

## 化 学

必要であれば、原子量として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, O : 16, Ca : 40

I

(配点 50)

次の文を読み、(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。ただし、25℃、1気圧における気体1 molの体積は22 Lとする。

温度が一定に保たれる実験装置を用いて、1気圧下で過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応を行った。温度を25℃に保ち、1.0 mol/Lの  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液10 mLに、酸化マンガン(IV)を少量加えると、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応が開始した。反応開始から60秒の間に22 mLの酸素が発生した。また、反応開始から120秒後および180秒後の  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液の濃度は、それぞれ0.64 mol/Lおよび0.51 mol/Lであった。この反応において水溶液の体積変化は無視できるものとする。

$\text{H}_2\text{O}_2$  の分解速度  $v$  [mol/(L·s)]は、一定体積中で反応が進むときは、単位時間あたりの  $\text{H}_2\text{O}_2$  の濃度の減少量で表される。また、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応では、式(i)が成り立つ。ここで、比例定数  $k$  [s<sup>-1</sup>]は反応速度定数であり、 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ はある時間における  $\text{H}_2\text{O}_2$  の濃度[mol/L]を表す。

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2] \quad \dots (i)$$

- (1) 過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応を化学反応式で記せ。
- (2) 下線部 i) の物質を加えると反応速度が大きくなる。
  - 1) このようなはたらきをする物質を何というか。
  - 2) 反応速度が大きくなる理由を30字以内で記せ。
- (3) 反応開始から60秒の間に発生した  $\text{O}_2$  の物質量は何 mol か。
- (4) 反応開始から60秒後の  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液の濃度は何 mol/L か。
- (5) 反応開始後60～120秒での  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均の分解速度は何 mol/(L·s) か。
- (6) 反応開始後60～120秒での  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均の分解速度は、120～180秒での平均の分解速度の何倍か。
- (7) 反応速度定数  $k$  を求めよ。ただし、反応開始後120～180秒での  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均の濃度を用いて計算せよ。

(8) 次のように条件を変えて  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応を行った。そのときの反応速度定数  $k$  の変化について正しいものを解答群 1 から選び、番号を記せ。

3) 温度を  $25^\circ\text{C}$  に保ち、 $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液の初めの濃度を  $1.0 \text{ mol/L}$  から  $0.50 \text{ mol/L}$  に変えた。

4)  $1.0 \text{ mol/L}$  の  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液を用い、反応温度を  $25^\circ\text{C}$  から  $35^\circ\text{C}$  に上昇させた。

解答群 1

① 大きくなる      ② 小さくなる      ③ 変化しない

**Ⅱ**

(配点 50)

金属の反応に関する (a) ~ (f) の記述を読み, (1) ~ (6) の問いに答えよ。

- (a) 亜鉛片を塩酸に加えると, 亜鉛片は溶けて気体が発生した。
- (b) 銅片を希硝酸に加えると, 銅片は溶けて気体が発生した。
- (c) 銅片を熱濃硫酸に加えると, 銅片は溶けて気体が発生した。
- (d) 銀片を **ア** に加えると, 銀片は溶けて気体が発生した。
- (e) **イ** を常温の水に加えると, **イ** は溶けて気体が発生した。
- (f) 銅片を硝酸銀水溶液に加えると, 銅片の一部が溶け, 銅片の表面に銀が析出した。

(1) **ア** および **イ** にあてはまる語句の組み合わせとして, 適切なものを下から選び, 番号を記せ。

- ① **ア** 塩酸, **イ** カルシウム片
- ② **ア** 硝酸, **イ** カルシウム片
- ③ **ア** 塩酸, **イ** アルミニウム片
- ④ **ア** 硝酸, **イ** アルミニウム片

(2) (a), (b) および (f) で起こる反応の化学反応式を記せ。

(3) (a) で起こる反応は酸化還元反応である。

- 1) 酸化剤としてはたらく物質の変化を,  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。
- 2) 還元剤としてはたらく物質の変化を,  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。

