

国際環境工学部 化学

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に6ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要があれば、次の原子量、数値を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, S : 32.1, Cl : 35.5, Fe : 55.9

第1問 (化学, 配点 100 点)

問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

元素を の順に並べると、性質のよく似た元素が周期的に現れる。この規則性に基づいて元素を配列した表を元素の という。この表において、Hを除く1族元素を , BeとMgを除く2族元素を , 17族元素を , 18族元素を という。典型元素では原子の価電子の数が周期的に変化するために、周期表の縦の列に並んだ元素どうしの性質が似ていることがわかる。例えば、

と同じ 中の同じ周期で比較すると、1族元素であるLiでは最外殻電子は 殻に 個存在し、18族元素であるNeでは 殻に 個存在する。そして、同じ18族元素であるArでは最外殻電子は 殻に 個存在する。

原子の間での最外殻電子の受け渡しの方法により、様々な化学結合が作られる。例えば、同じClが含まれていても、塩化ナトリウム結晶は 結合で、塩素分子は 結合で構成されている。

(1) 文中の ~ に適切な語句・数字を入れて文章を完成させよ。

(2) 塩素分子と同じ結合で構成される物質を以下から全て選び、記号で答えよ。

ア. NH_3 イ. Ti ウ. KCl エ. Na オ. HCl カ. ZnS

(3) 炭素電極を用いた塩化ナトリウム水溶液の電気分解により、工業的に水酸化ナトリウムが製造されている。塩化ナトリウム水溶液の電気分解において、陽極および陰極で起こる反応をそれぞれ e^- を用いたイオンを含む反応式で答えよ。

問2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

Al^{3+} , Ag^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ , Zn^{2+} を混合した水溶液を以下の手順で操作した。

- (i) 水溶液に希塩酸を加え、生じた白色沈殿をろ過した。
- (ii) ろ液に過剰量のアンモニア水を加えて生じた沈殿をろ過した。
- (iii) ろ液に硫化水素を通じて生じた白色沈殿をろ過した。
- (iv) ろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えて生じた沈殿をろ過した。

- (1) (i) で生じた沈殿の化学式を答えよ。
- (2) (ii) で生じた沈殿を過剰量の水酸化ナトリウム水溶液中に加えた。このときに溶解せずに残っている沈殿の化学式を答えよ。
- (3) 最終的に得られたろ液中に含まれるイオンを答えよ。複数のイオンが存在する場合は、全てのイオンを答えること。
- (4) (iv) で生じた沈殿を高温で熱分解させると、気体と白色の固体が発生する。この熱分解反応を化学反応式で答えよ。

問3 硫酸鉄(II)七水和物($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)を水に溶かして100 mLとした。この水溶液から10.0 mLをとり、空気に触れさせることなく0.0100 mol/Lの過マンガン酸カリウム(KMnO_4)の硫酸酸性水溶液で滴定したところ、20.0 mL滴下したところで溶液が赤紫色になった。このとき、水に溶かした硫酸鉄(II)七水和物の質量[g]を求めよ。なお、解答は途中の計算過程を示し、有効数字2桁で答えよ。

第2問 (化学, 配点 100 点)

次の文章を読み, 問1~問5に答えよ。数値で解答する場合は, 有効数字2桁で答えよ。

化学反応の速さは, 単位時間あたりの反応物の減少量または生成物の増加量で表される。これを反応速度 v といい, 式(1)で表される。

$$v = \text{反応物 (または生成物) の濃度の変化} \div \text{反応時間} \quad \dots\dots (1)$$

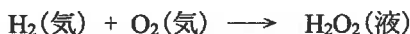
ここで, 1.00 mol/Lの過酸化水素水 100 mL に少量の酸化マンガン(IV)を加え, 20°Cに保ちながら発生する酸素を捕集し続けたところ, 捕集容器内の酸素の物質質量 [mol]は下表に示すようになった。ただし, 全実験時間を通して, 液量の変化は無視できるものとし, 発生した酸素はすべて捕集されたものとする。

反応時間 [min]	0	1.0	2.0
捕集された酸素 [mol]	0	0.010	0.018

この過酸化水素の分解反応の反応速度定数を k と表すとき, 分解反応の反応速度 v [mol/(L·min)]は, 式(2)で表されることが分かった。

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2] \quad \dots\dots(2)$$

問1 H_2O_2 (液)の生成熱 [kJ/mol]を求めよ。 H_2O_2 (液)の生成反応は, 以下のように表される。



ここで, 分子の添字(気)は気体状態, (液)は液体状態を表している。

ただし, H-H, O-H, O=O, O-O の結合エネルギーはそれぞれ440 kJ/mol, 460 kJ/mol, 500 kJ/mol, 140 kJ/mol とし, H_2O_2 (液)の蒸発熱は52 kJ/mol とする。

