

化 学

問 題	選 択 方 法
第 1 問	必 答
第 2 問	必 答
第 3 問	必 答
第 4 問	必 答
第 5 問	いずれか 1 問を選択し、 解答しなさい。
第 6 問	

化 学 (注) この科目には、選択問題があります。(31ページ参照。)

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

気体は理想気体として扱うものとする。

第 1 問 (必答問題)

次の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 23)

問 1 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 2 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。

2 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 $\frac{dV}{10 \, M}$

化 学

問 3 金属結晶では，金属原子が規則正しく配列している。金属アルミニウムは面心立方格子をとり，図 1 の立方体はその単位格子を表している。この単位格子中に含まれるアルミニウム原子の数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 個

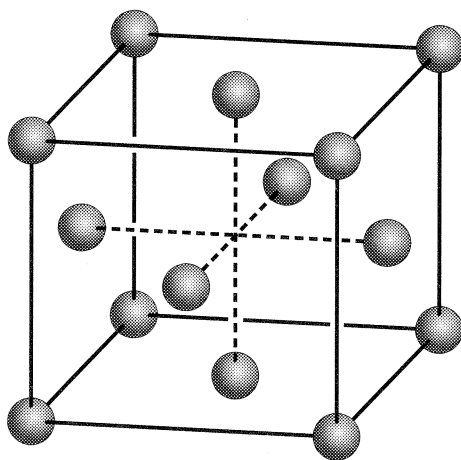


図 1

① 2

② 4

③ 5

④ 7

⑤ 8

⑥ 14

問 4 コロイドに関連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。 4

- ① 少量の電解質を加えると，疎水コロイドの粒子が集合して沈殿する現象を，凝析という。
- ② コロイド溶液に強い光線をあてると光の通路が明るく見える現象を，チンダル現象という。
- ③ コロイド溶液に直流電圧をかけたとき，電荷をもったコロイド粒子が移動する現象を，電気泳動という。
- ④ 半透膜を用いてコロイド粒子と小さい分子を分離する操作を，透析という。
- ⑤ 流動性のないコロイドを，ゾルという。

化 学

問 5 図 2 のように、容積 4.0 L の容器 A には $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ のヘリウムが、容積 1.0 L の容器 B には $5.0 \times 10^5\text{ Pa}$ のアルゴンが入っている。コックを開いて二つの気体を混合したときの混合気体の全圧は何 Pa か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、コック部の容積は無視する。また、容器 A、B に入っている気体の温度は同じであり、混合の前後で変わらないものとする。

5 Pa

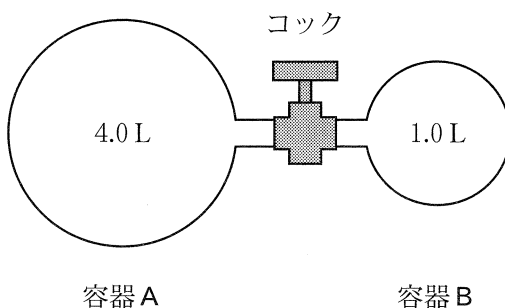


図 2

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.0×10^5 | ② 1.2×10^5 | ③ 1.8×10^5 |
| ④ 3.0×10^5 | ⑤ 4.2×10^5 | ⑥ 6.0×10^5 |

