

# 化 学 I

(全 問 必 答)

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H 1.0      He 4.0      C 12      O 16      Cu 64      Br 80

アボガドロ定数  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

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 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a 三重結合をもつ分子

- ①  $\text{N}_2$       ②  $\text{O}_2$       ③  $\text{Cl}_2$       ④  $\text{C}_2\text{H}_4$       ⑤  $\text{H}_2\text{O}_2$

b イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が最も大きい原子

- ① P      ② S      ③ Cl      ④ Ar      ⑤ K

c 純物質でないもの

- ① ナフサ      ② ミョウバン      ③ ダイヤモンド  
④ 氷      ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)五水和物

問 2 物質を構成している原子はきわめて小さい。ヘリウム原子について次の a・b に当てはまる数値を、それぞれの解答群の①～④のうちから一つずつ選べ。

a ヘリウム原子の直径  m 程度

- ①  $10^{-20}$       ②  $10^{-15}$       ③  $10^{-10}$       ④  $10^{-5}$

b ヘリウム原子の質量  g

- ①  $6.7 \times 10^{-24}$       ②  $7.5 \times 10^{-24}$   
 ③  $1.3 \times 10^{-23}$       ④  $1.5 \times 10^{-23}$

# 化学 I

問 3 陽子を⊙, 中性子を○, 電子を●で表すとき, 質量数 6 のリチウム原子の構造を示す模式図として最も適当なものを, 図 1 の①~⑥のうちから一つ選べ。  
 ただし, 破線の円内は原子核とし, その外側にある実線の同心円は内側から順に K 殻, L 殻を表す。 6

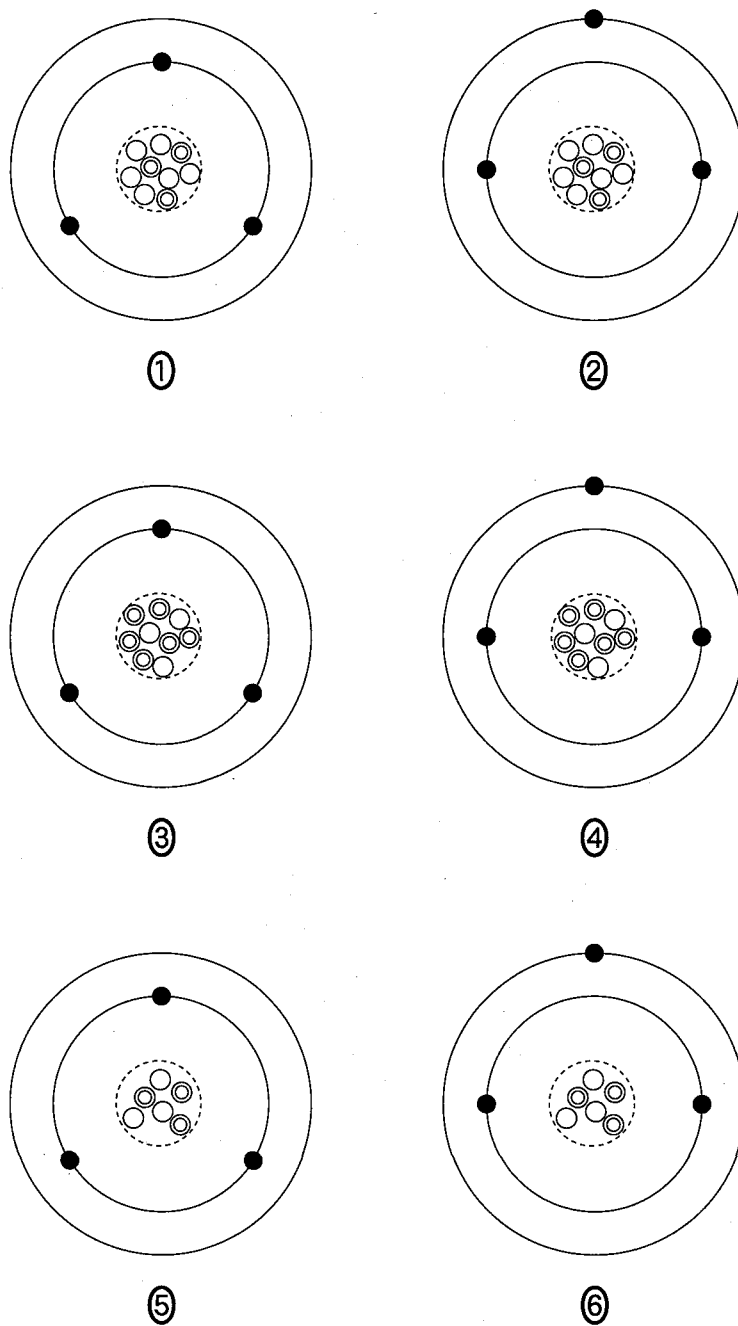
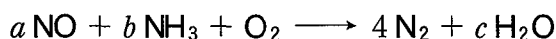


