

化 学 I

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
Al	27	Cl	35.5	Cu	64		

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 価電子を3個もつ原子

- | | | |
|-------|---------|------|
| ① ホウ素 | ② カルシウム | ③ 臭素 |
| ④ 窒素 | ⑤ リン | ⑥ 硫黄 |

b 物質1gに含まれる炭素原子の数が最も少ないもの

- | | | |
|---------|---------|-----------|
| ① 一酸化炭素 | ② ベンゼン | ③ エタン |
| ④ エタノール | ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ ジクロロメタン |

問 2 水素以外の原子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 原子は、原子核と電子から構成される。
- ② 原子核は、陽子と中性子から構成される。
- ③ 原子核の大きさは、原子の大きさに比べて極めて小さい。
- ④ 原子番号と質量数は等しい。
- ⑤ 原子番号が同じで中性子の数が異なる原子どうしは、互いに同位体である。

問 3 実験方法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 においがかぐ場合は、手であおいでかぐ。
- ② 液体を沸騰させる場合は、突沸を防ぐために沸騰石を入れる。
- ③ 試薬瓶から取り出しすぎた試薬は、元の試薬瓶びんに戻す。
- ④ 希硫酸をつくる場合は、かき混ぜながら、水に濃硫酸を少しずつ加える。
- ⑤ 一定体積の溶液をつくるためには、メスフラスコを用いる。

化学 I

問 4 質量パーセント濃度 10 %，密度 d [g/cm³] の溶液が V [L] ある。溶質のモル質量が M [g/mol] であるとき，この溶液のモル濃度は何 mol/L か。モル濃度を求める式として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

mol/L

- ① $\frac{100 dV}{M}$ ② $\frac{100 d}{M}$ ③ $\frac{1000 d}{M}$
④ $\frac{1000 dV}{M}$ ⑤ $\frac{d}{10 M}$ ⑥ $\frac{dV}{10 M}$

問 5 常温，常圧で，150.0 mL の酸素がある。放電によって，その一部をオゾンに変化させたところ，全体の体積が 144.0 mL になった。何%の酸素がオゾンに変化したことになるか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，反応の前後で温度と圧力は変わらないものとする。 %

- ① 4.0 ② 6.0 ③ 8.0
④ 9.0 ⑤ 12 ⑥ 18

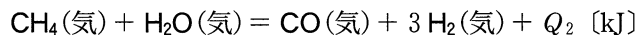
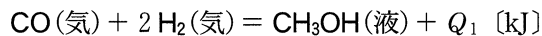
問 6 身のまわりの物質に関する記述のうち、化学反応が関与していないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ベーキングパウダー(ふくらし粉)を使ってケーキを作った。
- ② セッケンを硬水中で使ったら、泡立ちが悪く洗浄力が低下した。
- ③ 生石灰に水を加えて、食品の加熱に利用した。
- ④ 新しい 10 円硬貨を空気中に放置すると光沢が失われた。
- ⑤ 水に墨汁ぼくじゅうを加えてかき混ぜると全体が黒くなった。

化学 I

第 2 問 次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕(配点 25)

問 1 工業的には、メタノールは一酸化炭素を水素で還元して合成される。また、原料の一酸化炭素と水素は、メタンと水蒸気の反応によって得られる。これらの反応の熱化学方程式は、それぞれ次の式で表すことができる。



$Q_1 + Q_2$ の値として最も適当な数値を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{CH}_4\text{(気)}$ 、 $\text{CH}_3\text{OH(液)}$ 、 $\text{H}_2\text{O(気)}$ の生成熱は表 1 に示すものとする。

kJ

表 1

物質(状態)	生成熱 [kJ/mol]
$\text{CH}_4\text{(気)}$	75
$\text{CH}_3\text{OH(液)}$	239
$\text{H}_2\text{O(気)}$	242

① -406

② -78

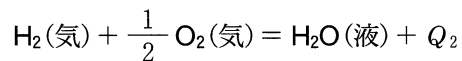
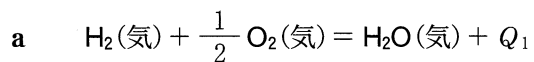
③ 72

