



II. 水環境



問題1 水道水の原水に関する記述のうち、正しいものはどれか。2つ選べ。

- 1 わが国の大都市における1人1日当りの水の平均使用量は、約30Lである。
- 2 上水道の水源としての地表水は、地下水に比べ、一般に溶存する無機物の量が少ない。
- 3 地下水は、表層水に比べ、自浄作用が強く汚染されにくい。
- 4 ダム水は、水道水源として最も利用量が多い。

問題2 水道水の原水に関する記述のうち、正しいものはどれか。2つ選べ。

- 1 伏流水は、細菌や藻類が産生するカビ臭が原因の着臭問題を起こすことが多い。
- 2 湖沼水は、微生物が少ないので自浄作用が小さいため、一度汚染されるとその状態が続く。
- 3 深井戸からの原水は、気象条件に影響されにくく、水量、水質ともに安定している。
- 4 表層水は、地下水に比べ、我が国では水道水源としての取水量が多い。
- 5 原水の浄化は、基本的にはろ過→沈殿→消毒の順に進行する。

問題3 水の浄化法に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 緩速ろ過では、原水を極めて遅い速度で通水してろ過することにより、主に嫌気性微生物によるろ過膜が形成される。
- 2 緩速ろ過による水中の有機物の除去能は、急速ろ過より劣る。
- 3 水道法では、緩速ろ過、急速ろ過のいずれの場合も、塩素剤による消毒が義務付けられている。
- 4 薬品凝集沈殿では、凝集剤のポリ塩化アルミニウムの添加により、正電荷を持つ汚濁粒子を電氣的に中和し、凝集塊として沈殿させる。
- 5 薬品凝集沈殿－急速ろ過は、我が国で最も多く利用されている浄化法である。

問題4 水道水の塩素消毒において、殺菌力が最も強いのはどれか。1つ選べ。

- 1 HClO 2 ClO⁻ 3 Cl⁻ 4 NH₂Cl 5 NHCl₂

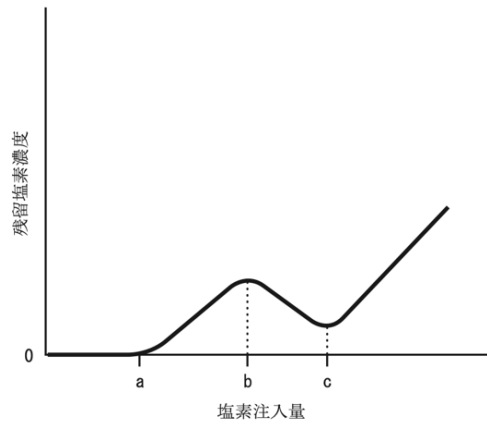
問題5 水の塩素処理に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 塩素処理剤として、液体塩素又は次亜塩素酸塩が通常用いられる。
- 2 主な目的は、有機物の分解により生じたアンモニアやアミン類の酸化である。
- 3 水に塩素を注入していくと、残留塩素濃度が低下する場合がある。
- 4 水道水中の残留塩素濃度として、遊離残留塩素濃度が 0.2 mg/L、結合残留塩素濃度が 0.3 mg/L のとき、塩素消毒は不十分である。

問題6 水の塩素消毒において、塩素消費量を与えるイオンとして、正しいのはどれか。2つ選べ。

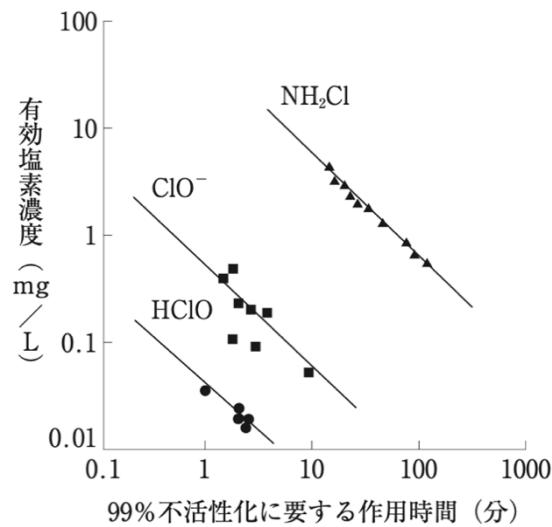
- 1 アンモニウムイオン (NH₄⁺)
- 2 鉄(II)イオン (Fe²⁺)
- 3 鉄(III)イオン (Fe³⁺)
- 4 亜硝酸イオン (NO₂⁻)
- 5 硝酸イオン (NO₃⁻)

