

# 化 学

(解答番号  ~ )

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	He	4.0	C	12	O	16
Mg	24	Cl	35.5	Ca	40	Zn	65
Ag	108						

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体とみなせるものとする。

**第 1 問** 次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 20)

問 1 共有結合の結晶をつくる物質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 二酸化炭素(ドライアイス)
- ② 二酸化ケイ素
- ③ ナトリウム
- ④ 塩化ナトリウム
- ⑤ ナфтаレン

問 2 塩化カルシウム二水和物  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (式量 147) 4.41 g を水に溶かして 1.00 L とした水溶液がある。この  $\text{CaCl}_2$  水溶液の浸透圧と等しい、グルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (分子量 180) の水溶液 1.00 L を調製したい。何 g のグルコースが必要か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{CaCl}_2$  は水溶液中で完全に電離しているものとする。また、これらの水溶液の温度は等しく、ファントホッフの法則が適用できるものとする。 2 g

① 4.08

② 5.40

③ 7.15

④ 12.2

⑤ 16.2

⑥ 21.5

## 化 学

問 3 体積  $V(\text{L})$ 、質量  $W(\text{g})$  の溶液がある。この溶液のモル濃度が  $c(\text{mol/L})$ 、溶質のモル質量が  $M(\text{g/mol})$  であるとき、この溶液の質量パーセント濃度を表す式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 %

①  $\frac{100 McV}{W}$

②  $\frac{McV}{W}$

③  $\frac{100 cV}{WM}$

④  $\frac{cV}{WM}$

⑤  $\frac{100 W}{McV}$

⑥  $\frac{W}{McV}$

## 化 学

問 4 実在気体は、厳密には理想気体の状態方程式に従わない。実在気体の理想気体からのずれは、式(1)に示す  $Z$  の値を用いて考えることができる。理想気体であれば  $Z$  の値は常に 1 である。

$$Z = \frac{PV}{nRT} \quad (1)$$

ここで、 $P$ (Pa)は気体の圧力、 $V$ (L)は体積、 $n$ (mol)は物質質量、 $T$ (K)は絶対温度、 $R$ (Pa・L/(K・mol))は気体定数である。 $T$ を 500 K で一定にして、水素  $H_2$  の  $P$  を変化させたときの  $Z$  の値の変化を図 1 に示す。実在気体である  $H_2$  では、図に示した圧力範囲で  $P$  が増加すると  $Z$  の値は 1 より大きくなる。この理由として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 4

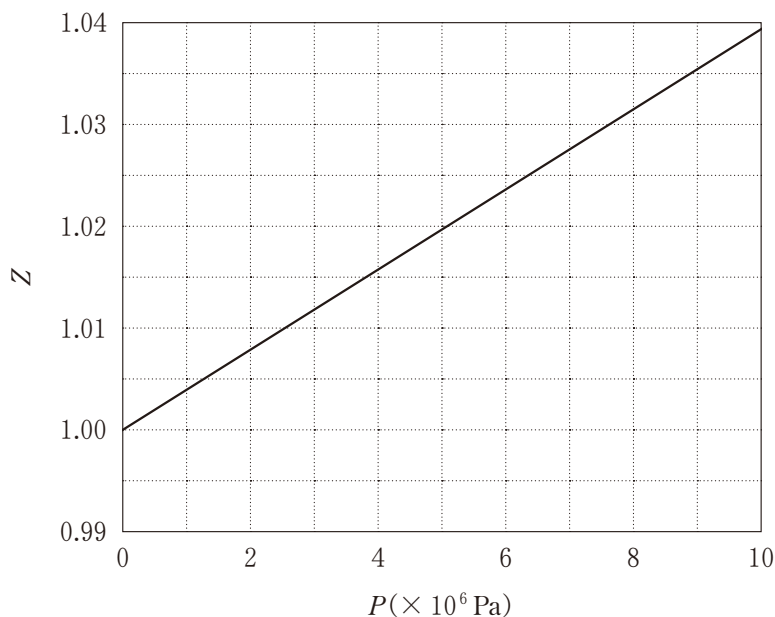


図 1 500 K における  $H_2$  の  $P$  と  $Z$  の関係

- ①  $\text{H}_2$  分子どうしに分子間力がはたらくため
- ②  $\text{H}_2$  分子の熱運動が激しくなるため
- ③  $\text{H}_2$  分子自身の体積を無視できないため
- ④  $\text{H}_2$  が気体から液体に状態変化するため