④ 78

⑤ 406

⑥ 556

問 2 燃焼熱に関する記述 (a・b) の空欄 **ア** と **イ** に当てはまる関係式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**



Q_1 と Q_2 の関係は **ア** となる。

b トランス-2-ブテンの燃焼熱を Q_3 とし、シス-2-ブテンの燃焼熱を Q_4 とする。トランス-2-ブテンはシス-2-ブテンより生成熱が大きく、安定であるので、 Q_3 と Q_4 の関係は **イ** となる。

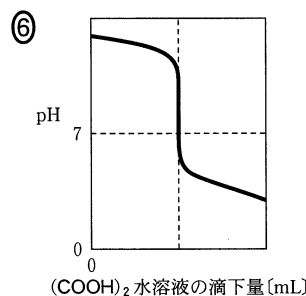
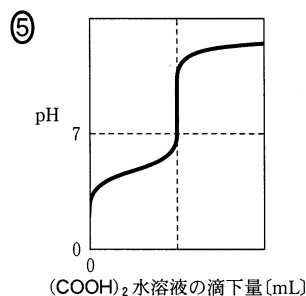
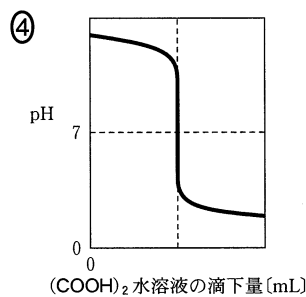
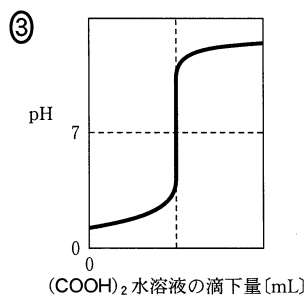
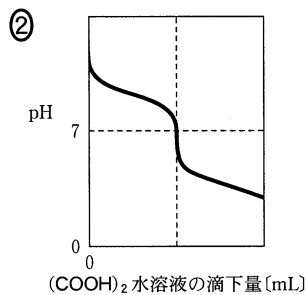
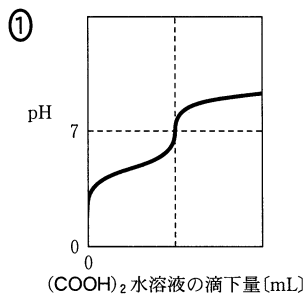
	ア	イ
①	$Q_1 < Q_2$	$Q_3 < Q_4$
②	$Q_1 > Q_2$	$Q_3 < Q_4$
③	$Q_1 = Q_2$	$Q_3 < Q_4$
④	$Q_1 < Q_2$	$Q_3 > Q_4$
⑤	$Q_1 > Q_2$	$Q_3 > Q_4$
⑥	$Q_1 = Q_2$	$Q_3 > Q_4$

化学 I

問 3 濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めるために次の実験を行った。下の問い(a・b)に答えよ。

実験 6.30 g のシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を正確にはかり取り、これを水に溶かして 1000 mL にした。この水溶液をビュレットに入れ、コニカルビーカーに入れた 20.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液を滴定した。

a 滴定中の pH の変化を表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。 3



化学 I

- b 滴定を開始したときのビュレットの読みは、8.80 mLであり、中和点でのビュレットの液面の高さは図1のようになった。水酸化ナトリウム水溶液の濃度として、最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ビュレットの数値の単位は mL である。 mol/L

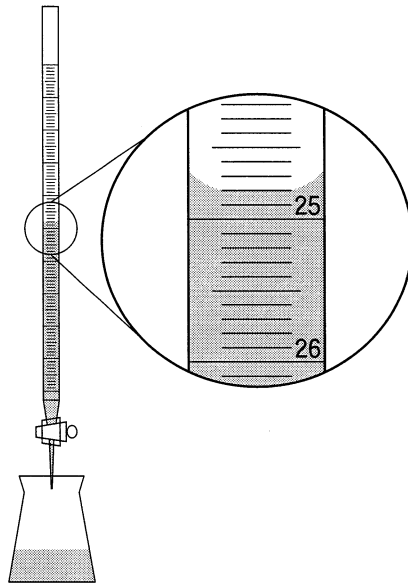


図 1

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 0.0350 | ② 0.0400 | ③ 0.0410 |
| ④ 0.0700 | ⑤ 0.0800 | ⑥ 0.0820 |

