

9 水質有害物質特論

(令和8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。

- (1) 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。

- (2) 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

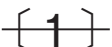
答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を **HB 又は B の鉛筆(シャープペンシル可)** でマークしてください。

〔 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)     

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 共沈処理の反応機構の説明として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 重金属水酸化物の表面電荷に起因する吸着
- (2) ある物質が他の物質をそれ自身の内部に包み込む吸蔵(包含)
- (3) 鉄(Ⅲ)塩を過剰に添加することで生じる難溶性塩の生成
- (4) 配位結合とイオン結合で形成される重金属キレート錯体の生成
- (5) 異種の金属が架橋を形成する複合多核錯体の生成

問2 金属の再資源化に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 銅めっき、銅箔製造排水の処理スラッジの銅製錬炉への還元
- (2) ステンレス鋼材表面処理水のニッケル、クロム、鉄を含む処理スラッジの再資源化
- (3) 金、銀、パラジウムなどの貴金属を含むめっき廃液の電解酸化回収
- (4) アルミ建材表面処理排水より生成するスラッジからの副生硫酸アルミニウムの製造
- (5) 鋼材酸洗・研磨工程や酸回収設備から生成する酸化鉄(Ⅲ)のフェライト原料化

問3 カドミウム排水を水酸化物法で処理するとき、処理水のカドミウム濃度(mg/L)はpH 9.5で理論上おおそいくらになるか。ただし、溶解度積に関する式は次式とし、Cdの原子量は112とする。

$$[\text{Cd}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = 3.9 \times 10^{-14} \text{ mol}^3/\text{L}^3$$

$$[\text{H}^{+}][\text{OH}^{-}] = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

- (1) 4.4 (2) 0.44 (3) 0.044 (4) 0.0044 (5) 0.00044

問4 クロム(VI)排水に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 亜硫酸塩還元法では、pHを2～2.5として亜硫酸塩を添加し、クロム(Ⅲ)に還元した後に沈殿除去する。
- (2) 亜硫酸塩還元法では、生成する水酸化クロム(Ⅲ)の分散を防ぐため、亜硫酸水素ナトリウムを過剰に添加する。
- (3) 鉄(Ⅱ)塩還元法では、強酸性から強アルカリ性の広い範囲でのクロム(VI)の還元が可能である。
- (4) 鉄(Ⅱ)塩還元法では、溶存酸素計(DO計)を使用して薬注制御を行う方法がある。
- (5) 二クロム酸の電解還元では、酸を添加したほうが反応が進みやすい。

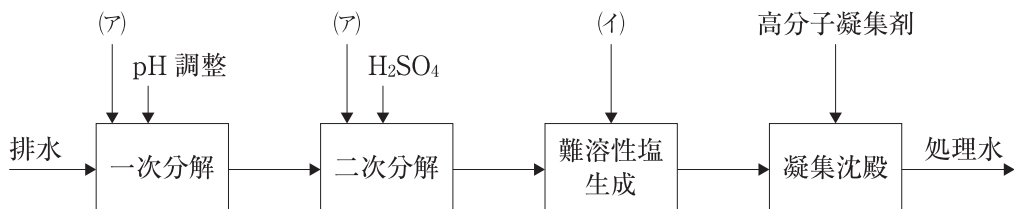
問5 吸着法による水銀排水の処理に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 水銀の活性炭への吸着量は比較的大きいため、活性炭吸着法は後処理としてだけではなく、排水によっては水銀捕集剤と粉末活性炭の併用など、前処理としても有効な手段といえる。
- (2) 水銀キレート樹脂としては、一般的に希土類水酸化物を配位基としたものがよく用いられる。
- (3) 水銀キレート樹脂による処理では、水銀0.0005 mg/L以下までの処理が可能である。
- (4) コロイド状水銀を塩素酸化によりイオン化するときは、pHを2～6に調整する。
- (5) 水銀キレート樹脂は塩素に弱いため、前段の塩素酸化では塩素の添加量は5 mg/L程度に抑えることが必要である。

問6 ほう素及びふっ素排水の処理に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) ほう素排水を凝集沈殿法で処理する方法として、鉄(Ⅲ)塩と水酸化カルシウムの併用法がある。
- (2) ほう素排水処理に用いる吸着樹脂として、*N*-メチルグルカミン形イオン交換樹脂がある。
- (3) ふっ素はカルシウム塩と難溶性のふっ化カルシウムを生成するため、ふっ化カルシウム法のみで一般排水基準の基準値以下まで処理が可能である。
- (4) 20～30 mg/L 程度以下のふっ素排水に対して、鉄(Ⅲ)塩による凝集沈殿処理を用いることができる。
- (5) ふっ素吸着樹脂として、ジチオカルバミド酸基を交換体としたものが用いられている。

問7 下図は、シアン排水中に鉄が含まれて安定な錯体が形成されている場合のシアン排水フローの一例である。添加する薬品(ア)及び(イ)の組合せとして、正しいものはどれか。



- | (ア) | (イ) |
|-----------------------------------|---|
| (1) H ₂ O ₂ | Al ₂ (SO ₄) ₃ |
| (2) H ₂ O ₂ | FeSO ₄ ・7H ₂ O |
| (3) H ₂ O ₂ | Ca(OH) ₂ |
| (4) NaOCl | Al ₂ (SO ₄) ₃ |
| (5) NaOCl | FeSO ₄ ・7H ₂ O |