図 1

## 化学 I

問 4 我が国の火力発電所では、燃料の燃焼で生じるガス中に含まれる微量の一酸化窒素を、触媒の存在下でアンモニアおよび酸素と反応させる方法で、無害な窒素に変えて排出している。このことに関連する次の化学反応式中の係数 ( $a \sim c$ ) の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

7



	a	b	c
①	2	4	4
②	2	6	4
③	2	6	9
④	4	4	6
⑤	4	9	6
⑥	6	2	3

問 5 身の回りのさまざまな出来事と、それに関係している反応や変化の組合せとして適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

	身の回りの出来事	反応や変化
①	漂白剤を使うと洗濯物が白くなった。	酸化・還元
②	水にぬれたままの衣服を着ていて体が冷えた。	蒸発
③	夜空に上がった花火がさまざまな色を示した。	炎色反応
④	包装の中にシリカゲルが入れてあったので、食品が湿らなかった。	吸着
⑤	衣装ケースに入れてあったナフタレンを主成分とする防虫剤が小さくなった。	風解

# 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 分子式  $C_3H_n$  で表される気体を十分な量の酸素と混合して完全燃焼させたところ、二酸化炭素 3.30 g と水(液体)が生成し、48.0 kJ の熱が発生した。次の問い(a・b)に答えよ。

a この気体の燃焼熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  kJ/mol

- ① 640      ② 960      ③ 1280      ④ 1920      ⑤ 3840

b この反応で生成した水の質量は 0.900 g であった。分子式中の  $n$  として最も適当な値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 4      ② 5      ③ 6      ④ 7      ⑤ 8

問 2 0.036 mol/l の酢酸水溶液の pH は 3.0 であった。次の問い(a・b)に答えよ。

a この酢酸水溶液 10.0 ml を、水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、18.0 ml を要した。用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/l か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  mol/l

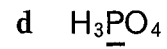
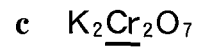
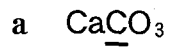
- ① 0.010      ② 0.020      ③ 0.040      ④ 0.065      ⑤ 0.130

b この酢酸水溶液中の酢酸の電離度として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $1.0 \times 10^{-6}$       ②  $1.0 \times 10^{-3}$       ③  $2.8 \times 10^{-2}$   
④  $3.6 \times 10^{-2}$       ⑤  $3.6 \times 10^{-1}$

# 化学 I

問 3 次の化合物(a～d)のうち、下線を引いた原子の酸化数が等しいものの組合せを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5



① a · b

② a · c

③ a · d

④ b · c

⑤ b · d

⑥ c · d

# 化学 I

問 4 次の記述(ア・イ)のような電気分解と電池に関する実験を、3種類の金属(A～C)として Cu, Pt, Zn を用いて行った。下の問い(a・b)に答えよ。

ア 金属Aを陰極および陽極に用いて  $\text{CuSO}_4$  水溶液を電気分解したところ、陽極で気体が発生した。

イ 金属Bおよび金属Cを希硫酸に浸して電池をつくったところ、金属Bが正極となった。

a 金属(A～C)として最も適当な組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	A	B	C
①	Cu	Zn	Pt
②	Cu	Pt	Zn
③	Zn	Cu	Pt
④	Zn	Pt	Cu
⑤	Pt	Zn	Cu
⑥	Pt	Cu	Zn

b アの電気分解では陰極に 0.32 g の銅が析出した。このとき陽極で発生した気体の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  mol

① 0.0025

② 0.0050

③ 0.010

④ 0.025

⑤ 0.050

⑥ 0.10

## 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 元素の性質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 同じ周期に属する元素の化学的性質はよく似ている。
- ② 典型元素の単体は、常温・常圧で気体か固体のどちらかである。
- ③ 金属元素の単体は、すべて常温・常圧で固体である。
- ④ 1 族元素の単体は、すべて常温・常圧で固体である。
- ⑤ 18 族元素の単体は、すべて常温・常圧で気体である。

