

解答に際して

I ~ **VI** の解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

I

問1～問7に答えなさい。【配点38】

問1 周期表第3周期の元素のうち、次の(1)、(2)にあてはまる元素を元素記号で答えなさい。

- (1) 1価の陽イオンに最もなりやすい元素。
- (2) 単体の結晶は半導体の性質を示し、コンピュータのIC(集積回路)などに用いられている元素。

問2 (1)～(3)に答えなさい。

- (1) 窒素原子のL殻に収容されている電子の数を答えなさい。
- (2) アンモニア分子はアンモニウムイオンとなる際、窒素原子のもつ非共有電子対を水素イオンに提供して結合をつくる。このように電子対が一方の原子だけから提供されたとみなせる共有結合を特に何というか。
- (3) アンモニウムイオンに最も近い分子の形を持つ化合物を①～④から選び、番号で答えなさい。

① 二酸化炭素

② アンモニア

③ メタン

④ オキシニウムイオン

問3 次の文章を読み、(1)、(2)に答えなさい。

単体の金属が水溶液中で陽イオンになろうとする性質を金属の といい、水、空気、酸などに対する金属の反応性の違いに深く関連している。また、2種類の金属を電極として電池を組み立てたとき、 の小さい金属が 極となる。

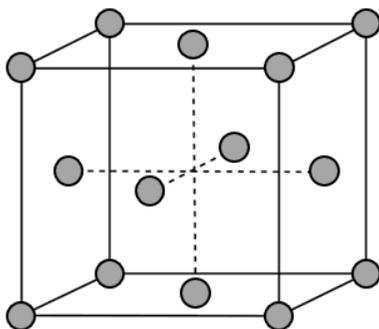
(1) , に適切な語句を入れなさい。

(2) 常温で水と激しく反応する金属を①～⑥からすべて選び、番号で答えなさい。

① Fe ② Ca ③ K ④ Al ⑤ Mg ⑥ Ag

問4 次の文章中の ～ に適切な語句あるいは数値(整数)を入れなさい。

単体の銅やアルミニウムの結晶構造は、図のような 立方格子をとり、その配位数は となる。一方、原子の配列に空間的な規則性がない固体物質を という。 の代表的な物質にガラスがある。



問5 次の文章を読み、(1)～(3)に答えなさい。

硫酸は工業的には、硫黄の燃焼で得られる二酸化硫黄を、を用いて空気中の酸素と反応させとし、次にこれを濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とした後、希硫酸と混合して製造される。このような工業的製造法を法という。

(1) にあてはまる触媒として適切なものを①～④から1つ選び、番号で答えなさい。

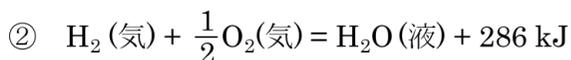
- ① Ni ② Pt ③ V_2O_5 ④ Fe_3O_4

(2) に化学式、に適切な語句を入れなさい。

(3) 濃硫酸の性質や取り扱いについて正しいものを①～⑤から2つ選び、番号で答えなさい。

- ① 無色で密度が大きく、粘性の大きい液体である。
② 沸点が低く、揮発性の酸である。
③ 熱濃硫酸は酸化作用をもち、銅や水銀と反応して水素を発生する。
④ 水への溶解熱が大きいため、希釈時は濃硫酸に水を加える。
⑤ 皮膚に付着した場合、直ちに大量の水で洗い除去する。

問6 プロパンと水素の混合気体を完全燃焼させたところ、水 6.12 g と標準状態 (0°C, 1.013×10^5 Pa) で 4.032 L の二酸化炭素を生じた。①, ②の熱化学方程式を用い、(1) ~ (3) に答えなさい。ただし、原子量を H = 1.0, O = 16 とし、標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。



mol] を求め、有効数字 2 桁で答えなさい。

(2) 混合気体中の水素の物質質量 [mol] を求め、有効数字 2 桁で答えなさい。

(3) この燃焼で生じた熱量 [kJ] を求め、整数で答えなさい。

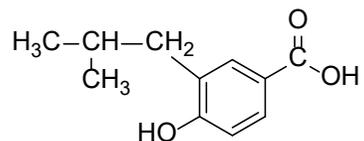
問7 (1)～(3)に答えなさい。なお、鏡像異性体は考慮しなくて良い。また、構造式は例にしたがって書きなさい。

