

後 期 日 程

令和 8 年度入学試験問題（後期日程）

化 学

（ 理工学部・コスメティックサイエンス学環 ）

—— 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 9 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. 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。
7. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

令和8年度入学試験 問題訂正

○後期日程

○科目名 化学

訂正箇所	1 ページ
誤	また、気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。
正	また、気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

化 学

必要があれば，原子量は以下の値を使いなさい。

H 1.0

C 12

O 16

また，気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

1 過酸化水素の分解反応に関する以下の問いに答えなさい。ただし、気体は理想気体としてふるまうものとする。計算においては計算過程も書き、有効数字2桁で答えなさい。また、 $0\text{ K} = -273\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。

- (1) 少量の酸化マンガン(IV)の粉末に過酸化水素水を加えると、過酸化水素の分解反応により酸素が発生する。この過酸化水素の分解反応を表す化学反応式を答えなさい。
- (2) (1)の反応に 0.80 mol/L の過酸化水素水 10 mL を用いたところ、反応を開始してから 40 秒間で体積 50 mL の酸素が発生した。気体の温度を $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、圧力を $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ とし、発生した酸素の物質量 $[\text{mol}]$ を答えなさい。
- (3) (2)の反応における反応開始後 40 秒間での過酸化水素のモル濃度の変化量を答えなさい。ただし、過酸化水素の分解反応による水溶液の体積変化はないものとする。また、増加した場合は $+$ 、減少した場合は $-$ の符号を付けて表すこと。
- (4) (2)の反応における反応開始後 40 秒間についての過酸化水素の平均分解反応速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$ を答えなさい。
- (5) (2)の反応における過酸化水素の分解速度は、過酸化水素水中の過酸化水素のモル濃度に比例することが知られており、この比例定数を速度定数という。(4)で求めた過酸化水素の平均分解速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$ と、反応開始後 40 秒間における過酸化水素水の平均モル濃度 $[\text{mol}/\text{L}]$ を用いて計算することにより、速度定数 $[\text{s}]$ を答えなさい。
- (6) 過酸化水素の分解反応において酸化マンガン(IV)の粉末は触媒としてはたらいっている。触媒とはどういうはたらきの物質かを 30 字程度で説明しなさい。

2 アルミニウム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。

アルミニウムは元素の周期表の 族に属する元素である。原子は 個の価電子を持ち、 価の陽イオンになりやすく、アルカリ金属やアルカリ土類金属と比べ、イオン化傾向はやや① (大きい・小さい)。

単体のアルミニウムは、② (重く・軽く)、③ (かたい・やわらかい) 金属であり、鋳石の から得られる酸化物を 電解して製造される。また、空気中では表面にち密な を生じ、内部を保護するため、それ以上は酸化されない。④アルミニウムの粉末と酸化鉄(Ⅲ)の混合物に点火すると、遊離した単体の鉄が融解する。この反応(方法)を 反応(法)という。また、アルミニウムは 金属であり、⑤酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける。

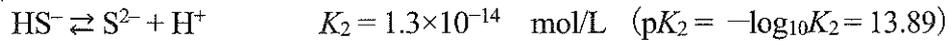
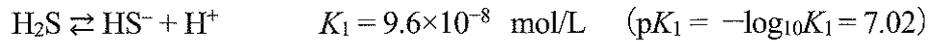
酸化アルミニウムは 酸化物であり、水には溶けないが、⑥酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける。⑦アルミニウムイオンを含む水溶液に、少量の水酸化ナトリウムを加えると、水酸化アルミニウムの白色ゲル状沈殿を生成する。この水酸化アルミニウムは 水酸化物であり、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応して溶ける。

⑧硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合水溶液を濃縮すると、ミョウバンとよばれる正八面体形の結晶が得られる。結晶中では、それぞれの塩の成分イオンがそのまま存在しており、ミョウバンを水に溶かすと硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合水溶液と同じ種類のイオンに電離する。このような塩を という。