問 2 ハロゲンの単体および化合物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 単体の融点および沸点は、 $\text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$  の順に高い。
- ② 単体の酸化力は、 $\text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$  の順に強い。
- ③  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$  は、いずれも水に溶けにくい。
- ④  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$  は、いずれも光によって分解して銀を析出する。
- ⑤  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  の水溶液は、いずれも強酸である。



問 3 無機化合物の工業的製法の記述の中で、下線部に酸化還元反応を含まないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 硫酸の製造には、酸化バナジウム(V)  $V_2O_5$  を触媒として 二酸化硫黄から三酸化硫黄をつくる 工程がある。
- ② アンモニアの製造には、鉄を主成分とする触媒を用いて 水素と窒素からアンモニアをつくる 工程がある。
- ③ 硝酸の製造には、白金を触媒として アンモニアから一酸化窒素をつくる 工程がある。
- ④ 硝酸の製造には、一酸化窒素を空気と反応させて二酸化窒素をつくる 工程がある。
- ⑤ 炭酸ナトリウムの製造には、塩化ナトリウム飽和水溶液、アンモニアおよび二酸化炭素から炭酸水素ナトリウムをつくる 工程がある。

## 化学 I

問 4 図 1 は、アンモニアの発生装置および上方置換による捕集装置を示している。これらの装置を用いた実験に関する下の問い(a・b)に答えよ。

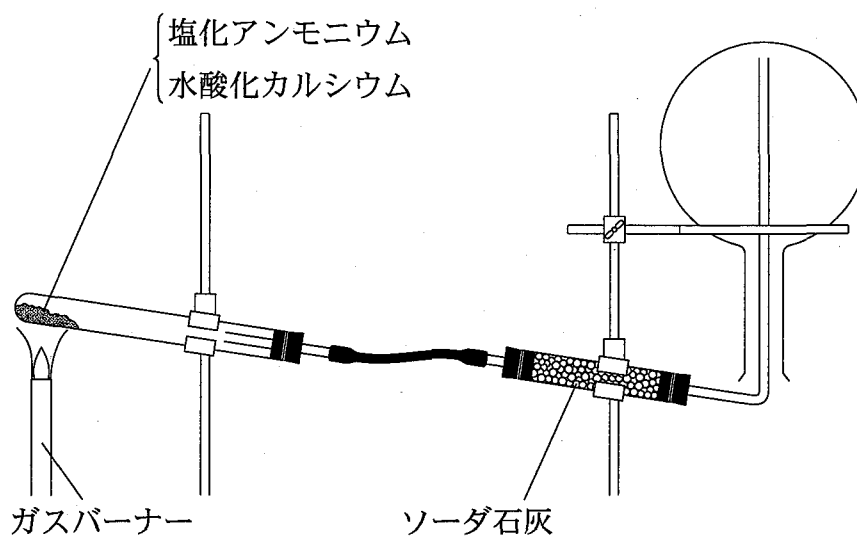


図 1

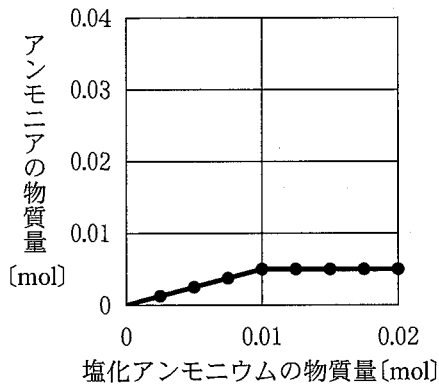
a この実験に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① アンモニアを集めた丸底フラスコ内に、湿らせた赤色リトマス紙を入れると、リトマス紙は青色になった。
- ② アンモニアを集めた丸底フラスコの口に、濃塩酸をつけたガラス棒を近づけると、白煙が生じた。
- ③ 水酸化カルシウムの代わりに硫酸カルシウムを用いると、アンモニアがより激しく発生した。
- ④ ソーダ石灰は、発生した気体から水分を除くために用いている。
- ⑤ アンモニア発生反応が終了した後、試験管内には固体が残った。

