

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	必 答
第 6 問	} いずれか 1 問を選択し、 解答しなさい。
第 7 問	

化 学 (注) この科目には、選択問題があります。(39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
S	32	Cr	52	Cu	64	Ag	108

気体は、実在気体とことわりがない限り、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 24)

問 1 次の記述(a・b)に当てはまるものを、下の①~⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを選んでもよい。

a 共有結合をもたない物質

b 固体状態で電気をよく通す物質

① 塩化カリウム

② 黒鉛

③ 硝酸カリウム

④ ポリエチレン

⑤ ヨウ素

問 2 図 1 の立方体はダイヤモンドの単位格子を示しており、炭素原子は立方体の各頂点 8 か所、各面心 6 か所、および内部 4 か所にある。単位格子の 1 辺の長さを a (cm)、炭素のモル質量を M (g/mol)、アボガドロ定数を N_A (/mol) としたとき、ダイヤモンドの密度 d (g/cm³) 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。 3 g/cm³

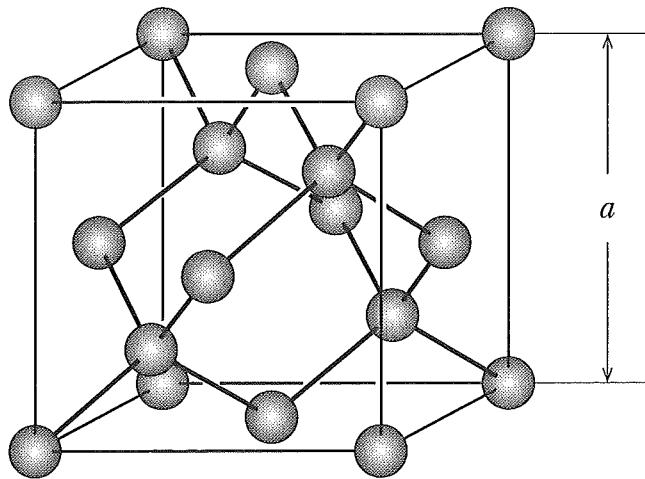


図 1

① $\frac{6MN_A}{a^3}$

② $\frac{6M}{a^3N_A}$

③ $\frac{8MN_A}{a^3}$

④ $\frac{8M}{a^3N_A}$

⑤ $\frac{18MN_A}{a^3}$

⑥ $\frac{18M}{a^3N_A}$

化 学

問 3 分子間にはたらく力に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の

①～④のうちから一つ選べ。

- ① Ne の沸点は Ar よりも低い。これは、Ne と Ne の間のファンデルワールス力が、Ar と Ar の間より強いためである。
- ② H₂S の沸点は同程度の分子量をもつ F₂ よりも高い。これは、H₂S は極性分子であり、H₂S 分子間に静電的な引力がはたらくためである。
- ③ 氷の密度は液体の水よりも小さい。これは、水素結合により H₂O 分子が規則的に配列することで、氷の結晶がすき間の多い構造になるためである。
- ④ HF の沸点は HBr よりも高い。これは、HF 分子間に水素結合が形成されるためである。

化 学

問 4 揮発性の純物質 A の分子量を求めるための実験を行った。内容積が 500 mL の容器に A の液体を約 2 g 入れ、小さな穴をあけたアルミニウム箔^{はく}で口をふさいだ。これを、図 2 のように 87 °C の温水に浸し、A を完全に蒸発させて容器内を 87 °C の A の蒸気のみで満たした。その後、この容器を冷却したところ、容器内の A の蒸気はすべて液体になり、その液体の質量は 1.4 g であった。A の分子量はいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、大気圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。 5

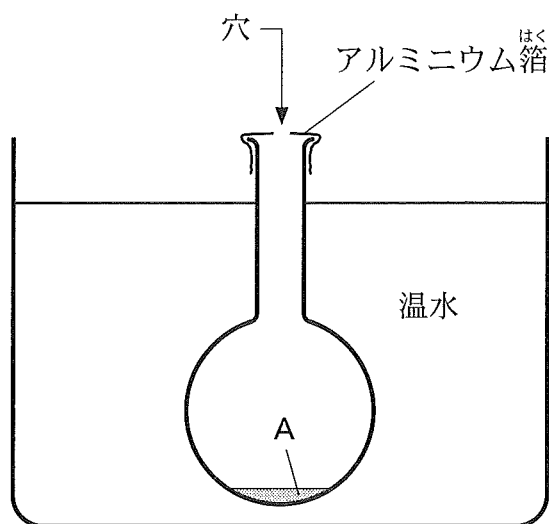


図 2

- ① 20 ② 63 ③ 84 ④ 110 ⑤ 120

化 学

問 5 溶解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。

6

- ① 固体の臭化ナトリウムを水に入れると、ナトリウムイオンと臭化物イオンはそれぞれ水分子に囲まれた水和イオンとなって溶解する。
- ② 多くの水溶性の固体の水に対する溶解度は、水温が高くなるほど大きくなる。
- ③ 塩化水素を水に溶かすと、 $\text{H}-\text{Cl}$ 間の結合が切れて電離する。
- ④ エタノールは、極性溶媒である水に溶ける。
- ⑤ 四塩化炭素は、無極性溶媒であるヘキサンに溶けない。