問 6 図 3 に示す 14 族, 16 族, 17 族元素の水素化合物の沸点に関する記述として
下線部に誤りを含むものを, 下の①~④のうちから一つ選べ。 6

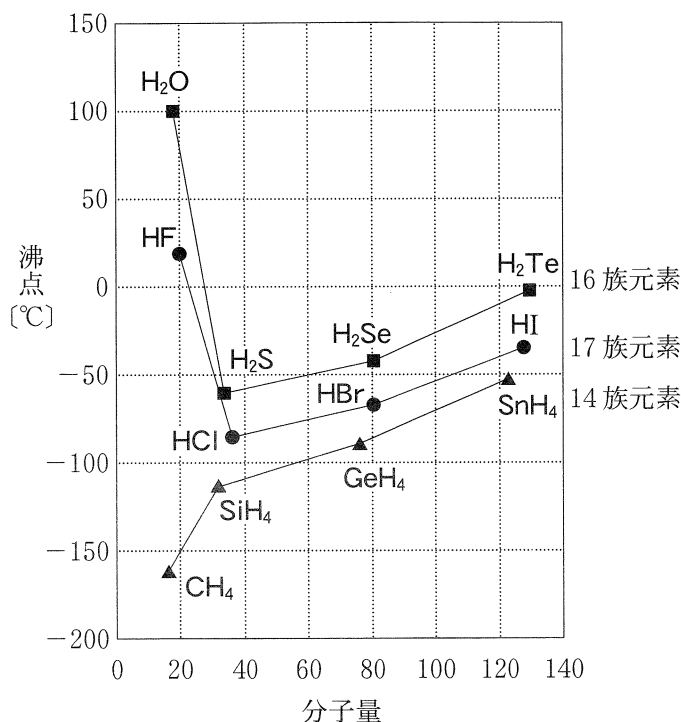


図 3

- ① 16 族元素の水素化合物のうち, 水の沸点が高いのは, 水の一部が電離して H^+ と OH^- を生じるためである。
- ② 第 3 ~ 5 周期の同じ族の水素化合物で, 分子量が大きくなると沸点が高くなるのは, 分子間にファンデルワールス力がより強くはたらくためである。
- ③ 同一周期の中で 14 族元素の水素化合物の沸点が低いのは, 正四面体構造の無極性分子であるためである。
- ④ フッ化水素の沸点が塩化水素に比べて高いのは, 分子間に水素結合がより強くはたらくためである。

化 学

第 2 問 (必答問題)

次の問い(問 1 ～ 5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 23)

問 1 HCl の 生 成 熱 は 92.5 kJ/mol で あ る。H-H の 結 合 エ ネ ル ギ ー が 436 kJ/mol , Cl-Cl の 結 合 エ ネ ル ギ ー が 243 kJ/mol で あ る と き, H-Cl の 結 合 エ ネ ル ギ ー と し て 最 も 適 当 な 数 値 を, 次 の ①～⑤ の う ち か ら 一 つ 選 べ。

kJ/mol

① 247

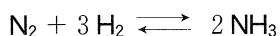
② 386

③ 432

④ 772

⑤ 864

問 2 触媒を入れた密閉容器内で次の気体反応の平衡が成立している。



この状態から、温度一定のまま他の条件を変化させたときの平衡の移動に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、触媒の体積は無視できるものとする。

2

- ① 体積を小さくして容器内の圧力を高くすると、平衡は NH_3 が減少する方向へ移動する。
- ② 体積一定で、 H_2 を加えると、平衡は NH_3 が増加する方向へ移動する。
- ③ 体積一定で、 NH_3 のみを除去すると、平衡は N_2 が減少する方向へ移動する。
- ④ 体積一定で、触媒をさらに加えても、平衡は移動しない。

化 学

問 3 表 1 に示す濃度の硝酸銀水溶液 100 mL と塩化ナトリウム水溶液 100 mL を混合する実験Ⅰ～Ⅲを行った。実験Ⅰ～Ⅲでの沈殿生成の有無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、塩化銀の溶解度積を、 $1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$ とする。

3

表 1

	硝酸銀水溶液の濃度 [mol/L]	塩化ナトリウム水溶液の 濃度[mol/L]
実験Ⅰ	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}
実験Ⅱ	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}
実験Ⅲ	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}

	実験Ⅰでの 沈殿生成の有無	実験Ⅱでの 沈殿生成の有無	実験Ⅲでの 沈殿生成の有無
①	有	有	有
②	有	有	無
③	有	無	有
④	有	無	無
⑤	無	有	有
⑥	無	有	無
⑦	無	無	有
⑧	無	無	無

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1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。

