

E 3 物 理

E 4 化 学

この冊子は、**物理** と **化学** の問題を 1 冊にまとめてあります。

情報科学科と土木工学科は、物理または化学のどちらかを選択

工業化学科は化学指定

機械工学科は物理指定

物理の問題は、1 ページより 21 ページまであります。

化学の問題は、22 ページより 34 ページまであります。

(注 意)

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号と志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえで、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

1 次の問(1)~(3)に答えなさい。

(17 点)

(1) 次の(ア)~(ク)の結晶の種類について、最も適当なものをA欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。

(ア) ヨウ素

(イ) ドライアイス

(ウ) 氷

(エ) ダイヤモンド

(オ) 二酸化ケイ素

(カ) 塩化ナトリウム

(キ) ナトリウム

(ク) 炭酸カルシウム

A 欄

1 イオン結晶

2 分子結晶

3 共有結合の結晶

4 金属結晶

- (2) 金属結晶は下表のいずれかの構造をとることが知られている。表の空欄(ケ)～(サ)に入る配位数として最も適当なものをB欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。

金属結晶の構造	配 位 数
体心立方格子	(ケ)
面心立方格子	(コ)
六方最密構造	(サ)

B 欄

1 2	2 3	3 4
4 6	5 8	6 12

- (3) 次の シ に入る最も適当なものをC欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

原子半径が r である金属の結晶が体心立方格子を構成しているとする。このときの単位格子の一辺の長さが a である場合、単位格子中に存在するすき間の割合を計算すると シ $\times 100\%$ と表せる。

C 欄

01 $\frac{\sqrt{2}\pi}{24}$	02 $\frac{\sqrt{3}\pi}{16}$	03 $\frac{\sqrt{2}\pi}{12}$
04 $\frac{\sqrt{3}\pi}{8}$	05 $\frac{\sqrt{2}\pi}{6}$	06 $\frac{\sqrt{3}\pi}{4}$
07 $\frac{24 - \sqrt{2}\pi}{24}$	08 $\frac{16 - \sqrt{3}\pi}{16}$	09 $\frac{12 - \sqrt{2}\pi}{12}$
10 $\frac{8 - \sqrt{3}\pi}{8}$	11 $\frac{6 - \sqrt{2}\pi}{6}$	12 $\frac{4 - \sqrt{3}\pi}{4}$

- 2 次の記述の(ア)～(キ)に最も適当な語句をA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。さらに、(i)～(iii)に当てはまる数値を求めなさい。解答は有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(17点)

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, O 16.0, Na 23.0

酢酸水溶液の濃度を、水酸化ナトリウム水溶液で滴定することにより求めたい。そのためには、滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液の濃度を正確に求めておく必要がある。しかし、水酸化ナトリウムは (ア) 性を示すため、秤量によって正確な濃度の水溶液を作することは困難である。そこで、濃度が正確に分かっているシュウ酸($(\text{COOH})_2$)水溶液を用いて、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を滴定により求めることにした。

水酸化ナトリウム 2.05 g を量り取り、これを約 100 mL の水に溶解した。この水溶液を (イ) に移し、さらに水を加えて全量を 500 mL とした。この水溶液 10.0 mL を、(ウ) を用いて正確に量り取り、(エ) に移した。これに指示薬として (オ) を加え、器具 (カ) に入れた 0.0500 mol/L のシュウ酸水溶液で滴定したところ、中和点では水溶液の色が (キ) に変化し、また中和点までに必要なシュウ酸水溶液の体積は 9.60 mL であった。この時、滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度は (i) mol/L であり、量り取った水酸化ナトリウムは、(ii) g の水を含んでいたことになる。

次に、正確な濃度が分かった水酸化ナトリウム水溶液を用いて、酢酸水溶液の濃度を滴定により求めた。正確に量り取った酢酸水溶液 20.0 mL に指示薬として (オ) を加え、器具 (カ) に入れた水酸化ナトリウム水溶液で滴定し

たところ、中和点までに必要な体積は 6.40 mL であった。これより、酢酸水溶液の濃度は (iii) mol/L と求められた。なお、空気中および水中に含まれる二酸化炭素の影響は無視できるものとする。

