

## 理科 ②

## 化学 I

(100点)  
(60分)

この問題冊子には、「理科総合A」「化学I」の2科目を掲載しています。解答する科目を間違えないよう選択しなさい。

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。
- 3 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

| 出題科目  | ページ   | 選 択 方 法                   |
|-------|-------|---------------------------|
| 理科総合A | 4～25  | 左の2科目のうちから1科目を選択し、解答しなさい。 |
| 化学I   | 26～47 |                           |

- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。

## ① 受験番号欄

受験番号(数字及び英字)を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。  
正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。

## ② 氏名欄、試験場コード欄

氏名・フリガナ及び試験場コード(数字)を記入しなさい。

## ③ 解答科目欄

解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。

裏表紙に続く。

6 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、第2問の 1 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように問題番号2の解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

|   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 解 答 欄 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | a | b | c | d |
| 1 | ①     | ② | ● | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ |

- 7 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

# 化 学 I

(全 問 必 答)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

|       |      |         |       |       |
|-------|------|---------|-------|-------|
| H 1.0 | C 12 | N 14    | O 16  | Na 23 |
| Mg 24 | S 32 | Cl 35.5 | Zn 65 | Br 80 |

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

**第 1 問** 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

a 式量ではなく分子量を用いるのが適当なもの

- ① 水酸化ナトリウム      ② 黒鉛      ③ 硝酸アンモニウム  
④ アンモニア      ⑤ 酸化アルミニウム      ⑥ 金

b 乾燥剤として用いられないもの

- ① ソーダ石灰      ② シリカゲル      ③ 十酸化四リン  
④ 塩化カルシウム      ⑤ 濃硫酸      ⑥ 硫酸バリウム

# 化学 I

問 2 水は、温度や圧力に応じて水蒸気(気体)、水(液体)、氷(固体)の三つの状態をとる。図1のア～ウの状態変化を表す用語の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

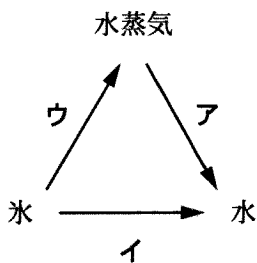


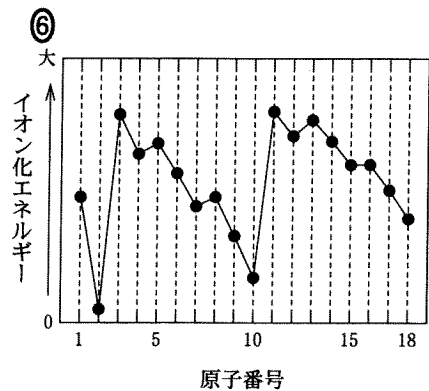
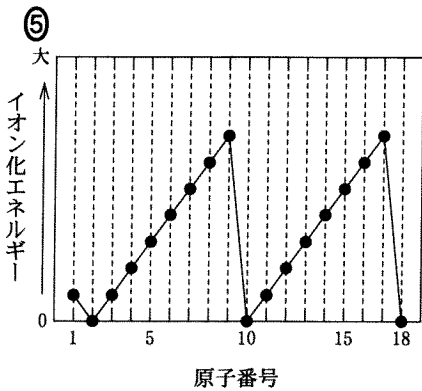
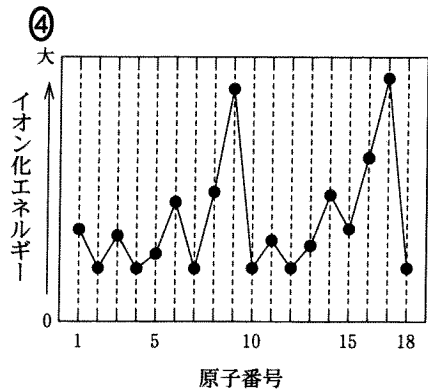
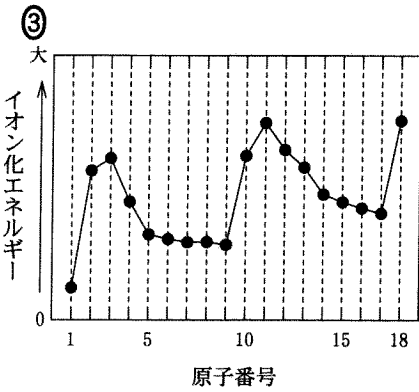
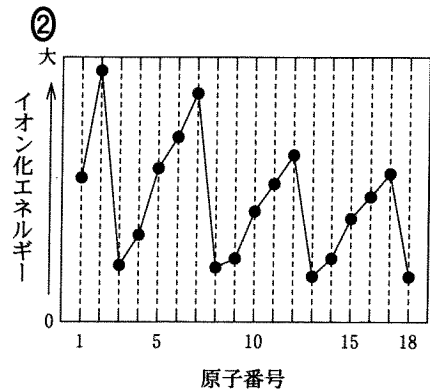
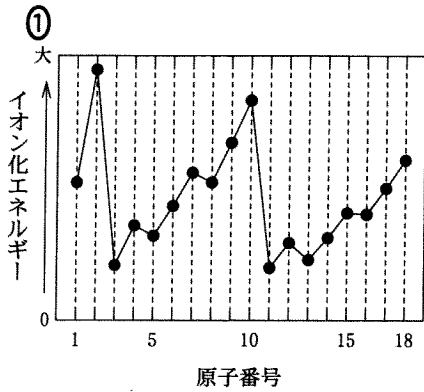
図 1