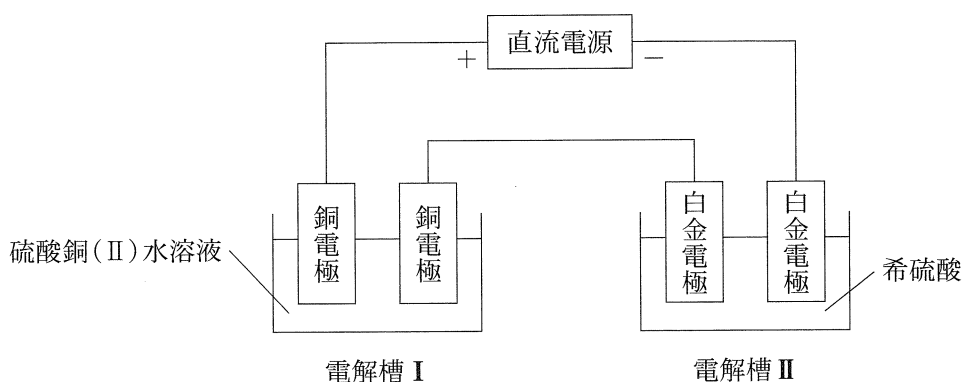


図 1

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。 4 A

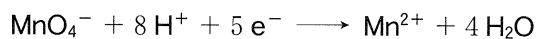
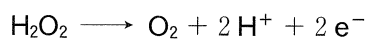
- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0
④ 2.5 ⑤ 5.0

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。 5

	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

化 学

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。 6 mol/L



① 0.0250

② 0.0400

③ 0.0500

④ 0.250

⑤ 0.400

⑥ 0.500

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

化 学

第3問 (必答問題)

次の問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕(配点 23)

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 銅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。 3

- ① 銅は、熱濃硫酸と反応して溶ける。
- ② 銅は、湿った空気中では緑色のさびを生じる。
- ③ 青銅は、銅と銀の合金であり、美術工芸品などに用いられる。
- ④ 黄銅は、銅と亜鉛の合金であり、5円硬貨などに用いられる。
- ⑤ 水酸化銅(Ⅱ)を加熱すると、酸化銅(Ⅱ)に変化する。

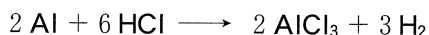
問 4 二つの元素に共通する性質として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

