

理科問題紙

平成 25 年 2 月 25 日

自 13 : 50

至 15 : 50

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 21 までの 21 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦，⑧，化学 ⑨，⑩，物理 ⑪，⑫，⑬ の 7 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択すること。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書くこと。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定すること。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

化 学

必要であれば以下の原子量を用いよ。

H : 1.0, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, Mg : 24.3,

Al : 27.0, S : 32.0, Cl : 35.5, K : 39.1, Br : 79.9, Ag : 107.9

1 以下の文章を読み、問 1 ~ 問 5 に答えよ。

重量分析法はもっとも精度が高く、正確な分析法の一つである。

試料中の目的物の質量を測定するために、純粋で汙過が可能な秤量に適した沈殿を分離し、乾燥や強熱(強熱によって沈殿が別な形に変わることが多い)し、正確に秤量する。物質には限られた溶解度があり、これを超えると溶解成分のイオンと不溶成分の間には平衡が成立する。不溶性とされる化合物でも実際にはまったく溶解しないのではなく、ごくわずかに溶解している。例えば、AgCl は水を加えると、次のようにほんの一部が溶解する。



この溶解平衡については、以下に示すように、溶解度積(K_{sp})とよばれる平衡定数を定義する。

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

問 1 AgCl の 25 °C での溶解度積(K_{sp})は $1.0 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ である。AgCl の沈殿を含む溶液中の銀イオンの濃度を求めよ。

問 2 0.01 mol/L AgNO₃ 溶液 10 mL を 0.03 mol/L NaCl 溶液 10 mL に加えた溶液中の、銀イオン濃度を求めよ。またこの溶液中に溶けている銀の質量は何マイクログラム(1 マイクログラム = 10^{-6} g)か。

- 問 3 AgBr も難溶性で、その 25 °C の溶解度積は $4.0 \times 10^{-13} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ である。
5.0 × 10⁻³ mol/L NaBr 溶液に AgNO₃ 溶液を少量ずつ添加していった。この溶液中で AgBr の沈殿生成が始まるときの銀イオン濃度はいくらか。
- 問 4 不純物を含む KBr の試料 939.0 mg を水に溶かし、過剰量の AgNO₃ 溶液で処理すると、523.1 mg の AgBr の沈殿を得た。KBr の純度は何%か。
- 問 5 アルミニウムを含む鉱石 1.28 g を採取し、これを溶解し Al(OH)₃ として沈殿させた。この沈殿を焼いて Al₂O₃ として秤量したところ、その質量は 0.2457 g であった。この鉱石中の Al の含有率は何%か。

問 5 次のあ～おの塩 1 g を水 100 g に溶解した時、凝固点が一番低いのはどれか。記号で答えよ。

あ NaBr

い KCl

う Na_2SO_4

え MgCl_2

お $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

問 6 ある非電解質 1.00 g を水 100 g に溶解したところ、その凝固点降下度は 0.102 K であった。この非電解質の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。

3 カルボン酸に関する次の文章を読み、問1～問10に答えよ。構造式は、 CH_3 、 CH_2 、 CH 等の短縮型を、またベンゼン環は略記法を用いよ。

分子中にカルボキシル基を持つ化合物をカルボン酸という。カルボン酸は分子①量の近いアルコールやエステルより沸点が高い。カルボン酸は水に溶けるとわず②かに電離して弱い酸性を示す。カルボン酸の中には還元性を示す化合物がある。③カルボン酸の中には乳酸のように水酸基を持つ化合物がある。乳酸にはD-乳酸④とL-乳酸があり、それぞれはたがいに光学異性体である。酢酸の蒸気を熱した⑤適当な触媒の上に通すと酢酸2分子から1分子の水がとれて無水酢酸⑥が出来る。酢酸は繊維⑦や医薬品⑧などの重要な原料となる。

問1 下線部①のカルボン酸は、分子量の近いアルコールやエステルより沸点が高い理由を説明せよ。

問2 下線部②について酢酸水溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた時の変化を化学反応式で答えよ。

問3 下線部③について還元性を示す飽和モノカルボン酸を構造式で答えよ。さらに還元性を示す部分を四角で囲め。

問4 下線部③について還元性を示す飽和ジカルボン酸を構造式で答えよ。

問5 下線部④の乳酸を構造式で答えよ。さらに構造式中不斉炭素原子に*印をつけよ。

問6 下線部⑤の光学異性体を簡潔に説明せよ。

問 7 下線部⑥についてマレイン酸とフマル酸をそれぞれ試験管に取り，ガスバーナーで急熱した。先に変化するのはいずれか，化学反応式を用いて答えよ。

問 8 アセチレンに酢酸亜鉛を触媒として用いて酢酸を反応させると下線部⑦の繊維の原料になる，その化合物の構造式を答えよ。さらにその化合物の名称を答えよ。

問 9 アニリンに無水酢酸を反応させると解熱鎮痛作用を有する下線部⑧の医薬品が得られる，その化合物の構造式を答えよ。さらにその化合物の名称を答えよ。

問10 サリチル酸に無水酢酸を反応させると解熱鎮痛作用を有する下線部⑧の医薬品が得られる，その化合物の構造式を答えよ。さらにその化合物の名称を答えよ。