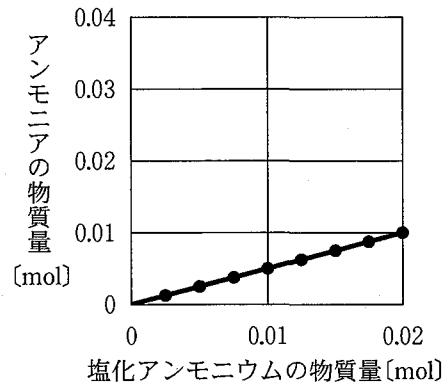
b 8本の試験管に水酸化カルシウムを0.010 molずつ入れた。次に、それぞれの試験管に0.0025 molから0.0200 molまで0.0025 molきざみの物質量の塩化アンモニウムを加えた。この8本の試験管を1本ずつ順に図1の発生

装置の試験管と取りかえて加熱した。アンモニア発生反応が終了した後、発生したアンモニアの物質量をそれぞれ調べた。発生したアンモニアと加えた塩化アンモニウムの物質量の関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

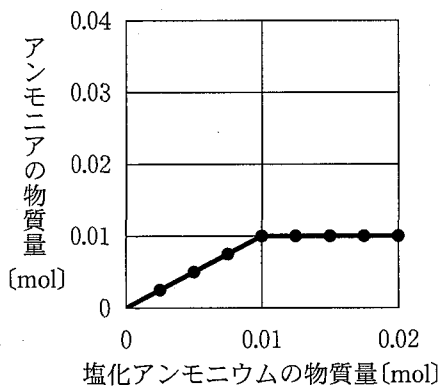
①



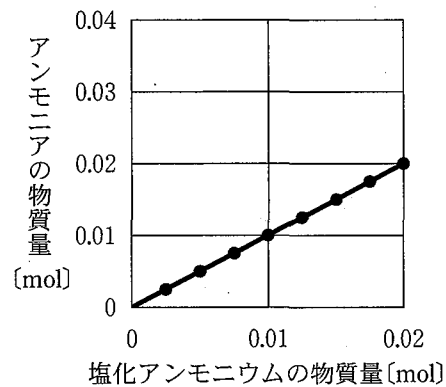
②



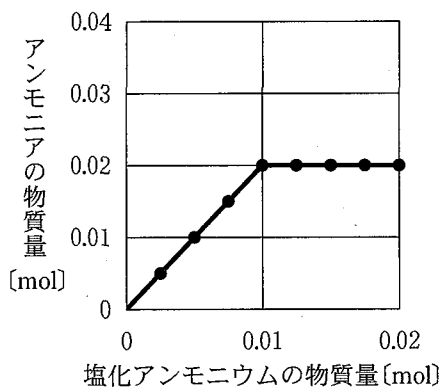
③



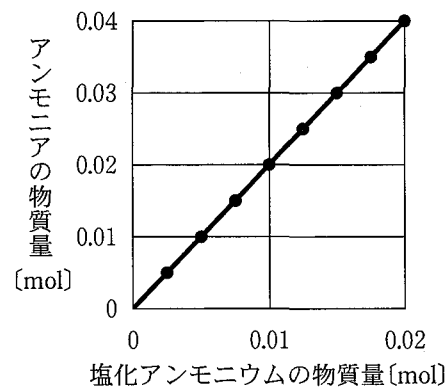
④



⑤



⑥



## 化学 I

問 5 2種類の金属イオンを含む水溶液について、次の操作(a～c)を行った。どちらか一方の金属イオンのみを沈殿させることのできる操作はどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 6

- a  $\text{Al}^{3+}$  と  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液に、過剰のアンモニア水を加えた。
- b  $\text{Cu}^{2+}$  と  $\text{Ba}^{2+}$  を含む水溶液に、希硫酸を加えた。
- c  $\text{Ag}^+$  と  $\text{Pb}^{2+}$  を含む水溶液に、硫化水素を吹き込んだ。

- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ a · b
- ⑤ a · c                   ⑥ b · c                   ⑦ a · b · c

問 6 下線の化合物 1 mol がすべて反応したとき、発生する気体の物質量が最も少ないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 硫化鉄 FeS に希硫酸を加える。
- ② 塩素酸カリウム  $\text{KClO}_3$  に、触媒である酸化マンガン(IV)を加えて加熱する。
- ③ 過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の水溶液を、触媒である酸化マンガン(IV)に加える。
- ④ 炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  に希塩酸を加える。
- ⑤ 亜硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_3$  に希硫酸を加える。

