

化 学

必要であれば、原子量および気体定数 R として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, Cl : 35, Fe : 56

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

I

(配点 50)

次の文を読み、(1) ~ (10) の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字 2 桁で示せ。

- 【実験 1】_{i)} 沸騰水に、 0.50 mol/L の塩化鉄(III)水溶液 10 mL を加えると、塩化鉄(III)はすべて反応し、赤褐色のコロイド溶液となった。このとき得られたコロイド溶液の体積は 100 mL であった。
- 【実験 2】コロイド溶液に横から強い光を当てると、光の通路が明るく輝いて見えた。
- 【実験 3】実験 1 で合成したコロイド溶液をすべてセロハン袋に入れ、これを 900 mL の純水を入れたビーカーに浸した。セロハン袋の内外のイオン濃度が平衡に達するまで十分に浸した後、ビーカーの水をすべて新しい純水 900 mL に取り換えた。コロイド溶液中の塩化物イオンの濃度が $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 以下になるまでセロハン袋を純水に浸す操作を繰り返し、コロイド溶液を精製した。
- 【実験 4】実験 3 の操作で、1 回目に採取したビーカーの水を試験管に採り、硝酸銀水溶液を加えたところ、沈殿が生じた。
- 【実験 5】精製したコロイド溶液に少量の硫酸ナトリウムを加えると、沈殿が生じた。
- 【実験 6】精製したコロイド溶液に直流の電圧をかけると、コロイド粒子は自身が帯電している電荷とは反対の電極に移動した。
- 【実験 7】精製したコロイド溶液 100 mL の浸透圧を 27°C で測定したところ、 $1.24 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。

- (1) 下線部 i) で起こる反応の化学反応式を記せ。
- (2) 実験1において、反応後の溶液中の塩化物イオン濃度は何 mol/L か。
- (3) 実験2のように、コロイド粒子が光を散乱するために起こる現象を何というか。
- (4) 実験3のように、コロイド溶液を精製する操作を何というか。
- (5) 実験3において、コロイド溶液中の塩化物イオンの濃度を 2.0×10^{-5} mol/L 以下にするためには、何回以上ビーカーの水を純水と取り換える必要があるか。ただし、セロハン袋内のコロイド溶液の体積は常に 100 mL とする。
- (6) 実験4 で起こった反応を化学反応式で記せ。
- (7) 実験5 の現象を何というか。
- (8) 実験6 の現象を何というか。
- (9) 実験6 において、コロイド粒子は陽極または陰極のどちらに移動したか。
- (10) 実験7 において、コロイド粒子の大きさは揃っているものとし、浸透圧 Π [Pa]、溶液の体積 V [L]、鉄(III)イオンを含むコロイド粒子の物質質量 n [mol]、および温度 T [K] との間には次式の関係が成立するものとする。

$$\Pi V = nRT$$

- 1) コロイド粒子の物質質量は何 mol か。
- 2) コロイド粒子 1 個に含まれる鉄(III)イオンの数は何個か。

II

(配点 50)

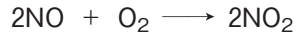
次の文を読み、(1)～(9)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

硝酸は、工業的にはオストワルト法と呼ばれる、次の①～③の工程を経て製造されている。

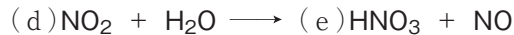
- ① アンモニアを空気と混合し、ア 触媒の存在下、高温で空気中の酸素と反応させて一酸化窒素を得る。



- ② 一酸化窒素を冷却後、酸素と反応させて二酸化窒素を得る。



- ③ 二酸化窒素を温水に吸収させ、硝酸と一酸化窒素を得る。



③で得られた一酸化窒素は、②に戻して再利用される。

硝酸は、水に溶けやすく無色の液体であり、その水溶液はイを示す。また、希硝酸や濃硝酸はいずれも強いウ作用がある。i) 希硝酸に銀を溶かすと一酸化窒素が発生し、発生した一酸化窒素はエにより捕集する。一方、ii) 濃硝酸に鉄やアルミニウムを入れると、表面にち密な酸化被膜ができて内部が保護され、反応が進まなくなる。iii) 濃硝酸は、光や熱により分解しやすいため、褐色びんに入れて冷暗所で保存する。

- (1) ア にあてはまる金属を元素記号で示せ。
 (2) イ ～ エ にあてはまる最も適切な語句を解答群1より選び、番号を記せ。

解答群1

- | | | | |
|------|------|--------|--------|
| ① 酸化 | ② 中性 | ③ 塩基性 | ④ 水上置換 |
| ⑤ 還元 | ⑥ 酸性 | ⑦ 上方置換 | ⑧ 下方置換 |

- (3) (a)～(e)にあてはまる係数を記せ。
 (4) アンモニアから硝酸ができるまでの反応を、1つの化学反応式にまとめよ。
 (5) アンモニア6.8kgをすべて硝酸にするときに必要な酸素は何molか。
 (6) アンモニア6.8kgから濃度60%の濃硝酸は何kg得られるか。
 (7) 下線部i)で示す反応を化学反応式で記せ。
 (8) 下線部ii)で示す状態を何とよぶか。
 (9) 下線部iii)について、濃硝酸の分解反応が進行すると溶液の色が黄変する。硝酸の分解反応を化学反応式で記せ。

Ⅲ

(配点 50)

次の〔1〕と〔2〕の文を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。

〔1〕 化合物 **A** は、メタンの水素原子 1 個を $-\text{CHO}$ で置換した構造をしており、i) フェーリング液 を還元する。**A** を酸化すると化合物 **B** が得られ、純度の高い **B** は冬期に凝固する。**A** を還元すると化合物 **C** が得られる。**C** は、メタンの水素原子 1 個を $-\text{OCH}_3$ で置換した化合物 **D** の構造異性体である。メタンの水素原子 1 個を $-\text{COCH}_3$ で置換した化合物 **E** は、ii) 酢酸カルシウムの熱分解 によって得られる。

- (1) **A**～**E** の化合物の名称を記せ。
- (2) 下線部 i) について、生じる沈殿を化学式で記せ。
- (3) **C** の沸点が **D** の沸点よりも高い理由を 15 字以内で簡潔に記せ。
- (4) 下線部 ii) の反応を化学反応式で記せ。
- (5) **A**～**E** のうち、塩基性の条件下でヨウ素を反応させると黄色沈殿を生じる化合物をすべて選び、記号で記せ。

〔2〕 分子中にカルボキシ基をもつ化合物をカルボン酸といい、分子中のカルボキシ基の数によって 1 価カルボン酸、2 価カルボン酸などに分類される。2 価カルボン酸である化合物 **F** と **G** は、どちらも分子式 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ で表され、互いにシス-トランス異性体の関係にあるが、性質は大きく異なる。例えば、**F** は水に溶解しやすいが、**G** はほとんど水に溶解しない。また **F** は加熱すると分子式 $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ の化合物 **H** を生じるが、**G** は常圧で加熱しても昇華するだけである。

- (6) **F**～**H** の構造式を記せ。
- (7) 炭素数が 2 以下のカルボン酸のうち、還元性を示す化合物の名称を 2 つ記せ。