- (1) 上記の文章中の と にあてはまる適切な数字を答えなさい。
- (2) 上記の文章中の ~ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

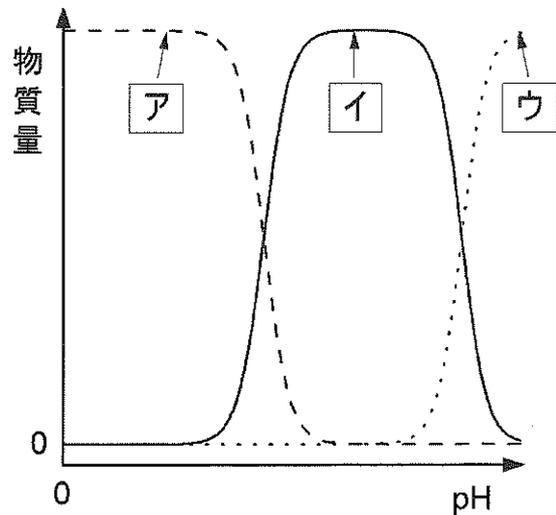
- (3) 下線部①～③について、括弧内の語句のうち正しいものを答えなさい。
- (4) 下線部④の化学反応式を書きなさい。
- (5) 下線部⑤において、強塩基として水酸化ナトリウムを用いた場合の化学反応式を書きなさい。
- (6) 下線部⑥において、酸として塩酸を用いた場合の化学反応式を書きなさい。
- (7) 下線部⑦をイオンを含む化学反応式で書きなさい。
- (8) 下線部⑧におけるミョウバンの化学式を書きなさい。

3 以下の問いに答えなさい。ただし、温度はすべて25.0 °C とする。なお、硫化水素 (H₂S) は2価の弱酸で、電離平衡と電離定数 K_1 , K_2 は次のようになる。



(1) 次の記述の [ア] ~ [ウ] のそれぞれに入る最も適切な分子式あるいはイオン式を、以下の①~③の中から選びなさい。

右の図は硫化水素の水溶液のpHと物質量的変化を表したものであり、水中の硫化水素の割合はpHによって変化する。硫化水素を水に溶解すると、平衡状態になり、[ア] が最も多く存在する。水溶液を塩基性になると [イ] が多くなり、さらに塩基性になると [ウ] が多くなる。



- ① H₂S ② HS⁻ ③ S²⁻

(2) 硫化水素の水溶液について、次の記述の [エ] に入る適切な数値を答えなさい。ただし、小数第二位までの数値で答えなさい。

H₂SとHS⁻の物質量が等しくなるpHは [エ] である。

- (3) pH = 10.00 の硫化水素の水溶液について、次の記述の [オ] ~ [ク] のそれぞれに入る適切な数値を答えなさい。ただし、解答の数値は有効数字2桁で答えなさい。

pH = 10.00 のとき、 $[H^+]$ は [オ] [mol/L]である。

$$K_1 = \frac{[HS^-][H^+]}{[H_2S]} = 9.6 \times 10^{-8} \text{ mol/L より, } \frac{[HS^-]}{[H_2S]} = \text{ [カ]}$$

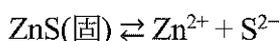
$$\text{また, } K_2 = \frac{[S^{2-}][H^+]}{[HS^-]} = 1.3 \times 10^{-14} \text{ mol/L より, } \frac{[S^{2-}]}{[HS^-]} = \text{ [キ]}$$

$$\frac{[HS^-]}{[H_2S]} \times \frac{[S^{2-}]}{[HS^-]} = \text{ [カ]} \times \text{ [キ]} = \text{ [ク]} = \frac{[S^{2-}]}{[H_2S]}$$