問2 H_2O_2 (液)の分解反応の反応熱 [kJ/mol]を求めよ。 H_2O_2 (液)の分解反応は, 以下のように表される。

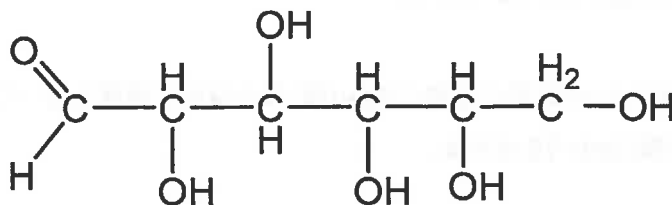


ただし、 H_2O (気)の生成熱は 240 kJ/mol 、 H_2O (液)の蒸発熱は 44 kJ/mol とする。

- 問3** 時間 $0 \sim 1.0 \text{ min}$ および $1.0 \sim 2.0 \text{ min}$ における平均の H_2O_2 (液)の分解反応速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})]$ をそれぞれ求めよ。
- 問4** 問3で求めた2つの区間の平均の H_2O_2 (液)の分解反応速度を用いて、式(2)の反応速度定数 $k [\text{min}^{-1}]$ を求めよ。
- 問5** 物質Aと物質Bが反応し、物質Cが生成する化学反応について、Aの濃度 $[\text{A}]$ と Bの濃度 $[\text{B}]$ をそれぞれ $\frac{1}{2}$ にすると反応速度は $\frac{1}{8}$ になり、 $[\text{A}]$ のみを2倍にすると反応速度は2倍になった。この反応の反応速度 v の式を反応速度定数 k 、 $[\text{A}]$ 、 $[\text{B}]$ を用いて答えよ。

第3問 (化学, 配点 100 点)

以下の問1～問3に答えよ。ただし、構造式は下の記入例にならって簡略に示すこと。



構造式の記入例

問1 ベンゼンの水素原子1つを次の①～⑦の原子団で置換した化合物の中から、下のア～オに該当する化合物の名称を答えよ。

- ① $-\text{CH}_3$ ② $-\text{OH}$ ③ $-\text{NO}_2$ ④ $-\text{NH}_2$
⑤ $-\text{COOH}$ ⑥ $-\text{SO}_3\text{H}$ ⑦ $-\text{CH}=\text{CH}_2$

ア 水溶液は弱酸性で、塩化鉄(Ⅲ)水溶液により紫色を呈する。

イ 水溶液は弱塩基性で、さらし粉水溶液により赤紫色を呈する。

ウ 水より重い油状の液体で、有毒であり、水にも酸や塩基の水溶液にも不溶である。

エ 昇華性のある無色の結晶で、水にわずかに溶けて弱酸性を示す。

オ 付加反応により、臭素水を脱色する。

問2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

- (1) 問1の①～⑦の原子団の1つを有し、ベンゼンに濃硫酸を加え、加熱することで得られる化合物の名称を答えよ。この化合物は、水によく溶け、水溶液は強酸性を示す。

- (2) (1)の生成物を高温で水酸化ナトリウム固体と反応（アルカリ融解）させた後、水に溶かした水溶液に二酸化炭素を通じることで生成される化合物の名称を答えよ。（補足：アルカリ融解とは、NaOHのような強塩基の固体と混合して融解する操作をいう）
- (3) (2)の下線の反応を化学反応式で答えよ。
- (4) (3)の生成物と無水酢酸との反応を化学反応式で表し、生成物の名称を答えよ。

問3 問1のウの化合物を生成するためにベンゼン7.80 gを用いた。何gのウの化合物が生成するかを有効数字2桁で、計算過程を示しながら答えよ。ただし、ベンゼンの70.0%が反応するものとする。

2022（令和4）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

エネルギー循環化学科 ・ 機械システム工学科

情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

問題訂正

➤ 科目名：【化学】

第2問 問3 4ページ 上から2行目 および
問4 4ページ 上から4行目

（誤）・・・平均の H_2O_2 （液）の分解反応速度・・・

↓

（正）・・・ H_2O_2 （液）の分解反応の平均反応速度・・・

第3問 問2 (4) 6ページ 上から6行目

（誤）(4) (3)の生成物と無水酢酸との反応を化学反応式で表し、生成物の名称を答えよ。

↓

（正）(4) (3)の生成物のうちの芳香族化合物と無水酢酸との反応を化学反応式で表し、生成する芳香族化合物の名称を答えよ。