問題7 水道原水に塩素を注入すると、塩素注入量と残留塩素濃度について図のような関係がみられた。これに関する記述のうち、正しいのはどれか。1つ選べ。



- 1 aの塩素量を塩素要求量という。
- 2 (b-a)の塩素量を塩素消費量という。
- 3 純水の場合には、この原水に比べて、塩素消費量と塩素要求量が大きい。
- 4 aとcの間で主に検出される残留塩素は結合残留塩素である。
- 5 我が国の水道水消毒では、b以上の塩素量を注入する方法が用いられている。

問題8 残留塩素による大腸菌の99%不活性化に要する濃度と作用時間の関係を図に示した。水の塩素処理及び図に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。



- 1 次亜塩素酸 (HClO) は、次亜塩素酸イオン (ClO⁻) と比較すると、同濃度あるいは同作用時間では、大腸菌の99%不活性化の効果が低い。
- 2 ClO⁻は水道水質基準を満たしていれば、大腸菌を10分以内に99%不活性化することができる。
- 3 モノクロラミン (NH₂Cl) は、水道水の水質管理目標値 (残留塩素1 mg/L以下) において大腸菌を10分以内に99%不活性化することができる。
- 4 3種の残留塩素を比較した場合、有効塩素濃度 (C) と99%不活性化に要する作用時間 (T) の積 (CT値) が大きいほど大腸菌に対する消毒効果が高い。
- 5 HClO、ClO⁻及びNH₂Clは、いずれも水泳プールに係る学校環境衛生基準において、水道水質基準と同様の基準値が定められている。

問題9 ジエチル-*p*-フェニレンジアミン (DPD) 法による水道水中の残留塩素の測定において、DPD と速やかに反応して赤色を呈するのはどれか。1つ選べ。

- 1 HClO 2 NH₂Cl 3 NHCl₂
 4 NCl₃ 5 CHCl₃

問題10 残留塩素の測定法に関する記述の に入れるべき語句の正しい組合せはどれか。1つ選べ。

水道水に a 溶液を加え、直ちに 510 nm の吸光度 (A) を測定した。さらに、 b を添加して溶解後、2 分間放置し、510 nm の吸光度 (B) を測定した。同様に操作して作成した検量線から塩素濃度を求めた。吸光度 (A) で得られた塩素濃度は c を表し、吸光度 (B) で得られた塩素濃度は d を表している。

	a	b	c	d
1	N-(1-ナフチル)エチレンジアミン二塩酸塩	ヨウ化カリウム	遊離残留塩素	結合残留塩素
2	N,N-ジエチル- <i>p</i> -フェニレンジアミン硫酸塩	スルファニルアミド	遊離残留塩素	全残留塩素
3	N,N-ジエチル- <i>p</i> -フェニレンジアミン硫酸塩	ヨウ化カリウム	結合残留塩素	全残留塩素
4	N-(1-ナフチル)エチレンジアミン二塩酸塩	スルファニルアミド	遊離残留塩素	結合残留塩素
5	N,N-ジエチル- <i>p</i> -フェニレンジアミン硫酸塩	ヨウ化カリウム	遊離残留塩素	全残留塩素
6	N-(1-ナフチル)エチレンジアミン二塩酸塩	スルファニルアミド	結合残留塩素	全残留塩素

問題 11 水道原水の塩素要求量を求めるためには、純水及び試料に同量の次亜塩素酸塩を添加し、暗所で一定時間放置後にジエチル-*p*-フェニレンジアミン (DPD) 法によって残留塩素を比色定量したところ、表の結果が得られた。この結果から求められるこの水道原水の塩素消費量 (mg/L) と塩素要求量 (mg/L) として、最も適切な数値の組合せはどれか。1つ選べ。

塩素注入量 (mg/L)	純水		試料	
	遊離残留塩素 (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	遊離残留塩素 (mg/L)	残留塩素 (mg/L)
0	0	0	0	0
0.20	0.20	0.20	0	0
0.40	0.40	0.40	0	0
0.60	0.60	0.60	0	0.15
0.80	0.80	0.80	0	0.30
1.00	1.00	1.00	0	0.20
1.20	1.20	1.20	0.05	0.10
1.40	1.40	1.40	0.25	0.25
1.60	1.60	1.60	0.45	0.45
1.80	1.80	1.80	0.65	0.65
2.00	2.00	2.00	0.85	0.85

	塩素消費量	塩素要求量
1	0.45	0.80
2	0.45	1.15
3	0.80	0.45
4	0.80	1.15
5	1.15	0.45
6	1.15	0.80

