

令和3年度（前期）

長崎県立大学看護栄養学部栄養健康学科

個別学力検査等試験

# 化学基礎・化学 (90分)

**4問題のうち3問題を選択**

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. **4問題のうち3問題を選択し、解答してください。**  
選択した3問題は、解答用紙の所定の欄に○印をつけてください。解答用紙に、正しく○印がつけられていない場合は、採点できないことがあります。
3. この問題冊子の最終ページは、14ページです。  
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 解答用紙は、6枚あります。  
解答用紙には受験番号の記入欄があるので、監督者の指示に従って、解答用紙6枚すべてに受験番号を正しく記入してください。
5. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 問題冊子には、白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
7. 問題冊子は持ち帰ってください。

[注意] 計算に必要な場合は次の数値を用いなさい。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Pb = 207

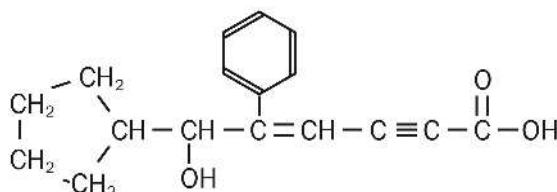
気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

標準状態の気体 1 mol の体積 : 22.4 L

また、構造式は次の記入例にならって記しなさい。

構造式の記入例 :



**第1問** 気体とコロイドに関する [1], [2] の文章を読んで、以下の問い (問1～問9) に答えなさい。

[1] 気体

理想気体は  がはたらかず、 の体積がないと考えた仮想的な気体のことである。しかしながら、実在気体ではこれらの影響が無視できず、理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  が厳密には成り立たない。図1-1は 27°Cにおける圧力と  $\frac{PV}{nRT}$  値の関係を示したもので、理想気体では  $\frac{PV}{nRT} = 1$  となる。実在気体ではずれが生じるが、圧力を小さくすると理想気体に近いふるまいをすることがわかる。また、①実在気体は温度を高くしても、理想気体に近いふるまいをする。

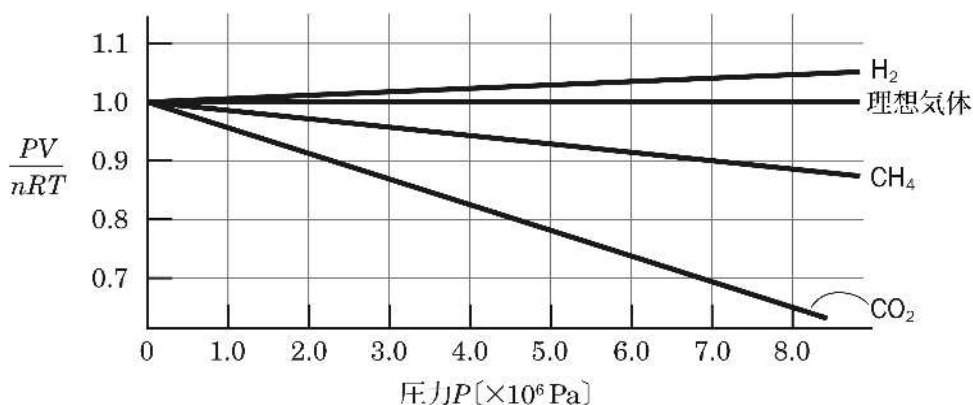


図1-1

問1 上の文章中の空欄  ,  に適切な語句を記しなさい。

問2 下線部①に関して、この理由を簡潔に説明しなさい。

問3 図1-1より、 $27^{\circ}\text{C}$ 、 $7.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ における  $1.0 \text{ mol}$  の  $\text{CH}_4$  の体積を求めると何Lになるか。四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問4  $\text{CO}_2$  の  $\frac{PV}{nRT}$  値が  $\text{H}_2$  や  $\text{CH}_4$  よりも小さくなる理由を簡潔に説明しなさい。

問5 図1-2のように、体積が変化しない  $20 \text{ L}$  の密閉空間がある。気密性を保ちながら滑らかに移動できる隔壁によって、この空間をI室とII室に分割し、**操作1**～**操作3**を順に行った。次の(1)、(2)に答えなさい。ただし、気体はすべて理想気体としてあつかえるものとし、液体の体積と隔壁の厚さは無視できるものとする。また、 $27^{\circ}\text{C}$ における水蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。

