

1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

水は多くの物質を溶解または分散させる性質を持つ。水分子は電荷のかたより(極性)をもっており、 結晶の一つである NaCl は水に溶けやすく、 $\text{Na}^+$  や  $\text{Cl}^-$  は水分子と静電的に結合し、安定に存在できる。一方、溶質分子の中の電<sup>(1)</sup>気陰性度の大きい原子と水分子の水素原子、またはその原子と結合した水素原子と水分子の酸素原子とが結合する性質を持っている。この結合を  結合といい、非電解質の有機化合物が水に溶解するときにはたらく。

水に溶解しない有機化合物においては適切な官能基を化学的に導入することによって、水に溶けない油の性質から、程度の差はあるけれども水に溶解する性質を持たせることができる。芳香族化合物の場合では、ベンゼンは水に極めて溶けにくい<sup>(2)</sup>がベンゼンに官能基を導入して得られるアニリンは水にわずかではあるが溶解する。アニリンの塩酸塩は水にさらに良く溶解する。<sup>(3)</sup>しかしながら、たとえば直鎖状のアルコール類でいえば炭化水素の数が増えるにつれて水への溶解度は低くなり、ブタノールが水に少量溶解するのを境にして、炭素数が  以上のアルコールはほとんど水に溶けない。

一方、水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$  は水溶液中で正電荷をもつコロイド粒子を形成し、<sup>(4)</sup>個々の粒子は互いに電氣的に反発すると同時に水分子の衝突によって不規則に運動している。この運動を  運動といい、結果的にコロイド粒子は水に分散している状態を保っている。コロイドはタンパク質や、図 1 に示す合成高分子に<sup>(5)</sup>

よっても形成され、これらは オ コロイドと呼ばれる。タンパク質や合成高分子の場合も、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  の場合も、塩を加えることによって、それぞれのコロイド粒子が沈殿するようになる。この現象をタンパク質や合成高分子の場合 カ といい、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  の場合凝析という。

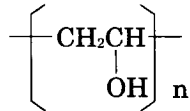


図 1

問 1 ア ~ カ に適切な語句あるいは数字を入れなさい。

問 2 下線部(1)について、この結合に関与する代表的な元素名を 3 つ書きなさい。

問 3 下線部(2)について、適切な官能基を下記の中から 2 種類選び、記号で答えなさい。

- |            |         |
|------------|---------|
| a. ヒドロキシル基 | b. ニトロ基 |
| c. ビニル基    | d. スルホ基 |

問 4 下線部(3)について、アニリンの化学構造式を書きなさい。

問 5 下線部(4)について、コロイド粒子が正に荷電しているかどうかを確かめる方法の名称を書きなさい。

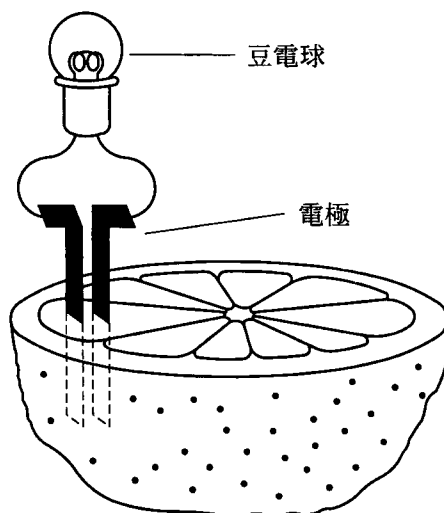
問 6 下線部(5)について、図 1 の高分子の名称を書きなさい。

問 7 下線部(6)について、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  を沈殿させるのに最も適当な塩を下記の中から選び、記号で答えなさい。

- |         |                      |                                    |                      |
|---------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| a. NaCl | b. NaNO <sub>3</sub> | c. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | d. CaCl <sub>2</sub> |
|---------|----------------------|------------------------------------|----------------------|

2 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

果汁には電解質が含まれるので、2種類の金属を果汁に浸すと、電流を取り出すことができる。半分に切った夏ミカンに銅電極と亜鉛電極を図のようにさし入れ、両電極の間に豆電球を導線でつなぐと豆電球が点灯する。この電池の原理は、希硫酸に銅と亜鉛の電極を浸して直流電流を取り出すボルタの電池の原理と同じである。夏ミカンの果汁は、カルボン酸 A を豊富に含んでいる。



問 1 この電池の正極と負極で起こる反応をそれぞれ反応式で示しなさい。ただし、電子は  $e^-$  で表すこと。

問 2 カルボン酸 A は以下の性質を持つ。

- ① 分子式は  $C_6H_8O_7$  である。
- ② 3つの  $-COOH$  基と1つの  $-OH$  基を持つ。
- ③ 3つの  $-COOH$  基がそれぞれ別の炭素原子に結合している。
- ④ 光学異性体は存在しない。

以上の性質に基づいて考えられるカルボン酸 A の構造式を書きなさい。

問 3 カルボン酸 A は合成するとき、この酸 A のカルシウム塩が混入するので純度を調べる必要がある。カルボン酸 A の一水和物の結晶 1.50 g を水に溶かしてビーカーに入れ、フェノールフタレイン溶液を数滴加え、1.00 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液 20.0 ml をビーカーに滴下したところで、ビーカーの水溶液が赤色に変化したので、滴定を終了した。カルボン酸 A の一水和物としての純度(%)はいくらか。有効数字 3 桁で答えなさい。計算の過程も示しなさい。

問 4 問 3 の中和反応で生じたカルボン酸 A の三ナトリウム塩の水溶液は弱酸性、中性、弱塩基性のうち、どれを示すか、丸で囲みなさい。また、その理由を 30 字程度で説明しなさい。

