

化 学 I B

(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 O 16 Na 23 Al 27

第 1 問 次の問い(問 1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 19)

問 1 次の a～d 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 水素結合をつくることができる分子

- ① C_6H_6 ② H_2 ③ CH_4 ④ C_2H_6 ⑤ NH_3

b 常温・常圧で昇華しやすい物質

- ① ダイヤモンド ② 酸化カルシウム ③ ヨウ素
④ 二酸化ケイ素 ⑤ 鉄

c 総電子数が CH_4 と同じ分子

- ① CO ② NO ③ HCl ④ H_2O ⑤ O_2

d 共有電子対と非共有電子対の数が等しい分子

- ① N_2 ② Cl_2 ③ HF ④ H_2S ⑤ NH_3

問 2 次の図 1 に示す電子配置をもつ原子 a ~ c 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。ただし、図の中心の丸は原子核を、その中の数字は陽子の数を表す。また、外側の同心円は電子殻を、黒丸は電子を表す。

5

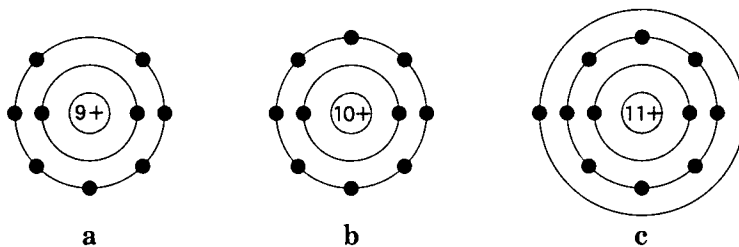


図 1

- ① a ~ c は、すべて周期表の第 2 周期に属する。
- ② a とヨウ素は、周期表の同じ族に属する。
- ③ a ~ c の中でイオン化エネルギーが最も小さいのは c である。
- ④ a ~ c の中で 1 価の陰イオンに最もなりやすいのは a である。
- ⑤ b の電子配置は、 Mg^{2+} の電子配置と同じである。

化学 I B

問 3 次の水 A・B を 1.0 g ずつはかり取り，それぞれ過剰のカルシウムの単体と完全に反応させた。この反応に関する下の記述 a～c について，正誤の組合せとして正しいものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

A 相対質量が 1.0 の ^1H と，相対質量が 16 の ^{16}O からなる水 ($^1\text{H}_2^{16}\text{O}$)

B 相対質量が 2.0 の ^2H と，相対質量が 16 の ^{16}O からなる水 ($^2\text{H}_2^{16}\text{O}$)

a A と反応したカルシウムと，B と反応したカルシウムの質量比は 9 : 10 である。

b A から発生した水素 ($^1\text{H}_2$) の質量と，B から発生した水素 ($^2\text{H}_2$) の質量は等しい。

c A から発生した水素 ($^1\text{H}_2$) と，B から発生した水素 ($^2\text{H}_2$) の体積比は，同温・同圧のもとで 10 : 9 である。

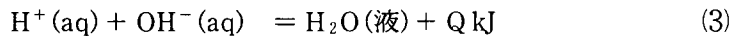
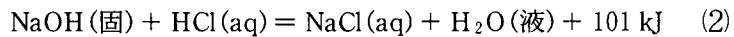
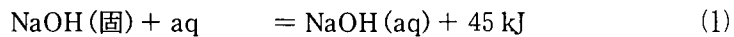
	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

化学 I B

第 2 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 19)

問 1 固体の水酸化ナトリウムが水に溶解するときの変化、および、固体の水酸化ナトリウムが希塩酸と反応するときの変化は、それぞれ次の熱化学方程式(1)、(2)で表すことができる。これらの式を用いて中和に関する熱化学方程式を(3)で表すとき、 Q として最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。

kJ



- ① -146 ② -56 ③ 56 ④ 146

問 2 銀の結晶は、図 1 に示す面心立方格子である。単位格子の一边を a [cm]、モル質量を W [g/mol]、結晶の密度を d [g/cm³] とするとき、アボガドロ定数 N_A [/mol] を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

[/mol]

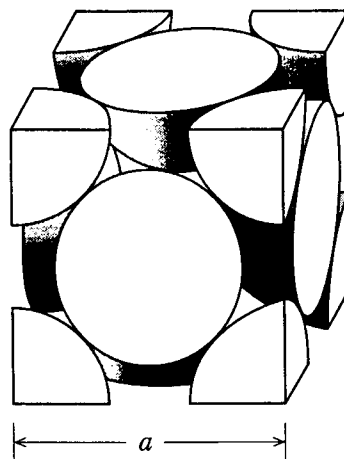


図 1

- ① $\frac{W}{a^3 d}$ ② $\frac{2W}{a^3 d}$ ③ $\frac{4W}{a^3 d}$ ④ $\frac{Wd}{a^3}$ ⑤ $\frac{2Wd}{a^3}$ ⑥ $\frac{4Wd}{a^3}$