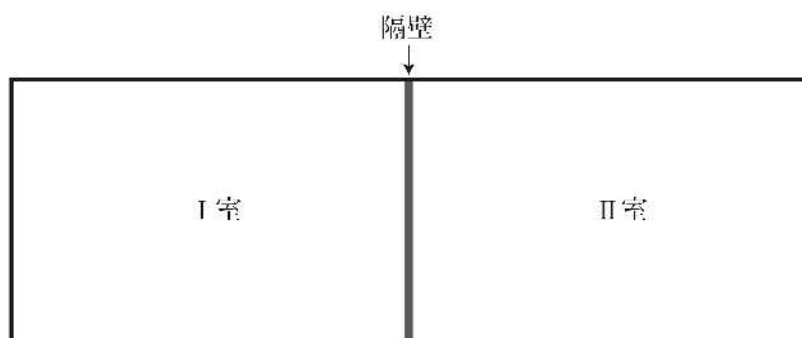


図1-2

**操作1** : I室とII室の体積がどちらも  $10 \text{ L}$  となる位置に隔壁を固定し、I室に  $0.20 \text{ mol}$  の水素と  $0.10 \text{ mol}$  の酸素を、II室にある物質量のアルゴンを封入し、両室の温度を  $27^{\circ}\text{C}$  に保った。

**操作2** : 両室の温度を  $27^{\circ}\text{C}$  に保ったまま、隔壁の固定を外すと、隔壁は移動し、I室の体積 : II室の体積 =  $1 : 3$  となる位置で停止した。

**操作3** : 隔壁の固定を外したまま、I室内で水素を完全に燃焼させたのち、両室の温度を  $27^{\circ}\text{C}$  にした。

(1) **操作1** でII室に封入したアルゴンは何 mol か。四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

(2) **操作3** 終了後のI室の体積がどうなるかを理由とともに説明しなさい。

## [2] コロイド

直径 1～数百 nm 程度の大きさの粒子をコロイド粒子といい、コロイド粒子が液体中に分散した溶液をコロイド溶液という。

②コロイド溶液に横から強い光線を当てると、その光路が見える。この現象を **ア** 現象という。また、コロイド溶液をセロハン膜などの半透膜を用いて精製する操作を **イ** という。コロイド溶液に直流電圧をかけると、コロイド粒子は陽極または陰極に移動する。この現象を **ウ** という。

いま、0.20 mol/L の塩化鉄(III)水溶液 5.0 mL を 95 mL の沸騰水に加えると、赤褐色のコロイド溶液 X (以下溶液 X とする) が 100 mL 得られた。この溶液 X について、次の**操作 1**～**操作 3**を行った。

**操作 1** : 溶液 X に直流電圧を加えると、コロイド粒子が陰極側に移動した。

**操作 2** : 溶液 X に少量の電解質水溶液を加えると、コロイド粒子が沈殿した。

**操作 3** : 図 1-3 のように、下面のみセロハン膜で区切られた装置を用い、外側に純水、内側に溶液 X を 50 mL 入れ、水面と容器の中の溶液 X の液面が同じになるように水中に挿入して 27°C で固定したところ、溶液 X の液面は上昇し、液柱の高さが 2.30 cm になったところで停止した。なお、実験中、セロハン膜に変形はなく、溶液 X のコロイド粒子の濃度と溶液 X の体積に変化はないものとする (液柱 2.30 cm 分の体積は無視してよい)。溶液 X の液面の上昇は、溶液 X のコロイド粒子の濃度によって生じているものとする。

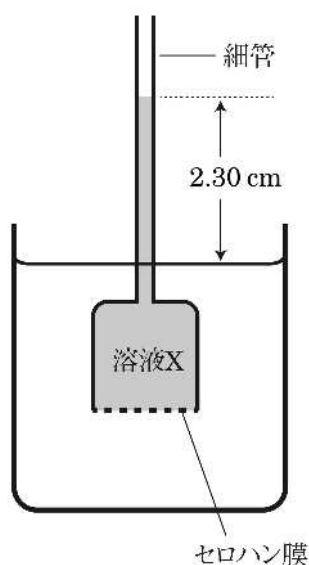


図 1-3

問6 上の文章中の空欄 ア ~ ウ に適切な語句を記しなさい。

問7 下線部②について、この理由を説明しなさい。

問8 操作2に関する次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) この現象を何とよぶか記しなさい。