問 6 酸素は、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで、 40°C の水 1.0 L に $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 溶解し、平衡に達する。 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の酸素が、 40°C の水 10 L に接して溶解平衡にあるとき、この水に溶けている酸素の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7 g

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 0.016 | ② 0.032 | ③ 0.064 |
| ④ 0.16 | ⑤ 0.32 | ⑥ 0.64 |

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 24)

問 1 図 1 は、構造式 $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ で示される過酸化水素 H_2O_2 1 mol が水素 H_2 と酸素 O_2 から生成する反応に関するエネルギーの関係を示している。ここで、図中のア、イはこの反応における反応物あるいは生成物である。ア、イに当てはまる物質、および H_2O_2 (気) 中の $\text{O}-\text{H}$ 結合 1 mol あたりの結合エネルギーの数値の組合せとして最も適当なものを、次ページの①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、 H_2O_2 (気) の生成熱を 136 kJ/mol とし、結合エネルギーは下の表 1 に示す値を使うこと。

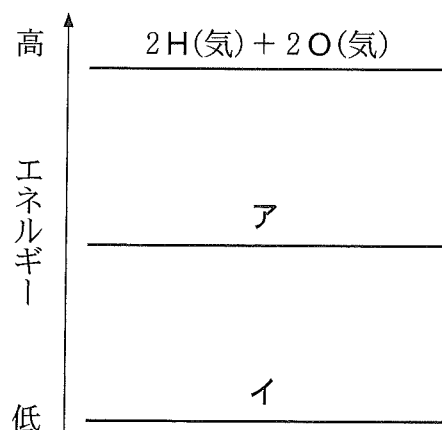


図 1

表 1

H_2 (気) の結合エネルギー	436 kJ/mol
O_2 (気) の結合エネルギー	498 kJ/mol
H_2O_2 (気) 中の $\text{O}-\text{O}$ の結合エネルギー	144 kJ/mol

	ア	イ	H ₂ O ₂ (気)中のO-H の結合エネルギー [kJ/mol]
①	H ₂ O ₂ (気)	H ₂ (気) + O ₂ (気)	327
②	H ₂ O ₂ (気)	H ₂ (気) + O ₂ (気)	463
③	H ₂ O ₂ (気)	H ₂ (気) + O ₂ (気)	926
④	H ₂ (気) + O ₂ (気)	H ₂ O ₂ (気)	327
⑤	H ₂ (気) + O ₂ (気)	H ₂ O ₂ (気)	463
⑥	H ₂ (気) + O ₂ (気)	H ₂ O ₂ (気)	926

化 学

問 2 水溶液中で化合物 A が化合物 B に変化する反応は可逆反応 $A \rightleftharpoons B$ であり、十分な時間が経過すると平衡状態になる。この反応では、正反応 $A \longrightarrow B$ の反応速度 v_1 は、反応速度定数(速度定数)を k_1 、A のモル濃度を $[A]$ とすると、

$$v_1 = k_1[A]$$

と表される。また、逆反応 $B \longrightarrow A$ の反応速度 v_2 は、反応速度定数を k_2 、B のモル濃度を $[B]$ とすると、

$$v_2 = k_2[B]$$

と表される。

ある温度において 1.2 mol の A を水に溶かして 1.0 L の溶液とし、 $A \rightleftharpoons B$ の可逆反応が平衡状態になったとき、A のモル濃度は何 mol/L になるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、この反応では、水溶液の体積と温度は変化しないものとし、 $k_1 = 5.0 /s$ 、 $k_2 = 1.0 /s$ とする。

mol/L

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.80 ⑤ 1.0

化学

問 3 水溶液中での塩化銀の溶解度積(25℃)を K_{sp} とするとき, $[Ag^+]$ と $\frac{K_{sp}}{[Ag^+]}$ との関係は図 2 の曲線で表される。硝酸銀水溶液と塩化ナトリウム水溶液を, 表 2 に示すア~オのモル濃度の組合せで同体積ずつ混合した。25℃ で十分な時間をおいたとき, 塩化銀の沈殿が生成するのはどれか。すべてを正しく選択しているものを, 次ページの①~⑤のうちから一つ選べ。 3

