

8 汚水処理特論

(平成 30 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 1800198765

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	8	0	0	1	9	8	7	6	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(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]

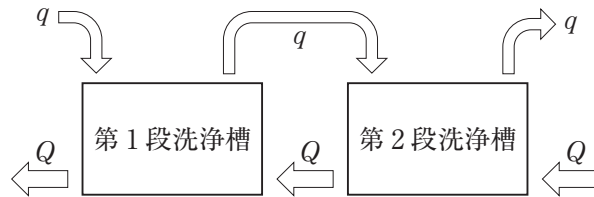
② マークする場合、[]の枠いっぱいには、はみ出さないようにのようにしてください。

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 図に示す向流二段洗浄において、各段の洗浄水量 Q を $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 、製品が各段で持ち込む水量 q 、持ち出す水量 q をそれぞれ $10 \text{ L}/\text{min}$ とするとき、単位時間当たり第1段洗浄槽に入る製品に付着する不純物質の量 a_0 に対する第2段洗浄槽を出る製品に付着する不純物質の量 a_2 の比 (a_2/a_0) の値に最も近いものはどれか。



- (1) 1/100
- (2) 1/1 000
- (3) 1/10 000
- (4) 1/100 000
- (5) 1/1 000 000

問2 工場排水対策に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 工場内の排水は大別して、製造排水、冷却排水、衛生排水に分けられる。これらを混合して処理することは得策ではないので、排水系統の分離を検討する。
- (2) 工場内の水の使用系統を調べ、水収支を明らかにしておく。
- (3) 洗浄工程では、向流多段洗浄を取り入れることで、同じ洗浄効果を得るのに必要な洗浄水の量を、個別のバッチ洗浄と比較して大きく減らすことができる。
- (4) 排水量の少ない生産工程に変更するには、水処理技術者と生産プロセス技術者の緊密な連携が必要である。
- (5) 一般に、ある製品を生産するときの汚濁負荷量は一定とみなされるから、排水量を減少させれば排水中の汚濁物質の濃度も減少する。

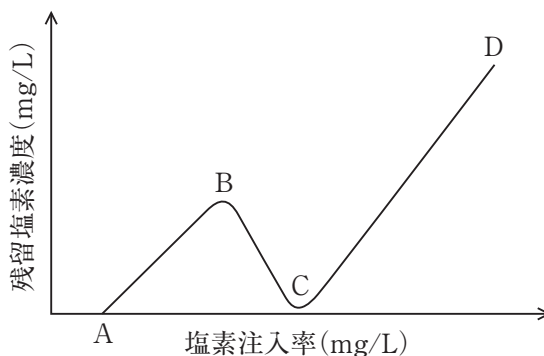
問3 沈降速度が2 cm/min の懸濁粒子^{けんたくとく}を含む流量 $10 \text{ m}^3/\text{min}$ の濁水から、幅 10 m、深さ 5 m の横流式沈殿池を用いて懸濁粒子を分離したい。懸濁粒子の除去率を 60 % とするために必要な横流式沈殿池の長さ(m)はいくらか。ただし、沈殿池全体で流れは平行かつ均一であるものとする。

- (1) 10 (2) 15 (3) 20 (4) 25 (5) 30

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) 表面が疎水性の懸濁粒子の分離に適する。
- (2) 空気溶解槽の頂部には空気抜き弁を設ける。
- (3) 空気の溶解量は、同一圧力条件下では水温が高くなれば大きくなる。
- (4) 装置内の滞留時間は、凝集沈殿法と比較して短い。
- (5) 浮上分離槽には、浮上したフロスを槽外に排出する機構(スキマー)を設ける。

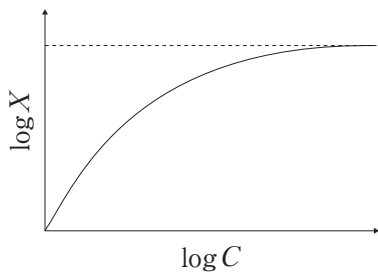
問5 アンモニアを含む排水に塩素を注入したときの残留塩素濃度の変化を示す下図に関する説明として、誤っているのはどれか。