(2) 次の(ア)~(オ)のイオンのうち、最も少量でコロイド粒子の沈殿を生じさせると考えられるものはどれか。その記号を記しなさい。ただし、イオンのモル濃度はすべて同じとする。

(ア)  $K^+$       (イ)  $Ca^{2+}$       (ウ)  $Al^{3+}$       (エ)  $SO_4^{2-}$       (オ)  $NO_3^-$

問9 操作3に関する次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 溶液 X の浸透圧は何 Pa か。四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし、純水および溶液 X 1.0 cm の液柱がおよぼす圧力は  $1.0 \times 10^2$  Pa とする。

(2) このコロイド粒子1個には平均何個の鉄(III)が含まれるか。四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし、溶液 X 中の鉄(III)は、すべてコロイド粒子として存在しているものとする。

**第2問** 反応速度と電池に関する [1], [2] の文章を読んで, 以下の問い (問1~問10) に答えなさい。

[1] 反応速度

温度を  $t$  [°C] に保ちながら, ①0.10 mol/L の過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液 100 mL に鉄(III)イオンを触媒として加え, 過酸化水素を分解させると, 気体が発生した。このとき, 10分毎に溶液中に残った過酸化水素のモル濃度  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  を測定したところ, 次の表2-1に示す結果が得られた。

表2-1  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  の時間変化と反応速度

反応時間 [min]	0	10	20	30
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L]	0.10	0.060	0.036	0.022
$\text{H}_2\text{O}_2$ の平均濃度 $\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$ [mol/L]		0.080	0.048	ア
平均の反応速度 $\bar{v}$ [mol/(L·min)]		$4.0 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	イ

問1 下線部①で起こる変化を化学反応式で記しなさい。

問2 反応開始後 10 分間で発生した気体の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし, 反応による水溶液の体積変化は無視できるものとする。

問3 表2-1中の空欄 ア にあてはまる数値を小数第3位まで, イ にあてはまる数値を, 四捨五入により有効数字 2 桁で記しなさい。

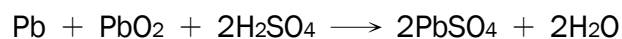
問4 表2-1の結果から,  $\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$  と  $\bar{v}$  の関係を示すグラフを解答用紙に描きなさい。

問5 この温度における反応速度定数を, 四捨五入により小数第2位まで単位とともに記しなさい。

問6 温度を  $t$  [°C] より高温の  $t'$  [°C] に保ち, 他の条件は同一にして問4と同様のグラフを描くと, グラフの形は問4の場合と比べてどのように変化するか簡潔に説明しなさい。

[2] 電池

鉛蓄電池が放電するとき、鉛が負極活物質、酸化鉛(IV)が正極活物質としてはたらき、電池全体の変化は次の化学反応式で表される。



鉛蓄電池を放電し続けていくと、起電力はしだいに低下していくが、低下した電圧は充電することで回復する。鉛蓄電池の充電には、外部電源の負極を鉛蓄電池の  極に、外部電源の正極を鉛蓄電池の  極につないで通電する。

問7 文中の空欄  ,  に適切な語句を記しなさい。

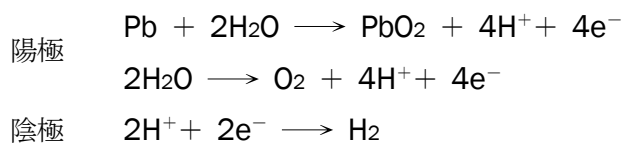
問8 鉛蓄電池が放電するとき正極および負極で起こる変化を、それぞれ電子を含むイオン反応式で記しなさい。

問9 電解液として質量パーセント濃度が 30.0% である希硫酸 300 g を用いた鉛蓄電池を一定時間放電させたところ、負極の質量が 1.92 g 増加した。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 流れた電子の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 3 桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

(2) 放電後の希硫酸の質量パーセント濃度は何%か。四捨五入により有効数字 3 桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問10 鉛蓄電池をつくるには、図2-1のように直流電源を用いて、希硫酸に浸した2つの鉛板に通電する。いま、直流電源を用いて2.50 Aの電流で16分5秒間通電したところ、陽極および陰極では次の反応が起こった。