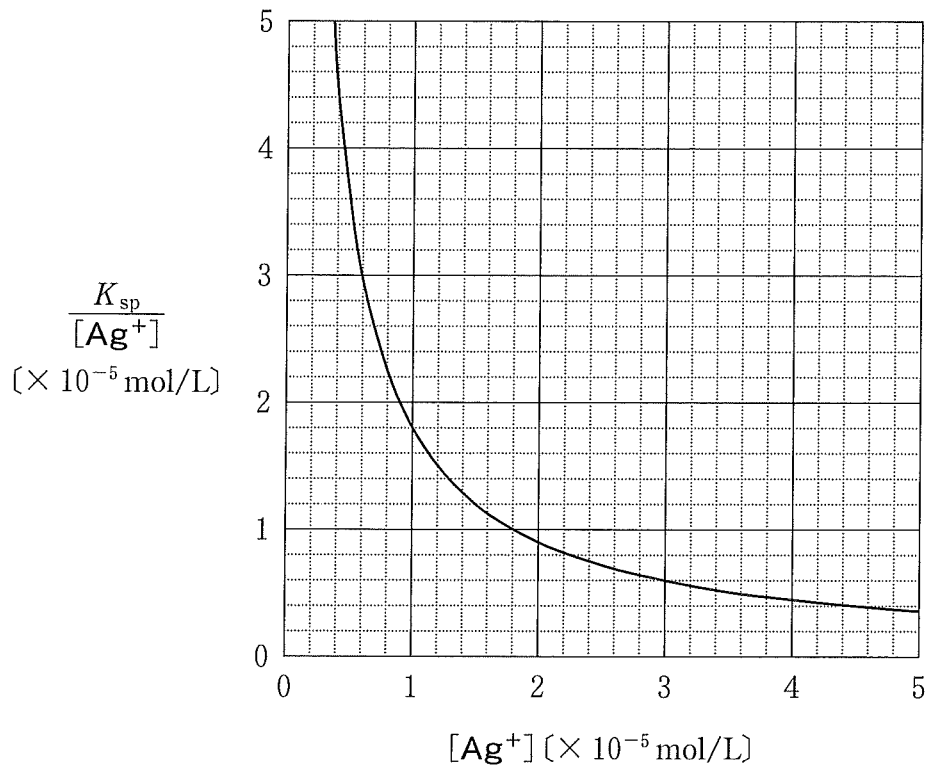


図 2

表 2

	硝酸銀水溶液のモル濃度 〔 $\times 10^{-5}$ mol/L〕	塩化ナトリウム水溶液の モル濃度〔 $\times 10^{-5}$ mol/L〕
ア	1.0	1.0
イ	2.0	2.0
ウ	3.0	3.0
エ	4.0	2.0
オ	5.0	1.0

① ア

② ウ, エ

③ ア, イ, オ

④ イ, ウ, エ, オ

⑤ ア, イ, ウ, エ, オ

化学

問 4 図 3 に示すように、粗銅板を陽極、純銅板を陰極として、電解液に硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の硫酸酸性水溶液を用いた装置で電気分解を行ったところ、陽極の下に陽極泥が生じた。この実験に関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし、この電気分解の間、電極での気体の発生はないものとする。

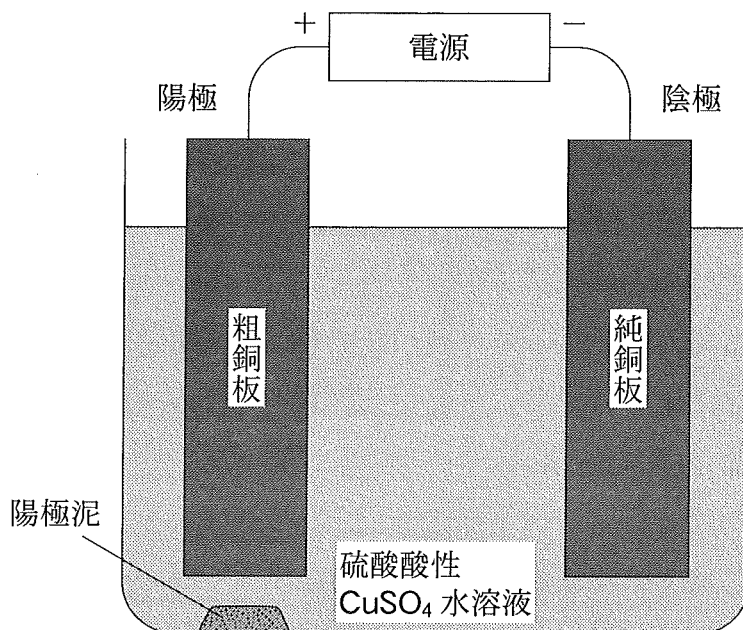


図 3

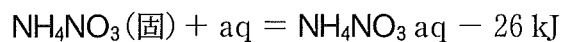
a 粗銅板中の不純物が、亜鉛 Zn, 金 Au, 銀 Ag, 鉄 Fe, ニッケル Ni であるとき、これらの金属のうち、電気分解後にイオンとして水溶液中に存在するものはどれか。すべてを正しく選択しているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① Zn ② Fe, Ni ③ Zn, Fe, Ni
 ④ Ag, Fe, Ni ⑤ Zn, Au, Ag

b この電気分解により、陰極に 0.384 g の銅を析出させるには、0.965 A の電流を何秒間流せばよいか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。 秒間

- ① 6.0×10^2 ② 1.2×10^3 ③ 1.0×10^4
 ④ 3.8×10^4 ⑤ 7.7×10^4

問 5 硝酸アンモニウム NH_4NO_3 の水への溶解の熱化学方程式は、次式のように表される。



熱の出入りのない容器(断熱容器)に 25°C の水 $V[\text{mL}]$ を入れ、同温度の NH_4NO_3 を $m[\text{g}]$ 溶解して均一な水溶液とした。このときの水溶液の温度 $[\text{C}]$ を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水の密度を $d[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、この水溶液の比熱を $c[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ 、 NH_4NO_3 のモル質量を $M[\text{g}/\text{mol}]$ とする。また、溶解熱はすべて水溶液の温度変化に使われたものとする。 6 $^\circ\text{C}$

