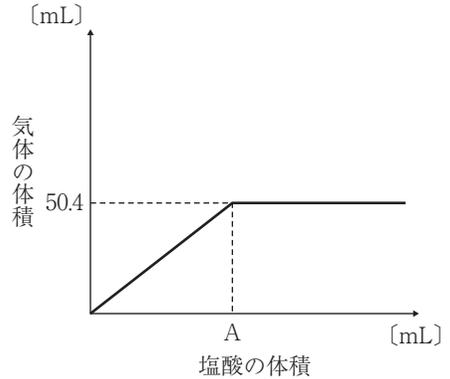


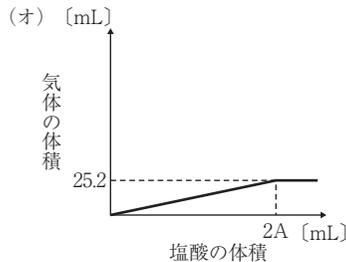
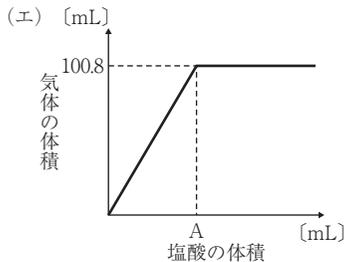
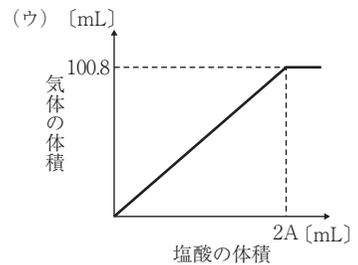
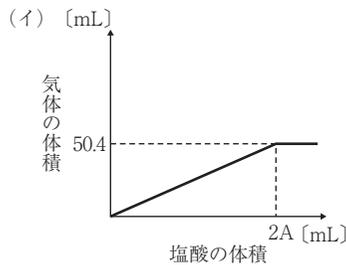
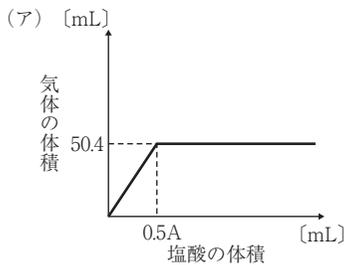
## 化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は  $H=1.00$ ,  $Cl=35.5$ ,  $Mg=24.3$  を用いよ。

ある量のマグネシウムに塩酸を加え、加えた塩酸の体積と発生した気体の  $0^{\circ}C$ ,  $1.01 \times 10^5 Pa$  (標準状態) での体積の関係を調べたところ、右のグラフが得られた。



- 1) この反応を、化学反応式で答えよ。
- 2) 発生した気体の最も適する捕集方法を、答えよ。
- 3) 加えた塩酸の質量パーセント濃度が  $5.00\%$ 、密度が  $1.02 g/cm^3$  の場合、加えた塩酸のモル濃度を、単位を付けて答えよ。
- 4) グラフ中の塩酸の体積  $A [mL]$  を答えよ。
- 5) 反応に用いたマグネシウムの質量は何  $g$  か、答えよ。
- 6) 次の ① および ② のように条件を変えたとき、塩酸の体積と発生した気体の体積の関係のグラフはどのようになるか、以下の (ア) ~ (オ) から、それぞれ選び、記号で答えよ。
  - ① マグネシウムの質量を2倍にしたとき。
  - ② 加えた塩酸のモル濃度を2分の1にしたとき。



化

2

7) 以下の物質のうち、この実験で用いた塩酸を加えても気体が発生しないものを、すべて選  
び、元素記号で答えよ。また、その理由を、簡潔に答えよ。

Cu Al Zn Ag Sn Fe

- (2) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。ただし、気体の圧力を  $P$  [Pa]、体積を  $V$  [L]、絶対温度を  $T$  [K] として表せ。

ボイル・シャルルの法則、( ① ) =  $k''$  の定数  $k''$  の値を  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5$  Pa (標準状態) における気体 1 mol の場合で求めてみる。気体のモル体積を  $v$  [L/mol] とすると、 $v$  は気体の種類によらず ( ② ) L/mol であり、 $0^\circ\text{C}$  は絶対温度で表すと ( ③ ) K なので、 $k''$  は次の式で求められる。

$$k'' = ( ④ ) = ( ⑤ ) \text{ [Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})]$$

上記の式で求められた  $k''$  の値は、気体の種類によらず一定であり、これを気体定数とよび、記号  $R$  で表される。 $n$  [mol] の気体の場合、その体積  $V$  [L] は、モル体積  $v$  [L/mol] の  $n$  倍であり、 $V = nv$  となる。したがって、 $R$  を用いた下記の「気体の状態方程式」が成立する。

$$PV = ( ⑥ )$$

この「気体の状態方程式」に厳密にしたがうと仮定した気体を理想気体という。理想気体は分子自身に ( ⑦ ) がなく、( ⑧ ) がはたらかないと仮定した気体である。実在気体でも、( ⑨ ) 温・( ⑩ ) 圧の条件では、理想気体とみなすことができる。一般に、常温・常圧付近では、その条件を満たしており、実在気体にも、「気体の状態方程式」を適用することができる。