問題 12 水道水に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 クリプトスポリジウムは、通常の塩素消毒で死滅する。
- 2 ミクロシスチンは、藍藻類が生成するかび臭物質である。
- 3 ジェオスミンは、水道水のかび臭の原因物質の一つである。
- 4 緩速ろ過法は、原水中のフミン質の除去効果が低い。

問題 13 水道水に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

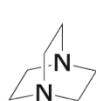
- 1 トリハロメタンは、煮沸しても除去できない。
- 2 富栄養化した水域で発生した 2-メチルイソボルネオールは、水道水のかび臭の原因となる。
- 3 フミン質は、塩素と反応してトリハロメタンを生じやすい。
- 4 水道水中のトリハロメタンは、オゾン処理により生じる。
- 5 水中のアンモニアを除去する方法として活性炭処理がよく用いられる。

問題 14 アミンやフミン質等が含まれている水を塩素消毒した際に生成する副生成物として、正しいのはどれか。2つ選べ。

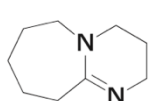
- 1 クロロホルム
- 2 ホルムアルデヒド
- 3 クロロフェノール
- 4 トリクロロエチレン

問題 15 2012 年 5 月、利根川水系の各浄水場の水質検査で国の基準をはるかに超える化学物質としてホルムアルデヒドが検出された。

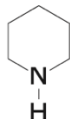
今回の水質異常の原因物質であり、加水分解によりホルムアルデヒドを発生する化合物はどれか。1つ選べ。



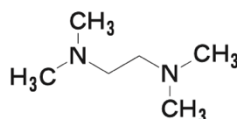
1



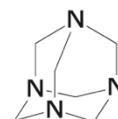
2



3



4



5

問題 16 水道水の総硬度を測定する試験法はどれか。1つ選べ。

- 1 ジエチル-*p*-フェニレンジアミン (DPD) 法
- 2 エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) による滴定法 (エリオクロムブラック T 法)
- 3 インドフェノール法
- 4 硝酸銀滴定法 (モール法)
- 5 オルトフェナントロリン法

問題 17 水道法施行規則に基づいてその含有量の下限値が定められている水道水成分はどれか。1つ選べ。

- 1 ナトリウム及びその化合物
- 2 残留塩素
- 3 カルシウム、マグネシウム等（硬度）
- 4 亜鉛及びその化合物
- 5 塩化物イオン

問題 18 水道水質基準に関する記述のうち、誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の和について、基準値が設定されており、し尿の混入により増加する。
- 2 カルシウムやマグネシウムの酸性炭酸塩（重炭酸塩）に由来する硬度を永久硬度という。
- 3 大腸菌群を特定酵素基質培地法で測定するとき使用する基質（*o*-ニトロフェニル- β -D-ガラクトシド）は、乳糖を分解する酵素で加水分解される。
- 4 蒸発残留物は TOC 値として基準値が設定されている。
- 5 クロロホルム、ジブロモクロロメタン、ブロモジクロロメタン及びブロモホルムは、それぞれの基準値に加えて、総トリハロメタンとしての基準値が設定されている。

問題 19～20

小学校において、学校薬剤師が飲料水の水質検査を行った。この学校では、飲料水は水道水を水源として3階建物屋上の高置水槽に貯水し、あらためて塩素消毒装置を通したのち、校内の各階に設置した給水栓から給水している。

問題 19 飲料水の水質検査に関する記述のうち、誤っているのはどれか。1つ選べ。

- 1 塩化物イオンは、し尿等の混入があると値が増加する。
- 2 濁度は、無機又は有機性の浮遊物が多いと増加する。
- 3 有機物（全有機炭素（TOC）の量）の測定では、水中の有機物質を酸化して生成したCO₂量から炭素量に換算している。
- 4 大腸菌は、特定酵素基質培地法を用いて、β-ガラクトシダーゼ活性の有無によって検出している。
- 5 pH値は、水質の変化によって変動するが、遊離残留塩素の消毒効果にも影響を与える。

問題 20 学校薬剤師が貯水する前の水道水及び高置水槽から最も遠い1階の給水栓における水の水質検査を実施したところ、表に示す結果となった。

	貯水する前の水道水	給水せんにおける水
一般細菌	26 集落/mL	85 集落/mL
大腸菌	検出されず	検出されず
塩化物イオン	35 mg/L	37 mg/L
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	1.6 mg/L	2.8 mg/L
pH値	6.8	7.8
味	異常なし	異常なし
臭気	異常なし	異常なし
色度	0.5 度	0.5 度
濁度	0.1 度	1.2 度
遊離残留塩素	0.15 mg/L	0.05 mg/L