	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

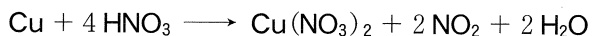
化 学

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

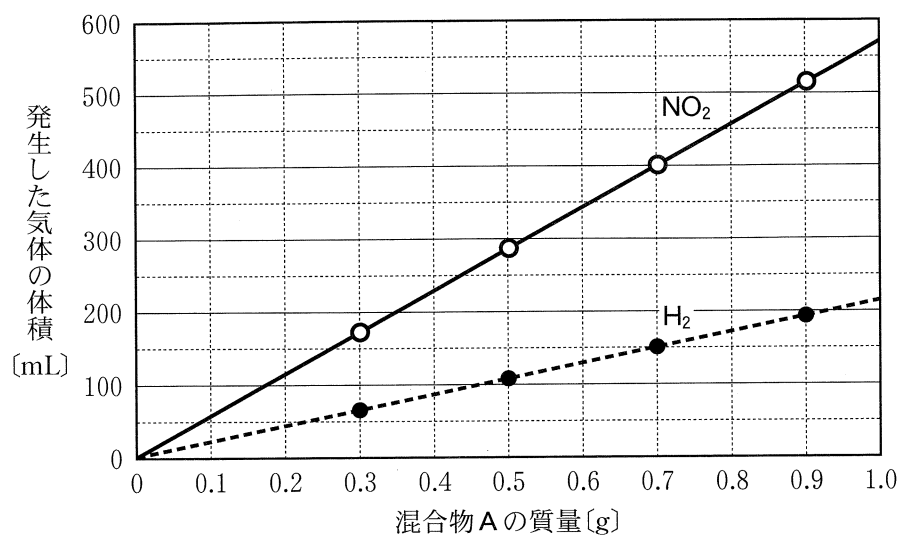


図 1

① 1 : 1

② 1 : 2

③ 1 : 3

④ 2 : 1

⑤ 2 : 3

⑥ 3 : 1

化 学

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】

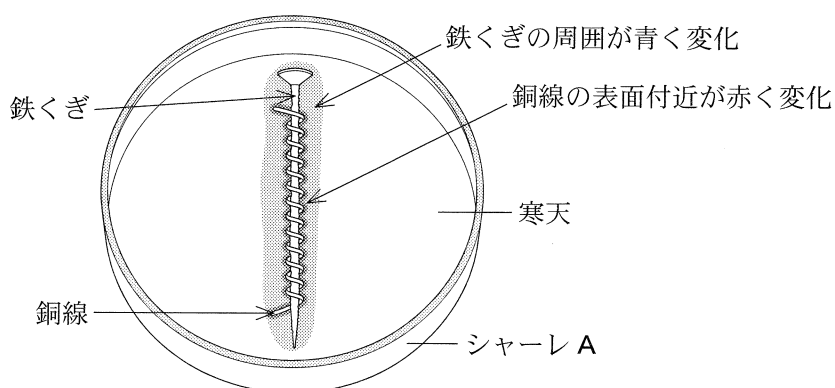


図 2

【シャーレ B の観察結果】

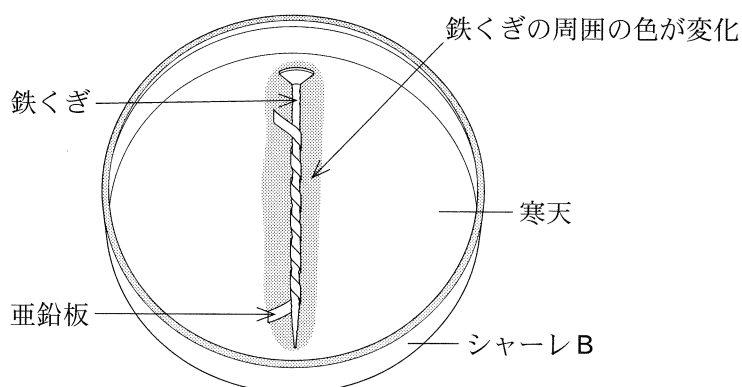


図 3

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。 6

	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。 7

- ① 赤 ② 青 ③ 黄 ④ 黒 ⑤ 緑

化 学

第 4 問 (必答問題)

次の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 22)

問 1 異性体に関する記述として正しいものを，次の①～⑤のうちから二つ選べ。

ただし，解答の順序は問わない。 ・

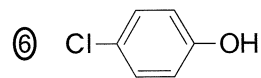
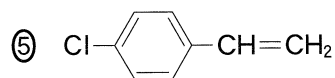
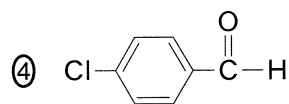
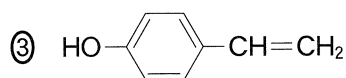
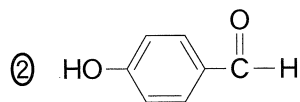
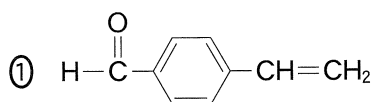
- ① 2-ブタノールには，鏡像異性体(光学異性体)が存在する。
- ② 2-プロパノール 1 分子から水 1 分子がとれると，互いに構造異性体である 2 種類のアルケンが生成する。
- ③ スチレンには，幾何異性体(シス-トランス異性体)が存在する。
- ④ 互いに異性体の関係にある化合物には，分子量の異なるものがある。
- ⑤ 分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で表される化合物には，カルボニル基を含む構造異性体は存在しない。

