

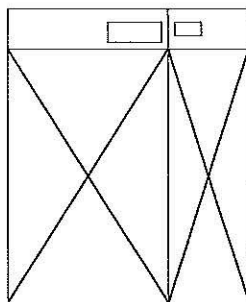
平成31年度入学試験問題（一般入試）

理 科

13：20～15：00

注 意

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題文は、物理：1～7ページ，化学：8～13ページ，生物：14～21ページである。
3. 解答紙は計3枚で、物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
4. 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。
5. 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下記のように×印を大きく2カ所記入すること。



6. 「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。
7. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に丁寧な字で正確に記入すること。英文字，ギリシャ文字は大文字・小文字の区別をすること。欄外および裏面には記入しないこと。
8. 下書き等は、問題冊子の余白を利用すること。
9. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙を物理，化学，生物の順番にそろえること。
10. 解答紙は持ち帰らないこと。

## 化 学

必要があれば、原子量を  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$  として用いなさい。

[ 1 ] 濃度が  $c$  (mol/L) の酢酸ナトリウム水溶液について、以下の問に答えなさい。ただし、酢酸イオンが加水分解する割合を  $h$  ( $h \ll 1$ )、酢酸の電離定数  $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$  mol/L、水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup>、 $\sqrt{3.7} = 1.9$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  とする。

問 1 酢酸イオンの加水分解を化学反応式で表しなさい。

問 2 酢酸ナトリウム水溶液における酢酸イオンの加水分解定数  $K_b$  を  $c$  と  $h$  を用いて示しなさい。

問 3 酢酸ナトリウムの濃度  $c$  が  $0.010$  mol/L のとき、酢酸の濃度  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  を有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 酢酸ナトリウム三水和物  $2.04$  g を水に溶解して、 $500$  mL の水溶液を作成した。この水溶液の pH を有効数字 2 桁で答えなさい。

問 5 上記問 4 の酢酸ナトリウム水溶液  $500$  mL に  $x$  (mol/L) の酢酸水溶液  $200$  mL と水を加えて  $1.0$  L とした。この水溶液の pH は  $5.0$  だった。このとき用いた酢酸水溶液の濃度  $x$  (mol/L) を有効数字 2 桁で答えなさい。

〔2〕 次の文を読み、問に答えなさい。

U字管に塩化ナトリウム水溶液を入れ、双方の口に炭素棒電極を差し込んで水溶液中に浸した。2つの電極を直流電源装置につなぎ、電気分解を開始すると両極より気体が発生した。その後、それぞれの口に a 水で濡らしたヨウ化カリウムデンプン紙を近づけた。

以上の反応は、工業的に以下のように応用されている。電解槽を b 陽イオン交換膜 で仕切り、膜をはさんで電極を設置する。電極を電源につないで電気分解を開始し、陽極側に塩化ナトリウム水溶液を、陰極側に水を供給しながら電気分解を行った各極の液を回収していく。陰極側の回収液より化合物 X を得ることができる。

c 化合物 X の高濃度水溶液中にボーキサイト鉱石を添加したところ、鉱石中の酸化アルミニウムは錯塩となり溶解した。 鉱石中の酸化アルミニウム以外の不純物は、化合物 X の水溶液中では溶解せずに沈殿した。沈殿した不純物を除去し、錯塩の水溶液に少量の塩酸を添加すると、白色の沈殿が生じた。 d この白色沈殿を回収し、加熱するとアルミナが得られた。

問 1 下線部 a の操作を行った際の陽極側と陰極側の紙の色について、変化すれば +、変化しなければ - を書きなさい。

また、この操作によってヨウ化カリウムデンプン紙の色が変化したとき、同紙上で起こった酸化還元反応の反応式を書きなさい。

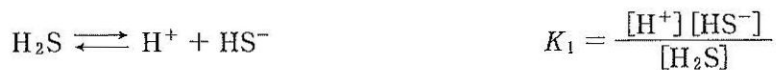
問 2 下線部 b について、陽イオン交換膜を通過して陽極側から陰極側へ移動可能なイオンをすべてイオン式で書きなさい。また、陽イオン交換膜によって、陰極側から陽極側への移動ができないイオンをすべてイオン式で書きなさい。