(1) 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物の構造異性体の数を答えなさい。

(2) 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物のうち、単体のナトリウムと反応して水素を発生する化合物の構造異性体の数を答えなさい。

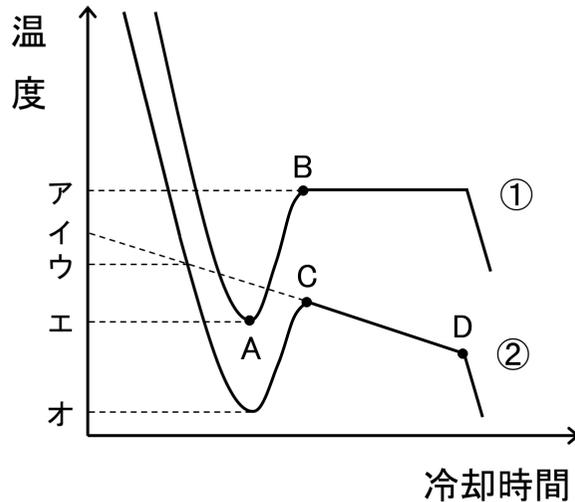
(3) 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物のうち、酸化反応によりアルデヒドが得られる化合物の構造式をすべて書きなさい。

(例)



II

下図で示す曲線①、②は、大気圧下で純水あるいはショ糖（スクロース）水溶液を冷却したときの冷却時間と温度の関係を示した冷却曲線である。問に答えなさい。【配点 12】



- 問 2 ショ糖水溶液の凝固点は、図中の**ア**～**オ**のどの温度か。記号で答えなさい。
- 問 3 凝固点以下になっても凝固しない状態を何というか。答えなさい。
- 問 4 冷却曲線①において、**AB**間で温度が上昇する理由を簡潔に答えなさい。
- 問 5 冷却曲線②において、**CD**間で温度が下がり続ける理由を簡潔に答えなさい。
- 問 6 ショ糖（分子量 342）6.84 g を純水 250 g に溶解した。この水溶液の凝固点 [°C] を求め、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、水のモル凝固点降下を $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。

Ⅲ

食酢中の酢酸の濃度を測定するために、次の**滴定1, 2**を行った。問に答えなさい。ただし、強酸、強塩基は水溶液中で完全に電離するものとし、食酢には酸として酢酸のみが含まれているものとする。【配点10】

滴定1

シュウ酸二水和物の結晶 6.30 g を純水に溶解し、①メスフラスコを用いて全量 500 mL とした。このシュウ酸水溶液 10.0 mL を②ホールピペットで③コニカルビーカーに量りとり、指示薬を加えた。ここへ④ビュレットを用いて濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、滴定終点までに要した水酸化ナトリウム水溶液は 12.50 mL であった。

滴定2

食酢 10.0 mL を純水で希釈し、メスフラスコを用いて全量 100 mL とした。希釈した食酢 10.0 mL をホールピペットでコニカルビーカーに量りとり、指示薬を加えた。ここへ**滴定1**で用いた水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、滴定終点までに要した水酸化ナトリウム水溶液は 4.00 mL であった。

問1 下線部①～④のガラス器具のうち、純水で濡れたまま用いてもかまわないものをすべて選び、番号で答えなさい。

問2 **滴定1, 2**で用いた指示薬は同じものである。用いた指示薬として適切なものを(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。ただしカッコ内は変色域のpH 範囲を示す。

- (ア) メチルオレンジ (3.1～4.4) (イ) ブロモチモールブルー (6.0～7.6)
(ウ) メチルレッド (4.2～6.2) (エ) フェノールフタレイン (8.0～9.8)

問3 滴定1の結果から水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕を求め、有効数字2桁で答えなさい。ただし、シュウ酸二水和物(COOH)₂・2H₂Oの式量を126.0とする。

