMLSS・日), MLSS 濃度 2000 mg/L とする。

- (1) 60 (2) 125 (3) 200 (4) 250 (5) 300

問11 流入排水量 100 m³/日, 処理水 SS 3 mg/L, 曝気槽容量 25 m³, MLSS 3000 mg/L の活性汚泥法の施設において, 汚泥滞留時間(SRT)を 5 日で運転するためには, 余剰汚泥量(kg/日)として最も近いものはどれか。ただし, 最終沈殿池及び返送汚泥管などに存在する汚泥量は無視してよいものとする。

- (1) 5 (2) 10 (3) 15 (4) 20 (5) 30

問12 下記の排水を活性汚泥法により処理するとき, 不足しているりんをりん酸溶液で補給するとすれば, その必要量(kg/日)はいくらか。ただし, りん酸溶液のりん含有率は 20 % (質量パーセント濃度) とし, 活性汚泥法の栄養必要条件は BOD : N : P = 100 : 5 : 1 とする。

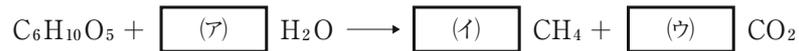
排水量	800 m ³ /日
BOD 濃度	400 mg/L
窒素濃度	20 mg/L
りん濃度	2 mg/L

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

問13 活性汚泥法と比較したメタン発酵法の一般的な特徴として、誤っているものはどれか。

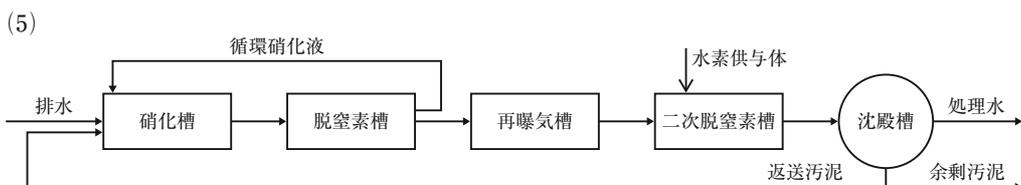
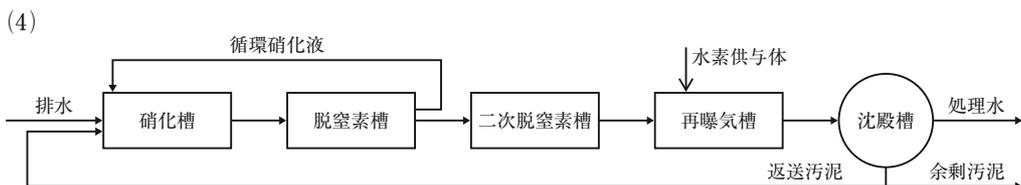
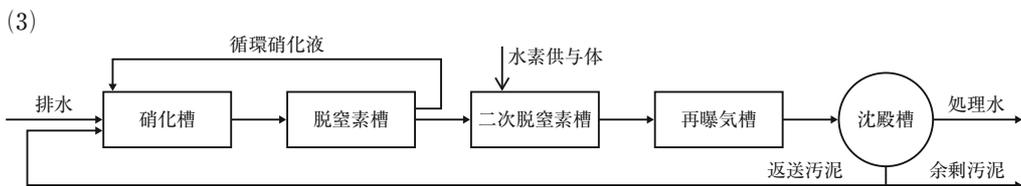
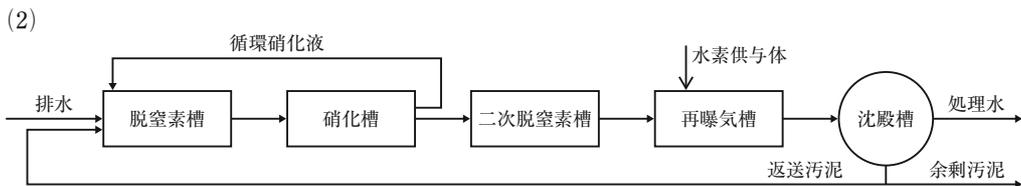
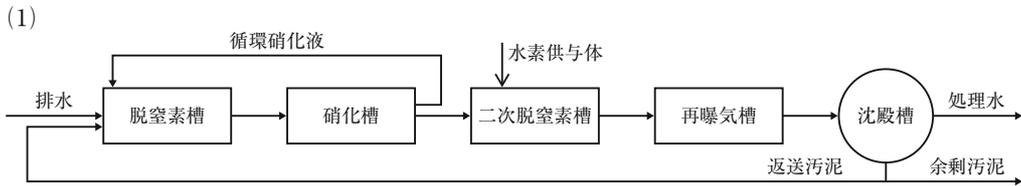
- (1) 対象排水濃度は高い。
- (2) 水理的滞留時間は長い。
- (3) 汚泥生成率は高い。
- (4) MLSS 濃度は高い。
- (5) スタートアップに要する期間は長い。