この飲料水の水質検査の実施状況及び結果から推測される内容として、適切なのはどれか。2つ選べ。

- 1 貯水する前の水道水が、水道水質基準を満たしていない。
- 2 給水栓における水の一般細菌が、学校環境衛生基準を超えて検出されている。
- 3 高置水槽内部が汚染されている可能性がある。
- 4 校内給水系統に、し尿浄化槽排水が混入している可能性がある。
- 5 塩素消毒装置が機能を果たしていない可能性がある。

問題 21～22

学校薬剤師が小学校の水道水の水質検査を行った。結果は以下の通りであった。

一般細菌	36 集落/mL
大腸菌	検出されず
塩化物イオン	27 mg/L
全有機炭素 (TOC)	1 mg/L
pH 値	7.0
味	異常なし
臭気	異常なし
色度	0.5 度
濁度	0.1 度
遊離残留塩素	0.3 mg/L

問題 21 学校薬剤師が採水の現場で測定すべき項目はどれか。2つ選べ。

- 1 一般細菌 2 大腸菌 3 全有機炭素
4 臭気 5 遊離残留塩素

問題 22 この水道水の水質検査に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

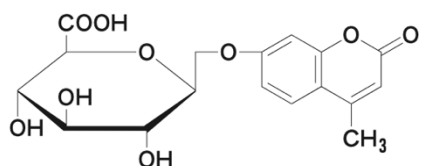
- 1 大腸菌は検出されていないが、一般細菌が検出されているので、水質基準を満たしていない。
2 塩化物イオン濃度は、し尿等の混入があると値が増加する。
3 全有機炭素 (TOC) の測定値は、水道水中の還元性無機イオンの影響を受けにくい。
4 トリハロメタンの濃度が高いと色度、濁度のいずれも高くなる。
5 遊離残留塩素が水質基準を超えているため、このままでは飲料に適さない。

問題 23 以下、水道水質基準項目の大腸菌の検出方法に関する記述である。文中の

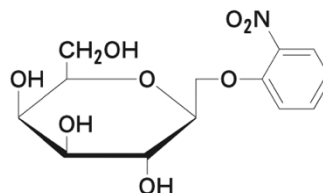
に入れるべき試薬と字句の正しい組合せはどれか。1つ選べ。

ア 法は、試験水に イ を含む反応液を加えて、大腸菌に特異的に存在する酵素 ウ と反応させる。試験水が対照と比べて、 エ を示す場合、陽性と判定する。なお、水道水質基準適合判定に、大腸菌の定量試験は オ 。

試薬 a



試薬 b



	ア	イ	ウ	エ	オ
1	乳糖ブイヨン	a	β -ガラクトシダーゼ	赤色沈殿の生成	必要である
2	乳糖ブイヨン	b	β -ガラクトシダーゼ	青色蛍光の増加	不要である
3	特定酵素基質培地	a	β -グルクロニダーゼ	黄色発色の増強	不要である
4	乳糖ブイヨン	b	β -ガラクトシダーゼ	赤色沈殿の生成	必要である
5	特定酵素基質培地	a	β -グルクロニダーゼ	青色蛍光の増加	不要である
6	特定酵素基質培地	b	β -グルクロニダーゼ	黄色発色の増強	必要である

問題 24 以下、あるミネラルウォーターの成分一覧である。このミネラルウォーターの総硬度 (mg/L) はどれか。1つ選べ。ただし原子量は以下のとおりとする。

H 1.00、C 12.0、O 16.0、Na 23.0、K 39.1、Mg 24.3、Ca 40.0

ミネラルウォーター成分一覧 100 mL 当たりの元素含量

元素	Na	K	Ca	Mg
含量(mg)	0.94	0.21	44.0	7.29

1 110 2 140 3 300 4 1,100 5 1,400

問題 25 下水に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 下水道法では、家庭生活排水や産業排水は下水であるが、し尿や雨水は下水ではない。
- 2 大都市と中小市町村の間に、下水道処理人口普及率の大きな差はない。
- 3 オキシデーションディッチ方式による下水処理では、活性汚泥で BOD を除去する。
- 4 下水道は、水道水源水域の保全だけでなく、都市浸水対策にも重要である。
- 5 下水の高度処理において、活性汚泥中のリン蓄積細菌は、嫌気的条件下でリンを蓄積する。

問題 26 下水に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 接触ばっ気法は、嫌気的処理の1つである。
- 2 わが国の下水道普及率は 95% を超えている。
- 3 散水ろ床法では、ろ材の表面に嫌気性の微生物を主体とした生物膜が形成される。
- 4 わが国の小規模下水処理場（処理水量 5,000 m³ 未満/日）で最も多く用いられている二次処理法は、オキシデーションディッチ法である。
- 5 下水の高度処理において、活性汚泥中の脱窒菌は嫌気的条件下で硝酸態窒素を還元し、窒素ガスとして大気中に放出する。

