９ 水質有害物質特論

（令和６年度）

水質第１種・第２種

試験時間　１４：３５～１５：２５（途中退出不可）　全１５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。

⑴　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。

⑵　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） 〔1〕 〔2〕 〔3〕 〔4〕 〔5〕

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　硫化物法による重金属排水の処理に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　カドミウムの硫化物の溶解度積は，水酸化物の溶解度積に比べ非常に小さい。

(2)　凝集性の悪い硫化物は過剰硫化ナトリウムが存在すれば，多硫化物を生成し，凝集が促進される。

(3)　硫化水素の毒性，強烈な臭気，腐食性のため，排水処理に適用されている例は少ない。

(4)　硫化水素の臭気対策，凝集性の改善，操作性の向上のため，硫黄系重金属捕集剤が使用されることが多くなっている。

(5)　鉄塩を添加して過剰硫化物イオンを固定し，同時に生成する水酸化物の共沈効果により凝集性の向上を図っている。

問２　ほう素吸着樹脂の配位基として，最も適当なものはどれか。

(1)　イミノ二酢酸基

(2)　チオ尿素基

(3)　ジチオカルバミド酸基

(4)　ポリアミン基

(5)　*N*-メチルグルカミン基

問３　重金属排水の処理技術におけるフェライト法・鉄粉法に関する記述として，誤っているものはどれか。

⑴　フェライトは，$MO \cdot Fe_2O_3$（M：Fe，Co，Mn，Ni など）で表される鉄を主成分とする固溶体の総称である。

⑵　鉄（Ⅱ）イオンを含む溶液にアルカリを加えて加熱すると，強磁性であるマグネタイトが生成する。

⑶　フェライト処理には，フェライトの結晶構造に取り込まれた重金属がスラッジから溶出しやすいという欠点がある。

⑷　鉄粉法は，多孔性で比表面積の大きい特殊鉄粉の使用により，還元処理が困難と考えられていた Zn^{2+}，Cd^{2+}，Ni^{2+} なども処理可能となっている。

⑸　鉄粉法は，沈降特性がよい，脱水性がよいなどの操作性でのメリットがある。

問４　クロム（Ⅵ）排水の処理方法に関する記述として，誤っているものはどれか。

⑴　クロム（Ⅵ）の還元に使用される薬品は，一般的には亜硫酸塩又は硫酸鉄（Ⅱ）であるが，薬注制御及び薬品取り扱いの容易さなどから亜硫酸塩が使用されることが多い。

⑵　クロム酸はイオン交換樹脂への選択性が低いため，強塩基性陰イオン交換樹脂による処理には適していない。

⑶　水酸化クロム（Ⅲ）の最適凝集 pH は pH 8 前後であるが，他の重金属排水と合流して処理されるケースでは pH 10 程度に調整する場合もある。

⑷　活性炭による処理では吸着量は低いが，クロム（Ⅵ）の検出限界以下の処理が可能である。

⑸　二クロム酸イオンの電解還元では，多量の水素イオンを消費して電解中に pH が上昇するため，酸を添加したほうが反応が進みやすい。

問５　水銀排水の処理に関する記述として，誤っているものはどれか。

⑴　硫化物法で生成する硫化水銀の沈殿は，強酸性でも溶解しない。

⑵　硫化物法における硫化水銀の再溶解への対策として，鉄(Ⅲ)を併用する方法がある。

⑶　活性炭への水銀の吸着は，pH１～６の酸性のほうが効率がよい。

⑷　水銀キレート樹脂の硫黄系官能基は，耐塩素性が高い。

⑸　有機水銀は，アルキル基の炭素数が小さいほど塩素で分解しにくい。

問６　セレン排水の処理に関する記述として，誤っているものはどれか。

⑴　セレンは難溶性塩を生成しにくく，処理が難しい。

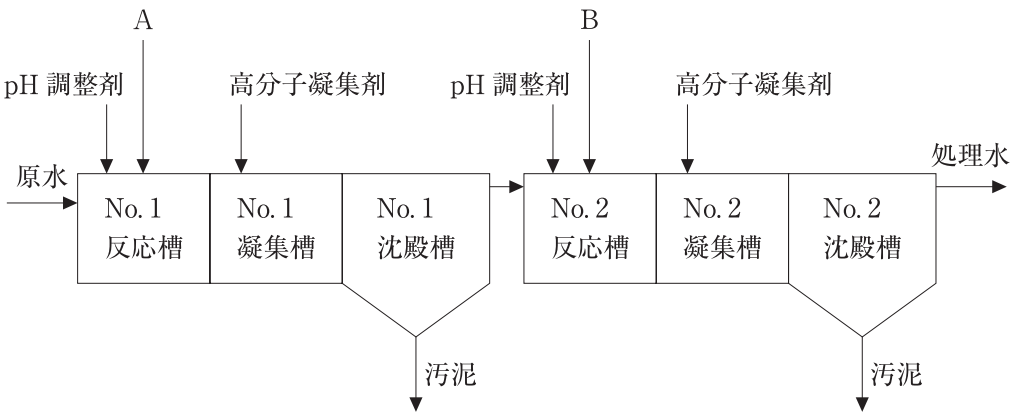
⑵　セレン(Ⅳ)の水酸化鉄(Ⅲ)による共沈処理では，pH９以上のアルカリ性で除去率が高い。