化学 I

問 4 電解槽 I に硫酸銅(II)水溶液, 電解槽 II に希硫酸を入れた。さらに, 銅電極, 白金電極を用いて, 図 2 のような装置を組み立てた。一定の電流を 1930 秒間流して電気分解を行ったところ, 電解槽 I の陰極で 0.32 g の銅が析出した。下の問い(a・b)に答えよ。ただし, ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

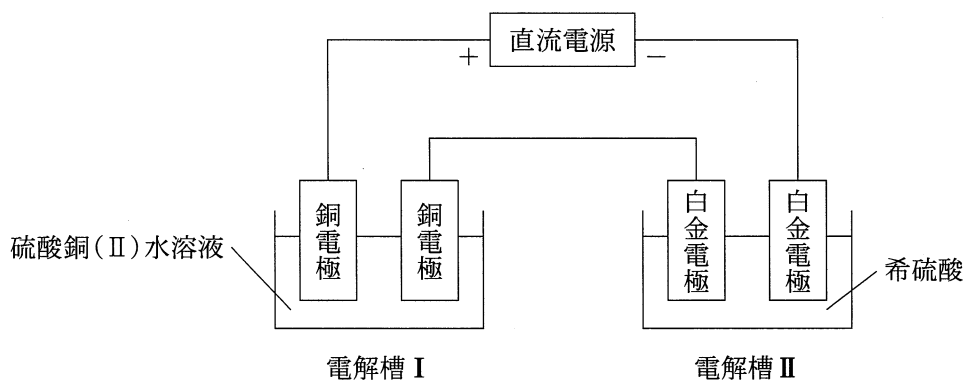


図 2

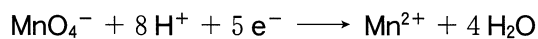
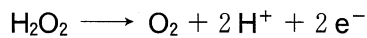
a 流した電流は何 A であったか。最も適当な数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。 A

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0
④ 2.5 ⑤ 5.0

b 電解槽 I の陽極と電解槽 II の陽極で起きた現象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。

	電解槽 I の陽極で起きた現象	電解槽 II の陽極で起きた現象
①	酸素が発生した	二酸化硫黄が発生した
②	酸素が発生した	水素が発生した
③	酸素が発生した	酸素が発生した
④	銅が溶解した	二酸化硫黄が発生した
⑤	銅が溶解した	水素が発生した
⑥	銅が溶解した	酸素が発生した

問 5 濃度不明の過酸化水素水 10.0 mL を希硫酸で酸性にし、これに 0.0500 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。滴下量が 20.0 mL のときに赤紫色が消えずにわずかに残った。過酸化水素水の濃度として最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、過酸化水素および過マンガン酸イオンの反応は、電子を含む次のイオン反応式で表される。 7 mol/L



① 0.0250

② 0.0400

③ 0.0500

④ 0.250

⑤ 0.400

⑥ 0.500

化学 I

第 3 問 次の問い(問 1 ~ 7)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕(配点 25)

問 1 身のまわりにある 14 族元素の単体および化合物に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 黒鉛は電気をよく通し、アルミニウムの電解精錬に用いられる。
- ② ガラスを切るときに使われるダイヤモンドは、共有結合の結晶である。
- ③ 灯油などが不完全燃焼したときに発生する一酸化炭素は、水によく溶ける。
- ④ ケイ素の単体は半導体の性質を示し、集積回路に用いられる。
- ⑤ シリカゲルは、水と親和性のある微細な孔をたくさんもつので、乾燥剤に用いられる。

問 2 硫黄の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 二酸化硫黄は、硫黄を空気中で燃焼させることにより得られる。
- ② 二酸化硫黄と硫化水素の反応では、二酸化硫黄が還元剤としてはたらく。
- ③ 三酸化硫黄は、触媒を用いて二酸化硫黄を酸素と反応させることにより得られる。
- ④ 硫化水素の水溶液は、弱酸性を示す。
- ⑤ 硫酸鉛(Ⅱ)は、鉛蓄電池の放電時に両極の表面に生成する。