問14 メタン発酵によるでんぷんからのガス発生量を求める次式において、に入る(ア)~(ウ)の数値の組合せとして、正しいものはどれか。



- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 1 | 4 | 2 |
| (2) | 1 | 3 | 3 |
| (3) | 2 | 2 | 4 |
| (4) | 3 | 1 | 4 |
| (5) | 3 | 2 | 4 |

問15 循環式硝化脱窒素法のフローとして、正しいものはどれか。



問16 NO_3^- の 1 mol を生物的に脱窒素するために、水素供与体として理論的に必要なメタノールの mol 数として、正しいものはどれか。

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

問17 リンの除去方法に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) HAP 法では、アンモニアの存在下でマグネシウム剤を添加し、りん酸マグネシウムアンモニウムを生成させる。
- (2) MAP 法では、カルシウムを添加し、ヒドロキシアパタイトとして晶析させる。
- (3) 嫌気・好気活性汚泥法では、嫌気槽で排水と返送汚泥を接触させると、汚泥中のりんが硝酸の存在下で混合液中に放出される。
- (4) 嫌気・無酸素・好気法では、嫌気槽において、りんが汚泥中に取り込まれる。
- (5) 生物的脱りん法では、余剰汚泥に含まれたりんを系外に引き抜くことにより、りんが除去される。

問18 生物的窒素除去装置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) 硝化細菌は増殖速度が遅いので、硝化槽の SRT は 7～10 日以上に保つ。
- (2) 硝化槽では pH が上昇するので、酸を加え中性 pH 付近に保つ。
- (3) 硝化槽の溶存酸素は BOD 除去の場合より高めに保つ。
- (4) 脱窒素槽への溶存酸素の流入は最小限に抑える。
- (5) 脱窒素には、硝酸態窒素の約 3 倍量の BOD を必要とする。

問19 物理化学処理装置の維持管理に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 中和反応装置に用いる pH 計の校正は、1 年に 1 回程度行う。
- (2) 粒状活性炭充填塔に上向流で通水する場合、活性炭の流出がない範囲でなるべく流速を大きくとり、上下が十分混合するよう運転する。
- (3) 膜処理装置の薬液洗浄には、塩化鉄(Ⅲ)を使用する。
- (4) ろ過装置で、ろ層が閉塞するまでに捕捉できる浮遊物質の量は、被ろ過水の浮遊物質濃度に比例して大きくなる。
- (5) 酸化還元装置では、pH 一定の条件下において、ORP 制御による薬品注入を行う。

問20 検定項目と保存条件の組合せとして、誤っているものはどれか。

(検定項目)	(保存条件)
(1) 浮遊物質(SS)	0～10℃の暗所
(2) pH	保存できない
(3) COD	0～10℃の暗所
(4) ノルマルヘキサン抽出物質	塩酸を加えて pH 4 以下
(5) 全りん	保存できない

問21 フェノール類の検定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

4-アミノアンチピリン吸光光度法では、前処理した試料を pH 4 以下 に調節し、
これに 4-アミノアンチピリン溶液と ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム溶液 とを加えて、
生成する赤い色のアンチピリン色素の吸光度を 波長 510 nm 付近で測定する。
発色の強さは、置換基の種類、位置、数などによって差がある。

問22 計測機器と関連する語句の組合せとして、誤っているものはどれか。

(計測機器)	(関連する語句)
(1) 分光光度計	ランバート-ベールの法則
(2) 電気伝導率計	セル定数
(3) TOC 計	燃焼酸化-赤外線式
(4) ICP 質量分析装置	スペクトル干渉
(5) DO 計	ネブライザー

問23 イオン電極法の原理において応答電位 E と測定対象イオンの活量 a の間に成り立つネルンストの式を最も適切に表すものはどれか。

ただし、 E_0 は 25℃での標準電極電位、 R は気体定数、 T は絶対温度、 Z はイオンの価数、 F はファラデー定数、 \log は常用対数である。

- (1) $E = E_0 + \frac{2.303RT}{ZF} \log a$
- (2) $E = E_0 + \frac{2.303RF}{ZT} \log a$
- (3) $E = \log a + \frac{2.303RF}{ZT} E_0$
- (4) $E = \log a + \frac{2.303ZF}{RT} E_0$
- (5) $E = \log a + \frac{2.303RT}{ZF} E_0$

問24 BOD の検定方法に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 試料を採取する際には、ガラスまたはプラスチックの容器を用いる。
- (2) 測定は直ちに行う。直ちに行えない場合には、0～10℃の暗所で保存する。
- (3) 希釈水は、5日間の酸素消費量が0.2 mg/L以下のものを用いる。
- (4) 植種液には、硝化細菌の多い下水を用いる。
- (5) 培養瓶には、共栓を斜めに切り落とした細口のガラス瓶を用いる。

問25 全りんの検定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ペルオキシ二硫酸カリウム分解法では、試料にペルオキシ二硫酸カリウムを加え、60℃の水浴中で加熱して有機物などを分解し、生成したりん酸イオンをモリブデン青吸光光度法で定量し、これをりんの濃度で表す。

