

2019年度

## Y<sub>a</sub> 化学 問題

### 注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は8ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～Vとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

#### マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきらずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
○	○	●	○	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

原子量： H=1.0, C=12.0, O=16.0, Na=23.0, Cl=35.5

I. 次の設問1～6に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. 次のイ～ニのうち、正しくない記述はいくつあるか。

イ. 同じ物質量の理想気体は、同温・同圧では、その種類に関係なく同体積になる。

ロ. 気体や固体の水への溶解度は、温度が上昇すると必ず大きくなる。

ハ. 気液平衡の状態では、単位時間あたりに蒸発する分子の数と、凝集する分子の数が等しいため、見かけ上、蒸発が停止したように見える。

ニ. ある単一成分の気体において、分子が熱運動する平均の速さは、温度が高いほど大きくなる。

a. 0個            b. 1個            c. 2個            d. 3個            e. 4個

2. 次の2つの化合物を物質量比1:1で混合した水溶液がある。そのうち、緩衝作用を示さない水溶液はどれか。

a. 酢酸, 酢酸ナトリウム

b. アンモニア, 塩化アンモニウム

c. 炭酸, 炭酸水素ナトリウム

d. 硝酸, 硝酸ナトリウム

e. リン酸二水素ナトリウム, リン酸水素二ナトリウム

3. 分子式  $C_5H_{10}O$  で表される化合物のうち、銀鏡反応を示す構造異性体は何種類あるか。

a. 3種類            b. 4種類            c. 5種類            d. 6種類            e. 7種類

4. 次の記述のうち、正しいものはどれか。

- a. 体心立方格子と面心立方格子は、どちらも最密構造である。
- b. イオン結晶は比較的やわらかいものが多い。
- c. 石英ガラスは  $\text{SiO}_2$  の結晶である。
- d. ダイヤモンドは最密構造なので硬い。
- e.  $\text{NaCl}$  型結晶よりも  $\text{CsCl}$  型結晶のほうが、陽イオンの配位数が大きい。

5.  $X$  [mol] の気体 A と  $Y$  [mol] の気体 B を、温度  $t$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]、圧力  $P$  [Pa] の条件下で反応させたところ、 $2A + 3B \rightleftharpoons C + 4D$  という平衡状態となった。このとき、気体 D は  $Z$  [mol] であった。平衡状態における気体 C の分圧 [Pa] の値を表す式として、正しいものはどれか。

- a.  $\frac{ZP}{4(X+Y-Z)}$
- b.  $\frac{4ZP}{X+Y}$
- c.  $\frac{2ZP}{3(X+Y)}$
- d.  $\frac{4ZP}{X+Y-Z}$
- e.  $\frac{ZP}{4(X+Y)}$

6. 次のイ～ニのうち、正しくない記述はいくつあるか。

- イ. フェノールとアセトアルデヒドを付加縮合させると、フェノール樹脂が得られる。
- ロ. 天然ゴムを空気中に放置しておくとき、ゴム分子中の炭素-炭素二重結合が空気酸化され、次第にゴム弾性を失う。
- ハ. スクロースは  $\alpha$ -グルコースと  $\beta$ -フルクトースが縮合した二糖類である。
- ニ. タンパク質は多数の異なる  $\alpha$ -アミノ酸が縮合したものであり、ビウレット反応により呈色する。

- a. 0個
- b. 1個
- c. 2個
- d. 3個
- e. 4個

II. 次の文を読み、下記の設問 1～4 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

塩化物イオンを含む水溶液を  $\text{AgNO}_3$  水溶液で沈殿滴定を行うときに、指示薬として  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液を試料水溶液に加えておくと、 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の赤褐色沈殿が生じるため、滴定の終点が判定できる。この方法はモール法と呼ばれる。モール法による滴定はおおよそ pH が 8 で行われる。強塩基性の条件では正確な定量ができず、また酸性の条件でも正確な定量ができない<sup>1)</sup>。適切な条件下で、ある濃度の  $\text{NaCl}$  水溶液 **A** 25 mL と  $4.8 \times 10^{-2}$  mol/L の  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液 **B** 25 mL を混合し、 $1.0 \times 10^{-1}$  mol/L の  $\text{AgNO}_3$  水溶液で滴定を行った。終点に達したとき、滴定に要した  $\text{AgNO}_3$  水溶液は 50 mL であった。この条件下で  $\text{AgCl}$  と  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の溶解度積は、それぞれ  $1.8 \times 10^{-10}$  mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup>、 $1.2 \times 10^{-12}$  mol<sup>3</sup>/L<sup>3</sup> とする。