## 化学 I

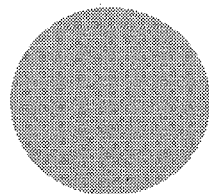
第 4 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 高分子化合物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 テレフタル酸は、ポリエチレンテレフタラートの原料である。
- ② ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸を反応させると、ナイロン 66 (6, 6-ナイロン) が得られる。
- ③ ポリエチレンは、エチレングリコールの縮合重合により得られる。
- ④ ポリ酢酸ビニルの原料である酢酸ビニルは、アセチレンに酢酸を付加して得られる。
- ⑤ 塩化ビニルを付加重合させると、ポリ塩化ビニルが得られる。

問 2 油をセッケン水に入れて振り混ぜると、微細な油滴となって分散する。このときのセッケン分子と油滴が形成する構造のモデル図(断面の図)として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、油滴とセッケン分子を図1のように表す。

2



油滴

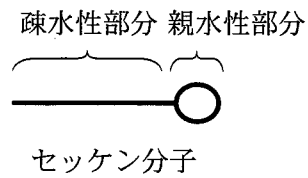
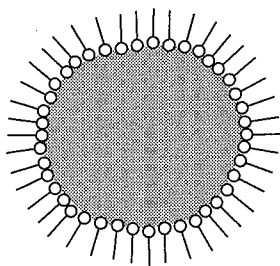
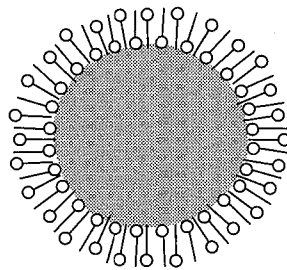


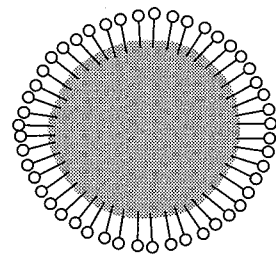
図 1



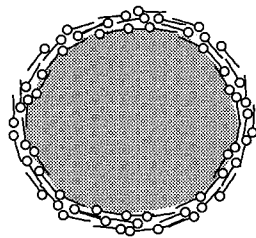
①



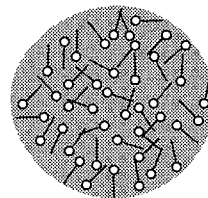
②



③



④



⑤

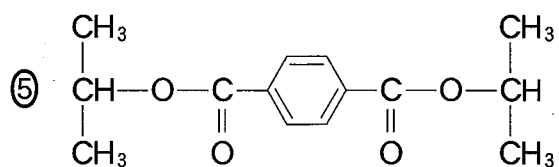
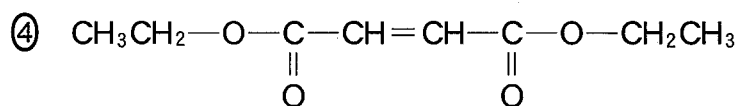
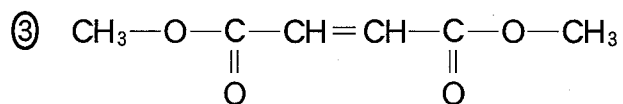
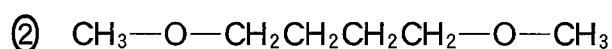
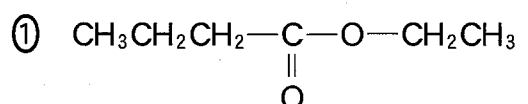
## 化学 I

問 3 有機化合物の反応に関する記述のうち、付加反応であるものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① メタンと塩素の混合物に光を照射すると、テトラクロロメタン(四塩化炭素)が生成する。
- ② ベンゼンと塩素の混合物に光を照射すると、ヘキサクロロシクロヘキサン(ベンゼンヘキサクロリド)が生成する。
- ③ ベンゼンに塩素と鉄粉を作用させると、クロロベンゼンが生成する。
- ④ ベンゼンに濃硫酸を作用させると、ベンゼンスルホン酸が生成する。
- ⑤ トルエンに過マンガン酸カリウム水溶液を作用させると、安息香酸の塩が生成する。

問 4 次の文章を読み、有機化合物 A の構造式として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、希硫酸を加えて酸性にしたところ、化合物 B と C が生成した。B はヨードホルム反応を示した。C は炭酸水素ナトリウム水溶液に気体を発生しながら溶けた。また、C には幾何異性体 D が存在することがわかった。





