

# 化 学

問題Ⅰ～Ⅲについて解答せよ。字数を指定している設問の解答では、数字、アルファベット、句読点、括弧、記号も、すべて1字として記入せよ。なお、計算に必要なならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.4,

Ca = 40.0, Fe = 55.8, Br = 80.0

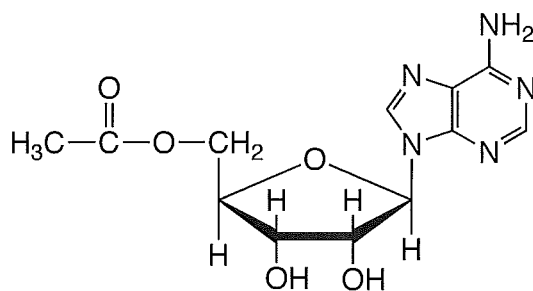
アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

$0\text{ }^\circ\text{C} = 273\text{ K}$

$\pi = 3.142$ ,  $\sqrt{2} = 1.414$ ,  $\sqrt{3} = 1.732$ ,  $\sqrt{5} = 2.236$ ,  $\sqrt{7} = 2.646$

有機化合物の構造式は次の記入例にならって示せ。なお、構造式の記入に際し、光学異性体は区別しないものとする。



I 次の文章[1]および[2]を読み、問1～問8に答えよ。

[1] 炭酸カルシウムを約 1000 °C に加熱したところ、気体 A と固体 B が得られた。気体 A を、アンモニアを十分に吸収させた飽和塩化ナトリウム水溶液に通じたところ、化合物 C が白色沈殿として得られた。この沈殿を 270 °C 以上に加熱したところ、気体 A と気体 D が発生し、化合物 E の固体が得られた。化合物 E を水に溶かし、これを濃縮すると、無色透明の結晶が生じた。この結晶を乾燥した空気中に放置したところ、白色の粉末状になった。

問 1 下線部(a)に関して、次の問に答えよ。

- (i) 固体 B を化学式で記せ。
- (ii) 固体 B に水を加えたところ、発熱しながら激しく反応し、固体が膨張した。この反応を化学反応式で表せ。

問 2 下線部(b)に関して、次の問に答えよ。

- (i) 化合物 C について、正しい記述を次の①～④から 1 つ選び、番号で答えよ。
  - ① 化合物 C を白金線に付着させ、炎の中に入れると青緑色を呈する。
  - ② 化合物 C を白金線に付着させ、炎の中に入れると黄色を呈する。
  - ③ 食塩水に化合物 C の水溶液を加えると、白色の沈殿が生じる。
  - ④ 化合物 C の水溶液に硫化水素を通じると、黒色の沈殿が生じる。
- (ii) 気体 A とアンモニアを 120 °C、150 気圧で十分な時間反応させると、脱水縮合して窒素原子をもつ安定な化合物が主生成物として得られる。この化合物の名称を記せ。

## 11ページ差し替え（理科（化学））

問 3 下線部(c)に関して、次の問に答えよ。

- (i) 下線部(c)の反応を化学反応式で表せ。
- (ii) 100 g の化合物 C を完全に反応させた。このとき発生した気体 A の標準状態 ( $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) における体積(L), および得られた化合物 E の質量(g)をそれぞれ有効数字 3 桁<sup>けた</sup>で求めよ。ただしこの間では、気体 A は理想気体として振る舞うものとする。

