

8 汚水処理特論

(平成 25 年度)

水質第 1 種～第 4 種

試験時間 12:45～14:00(途中退出不可)

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 1300102479

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	3	0	0	1	0	2	4	7	9	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	<input checked="" type="checkbox"/>	(2)	(2)	(2)	(2)
(3)	<input checked="" type="checkbox"/>	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	<input checked="" type="checkbox"/>	(4)	(4)	(4)
(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	<input checked="" type="checkbox"/>	(7)	(7)
(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	<input checked="" type="checkbox"/>	(9)
(0)	(0)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(0)	<input checked="" type="checkbox"/>	(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] [5]

② マークする場合、[] の枠いっぱいには、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 汚水処理計画に関する記述として、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) 製品の歩留まりの向上が、排水の汚濁負荷を減少させることがある。
- (3) 洗浄工程で向流多段洗浄を採用すると、洗浄工程からの排水濃度が低下する。
- (4) 水使用合理化を進めれば、排水量原単位は小さくなる。
- (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するとよい。

問2 密度が 0.90 g/cm^3 、直径が 0.015 cm の油滴の水中における上昇速度が、 0.12 cm/s であった。密度が 0.95 g/cm^3 、直径が 0.010 cm の油滴の水中の上昇速度(cm/s)は、およそいくらか。ただし、水の密度を 1.0 g/cm^3 とする。

- (1) 0.013 (2) 0.027 (3) 0.040 (4) 0.053 (5) 0.11

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 0.9 m/min であるとき、100%の油滴の分離に必要な最小限の理論的な槽の長さ(m)として最も適当なものはどれか。ただし、流れの乱れや短絡流の影響はなく、乱流係数及び短絡係数はともに1とする。

- (1) 20 (2) 25 (3) 30 (4) 45 (5) 60

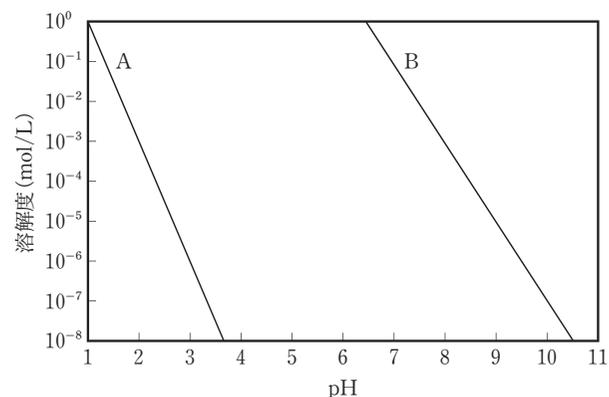
問4 加圧浮上分離装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 懸濁物質の表面が親水性より疎水性の方が、懸濁物質と気泡との接着力が大きい。
- (2) 水に対する空気の溶解に関して、水温が高くなるとヘンリー定数の値は大きくなる。
- (3) 溶解槽の常用圧力(ゲージ圧)は $200 \sim 500 \text{ kPa}$ 程度である。
- (4) 浮上分離槽には、浮上したフロスを連続的にかき集めて槽外に排出する機構を設ける。
- (5) 処理水は、水面に近い位置に取り付けた集水部からオリフィスを通して集水する。

問5 粒状層を通して水が流れるときのろ過抵抗を表すコゼニー-カルマンの式における清浄ろ層のろ過抵抗に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水の粘性係数に比例する。
- (2) ろ材層の厚さに比例する。
- (3) ろ過速度の二乗に比例する。
- (4) ろ材粒子径の二乗に反比例する。
- (5) ろ層の空隙率^{くうげき}の値が小さくなると、大きくなる。

問6 ある金属 M は、水中で A, B の 2 つの異なるイオンで存在し、それぞれのイオンの溶解度は pH の関数として、下図のようになるとする。この図の説明として誤っているものはどれか。



- (1) この金属 M が両性金属であるとは言えない。
- (2) イオン A は $M(OH)_2$ 、イオン B は $M(OH)_3$ の沈殿を作ると考えられる。
- (3) pH が 7 付近では、金属 M がイオン A の場合には水にほとんど溶けないが、イオン B では水によく溶ける。
- (4) この金属 M は、イオン A, B のどちらの場合でも pH が高くなるほど水に溶けにくくなる。
- (5) 水処理の方法として、イオン B をイオン A に変化させた後に、水酸化物沈殿させる方法が考えられる。

問7 標準酸化還元電位が最も低い酸化還元反応はどれか。

- (1) $S + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2S$
- (2) $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$ (酸性)
- (3) $Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$
- (4) $O_3 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons O_2 + H_2O$
- (5) $Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$

問8 イオン交換に関する記述として、最も適切なものはどれか。

- (1) イオン交換樹脂は微量の重金属イオンの除去に用いることはできない。
- (2) イオン交換樹脂の再生には、強酸、強アルカリ、または食塩の濃厚溶液が使用される。
- (3) 第三級アミンが活性基として導入されたイオン交換樹脂は強塩基性である。
- (4) イオンとイオン交換体の交換基との反応はファンデルワールス力による物理吸着である。
- (5) 破過点まで吸着できるイオン量を全イオン交換容量と呼ぶ。

