

化 学

必要ならば、原子量として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, S : 32, Cu : 64, Ag : 108

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。

酢酸メチルは、i) HCl を含む水中において、式 (i) に示すように酢酸とメタノールに加水分解される。



少量の酢酸メチルを HCl の水溶液（希塩酸）に加えて反応液とし、一定温度に保った。表 1 に示す時間ごとに、ア を用いて反応液を 5.0 mL 取り出し、コニカルビーカーに移した。その溶液中の酸の濃度を決定するために、イ を用いて 0.20 mol/L の NaOH 水溶液を滴下して、ii) 中和滴定を行った。滴定の結果を表 1 に示す。

3 日後には酢酸メチルは完全に分解され、反応液中に存在しないことが確認できた。3 日後の反応液 5.0 mL を取り、中和滴定を行うと 30.0 mL の NaOH 水溶液を要した。

表 1

| 反応時間 | 0 分 | 10 分 | 20 分 | 40 分 | 60 分 | 80 分 | 200 分 | … | 3 日 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|---|------|
| NaOH 水溶液の 滴下量 [mL] | 12.0 | 13.8 | 15.2 | 18.0 | 20.6 | 22.8 | 28.3 | … | 30.0 |

- 下線部 i) の HCl は、加水分解反応においてどのような役割をはたすか。
- ア および イ にあてはまる最も適切な器具の名称を記せ。
- 下線部 ii) の中和滴定に用いる指示薬として、最も適切なものを解答群 1 から選べ。

解答群 1

メチルオレンジ メチルレッド フェノールフタレイン

- 反応時間 0 分における反応液中の HCl の濃度は何 mol/L か。ただし、反応時間 0 分では、加水分解は起こっていないものとせよ。
- 反応時間 20 分のとき、生成した酢酸の中和に必要な NaOH 水溶液は何 mL か。
- 3 日後、生成した酢酸の濃度は何 mol/L か。
- 反応時間 0 分における、反応液中の酢酸メチルの濃度は何 mol/L か。

- (8) 酢酸メチルの 50 %が加水分解されるとき、反応液の中和に必要な NaOH 水溶液は何 mLか。
- (9) 1) 反応時間 10 分 および 2) 80 分 における酢酸メチルの加水分解率(加水分解された割合)はそれぞれ何%か。
- (10) 酢酸メチルの 50 %が加水分解されるのは、反応時間が何分のときか。ただし、反応時間 40 分から 80 分までの間、酢酸メチルの加水分解率は時間に比例して変化しているものとして計算せよ。

II

(配点 50)

金属イオンに関する①～③の記述を読み、(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。

- ① i)硝酸銀を水に溶解し、0.20 mol/Lの硝酸銀水溶液 0.10 Lを調製した。この水溶液を 1.0 mLずつ3本の試験管に取り、それぞれの試験管に化合物A、BおよびCの水溶液を加えて完全に反応させたところ、それぞれ黄色、淡黄色および ii)白色の沈殿が生じた。
iii)この白色沈殿に光を当てると、沈殿は分解して銀が析出した。
- ② 金属イオンDを含む水溶液を試験管に入れ、硫化水素を通じて完全に反応させたところ、黒色沈殿が生じた。また、Dを含む水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えたところ、沈殿Eが生じた。
- ③ 硫酸銅(II)五水和物 7.5 gを水に溶解し、iv)0.50 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液を調製した。
v)この水溶液にアンモニア水を過剰に加えたところ、水溶液が深青色となった。

- (1) 下線部 i) で用いた硝酸銀の質量は何 g か。
 (2) A、B および C にあてはまる化合物を解答群 1 からそれぞれ選べ。

解答群 1

| | | | | | |
|-----|-----|----|----|------------------|-----|
| KBr | KCl | KF | KI | KNO ₃ | KOH |
|-----|-----|----|----|------------------|-----|

- (3) 下線部 ii) の沈殿の物質量は計算上何 mol か。
 (4) 下線部 iii) で起こる反応の化学反応式を記せ。
 (5) D にあてはまる金属イオンを解答群 2 から選べ。

解答群 2

| | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Al ³⁺ | Cd ²⁺ | Pb ²⁺ | Mn ²⁺ | Zn ²⁺ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|

- (6) E の色は何色か。あてはまる色を解答群 3 から選べ。

解答群 3

| | | | |
|----|----|----|----|
| 白色 | 黒色 | 赤色 | 黄色 |
|----|----|----|----|

- (7) 下線部 iv) で調製した水溶液の体積は何 mL か。
 (8) 下線部 v) で起こる反応のイオン反応式を記せ。
 (9) ①～③の記述の中から、酸化還元反応を含むものをすべて選び、番号を記せ。

Ⅲ (配点 50)

次の文を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。構造式はすべて例1にならって記せ。

炭素、水素および酸素だけからなる化合物Aがある。A 58.0 mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88.0 mg と水 18.0 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。Aは無色の結晶で、その水溶液に炭酸水素ナトリウムを加えると、i)気体が発生した。また、Aを約 160℃で加熱したところ、分子内で脱水反応が起こり、化合物Bが生成した。

(1) A 58.0 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。

(2) Aの分子式を記せ。

(3) 下線部 i) の気体の名称を記せ。

(4) AおよびBの名称と構造式を記せ。

(5) Aとシス・トランス異性体(幾何異性体)の関係にある化合物の名称と構造式を記せ。

(6) 立体異性体には、シス・トランス異性体と光学異性体(鏡像異性体)がある。

4) シス・トランス異性体が存在する化合物 および 5) 光学異性体が存在する化合物 をそれぞれ解答群1からすべて選び、番号を記せ。

解答群 1

- | | | | |
|--------|--------|---------|---------|
| ① アラニン | ② 安息香酸 | ③ エチレン | ④ グリシン |
| ⑤ 乳酸 | ⑥ プロペン | ⑦ 1-ブテン | ⑧ 2-ブテン |

例 1

