

## 後期日程

令和2年度入学試験問題（後期日程）

# 化 学

（理 工 学 部）

### ———— 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。

## 化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H      1.0

C      12

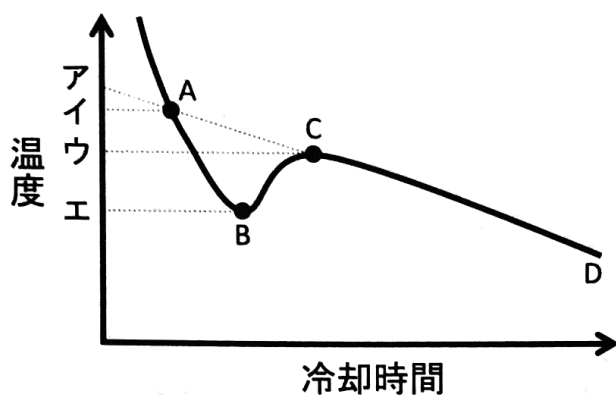
O      16

Cu     64

Zn     65

ファラデー定数       $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

- 1 下図は、ある非電解質水溶液の冷却曲線である。以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては計算式も書きなさい。



- (1) 冷却曲線のAB間の状態は何と呼ばれるか答えなさい。
- (2) 凝固点は、ア～エのどれであるか答えなさい。
- (3) 冷却曲線のCD間が右下がりになっている理由を35字以内で答えなさい。
- (4) 水100 gに非電解質7.94 gを溶かした水溶液では、凝固点は $-0.82^{\circ}\text{C}$ であった。  
この非電解質の分子量はいくつか、有効数字3桁で答えなさい。なお、水の凝固点は $0^{\circ}\text{C}$ 、モル凝固点降下は $1.86\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。また、この非電解質は水溶液中で会合しないものとする。
- (5) 前問(4)の水溶液の温度が $-0.96^{\circ}\text{C}$ になったとき、氷は何g析出するか、有効数字2桁で答えなさい。

2

金属元素の単体や化合物などに関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 次の文章の  ～  にあてはまる適切な語句・数値を答えなさい。

遷移元素はすべて金属であり，原子の  電子の数は1個または2個である。これは原子番号が増しても， の電子殻へ電子が配置されるためである。同周期元素の性質もよく似ており，単体は密度が  く，融点が  いものが多い。また，ほかの分子やイオンと結合した  を作るものが多い。

は，中心にある金属イオンに， を持つ陰イオンや分子が配位結合してできたイオンをいう。また， の $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ とカリウムイオンからなる $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ のような塩を  という。

第4周期遷移元素の一つである鉄でできた釘を，湿った空气中に放置すると  が生成する。また，鉄の代表的な酸化数は  と  である。 の鉄イオンを含む水溶液は  色で， の鉄イオンを含む水溶液は黄褐色であるが，それらにチオシアン酸カリウムの溶液を加えた場合， の酸化数では変化が見られない一方， の場合は  色を呈する。

- (2) 鋼板の腐食を防ぐ目的で，他の金属によるめっきが利用されている。①亜鉛あるいは②スズをめっきしたものは何と呼ばれるか答えなさい。

- (3) クロムに関して以下の問いに答えなさい。

(a) 鉄の表面をクロムめっきすることでさびが防止できるが，これはクロムの表面に何ができるためか答えなさい。

(b) クロム酸イオンと反応して沈殿を生じるイオンがある。③銀イオンあるいは④鉛イオンと反応してできる沈殿の化学式と色を示しなさい。

(4) 銅に関して以下の問いに答えなさい。

- (a) 金属銅は電線や熱交換器などに用いられているが、⑤電線に用いられるための特性、⑥熱交換器に用いられるための特性を答えなさい。
- (b) 金属銅を湿った空气中に放置した場合に生じる、緑色のさびは何と呼ばれるか答えなさい。
- (c) 銅を熱濃硫酸に溶かすと、硫酸銅(II)を生成する。⑦硫酸銅(II)の水溶液から結晶を析出させると得られる物質と、⑧その結晶を150°C以上に加熱したときに得られる物質を、それぞれ化学式で示しなさい。