- 1) 文章中の ( ① ) ~ ( ⑩ ) に最も適する計算式、数値または語句を、それぞれ答えよ。なお、圧力は  $1.013 \times 10^5$  Pa を用いて計算し、( ④ ) は途中計算式を示せ。また、( ② )、( ③ ) の数値、および ( ⑤ ) の計算結果は、有効数字3桁で示せ。

- 2) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

ある気体 0.500 g を水上置換でメスシリンダー内に捕集し、メスシリンダー内外の水面を一致させた。温度と体積を測定したところ、 $37^\circ\text{C}$ 、484 mL であった。気体定数  $R$  は 1) の ( ⑤ ) の値、大気圧は  $1.013 \times 10^5$  Pa、 $37^\circ\text{C}$  の水の蒸気圧は  $6.30 \times 10^3$  Pa とする。なお、気体は水に溶解しないものとし、圧力は  $1.013 \times 10^5$  Pa を用いて計算し、計算結果は、有効数字3桁で示せ。

a) 捕集された気体の分圧は何 Pa か、答えよ。

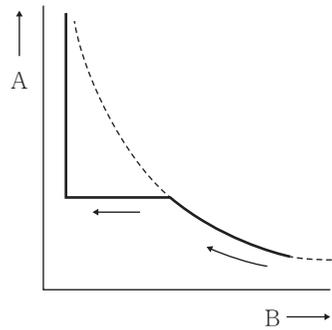
b) この気体の分子量はいくらか、答えよ。

- 3) メタンとエタンでは、理想気体に近いふるまいをするのはどちらか、答えよ。

4) 下図の実線は、実在気体の状態変化をとまなう A と B の関係を表したグラフである。点線は理想気体の A と B の関係を表したグラフを示している。このグラフの A と B の組合せで正しいものを、以下の (ア) ~ (エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

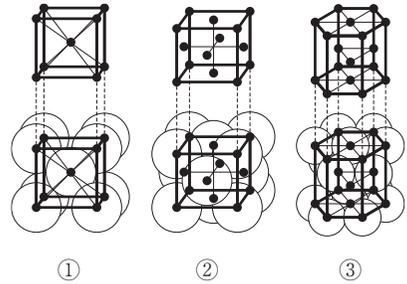
(ア) A : 体積    B : 絶対温度    (イ) A : 圧力    B : 絶対温度

(ウ) A : 圧力    B : 体積    (エ) A : 絶対温度    B : 圧力



- (3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、必要があれば、 $\sqrt{3}=1.7$ 、 $2.9^3=24.4$ 、アボガドロ定数  $N_A=6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、原子量は  $\text{Fe}=56$  とし、計算結果は有効数字2桁で示せ。

金属の結晶では、金属元素の原子が規則的に配列している。ほとんどの金属の結晶格子は、図の①～③に示す構造のいずれかに分類することができる。図では、原子を球で表している。

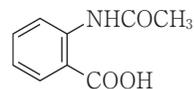


金属結晶の構造

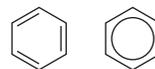
- 1) ①～③の配列は、それぞれ何とよばれるか、答えよ。
- 2) ①～③の結晶構造において、それぞれ1個の原子に何個の原子が接しているか、答えよ。
- 3) 鉄の結晶を調べたところ、①の配列をとり、単位格子の1辺の長さが  $2.9 \times 10^{-8} \text{ cm}$  であることがわかった。鉄の原子を球とみなすと、その半径は何  $\text{cm}$  か、答えよ。
- 4) 3)における鉄の結晶の密度は何  $\text{g/cm}^3$  か、答えよ。
- 5) ①～③の結晶構造をもつ金属を、それぞれ、以下の中からすべて選び、答えよ。  
 亜鉛    銅    銀    ナトリウム    アルミニウム    マグネシウム

(4) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。ただし、イオン反応式や化学反応式における構造式は記入例にならって記入すること。

フェノールは酸としての性質をもち、(a)水溶液中でわずかに電離し、( ① )と水素イオンに分かれるが、電離度は小さく、また、疎水性のベンゼン環の部分の影響が大きいため、水にはやや溶けにくい。しかし、(b)水酸化ナトリウム水溶液とは中和し、塩をつくって溶ける。その塩を( ② )という。さらに(c)( ② )の水溶液に二酸化炭素を通じると、フェノールが遊離する。



構造式の記入例



ベンゼン環の略記法

フェノールはイオン化傾向の大きい金属である (d)ナトリウムと反応して塩をつくり、水素を発生する。また、(e)フェノールは無水酢酸と反応してエステルをつくる。

(f)フェノールの水溶液に臭素水を加えると、2,4,6-トリブロモフェノールの白色沈殿が生じる。このように、フェノールはベンゼン環の *o*-位や *p*-位で置換反応が起こりやすい。また、(g)フェノールを混酸でニトロ化すると、ピクリン酸 (2,4,6-トリニトロフェノール) が生じる。

- 1) 文章中の ( ① ) および ( ② ) に最も適するイオンもしくは物質の名称を、それぞれ答えよ。
- 2) 文章中の下線部(a)において、フェノールが電離したときの反応を、イオン反応式で答えよ。
- 3) 文章中の下線部(b) ~ (g)の反応を、それぞれ、化学反応式で答えよ。