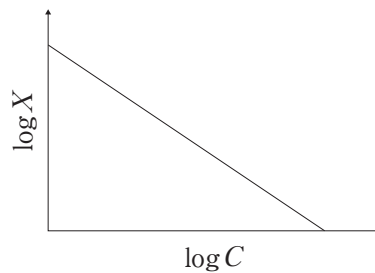
- (1) 点Aから点Bの間では、水中のアンモニアと塩素が結合し、モノクロロアミン、ジクロロアミンなどのクロロアミンが生じている。
- (2) 極大点Bから点Cの間では、結合塩素どうしが反応して結合塩素が減っていく。
- (3) 極小点Cは不連続点と呼ばれ、ここまでに注入された塩素量を塩素要求量と呼ぶ。
- (4) 点Cよりさらに塩素を注入すると、遊離塩素が増加する。
- (5) 結合塩素と遊離塩素を合わせて残留塩素と呼ぶが、殺菌力を持つのは遊離塩素だけである。

問6 排水中に含まれるある有機物の濃度 C と活性炭の平衡吸着量 X との関係がフロイントリッヒの式で表わされるものとする。このとき、濃度 C と平衡吸着量 X との関係を表わす図として、正しいものはどれか。

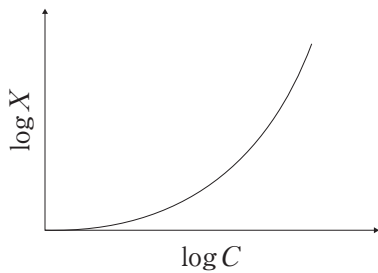
(1)



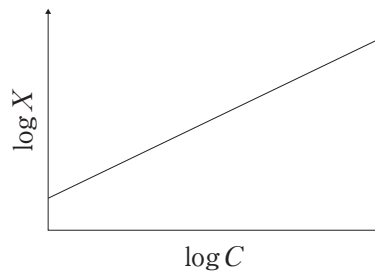
(2)



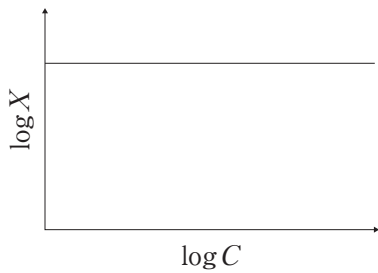
(3)



(4)



(5)



問7 次に示すイオン交換体の活性基のうち、弱酸性陽イオン交換樹脂に用いられるものはどれか。

- (1) 第二級アミン
- (2) 第三級アミン
- (3) 第四級アンモニウム基
- (4) カルボキシル基
- (5) スルホン酸基

問8 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) 精密ろ過膜は孔径が0.05～1 μm程度で、微細な懸濁粒子や細菌などの除去に用いられる。
- (2) 限外ろ過膜は分子量1000～100万程度の溶質又は粒子をろ過によって分離するためのもので、水溶性の高分子物質の除去に用いられる。
- (3) 逆浸透法では濃厚溶液側に浸透圧以上の圧力をかけて、水溶液中の水を半透膜を通して移動させる。
- (4) ナノろ過法は逆浸透法に比べ、操作圧力が低く、塩化ナトリウム除去率も低い。
- (5) 電気透析法では、一定以上の分子量の溶質だけを透過させる膜を多数配列し、その両端に直流電圧を加えて脱塩水と濃縮液とを一つおきのセル内に生成させる。

問9 汚泥の脱水に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 真空ろ過では、多孔ドラムにろ材を巻き付けてこれを回転させ、内部を減圧して汚泥をろ布面に吸い付ける。
- (2) ベルトプレスは、汚泥に凝集剤を添加して凝集させ、これを目の粗いベルト状のろ布の上で重力によって脱水し、ろ布上に残った汚泥をそのまま脱水汚泥として排出する。
- (3) フィルタープレスでは、汚泥は加圧ポンプでろ過機の各ろ過室に押し込み、^{あっさく}圧搾脱水した後に各ろ板を外し、ケーキを排出する。
- (4) スクリュープレスは、ケージの中で回転するウォームによって汚泥をケージ内の^{きょうげき}挟隙部に送りこんで、圧搾圧力によって脱水する。
- (5) 遠心脱水では、高速回転による遠心力を利用して汚泥の脱水を行う。

