

一般入試前期A日程2日目

化学

必要であれば、原子量、気体定数 R およびファラデー定数 F として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, S : 32, Cl : 35, Fe : 56, Cu : 64, Pb : 207

$R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, $F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

I (配点 50)

次の文章を読み、(1) ~ (8) の問いに答えよ。数値での解答は、**有効数字 2 桁**で示せ。

直径 10^{-9} m から 10^{-7} m 程度のコロイド粒子が、沈殿しないで溶媒中に分散している溶液をコロイド溶液という。i) 沸騰した水に $5.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ の塩化鉄(III)水溶液 10.0 mL を加えたところ、塩化鉄(III)はすべて反応し、赤褐色のコロイド溶液 100 mL が得られた。コロイド溶液をすべてセロハン袋に入れて糸でしばり、ii) 900 mL の純水を入れたビーカーに浸し、セロハン袋の内外のイオン濃度が一定になるまで十分に静置した。その後、ビーカーの水をすべて新しい純水 900 mL に取り替え、同様の操作を繰り返すことで、コロイド粒子を精製した。

- (1) 下線部 i) で起こった反応を化学反応式で記せ。
- (2) 下線部 i) の反応後、コロイド溶液中の塩化物イオン濃度は何 mol/L か。
- (3) コロイド溶液に横から強い光を当てると、コロイド粒子が光を散乱し、光の進路が明るく輝いて見えた。この現象を何というか。
- (4) コロイド溶液を限外顕微鏡で観察すると、輝く点(コロイド粒子)が不規則に移動しているのが観察された。この運動を何というか。
- (5) コロイド溶液を U 字管にとり、2本の電極を入れて直流電圧をかけると、コロイド粒子は陰極に向かって移動した。
 - 1) この現象を何というか。
 - 2) このコロイド溶液に少量の電解質水溶液を加えてコロイドを凝析させる場合に、最も凝析させやすいのはどれか。**解答群 1** から選び、番号で記せ。ただし、加える電解質水溶液のモル濃度は全て等しいものとする。

解答群 1

① NaCl ② BaCl₂ ③ K₂SO₄ ④ K₂Cr₂O₇ ⑤ Na₃PO₄

- (6) 下線部 ii) の操作を何というか。
- (7) 下線部 ii) の操作において、コロイド溶液中の塩化物イオンの濃度を $2.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 以下にするには、コロイド溶液の入ったセロハン袋を何回以上、純水に浸す必要があるか。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。
- (8) 十分に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。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。

$$\Pi V = nRT$$

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

II

(配点 50)

次の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

酸化還元反応を利用して化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置のことを電池(化学電池)という。電池から電流を取り出すことを **ア** という。一方、電池を外部電源につなぎ、**ア** のときとは逆方向に電流を流し、電池内で逆反応を起こさせる操作を **イ** という。マンガン乾電池やアルカリマンガン乾電池のように、完全に **ア** すると再使用できない電池を **ウ** 電池といい、鉛蓄電池のように **イ** することにより再使用できる電池を **エ** 電池または蓄電池という。また、負極に水素を、正極に酸素を供給し電気エネルギーを取り出す装置を **オ** 電池という。

- (1) **ア** ～ **オ** にあてはまる適切な語句を記せ。
- (2) マンガン乾電池やアルカリマンガン乾電池に用いられる正極活物質を化学式で記せ。
- (3) 鉛蓄電池は負極活物質に鉛、正極活物質に酸化鉛(IV)、電解液に希硫酸を用いている。鉛蓄電池から電流を取り出すと、両極の表面に硫酸鉛(II)が生じ、電解液の硫酸の濃度は低くなっていく。鉛蓄電池から電流を取り出すとき、
 - 1) 負極で起こる反応を、電子を含むイオン反応式で記せ。
 - 2) 正極で起こる反応を、電子を含むイオン反応式で記せ。
 - 3) 両極で起こる変化をまとめて化学反応式で記せ。
- (4) 質量パーセント濃度 28%、密度 1.2 g/cm^3 の希硫酸 0.50 L を電解液とする鉛蓄電池を、塩化銅(II)水溶液に2枚の白金電極を浸した電解槽につなぎ、電気分解を行った。その結果、電解槽の陰極上に銅が 6.4 g 析出した。
 - 4) 電解槽に流れた電子は何 C か。
 - 5) 鉛蓄電池の負極の質量は何 g 変化したか。増加した場合は+、減少した場合は-をつけて記せ。
 - 6) 鉛蓄電池の電解液に用いられている希硫酸の質量パーセント濃度は何%になったか。

Ⅲ (配点 50)

次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。構造式はすべて例1にならって記せ。

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り、i) 1価カルボン酸 (モノカルボン酸)、2価カルボン酸 (ジカルボン酸) などに分類される。また、鎖式の1価カルボン酸を特に ii) 脂肪酸という。

炭素、水素および酸素だけからなる2価カルボン酸 **A** 43.5 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 66.0 mg と水 13.5 mg が生成した。別に **A** の分子量を測定したところ 116 であった。また、**A** を約 160 °C で加熱したところ、分子内で脱水反応が起こり、化合物 **B** と水分子が生じた。

- (1) 下線部 i) について、ギ酸と炭酸水素ナトリウムを反応させると気体が発生する。この反応を化学反応式で記せ。
- (2) 下線部 ii) について、示性式 $C_{17}H_{29}COOH$ で表される脂肪酸 1 分子中に含まれる炭素原子間の二重結合は何個か。ただし、この脂肪酸は環状構造や炭素原子間の三重結合を含まないものとする。
- (3) 化合物 **A** 43.5 mg に含まれる 1) 炭素、2) 水素 および 3) 酸素 の質量はそれぞれ何 mg か。解答は小数点以下 1 桁まで示せ。
- (4) 化合物 **A** の 4) 組成式 および 5) 分子式 をそれぞれ記せ。
- (5) 6) 化合物 **A** および 7) 化合物 **B** の構造式をそれぞれ記せ。
- (6) 化合物 **A** と立体異性体の関係にある化合物 **C** について、8) 名称 および 9) 構造式 をそれぞれ記せ。
- (7) エチルベンゼンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化した後、硫酸を加えると遊離する芳香族カルボン酸の構造式を記せ。

例 1