問 3 銀の単体と化合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。 3

- ① 銀を含む粗銅を電解精錬すると、銀は陽極の下に沈殿する。
- ② 銀の電気伝導性は、銅より大きい。
- ③ 銀は、濃硝酸に溶ける。
- ④ アンモニア性硝酸銀水溶液にホルムアルデヒド水溶液を加えて加熱すると、銀が析出する。
- ⑤ ハロゲン化銀に光をあてると分解し、銀が析出する。
- ⑥ 硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化銀が沈殿する。

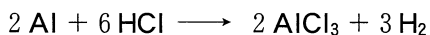
問 4 二つの元素に共通する性質として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

	二つの元素	共通する性質
①	K, Sr	炎色反応を示す
②	Sn, Ba	+2の酸化数を取りうる
③	Fe, Ag	硫化物は黒色である
④	Na, Ca	炭酸塩は水によく溶ける
⑤	Al, Zn	酸化物の粉末は白色である

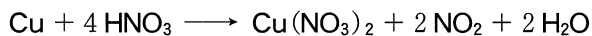
化学 I

問 5 銅とアルミニウムのみを含む混合物 A がある。銅とアルミニウムの物質量の比を求めるために、A の質量を変えて、次の**実験 I**および**実験 II**を同温・同圧のもとで行った。

実験 I 希塩酸を A に加えると、次の反応によりアルミニウムのみがすべて溶けた。この反応で発生した水素の体積を求めた。



実験 II **実験 I** で反応せずに残った銅をろ過により取り出し、濃硝酸を加えると、次の反応により銅がすべて溶けた。この反応で発生した二酸化窒素の体積を求めた。



これらの実験に用いた A の質量と、発生した気体の体積の関係は、図 1 のようになった。A に含まれる銅とアルミニウムの物質量[mol]の比(銅：アルミニウム)として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

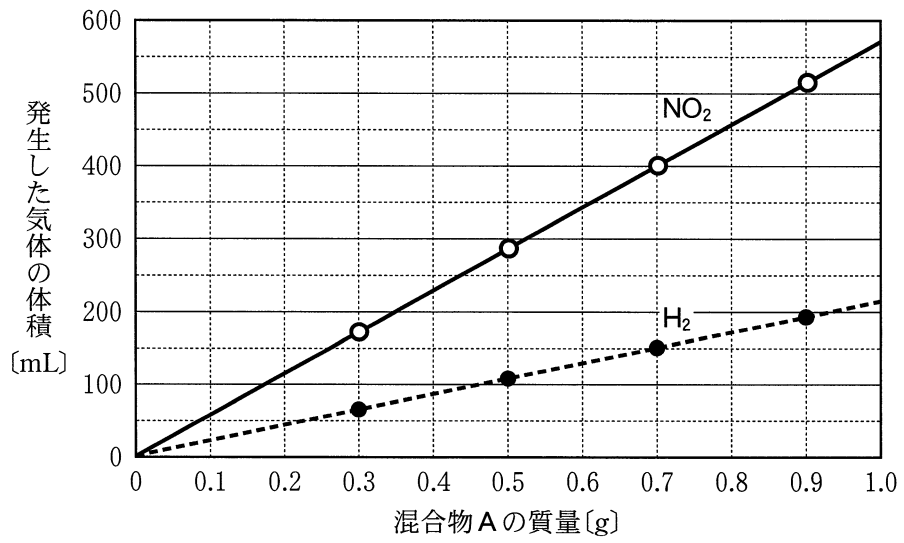


図 1

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 1 : 1 | ② 1 : 2 | ③ 1 : 3 |
| ④ 2 : 1 | ⑤ 2 : 3 | ⑥ 3 : 1 |

化学 I

問 6 銅線をしっかりと巻き付けた鉄くぎをシャーレ A に入れ、細い亜鉛板をしっかりと巻き付けた鉄くぎをシャーレ B に入れた。次に、 $K_3[Fe(CN)_6]$ とフェノールフタレイン溶液を溶かした温かい寒天水溶液をシャーレ A, B に注いだ。