$$\textcircled{1} \quad 25 + \frac{2.6 \times 10^4 m}{c(Vd + m)M}$$

$$\textcircled{2} \quad 25 - \frac{2.6 \times 10^4 m}{c(Vd + m)M}$$

$$\textcircled{3} \quad 25 + \frac{2.6 \times 10^4 m}{cVdM}$$

$$\textcircled{4} \quad 25 - \frac{2.6 \times 10^4 m}{cVdM}$$

$$\textcircled{5} \quad 25 + \frac{2.6 \times 10^4 M}{c(Vd + m)m}$$

$$\textcircled{6} \quad 25 - \frac{2.6 \times 10^4 M}{c(Vd + m)m}$$

化学

第3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 身のまわりの無機物質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 アルゴンは、反応性に乏しく、電球や放電管に封入されている。
- ② 斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄は、互いに同素体の関係にある。
- ③ リンを乾燥空气中で燃やすと、十酸化四リンが生じる。
- ④ ケイ砂や粘土などを高温で焼き固めてつくられた固体材料は、セラミック
ス(窯業製品)と呼ばれる。
- ⑤ 銑鉄は、鋳物に使われ、鋼に比べて含まれる炭素の割合が低い。

問 2 アルカリ金属 Li, Na とアルカリ土類金属 Ca, Ba の四つの元素に共通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。

2

- ① 陽イオンになりやすい元素である。
- ② 単体は, 常温の水と反応する。
- ③ 炎色反応を示す。
- ④ 炭酸塩は, 水によく溶ける。

化 学

問 3 錯イオン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 水酸化銅(Ⅱ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ に過剰のアンモニア水を加えると、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ が生成して 深青色の水溶液 になる。
- ② 酸化銀 Ag_2O に過剰のアンモニア水を加えると、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ が生成して無色の水溶液になる。
- ③ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ を含む水溶液に Fe^{3+} を含む水溶液を加えると、濃青色の沈殿が生じる。
- ④ $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ の四つの配位子は、正方形の配置をとる。
- ⑤ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ の六つの配位子は、正八面体形の配置をとる。

問 4 図 1 に示すアンモニアから硝酸を製造する方法(オストワルト法)について、
下の問い(a・b)に答えよ。

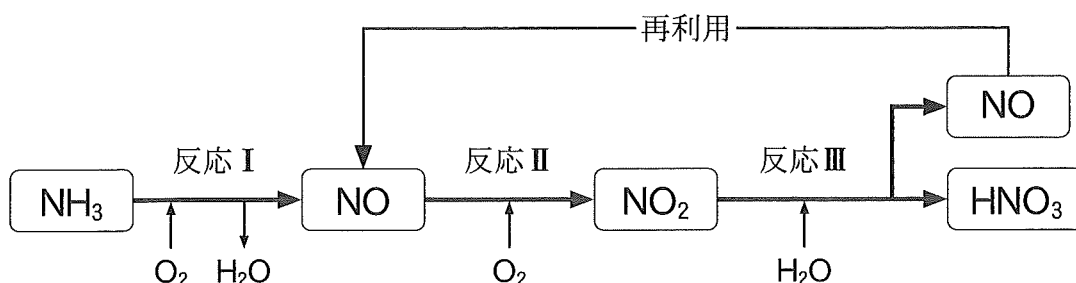


図 1

a 図 1 の反応と物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 反応 I ～ III の中で触媒を利用するのは、反応 II のみである。
- ② 反応 III では、二酸化窒素の酸化と還元が起こる。
- ③ 一酸化窒素は、水に溶けやすい気体である。
- ④ 二酸化窒素は、無色の気体である。
- ⑤ 硝酸は、光や熱による分解が起こりにくい。

b オストワルト法の全反応と一酸化窒素の再利用が完全に進み、それ以外の反応が起こらないとすると、6 mol のアンモニアから生成する硝酸の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