|   | ア  | イ  | ウ  |
|---|----|----|----|
| ① | 凝縮 | 溶解 | 蒸発 |
| ② | 凝縮 | 溶解 | 昇華 |
| ③ | 凝縮 | 融解 | 蒸発 |
| ④ | 凝縮 | 融解 | 昇華 |
| ⑤ | 凝固 | 溶解 | 蒸発 |
| ⑥ | 凝固 | 溶解 | 昇華 |
| ⑦ | 凝固 | 融解 | 蒸発 |
| ⑧ | 凝固 | 融解 | 昇華 |

# 化学 I

問 3 原子のイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が原子番号とともに変化する様子を示す図として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

4





## 化学 I

問 6 身のまわりの材料に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～

⑥のうちから一つ選べ。

- ① 銅、鉄、アルミニウムに代表される金属は自由電子をもつので、高い電気伝導性・熱伝導性を示す。
- ② 大理石の主成分は炭酸カルシウムであり、大理石の彫刻は酸性雨の被害を受けることがある。
- ③ 二酸化ケイ素は、けい砂などとして天然に存在し、けい砂はガラス製造などのケイ酸塩工業における原料として用いられている。
- ④ 焼きセッコウは、水を混ぜると固まる性質をもち、建築材料などに利用されている。
- ⑤ ポリエチレンテレフタレート (PET) はエステル結合を含んだ高分子化合物であり、衣料品や容器などに用いられている。
- ⑥ ポリエチレンは単結合と二重結合を交互にもつ高分子化合物であり、包装材料や容器などに用いられている。

(下書き用紙)

化学 I の試験問題は次に続く。



# 化学 I

第 2 問 次の問い(問 1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 次の A～C の反応熱を用いて、水酸化カリウムの水への溶解熱を求めるとい  
くらになるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

kJ/mol

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| A | 塩化水素 1 mol を含む希塩酸に、水酸化カリウム 1 mol を含む希薄水溶液を加えて反応させたときの反応熱 | 56 kJ     |
| B | 硫酸 1 mol を水に加えて希硫酸とし、それに固体の水酸化カリウムを加えてちょうど中和させたときの合計の反応熱 | 323 kJ    |
| C | 硫酸の水への溶解熱  | 95 kJ/mol |

- ① -116                      ② -86                      ③ -58  
④ 58                          ⑤ 86                      ⑥ 116