## 化学 I

問 5 サリチル酸の誘導体 A を合成する実験に関する次の文章を読み、下の問い (a・b) に答えよ。

サリチル酸とメタノールから A を合成する反応は、次のように表される。

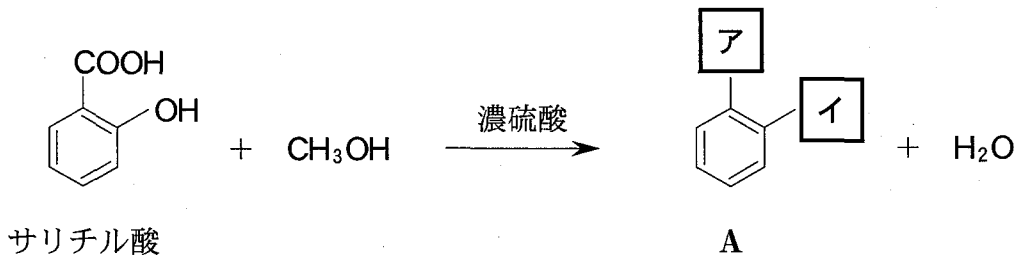


図 1 に示すように、乾いた太い試験管にサリチル酸 0.5 g、メタノール 5 ml、濃硫酸 1 ml を入れ、沸騰石を加えた。この試験管に十分に長いガラス管を取りつけ、熱水の入ったビーカーの中で 30 分間熱した。この試験管の内容物を冷やした後、30 ml の **ウ** が入ったビーカーに少しずつ加えたところ、A が生成した。

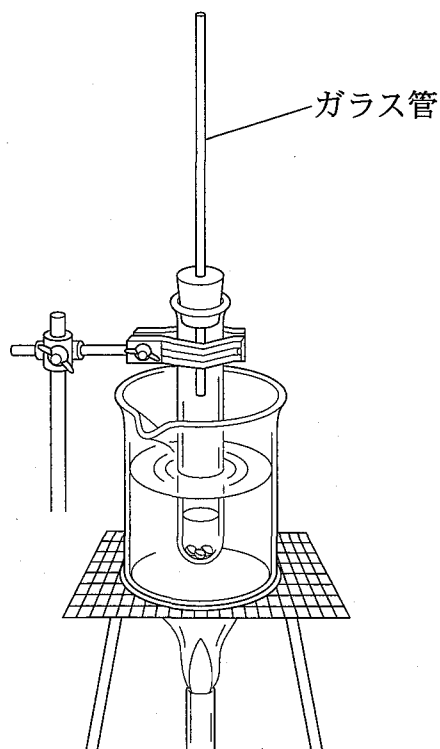


図 1

- a Aの構造式に示された空欄(  ・  )に当てはまる官能基と、文中の空欄(  )に当てはまる溶液の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	-COOH	-OCH <sub>3</sub>	6 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液
②	-COOCH <sub>3</sub>	-OCH <sub>3</sub>	6 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液
③	-COOCH <sub>3</sub>	-OH	6 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液
④	-COOH	-OCH <sub>3</sub>	飽和炭酸水素ナトリウム水溶液
⑤	-COOCH <sub>3</sub>	-OCH <sub>3</sub>	飽和炭酸水素ナトリウム水溶液
⑥	-COOCH <sub>3</sub>	-OH	飽和炭酸水素ナトリウム水溶液

- b この実験では、得られたAは微小な油滴として存在していたので、ピペットを使ってAだけを取り出すことはできなかった。Aを他の内容物から分離し、取り出す方法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 ビーカーの内容物をろ過して、ろ紙の上に集める。
- ② ビーカーの内容物をろ過して、ろ液を蒸発皿に入れて溶媒を蒸発させる。
- ③ ビーカーの内容物にメタノールを加えてかき混ぜた後、溶液を蒸発皿に入れて溶媒を蒸発させる。
- ④ ビーカーの内容物を分液漏斗に移し、エーテルを加えて振り混ぜた後、静置して上層を取り出す。これを蒸発皿に入れて溶媒を蒸発させる。
- ⑤ ビーカーの内容物を分液漏斗に移し、エーテルを加えて振り混ぜた後、静置して下層を取り出す。これを蒸発皿に入れて溶媒を蒸発させる。

## 化学 I

問 6 分子量 94 の芳香族化合物は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色の呈色反応を示す。この化合物に十分な量の臭素水を加えると置換反応が起こった。得られた化合物の分子量として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① 157

② 254

③ 331

④ 414

⑤ 574