問 2 次の記述 (a・b) の両方に当てはまる化合物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 熱した銅線に触れさせて、その銅線を炎の中に入れると、青緑色の炎色反応が見られた。

b 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色の呈色反応が見られた。



化 学

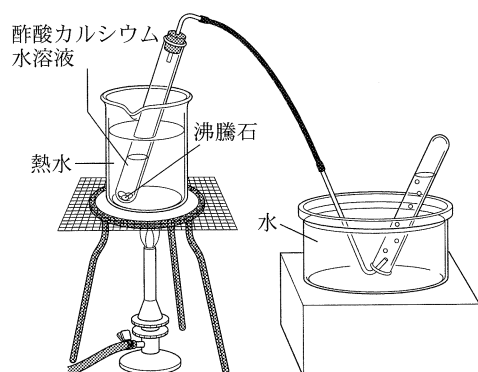
問 3 アルデヒドに関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

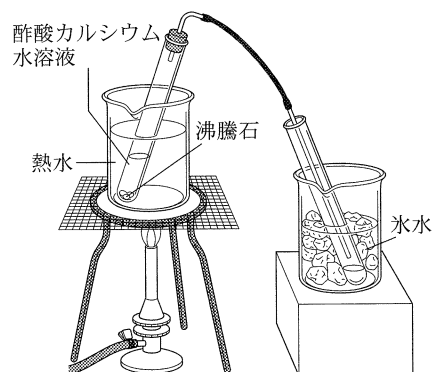
- ① アルデヒドを還元すると、第一級アルコールが生じる。
- ② アルデヒドをアンモニア性硝酸銀水溶液と反応させると、銀が析出する。
- ③ アセトアルデヒドを酸化すると、酢酸が生じる。
- ④ メタノールを、白金や銅を触媒として酸素と反応させると、アセトアルデヒドが生じる。
- ⑤ エチレン(エテン)を、塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒として水中で酸素と反応させると、アセトアルデヒドが生じる。

問 4 酢酸カルシウムからアセトン合成する実験を行う。この実験の方法として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

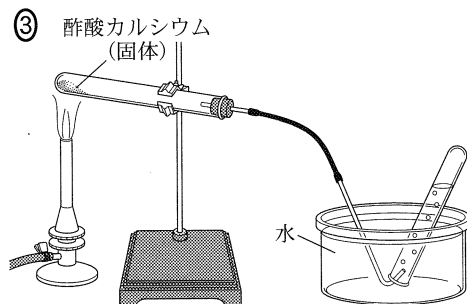
①



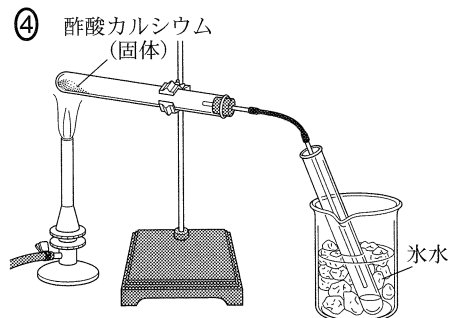
②



③



④



化 学

問 5 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 1 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 1 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