問 4 下線部(d)の現象を何というか答えよ。

問 5 図 1 に示した気体 A の状態変化に関して、次の問に答えよ。

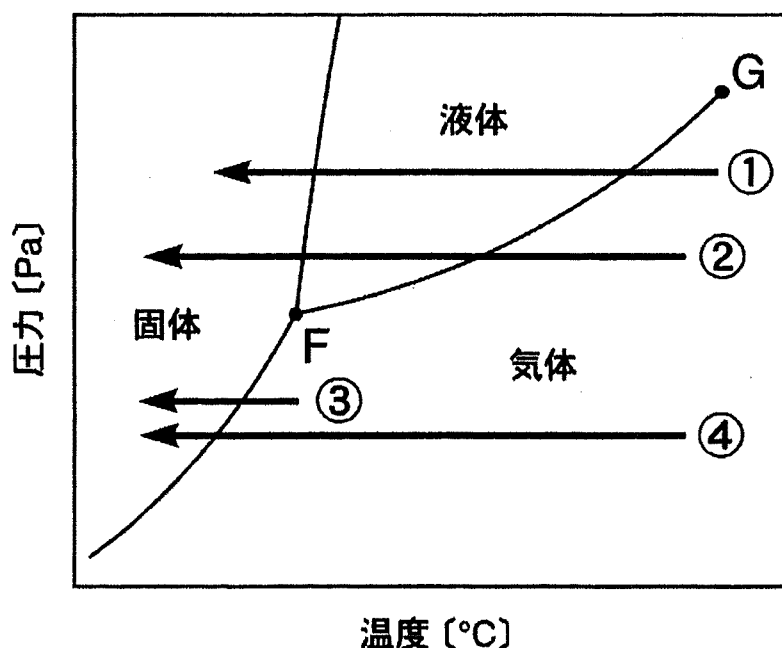


図 1 気体 A の状態変化

- (i) 図 1 中の気体と液体を分ける曲線 FG の名称を記せ。ただし、点 G は臨界点である。
- (ii) 気体 A を、大気圧のもとで  $25^{\circ}\text{C}$  から  $-90^{\circ}\text{C}$  まで徐々に冷やしたときの状態変化を示す矢印として最も適切なものを、図 1 中の①~④から 1 つ選び、番号で答えよ。

[2] 陽イオンと陰イオンが  力により引きあって形成した結びつきを、イオン結合という。イオン結合によってできている結晶をイオン結晶といい、陽イオンと陰イオンの比が1 : 1のイオン結晶には、NaCl型の立方格子や、CsCl型の立方格子をとるものがある。イオン結晶中において、イオンが接している反対符号のイオンの数を  という。イオン結晶は、 が大きいほど安定であるが、陰イオンに対して陽イオンが小さくなりすぎ、陰イオン同士が接するようになると結晶は不安定になる。

イオン結晶は、イオン結合が強いために硬く、融点も高いが、外部からの力にはもろく、壊れやすい。

問 6  および  に入る適切な語句を、それぞれ記せ。

問 7 下線部(e)のイオン結晶では、格子の頂点に陰イオンが、格子の中央に陽イオンがある。陽イオンが格子の頂点の8つの陰イオンと接触し、さらに陰イオンが近接した6つの陰イオンとも接触しているとき、陽イオンの半径  $r_+$  と陰イオンの半径  $r_-$  の比 ( $r_+/r_-$ ) を有効数字3桁で求めよ。

問 8 下線部(f)に関して、イオン結晶がこのような性質を示す理由を50字以内で述べよ。

## 14ページ差し替え（理科（化学））

II 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

塩化鉄(III)は、20℃で水100gに92.0g、30℃で107.0g溶ける。30℃で調製した飽和塩化鉄(III)水溶液621gを20℃まで冷却したところ、塩化鉄(III)六水和物の結晶が析出した。結晶を取り除いて得られた20℃の飽和塩化鉄(III)水溶液のうち4.0gを、400gの沸騰水が入ったビーカーに加えて全て反応させ、赤褐色のコロイド溶液Aを得た。この溶液を室温になるまで放冷してからセロハン袋に入れ、これを純水が入っているビーカーに一定時間浸したところ、セロハン袋中のコロイド溶液の体積が増加した。このときのビーカーの水を試験管に取り出して、これにある金属イオンを含む水溶液を加えたところ、沈殿が生じた。次にこの試験管を加熱すると沈殿は溶解した。一方、セロハン袋中の溶液を別の試験管に取り出し、これに少量の硫酸ナトリウムを加えると沈殿が生じた。

ただし20℃および30℃において、塩化鉄(III)は下線部(c)の化学反応を起こしていないものとする。

問1 下線部(a)の飽和塩化鉄(III)水溶液に含まれる塩化鉄(III)の質量(g)を有効数字3桁で求めよ。

問2 下線部(b)について、次の問に答えよ。

(i) 析出した塩化鉄(III)六水和物の質量(g)を $x$ とし、その塩化鉄(III)六水和物に含まれる塩化鉄(III)の質量(g)を $y$ としたとき、 $y/x$ の値を有効数字2桁で求めよ。

