

全問をとおして、必要があれば次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5, Ca = 40, Br = 80

1 以下の問いに答えよ。

- (1) 1.0 mol/L の塩酸を 500 mL 調製するのに必要な濃塩酸(密度 1.17 g/cm^3 , 質量パーセント濃度 34.7%)の体積は何 mL か。有効数字 2 桁で答えること。
- (2) 1.00 L の水に 7.20 g の尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ を溶かした溶液がある。これと同じ凝固点降下を起こす塩化カルシウムの水溶液を作るために、水 1.00 L に溶かす塩化カルシウムの質量は何 g か。有効数字 3 桁で答えること。
- (3) 共通の一般式で表され、性質のよく似た一群の有機化合物を何というか。
- (4) 赤紫色の硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液に通じると退色させる化合物は、次のうちにいくつあるか答えよ。
アセチレン, エチレン, ジメチルエーテル, プロペン, ホルムアルデヒド, メタン
- (5) アルケン A に臭素を付加させたところ、アルケン A の 3.86 倍の分子量をもつ生成物が得られた。アルケン A の考えられる異性体の種類の数を答えよ。

2 五酸化二窒素は以下の(ア)~(ウ)の過程をとおして、二酸化窒素へと分解される。また、五酸化二窒素の初濃度が 0.30 mol/L 、反応温度 300 K のとき、反応初期の五酸化二窒素の分解速度 v は、 $4.2 \times 10^{-5} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$ であった。以下の問いに答えよ。なお、数値を問う設問に関しては有効数字 2 桁で解答せよ。

- (ア) $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$
- (イ) $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2$
- (ウ) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{NO} \rightarrow 3 \text{NO}_2$

- (1) 五酸化二窒素が二酸化窒素へと分解される全体の化学反応式を書け。
- (2) (1)のように 2 つ以上の過程からなる化学反応を何と言うか。
- (3) (ア)~(ウ)の反応では、(ア)が律速段階である。反応速度定数を k として、五酸化二窒素の分解反応の反応速度式を書け。
- (4) 反応速度定数 k はいくらか。
- (5) $[\text{N}_2\text{O}_5] = 0.60 \text{ mol/L}$ のとき、五酸化二窒素の分解速度を答えよ。
- (6) 五酸化二窒素が十分存在する反応系に少量の一酸化窒素を加えた。この際の五酸化二窒素の分解速度の変化について適切な説明文を以下の選択肢から選び、その理由を説明せよ。

① 徐々に小さくなる	② はじめは大きく、急激に小さくなる
③ はじめは小さく、急激に大きくなる	④ 常に一定
- (7) 容積 1.0 L の容器に五酸化二窒素を 2.4 mol, 一酸化窒素を 0.70 mol 加えて反応を完結させたところ、二酸化窒素が 5.5 mol 生じた。この反応後の容器内における酸素のモル濃度を答えよ。
- (8) 五酸化二窒素の分解反応は反応温度が 10 K 上昇すると反応速度が 3 倍になる。下線部の反応温度を 330 K にしたときの反応速度 v を答えよ。
- (9) 反応速度を大きくする別の方法として、触媒の使用が挙げられる。触媒が反応速度を上げる理由を簡潔に述べよ。

化 学 (全2の2)

3 硫黄は周期表の 16 族に属する元素の一つであり、水素あるいは酸素と化合物を作る。硫化水素は硫化鉄(II)に希塩酸を加えると生じる。硫化水素を銅(II)イオンと亜鉛(II)イオンを含む pH 2 の水溶液に通すと(ア)だけを沈殿させることができる。二酸化硫黄は硫黄を燃焼させると得られる。二酸化硫黄の分子は、水に溶けると(イ)を生じ、弱い酸性を示す。二酸化硫黄を酸化して三酸化硫黄とし、これを水と反応させると硫酸になる。硫酸は濃度や温度によって異なる反応性を示す。例えば、希硫酸は銅を溶かすことはできないが、熱せられた濃硫酸には強い(ウ)作用があるため銅を溶かすことができる。またショ糖に濃硫酸を加えると濃硫酸の(エ)作用により炭化する。濃硫酸は(オ)性であるため、塩化ナトリウムと混合して加熱すると塩化水素が発生する。濃硫酸を水に溶かすと、多量の(カ)熱を発生して希硫酸となる。以下の問いに答えよ。

- (1) (ア)~(カ)にあてはまる最も適切な語句を答えよ。
- (2) 文章中に含まれる物質において硫黄原子がとる酸化数をすべて書け。符号をつけた算用数字で答えること。
- (3) 下線部(a), (c)の化学反応式を書け。
- (4) 下線部(b)の理由を簡潔に説明せよ。

4 スクロースを希硫酸と加熱すると、単糖の間のエーテル結合である(A)結合が加水分解されて、グルコースと(B)が 1 : 1 の質量比で生成する。また、デンプンの成分であるアミロースにアミラーゼを作用させると、二糖の(C)が生成する。これをさらに別の酵素や希硫酸で加水分解するとグルコースが得られる。グルコースは水溶液中で 2 種類の環状構造と 1 種類の鎖状構造が平衡状態で存在する。グルコースの鎖状構造には(D)基があるため、その水溶液には還元性があり、溶液 X に加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。また、グルコースをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、銀が析出する。一方、植物がグルコースのみから合成する多糖の(E)は細胞壁の主成分であり、アミラーゼによる加水分解を受けず、ヨウ素デンプン反応を示さない。以下の問いに答えよ。

- (1) (A)~(E)にあてはまる最も適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(a)の反応について、溶液 X は硫酸銅(II)と酒石酸のナトリウムカリウム塩、水酸化ナトリウムの混合水溶液である。この反応で生じる赤色沈殿の組成式を答えよ。
- (3) 下線部(b)について、水溶液が同様の反応を示さないものを(ア)~(オ)の中から 1 つ選び記号で答えよ。
 (ア) ガラクトース (イ) スクロース (ウ) フルクトース (エ) マルトース (オ) ラクトース
- (4) アミロースとアミロペクチンの構造上の違いについて簡潔に説明せよ。
- (5) 重合度 n のアミロースが完全に燃焼する反応の化学反応式を、組成式を用いて答えよ。
- (6) アミロース 0.81 g を完全燃焼させるとき、生成する水の質量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。