問9 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) 精密ろ過膜の細孔径は、分画試験において一定の阻止率を与える粒子サイズにより表される。
- (2) 浸透圧は溶液の濃度が高いほど高くなる。
- (3) ナノろ過法は低分子有機物などを除去対象とする。
- (4) クロスフロー式プロセスは、膜透過水の一部を循環液として供給槽に戻す方式である。
- (5) 多段式プロセスは、海水淡水化などに用いられる。

問10 流動焼却炉に関する以下の記述の空欄に当てはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

炉の中に などの流動媒体を入れ、下方から高温ガスを送入して流動化させ、この流動層内に汚泥を供給して燃焼させる。排ガスのラインには通常 を設置する。

- | | ア) | イ) |
|------------|----|--------|
| (1) 砂 | | 熱回収装置 |
| (2) 砂 | | 臭気除去装置 |
| (3) 鉄片 | | 熱回収装置 |
| (4) 鉄片 | | 臭気除去装置 |
| (5) セラミック片 | | 臭気除去装置 |

問11 活性汚泥法の施設を運転していたところ、操業状況が変更になり、流入排水量が3分の1に、流入排水のBOD濃度が240 mg/Lから180 mg/Lにそれぞれ低下した。同じ容量の曝気槽を継続して使用するとき、MLSS濃度(mg/L)はいくらにすればよいか。ただし、これまでのMLSS濃度は3000 mg/Lであり、BOD汚泥負荷は、0.4 kgBOD/(kgMLSS・日)を0.05 kgBOD/(kgMLSS・日)に減少させるものとする。

- (1) 1500 (2) 4000 (3) 4500 (4) 5000 (5) 6000

問12 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) 接触曝気法は、活性汚泥と排水を接触曝気槽で短時間接触させ、沈殿池で固液分離した後、汚泥を再曝気槽に導いて処理する方法である。
- (2) 回転接触体法は水平な軸に円板を固定し、液中と気中を回転させて、円板表面に発生した生物膜により処理する方法である。
- (3) 生物ろ過法は、ろ床下部から空気を吹き込み、ろ床表面に増殖した微生物による酸化分解と浮遊物の捕捉を行う方法である。
- (4) 散水ろ床法は、ろ床上部から排水を散水する方法である。
- (5) 担体添加法は、曝気槽に担体を添加し、曝気により流動状態を維持しながら酸化分解する方法である。

問13 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) 発酵槽の攪拌に、生成ガスの一部を液中に吹き込むガス攪拌方式がある。
- (2) 高温発酵法は、53～55℃程度に最適温度をもつ。
- (3) メタン発酵の中間生成物であるプロピオン酸の濃度が高い場合、メタン生成菌に阻害を及ぼす。
- (4) 原水中に炭水化物が多く含まれていると、その分解によりアンモニアが発生し、発酵阻害を受けやすい。
- (5) 嫌気処理の最適pHは6～8の範囲内にある。

問14 生物的硝化脱窒素法に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 硝化工程に関与する微生物は、アンモニア態窒素や亜硝酸態窒素の酸化によりエネルギーを得、無機炭素化合物を利用して増殖する独立栄養細菌である。
- (2) アンモニア態窒素を硝酸態窒素に酸化する際、アンモニア態窒素 1 kg 当たり約 5 kg の酸素が必要となる。
- (3) 硝化反応槽では pH 低下を防ぐために、アルカリの添加が必要となる場合がある。
- (4) 脱窒素槽では還元のための水素供与体が必要になる。
- (5) 脱窒素槽内混合液の酸化還元電位は、200 ～ 300 mV にある場合が多い。

問15 生物学的な排水処理における硝化工程において、アンモニア態窒素を硝酸態窒素にまで酸化する反応で必要となる酸素量を 100 とすると、同じ量のアンモニア態窒素を亜硝酸態窒素にまで酸化するのに必要となる酸素量はいくらか。

- (1) 50 (2) 75 (3) 90 (4) 120 (5) 150

問16 りん除去及びりん回収技術に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 無機凝集剤による凝集分離処理が行われる。
- (2) HAP 法は、原水に鉄塩を添加し、pH 調整を行って晶析させるものである。
- (3) MAP 法は、アンモニアの存在下でマグネシウム剤を添加し、pH 調整を行って晶析させるものである。
- (4) 生物的脱りん法は、活性汚泥法において汚泥のりん含有量を高め、余剰汚泥として系外に排出する方法である。
- (5) 生物的脱りん法では、補完的に凝集剤添加法などの物理化学的プロセスを併用することがある。

問17 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) 凝集沈殿装置の最適な凝集条件は、スッチェ試験装置により決定する。
- (3) 清澄ろ過では、ろ層内に捕捉可能な浮遊物質の最大量は、被ろ過水の浮遊物質濃度に比例して増加する。
- (4) 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必要がある。
- (5) 粒状活性炭^{じゅうてん}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。

