

9 水質有害物質特論

(平成 28 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 1600198765

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 | 6 | 0 | 0 | 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| <input type="checkbox"/> | [1] | [1] | [1] | <input type="checkbox"/> | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] |
| [2] | [2] | [2] | [2] | [2] | [2] | [2] | [2] | [2] | [2] |
| [3] | [3] | [3] | [3] | [3] | [3] | [3] | [3] | [3] | [3] |
| [4] | [4] | [4] | [4] | [4] | [4] | [4] | [4] | [4] | [4] |
| [5] | [5] | [5] | [5] | [5] | [5] | [5] | [5] | [5] | <input type="checkbox"/> |
| [6] | <input type="checkbox"/> | [6] | [6] | [6] | [6] | [6] | [6] | <input type="checkbox"/> | [6] |
| [7] | [7] | [7] | [7] | [7] | [7] | [7] | <input type="checkbox"/> | [7] | [7] |
| [8] | [8] | [8] | [8] | [8] | [8] | <input type="checkbox"/> | [8] | [8] | [8] |
| [9] | [9] | [9] | [9] | [9] | <input type="checkbox"/> | [9] | [9] | [9] | [9] |
| [0] | [0] | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | [0] | [0] | [0] | [0] | [0] | [0] |

- (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 水質汚濁防止法に基づき省令で定められている排水基準において、有害物質とその許容限度の組合せとして、誤っているものはどれか。

| (有害物質) | (許容限度) |
|---------------|-----------|
| (1) ひ素及びその化合物 | 0.01 mg/L |
| (2) 鉛及びその化合物 | 0.1 mg/L |
| (3) 六価クロム化合物 | 0.5 mg/L |
| (4) シアン化合物 | 1 mg/L |
| (5) チウラム | 0.06 mg/L |

問2 カドミウム排水を水酸化物法で処理するとき、処理水の cadmium 濃度(mg/L) は pH11 で理論上どれだけになるか。ただし、Cd の原子量は 112 とし、溶解度積に関する式は以下を用いよ。

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

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

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

問3 鉄(Ⅱ)塩還元法によるクロム(Ⅵ)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) 亜硫酸塩還元法よりも、強酸性から強アルカリ性の広い範囲での還元が可能である。
- (2) 薬注制御及び薬品の取り扱いの容易さ、スラッジ発生量の少なさから亜硫酸塩還元法よりも使用されることが多い。
- (3) 他の工程で排出される鉄(Ⅱ)イオンを含む廃酸が利用できる。
- (4) 酸化還元電位計(ORP計)による薬注制御は、pH1.5以下の強酸性にすれば可能である。
- (5) 溶存酸素計(DO計)による薬注制御は、pH5～12の広い範囲で行うことができる。

問4 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) 硫化物法においては、硫化物イオン(S^{2-})濃度を常に大過剰とすることにより、生成した硫化物の再溶解を防ぐ。
- (2) 硫化物法において、硫化ナトリウムと塩化鉄(Ⅲ)を併用すると、水銀を微量まで処理することができる。
- (3) 活性炭を吸着剤として用いるときは、酸性の方が吸着効率がよい。
- (4) コロイド状水銀を水銀キレート樹脂で除去するときは、次亜塩素酸ナトリウムを添加してコロイド状水銀をイオン化させてから吸着させる。
- (5) 有機水銀排水を硫化物法で処理するときは、塩素によって酸化分解した後に処理する。

問5 次の排水のうち、活性炭吸着法を適用することが最も不適切な排水はどれか。

- (1) 鉄シアノ錯体排水
- (2) PCB排水
- (3) ほう素排水
- (4) 有機りん(農薬)排水
- (5) 有機塩素系化合物排水

問6 アルカリ塩素法によるシアン排水処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 1段目の反応はpH10以上、2段目の反応はpH7～8とし、それぞれ次亜塩素酸ナトリウムを添加する。
- (2) 処理による理論的な最終生成物は、アンモニア、塩化ナトリウム、炭酸水素ナトリウムである。
- (3) 薬注制御は酸化還元電位計(ORP計)で行われる。
- (4) 反応時間は1段目が約10分、2段目が約30分である。
- (5) 鉄、コバルト、金のシアノ錯体は、ほとんど分解できない。

