

## 後 期 日 程

令和 6 年度入学試験問題（後期日程）

## 化 学

（ 理 工 学 部 ）

## ————— 解 答 上 の 注 意 事 項 —————

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で8ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は①から④まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 計算問題においては、計算式も記述しなさい。
6. 計算問題を解答する場合には、有効数字に注意し、必要があれば四捨五入しなさい。
7. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
8. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

令和6年度入学試験  
問題訂正

○後期日程

○科目名 化学

訂正箇所	2 ページ <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">1</span> (3)
誤	(3) $w_1 = 108.50 \text{ g}$ , $w_2 = 109.06 \text{ g}$ , $T = 367 \text{ K}$ , $P = 1.000 \times 10^5 \text{ Pa}$ , $V = 210.0 \text{ mL}$ のとき, シクロヘキサンの分子量 $M$ を整数 値で答えなさい。
正	(3) $w_1 = 108.50 \text{ g}$ , $w_2 = 109.06 \text{ g}$ , $T = 367 \text{ K}$ , $P = 1.000 \times 10^5 \text{ Pa}$ , $V = 210.0 \text{ mL}$ であった。これらの値から得られるシクロヘ キサンの分子量 $M$ を整数値で答えなさい。

## 化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H      1.0

C      12

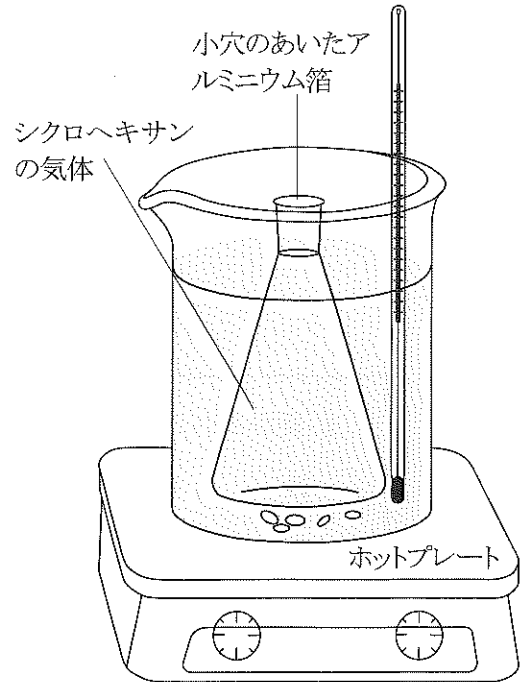
O      16

気体定数                       $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

- 1 気体の分子量を測定する実験に関する以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算過程も書きなさい。なお、気体のシクロヘキサンの圧力、体積、温度、物質量の関係は理想気体の状態方程式に従うものとし、蒸気圧の影響は無視できるものとする。

実験

- (a) 乾いた三角フラスコの質量を量ったところ、 $w_1$  [g]であった。
- (b) シクロヘキサン約 3 mL を三角フラスコに入れ、三角フラスコの口を小穴の開いたアルミニウム箔で包んで閉じた。
- (c) 三角フラスコをビーカー内に固定し、フラスコの首まで浸すように水を入れた。
- (d) ビーカーに沸騰石を入れてホットプレートで穏やかに加熱し、三角フラスコ内のシクロヘキサンを完全に蒸発させた。このときの温度と大気圧はそれぞれ  $T$  [K]と  $P$  [Pa]であった。
- (e) 三角フラスコを取り出し、室温まで冷やしてアルミニウム箔を取った。次に、三角フラスコの外側についている水をふき取り、容器ごと質量を量ったところ  $w_2$  [g]であった。
- (f) 三角フラスコ内のシクロヘキサンを回収したのち、その三角フラスコに水を満たした。次に、その水の体積をメスシリンダーを用いてはかったところ  $V$  [L]であった。



- (1) (d)において、安全面からどのような点に気を付ける必要があるか、2 つ答えなさい。
- (2) 気体定数  $R$  [単位は  $\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ] と  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $T$ ,  $P$ ,  $V$  を用いて、シクロヘキサンの分子量  $M$  を求める式を答えなさい。
- (3)  $w_1 = 108.50$  g,  $w_2 = 109.06$  g,  $T = 367$  K,  $P = 1.000 \times 10^5$  Pa,  $V = 210.0$  mL のとき、シクロヘキサンの分子量  $M$  を整数値で答えなさい。

- (4) (d)において、加熱が不十分でシクロヘキサンの気体が完全には蒸発しなかった場合、分子量の実験値はどのように変化すると予想されるかを答えなさい。また、その理由を簡単に説明しなさい。
- (5) (e)において、室温まで冷やす前にアルミニウム箔を取り外してしまった場合、分子量の実験値はどのように変化すると予想されるかを答えなさい。また、その理由を簡単に説明しなさい。

2 銅の単体とその化合物に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

銅は周期表の **ア** 族に属する遷移元素である。銅の単体は①(硬い・軟らかい) 金属であり、**イ** 伝導性や **ウ** 伝導性が大きいため、電線や調理器具など広く利用されている。銅はさまざまな合金の材料としても使われており、**エ** との合金は黄銅、**オ** との合金は青銅という。

銅はイオン化傾向が水素より②(大きく・小さく)、塩酸や希硫酸などには溶けないうが、熱濃硫酸のように強い **カ** 力をもつ酸には溶ける。③銅を熱濃硫酸に溶かすと、硫酸銅(Ⅱ)を生成する。