問 3 容積 20.0 l の真空容器に 1.80 g の水を入れ、温度を 27 °C にした。このとき容器内の圧力は x atm であった。次に容器の温度を 57 °C に上げると、圧力が y atm になった。x, y に当てはまる数値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。ただし、27 °C, 57 °C における水の蒸気圧は、それぞれ 0.035 atm, 0.171 atm である。また、気体は理想気体とみなし、気体定数は $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。 3

	x	y
①	0.035	0.135
②	0.035	0.171
③	0.123	0.135
④	0.123	0.171
⑤	0.158	0.135
⑥	0.158	0.171

化学 I B

問 4 図 2 は、硝酸カリウムの溶解度(水 100 g に溶ける溶質の最大質量[g]の数値)と温度の関係を示す。55 g の硝酸カリウムを含む 60 °C の飽和水溶液をつくった。この水溶液の温度を上げて、水の一部を蒸発させたのち、20 °C まで冷却したところ、硝酸カリウム 41 g が析出した。蒸発した水の質量[g]はいくらか。最も適当な数値を、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 4 g

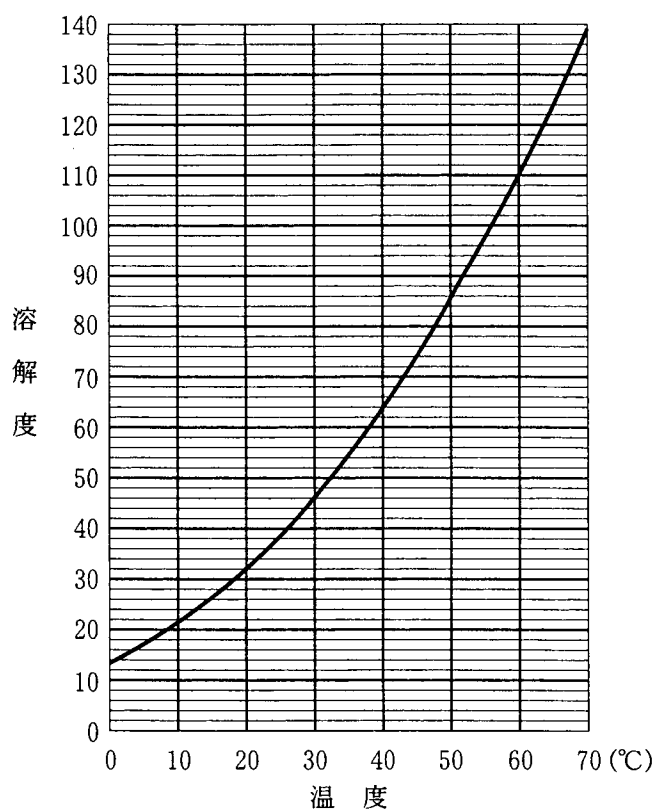


図 2

- ① 3 ② 6 ③ 9 ④ 12 ⑤ 14

化学 I B

第 3 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 19)

問 1 0.10 mol/l のシュウ酸(COOH)₂水溶液と、濃度未知の塩酸がある。それぞれ 10 ml を、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に要した体積は、それぞれ 7.5 ml と 15.0 ml であった。この塩酸の濃度は何 mol/l か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/l

- ① 0.025 ② 0.050 ③ 0.10
④ 0.20 ⑤ 0.40 ⑥ 0.80

問 2 硫黄の単体や化合物の反応で、硫黄原子の酸化数の変化が最も大きいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると、硫酸バリウムの沈殿が生成する。
② 銅に濃硫酸を加えて加熱すると、二酸化硫黄が生成する。
③ 硫化水素をヨウ素と反応させると、単体の硫黄が生成する。
④ 三酸化硫黄を水に溶かすと、硫酸になる。
⑤ 単体の硫黄を燃やすと、二酸化硫黄が生成する。

問 3 酸と塩基の反応および塩の水溶液に関する次の記述 a ~ d について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 3

- a 2価の酸で1価の塩基を中和してできる塩の水溶液の pH は、必ず7より小さい。
- b 酸性塩の水溶液は、すべて酸性である。
- c 塩の希薄水溶液が酸性でも、温度が一定ならば水のイオン積は常に一定である。
- d 強酸と強塩基から生じた塩は、必ず加水分解する。

	a	b	c	d
①	正	正	誤	正
②	正	正	誤	誤
③	正	誤	正	正
④	正	誤	正	誤
⑤	誤	誤	正	正
⑥	誤	誤	正	誤
⑦	誤	正	誤	正
⑧	誤	正	誤	誤