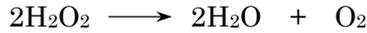
問4 滴定2の結果から希釈後の食酢に含まれていた酢酸のモル濃度〔mol/L〕を求め、有効数字2桁で答えなさい。

問5 希釈前の食酢のpHを求め、小数第1位まで答えなさい。ただし、酢酸の電離定数は 2.5×10^{-5} mol/Lとし、必要なら $\log_{10}2 = 0.30$ を用いなさい。

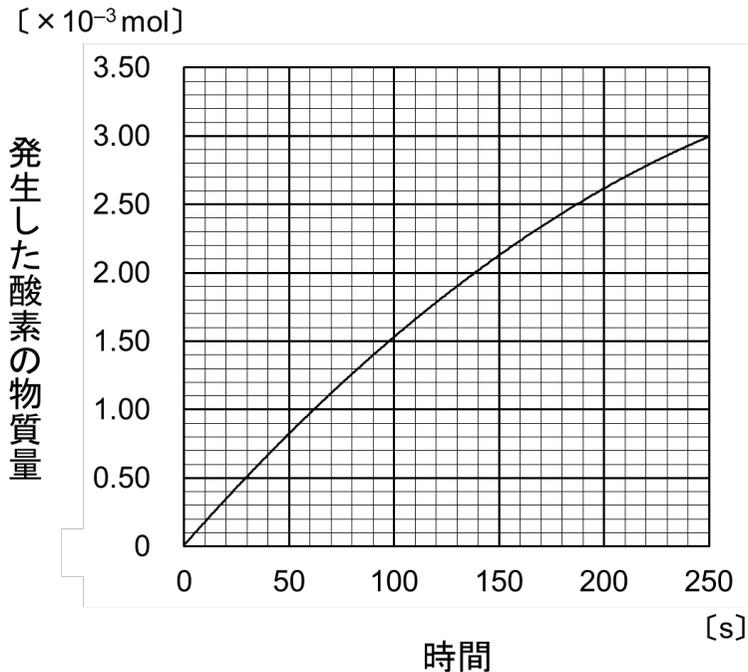
IV

次の文章を読み、問に答えなさい。ただし、塩化鉄(Ⅲ)水溶液の添加や過酸化水素の分解にともなう水溶液の体積変化、および酸素の水への溶解は無視できるものとする。【配点 12】

9.5×10^{-1} mol/L 過酸化水素水 10.0 mL に少量の塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加え、反応温度を一定に保ち、以下の分解反応により発生した酸素をすべて捕集した。



反応開始からある時間までに発生した酸素の物質量の総量は下図のようになった。



130 秒までの間に分解した H_2O_2 の物質量は ア mol なので、開始 130 秒後における H_2O_2 のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ は 5.7×10^{-1} mol/L となる。同様に、開始 210 秒後における $[\text{H}_2\text{O}_2]$ は イ mol/L となる。よって、開始 130 秒後から 210 秒後までの間における $[\text{H}_2\text{O}_2]$ の変化量の絶対値は ウ mol/L となり、 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ の平均濃度は エ mol/L となる。これらの数値を用いることで、 H_2O_2 の平均分解速度や速度定数を求めることができる。

