

# 産業医科大学 一般

## 平成24年度入学試験問題

# 理 科

### 注 意

1. 問題冊子は、物理：1～8ページ，化学：9～12ページ，生物：13～20ページである。問題冊子は、指示があるまで開かないこと。
2. 解答紙は計3枚で、物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
3. 解答開始前に、試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
4. 試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目の解答紙に×印を大きく2カ所記入すること。
5. 「始め」の合図があったら、問題冊子のページ数を確認すること。
6. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に記入すること。欄外および裏面には記入しないこと。
7. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙の順番をそろえること。
8. 下書き等は、問題冊子の余白および草稿用紙を利用すること。
9. 解答紙は持ち帰らないこと。

# 化 学

必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5, Cr = 52,

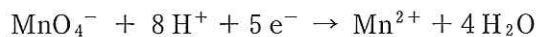
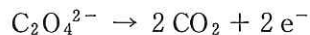
Mn = 55, Ag = 108

〔1〕 次の問に答えなさい。

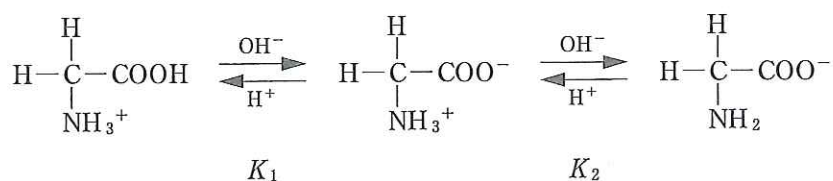
問 1 ある温度において、水 A g に、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  は最大 B g 溶ける。分子量は、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 = C$ ,  $\text{H}_2\text{O} = D$  とし、この温度でのリン酸水素二ナトリウムの水 100 g 当たりの溶解度を A, B, C, D を用いた式で示しなさい。

問 2 ある作業環境での空気中の塩素ガス濃度を測定するために、吸収液 10 mL を入れた吸収管に毎分 500 mL の流量で 20 分間試料空気を吸引捕集した。この吸収液中の塩素のモル濃度を測定したところ、 $3.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  であった。この作業環境中の塩素ガス濃度は何 ppm か。有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、試料空気採取は、 $27^\circ\text{C}$ 、大気圧で行い、塩素ガスの吸収液への捕集効率は 100 % であり、定量操作中の試料の損失はなく、捕集後、吸収液の体積は変化しないものとする。また、1 ppm (parts per million) は  $1 \times 10^{-6} \text{ L/L}$  とする。

問 3 硫酸酸性条件下で、 $2.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  シュウ酸ナトリウム水溶液 6.0 mL 中のすべてのシュウ酸イオンを酸化するために必要な  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  の過マンガン酸カリウム水溶液の体積を求めなさい。このときの酸化還元反応は、以下のとおりである。

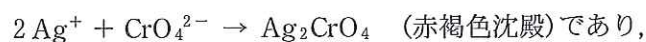
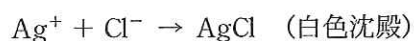


問 4 グリシンは、水溶液中では下式のように陽イオン、双性イオンおよび陰イオンが電離平衡状態にあり、その存在割合は水溶液の pH によって変化する。電離定数  $K_1$  は  $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 、等電点は 6.0 である。電離定数  $K_2$  を求めなさい。



問 5 難溶性の塩の生成反応を利用して、塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  を定量することができる。原理は以下のとおりである。少量の  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  の存在下で、 $\text{Cl}^-$  を含む試料溶液を濃度既知の  $\text{AgNO}_3$  溶液で滴定すると、初めに  $\text{AgCl}$  の白色沈殿が生じる。 $\text{Cl}^-$  がほとんどなくなると、 $\text{Ag}^+$  は次に  $\text{CrO}_4^{2-}$  と反応して  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の赤褐色沈殿を形成する。この時が終点である。

この滴定で起こる反応は、



$\text{AgCl}$  と  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の溶解度積は、それぞれ、 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 2.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}^3$  である。滴定の終点では、 $\text{AgCl}$  と  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  とが共存し、それぞれの電離平衡が同時に成立する。この滴定で  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  が沈殿し始める時の試料溶液中の  $\text{Cl}^-$  のモル濃度はいくらになるか。有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、滴定終点で  $\text{CrO}_4^{2-}$  の濃度は  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  とする。