次の(1)、(2)に答えなさい。

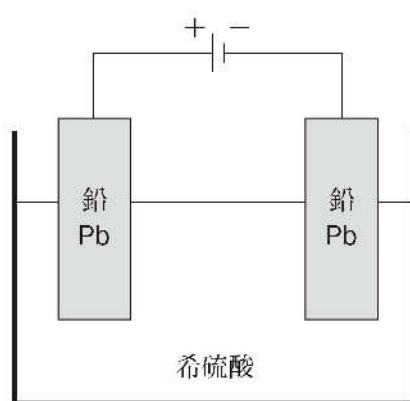


図2-1

- (1) 陰極で発生する気体の標準状態における体積は何Lか。四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。
- (2) 通電後の陽極の質量が0.16 g増加していた。陽極で発生した気体の標準状態における体積は何Lか。四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

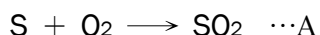


**第3問** 硫黄と金属イオンに関する [1], [2] の文章を読んで、以下の問い (問1～問10) に答えなさい。

[1] 硫黄

16 族元素の硫黄のオキソ酸である硫酸は化学肥料、合成洗剤の原料などとして幅広く用いられる。

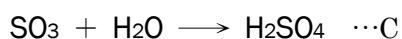
硫酸の工業的製法を [ア] 法といい、次のプロセスで合成される。①石油精製にともなって得られる硫黄を燃焼させて二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  をつくる。このときの化学反応式は次のように示される。



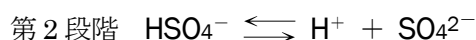
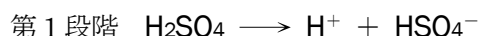
次に、 $\text{SO}_2$  を [イ] を触媒として空気酸化し、三酸化硫黄  $\text{SO}_3$  とする。このときの化学反応式は次のように示される。



この  $\text{SO}_3$  を濃硫酸に吸収させて [ウ] とし、硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量を増加させる。このときの化学反応式は次のように示される。



2 価の強酸である硫酸は水溶液中で次のように 2 段階で電離し、第 1 段階の電離は完全に進行するが、第 2 段階の電離では平衡が成立する。



$$\text{電離定数 } K = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

**問1** 文中の空欄 [ア] ～ [ウ] に適切な語句または化合物名を記しなさい。

**問2** 文中の A～C で示される化学反応式にしたがって、硫黄 16 kg からつくられる  $\text{H}_2\text{SO}_4$  は何 kg か。四捨五入により有効数字 2 桁で記しなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし、反応は完全に進行するものとする。

**問3** 0.010 mol/L の硫酸水溶液中の水素イオン濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記しなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。なお、 $\sqrt{2} = 1.41$  としてよい。

問4 0.20 mol/L の硫酸水溶液に、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を同体積加えた。  
次の(1), (2)に答えなさい。

(1) このとき起こる変化を化学反応式で記しなさい。

(2) 混合液の水素イオン濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字2桁で記しなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。なお、 $\sqrt{41} = 6.40$  としてよい。

問5 下線部①に関して、石油中の硫黄分は、水素と反応させて、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  として除去される。この<sup>(ア)</sup> $\text{H}_2\text{S}$  の一部を過剰の空气中で燃焼させると、 $\text{SO}_2$  が得られる。<sup>(イ)</sup>残りの  $\text{H}_2\text{S}$  をこの  $\text{SO}_2$  と反応させると、単体の硫黄が得られる。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 下線部(ア), (イ)の反応を化学反応式で記しなさい。

(2) 硫化水素をすべて単体の硫黄として回収するには、下線部(ア)と(イ)で反応させる  $\text{H}_2\text{S}$  を物質量比で何対何とすればよいか。最も簡単な整数比で記しなさい。

問6 濃硫酸は水への溶解熱が大きいので、希釈するときには注意が必要となる。濃硫酸の水での希釈方法を簡潔に答えなさい。

[2] 金属イオン

次の図3-1は $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ の7種類の金属イオンを分離する操作を示したものである。