mol

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 6 ⑤ 12

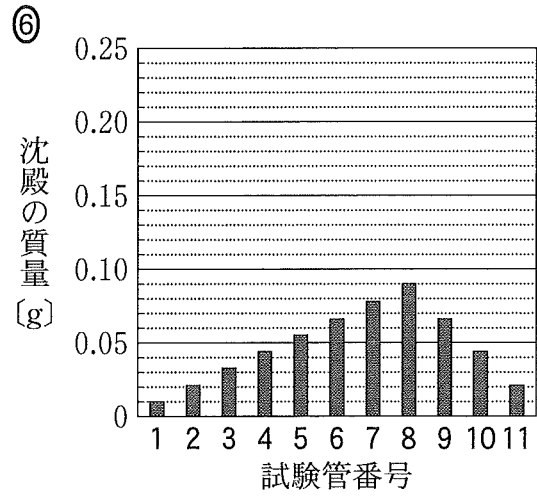
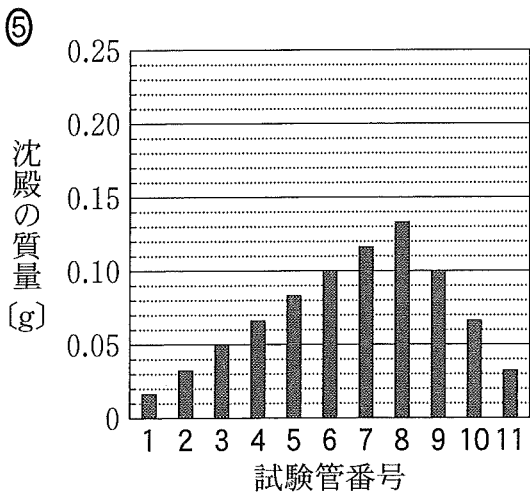
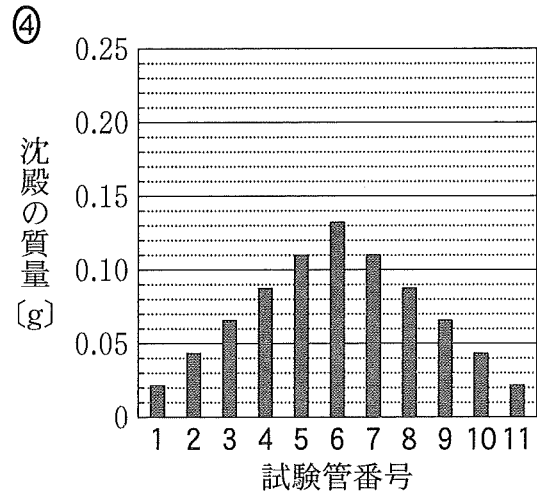
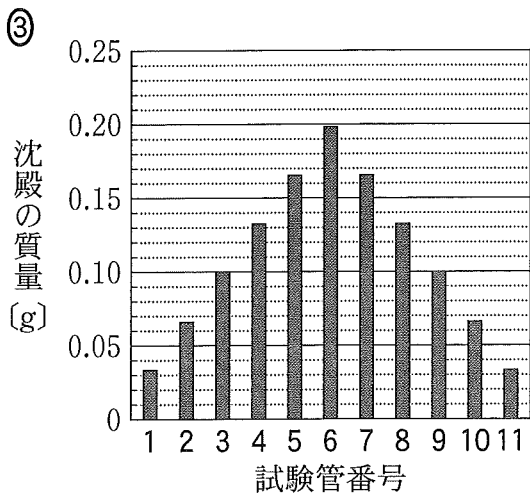
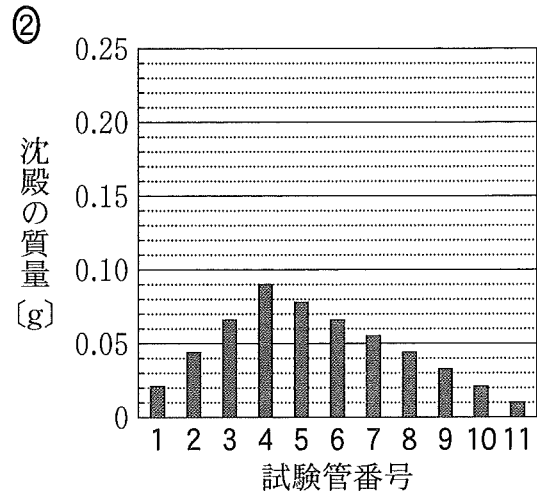
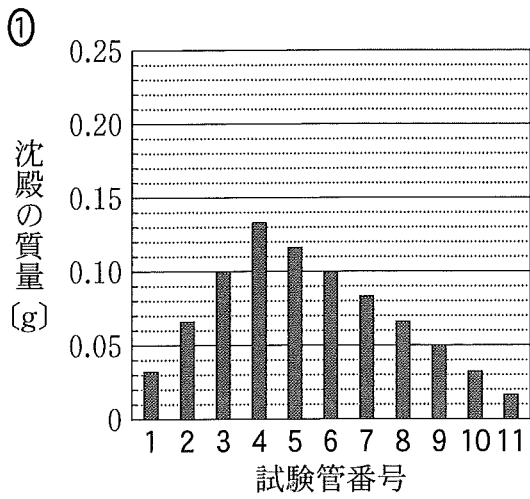
化 学

問 5 クロム酸カリウムと硝酸銀との沈殿反応を調べるため、11本の試験管を使い、0.10 mol/Lのクロム酸カリウム水溶液と0.10 mol/Lの硝酸銀水溶液を、それぞれ表1に示した体積で混ぜ合わせた。各試験管内に生じた沈殿の質量[g]を表すグラフとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、沈殿した物質の溶解度は十分小さいものとする。

6

表 1

試験管番号	クロム酸カリウム水溶液の体積[mL]	硝酸銀水溶液の体積[mL]
1	1.0	11.0
2	2.0	10.0
3	3.0	9.0
4	4.0	8.0
5	5.0	7.0
6	6.0	6.0
7	7.0	5.0
8	8.0	4.0
9	9.0	3.0
10	10.0	2.0
11	11.0	1.0



化 学

第 4 問 (必答問題)

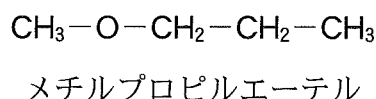
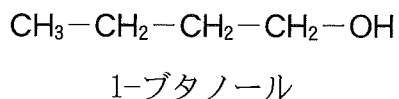
次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 19)

問 1 ベンゼ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 常温・常圧で無色の液体である。
- ② 水に溶けにくい。
- ③ 炭素原子間の結合距離は、すべて等しい。
- ④ 二つの水素原子をそれぞれメチル基に置き換えた化合物には、構造異性体が存在する。
- ⑤ 鉄粉を触媒にして塩素を反応させると、ヘキサクロロシクロヘキサン $C_6H_6Cl_6$ がおもに生成する。