問題 27 活性汚泥法による下水処理に関する記述の に入れるべき語句の正しい組合せはどれか。1つ選べ。

活性汚泥法による下水処理では、一次処理で主に を、二次処理で主に を、さらに三次処理では をそれぞれ除去する。

	a	b	c
1	SS	BOD	窒素、リン
2	SS	余剰汚泥	BOD
3	BOD	SS	余剰汚泥
4	BOD	余剰汚泥	窒素、リン
5	窒素、リン	BOD	余剰汚泥
6	窒素、リン	SS	BOD

問題 28 活性汚泥法に関する記述のうち、誤っているのはどれか。 2つ選べ。

- 1 活性汚泥法は、生物膜法的一种である。
- 2 活性汚泥中には、原生動物は存在しない。
- 3 曝気槽では、微生物による有機物の酸化分解反応が起こる。
- 4 余剰汚泥は、消化槽で嫌氣的に処理される。
- 5 フロックの沈殿性が低下すると、有機物の除去効率は下がる。

問題 29 下水処理で用いられる活性汚泥法に関する記述のうち、正しいのはどれか。 2つ選べ。

- 1 下水処理工程の二次処理で用いられる。
- 2 第一（最初）沈殿池で得られた汚泥は、活性汚泥として利用される。
- 3 活性汚泥は静置した時、均一に分散しやすい特徴を有する。
- 4 汚水中の有機物の分解除去だけでなく、無機リンや窒素も除去される。
- 5 嫌氣的処理ではメタンガスが大量に発生するので、燃料として利用することができる。

問題 30 閉鎖性水域における富栄養化の制限因子はどれか。 1つ選べ。

- 1 カリウム 2 亜鉛 3 鉄 4 硫黄 5 リン

問題 31 富栄養化に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 富栄養化に伴って異常繁殖した動物性プランクトンは、肝毒性を示すマイクロシスチンを産生する。
- 2 富栄養化に伴って異常繁殖した放線菌や藍藻類の中には、カビ臭物質であるジェオスミンを産生するものがある。
- 3 富栄養化の制限因子はカルシウムとリンであり、生活雑排水の寄与が大きい。
- 4 富栄養化によってプランクトンが大量増殖するとともに、魚介類も異常繁殖する。
- 5 富栄養化は閉鎖系水域で発生しやすく、アオコが異常増殖し、水の華が発生することがある。

問題 32 富栄養化に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 富栄養化が進んだ水域では、植物性プランクトンが著しく増殖している。
- 2 水中の生物が生存しやすい状態になることを富栄養化といい、生活環境が良好に保たれていることを示す。
- 3 河川よりも湖沼で富栄養化が起こりやすいのは、湖沼水の方が河川水よりも自浄作用が高いためである。
- 4 富栄養化した水域では、一般に DO の値が低い。
- 5 閉鎖性水域で富栄養化が起こると、酸化鉄の蓄積により赤潮が生じることがある。

問題 33 「人の健康の保護に関する環境基準」において、環境基準に含まれていない項目はどれか。2つ選べ。

- 1 クロロホルム
- 2 全シアン
- 3 アルキル水銀
- 4 PCB
- 5 大腸菌

問題 34 水質汚濁に係る環境基準に関する記述のうち、正しいものはどれか。2つ選べ。

- 1 水生生物の保全に係る環境基準として、全亜鉛についての基準がある。
- 2 環境基準は、規制基準としても用いられる。
- 3 地下水の環境基準は、生活環境の保全に関する項目を含む。
- 4 ダイオキシン類について、環境基準が設定されている。
- 5 湖沼では、COD の環境基準達成率は 80%以上である。

問題 35 水質汚濁に係る環境基準に関する記述のうち、誤っているものはどれか。2つ選べ。

- 1 「生活環境の保全に関する環境基準」において、富栄養化の原因となる全窒素及び全リンについて、河川、湖沼及び海域における基準値が定められている。
- 2 n-ヘキサン抽出物質量は、海域の油汚染の指標となる。
- 3 SS とは水中に浮遊する有機性、無機性物質をいい、河川及び湖沼における基準値が定められている。
- 4 湖沼及び海域の環境基準には、BOD の基準値が設定されていない。
- 5 「人の健康の保護に関する環境基準」において、総水銀は、「検出されないこと」とされている。

問題 36 6月、海水浴シーズンを迎え、県の担当課から県内の保健所に管内の海水浴場の適合検査を行うように指示があった。水質検査担当の薬剤師は、海水浴場に出かけ、船上から油膜の有無、透明度を確認した上で、検査用の海水を採取した。