問1 ～ に適切な数値を有効数字2桁で入れなさい。

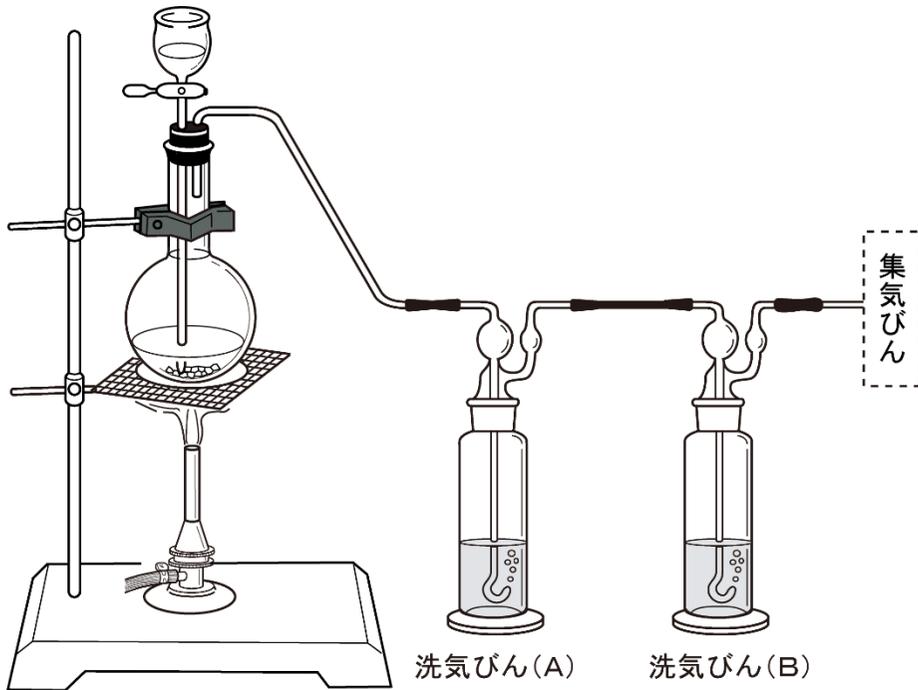
問2 130～210 秒における H_2O_2 の平均分解速度 v [$\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$] を求め、有効数字2桁で答えなさい。

問3 H_2O_2 の平均分解速度 v は、 $v = kC$ にしたがう。ただし、 k は速度定数、 C は H_2O_2 の平均濃度である。130～210 秒における H_2O_2 の平均分解速度と平均濃度より速度定数 k [$1/\text{s}$] を求め、有効数字2桁で答えなさい。

V

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 12】

実験室で塩素を発生させるために、図に示す装置を用いフラスコに酸化マンガン(IV)を入れ、濃塩酸を滴下して加熱した。発生した気体を洗気びん(A)に通し、次いで洗気びん(B)に通した後に、集気びんの中に捕集した。



問 1 塩素発生時に反応容器中で進行する反応を化学反応式で示しなさい。

問 2 洗気びん(A)には蒸留水が入れてある。この蒸留水の役割を具体的に述べなさい。

問 3 洗気びん(B)に入れるべき試薬はどれか。①～⑤から最も適切なものを選び、番号で答えなさい。

- | | | |
|-------|-------|---------------|
| ① 濃硝酸 | ② 濃塩酸 | ③ 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ④ 濃硫酸 | ⑤ 蒸留水 | |

問4 塩素の捕集方法として最も適切なものはどれか。①～③から選び、番号で答えなさい。

- ① 上方置換 ② 下方置換 ③ 水上置換

問5 塩素は水に少し溶け、溶けた塩素の一部が水と反応する。このときの反応を化学反応式で示しなさい。

問6 集気びん内の塩素に水で濡らした試験紙を差し入れたときに生じる変化として適切なものを①～⑤からすべて選び、番号で答えなさい。

- ① 赤色リトマス試験紙は、はじめ青色になりやがて白色に変化する。
② 青色リトマス試験紙は、はじめ赤色になりやがて白色に変化する。
③ 赤色リトマス試験紙、青色リトマス試験紙ともに、はじめは変色しないがやがて白色に変化する。
④ ヨウ化カリウムデンプン試験紙は青紫色に変化する。
⑤ ヨウ化カリウムデンプン試験紙の色は変化しない。

VI

アニリン、サリチル酸、ニトロベンゼンをジエチルエーテルに溶解させた混合溶液がある。各成分を分離するために、図 1 に概要を示す操作 A, B, C を行った。問に答えなさい。ただし分離は完全に行われるものとし、構造式は例にしたがって書きなさい。【配点 16】

操作 A 分液漏斗に混合溶液と塩酸を加えてよく振って混合したあと、水層 1 とエーテル層 1 に分離した。

操作 B 空にした分液漏斗にエーテル層 1 と炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく振って混合したあと、水層 2 とエーテル層 2 に分離した。

操作 C 空にした分液漏斗にエーテル層 2 と水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振って混合したあと、水層 3 とエーテル層 3 に分離した。

