

9 水質有害物質特論

(平成 23 年度)

水質第 1 種・第 2 種

試験時間 14 : 35 ~ 15 : 25 (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 1100102479

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	1	0	0	1	0	2	4	7	9
<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 重金属排水の処理方法である置換法に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 重金属キレート化合物は、同一重金属イオンに1点のサイトで配位結合する構造となる。
- (2) EDTAなどのアミノポリカルボン酸錯体は、比較的不安定な錯体で、中和で水酸化物が沈殿する。
- (3) 置換反応と沈殿反応をともに酸性側で行う。
- (4) Fe + Ca 塩法では、キレート剤で封鎖されている重金属をCaで置換し、さらにこれをFeで沈殿させる。
- (5) リン酸塩やけい酸塩などを含む重金属排水は、キレート剤を含む場合と同様の処理を行う。

問2 フェライト法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 各種重金属の一括処理が可能である。
- (2) 重金属はフェライトの結晶構造に取り込まれる。
- (3) 磁気で分離除去できる。
- (4) 鉄(II)イオンを含む溶液にアルカリを加えた後、酸化処理する。
- (5) 通常の凝集沈殿法に比べ、汚泥発生量が少ない。

問3 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。

- (1) 硫化物法では、Fe(II)、Fe(III)の併用により、 S^{2-} をHgSに対して小過剰に保持することができる。
- (2) 硫化物法だけで、排水基準値以下まで容易に処理することができる。
- (3) 水銀キレート樹脂で高度な処理を行うときは、少量の塩素を添加するとよい。
- (4) 水銀キレート樹脂は、一般的に硫黄系の官能基を有している。
- (5) 有機水銀排水は、塩素により酸化分解して完全に塩化物とした後、処理する。

問4 ひ素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) ひ素(Ⅲ)とひ素(Ⅴ)とでは、前者の方が共沈処理が容易である。
- (2) 共沈剤として鉄(Ⅲ)塩を使用した場合、最適共沈 pH は 4～5 である。
- (3) 共沈剤の鉄(Ⅲ)塩を過剰に添加すると、最適共沈 pH は 3～7 と広がる。
- (4) 共沈剤としてのアルミニウム塩は、鉄(Ⅲ)塩と比較して効果が低い。
- (5) 鉄粉法やフェライト法によっても処理が可能である。

問5 微生物を利用したセレン排水の処理に関する記述中、(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。

生物還元法は、 (ア) 条件下で、微生物によりセレン(Ⅵ)を (イ) に還元する技術である。生物処理における (ウ) 工程でセレン酸還元菌^{じゅん}を馴^{よう}養し、セレン還元と (ウ) を同時に行う方法が開発されている。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|------------------------|-----|
| (1) | 好気性 | セレン(Ⅳ) | 硝化 |
| (2) | 嫌気性 | 金属セレン(Se^0) | 硝化 |
| (3) | 嫌気性 | セレン(Ⅳ) | 脱窒素 |
| (4) | 嫌気性 | 金属セレン(Se^0) | 脱窒素 |
| (5) | 好気性 | 金属セレン(Se^0) | 硝化 |

問6 ほう素及びふっ素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) ほう素選択吸着樹脂として、*N*-メチルグルカミン形イオン交換樹脂がよく用いられる。
- (2) ほう素排水をイオン交換法で処理する際に発生する再生廃液は、アルミニウム塩と水酸化カルシウムの併用法による凝集沈殿法で処理する。
- (3) ふっ素排水処理としてふっ化カルシウム法を用いるとき、カルシウム剤として塩化カルシウムを使用することが多い。
- (4) ふっ素 30～50 mg/L 以上の排水に対して、ふっ化カルシウム法と水酸化物共沈法の2段で処理する場合、ふっ化カルシウム法を1段目にする。
- (5) 希土類水酸化物を交換体としたふっ素の選択吸着樹脂が用いられている。

問7 アルカリ塩素法による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) アルカリ性で塩素を添加する工程と、次いで pH を中性にしてさらに塩素を添加する二段階で行われる。
- (2) 塩素には通常、次亜塩素酸ナトリウムが用いられ、薬注制御は ORP 計で行われる。
- (3) シアンは最終的に、窒素と二酸化炭素に分解される。
- (4) シアン 1 g を分解するためには、有効塩素として約 7 g の塩素が必要である。
- (5) 鉄や金のシアノ錯体も分解できる。