担当薬剤師が検査すべき項目はどれか。2つ選べ。

- 1 ふん便性大腸菌群数
- 2 一般細菌数
- 3 塩化物イオン濃度
- 4 生物化学的酸素要求量 (BOD)
- 5 化学的酸素要求量 (COD)

問題 37～38

学校薬剤師が、小学校の屋外にあるプールの水質検査を、プールの対角線上の3点の水面下20cmのA、B、Cで実施した。結果は下表の通りであった。

	A	B	C
pH	7.2	7.2	7.2
遊離残留塩素 (mg/L)	0.3	0.2	0.2

問題 37 学校薬剤師が行う説明として適切なのはどれか。2つ選べ。

- 1 プール水の遊離残留塩素が基準を満たしていないと指摘した。
- 2 プール水のpHが基準を満たしていないと指摘した。
- 3 遊離残留塩素の基準を満たすことはプール熱の発生予防や、クリプトスポリジウムの増殖予防に有効であると説明した。
- 4 晴天時、紫外線の強いときは遊離残留塩素の消費が高まると説明した。

問題 38 プール水の検査項目でないのはどれか。1つ選べ。

- 1 塩化物イオン
- 2 大腸菌
- 3 一般細菌
- 4 過マンガン酸カリウム消費量
- 5 総トリハロメタン

問題 39～40

梅雨の時期、雨の降る日が多かったため、学校薬剤師が小学校の屋外プール水について水質検査を実施することにした。

問題 39

過マンガン酸カリウム消費量を以下の操作により測定した。この測定から求められる過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L) の値に最も近いのはどれか。1つ選べ。

ただし、過マンガン酸カリウム溶液とシュウ酸ナトリウム溶液のファクターを 1.0、 KMnO_4 の式量を 158 とする。

【操作】

検水 100 mL をとり、これに過マンガン酸カリウム処理硫酸溶液 5.0 mL を加え、さらに 0.0020 mol/L 過マンガン酸カリウム溶液 10 mL を正確に加えた。5 分間煮沸した後、ただちに 0.0050 mol/L シュウ酸ナトリウム溶液 10 mL を加えて脱色させ、さらに 0.0020 mol/L 過マンガン酸カリウム溶液で微紅色が消えずに残るまで滴定したところ、3.2 mL を要した。

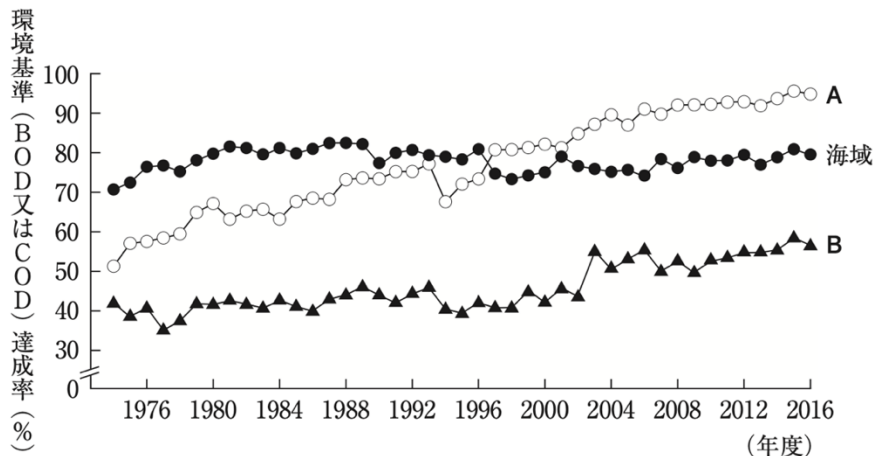
- 1 1.0 2 3.0 3 10 4 30 5 100

問題 40

過マンガン酸カリウム消費量に加え、学校薬剤師が行うプール水における水質検査項目はどれか。2つ選べ。

- 1 生物化学的酸素要求量 (BOD)
- 2 結合残留塩素
- 3 遊離残留塩素
- 4 pH
- 5 アンモニア

問題 41 図は、公共用水域の環境基準 (BOD 又は COD) 達成率の年次推移を示したものである。BOD、COD 及び図に関する記述のうち、誤っているのはどれか。 2つ 選べ。



環境省「平成 30 年版 環境白書」より

- 1 BOD 及び COD は、水中に含まれる有機物などの被酸化物を、それぞれ生物学的及び化学的に酸化分解するときに消費される酸素量である。
- 2 図中の A は湖沼、B は河川を示している。
- 3 海域では、海水中の塩分が COD 測定に影響するため、環境基準として BOD が採用されている。
- 4 湖沼では、植物プランクトンによる酸素の産生の影響を避けるため、環境基準として COD が採用されている。
- 5 海域や湖沼の閉鎖系水域では、水や有機物の外部交換が行われにくく、自浄能力を超えると深刻な水質汚濁が起りやすい。