## 化学

問 5 大気圧、室温条件下で次の操作Ⅰ～Ⅲによりトルエン(沸点 111℃)のモル質量を求めた。この実験に関する後の問い(a・b)に答えよ。

操作Ⅰ フラスコに、小さな穴をあけたアルミニウム箔で蓋をし、(a) 空気のみが入ったフラスコの質量を測定した(図2)。

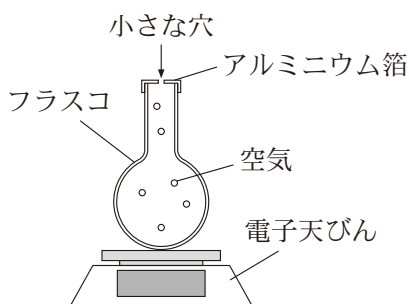


図 2

操作Ⅱ フラスコに液体のトルエンを適量入れ、油浴に浸した。油浴の温度をトルエンの沸点より高い温度に設定し、(b) トルエンをすべて蒸発させて、フラスコ内をトルエンの蒸気(以下「高温蒸気」)で満たした(図3)。

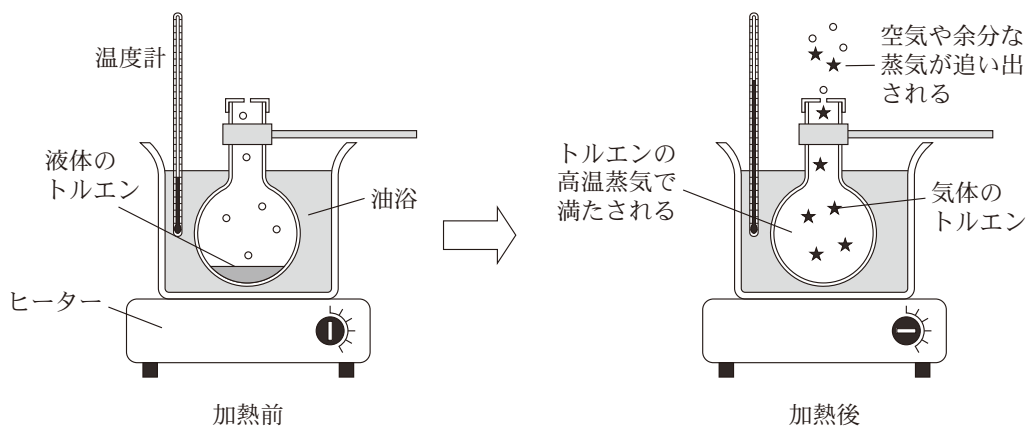


図 3

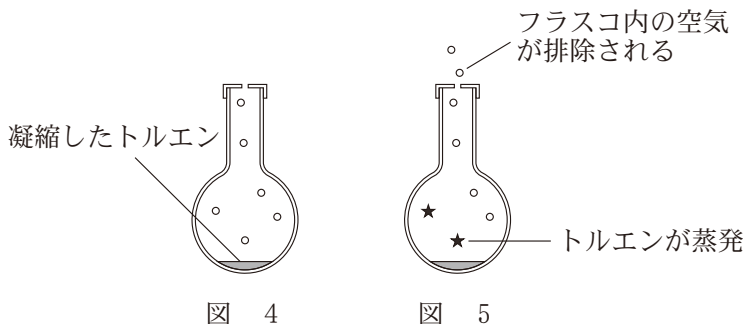
操作Ⅲ このフラスコを油浴から取り出し室温まで冷却したところ、トルエンは凝縮しフラスコの底に溜まった。(c) このときの全体の質量を計測し、空気のみが入ったフラスコの質量で差し引いた値を高温蒸気の質量とした。

a 下線部(a)について、フラスコ内部の体積が 249 mL、空気が平均分子量 28.8 の混合気体とみなせるとき、フラスコ内の空気の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、大気圧は  $1.0 \times 10^5$  Pa、室温を 27 °C とし、気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa・L/(K・mol) とする。 5 g