1.  $\text{NaCl}$  水溶液 **A** のモル濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。
2. 終点に達したときの、溶液中の  $\text{Ag}^+$  のモル濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。
3.  $\text{NaCl}$  水溶液 **A** に水酸化ナトリウムを加えて pH を 10 にしたのち、 $\text{AgNO}_3$  水溶液を加えると褐色沈殿が生じた。文中の下線部 1) の原因であるこの反応を、イオン反応式でしるせ。
4.  $\text{NaCl}$  水溶液 **A** に硝酸を加えて pH を 2 にしたのち、 $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液 **B** を加えると、溶液が橙赤色に変化した。下線部 2) の原因であるこの反応を、イオン反応式でしるせ。

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

不揮発性の溶質を溶かした希薄溶液の凝固点が、純溶媒の凝固点よりも低くなる現象を凝固点降下といい、溶媒と溶液の凝固点の差  $\Delta t$  を凝固点降下度という。凝固点降下度は溶液の質量モル濃度に比例するが、質量モル濃度が同じであっても、凝固点降下度が大きく異なる場合がある。例えば、同じ質量モル濃度の NaCl 水溶液とスクロース (ショ糖) 水溶液では、NaCl 水溶液のほう<sup>1)</sup>が大きな凝固点降下度を示す。

凝固点降下度  $\Delta t$  を測定することにより、溶質の分子量を知ることができる。いま、ベンゼン 100 g にナフタレン ( $C_{10}H_8$ ) 2.56 g を溶かした溶液の凝固点は  $4.47^\circ\text{C}$ 、ベンゼン 100 g に安息香酸 ( $C_6H_5COOH$ ) 0.976 g を溶かした溶液の凝固点は  $5.28^\circ\text{C}$ <sup>2)</sup>であった。ただし、純粋なベンゼンの凝固点は  $5.50^\circ\text{C}$  である。

1. 文中の下線部 1) のように、同じ質量モル濃度であるにもかかわらず凝固点降下度に差が生じる理由を 60 字以内でしるせ。
2. ベンゼン中において、安息香酸分子はある割合で二量体を形成している。文中の下線部 2) の記述をもとに安息香酸の見かけの分子量  $M$  を求め、その値を有効数字 3 桁でしるせ。
3. ベンゼン中では、安息香酸分子 1 mol あたり  $\alpha$  mol が二量体を形成しているとして、 $\alpha$  を安息香酸の見かけの分子量  $M$  を用いてしるせ。

IV. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

炭酸ナトリウムはガラス、せっけん、パルプなどの製造に用いられる重要な化合物で、工業的には（イ）法で製造することができる。（イ）法では、まず、炭酸カルシウムを強熱して分解し、Aと二酸化炭素を得る。得られた二酸化炭素をアンモニアとともに塩化ナトリウムの飽和水溶液に加えるとBとCが生成する。Bを熱分解すると二酸化炭素と水が発生し、炭酸ナトリウムが得られる。Aと水の反応で得られるDをCと反応させることで、アンモニアを再生する。回収されたアンモニアと二酸化炭素を再利用できるのが（イ）法の特徴である。炭酸ナトリウムは水溶液から結晶化すると透明な結晶として得られるが、空気中に放置すると（ロ）して白色粉末になる。

1. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
2. 文中の下線部の反応の化学反応式をしるせ。ただし、化合物BとCは適切な化学式を用いてしるせ。
3. 化合物AとDの化学式をそれぞれしるせ。
4. (イ)法で、53 kgの無水炭酸ナトリウムを製造するのに必要な塩化ナトリウムの質量 [kg] を求め、有効数字2桁でしるせ。ただし、全ての工程は完全に進行するものとする。

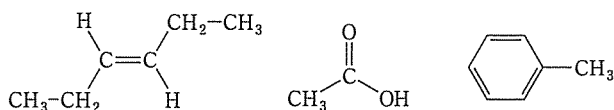
V. 次の合成実験に関して、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

酪酸アミルは、食品香料などにも用いられる果物の甘い香りをもつエステルであり、直鎖のブタン酸（酪酸， $C_4H_8O_2$ ）と1-ペンタノール（ $C_5H_{12}O$ ）のエステル化反応により得られる。

ブタン酸 8.81 g と 1-ペンタノール 10.6 g に濃硫酸 1 mL を加え、穏やかに加熱し反応させた。反応処理後、酪酸アミルが 11.8 g 得られた。

1. 得られた酪酸アミルの質量は、この反応が完全に進行した場合に得られる質量の何%に相当するかを求め、その値を有効数字2桁でしるせ。
2. このエステル化反応の酪酸アミルに至る化学反応式を、構造式を使って示せ。ただし、構造式は例にならしてしるせ。

(構造式例)



3. 分子式  $C_4H_8O_2$  のカルボン酸と分子式  $C_5H_{12}O$  のアルコールから合成されるエステルには何種類の異性体が考えられるか。鏡像異性体(光学異性体)を考慮したときの異性体数をしるせ。

【以下余白】