問 3 下線部 c の反応式を書きなさい。

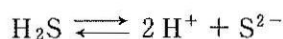
問 4 下線部 d の反応式を書きなさい。

[3] 次の文を読み、問に答えなさい。

硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  は水溶液中で次のように 2 段階に電離する。



ここで、電離定数  $K_1 = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、 $K_2 = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$  とする。 $\text{H}_2\text{S}$  は水 1 L に 0.10 mol 溶ける。 $\text{H}_2\text{S}$  は 1 段目に比べて 2 段目の電離定数が著しく小さい。よって、2 段目の電離を無視して 1 段目の電離のみで考えて、a  $\text{H}_2\text{S}$  飽和水溶液の pH を近似計算できる。 金属イオンの硫化物沈殿が生じるためには硫化物イオン  $\text{S}^{2-}$  が必要である。 $\text{H}_2\text{S}$  から  $\text{S}^{2-}$  が生成する全体の反応式は以下ようになる。



b  $8.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  の亜鉛イオン  $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液に  $\text{H}_2\text{S}$  を吹き込み  $\text{H}_2\text{S}$  の飽和水溶液とした。 硫化水素の濃度  $[\text{H}_2\text{S}]$  は常に 0.10 mol/L とみなすことができる。また、この溶液の pH は  $\text{Zn}^{2+}$  を含まない  $\text{H}_2\text{S}$  飽和水溶液の pH と同じと考えてよい。c この溶液に塩基を加えて十分な量の  $\text{ZnS}$  を沈殿させた。 塩基を加えても液量の変化は無視できるものとする。

問 1 下線部 a の  $\text{H}_2\text{S}$  飽和水溶液の pH を求めなさい。

問 2  $\text{ZnS}$  の溶解度積を  $[\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 2.0 \times 10^{-18} (\text{mol/L})^2$  とすると、下線部 b の条件で  $\text{Zn}^{2+}$  が  $\text{ZnS}$  として沈殿するかどうかを  $\text{S}^{2-}$  の濃度を用いて説明しなさい。

問 3 下線部 c で  $\text{Zn}^{2+}$  が  $\text{ZnS}$  として 99% 沈殿するとき、溶解している  $\text{Zn}^{2+}$  と  $\text{S}^{2-}$  の濃度、および pH を求めなさい。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  とする。

〔4〕 次の文を読み、問に答えなさい。

ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると  が生成する。これを中和した塩に、<sup>a</sup> 固体の水酸化ナトリウムを加えて 290～340℃ で加熱するとナトリウムフェノキシドが得られる。

ナトリウムフェノキシドに高温高圧下で二酸化炭素を作用させると  ができる。これに希硫酸を作用させると  ができる。 にメタノールと少量の濃硫酸を作用させると  が生じる。 に濃硫酸存在下で無水酢酸を作用させるとアセチルサリチル酸ができる。

アセチルサリチル酸の純度試験では、試料に過剰量の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、冷却後、未反応のアルカリを硫酸で滴定する。最初の操作で、水酸化ナトリウムを加えて加熱すると <sup>b</sup> アセチルサリチル酸 1 mol に対して水酸化ナトリウムは 3 mol 反応する。しかし、その後フェノールフタレインを指示薬として未反応の水酸化ナトリウムを硫酸で滴定する逆滴定の終点では、<sup>c</sup> アセチルサリチル酸 1 mol に対して水酸化ナトリウムは 2 mol しか反応していない。

実験室で合成したアセチルサリチル酸 3.0 g を容器にはかり取り、約 1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を加え、10 分間煮沸した。冷却後、フェノールフタレインを指示薬とし、過剰量の水酸化ナトリウムを 0.46 mol/L 硫酸で滴定した(本試験)。<sup>d</sup> また、別の容器に本試験で使用したのと同じ水酸化ナトリウム水溶液を本試験とは別に 50 mL はかり取り、同様に煮沸、冷却後、0.46 mol/L 硫酸で滴定した(空試験)。硫酸の滴下量は、本試験では 19.46 mL、空試験では 44.46 mL であった。なお、アセチルサリチル酸の分子量は 180、合成したアセチルサリチル酸に含まれる不純物は本試験の滴定に影響しないものとする。

問 1 下線部 a の操作の名前を答えなさい。

問 2 化合物ア～エのうち，塩化鉄(Ⅲ)  $\text{FeCl}_3$  水溶液を加えると青～赤紫色に呈色する化合物をすべて選び，記号で答えなさい。なければ，「なし」と書きなさい。

問 3 下線部 b の反応を 1 つの反応式にまとめて示しなさい。

問 4 下線部 c の理由を答えなさい。

問 5 約  $1.0 \text{ mol/L}$  水酸化ナトリウム水溶液  $50 \text{ mL}$  を直接滴定するのではなく，下線部 d の空試験をする理由を書きなさい。

問 6 この実験室で合成したアセチルサリチル酸の純度(質量パーセント濃度)を有効数字 2 桁で答えなさい。