- ① 0.29                      ② 0.32                      ③ 2.9                      ④ 3.2

b 凝縮したトルエンの体積を無視でき、高温蒸気の圧力は大気圧と等しく、温度は油浴の温度と等しいとしてトルエンのモル質量を求めた。得られたモル質量(g/mol)の値は、トルエンの分子量 92 より小さかった。この原因を考察した次の記述ア、イの正誤の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 6

ア 下線部(b)について、油浴に浸っていないフラスコ上部の温度がトルエンの沸点より低く、質量が無視できない微量のトルエンが凝縮していたため。  
 イ 下線部(c)について、これは図 4 のように冷却したフラスコ内のトルエンの蒸発を無視することに対応するが、実際には図 5 のように、蒸発したトルエンによりフラスコ内の空気の一部が排除されたため。



- |   |     |     |   |     |     |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| ① | ア 正 | イ 正 | ② | ア 正 | イ 誤 |
| ③ | ア 誤 | イ 正 | ④ | ア 誤 | イ 誤 |

## 化 学

### 第 2 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 20)

問 1 反応速度に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 単位時間あたりに減少する反応物の濃度変化を反応速度という。
- ② 反応速度は、一般に温度が低いほど大きくなる。
- ③ 反応速度は、反応物の濃度に必ず比例する。
- ④ 触媒は反応の活性化エネルギーを大きくすることで反応速度を大きくする。

問 2 水のイオン積は高温であるほど大きくなり、45℃で  $4.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  となる。この温度における純水の pH の値はいくらか。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

- ① 6.4      ② 6.7      ③ 7.0      ④ 7.3      ⑤ 7.6

問 3  $1.0 \times 10^{-4}$  mol/L の  $\text{Ag}^+$  と  $1.0 \times 10^{-4}$  mol/L の  $\text{Pb}^{2+}$  が含まれる水溶液 1.0 L がある。この水溶液に塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  を少量ずつ加え続けると、まず塩化銀  $\text{AgCl}$  が沈殿し始め、その後、塩化鉛(II)  $\text{PbCl}_2$  も沈殿し始める。 $\text{PbCl}_2$  が沈殿し始めるときの水溶液中の  $[\text{Ag}^+]$  はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

ただし、 $\text{AgCl}$  と  $\text{PbCl}_2$  の溶解度積はそれぞれ  $8.4 \times 10^{-11} (\text{mol/L})^2$ ,  $1.6 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^3$  とし、 $\text{AgCl}$  と  $\text{PbCl}_2$  が沈殿したとき、および  $\text{NaCl}$  が水に溶解したときの水溶液の温度変化、体積変化は無視できるものとする。

mol/L

- ①  $4.2 \times 10^{-11}$                       ②  $2.1 \times 10^{-10}$                       ③  $5.3 \times 10^{-10}$   
④  $8.4 \times 10^{-7}$                       ⑤  $1.6 \times 10^{-1}$                       ⑥  $4.0 \times 10^{-1}$

## 化 学

問 4 水素  $\text{H}_2$  は、燃焼時に二酸化炭素  $\text{CO}_2$  を排出しない、単位質量当たりの発熱量が大きい、燃料電池の燃料として利用できるなど、環境負荷の少ない新しいエネルギー源として注目されている。水素に関する次の問い(a～c)に答えよ。ただし、エンタルピー変化  $\Delta H$  は問題文中に与えた値を使うこととし、温度・圧力による変化は無視してよい。

a 工業的に広く用いられている水素製造法として、式(1)で示すようなメタン  $\text{CH}_4$  と高温の水蒸気  $\text{H}_2\text{O}$  をニッケル  $\text{Ni}$  などの触媒を用いて反応させる方法がある。



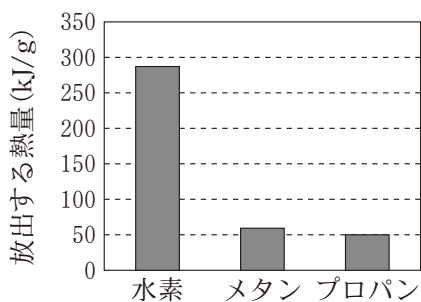
この反応は、温度  $700 \sim 850 \text{ }^\circ\text{C}$ 、圧力  $2 \times 10^6 \sim 3 \times 10^6 \text{ Pa}$  の高温・高圧条件下で行われる。