A 欄

01 風 解	02 潮 解	03 加水分解
04 膨 潤	05 ビュレット	06 駒込ピペット
07 ホールピペット	08 メスシリンダー	09 メスフラスコ
10 コニカルビーカー	11 試験管	12 丸底フラスコ
13 フェノールフタレイン	14 メチルオレンジ	15 メチルレッド
16 赤色から無色	17 無色から赤色	18 黄色から赤色
19 赤色から黄色	20 橙色から黄色	21 黄色から橙色

- 3 次の記述の(i)~(iii)に最も適当な数値を、有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。また、(ア)、(イ)に最も適当なものをA欄から選び、解答用マークシートにマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{p} \boxed{d}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。(17点)

原子量：H 1.0, O 16.0, Ag 107.9

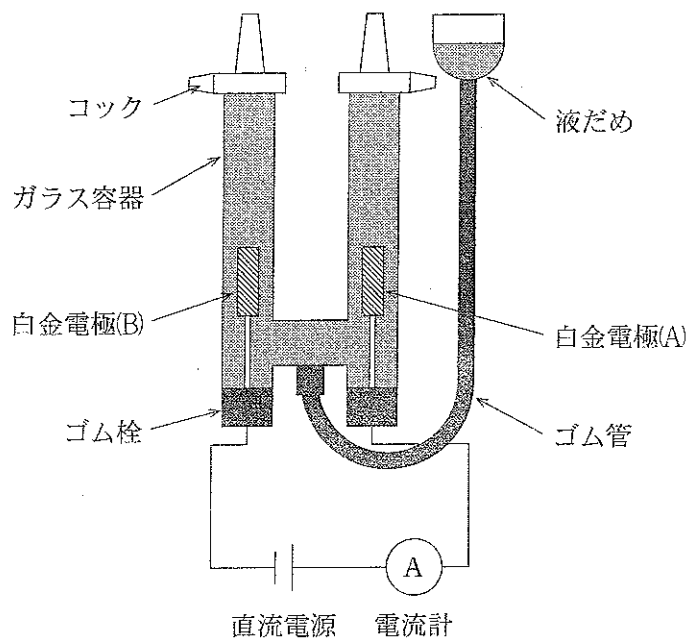
気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

300 Kにおける水の飽和水蒸気圧： $3.56 \times 10^3 \text{ Pa}$

標準状態での気体 1 mol の体積：22.4 L

ホフマン型の装置を使って、電気分解を行った。実験前に装置のコックを開き、図のように液だめから硫酸ナトリウム水溶液を注入し、装置内をすべて硫酸ナトリウム水溶液で満たした後にコックを閉じた。電気分解中の室温および大気圧はそれぞれ 300 K, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。電気分解中、電流計は 120 mA で一定の値を示した。1080 秒間電気分解を行い、発生する気体を捕集したところ、白金電極(A)側では (ア) が捕集された。一方で、白金電極(B)側では (イ) が 17.2 mL 捕集された。捕集された気体は水に全く溶解しないと仮定して、捕集した (イ) の物質量を求めたところ、(i) mol となった。これより、ファラデー定数を実験的に算出すると、(ii) C/mol と求めた。

次に、装置のコックを開き、溶液をすべて硝酸銀水溶液に入れ替えて電気分解を行ったところ、白金電極(B)上には銀が 0.648 g 析出した。このとき、白金電極(A)上では (ア) が発生した。銀の析出量から (ア) の発生量を算出したところ、標準状態で (iii) mL と求められた。



図

A 欄

- | | | | |
|---------|---------|-------|---------|
| 1 水 素 | 2 酸 素 | 3 窒 素 | 4 二酸化炭素 |
| 5 一酸化窒素 | 6 二酸化窒素 | | |

4 次の問(1)～(5)に答えなさい。

(17 点)

- (1) 次の(ア), (イ)にあてはまる最も適当なものを, それぞれ A 欄, B 欄より選び, その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} の水溶液をそれぞれ用意し, そこに水酸化ナトリウム水溶液を徐々に加えると全ての水溶液で沈殿が生成する。このとき, (ア) を含む水溶液では水酸化物ではない沈殿を生成している。さらに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると, (イ) を含む水溶液では沈殿が溶解する。