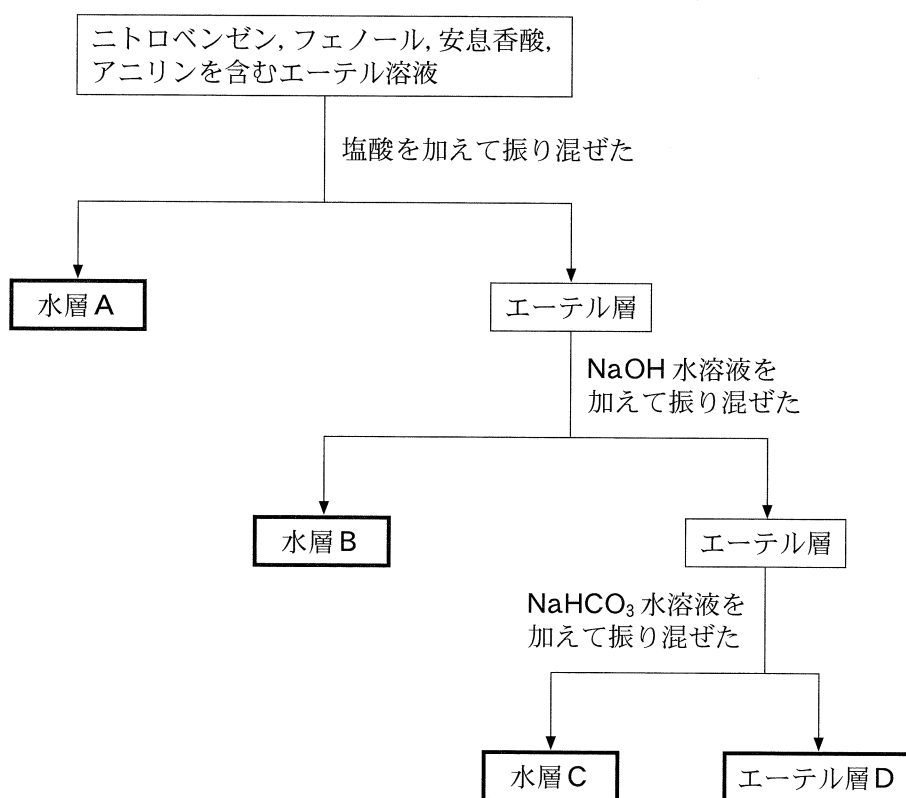


図 1

	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 6 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

化 学 第5問・第6問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第5問 (選択問題)

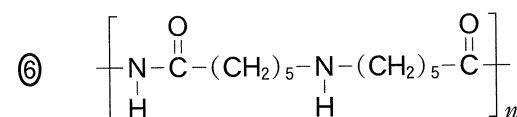
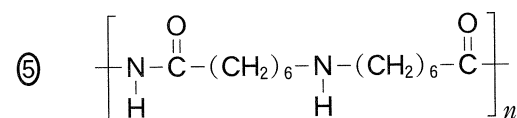
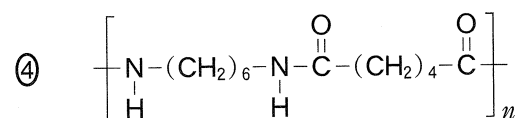
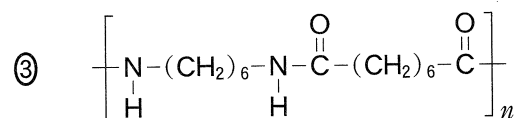
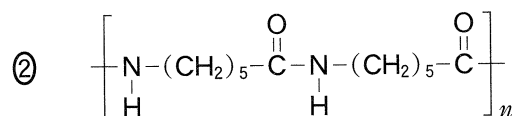
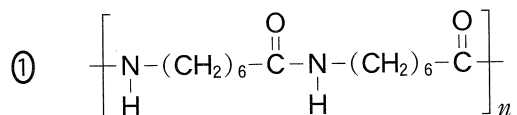
次の問い(問1～3)に答えよ。

(解答番号 ～)(配点 9)

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 ポリエチレンは、付加重合によってつくられる。
- ② ポリスチレンは、ベンゼン環を含む高分子化合物である。
- ③ フェノール樹脂は、熱可塑性樹脂である。
- ④ ポリアクリロニトリルは、アクリル繊維の主成分である。
- ⑤ メラミン樹脂は、アミノ樹脂の一種である。

問 2 ナイロン 66 (6, 6-ナイロン) の構造式として正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。 2



化 学

問 3 図 1 に示すように、ポリビニルアルコール(繰り返し単位 $[-\text{CHOH}-\text{CH}_2-]$ の式量 44) をホルムアルデヒドの水溶液で処理すると、ヒドロキシ基の一部がアセタール化されて、ビニロンが得られる。ヒドロキシ基の 50 % がアセタール化される場合、ポリビニルアルコール 88 g から得られるビニロンは何 g か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3 g