問 2 酸、塩基、および塩の水溶液の性質に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a ある塩の水溶液を青色リトマス紙に 1 滴たらすと、リトマス紙は赤色に変色した。この塩として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\text{CaCl}_2$                       ②  $\text{Na}_2\text{SO}_4$                       ③  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
④  $\text{NH}_4\text{Cl}$                       ⑤  $\text{KNO}_3$

## 化学 I

- b 次の文章中の空欄( **ア** ~ **ウ** )に当てはまる語, 化合物, およびイオンの組合せとして最も適当なものを, 下の①~⑧のうちから一つ選べ。

3

**ア** 色リトマス紙の中央に **イ** の水溶液を 1 滴たらしたところ, リトマス紙は変色した。図 1 のように, このリトマス紙をろ紙の上に置き, 電極に直流電圧をかけた。変色した部分はしだいに左側にひろがった。この変化から, **ウ** が左側へ移動したことがわかる。

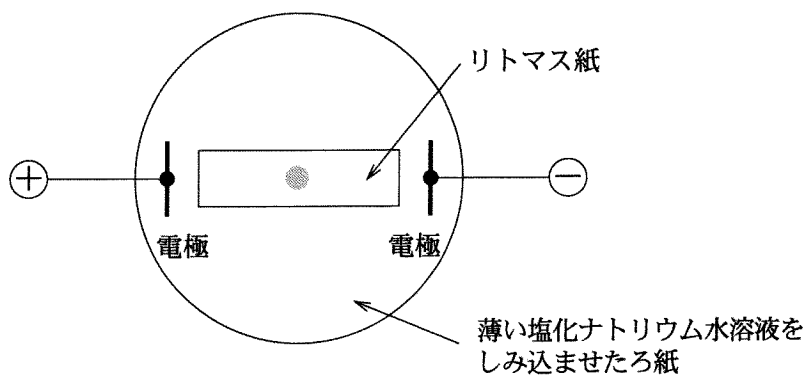


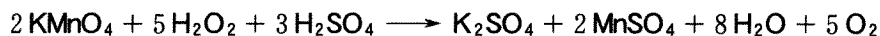
図 1

|   | ア | イ    | ウ               |
|---|---|------|-----------------|
| ① | 青 | NaOH | Na <sup>+</sup> |
| ② | 青 | NaOH | OH <sup>-</sup> |
| ③ | 青 | HCl  | H <sup>+</sup>  |
| ④ | 青 | HCl  | Cl <sup>-</sup> |
| ⑤ | 赤 | NaOH | Na <sup>+</sup> |
| ⑥ | 赤 | NaOH | OH <sup>-</sup> |
| ⑦ | 赤 | HCl  | H <sup>+</sup>  |
| ⑧ | 赤 | HCl  | Cl <sup>-</sup> |

## 化学 I

問 3 酸化還元反応に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 硫酸酸性水溶液における過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  と過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の反応は、次式のように表される。



濃度未知の過酸化水素水 10.0 mL を蒸留水で希釈したのち、希硫酸を加えて酸性水溶液とした。この水溶液を 0.100 mol/L  $\text{KMnO}_4$  水溶液で滴定したところ、20.0 mL 加えたときに赤紫色が消えなくなった。希釈前の過酸化水素水の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  mol/L

- ① 0.25    ② 0.50    ③ 1.0    ④ 2.5    ⑤ 5.0    ⑥ 10

- b 塩酸を加えたときに酸化還元反応によって気体が発生する物質を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 亜硫酸水素ナトリウム                      ② さらし粉  
③ 炭酸カルシウム                              ④ 炭酸水素ナトリウム  
⑤ 硫化鉄(Ⅱ)

問 4 電池に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a ある電解質の水溶液に、電極として2種類の金属を浸し、電池とする。この電池に関する次の記述(A～C)について、～に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

A イオン化傾向のより小さい金属が  極となる。

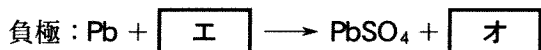
B 放電させると  極で還元反応が起こる。

C 放電によって電極上で水素が発生する電池では、その電極が  極である。

|   | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 正 |
| ② | 正 | 正 | 負 |
| ③ | 正 | 負 | 正 |
| ④ | 正 | 負 | 負 |
| ⑤ | 負 | 正 | 正 |
| ⑥ | 負 | 正 | 負 |
| ⑦ | 負 | 負 | 正 |
| ⑧ | 負 | 負 | 負 |