数時間たつと、シャーレ A, B でそれぞれ色の変化が観察された(図 2, 図 3)。なお、寒天は、色の変化を見やすくするために入れてあり、反応には影響しない。

【シャーレ A の観察結果】

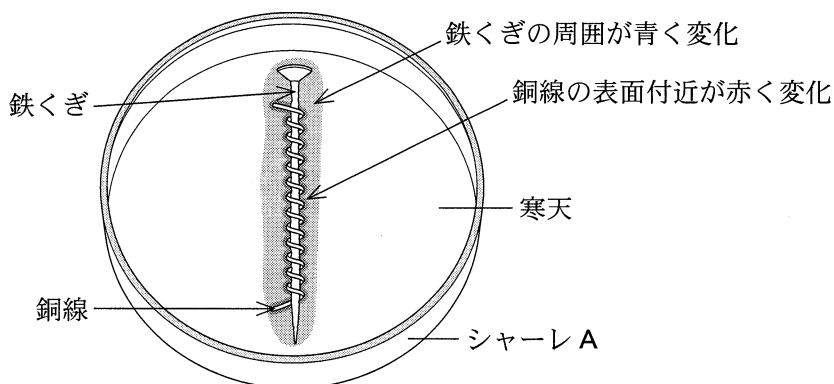


図 2

【シャーレ B の観察結果】

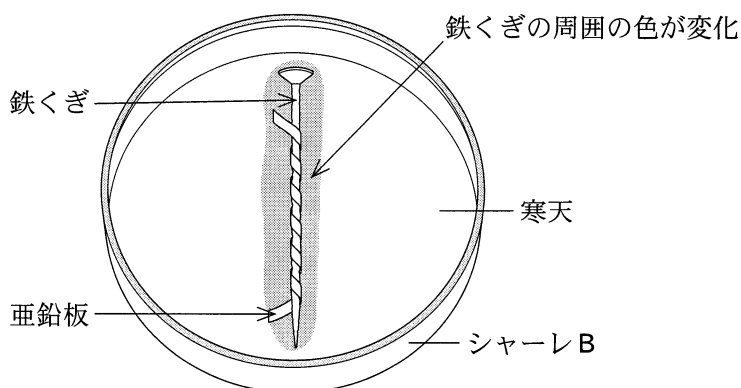


図 3

これらの結果に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a シャーレ A で色が青と赤に変化したのは、それぞれ何が生じたことによるものか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	青	赤
①	Fe^{2+}	Cu^{2+}
②	Fe^{2+}	OH^-
③	Fe^{3+}	Cu^{2+}
④	Fe^{3+}	OH^-

- b シャーレ B で色が変化した部分は何色になったか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 赤 ② 青 ③ 黄 ④ 黒 ⑤ 緑

化学 I

問 7 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} のうちの 3 種類の金属イオンを含む水溶液がある。この水溶液を 2 本の試験管に同量ずつとり、一方には塩酸を、他方にはアンモニア水を加えたところ、次の結果 I・結果 II が得られた。

結果 I 塩酸を加えた試験管では、沈殿が生じた。

結果 II アンモニア水を加えた試験管では、いったん沈殿が生じ、さらに加えていくと沈殿が溶けた。

実験に用いた水溶液に含まれる 3 種類の金属イオンとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

3 種類の金属イオン			
①	Ag^+	Cu^{2+}	Ca^{2+}
②	Ag^+	Cu^{2+}	Al^{3+}
③	Ag^+	Al^{3+}	Ca^{2+}
④	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Ca^{2+}
⑤	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Al^{3+}
⑥	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ca^{2+}

化学 I

第 4 問 次の問い(問 1 ~ 7)に答えよ。(解答番号 ~) (配点 25)

問 1 ホルムアルデヒドと組成式が同じ化合物を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① アセトアルデヒド ② アセトン ③ エチレングリコール
④ 酢酸 ⑤ ジエチルエーテル ⑥ フマル酸