問7 アンモニア排水の物理化学処理法として、不適切なものはどれか。

- (1) アンモニアストリッピング法
- (2) 不連続点塩素処理法
- (3) イオン交換法
- (4) 煮詰法
- (5) 触媒分解法

問8 有機塩素系化合物を含む排水や地下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) 曝^{ばっ}気により揮散させる方法がある。
- (2) 過マンガン酸塩により酸化分解する方法がある。
- (3) 好気細菌による還元的脱塩素化反応で分解する方法がある。
- (4) 有機物と栄養塩類の添加により、土着の細菌を活性化して分解する方法がある。
- (5) 過酸化水素存在下で紫外線照射により分解する方法がある。

問9 次の排水のうち、凝集沈殿法が適用できない排水はどれか。

- (1) カドミウム排水
- (2) 水銀排水
- (3) ひ素排水
- (4) ふっ素排水
- (5) ベンゼン排水

問10 重金属排水の処理装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 重金属排水の処理における主な処理装置には、凝集沈殿装置とろ過装置などがある。
- (2) 水銀や鉛のように排水基準値が厳しい物質では、高度処理として活性炭吸着塔やキレート樹脂塔を設置する場合がある。
- (3) 凝集沈殿装置では、一般に凝集は pH3～4 で、共沈剤として塩化鉄(Ⅲ)を使用する場合が多い。
- (4) 処理水質が不安定な場合、排水由来の要因と処理装置由来の要因を考える必要がある。
- (5) クロム、セレン、ひ素は酸化状態により処理特性が異なるので、処理しやすい酸化状態とする装置構成が必要になる。

問11 ガスクロマトグラフ法のカラム及び検出器に関する次の記述に該当する組合せとして、適切なものはどれか。

- (ア) 内径 0.1 ~ 1.2 mm, 長さ 5 ~ 100 m 程度の金属, 石英ガラスなどの管壁に, 膜厚 0.05 ~ 20 μm 程度の固定相液体等を固定化し, 中空構造になっているカラム
- (イ) アルキル水銀, 塩素化炭化水素等の検定に用いられる検出器で, 放射性同位元素を使用するものは法律に従って, 文部科学省に届け出て許可を受けなければならない検出器

| (ア) | (イ) |
|---------------|-----|
| (1) 充填カラム | ECD |
| (2) 充填カラム | FID |
| (3) 充填カラム | FPD |
| (4) キャピラリーカラム | FID |
| (5) キャピラリーカラム | ECD |

問12 有害物質の測定に関する記述として、不適切なものはどれか。

- (1) ガスクロマトグラフ法は、農薬などの微量有機物の検定に用いられる。
- (2) ガスクロマトグラフ質量分析法は、塩素化炭化水素、農薬などの含有量が微量で、かつ組成が複雑な試料の分析に有力な手段である。
- (3) 高速液体クロマトグラフ法は、農薬に使われるパラチオンの検定に用いられる。
- (4) イオンクロマトグラフ法は、ふっ素及びふっ素化合物、アンモニア及びアンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物の検定に用いられる。
- (5) 薄層クロマトグラフ法は、アルキル水銀、有機りん化合物などの検定に用いられる。

問13 高速液体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) 固定相及び移動相との相互作用の差に基づいて、試料成分を分離する。
- (2) 液体中では物質の拡散速度が速いため、一般的にガスクロマトグラフ法 (GC) に比べ分離能が高い。
- (3) GC で測定が困難な不揮発性物質や熱的に不安定な化合物の測定にも適用できる。
- (4) 検出器として、吸光光度検出器、蛍光検出器、質量分析計などが用いられる。
- (5) クロマトグラムの保持時間から定性分析を、ピークの高さ又は面積から定量分析を行う。

問14 カドミウム及びその化合物の検定法として、用いられないものはどれか。

- (1) フレーム原子吸光法
- (2) ICP 質量分析法
- (3) 電気加熱原子吸光法
- (4) ICP 発光分光分析法
- (5) イオンクロマトグラフ法

問15 次の文章は、鉛及びその化合物の検定に用いられる電気加熱原子吸光法の概要を記したものである。文章中の(ア)~(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、適切なものはどれか。

前処理した試料に (ア) として硝酸パラジウム(Ⅱ)を加えた後、一定量を電気加熱炉に注入し、乾燥、 (イ) の過程を経て原子化し、特定波長の吸光度を測定して鉛を定量する。この際、 (ウ) を用いる。

| | (ア) | (イ) | (ウ) |
|--------------------|-----|-----|-------|
| (1) 内標準物質 | | 脱塩 | 標準添加法 |
| (2) 内標準物質 | | 灰化 | 内標準法 |
| (3) マトリックスモディファイヤー | | 灰化 | 内標準法 |
| (4) マトリックスモディファイヤー | | 灰化 | 標準添加法 |
| (5) マトリックスモディファイヤー | | 脱塩 | 内標準法 |