# 化学 I

- b 鉛蓄電池を放電させたとき、各電極で起こる反応を表す次の式において、  
 ~  に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。



|   | 工  | 才  | 力  | キ                                   |
|---|--|--|--|-------------------------------------|
| ① | $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$               | $\text{H}_2$                             | $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$               | $\text{H}_2\text{O}_2$              |
| ② | $4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$ | $2\text{H}_2$                            | $\text{SO}_4^{2-}$                             | $\text{O}_2 + 2\text{e}^-$          |
| ③ | $\text{SO}_4^{2-}$                             | $2\text{e}^-$                            | $4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$ | $2\text{H}_2\text{O}$               |
| ④ | $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$       | $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 2\text{e}^-$ | $4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$ | $2\text{H}_2\text{O}$               |
| ⑤ | $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$       | $4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 6\text{e}^-$ | $8\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 6\text{e}^-$ | $2\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |

(下書き用紙)

化学 I の試験問題は次に続く。

## 化学 I

第 3 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 窒素の酸化物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 一酸化窒素は、銅に濃硝酸を反応させて得られる。
- ② 一酸化窒素は、水上置換で捕集することができる。
- ③ 一酸化窒素は、酸素と反応して二酸化窒素を生じる。
- ④ 二酸化窒素は、赤褐色の気体である。
- ⑤ 二酸化窒素は、水と反応して硝酸を生じる。
- ⑥ 二酸化窒素は、常温で一部が四酸化二窒素となる。

問 2 金属イオン A を含む水溶液に、水溶液 B を少量加えると沈殿が生じた。これにさらに B を過剰に加えても沈殿は溶けなかった。A と B の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

|   | A                | B           |
|---|------------------|-------------|
| ① | $\text{Zn}^{2+}$ | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ② | $\text{Pb}^{2+}$ | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ③ | $\text{Al}^{3+}$ | アンモニア水      |
| ④ | $\text{Cu}^{2+}$ | アンモニア水      |
| ⑤ | $\text{Ag}^+$    | アンモニア水      |

問 3 単体に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a ハロゲンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① フッ素は水と反応し、酸素が発生する。
- ② 塩素を水に溶かすと、次亜塩素酸が生成する。
- ③ 臭素は常温で赤褐色の液体である。
- ④ 臭素を塩化カリウム水溶液に加えると、塩素が生成する。
- ⑤ ヨウ素はヨウ化カリウム水溶液に溶ける。
- ⑥ ヨウ素は常温で黒紫色の固体である。

b 金属に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① マグネシウムは冷水とはほとんど反応しないが、熱水とは反応する。
- ② アルミニウムを空气中に放置すると、表面に緻密な<sup>ちみつ</sup>酸化物の膜ができる。
- ③ カルシウムは水と反応し、酸素が発生する。
- ④ スズは強塩基の水溶液と反応し、溶ける。
- ⑤ 銀は、銅よりも高い電気伝導性をもつ。
- ⑥ 水銀は多くの金属を溶かし、合金(アマルガム)をつくる。



## 化学 I

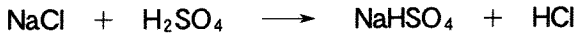
問 4 マグネシウムと亜鉛からできている合金がある。この合金 1.000 g を酸に溶かしてから塩基を加えて溶液を中性にし、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通じたところ、一方の金属の硫化物のみが沈殿した。この沈殿を水洗し、乾燥したところ 0.097 g であった。この合金に含まれるマグネシウムの質量の割合は何パーセントか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  %