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) シアンは生物に対する毒性が強いため、生物処理はできない。
- (2) 活性炭を用いる吸着法により鉄シアノ錯体が吸着される。
- (3) 弱塩基性樹脂を用いる吸着法により金シアノ錯体が吸着される。
- (4) pH 1 以下の酸性にして曝気^{ばっき}すると、ほとんどのシアノ錯体はシアン化水素と金属イオンに分解される。
- (5) 酸分解燃焼法では、発生したシアン化水素ガスを燃焼によって二酸化炭素と窒素に分解する。

問9 酸化分解法による有機塩素系化合物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) 適切な酸化条件下では、二酸化炭素と塩素ガスに分解される。
- (2) 過マンガン酸塩は、酸性から中性、常温で適用できる。
- (3) 塩素数が多いほど分解率は低くなる。
- (4) 二酸化チタンを触媒として溶存酸素存在下で光照射すると、酸化分解できる。
- (5) 処理薬剤を直接汚染土壤に注入し、地下水や土壤を浄化する方法がある。

問10 有機塩素系化合物のバイオレメディエーションに関する記述中、(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。

トリクロロエチレンの (ア) 細菌による分解は、トリクロロエチレン→ジクロロエチレン→ビニルクロライド→ (イ) と (ウ) 原子が1個ずつ外れる反応である。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|------------|-----|
| (1) | 嫌気 | エチレン | 酸素 |
| (2) | 嫌気 | テトラクロロエチレン | 塩素 |
| (3) | 嫌気 | エチレン | 塩素 |
| (4) | 好気 | テトラクロロエチレン | 酸素 |
| (5) | 好気 | エチレン | 塩素 |

問11 検定項目と試料の保存方法の組合せとして、誤っているものはどれか。

- | (検定項目) | (保存方法) |
|-------------|--|
| (1) ひ素 | 前処理を要しない場合は HCl で pH 約 1，前処理を行う場合は HNO ₃ で pH 約 1 |
| (2) シアン化合物 | NaOH で pH 約 12 (残留塩素を含むときはアスコルビン酸で還元した後，NaOH 添加) |
| (3) クロム(VI) | H ₂ SO ₄ で pH 約 1 |
| (4) 有機りん化合物 | HCl で弱酸性 |
| (5) 塩素化炭化水素 | 4℃以下(凍結させない)の暗所 |

問12 還元気化原子吸光法による総水銀の検定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料に硫酸，硝酸，過マンガン酸カリウム及びペルオキシ二硫酸カリウムを加えて加熱し，水銀化合物を水銀(II)にする。
- (2) 冷却後，過剰の過マンガン酸カリウムをペルオキシ二硫酸アンモニウムで酸化する。
- (3) 直ちに，塩化すず(II)を加えて水銀(II)を金属水銀にする。
- (4) これに空気を循環通気して水銀蒸気を発生させ，吸光度(253.7 nm)を測定する。
- (5) ベンゼン，アセトンなどの揮発性有機化合物は，正の誤差を生じる。

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

- (1) 用いる水の精製には，ほうけい酸ガラス製の蒸留器を使用する。
- (2) 試料を硫酸酸性とし，メチレンブルーと1,2-ジクロロエタンを加えて振り混ぜた後，1,2-ジクロロエタン層を捨てる。
- (3) ふっ化水素酸溶液を加えて振り混ぜ，テトラフルオロほう酸イオンを生成させて，メチレンブルーと反応させる。
- (4) 生成するイオン会合体を1,2-ジクロロエタンで抽出する。
- (5) 1,2-ジクロロエタン層を硫酸銀溶液で洗浄し，吸光度(660 nm)を測定する。

問14 ガスクロマトグラフィーにより化合物Aの定量を行うため、5 mg/L、20 mg/L 及び 50 mg/L の化合物A標準溶液を各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)
5	1.83, 1.79, 1.78
20	7.22, 7.21, 7.18
50	18.2, 18.1, 17.8

次に試料 500 mL をヘキサンで抽出し、前処理を行い、最終的に 5.0 mL のヘキサン溶液として同様の条件で分析したところ、ピーク面積が 10.8 となった。試料中の化合物Aの濃度(mg/L)はおよそいくらか。

- (1) 0.30 (2) 0.40 (3) 3.0 (4) 4.0 (5) 30

問15 検定項目と分析機器の組合せとして、誤っているものはどれか。

(検定項目)	(分析機器)
(1) クロム(VI)	分光光度計
(2) カドミウム	原子吸光分析装置
(3) ひ素	ICP 発光分光分析装置
(4) ベンゼン	非分散形赤外線ガス分析計
(5) トリクロロエチレン	ガスクロマトグラフ質量分析装置