問10 汚水処理から生じた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。

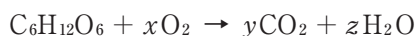
- (1) 有機質の汚泥を焼却する目的の一つは、体積を減らし、取り扱いを容易にすることである。
- (2) 汚泥を補助燃料なしに自燃させるには、含水量を減らし、単位重量当たりの発熱量を高める必要がある。
- (3) 流動焼却炉では炉の中に^{れき}礫などの流動媒体を入れ、上方から高温ガスを送入して流動化させ、この流動層内に汚泥を供給して燃焼させる。
- (4) 向流式横形回転炉(ロータリーキルン)では、汚泥は燃焼用空気とは逆向きの流れで移動しながら乾燥され、最終的に燃焼する。
- (5) 焼却処理においてダイオキシン類の発生を抑制するには、燃焼温度の管理が重要である。

問11 りんの除去に関する記述中、(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。

HAP 法は、原水に (ア) を添加し、アルカリ剤による pH 調整を行い、りんを晶析させるものである。MAP 法は、 (イ) の存在下で (ウ) を添加し、アルカリ剤による pH 調整を行って、りんを回収する技術である。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|---------|---------|---------|
| (1) | マグネシウム剤 | アンモニア | カルシウム剤 |
| (2) | マグネシウム剤 | 鉄(Ⅲ)イオン | カルシウム剤 |
| (3) | カルシウム剤 | アンモニア | マグネシウム剤 |
| (4) | カルシウム剤 | 鉄(Ⅲ)イオン | マグネシウム剤 |
| (5) | カルシウム剤 | 塩化物イオン | マグネシウム剤 |

問12 活性汚泥により有機物(ここでは、グルコースが例)が二酸化炭素と水に酸化分解する反応が以下の化学反応式に従う場合、式の x , y , z に入る数値の組合せとして、正しいものはどれか。



- | | x | y | z |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 3 | 3 | 3 |
| (2) | 3 | 6 | 6 |
| (3) | 6 | 3 | 6 |
| (4) | 6 | 6 | 6 |
| (5) | 9 | 6 | 6 |

問13 BOD 200 mg/L, 流量 500 m³/日の排水 A 系と, BOD 1000 mg/L, 流量 20 m³/日の排水 B 系とがあり, A 系と B 系が合流した。この合流排水を曝気槽^{ばっき}で活性汚泥処理した場合の容積負荷(kgBOD/(m³・日))と汚泥負荷(kgBOD/(kgMLSS・日))の組合せとして, 正しいものはどれか。なお, 曝気槽の容積は 300 m³, MLSS 濃度は 2000 mg/L とする。

	(容積負荷)	(汚泥負荷)
(1)	0.40	0.20
(2)	0.40	0.30
(3)	0.40	0.40
(4)	0.50	0.25
(5)	0.50	0.50

問14 BOD 180 mg/L, 流量 100 m³/日の排水を曝気槽容量 45 m³ の活性汚泥法で処理する場合, 汚泥負荷(kgBOD/(kgMLSS・日))として適切なものはどれか。ただし, S_v(30 分間静置後の汚泥容積)は 300 mL/L, SVI(汚泥容量指標)は 150 mL/g であった。

- (1) 0.15 (2) 0.2 (3) 0.25 (4) 0.3 (5) 0.35

問15 BOD 200 mg/L, 流量 300 m³/日の排水を曝気槽 150 m³, MLSS 濃度 2000 mg/L で処理している活性汚泥処理施設がある。処理水 BOD が 10 mg/L で運転されているとき, この施設の 1 日当たりの余剰汚泥生成量(kg/日)を次式より求めよ。ただし, a は 0.5, b は 0.05 とする。

$$\Delta S = aL_r - bS_a$$

ここに, ΔS : 余剰汚泥生成量(kg/日) L_r : 除去 BOD 量(kg/日)
 S_a : 曝気槽内汚泥量(kg) a : 除去 BOD の汚泥への転換率
 b : 内生呼吸による汚泥の自己酸化率(1/日)