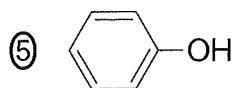
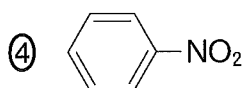
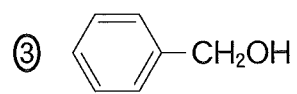
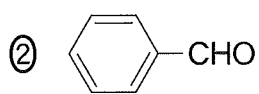
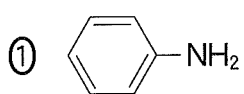
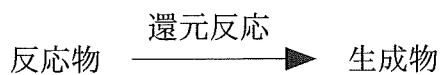
問 2 同じ分子式 $C_4H_{10}O$ (分子量 74) をもつ 1-ブタノールとメチルプロピルエーテルからなる混合物がある。この混合物 3.7 g に十分な量のナトリウムを加えたところ、0.015 mol の水素が発生した。混合物中の 1-ブタノールの含有率(質量パーセント)は何%か。最も適当な数値を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 %



- ① 15 ② 30 ③ 40
- ④ 60 ⑤ 70 ⑥ 85

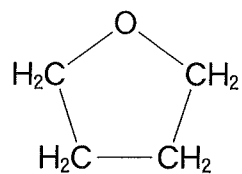
問 3 下の五つの芳香族化合物の中には、次式のような還元反応の反応物と生成物の関係にあるものが二組ある。それぞれの還元反応の生成物として適当なものを、下の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

3 ・ 4



化 学

問 4 次の化合物 A の構造異性体のうち、カルボニル基をもつものはいくつあるか。正しい数を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。



化合物 A

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

問 5 図 1 に示す装置 A~C のいずれかを用いて、酢酸ナトリウムの無水物(無水塩)と水酸化ナトリウムの混合物を試験管中で加熱し、生成した化合物を捕集したい。この化合物と装置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。 6

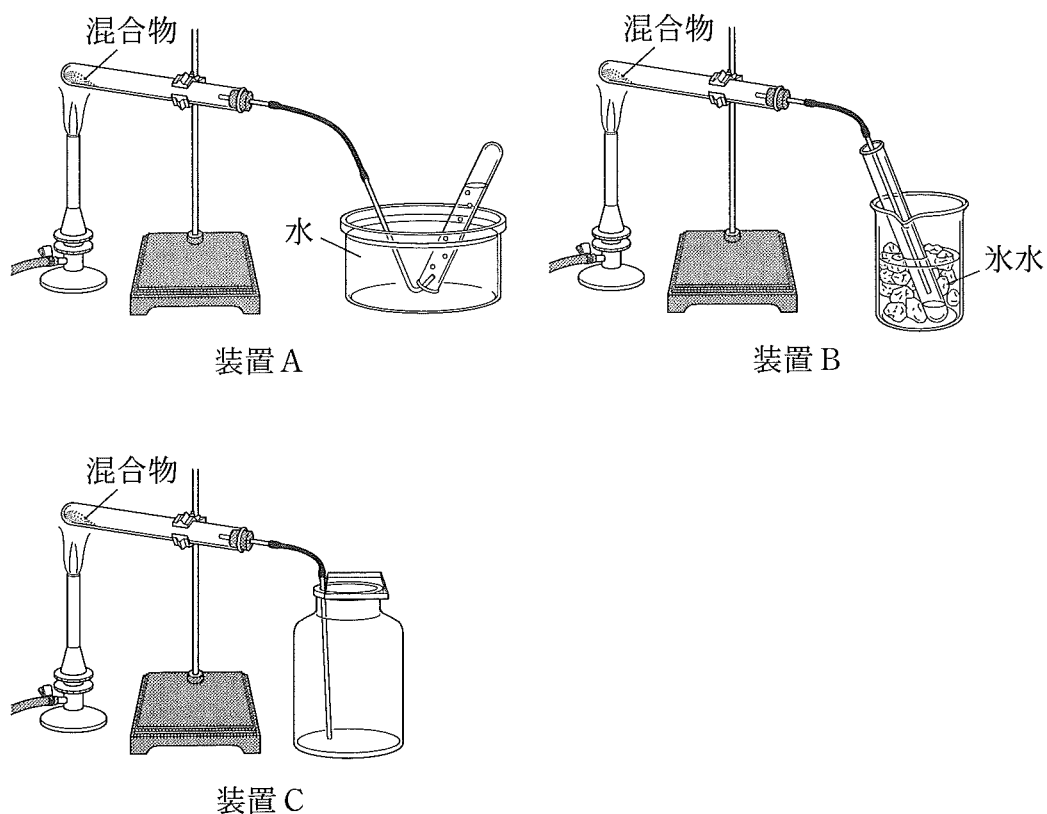


図 1

	化合物	装 置
①	アセトン	A
②	アセトン	B
③	アセトン	C
④	メタン	A
⑤	メタン	B
⑥	メタン	C

化学

第5問 (必答問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

(解答番号 ・) (配点 5)

問1 平均分子量が M_A と M_B である合成高分子化合物 A と B がある。図1は、A と B の分子量分布であり、どちらも分子量 M の分子の数が最も多い。 M_A 、 M_B 、 M の関係として最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