- ① 4.2      ② 6.5      ③ 7.8      ④ 92      ⑤ 94      ⑥ 96

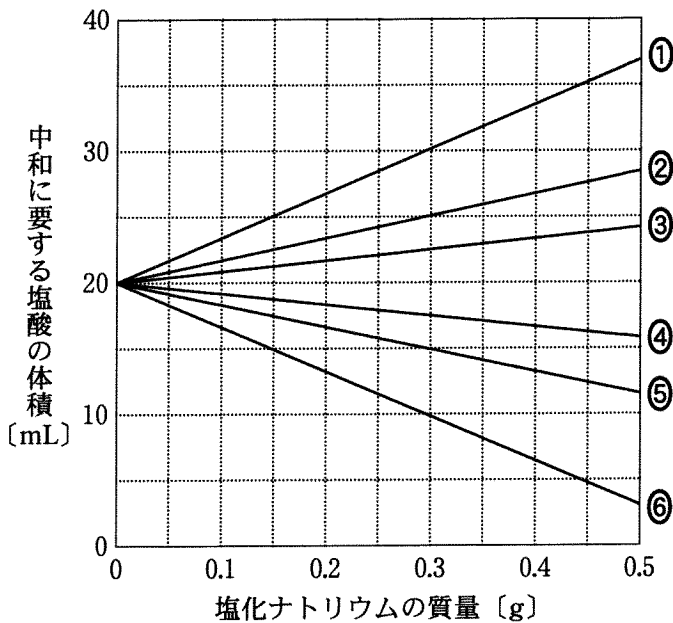
問 5 次の①～⑤に示す二つの物質を反応させて発生する気体を、上方置換、下方置換、水上置換のいずれかで捕集したい。上方置換による捕集が最も適当な気体を発生する物質の組合せを、①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸  
② 銅と熱濃硫酸  
③ 酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸  
④ 酸化マンガン(Ⅳ)と過酸化水素水  
⑤ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウム

問 6 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、次の反応により塩化水素が発生する。



十分な量の濃硫酸を用いて発生させた塩化水素を 2.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 10 mL に完全に吸収させ、得られる水溶液を 1.0 mol/L 塩酸で中和する。用いる塩化ナトリウムの質量と中和に要する塩酸の体積の関係として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7



## 化学 I

第 4 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 油脂およびセッケンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 構成脂肪酸として不飽和脂肪酸を多く含む常温で液体の油脂は、触媒を用いて水素を付加させると、融点が高くなって常温で固体になる。
- ② 油脂に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、グリセリンと脂肪酸ナトリウムが生成する。
- ③ セッケンを水に溶かすと、その水溶液は弱酸性を示す。
- ④ セッケン水に食用油を加えてよく振り混ぜると、乳化する。
- ⑤ セッケン水に塩化カルシウム水溶液を加えると、沈殿が生じる。

問 2 次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

分子式  $C_{10}H_{16}O_4$  で表されるエステル 1 mol を酸を触媒として加水分解すると、化合物 A 1 mol と化合物 B 2 mol が生成する。A には幾何異性体が存在する。また、A を加熱すると脱水反応が起こり、分子式  $C_4H_2O_3$  で表される化合物 C が得られる。B はヨードホルム反応を示す。また、B を酸化するとアセトンになる。

a A, C に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① A は 2 価アルコールである。
- ② A はシス形の異性体である。
- ③ A の炭素原子間の二重結合に水素を付加させた化合物には、不斉炭素原子が存在する。
- ④ C には 6 個の原子からなる環が存在する。
- ⑤ C にはカルボキシ基(カルボキシル基)が存在する。