- (1) 10.5 (2) 12.0 (3) 13.5 (4) 15.0 (5) 16.5

問16 種々の活性汚泥法を一般的な条件で運転したとき, MLSS 濃度が高い順に並べたものとして, 最も適切なものはどれか。

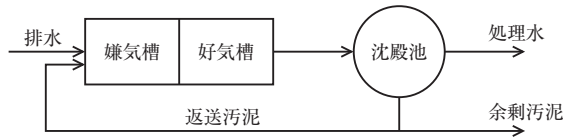
- (1) 標準活性汚泥法 > オキシデーシオン
 デイッチ法 > 膜分離活性汚泥法
- (2) 標準活性汚泥法 > 膜分離活性汚泥法 > オキシデーシオン
 デイッチ法
- (3) 膜分離活性汚泥法 > オキシデーシオン
 デイッチ法 > 標準活性汚泥法
- (4) オキシデーシオン > 標準活性汚泥法 > 膜分離活性汚泥法
 デイッチ法
- (5) オキシデーシオン > 膜分離活性汚泥法 > 標準活性汚泥法
 デイッチ法

問17 生物的硝化脱窒法に関する記述として、誤っているものはどれか。

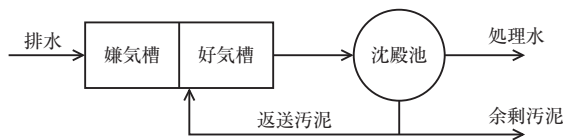
- (1) 硝化工程では処理槽内の pH 低下を防ぐために、アルカリの添加が必要となる場合がある。
- (2) 脱窒工程で硝酸や亜硝酸が還元される際には、水素供与体が必要になる。
- (3) 硝化菌の増殖速度は、BOD 酸化にかかわる従属栄養細菌に比べて非常に小さく、処理系内に維持するためには SRT を大きくとる必要がある。
- (4) 硝化菌の増殖速度は、BOD 酸化にかかわる従属栄養細菌に比べて温度により大きく影響を受け、低水温では硝化速度が著しく低下する。
- (5) 硝化菌は独立栄養細菌であるため、一般に毒性物質に対しては BOD にかかわる従属栄養細菌に比べて耐性がある。

問18 生物的脱りん法を用いた有機物とりんを除去する活性汚泥法のフローとして、正しいものはどれか。

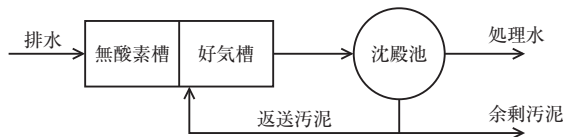
(1)



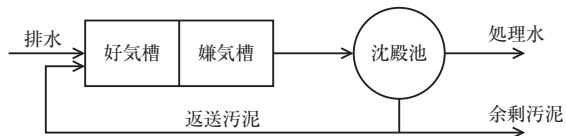
(2)



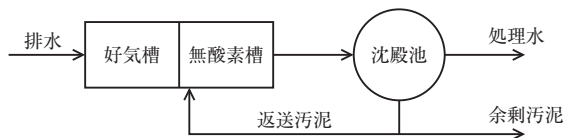
(3)



(4)



(5)



問19 汚水処理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) 密閉状態に近い排水の貯留槽内に入る場合は、十分に換気を行い、酸欠や硫化水素中毒に注意し、必ず監視員を置き、酸素マスクを準備することが望ましい。
- (2) 排水の滞留部分では嫌気性となり、硫化水素が発生してスラブや壁面の水滴に溶け込むと、硝化菌により酸化されて硝酸となり、コンクリートの腐食の原因となる。
- (3) pH調整槽ではpH計と連動するポンプ等により中和剤を添加する。pH計は、定期的な標準液による校正と電極内部液の補給、電極の洗浄が必要である。
- (4) 凝集処理装置では、最適な凝集条件を保持することが重要で、ジャーテストにより凝集剤の添加量並びにpH値を決定するのが確実である。
- (5) ろ過装置で捕捉できる浮遊物質の総量は、被ろ過水の浮遊物質濃度には依存せずほぼ一定であるので、高濃度の原水をろ過すると短時間でろ層が閉塞し、頻繁な洗浄が必要となる。