問 8 アンモニア・亜硝酸・硝酸排水の処理に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- (1) アンモニアストリッピング法では、pH 調整用のアルカリ剤に消石灰を用いる。
- (2) アンモニアストリッピング法で分離されたアンモニアガスは、硫酸に吸収させて硫酸アンモニウム(硫安)を回収することができる。
- (3) 不連続点塩素処理法はアンモニアを塩素酸化して窒素ガスに分解する方法で、低濃度のアンモニアを対象として用いられる。
- (4) イオン交換法では、陽イオン交換樹脂はアンモニウムイオンを、陰イオン交換樹脂は硝酸イオン、亜硝酸イオンをイオン吸着する。
- (5) 触媒分解法は、高濃度アンモニア排水に空気を供給し、加温加圧条件下で高性能触媒と接触させることでアンモニアを酸化し、無害な窒素ガスとして大気に放出する方法である。

問 9 1,4-ジオキサン酸化分解法による処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 促進酸化、フェントン酸化などの分解法が検討され、高い除去率が報告されている。
- (2) 過酸化水素、紫外線などとオゾンを組み合わせた酸化分解法が用いられる。
- (3) 促進酸化法は、強い酸化力を持つ活性ラジカルを発生させて、分解効率を高める方法である。
- (4) フェントン酸化法は、次亜塩素酸と鉄塩を併用する方法である。
- (5) 酸化分解法は高い除去率が得られる反面、オゾン発生にかかる電力やフェントン酸化に必要な薬品など運転コスト面の課題がある。

問10 ふっ素排水の処理に関する記述中、下線を付した箇所のうち、最も不適切なものはどれか。

ふっ素は主に難溶性のふっ化カルシウムとして沈殿除去される。凝集沈殿装置では反応 pH は⁽¹⁾6～8で、カルシウム塩として中和剤を兼ねた⁽²⁾硫酸カルシウムを使用する場合が多い。カルシウム塩は⁽³⁾理論当量以上添加するので、処理装置内はカルシウム濃度が高く、⁽⁴⁾カルシウムスケールが生成しやすい雰囲気にある。したがって、pH 計の校正、pH 電極の点検は⁽⁵⁾毎日実施することが望ましい。

問11 ガスクロマトグラフ法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) クロマトグラム上の分析種の保持時間から定性分析を行い、ピーク面積またはピーク高さから定量分析を行う。
- (2) キャリヤーガスには、通常、高純度空気が用いられる。
- (3) 充填カラム用の充填剤として、けい藻土耐火れんがにジメチルポリシロキサンを含浸、塗布したものがある。
- (4) キャピラリーカラムは、充填カラムに比べて高い分離効率を有している。
- (5) 炎光光度検出器(FPD)は、含硫黄化合物及び含りん化合物を選択的に、高感度で検出できる。

問12 排水の六価クロムの検定法に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 試料を保存するときは、硝酸を加えて約 pH 1 とする。
- (2) ジフェニルカルバジド吸光光度分析法は、試料が着色していたり、Cr(VI)を還元する物質が含まれていても、前処理せずそのまま適用できる。
- (3) 対照液の調製に用いるエタノールは、Cr(VI)をCr(III)に還元する作用がある。
- (4) ICP 発光分光分析法は、Cr(III)とCr(VI)が共存しても、前処理せずそのまま適用できる。
- (5) ICP 質量分析法を適用する際に前処理として用いられる鉄共沈除去法では、Cr(VI)を水酸化鉄(III)に共沈させて分離する。

問13 有害物質と、その検定に用いられる吸光光度分析法の組合せとして、誤っているものはどれか。

(有害物質)	(吸光光度分析法)
(1) 有機りん化合物	<i>p</i> -ニトロフェノール吸光光度分析法
(2) ひ素及びその化合物	ジエチルジチオカルバミド酸銀吸光光度分析法
(3) ふっ素及びその化合物	ランタン-アリザリンコンプレキソン吸光光度分析法
(4) ほう素及びその化合物	メチレンブルー吸光光度分析法
(5) アンモニウム化合物	ナフチルエチレンジアミン吸光光度分析法

問14 排水のシアン化合物の検定法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料を保存する場合は、水酸化ナトリウムを加えて、pHを約12とする。
- (2) 残留塩素などの酸化性物質が共存する試料の保存では、アスコルビン酸による還元を行う。
- (3) EDTAを共存させ、pH2以下のりん酸酸性下で加熱蒸留して、シアン化合物をシアン化水素として留出させる。
- (4) コバルト、水銀のシアノ錯体は、蒸留によって、大部分がシアン化水素として留出する。
- (5) 留出させたシアン化合物は、ピリジン-ピラゾロン吸光光度分析法などで定量する。

問15 排水のポリ塩化ビフェニル(PCB)の検定法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料容器として、共栓ガラス瓶を用いることができる。
- (2) 試料を試料容器に満水の状態にして密栓する。
- (3) 試料容器に入れた試料の一部を分取し、測定に用いる。
- (4) 試料中のPCBを分離、濃縮する方法として、溶媒抽出法を用いることができる。
- (5) 試料を前処理した後、ガスクロマトグラフ法またはガスクロマトグラフ質量分析法によって測定する。