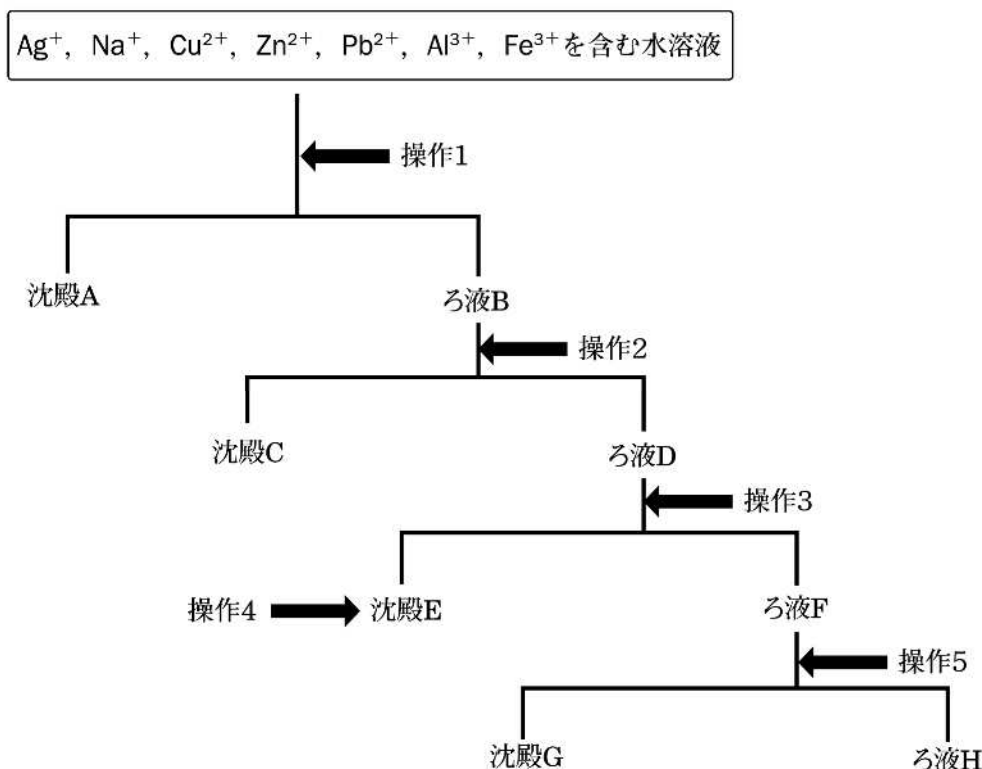


図3-1

**操作1**：7種類の金属イオンを含む水溶液に、希塩酸を加えると、沈殿物が生じた。これをろ過して沈殿Aとろ液Bに分離した。沈殿Aは2種類の化合物の混合物であった。

**操作2**：操作1で分離したろ液Bに硫化水素を通じたところ、黒色の沈殿物が生じた。これをろ過して沈殿Cとろ液Dに分離した。

**操作3**：操作2で分離したろ液Dから硫化水素を除き、希硝酸を加えたのち、過剰のアンモニア水を加えたところ、沈殿物が生じた。これをろ過して沈殿Eとろ液Fに分離した。

**操作4**：操作3で生じた沈殿Eに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、一部の沈殿物が溶解した。

**操作5**：操作3で生じたろ液Fに硫化水素を吹き込んだところ、沈殿物が生じた。これをろ過して沈殿Gとろ液Hに分離した。

問7 沈殿 A, C, E, G に含まれる化合物の化学式をそれぞれ記しなさい。ただし、複数の化合物を含む場合はそのすべての化学式を記すこと。

問8 操作3に関して、次の(1)~(3)に答えなさい。

(1) ろ液 D 中の硫化水素を除くための操作を簡潔に答えなさい。

(2) 希硝酸を加える目的を説明しなさい。

(3) ろ液 F には、金属イオンとアンモニア分子からなる錯イオンが含まれている。この錯イオンの名称と化学式を記しなさい。

問9 操作4で起こる反応を化学反応式で記しなさい。

問10 ろ液 H に含まれる金属イオンの化学式を記しなさい。また、それを確認する方法とその結果を簡潔に説明しなさい。

**第4問** 有機化合物と合成高分子化合物に関する [1], [2] の文章を読んで、以下の問い (問1～問11) に答えなさい。

[1] 有機化合物

実験室では、①アセチレンは②炭化カルシウムに水を加えてつくる。

アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)などを触媒として水を付加させると、不安定な化合物 A を経て、ただちに異性体の化合物 B に変わる。この変化は図4-1に示すように、炭素間二重結合を形成している炭素原子にヒドロキシ基が直接結合したエノール形の構造が不安定であるために起こり、安定なケト形の構造に変化する。