問 4 鉛蓄電池が放電するとき、電解液で起こる現象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。 4

- ① Pb^{2+} が減るので、電解液の密度は小さくなる。
- ② Pb^{2+} が増えるので、電解液の密度は大きくなる。
- ③ SO_4^{2-} が減るので、電解液の密度は小さくなる。
- ④ SO_4^{2-} が増えるので、電解液の密度は大きくなる。
- ⑤ 電解液の密度は変化しない。

化学 I B

問 5 錯イオ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。 5

- ① 錯イオンには、配位数 2 のものがある。
- ② 錯イオンには、中心金属イオンが典型元素のイオンのものがある。
- ③ 硫酸銅(Ⅱ)を水に溶かすと、水分子が配位結合した銅(Ⅱ)イオンが生成する。
- ④ ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸イオンは、正八面体構造をとる。
- ⑤ テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンでは、アンモニウムイオンが配位子である。

問 6 次の A 欄に示した気体に、B 欄の気体が少量含まれている混合気体がある。この混合気体を C 欄に示す水溶液に通して、できるだけ B 欄の気体を含まない A 欄の気体を得たい。C 欄の水溶液として適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

	A	B	C
①	二酸化炭素	塩化水素	炭酸水素ナトリウム水溶液
②	水 素	アンモニア	希硫酸
③	酸 素	二酸化硫黄	硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液
④	塩化水素	硫化水素	硝酸銀水溶液
⑤	窒 素	二酸化炭素	石灰水

化学 I B

第 4 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 19)

問 1 アルミニウムの小片を水酸化ナトリウム水溶液に入れて加熱したところ、アルミニウムが完全に溶けて水素 0.15 mol が生成した。この小片と同じ質量のアルミニウム箔を過剰の酸素中で加熱して完全に反応させたとき、得られる酸化アルミニウムの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 g

- ① 0.26 ② 0.51 ③ 1.0 ④ 2.6 ⑤ 5.1 ⑥ 10

問 2 ミョウバン $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の水溶液に関する次の記述 a～c について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- a 弱塩基性を示す。
 b 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、黒色沈殿を生じる。
 c アンモニア水を加えると、白色ゲル状沈殿を生じる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 3 遷移元素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 すべての遷移元素は、周期表の 11 族～17 族のいずれかに属する。
- ② 遷移元素の単体は、いずれも金属である。
- ③ 鉄、鉛、銅は、いずれも遷移元素である。
- ④ 遷移元素を含む化合物は、いずれも無色である。
- ⑤ いずれの遷移元素も、化合物中での酸化数は + 4 以上にはならない。

問 4 A 欄には二つの金属元素、B 欄にはそれぞれの単体や化合物の性質を示す。A 欄と B 欄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	Fe と Sn	酸化数 + 2 の化合物を生成する
②	Mg と Cu	単体は塩酸によく溶ける
③	Zn と Pb	硫化物は白色である
④	Na と Al	酸化物は水によく溶ける
⑤	Ca と Ag	酸化物は白色である

化学 I B

問 5 図 1 に示す電気分解の装置において、電解槽 I に金属 M の硫酸塩水溶液が入っており、電解槽 II に水酸化ナトリウム水溶液が入っている。図 1 の回路に流れる電流を 0.965 A にして 30 分間電気分解したとき、白金電極アに析出する金属 M の物質量 [mol] と時間 (10~30 分) の間には、図 2 のグラフに示す関係があった。次ページの問い (a・b) に答えよ。ただし、ファラデー定数は 96500 C/mol とする。