問題 42 河川に多量の有機物質が流入したとき、値が減少する水質汚濁指標は次のどれか。1つ選べ。

- 1 SS 2 BOD 3 COD 4 DO 5 TOC

問題 43 生物化学的酸素要求量 (BOD) を測定する際に用いる試験法はどれか。1つ選べ。

- | | | | |
|---|--------------|---|-------------|
| 1 | ウインクラ法 | 2 | 酸性高温過マンガン酸法 |
| 3 | オルトフェナントロリン法 | 4 | 重量法 |
| 5 | インドフェノール法 | | |

問題 44 水質汚濁に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 汚水では微生物が生育しやすく、その結果 DO は低下する。
- 2 COD は、水中の無機物質量の指標として用いられる。
- 3 有機物を多く含む水ほど、COD は低下する。
- 4 有機物を含んだ水が流入すると、BOD は増加する。
- 5 水質汚濁により DO が低下すると、微生物による有機物の分解が起こらなくなる。

問題 45 水中の溶存酸素 (DO) の測定法 (ウインクラ法) に関する次の記述の a~c に入るべき語句の正しい組合せはどれか。1つ選べ。

ウインクラ法では、アルカリ性条件下で硫酸マンガから生じた水酸化マンガと、試料中の DO が反応することにより、速やかに酸素が (a) され、亜マンガ酸の (b) 沈殿を生じる。次に、硫酸を加えることで、DO と当量の (c) が遊離するのでチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定し、DO を求める。

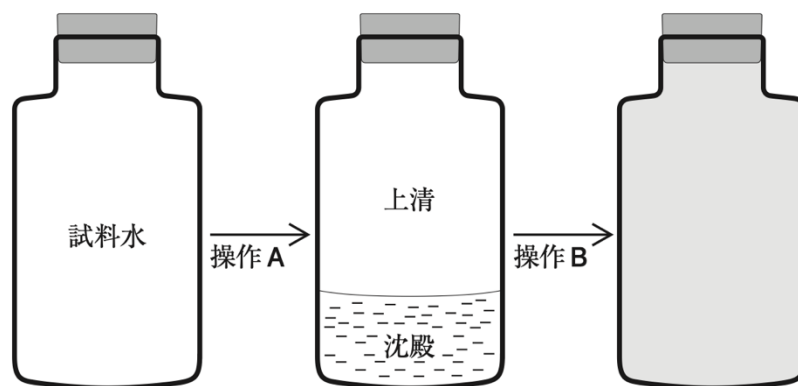
	a	b	c
1	固定	青色	KI
2	オゾンに変換	褐色	KI
3	固定	白色	KI
4	オゾンに変換	青色	I ₂
5	固定	褐色	I ₂
6	オゾンに変換	白色	I ₂

問題 46 ウィンクラー法による水中の溶存酸素量 (DO) の測定法の概略を以下にまとめた。

【操作 A】 試料水で充満させた測定瓶に MnSO_4 溶液 1 mL 及びアルカリ性ヨウ化カリウム (KI) ・アジ化ナトリウム溶液 1 mL を加え、栓をした後、転倒混和し、静置する。

【操作 B】 濃硫酸 1 mL を、沈殿を巻き上げないように測定瓶に加え、直ちに栓をして転倒混和する。

【操作 C】 測定瓶から試料水の一定量を分取し、生じたヨウ素の量をデンプン試薬を用いてチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定する。



この方法に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 操作 A でアジ化ナトリウムを加えるのは、試料水中の亜硝酸イオンと溶存酸素との反応を促進させるためである。
- 2 操作 A によって生じた沈殿は、亜マンガ酸である。
- 3 操作 A を行った後、上清中の DO は、この操作の原理上、ゼロとなる。
- 4 操作 B により沈殿が消失し、溶液が黄色になるのは、硫酸酸性下で KI が還元されるためである。
- 5 操作 C における滴定の終末点の前後で溶液の色は無色から青色へ変化する。

問題 47 水質汚濁に関する記述のうち、誤っているのはどれか。 2つ選べ。

- 1 BOD は通常、20°C、5 日間に消費される溶存酸素量 (mg/L) で示される。
- 2 BOD の測定において、試料水を希釈する場合には脱気した水を用いる。
- 3 アルカリ性過マンガン酸法は、試料水中の塩化物イオンの影響を受けやすい。
- 4 工場排水では、BOD を測定できない場合がある。
- 5 微生物を含まない水の生物化学的酸素要求量 (BOD) を測定する場合には、適量の微生物を含む希釈用液を添加する。