(4) (b) の反応で, 反応後の溶液は何色になるか。解答群 2 から選び, 番号を記せ。

**解答群 2**

- ① 黄色    ② 赤褐色    ③ 青色    ④ 黒色

(5) (c) の反応で発生する気体は刺激臭をもち, 有毒である。

- 3) 発生する気体の化学式を記せ。
- 4) 発生した気体を硫化水素水に通すと, 溶液は白濁する。このときに起こる反応の化学反応式を記せ。

(6) (f) の反応と同様に，金属が析出する反応が起こる組み合わせはどれか。解答群 3 からすべて選び，番号を記せ。

**解答群 3**

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ① 鉄片と硫酸銅(Ⅱ)水溶液  | ② 鉛片と硫酸鉄(Ⅱ)水溶液   |
| ③ 亜鉛片と酢酸鉛(Ⅱ)水溶液 | ④ 亜鉛片と塩化スズ(Ⅱ)水溶液 |
| ⑤ 銅片と塩化亜鉛水溶液    | ⑥ 銀片と硝酸鉛(Ⅱ)水溶液   |

III

(配点 50)

高分子化合物に関する [1] と [2] の文を読んで、(1) ~ (9) の問いに答えよ。構造式はすべて例 1 にならって記せ。

[1] 合成高分子には、その形態や機能の違いにより合成繊維、プラスチック、合成ゴムなどがある。合成高分子のうち、熱や圧力を加えると加工できるものをプラスチックという。プラスチックは、熱に対する性質の違いから 2 種類に分類され、加熱すると軟化し、冷却すると再び硬化する性質をもつプラスチックを **ア** 樹脂という。それに対し、加熱によって硬化する性質を持つプラスチックを **イ** 樹脂という。**ア** 樹脂の多くは、  
 i) ビニル基を持つモノマーの **ウ** 重合によって得られ、鎖状構造をもつ。代表例である  
 ii) ポリスチレンは、発泡ポリスチレンとして梱包材料などに利用されている。

- (1) **ア** および **イ** にあてはまる適切な語句を記せ。  
 (2) 下線部 i) の官能基の構造式を記せ。  
 (3) **ウ** にあてはまる語句を解答群 4 から選び、番号を記せ。

解答群 4

- ① 付加    ② 開環    ③ 縮合

- (4) 下線部 ii) に関して、平均分子量 13,000 のポリスチレンの平均重合度はいくらか。  
 整数値で記せ。

[2] 溶液中のイオンを別のイオンと交換するはたらきをもつ合成樹脂をイオン交換樹脂という。スチレンに少量の iii)  $p$ -ジビニルベンゼン を加えて共重合させると、ポリスチレン鎖が  $p$ -ジビニルベンゼンによって架橋され、立体網目構造の高分子ができる。この高分子のベンゼン環に酸性または塩基性の官能基を導入するとイオン交換樹脂が得られる。このうち、iv)  $-\text{SO}_3\text{H}$  などの酸性の官能基を導入したものを  イオン交換樹脂といい、 $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$  などの塩基性の官能基を導入したものを  イオン交換樹脂という。

イオン交換樹脂と  イオン交換樹脂を混合してカラム（筒状の容器）に詰め、上から塩類を含んだ水溶液を流すと、下からは塩類を含まない純水（脱イオン水）が得られる。例えば、v) カラムの上から硫酸カルシウムの水溶液を流すと、下部から純水が取り出せる。

- (5) 下線部 iii) の化合物の構造式を記せ。
- (6) 下線部 iv) の官能基の名称を記せ。
- (7)  および  にあてはまる適切な語句を記せ。
- (8) 下線部 v) で、硫酸カルシウム水溶液から純水が得られる原理を、交換するイオンを示して述べよ。
- (9) 0.20 mol/L の硫酸カルシウム水溶液 20 mL を、 $-\text{SO}_3\text{H}$  基を導入したイオン交換樹脂を詰めたカラムの上から流した後、純水でカラムを十分に洗い流した。流出液をすべて集め、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定した。中和に要した水酸化ナトリウム水溶液は何 mL か。有効数字 2 桁で記せ。

例 1