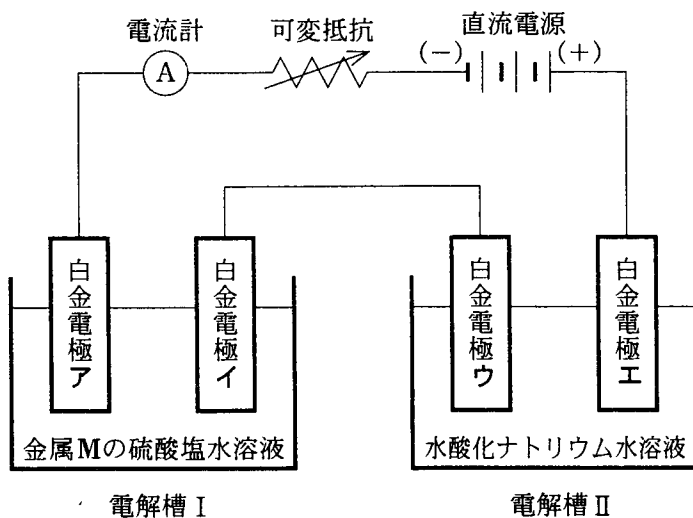


図 1

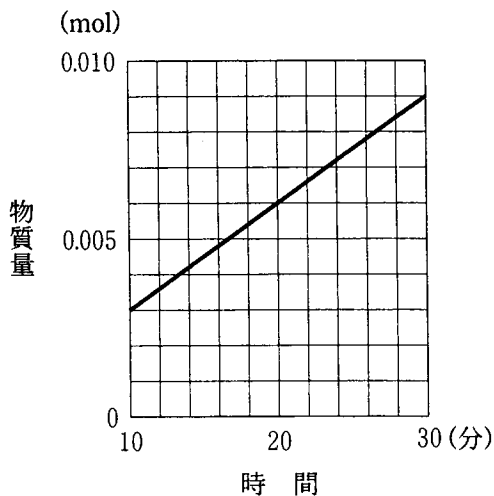
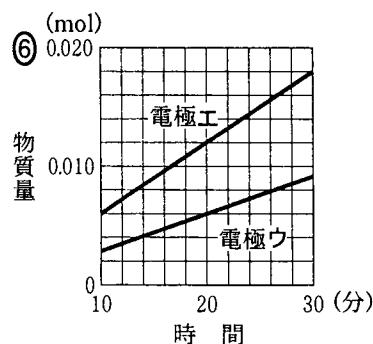
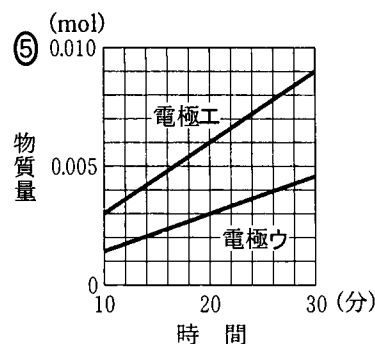
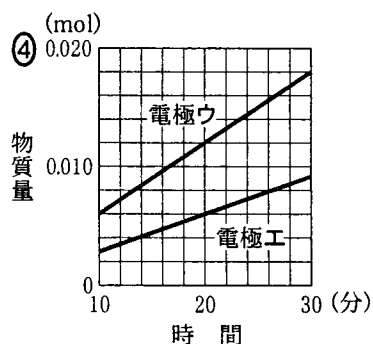
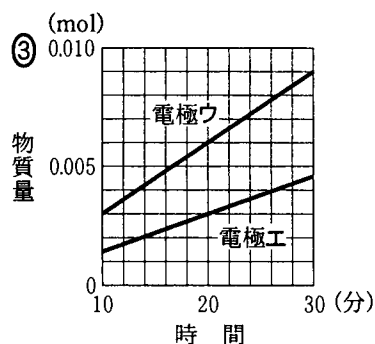
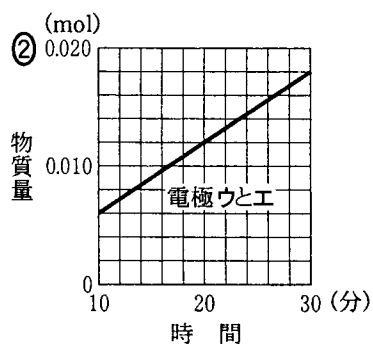
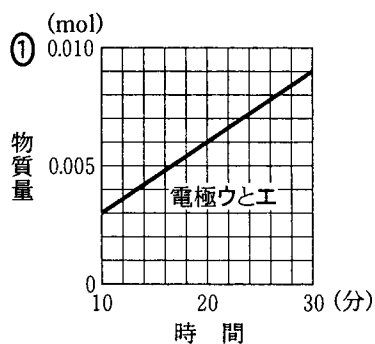


図 2

a 白金電極アに金属 M が 5.0×10^{-3} mol 析出するのに要した電気量は何 C か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5 C

- ① 16 ② 48 ③ 97 ④ 4.8×10^2 ⑤ 9.7×10^2

b 白金電極ウとエで発生した気体の物質量 [mol] と時間の関係の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。 6



化学 I B

第 5 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 24)