問 2 クロロベンゼンの水素原子 2 個をメチル基 2 個で置き換えると、何種類の化合物ができるか。次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 3 種類 ② 4 種類 ③ 5 種類
④ 6 種類 ⑤ 7 種類

問 3 図 1 に示す化合物のいずれにも当てはまらない記述を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

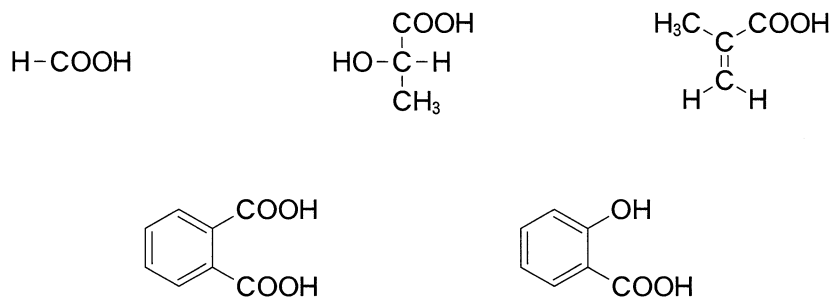


図 1

- ① 分子内から水 1 分子がとれて酸無水物になる。
- ② 光学異性体が存在する。
- ③ 幾何異性体が存在する。
- ④ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液によって赤紫色を呈する。
- ⑤ 還元性を示す。

化学 I

問 4 図 2 にクメン法の反応経路を示す。空欄 **a** ~ **c** に当てはまる置換基および物質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。 **4**

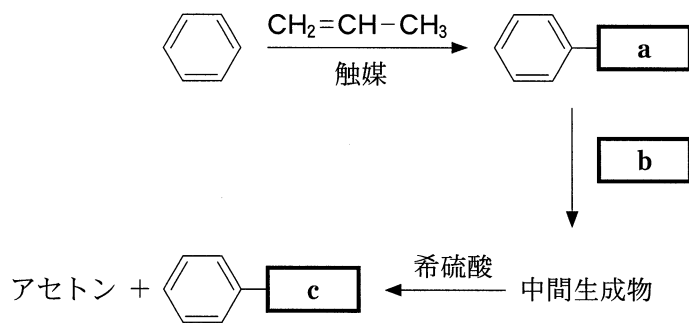
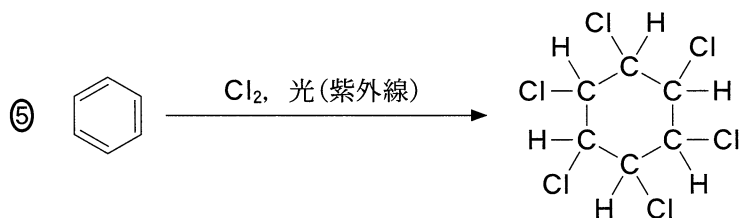
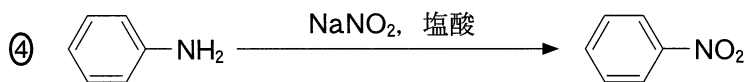
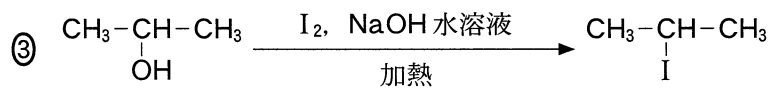
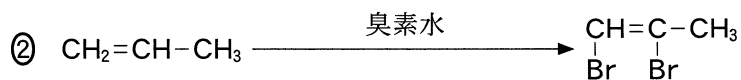
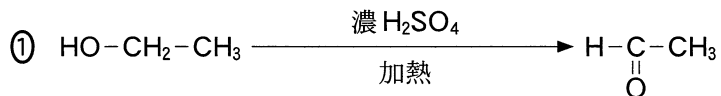


図 2

	a	b	c
①	-CH(CH ₃) ₂	O ₂	-OH
②	-CH(CH ₃) ₂	O ₂	-COOH
③	-CH(CH ₃) ₂	CO ₂	-OH
④	-CH(CH ₃) ₂	CO ₂	-COOH
⑤	-CH ₂ CH ₂ CH ₃	O ₂	-OH
⑥	-CH ₂ CH ₂ CH ₃	O ₂	-COOH
⑦	-CH ₂ CH ₂ CH ₃	CO ₂	-OH
⑧	-CH ₂ CH ₂ CH ₃	CO ₂	-COOH