問18 凝集沈殿装置の維持管理について、最も不適切なものはどれか。

- (1) ポリ塩化アルミニウムは、中和に必要なアルカリの量が、硫酸アルミニウムの場合よりも多い。
- (2) 汚泥はできるだけ高濃度で、適切な間隔で引き抜く。
- (3) 傾斜板は適宜洗浄し、汚泥の堆積による閉塞などを防止する。
- (4) 冬季には、液体凝集剤の凍結温度以下にならないように注意する。
- (5) 集泥レーキの保守では、減速機への注油を定期的に行う。

問19 生物処理装置の維持管理に関する記述として、最も適切なものはどれか。

- (1) 曝気槽中に溶存酸素計を設置するときは、原水の流入場所がもっともよい。
- (2) 活性汚泥の SVI は、高い方が沈降性はよい。
- (3) 窒素除去のためには、通常の活性汚泥処理より SRT を小さくする。
- (4) 接触曝気法では、生物膜が厚くなりすぎないように維持管理する。
- (5) 嫌気処理法では、30℃ 以上の高温にならないよう管理する。

問20 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) 原子吸光法は、基底状態にある原子が特定の波長の光を吸収して励起状態に遷移する現象を利用している。
- (2) ICP 発光分光分析法は、励起状態にある原子が特定の波長の光を放出して基底状態に遷移する現象を利用している。
- (3) ICP 質量分析法は、特定の質量数／電荷数の比を持つイオンの数を測定して、元素濃度を定量する。
- (4) 電気加熱原子吸光法は、フレイム原子吸光法に比べて、共存成分の影響を受けにくい。
- (5) 原子吸光法において、共存成分の影響を補正する方法として、標準添加法は有効である。

問21 ICP 質量分析装置に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) ネブライザーは、固体試料を噴霧するためのものである。
- (2) スプレーチャンバーは、大きな粒径の液滴を除き、微細な液滴を ICP に導入するためのものである。
- (3) インターフェース部は、真空状態の ICP で生成したイオンを大気圧の質量分析部へ導入するためのものである。
- (4) イオンレンズ部は、ICP からの光を効率よく質量分析部に導くためのものである。
- (5) 質量分離部は、イオン化していない原子を質量ごとに時間的・空間的に分離する部分である。

問22 1チャンネル方式により TOC の定量を行うため、純水に 1 mg/L、4 mg/L 及び 10 mg/L の濃度でフタル酸水素カリウム ($C_8H_5O_4K$) を溶かして、標準溶液を作成した。次にそれぞれの溶液を各 3 回ずつ分析したところ、以下の結果が得られた。

(標準溶液濃度, mg/L)	(ピーク面積)		
1	5.49	5.37	5.41
4	21.7	21.2	21.3
10	54.6	54.7	55.0

次に試料を同様の条件で分析したところ、ピーク面積の平均値が 32.4 となった。試料の TOC 濃度 (mg/L) はおよそいくらか。ただし原子量は次のとおりとする。
C : 12, H : 1, K : 39, O : 16

- (1) 1.0 (2) 1.4 (3) 2.8 (4) 4.2 (5) 5.9

問23 大腸菌群及びその検定方法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 大腸菌群とは、グラム染色法に対して陰性であり、芽胞を形成しない桿菌^{かんきん}で、ラクトースを分解して酸と気体を発生する好気菌又は通性嫌気菌をいう。
- (2) 採水瓶、器具類などは使用前に滅菌しておく。
- (3) 大腸菌群の検定用試料は、0～5℃の暗所に保存し、9時間以内に培養試験を開始する。
- (4) 滅菌生理食塩水で希釈した試料 1 mL ずつを 2 個のデオキシコール酸塩培地に取り、それぞれについて 20℃で 18～20 時間重層平板培養する。
- (5) 大腸菌群の集落は、培地に含まれたニュートラルレッドにより、赤色を呈する。

問24 全窒素の検定法に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

全窒素の検定には、総和法又は紫外吸光度法を用いる。総和法は2つの試料をとり、その片方で亜硝酸性窒素⁽¹⁾と硝酸性窒素⁽²⁾との含量を、他方でアンモニア性窒素と有機体窒素⁽³⁾との含量を求め、それらの和を全窒素とする。紫外吸光度法は、試料をアルカリ性ペルオキシ二硫酸塩⁽⁴⁾共存下で加熱酸化分解して、すべての窒素化合物をアンモニウムイオン⁽⁵⁾に変換して、その紫外部の吸収を測定して全窒素を求める。

問25 計測機器に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) pH計の電極には、主にガラス電極が用いられる。
- (2) 酸化還元電位計の電極には、主に白金電極が用いられる。
- (3) 溶存酸素計の検出部には、主に隔膜ガルバニ電池式電極が用いられる。
- (4) 全有機炭素計の検出器には、主に非分散形赤外線ガス分析計が用いられる。
- (5) 全りん自動計測器の検出法には、主に化学発光法が用いられる。