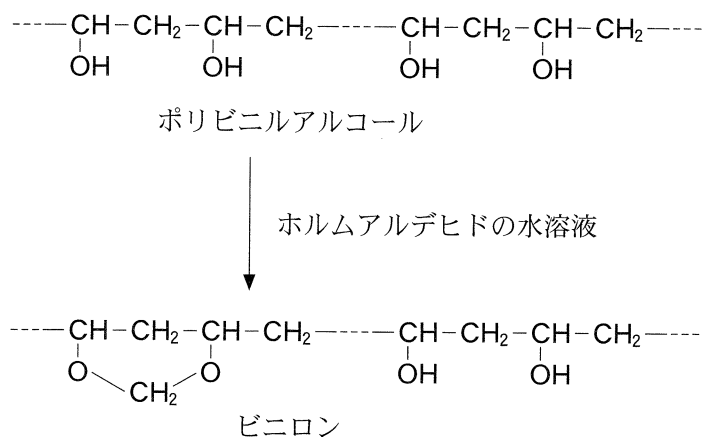


図 1

① 91

② 94

③ 96

④ 98

⑤ 100

⑥ 102

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

第 6 問 (選択問題)

次の問い(問 1 ～ 3)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕(配点 9)

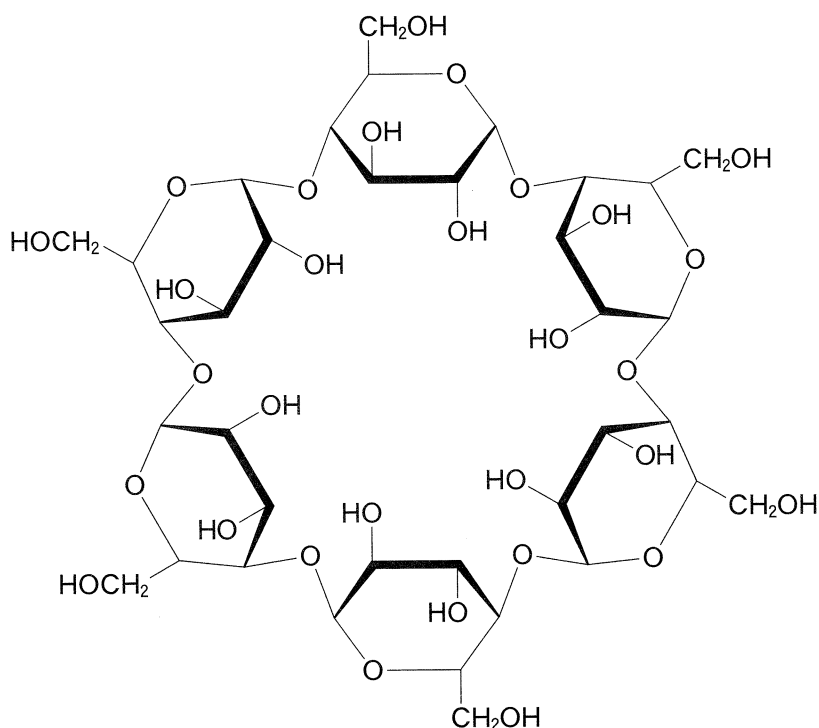
問 1 天然に存在する有機化合物の構造に関連する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① グリコーゲンは、多数のグルコースが縮合した構造をもつ。
- ② グルコースは、水溶液中で環状構造と鎖状構造の平衡状態にある。
- ③ アミロースは、アミロペクチンより枝分かれが多い構造をもつ。
- ④ DNA の糖部分は、RNA の糖部分とは異なる構造をもつ。
- ⑤ 核酸は、窒素を含む環状構造の塩基をもつ。

問 2 不斉炭素原子をもち、塩基性アミノ酸と酸性アミノ酸のいずれにも分類されないアミノ酸(中性アミノ酸)を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- ② $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- ③ $\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH}$
- ④ $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH}$
- ⑤ $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH}$

- 問 3 複数のグルコース分子がグリコシド結合を形成して環状構造になったものをシクロデキストリンという。図 1 に示すシクロデキストリン 0.10 mol を完全に加水分解するとグルコースのみが得られた。このとき反応した水は何 g か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3 g



(六員環の炭素原子 C とこれに結合する水素原子 H は省略してある)

図 1

- | | | |
|-------|-------|--------|
| ① 1.8 | ② 3.6 | ③ 5.4 |
| ④ 7.2 | ⑤ 9.0 | ⑥ 10.8 |