(5) アルミニウム、銅、亜鉛のそれぞれのイオンを単独で含む溶液に、水酸化ナトリウム水溶液またはアンモニア水を徐々に加えていき、最終的には過剰に加えた。途中沈殿が生じた後、そのまま沈殿しているものと沈殿が溶解するものがあった。水酸化ナトリウムあるいはアンモニア過剰の状態、それぞれの金属を含む沈殿や溶解後の主なイオンをまとめた下表の(i)~(vi)に相当する化学式を示しなさい。

	アルミニウム	銅	亜鉛
水酸化ナトリウム水溶液	(i)	(ii)	(iii)
アンモニア水	(iv)	(v)	(vi)

- 3 電池に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては計算式も書きなさい。

イオン化傾向の異なる2種類の金属を電解質水溶液に浸して導線で結ぶと電流が流れる。このとき、イオン化傾向の大きな金属は  され、他方の金属では  反応が起こる。このように、酸化還元反応に伴って放出されるエネルギーを電気エネルギーに変換する装置を電池といい、電池から電流を取り出すことを放電という。 反応が起こる電極を  極、 反応が起こる電極を  極といい、各電極において  剤または  剤として働く物質を  と呼ぶ。

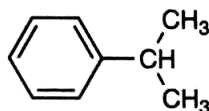
1836年、イギリスのダニエルは、銅板を浸した  の水溶液と、亜鉛板を浸した  の水溶液を素焼き板で仕切り、両金属を導線で結ぶと電流が流れることを発見した。この電池をダニエル電池という。ダニエル電池では、 よりもイオン化傾向の大きい  が  極において  剤として働き、 極では  が  剤として働く。

- (1)  ~  にあてはまる適切な語句と  ~  にあてはまる適切な化学式を答えなさい。
- (2) ダニエル電池の電池式を示しなさい。
- (3) ダニエル電池で起こる次の反応の反応式を示しなさい。
- (a)  極で起こる反応
  - (b)  極で起こる反応
  - (c) 電池全体で起こる反応
- (4) ダニエル電池を用いて1.00 Aの電流が流れる回路を作製し、室温においてしばらく放電したところ、 極の質量が1.30 g変化した。

- (a)  極の質量は増加したのか、あるいは減少したのか答えなさい。
- (b) 何分間放電したか答えなさい。
- (c) このとき、 極の質量は何g増加あるいは減少したか、有効数字3桁で答えなさい。

- 4 有機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。なお、構造式は例にならって示しなさい。ただし、計算においては計算式も書きなさい。

(構造式の例)



分子式 $C_4H_{10}O$ で表される5種類の異性体のアルコールA～Eが5本の透明な瓶にそれぞれ入っている。ところが、ラベルが全てはがれていて中身が不明となっている。ただし、5種類のアルコールA～Eの物性値などは以下の表の通りである。

	沸点(°C)	融点(°C)	水に対する溶解度	穏やかな酸化の結果
A	117	-90	微溶	アルデヒド
B	108	-108	微溶	アルデヒド
C	99	-115	微溶	ケトン
D	99	-115	微溶	ケトン
E	82	25	任意の割合で混ざる	酸化されない

- アルコールA, Bの構造式を書きなさい。また、この2つのアルコールは何異性体と呼ばれるか書きなさい。
- アルコールBの沸点がアルコールAの沸点より低い理由を40字以内で書きなさい。
- アルコールC, Dの関係は何異性体と呼ばれるか書きなさい。
- 中身を取り出すことなく5本の瓶の中からアルコールEの瓶を、どのように見分ければよいかを書きなさい。さらに、アルコールEの構造式を示しなさい。
- 試験管に1.5 gのアルコールAと1.5 gの酢酸( $C_2H_4O_2$ )を加えて混合し、この混合溶液に適量の硫酸を触媒として添加した。この混合溶液を加熱して反応させたところ、エステル化合物Fが得られた。アルコールAと酢酸のどちらか一方の化合物が完全に消費され、このエステル化反応が100%進んだと仮定して、生成するエステル化合物Fは何gになるか有効数字2桁まで求めなさい。



- (6) 有機化合物の構成元素の種類は少ないにもかかわらず、有機化合物の種類は極めて多い理由を3つ書きなさい。