問題 48 酸性高温過マンガン酸法の概略を示す。これに関する記述のうち、誤っているのはどれか。 2つ選べ。

試料に AgNO_3 溶液を加えたのち、 H_2SO_4 溶液を加えて、沈殿が生成するまでかくはんする。次いで、 KMnO_4 溶液を加えて沸騰水浴中で加熱したのち、シュウ酸ナトリウム溶液を加えて脱色する。 KMnO_4 溶液で微紅色が消えずに残るまで滴定する。

- 1 本法は、汚水・下水の化学的酸素要求量 (COD) 測定に用いられる。
- 2 AgNO_3 溶液の添加は、反応の促進 (触媒作用) 及び Cl^- の影響を除くためである。
- 3 H_2SO_4 の添加後に生じる沈殿は、 AgCl である。
- 4 本法は、工場排水試験の JIS 法に用いられている。
- 5 本法では、ニクロム酸法 (重クロム酸法) に比べて、有機物の酸化が進行しやすい。

問題 49 6 種類の有機化合物を水に溶解し、生物化学的酸素要求量(BOD)^(注1)及び 2 種類の測定法による化学的酸素要求量(COD)を求めた。下表は、この BOD と COD を、理論的酸素要求量^(注2)に対する割合(%)として示したものである。この表から考えられる記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

化合物名	理論的酸素 要求量 (g O /g)	理論的酸素要求量に対する割合 (%)		
		BOD	COD	
			二クロム酸法	酸性高温 過マンガン酸法
酢酸	1.07	82	95	7
プロピオン酸	1.51	24	97	8
グルコース	1.07	59	98	57
ラクトース	1.12	47	99	70
グリシン	0.64	15	100	3
L-グルタミン酸	0.98	52	100	6

(注1) BOD は、試料に植種水を加え、20℃、5 日間に消費された溶存酸素量 (DO) の値から求めた。

(注2) 理論的酸素要求量とは、化合物 1 g が酸化されて CO₂ 及び H₂O に分解されるのに必要な酸素消費量 (g) を示す。ただし、窒素化合物のアミノ基は NH₃ に分解されるものとして算出した。

- 1 BOD と COD の間には、有機化合物の種類にかかわらず、比例関係が認められる。
- 2 酸性高温過マンガン酸法では、糖質はカルボン酸やアミノ酸に比べ、酸化されにくい。
- 3 2 種類の COD の測定法のうち、二クロム酸法の方が有機化合物の種類にかかわらず、強い酸化力を示す。
- 4 この実験に用いた植種水中の微生物は、6 種類の化合物のうち、酢酸に対して最も高い酸素消費量 (g O /g) を示す。
- 5 湖沼から採取した試料水にグリシンが大量に含まれる場合には、酸性高温過マンガン酸法による COD が、その試料水の酸素消費量を最も良く反映する。

問題 50 水質の生物化学的酸素要求量 (BOD) が 2.8 mg/L で、水量が 150,000 m³/日の河川に、BOD の高い排水を 10,000 m³/日で放流する工場がある。排水が河川水と均一に混合したときの BOD 値を 4 mg/L 以下に保つには、放流する処理排水の BOD 値を最大何 mg/L 以下にする必要があるか。最も近い値を選べ。ただし、河川での自然浄化作用はないものとする。

- 1 18 2 22 3 42 4 106 5 180

問題 51 ある工場の A、B の 2 系統の汚水が流入している排水処理施設からの放流水の BOD 濃度を測定したところ、16 mg/L であった。A 系統の汚水は BOD 濃度 100 mg/L、水量 700 m³/日であり、B 系統の汚水は BOD 濃度 1,100 mg/L、水量 300 m³/日である。この処理施設の BOD 除去率は何%か。

- 1 40 2 60 3 72 4 84 5 90 6 96

問題 52 ある工場排水の生物化学的酸素要求量 (BOD) を測定するため、試料に希釈植種水を加えて 10 倍に薄めたところ、希釈 15 分後の溶存酸素は 9.0 mg/L であり、20℃で 5 日間培養した後には溶存酸素は 5.0 mg/L となった。希釈植種水は、BOD 20 mg/L の河川水を 5% 含み、植種水の希釈に用いた水の 5 日間の溶存酸素消費量は 0.2 mg/L であった。この排水の BOD (mg/L) に最も近い値はどれか。1 つ選べ。

- 1 20 2 25 3 30 4 35 5 40