〔2〕 次の文を読み、問に答えなさい。

ヒトの呼気中の二酸化炭素の濃度を測定するために、以下の実験を行った。ヒトの呼気を三角フラスコに捕集した。対照実験として、窒素ガスを呼気のかわりに三角フラスコに入れ、以下同様の実験を行った。それぞれの三角フラスコに、同じ濃度の水酸化カリウム水溶液(約 0.2 mol/L)をホールピペットで 20 mL 加えてゴム栓をした。このとき三角フラスコ内の気体の体積は、いずれも 27 °C、大気圧で 672 mL だった。1 日静置して二酸化炭素を完全に溶かした後、三角フラスコ内の水酸化カリウム水溶液をコニカルビーカーに移した。さらに三角フラスコ内を少量の水ですすぎ、その水もコニカルビーカーに加えた。a このすすぎの操作を数回繰り返した。このコニカルビーカーにフェノールフタレイン溶液を数滴加え、b 0.100 mol/L 硫酸水溶液で滴定した。溶液が赤色から無色になるまでに、ヒトの呼気を捕集して調べた方が 33.2 mL、対照の窒素ガスの場合が 37.9 mL を要した。これらのコニカルビーカーにさらにメチルオレンジ溶液を数滴加えると、ヒトの呼気を捕集した方は黄色となり、窒素ガスを入れた方は赤色になった。そこで、前者に対して、さらに c 0.100 mol/L 硫酸水溶液を滴下して、10 秒以上持続して赤色になる点を終点とした。

問 1 下線 a のすすぎの操作で、以下の 2 つの方法のうち、どちらが回収率が高いか A、B で答えなさい。

- (A) 1 回に 20 mL の水を加えて 3 回すすぐ。
- (B) 1 回に 40 mL の水を加えて 2 回すすぐ。

問 2 呼気に水酸化カリウム水溶液を加えた時に起こる反応を化学反応式で示しなさい。

問 3 ヒトの呼気を調べた下線 b の滴定で起こる 2 つの反応を化学反応式で示しなさい。

問 4 下線 c の滴定で起こる反応を化学反応式で示しなさい。

問 5 下線 c の滴定終了の直前に、コニカルビーカーの溶液全体が赤色になって、数秒後にまた元の黄色にもどった。黄色にもどる理由を書きなさい。

問 6 下線 c の滴定で、滴下量はいくらになると推定されるか有効数字 2 桁で答えなさい。

問 7 三角フラスコ中に捕集された呼気中の二酸化炭素の物質量はいくらか有効数字 2 桁で答えなさい。

問 8 この実験でのヒトの呼気中の二酸化炭素の体積百分率(%)を有効数字 2 桁で答えなさい。

〔3〕 次の文を読み、問に答えなさい。

合成したアセチルサリチル酸を 1.00 g はかり取り、1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 40.0 mL を正確に加え、二酸化炭素吸収管\*をつけた還流冷却器を用いて、10 分間穏やかに煮沸した。冷却後、直ちに 0.50 mol/L の硫酸水溶液でフェノールフタレインを指示薬として滴定した。滴下量は 29.3 mL だった。対照実験として、アセチルサリチル酸を加えずに同様の操作を行うと、硫酸水溶液の滴下量は 40.3 mL だった。この硫酸による滴定で、白色沈殿が生成した。この沈殿をろ過して十分乾燥させた。これを化合物 A とする。a 化合物 A にメタノールと少量の濃硫酸を加え、湯浴中で 10 分間加熱した。反応溶液を冷却後、b 炭酸水素ナトリウムの飽和溶液に注ぎ込むと、油状の化合物 B が遊離した。

(\* 空気中の二酸化炭素が反応容器に入るのを防ぐため)

問 1 元の合成したアセチルサリチル酸の純度は何%か有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、含まれている不純物は、この実験での反応に関与しないものとする。

問 2 下線 a で起こる反応を化学反応式で示しなさい。

問 3 化合物 A, B は共に酸性の官能基を持っている。下線 b の操作で、未反応の化合物 A は遊離しないが、化合物 B は遊離する。その理由を説明しなさい。