問 5 生成する有機化合物を正しく示している反応を、次の①～⑤のうちから一つ
 選べ。 5



化学 I

問 6 ニトロベンゼン，フェノール，安息香酸，アニリンを含むジエチルエーテル（エーテル）溶液がある。これら 4 種類の芳香族化合物をそれぞれ分離するため，図 3 の手順で実験を行い，水層 A～C とエーテル層 D を得た。しかし，図 3 の手順は不適切であったため，A～D のうち，ある層には 2 種類の芳香族化合物が含まれてしまった。その層と 2 種類の芳香族化合物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。ただし，層に含まれる芳香族化合物は，塩として存在することもある。

6

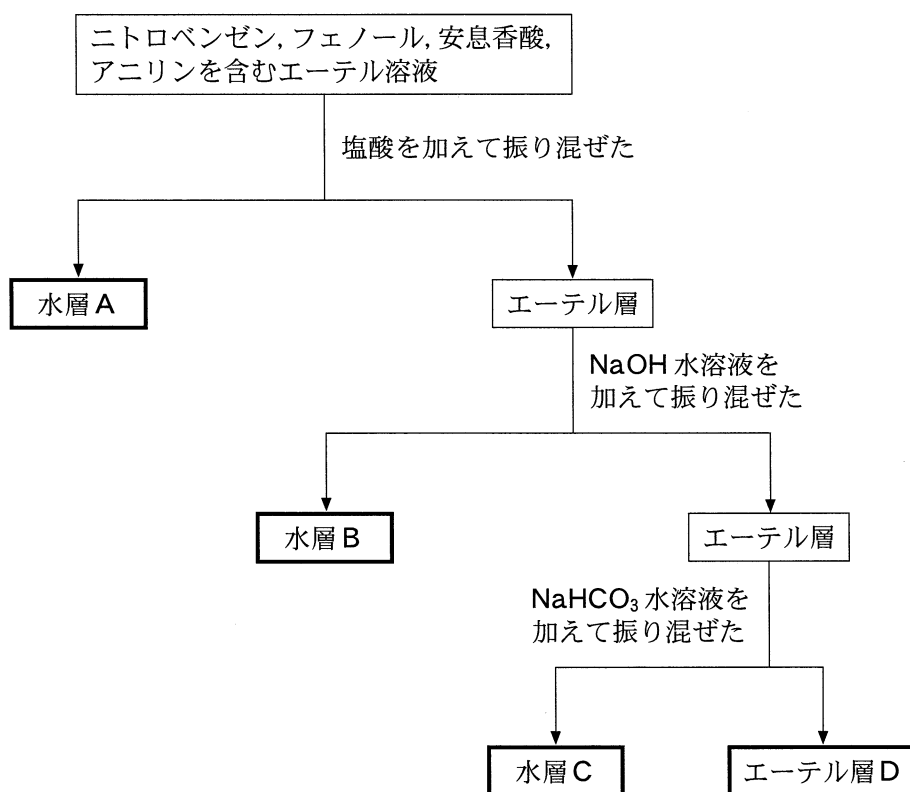


図 3

	層	2種類の芳香族化合物	
①	水層 A	フェノール	安息香酸
②	水層 A	ニトロベンゼン	アニリン
③	水層 B	フェノール	安息香酸
④	水層 B	ニトロベンゼン	アニリン
⑤	水層 C	フェノール	安息香酸
⑥	水層 C	ニトロベンゼン	アニリン
⑦	エーテル層 D	フェノール	安息香酸
⑧	エーテル層 D	ニトロベンゼン	アニリン

問 7 示性式 $C_mH_{2m+1}COOC_nH_{2n+1}$ で表されるエステル 1.0 mol を完全に加水分解したところ、2種類の有機化合物がそれぞれ 74 g 生成した。このとき m および n の数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。

7

	m	n
①	2	2
②	2	4
③	3	2
④	3	4
⑤	4	2
⑥	4	4