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

フレーム原子吸光法では、トーチと誘導コイル⁽¹⁾を用いてフレームを作り、そこに試料溶液を噴霧して原子蒸気⁽³⁾を生成させ、その中を中空陰極ランプ⁽⁴⁾などからの光を透過させた際の吸光度⁽⁵⁾を測定する。

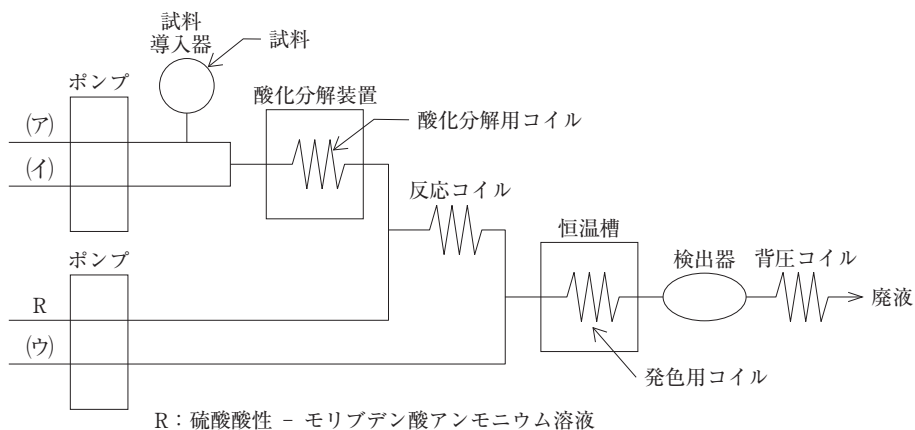
問21 浮遊物質の試験に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

浮遊物質(懸濁物質)は、網目 2 mm のふるいを通過した試料の適量を孔径 0.05 μm のガラス繊維ろ紙でろ過した時に、ろ紙上に捕捉される物質で、その物質を水洗後、105 ~ 110 °C で2時間加熱乾燥し、デシケーター中で放冷した後の質量を測定し、試料 1 L 中の質量 (mg) で表す。

問22 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。

採取した試料を保存する場合は、りん酸で約 pH4 にし、硫酸銅(Ⅱ)を加え、0 ~ 10 °Cの暗所とする。4-アミノアンチピリン吸光光度法では、前処理した試料の pH を 約7 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)酸カリウム溶液を加えて、生成するアンチピリン色素の吸光度を測定する。

問23 流れ分析法による全りんへの測定に關して、次に示す酸化分解前処理モリブデン青発色 FIA 法の構成の(ア)~(ウ)に該當する語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。



- | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---------------|-----------|-----------|
| (1) キャリアー液(水) | 酸化剤溶液 | アスコルビン酸溶液 |
| (2) キャリアー液(水) | アスコルビン酸溶液 | 酸化剤溶液 |
| (3) 酸化剤溶液 | アスコルビン酸溶液 | キャリアー液(水) |
| (4) アスコルビン酸溶液 | 酸化剤溶液 | キャリアー液(水) |
| (5) アスコルビン酸溶液 | キャリアー液(水) | 酸化剤溶液 |

問24 次の分析法又は計測機器と、それに関連する語句との組合せとして、誤っているものはどれか。

(分析法又は計測機器)	(関連する語句)
(1) 吸光光度法	ランバート - ベールの法則
(2) 電気伝導率計	セル定数
(3) ORP 計	ネルンストの式
(4) pH 計	隔膜ポーラログラフ式
(5) BOD 計	クーロメトリー方式

問25 TOC 計に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水中に存在する有機物に含まれている炭素を燃焼により二酸化炭素まで酸化し、それに必要な酸素の重量として表示する。
- (2) TOC は、COD や BOD より短時間で測定できるという特長がある。
- (3) 燃焼酸化方式の TOC 計では、有機物に含まれている炭素の酸化で生じた二酸化炭素を赤外線により定量している。
- (4) 2チャンネル方式では、全炭素(TC)から全無機体炭素(TIC)を減じて TOC を得る。
- (5) 1チャンネル方式では、試料を酸性とし、これにパージガスを通気して無機体炭素を除去する。