問 1 次の①～④の分子式で表される鎖状の有機化合物のうちで、構造異性体の数の最も多いものを一つ選べ。

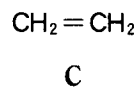
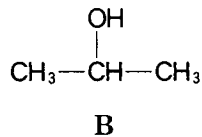
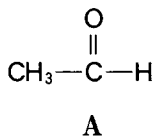
- ① C_2H_6O ② C_3H_4 ③ C_4H_8 ④ C_4H_{10}

問 2 官能基に関する次の文章中の空欄 ～ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

メタノールは、ナトリウムと反応して水素を発生する。その理由は、官能基として が存在するためである。アセトンには、官能基として をもち、水や他の有機溶媒とよく溶け合う。安息香酸は官能基として をもち、このためその水溶液は弱い酸性を示す。

	ア	イ	ウ
①	エーテル結合	カルボニル基	カルボキシル基
②	エーテル結合	ニトロ基	エステル結合
③	エーテル結合	ニトロ基	カルボキシル基
④	ヒドロキシル基(水酸基)	カルボニル基	エステル結合
⑤	ヒドロキシル基(水酸基)	カルボニル基	カルボキシル基
⑥	ヒドロキシル基(水酸基)	ニトロ基	エステル結合

問 3 次の化合物 A ~ C を酸化して得られる化合物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。 3



	A を酸化して得られる化合物	B を酸化して得られる化合物	C を酸化して得られる化合物
①	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	CH_3-CH_3
②	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$
③	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	CH_3-CH_3
④	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$
⑤	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	CH_3-CH_3
⑥	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$

化学 I B

問 4 カルボン酸とエステル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 サリチル酸を無水酢酸と反応させると、サリチル酸メチルが生じる。
- ② 酢酸とエタノールの混合物に触媒として硫酸を加えて加熱すると、酢酸エチルが生じる。
- ③ 酢酸水溶液に炭酸水素ナトリウムを加えると、二酸化炭素が発生する。
- ④ *p*-キシレンを酸化すると、テレフタル酸が生じる。
- ⑤ ジカルボン酸(2価のカルボン酸)であるマレイン酸を加熱すると、分子内で脱水して酸無水物が生じる。

問 5 安息香酸、トルエン、ニトロベンゼン、アニリンのすべてを少量ずつ含むジエチルエーテル溶液を分液漏斗に入れた。これに希塩酸を加えて、よく振ったのち静かに置いたところ、A層とB層の2層に分離した(図1, ア)。このとき、B層は強い酸性を示した。次に、B層を抜き取った分液漏斗(図1, イ)に、新たに水酸化ナトリウム水溶液を入れて、よく振ったのち静かに置いたところ、C層とD層の2層に分離した(図1, ウ)。このとき、D層は強いアルカリ性を示した。C層に主成分として溶けている化合物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。 5

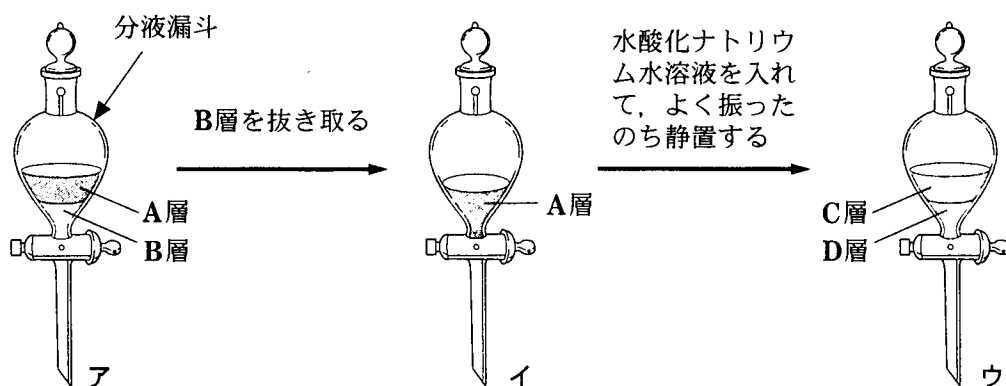


図 1

- ① 安息香酸とトルエン
- ② 安息香酸とニトロベンゼン
- ③ 安息香酸とアニリン
- ④ トルエンとニトロベンゼン
- ⑤ トルエンとアニリン
- ⑥ ニトロベンゼンとアニリン

問 6 分子式が $C_nH_{2n}O_2$ であるエステル 120 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 176 mg と水が生成した。このエステルの分子式と生じた水の質量 [mg] 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。

6

	エステルの分子式	水の質量 (mg)
①	$C_2H_4O_2$	36
②	$C_3H_6O_2$	36
③	$C_4H_8O_2$	36
④	$C_2H_4O_2$	72
⑤	$C_3H_6O_2$	72
⑥	$C_4H_8O_2$	72