したがって、物質量の比は、 $H_2S : HS^- : S^{2-} = 1 : \text{ [カ]} : \text{ [ク]}$ である。

- (4) 硫化亜鉛(II)の水溶液について、次の記述の [ケ] に入る適切な式を答えなさい。

硫化亜鉛(II)を水中に入れ、固体が少し溶け残ったとすれば、上澄みの水溶液は硫化亜鉛(II)の飽和水溶液である。この飽和水溶液では、溶解した硫化亜鉛(II)は完全に電離しており、次の溶解平衡が成り立つ。



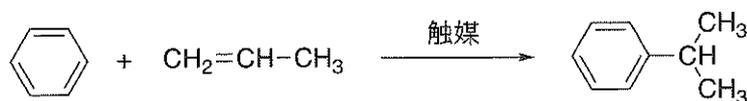
この溶解平衡の式から、飽和水溶液における亜鉛(II)イオンのモル濃度 [mol/L] と硫化物イオンのモル濃度 [mol/L] をそれぞれ $[Zn^{2+}]$ 、 $[S^{2-}]$ とすると、溶解度積 K_{sp} は次のように表せる。

$$K_{sp} = \text{ [ケ]}$$

- (5) 硫化亜鉛(II)の水溶液について、飽和溶液の硫化亜鉛(II)のモル濃度は $1.5 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ である。硫化亜鉛(II)の溶解度積はいくらか、答えなさい。なお、溶解度積には単位も示し、その計算過程も示しなさい。また、解答の数値は有効数字2桁で答えなさい。

- (6) $2.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ の塩化亜鉛(II)水溶液 10 mL に $2.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ の硫化ナトリウム水溶液 10 mL を加えた。このとき、硫化亜鉛(II)の沈殿は生じない。沈殿が生じない理由を答えなさい。ただし、塩化亜鉛(II)水溶液に硫化ナトリウム水溶液を加えた後の水溶液の体積は 20 mL とする。

- 4 $C_4H_{10}O$ の分子式をもつ7つの化合物のうち、化合物 A, B, C, D, E について (i)~(vi)の実験を行った。以下の問いに答えなさい。なお、構造式は下記の例にならって書きなさい。



- (i) 化合物 A~E にナトリウムの単体を加えると化合物 B, C, D, E のとき、気体が発生した。
- (ii) 化合物 A~E のうち化合物 C, D, E のとき、酸化剤によって酸化された。
- (iii) 化合物 C, D, E を温和な条件で酸化して得られた化合物のうち、化合物 D, E から得られた化合物は、アンモニア性硝酸銀水溶液を加えることにより金属が生じた。
- (iv) 化合物 A~E にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物 C のときのみ ①黄色沈殿と②別の有機化合物が生じた。
- (v) 化合物 C には ③1組の鏡像異性体が存在した。
- (vi) 化合物 D, E の沸点を比較すると、化合物 D のほうが高かった。なお、沸点は分子間力が大きいと高くなり、分子間力は分子同士の接触面積が大きいほど大きくなることが知られている。
- (1) $C_4H_{10}O$ の分子式をもつ7つの化合物の構造式を全て書きなさい。なお、ここでは鏡像異性体1組は1つの化合物として扱う。
- (2) 化合物 A 1.0g を完全燃焼し、生じた気体を(a)塩化カルシウム管、続いて(b)ソーダ石灰管に吸収させたときの、それぞれの管の質量の増加量を有効数字2桁で書きなさい。なお、計算過程も書きなさい。
- (3) 化合物 A として考えられる全ての化合物の構造式を書きなさい。

- (4) 化合物 B として考えられる化合物の構造式を書きなさい。
- (5) (iv)の実験において, 生じた (a) 下線部①の黄色沈殿, (b)下線部②の有機化合物の構造式を書きなさい。
- (6) 下線部③で示した 1 組の鏡像異性体の両方の構造を違いがわかるように書きなさい。
- (7) 化合物 D として考えられる化合物の構造式を書きなさい。