⑶　セレン(Ⅳ)には，吸着材として活性アルミナが有効である。

⑷　吸着材として，活性炭の効果は認められない。

⑸　微生物を利用して，セレン(Ⅵ)を金属セレン(Se^0)に還元する技術が開発されている。

問７　下図は，ふっ素排水に対してふっ素二段沈殿処理法を適用したフロー例である。注入する薬剤Ａ及びＢとして，最も適当なものはどれか。



	A	B
(1)	硫酸アルミニウム	塩化鉄(Ⅲ)
(2)	硫酸アルミニウム	水酸化カルシウム
(3)	塩化鉄(Ⅲ)	硫酸アルミニウム
(4)	水酸化カルシウム	塩化鉄(Ⅲ)
(5)	水酸化カルシウム	硫酸アルミニウム

問８　シアン排水の処理に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　アルカリ塩素法では，中性で塩素を添加する工程と，次にpHをアルカリ性にしてさらに塩素を添加する二段階で分解が行われる。

(2)　アルカリ塩素法で使用される塩素化合物は，次亜塩素酸ナトリウムが一般的である。

(3)　鉄のシアノ錯体に対しては，鉄(Ⅱ)を添加して難溶性塩を生成させ，除去することができる。

(4)　紺青法では，pH５～６の弱酸性で反応を行う。

(5)　電解酸化法は，濃厚な遊離シアン排水の処理に適している。

問９　有害物質として指定されている有機りん化合物(農薬)及びその排水の処理に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　有害物質として指定されている有機りん化合物は，殺虫作用を示す。

(2)　有害物質として指定されている有機りん化合物には，パラチオン，チウラム，EPN，メチルジメトンがある。

(3)　いずれも非解離の分子化合物であり，排水中に混入した場合は，大部分は懸濁粒子として存在していると思われる。

(4)　アルカリ性で加水分解されるので，この性質を利用した処理が行われている。

(5)　いずれも疎水性の強い物質であり，活性炭処理が有効である。

問10　トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン排水の処理方法に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　酸化分解法では，適切な酸化条件下において，エチレンと塩化物イオンに分解される。

(2)　嫌気細菌によるトリクロロエチレンの分解は，塩素原子が一個ずつ外れる還元的脱塩素化反応である。

(3)　揮散法には，充塡塔方式，段塔方式，空気吹込み(曝気)方式などがある。

(4)　揮散法では，排ガス処理をすることが望ましく，その処理法として吸着法や酸化分解法がある。

(5)　活性炭吸着法において，排水中に他の有機物が含まれる場合は，吸着量は少なくなる。

問11　鉛及びその化合物の検定に用いられないものはどれか。

(1)　ジフェニルカルバジド吸光光度法

(2)　フレーム原子吸光法

(3)　電気加熱原子吸光法

(4)　ICP 発光分光分析法

(5)　ICP 質量分析法

問12　ひ素及びその化合物の検定に用いられる水素化物発生原子吸光法に関する記述中，(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。

試料を硫酸，硝酸及び［(ア)］で前処理した後，塩酸酸性溶液とする。これに［(イ)］溶液及びアスコルビン酸溶液を加えてしばらく放置し，ひ素(Ⅴ)をひ素(Ⅲ)に還元する。この溶液を連続式水素化物発生装置において，［(ウ)］溶液と反応させて水素化ひ素を発生させる。発生する水素化ひ素を水素-アルゴンフレームに導いて吸光度を測定し，ひ素を定量する。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	過マンガン酸カリウム	テトラヒドロほう酸ナトリウム	よう化カリウム
(2)	過マンガン酸カリウム	よう化カリウム	テトラヒドロほう酸ナトリウム
(3)	過マンガン酸カリウム	テトラヒドロほう酸ナトリウム	塩化第一スズ
(4)	重クロム酸カリウム	よう化カリウム	テトラヒドロほう酸ナトリウム
(5)	重クロム酸カリウム	塩化第一スズ	よう化カリウム

問13　ほう素及びその化合物の検定に用いられるメチレンブルー吸光光度法に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　ほう素化合物に硫酸とふっ化水素酸を加えて，テトラフルオロほう酸イオンにする。

(2)　メチレンブルーとの反応によって生成するイオン会合体を1,2-ジクロロエタンに抽出する。

(3)　試料に含まれる陰イオン界面活性剤は，ふっ化水素酸を加える前にメチレンブルーを加え，1,2-ジクロロエタンに抽出し除去しておく。

(4)　試料に懸濁物が含まれる場合には，ろ過又は遠心分離によって除去する。

(5)　試験に用いる水は，ほうけい酸ガラス製の蒸留器を用いて精製する。

問14　アンモニア，アンモニウム化合物の検定に関する記述中，(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。

試料を蒸留処理してアンモニア性窒素を共存物から分離した後，［(ア)］などを適用するか，あるいは妨害物質を含まない試料に蒸留操作なしで［(イ)］を適用して，アンモニウムイオンを定量し，その濃度に［(ウ)］を乗じて窒素換算濃度として表示する。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法	イオン電極法	0.3045
(2)	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法	イオンクロマトグラフ法	0.7766
(3)	インドフェノール青吸光光度法	イオン電極法	0.3045
(4)	インドフェノール青吸光光度法	イオンクロマトグラフ法	0.7766
(5)	イオンクロマトグラフ法	イオン電極法	0.7766

問15　有害物質の種類と，検定法で用いられる測定装置との組合せとして，誤っているものはどれか。

（有害物質の種類）	（測定装置）
(1)　チウラム	高速液体クロマトグラフ
(2)　シマジン	ガスクロマトグラフ
(3)　1,4-ジオキサン	高速液体クロマトグラフ
(4)　ベンゼン	ガスクロマトグラフ
(5)　ポリ塩化ビフェニル(PCB)	ガスクロマトグラフ