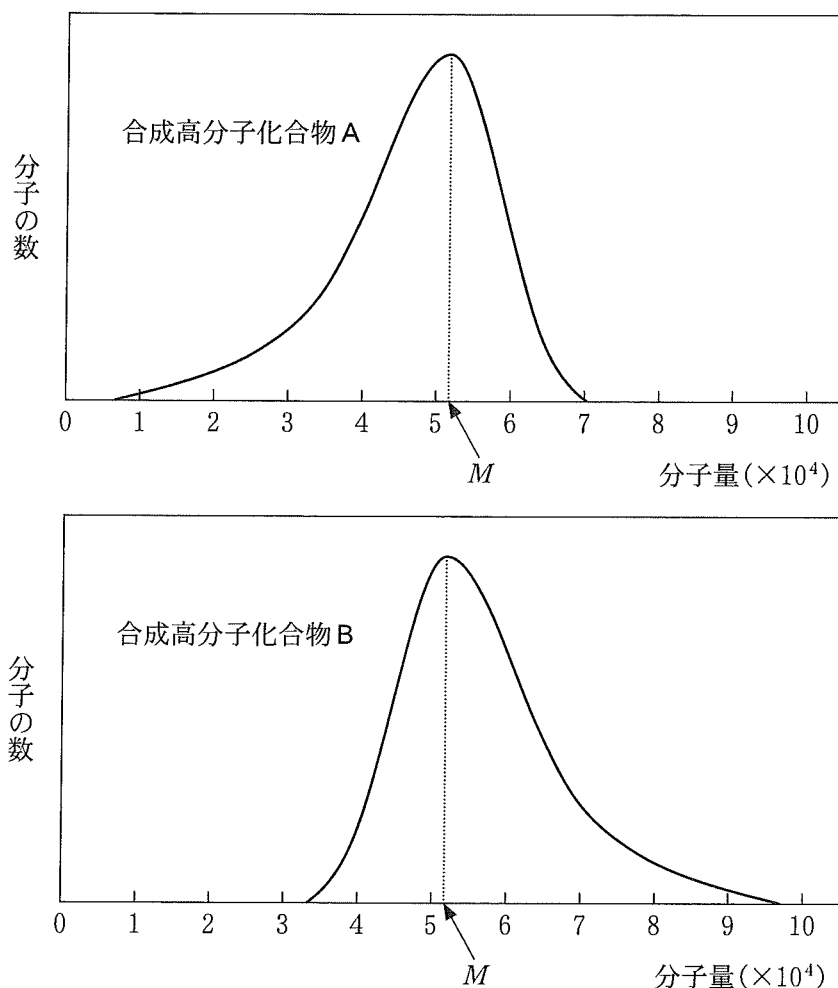


図 1

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $M = M_A = M_B$ | ② $M < M_A = M_B$ | ③ $M_A = M_B < M$ |
| ④ $M < M_A < M_B$ | ⑤ $M_A < M_B < M$ | ⑥ $M_A < M < M_B$ |
| ⑦ $M_B < M < M_A$ | | |

問 2 高分子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①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① アセテート繊維は，トリアセチルセルロースの一部のエステル結合を加水分解してつくられる。
- ② セロハンは，セルロースに化学反応させてつくったビスコースから，薄膜状にセルロースを再生させてつくられる。
- ③ 木綿(綿)の糸は，タンパク質からなる繊維をより合わせてつくられる。
- ④ 天然ゴム(生ゴム)は，ゴムノキ(ゴムの木)の樹皮を傷つけて得られたラテックスに酸を加え，凝固させたものである。

化 学 第6問・第7問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第6問 (選択問題)

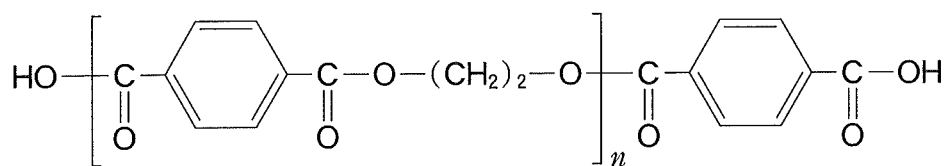
次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問1 ホルムアルデヒドを原料として用いない合成高分子はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① アクリル繊維 ② 尿素樹脂 ③ ビニロン
④ フェノール樹脂 ⑤ メラミン樹脂

問 2 次の高分子化合物 A は両端にカルボキシ基をもち、テレフタル酸とエチレングリコールを適切な物質量の比で縮合重合させることによって得られた。1.00 g の A には 1.2×10^{19} 個のカルボキシ基が含まれていた。A の平均分子量はいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、アボガドロ数を 6.0×10^{23} とする。 2



高分子化合物 A

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 2.5×10^4 | ② 5.0×10^4 | ③ 1.0×10^5 |
| ④ 2.5×10^5 | ⑤ 5.0×10^5 | ⑥ 1.0×10^6 |

化 学 第6問・第7問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第7問 (選択問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問1 二糖類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 二糖は、単糖2分子が脱水縮合したもので、この反応でできたC—O—Cの構造をグリコシド結合という。
- ② スクロースとマルトースは、互いに異性体である。
- ③ スクロースを加水分解して得られる、2種類の単糖の等量混合物を、転化糖という。
- ④ マルトースの水溶液は、還元性を示す。
- ⑤ 1分子のラクトースを加水分解すると、2分子のグルコースになる。

化 学

問 2 ジペプチド A は、図 1 に示すアスパラギン酸、システイン、チロシンの 3 種類のアミノ酸のうち、同種あるいは異種のアミノ酸が脱水縮合した化合物である。ジペプチド A を構成しているアミノ酸の種類を決めるために、アスパラギン酸、システイン、チロシン、ジペプチド A の成分元素の含有率を質量パーセント [%] で比較したところ、図 2 のようになった。ジペプチド A を構成しているアミノ酸の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから一つ選べ。 2