A 欄

1 Ag^+ 2 Al^{3+} 3 Cu^{2+} 4 Fe^{3+} 5 Zn^{2+}

B 欄

1 Ag^+ , Al^{3+} 2 Ag^+ , Fe^{3+} 3 Al^{3+} , Cu^{2+}
4 Al^{3+} , Zn^{2+} 5 Cu^{2+} , Zn^{2+}

- (2) 次の(ウ)、(エ)にあてはまる最も適当なものを、それぞれC欄、D欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} の水溶液をそれぞれ用意し、アンモニア水を過剰になるまで加えると、(ウ) を含む水溶液では一度生成した沈殿が錯イオンの形成により溶解する。このとき、(エ) は正四面体形に4つの NH_3 が配位した錯イオンを形成している。

C 欄

- | | |
|---|--|
| 1 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} | 2 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} |
| 3 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} | 4 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} |
| 5 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} | |

D 欄

- | | | | | |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 Ag^+ | 2 Al^{3+} | 3 Cu^{2+} | 4 Fe^{3+} | 5 Zn^{2+} |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

- (3) 次の(i)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\begin{array}{ccccc} \boxed{a} & & \boxed{b} & \times 10 & \boxed{p} \quad \boxed{c} \\ \uparrow & & & \uparrow & \\ \text{小数点} & & & \text{正負の符号} & \end{array}$$

Ag^+ を含む水溶液に塩酸を加えると AgCl の沈殿を生成することが知られている。 AgCl は極めて水に溶けにくく、 25°C における溶解度積は $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ である。したがって、 AgCl を水に溶かして得た飽和水溶液のモル濃度は (i) mol/L である。ただし、溶けた AgCl は完全に電離しているものとし、得られた飽和水溶液の温度は 25°C とする。また、 $\sqrt{5} = 2.2$ とする。

- (4) 次の(オ)~(ク)にあてはまる組み合わせとして正しいものをE欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

Zn^{2+} を含む水溶液に H_2S を吹き込むと、 では の沈殿を生じるが、 では沈殿が極めて生成しにくい。これは、 では H_2S の溶解により生じる S^{2-} の濃度が , 溶液中に存在できる Zn^{2+} の濃度が高くなるためである。

E 欄

- | | | | | |
|---|---------------|--------|---------------|--------|
| 1 | (オ) 酸性 | (カ) 白色 | (キ) 中性もしくは塩基性 | (ク) 低く |
| 2 | (オ) 酸性 | (カ) 黒色 | (キ) 中性もしくは塩基性 | (ク) 低く |
| 3 | (オ) 酸性 | (カ) 黒色 | (キ) 中性もしくは塩基性 | (ク) 高く |
| 4 | (オ) 中性もしくは塩基性 | (カ) 白色 | (キ) 酸性 | (ク) 低く |
| 5 | (オ) 中性もしくは塩基性 | (カ) 白色 | (キ) 酸性 | (ク) 高く |
| 6 | (オ) 中性もしくは塩基性 | (カ) 黒色 | (キ) 酸性 | (ク) 高く |

- (5) 次の(ケ)と(コ)にあてはまる組み合わせとして正しいものをF欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

Fe^{3+} を含む水溶液に を、 Fe^{2+} を含む水溶液に を加えるといずれも濃青色の沈殿を生じる。

F 欄

- | | | |
|---|--|--|
| 1 | (ケ) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | (コ) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ |
| 2 | (ケ) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | (コ) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ |
| 3 | (ケ) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | (コ) KSCN |
| 4 | (ケ) KSCN | (コ) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ |
| 5 | (ケ) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | (コ) KSCN |
| 6 | (ケ) KSCN | (コ) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ |

右のページは白紙です。

- 5 次の記述の(ア)～(ク)に最も適当なものをA欄から選び解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また、(i)～(iii)に最も適する整数を解答用マークシートにマークしなさい。なお、整数の十の位が0の場合は十の位に0をマークしなさい。さらに、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。(16点)

原子量：H 1.0, C 12.0, O 16.0

ある芳香族化合物X 4.0 mg を完全燃焼すると13.2 mg の二酸化炭素と3.6 mg の水が生成する。このとき、X の組成式はC H となる。また、この組成式と分子式が等しい化合物を鉄触媒存在下で3分子重合するとX の構造異性体Y を生成する。なお、Y には 個の構造が考えられる。