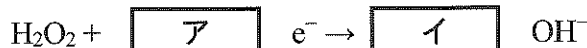
硫酸銅(Ⅱ)の水溶液に水酸化ナトリウムの水溶液を加えると、**キ** の青白色沈殿を生じる。④この青白色沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、錯イオンを生じて深青色の溶液となる。**ク** の沈殿を含む水溶液を加熱すると、黒色の **ク** を生成する。

- (1) 上記の文章中の **ア** ~ **ク** にあてはまる適切な語句、数値、化学式を答えなさい。
- (2) 下線部①および②について、括弧内の語句のうち正しいものを答えなさい。
- (3) 白金、ニッケル、銀、鉄、金のうち、銅よりもイオン化傾向が小さい金属をすべて答えなさい。
- (4) 下線部③の化学反応式を書きなさい。
- (5) 銅を硝酸に溶かすと硝酸銅(Ⅱ)を生成する。このときの化学反応式を、濃硝酸を用いた場合 (A) と希硝酸を用いた場合 (B) に分けて書きなさい。
- (6) 下線部④の化学反応式を書きなさい。

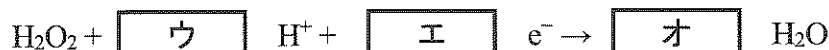
(7) 下線部④の化学反応において、生成する錯イオンの立体構造（形）を図示しなさい。

3 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算過程も書きなさい。

過酸化水素は酸化剤としてはたらくこともあれば、還元剤としてはたらくこともある。過酸化水素が酸化剤としてはたらくときのイオン反応式は、



であり、酸性溶液中では、



と表される。

一方、過マンガン酸イオンなどの強い酸化剤に対しては還元剤としてはたらく、このときのイオン反応式は、



となる。この性質を利用して、消毒液に含まれる過酸化水素の濃度を決定するために、次のような実験を行った。

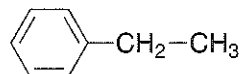
- (a) 消毒液10.0 mLを  $\boxed{\text{ケ}}$  で正確にはかりとり、 $\boxed{\text{コ}}$  に入れ、蒸留水を加えて正確に100.0 mLに希釈し、よく振り混ぜた。
  - (b) 0.0200 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を  $\boxed{\text{サ}}$  に入れ、目盛りを読み取った。
  - (c) 操作(a)で消毒液を希釈した水溶液10.0 mLを  $\boxed{\text{ケ}}$  で正確にはかりとり、コニカルビーカーに入れた。
  - (d) コニカルビーカーの中の水溶液に少量の硫酸を加えた。
  - (e) 0.0200 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を、コニカルビーカーの中の水溶液10.0 mLに滴下した。
  - (f) コニカルビーカーの中の水溶液が無色から薄い  $\boxed{\text{シ}}$  色に変化したので、滴下を終了し、 $\boxed{\text{サ}}$  の目盛りを読み取った。
- (1)  $\boxed{\text{ア}}$  ~  $\boxed{\text{ク}}$  にあてはまる係数を答えなさい。ただし、係数が1のときは、1と答えなさい。



- (2)  ～  にあてはまる最も適切な器具を答えなさい。
- (3)  にあてはまる最も適切な色を a ～ f から選びなさい。  
a. 黒    b. 白    c. 黄    d. 黒緑    e. 赤紫    f. 青紫
- (4) 過マンガン酸イオンを酸性条件で還元すると、マンガン(II)イオンと水が生成する。酸性条件における過マンガン酸イオンの還元を電子 $e^-$ を含むイオン反応式で書きなさい。
- (5) 操作(d)において、加える酸として塩酸と硝酸が適切でない理由を答えなさい。
- (6) ①過酸化水素の酸素原子の酸化数と②過マンガン酸カリウムのマンガン原子の酸化数をそれぞれ答えなさい。
- (7) 操作(f)において、滴下量は17.76 mLであった。このとき、過マンガン酸カリウムと過酸化水素が過不足なく反応したと仮定して、この実験で使用した消毒液に含まれる過酸化水素のモル濃度を有効数字3桁で答えなさい。

- 4 次の文章を読んで下記の問いに答えなさい。なお、構造式は例にならって示しなさい。ただし、計算においては、計算過程も書きなさい。

(構造式の例)



ベンゼン環を含む炭素、水素、酸素からなるエステルA (分子量136) がある。このエステルAを68 mgとり、完全燃焼させたところ、二酸化炭素176 mgと水36 mgが得られた。

- (1) エステルAの組成式および分子式を求めなさい。
- (2) エステルAと考えられる構造式6個を書きなさい。
- (3) 硫酸を触媒として、エステルAに水を加えて加熱したところ、化合物BとCが得られた。アンモニア性硝酸銀水溶液に化合物BまたはCを加えて加熱しても銀鏡反応は示さなかった。室温で、化合物Cの水溶液に臭素水を十分に加えると、白色沈殿Dが生じた。化合物B, C, Dの構造式を書きなさい。
- (4) 前問 (3) の反応の結果から決定されるエステルAの構造式を書きなさい。
- (5) ベンゼンを原料とする化合物Cの工業的製法を示す反応経路を、構造式を用いて示しなさい。