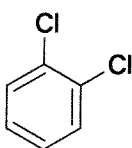
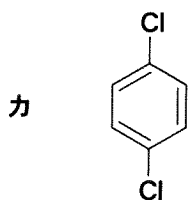
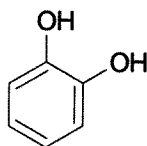
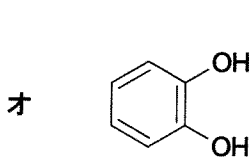
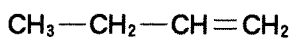
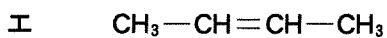
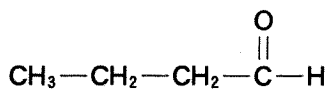
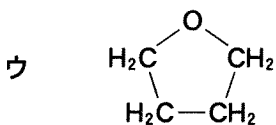
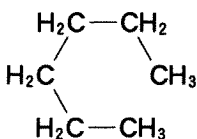
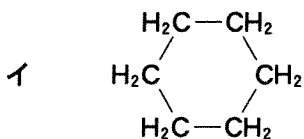
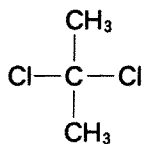
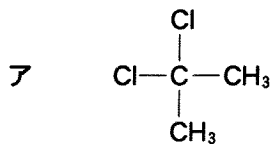
b B には、B 自身を含めて何種類の構造異性体が存在するか。正しい数を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  種類

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5

# 化学 I

問 3 次の構造式の組合せ(ア～カ)のうちで、互いに異性体の関係にある化合物を表しているものは何組あるか。正しい数を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

4 組



① 1

② 2

③ 3

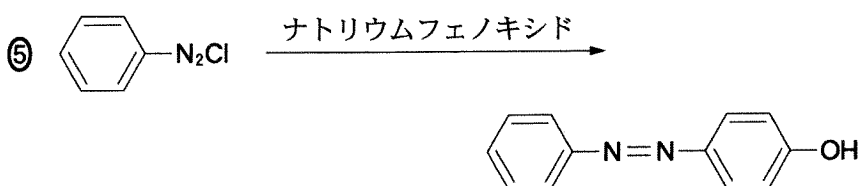
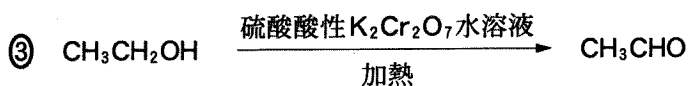
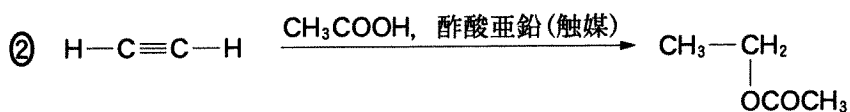
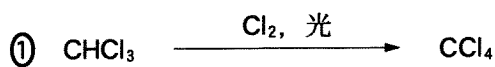
④ 4

⑤ 5

⑥ 6

問 4 生成する有機化合物が誤っている反応を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5



## 化学 I

問 5 次の実験操作のようにニトロベンゼンからアニリンの合成を行った。この実験に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

試験管にニトロベンゼン 1 mL とスズ 3 g をとり、よく振り混ぜながら濃塩酸 5 mL を少しずつ加えた後、ア 温めながら油滴がなくなるまでさらに振り混ぜた。冷却した後、内容物の溶液のみを三角フラスコに移し、その溶液に水酸化ナトリウム水溶液を駒込ピペットで少しずつ加えると白色沈殿が生じたが、イ さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えて沈殿を溶解させた。次に、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ、静置した。ウ 分離した 2 層のうち、ジエチルエーテル層を時計皿に移し、エ ドラフト内に放置すると油状物質としてアニリンが得られた。オ 得られたアニリンを空気中に放置しておく、褐色に変化した。

- ① 下線部アで油滴がなくなったのは、ニトロベンゼンが還元されて生じたアニリンが塩酸塩となって溶けたためである。
- ② 下線部イの操作により全体が均一な水溶液になった。
- ③ 下線部ウで、ジエチルエーテル層は上層である。
- ④ 下線部エで放置するだけでアニリンが得られたのは、ジエチルエーテルの揮発性が高いためである。
- ⑤ 下線部オで色が変化したのは、アニリンが空気中の酸素によって酸化されたためである。

## 化学 I

問 6 炭素数 7 の不飽和炭化水素を完全燃焼させたところ、308 mg の二酸化炭素と 108 mg の水が生成した。また、この炭化水素の不飽和結合のすべてに臭素  $\text{Br}_2$  を付加させたところ、生成物に含まれる  $\text{Br}$  の質量の割合は 77 % であった。この炭化水素の構造として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