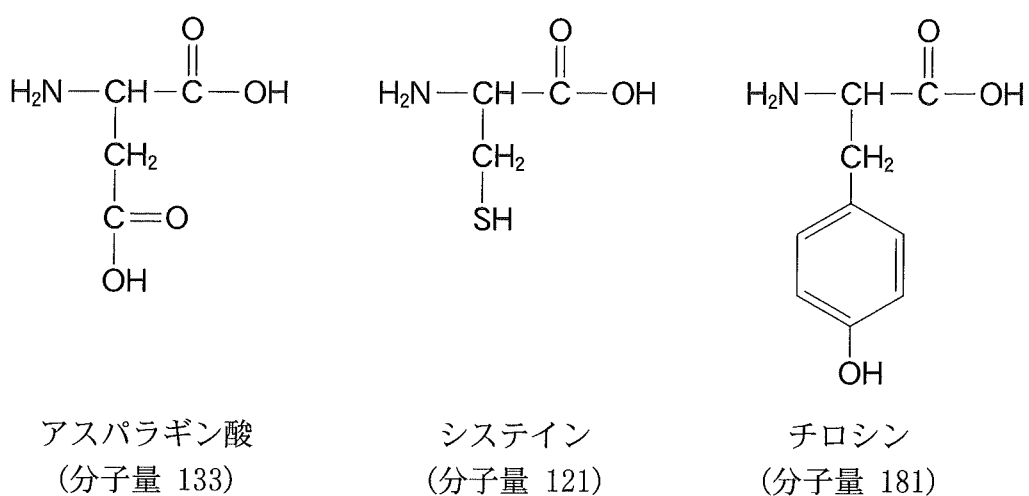


図 1

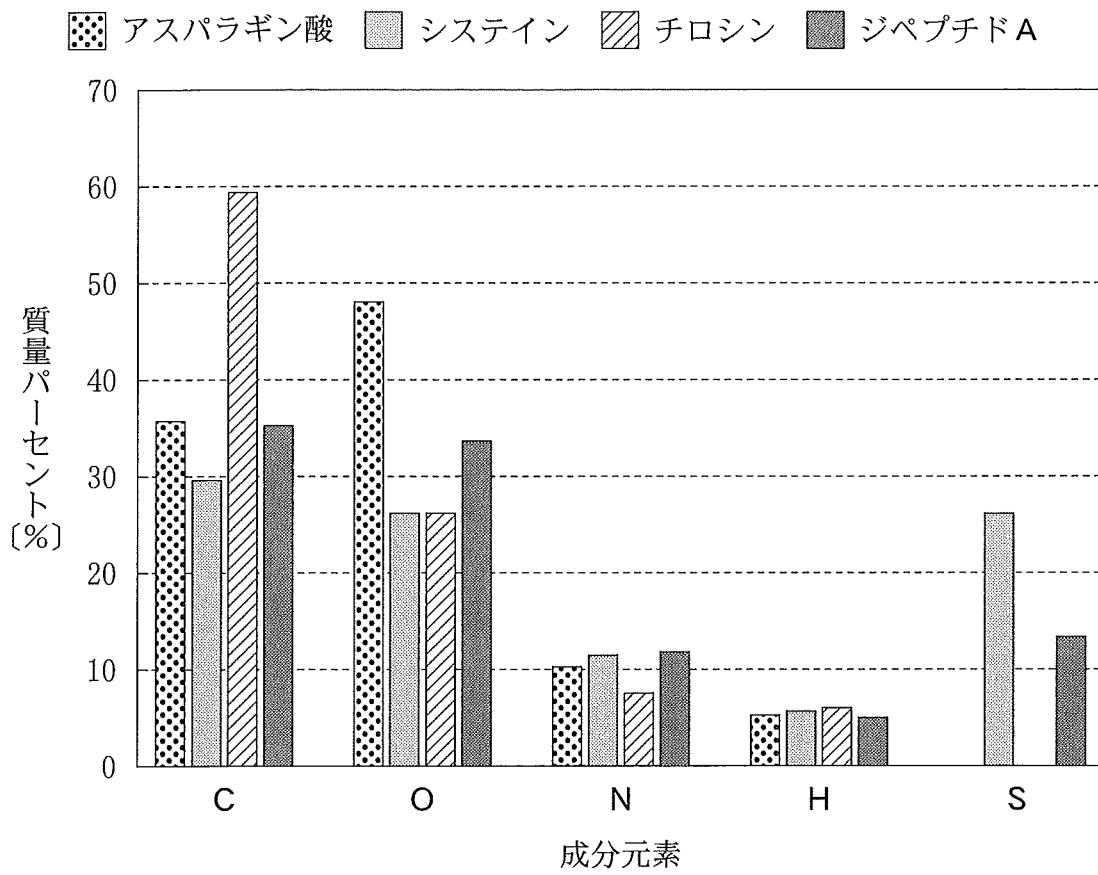


図 2

- | | |
|-------------------|-----------------|
| ① アスパラギン酸とアスパラギン酸 | ② アスパラギン酸とシステイン |
| ③ アスパラギン酸とチロシン | ④ システインとシステイン |
| ⑤ システインとチロシン | ⑥ チロシンとチロシン |