X を酸化すると 基を1つ有する となる。

X の構造異性体である を酸化して得られる過酸化物を酸で処理すると中性の と弱酸性を示す が生成する。

X の構造異性体である を酸化すると 基を2個有する化合物となり、さらに分子内で脱水すると を生成する。

以上のことから、X は であることがわかる。

A 欄

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 01 アセトアルデヒド | 02 アセトン |
| 03 アルデヒド | 04 安息香酸 |
| 05 イソフタル酸 | 06 <i>o</i> -エチルトルエン |
| 07 <i>m</i> -エチルトルエン | 08 <i>p</i> -エチルトルエン |
| 09 エチルベンゼン | 10 カルボキシ(ル) |
| 11 <i>o</i> -キシレン | 12 <i>m</i> -キシレン |
| 13 <i>p</i> -キシレン | 14 クメン |
| 15 テレフタル酸 | 16 トルエン |
| 17 ヒドロキシ(ル) | 18 フェニル酢酸 |
| 19 フェノール | 20 フタル酸 |
| 21 1-プロパノール | 22 2-プロパノール |
| 23 プロピルベンゼン | 24 ベンジルアルコール |
| 25 ベンゼン | 26 無水フタル酸 |

- 6 次の記述の(ア)～(キ)に最も適当なものをA欄から選び解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0も必ずマークすること)。また、問(1)～(3)の答をそれぞれB欄～D欄から選び解答用マークシートにマークしなさい。

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。(16点)

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Cl 35.5

高分子化合物は小さな構成単位である単量体が繰り返し結合した構造をしているものが多い。この繰り返しの数を といい、一定ではない。このため、様々な分子量を持つ高分子化合物が存在し、分子の集団である高分子化合物の分子量は で表される。また、繰り返し結合にも種類があり、単量体が でその結合を開きながら生じる重合を といい、官能基を2個以上持つ単量体の間で水などが取れて生じる重合を という。例えば、塩化ビニルが して 3000 の高分子化合物を得た場合の分子量は となる。また、テレフタル酸とエチレングリコールの2種類の単量体から水が取れて して 500 の高分子化合物を得た場合の分子量は となる。

A 欄

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 01 重合率 | 02 開環率 | 03 重合度 |
| 04 分散度 | 05 複合分子量 | 06 混合分子量 |
| 07 集合分子量 | 08 平均分子量 | 09 飽和化合物 |
| 10 不飽和化合物 | 11 環状化合物 | 12 芳香族化合物 |
| 13 縮合重合 | 14 開環重合 | 15 付加重合 |
| 16 共重合 | 17 2.4×10^4 | 18 4.8×10^4 |
| 19 9.6×10^4 | 20 1.1×10^5 | 21 1.9×10^5 |
| 22 2.8×10^5 | 23 3.8×10^5 | 24 7.5×10^5 |

- (1) (エ)による高分子化合物の用途の組み合わせとして正しいものをB欄より選びなさい。

B 欄

- 1 ポリ袋, 水道管
- 2 ポリ袋, ペットボトル
- 3 ペットボトル, ストッキング
- 4 ポリ袋, 水道管, ペットボトル
- 5 ポリ袋, ペットボトル, ストッキング

- (2) (オ)による高分子化合物の組み合わせとして正しいものをC欄より選びなさい。

C 欄

- 1 セルロース, ブタジエンゴム
- 2 ポリエチレン, ナイロン 66
- 3 ナイロン 66, デンプン
- 4 ポリエチレン, ブタジエンゴム, ナイロン 66
- 5 ブタジエンゴム, ナイロン 66, デンプン

- (3) 合成高分子化合物に関する(i)~(iv)の記述について正しいものの組み合わせをD欄より選びなさい。

- (i) 一定の融点を示す。
(ii) 一定の融点を示さない。
(iii) 固体では全体として規則正しい配列を持つ。
(iv) 固体では全体として定まった配列を持たない。

D 欄

- | | | | |
|--------------|-------------|---------------|--------------|
| 1 (i), (iii) | 2 (i), (iv) | 3 (ii), (iii) | 4 (ii), (iv) |
|--------------|-------------|---------------|--------------|

