

化 学

注 意

1. 問題は全部で5ページである。
2. 解答用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。
5. **I** の答はマーク・シート解答用紙に記入し、**II**、**III** の答は記述式解答用紙に記入すること。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。

マーク・シート記入上の注意

1. **HB**の黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> 0
---	----------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

I 次の問1，問2の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。

問1 以下の文を読み，下線①から下線③の数値を有効数字2桁で求め，

から にあてはまる最も適切な数値を，同じ番号の解答欄にマークせよ。ただし，気体はすべて理想気体とする。原子量はそれぞれ H 1.0，C 12.0，O 16.0 とする。

メタノールとエタノールの混合物 A を十分な量のナトリウムの単体と完全に反応させた。発生した気体の体積を測定すると標準状態で 78.4 L であった。一方，同量の混合物 A を完全燃焼させるために必要な酸素の物質^①量は . × 10 mol であり，発生する熱量は 8940 kJ であった。完全燃焼で得られた二酸化炭素と水の物質質量比(CO₂の物質質量/H₂Oの物質質量)は 0.65 であった。

また，二酸化炭素(気体)，水(液体)，メタノール(液体)の生成熱がそれぞれ 394 kJ/mol，286 kJ/mol，239 kJ/mol であることを利用すると，メタノール(液体)の燃焼熱^②は . × 10 kJ/mol となる。上記の実験結果とメタノール(液体)の燃焼熱から，エタノール(液体)の燃焼熱^③を求めると . × 10 kJ/mol となる。

問 2 以下の文を読み、下線①から下線⑤の数値を有効数字2桁で求め、
 [1] から [15] にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答
 欄にマークせよ。 $\log_e 2 = 0.693$ とする。

ある化合物 A の分解反応は、 $A \rightarrow B + C$ という化学反応式で表される。
 この反応の速さは A の濃度に比例することがわかっている。この反応を一
 定の温度で行い一定時間ごとに A の濃度 [A] (mol/L) を測定したところ下表
 のような結果が得られた。

反応時間 t (min)	0	2	4	6	8
[A] (mol/L)	6.00	5.40	4.80	4.30	3.80

この結果から化合物 A の分解反応の反応速度定数を求めてみる。
 ① 反応開始後 0 分から 2 分の時間間隔における化合物 A の分解速度は
 [1] . [2] $\times 10^{-[3]}$ mol/(L·min) であり、化合物 A の平均
濃度は [4] . [5] $\times 10^{[6]}$ mol/L であることから、反応開始
後 0 分から 2 分における化合物 A の分解反応の反応速度定数は
 [7] . [8] $\times 10^{-[9]}$ /min である。同様に、反応開始後 2 分
 から 4 分、4 分から 6 分、6 分から 8 分の時間間隔における反応速度定数を
 求め、④ 反応開始後 0 分から 2 分における反応速度定数も含めた各時間間隔の
反応速度定数の平均値は、 [10] . [11] $\times 10^{-[12]}$ /min とな
 る。この結果から反応速度定数は化合物 A の濃度に関わらず、ほぼ一定の
 値になることがわかる。反応開始時の化合物 A の濃度を $[A]_0$ (mol/L)、反
 応速度定数 k (/min) としたとき、 t 分後の化合物 A の濃度 [A] (mol/L) は次
 式で表される。

$$[A] = [A]_0 e^{-kt}$$

この式を用いて、⑤ 化合物 A の濃度が反応開始時の濃度の半分になる時間
 を求めると [13] . [14] $\times 10^{[15]}$ min となる。計算に際しては、
 下線④で求めた反応速度定数 k (/min) を用いること。

Ⅱ 次の問 1, 問 2 の答を解答欄に記入せよ。

問 1 次の文を読み, 以下の設問(1)~(3)に答えよ。

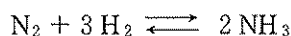
窒素 0.35 mol と水素 1.30 mol を反応容器(容積 0.50 L)に入れ触媒を加えた後, ある温度 T に保ったところ, アンモニアが生成し平衡状態に達した。このとき容器内はすべて気体であった。触媒をのぞいて反応を止め, 生成したアンモニアを 0.50 mol/L の硫酸 500 mL にすべて吸収させた。

(a) この溶液 20.0 mL を 0.40 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定し, 30.0 mL 加えたところで中和点に達した。ただし, 触媒の体積およびアンモニアの吸収による硫酸の体積変化は無視できるものとする。また溶解しているアンモニアは, すべてアンモニウムイオンとして存在し, 中和滴定の際にも遊離しないものとする。

(1) 下線(a)の硫酸にアンモニアを吸収させたときに起こる反応の反応式を記せ。

(2) 反応容器内に生成したアンモニアの物質量を求め, 有効数字 2 桁で記せ。

(3) この温度 T における窒素と水素からアンモニアを生成する反応



の平衡定数 K を求め, 有効数字 2 桁で記せ。単位も記すこと。

問 2 ある元素に関する次の文を読み、以下の設問(1)~(5)に答えよ。

この元素の単体は塩酸に気体を発生しながら溶解する。この溶液に過剰のアンモニア水を加えたところ白色の沈殿が生じた。そこに、水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、その沈殿は溶解し無色透明の溶液となった。この元素の酸化物はルビーやサファイアなどの主成分である。

- (1) 下線部(a)の反応の化学反応式を示せ。
- (2) 下線部(b)の白色の沈殿の化学式を示せ。
- (3) 下線部(c)の反応の化学反応式を示せ。
- (4) この元素の結晶は面心立方格子構造をとり、単位格子の一辺の長さは 4.05×10^{-8} cm、密度は 2.70 g/cm^3 である。この元素の原子量を求め、有効数字 3 桁で記せ。ただし、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。
- (5) この元素の単体の粉末 1.00 g を完全燃焼させたところ、30.0 kJ の熱量が発生した。この元素の燃焼熱を求め、有効数字 3 桁で記せ。

Ⅲ 以下の文を読み、設問(1)~(4)の答を解答欄に記入せよ。ただし、原子量はそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0, Cl 35.5 とする。

分子式が C_4H_8 である化合物 A~E がある。これらは構造異性体である。十分な量の A~E をそれぞれ臭素水に通じると、A, B, C では、臭素水の脱色が起こり無色になった。D, E では、いずれの場合も臭素水の脱色は起こらなかった。酸を触媒として用いて A と水の反応を行うと、生成物としては化合物 F のみが得られた。同様に B と水の反応を行うと、生成物として F と化合物 G が得られた。G は F の構造異性体であった。酸を触媒として用いて F と弱酸性の化合物 H を反応させると、炭素、水素、酸素、塩素からなる分子量 162.5 のエステルである化合物 I が得られた。元素分析による I の成分元素の質量組成は、炭素 51.7%, 水素 6.8%, 塩素 21.8% であった。触媒を用いて H と水素を反応させると、不斉炭素原子をもつ弱酸性の化合物が得られた。

- (1) 化合物 A~C の構造式を例にならって示せ。
- (2) 化合物 I の分子式を記せ。
- (3) 化合物 F~I の構造式を例にならって示せ。
- (4) 化合物 F の構造異性体のなかで、F と異なる官能基をもつ化合物の構造式をすべて例にならって示せ。

例 $CH_3-CH_2-CH_3$