(ii) 析出した塩化鉄(III)六水和物の質量(g)を有効数字2桁で求めよ。

問3 下線部(c)の反応を化学反応式で表せ。

## 15ページ差し替え（理科（化学））

問 4 下線部(d)について、次の問に答えよ。

(i) コロイド溶液Aのコロイドの種類を次の①～④から、また、水に分散させたときAと同じ種類のコロイドになるものを⑤～⑧からそれぞれ1つ選び、番号で答えよ。

- ① 分子コロイド            ② 親水コロイド            ③ 疎水コロイド  
④ 保護コロイド            ⑤ 寒天                      ⑥ 粘土  
⑦ ゼラチン                ⑧ デンプン

(ii) コロイド溶液 A を使って電気泳動実験を行った。コロイド粒子が移動して向かった電極を次の①～④から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 正極                      ② 負極                      ③ 陽極                      ④ 陰極

(iii) コロイド溶液A中のコロイド粒子が帯びている電荷の符号を答えよ。

問 5 下線部(e)において、体積が増加した理由を 60 字以内で述べよ。

問 6 下線部(f)の金属イオンを次の①～④から1つ選び、番号で答えよ。

- ①  $\text{Pb}^{2+}$                       ②  $\text{Ag}^+$                       ③  $\text{Cu}^{2+}$                       ④  $\text{Ca}^{2+}$

問 7 下線部(g)について、次の問に答えよ。

(i) この現象を何というか答えよ。

(ii) (i)の現象が起こる理由を 30 字以内で述べよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

分子式  $C_6H_{12}$  で表される化合物 A, B, C, D がある。これらは、表 1 および表 2 の特徴をもつ。ただし、表 1 に示した生成物のアルコールは、すべて分子式  $C_6H_{14}O$  で表される。また、これらのアルコールの種類を数える際には、光学異性体は考慮していない。

表 1

	白金触媒を用いて 水素と反応させる	酸触媒を用いて 水と反応させる
化合物 A	ヘキサンが得られる	2 種類の アルコールが得られる
化合物 B	ヘキサンが得られる	単一の アルコール E が得られる
化合物 C	ヘキサンの構造異性体が 得られる	2 種類の アルコールが得られる
化合物 D	反応しない	反応しない

表 2

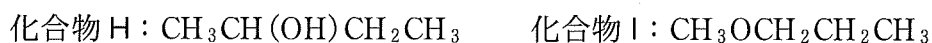
(1) 化合物 A を臭素と反応させると、化合物 F が得られる。化合物 F は、不斉炭素原子を 1 個もつ。
(2) 化合物 D は、ニッケル触媒存在下での化合物 G と水素の反応で合成できる。化合物 G は、赤熱した鉄にアセチレンを触れさせると生成する。

問 1 化合物 A, F について, 次の問に答えよ。

- (i) 化合物 A を構造式で示せ。
- (ii) 化合物 F を構造式で示せ。また, 構造式の中の不斉炭素原子に○をつけよ。
- (iii) 7.7 g の化合物 A を臭素と完全に反応させて化合物 F にするには, 理論上何 g の臭素が必要か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 アルコール E について, 次の問に答えよ。

- (i) アルコール E を構造式で示せ。
- (ii) アルコール E と酢酸からエステルが生成する反応を, 化学反応式で表せ。ただし, 有機化合物は構造式で示せ。
- (iii) アルコール E を下に示す化合物 H と区別するのに最も適した試薬を①～⑤から 1 つ選び, 番号で答えよ。また, アルコール E を化合物 I と区別するのに最も適した試薬を同様に 1 つ選び, 番号で答えよ。



- ① ヨウ素, 水酸化ナトリウム水溶液    ② 亜硝酸ナトリウム, 希塩酸
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液          ④ ナトリウム
- ⑤ 硫酸銅(II)水溶液, 酒石酸ナトリウムカリウム, 水酸化ナトリウム水溶液

問 3 化合物 B として考えられるすべての化合物を, 構造式で示せ。

問 4 化合物 C はメチル基を 2 つもつ。メチル基の一方をプロモメチル基  $-\text{CH}_2\text{Br}$  で置き換えた化合物は, 他方をプロモメチル基で置き換えた化合物と互いに光学異性体の関係にある。化合物 C を構造式で示せ。

問 5 化合物 D, G について, 次の問に答えよ。

- (i) 化合物 D を構造式で示せ。
- (ii) 化合物 G の化合物名を記せ。