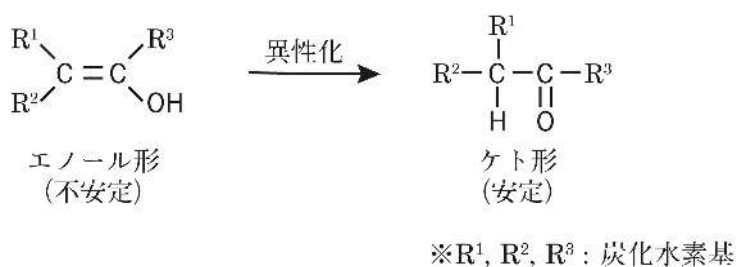


図4-1

分子式が C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O で表される安定な化合物 C がある。C を③金属ナトリウムと反応させると気体が発生する。C に水素を付加させると、構造式が図4-2で示される化合物が得られる。

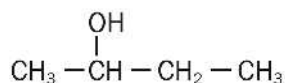


図4-2

問1 下線部①に関して、アセチレンを赤熱した鉄に接触させて得られる化合物の名称を記しなさい。

問2 化合物 A, B の名称を記しなさい。

問3 下線部②の反応を化学反応式で記しなさい。ただし、有機化合物は示性式で示すこと。

問4 下線部③と分子式からわかる化合物 C がもつ官能基の名称を記しなさい。

問5 化合物Cの構造式を記しなさい。ただし、立体異性体は区別しなくてよい。

問6 次の図4-3に示す有機化合物XとエステルYの構造式を記しなさい。ただし、立体異性体は区別しなくてよい。

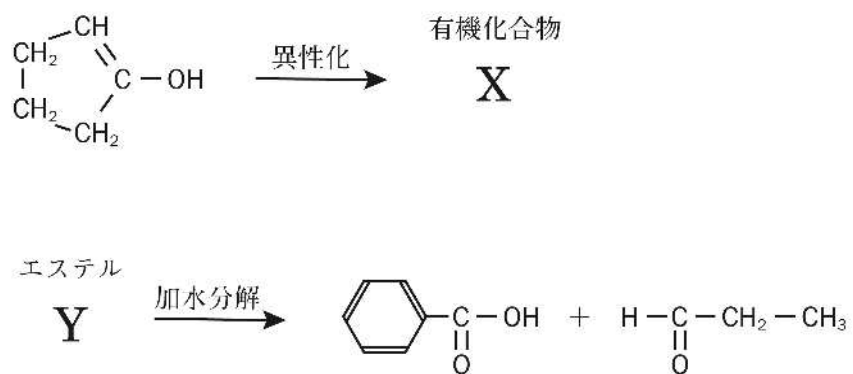


図4-3

[2] 合成高分子化合物

ゴムノキの樹皮を傷つけた際に流出する白い液体を  といい、 に酢酸などを加えて凝固させ、乾燥させたものを天然ゴムという。天然ゴムは④イソプレン(C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)が付加重合したポリイソプレンの構造をしており、炭素間二重結合のまわりの配置は  形である。

⑤天然ゴムに硫黄を数%加えて加熱すると、弾性、強度、耐久性などが増す。この操作を  という。

イソプレンやそれに似た構造をもつ分子を単量体として付加重合させると、天然ゴムによく似た性質の高分子化合物が得られ、合成ゴムとよばれる。

合成ゴムの1つであるアクリロニトリル-ブタジエンゴム(NBR)は、⑥アクリロニトリル(C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N)と1,3-ブタジエン(C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>)を重合させて得られる  体である。

問7 文中の空欄  ~  に適切な語句を記しなさい。

問8 下線部④に関して、イソプレンの構造式を記しなさい。

問9 天然ゴム(ポリイソプレン) 8.5 g を完全燃焼させて生じる二酸化炭素は何 g か。四捨五入により有効数字2桁で記しなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問10 下線部⑤について、この理由を簡潔に説明しなさい。

問11 下線部⑥に関して、物質質量比がアクリロニトリル : 1,3-ブタジエン = 1 : 4 で構成される NBR に含まれる窒素の質量割合は何%か。四捨五入により小数第1位まで答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。