3 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

炭素、酸素、水素原子からなる化合物 A は室温では無色の揮発性液体である。  
化合物 A について、次の 4 種類の実験を行った。

[実験 1] 化合物 A 0.156 g を 100 °C, 1 atm で蒸発させたところ、82 ml を占めた。

[実験 2] 化合物 A 0.145 g を完全に燃焼させたところ、酸素 0.320 g を要し、二酸化炭素 0.330 g と水 0.135 g が生成した。

[実験 3] 化合物 A は硫酸銅(II)  $\text{CuSO}_4$  水溶液と、酒石酸ナトリウムカリウム  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  と水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$  の混合水溶液を加えて加熱すると、赤色沈殿を生成した。

[実験 4] 触媒を用いて化合物 A に水素  $\text{H}_2$  を作用させると反応生成物 B が得られた。

問 1 実験 1 から化合物 A の分子量を求めなさい。計算過程も書きなさい。有効数字 3 桁で答えなさい。

問 2 実験 2 をもとに化合物 A の分子式を求めなさい。計算過程も書きなさい。

問 3 実験 3 で赤色沈殿を生じた理由を 40 字以内で書きなさい。

問 4 化合物 A の構造式を書きなさい。

問 5 化合物 A にはカルボニル基をもつ構造異性体が存在する。その構造式を書きなさい。

問 6 実験 4 の反応生成物 B の構造式を書きなさい。

4 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

操作 1 少量の水を入れたアルミニウム製の空き缶をガスバーナで加熱し、水が沸騰している状態でこの缶を手早く水の入った洗面器に逆さにして入れると、空き缶は急に音をたててつぶれた。

操作 2 このアルミニウム缶を切り取り、表面の塗料や被膜を紙やすりで除いた後、はさみで小片に切りきざんだ。これを濃度  $4 \text{ mol/l}$  の  $\text{KOH}$  水溶液  $5 \text{ ml}$  に入れ、気体が発生しなくなるまで加温しながら反応させた。

操作 3 未反応のアルミニウムをろ過して除き、ろ液に硫酸水溶液を酸性になるまで加え、冷却してミョウバンの結晶を得た。

問 1 操作 1 において、空き缶がつぶれた理由を 30 字程度で説明しなさい。

問 2 操作 1 において、空き缶を洗面器の水に入れると、缶の内部が瞬間的に  $60^\circ\text{C}$  にまで冷やされ、缶内に水が入らないと仮定する。缶に加わる最大の力は  $1 \text{ cm}^2$  当たり何  $\text{g}$  のおもりを乗せたことに相当するか、有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、実験は  $1 \text{ atm}$  ( $760 \text{ mmHg}$ ) の下で行い、 $60^\circ\text{C}$  での水の飽和蒸気圧は  $150 \text{ mmHg}$ 、水銀の密度は  $13.5 \text{ g/cm}^3$  とする。

問 3 操作 2 における反応の化学反応式を示しなさい。

問 4  $\text{KOH}$  が完全に反応したとして、問 3 の化学反応式から、反応したアルミニウムの量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

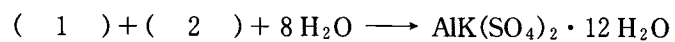
問 5 操作 2 で発生する気体の捕集法として最も適切なものを次から記号で選び、その理由を 10 字程度で説明しなさい。

a) 上方置換

b) 下方置換

c) 水上置換

問 6 次に示した操作 3 における反応の化学反応式を完成させなさい。



問 7 濃度  $4 \text{ mol/l}$  の  $\text{KOH}$  水溶液  $100 \text{ ml}$  を調製するときの操作を、用いる器具や固体の  $\text{KOH}$  量などを含め、具体的に 50 字程度で述べなさい。

5 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

天然ゴムはイソプレンが  重合したポリイソプレンであり、合成ゴムはイソプレンに似た構造を持つ単量体が  重合したものである。また2種類以上の単量体を混合して重合させると、より優れた性質を持つ高分子化合物を作ることができる。この重合反応は  重合と呼ばれる。

6, 6-ナイロンは、アジピン酸とヘキサメチレンジアミンが  重合しアミド結合してできる。テレフタル酸とエチレングリコールが  重合するとポリエステルであるPETができ、このとき形成される結合はエステル結合である。また6-ナイロンは、環状化合物カプロラクタムが  重合しアミド結合してできる。

多糖類である  は $\alpha$ -グルコース、 は $\beta$ -グルコースが重合したものである。 $\alpha$ -グルコースと $\beta$ -グルコースは環状構造であるが、鎖状構造もとることができる。水溶液中ではそれら3つの構造が一定の割合で共存している。しかし、 と  とは化学的性質が異なる。

問 1  ~  に適当な語句を入れなさい。

問 2 イソプレンが  $n$  個重合したポリイソプレンの構造式を書きなさい。

問 3 天然ゴムは、5～8%の硫黄を加え加熱すると、より実用的な弾性ゴムとなる。硫黄がどのように結合して弾性が向上するのかを20字程度で述べなさい。

問 4 アミド結合とエステル結合をそれぞれ構造式で示しなさい。

問 5 鎖状構造のグルコースの示す性質として正しいのはどれか。下の1～4の中から選び数字で答えなさい。

- 1) ニンヒドリン溶液を加えて加熱すると赤紫色になる。
- 2) フェノールフタレイン溶液を加えると赤色になる。
- 3) ヨウ素溶液を加えると青色を示す。
- 4) 銀鏡反応を示す。

問 6 多糖類  と多糖類  とを識別する方法を、問5の1～4の中から選び数字で答えなさい。