式(1)の水素生成反応に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

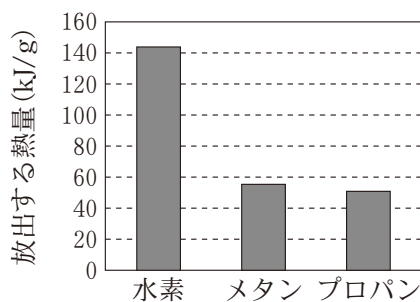
- ① 反応温度を  $750 \text{ }^\circ\text{C}$  から  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  に上昇させると、平衡は生成物側に移動する。
- ② 圧力を  $2 \times 10^6 \text{ Pa}$  から  $3 \times 10^6 \text{ Pa}$  に増加させると、平衡は反応物側に移動する。
- ③ 触媒の量を増やしても、平衡は移動しない。
- ④ 触媒は、反応エンタルピーを減少させる。

b 水素  $H_2$ , メタン  $CH_4$ , プロパン  $C_3H_8$  が完全燃焼するとき, それぞれの物質 1 g 当たりが放出する熱量(kJ/g)を表すグラフとして正しいものはどれか。最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。ただし, 水素, メタン, プロパンの燃焼エンタルピーは, それぞれ  $-286 \text{ kJ/mol}$ ,  $-890 \text{ kJ/mol}$ ,  $-2200 \text{ kJ/mol}$  とする。 11

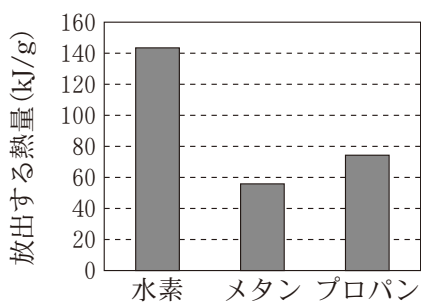
①



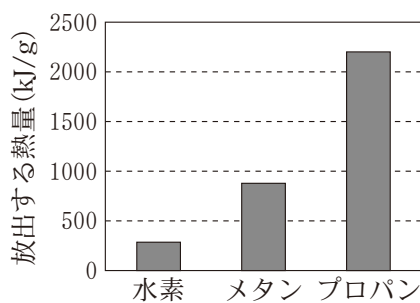
②



③



④



## 化 学

- c 水素を燃料とした燃料電池では、電池全体で式(2)の化学反応が起きる。



この化学反応で発生するエネルギー(反応エンタルピー  $\Delta H$ )は、電気エネルギーと電池内の熱エネルギーに変換されるとする。

図1に示すように、水素を燃料とした燃料電池をある時間動作させた結果、100 molの液体の $\text{H}_2\text{O}$ が生成した。発生したエネルギーのうち、16000 kJが電気エネルギーとして取り出せた。一方で、電気エネルギーとして取り出すことができなかった熱エネルギーをすべて使って、22.0℃の水道水を42.0℃に加熱した。このとき、42.0℃の温水(水道水)は何kg得られるか。最も適当な数値を、後の①~④のうちから一つ選べ。ただし、水道水の比熱は4.2 J/(g·K)とする。  kg

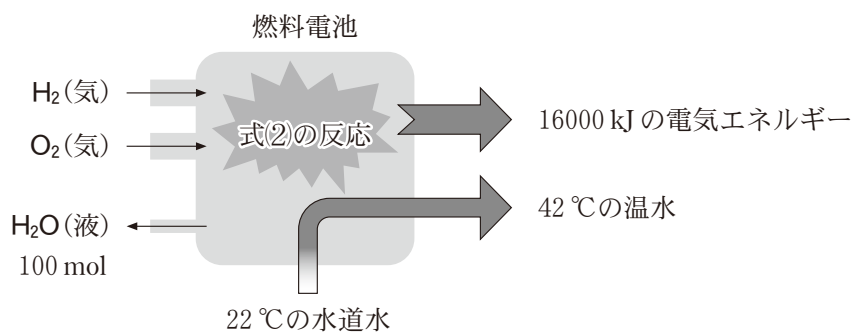


図1 熱エネルギーを利用して温水を得ることができる燃料電池の概念図

- ① 71.4                      ② 150                      ③ 190                      ④ 340

## 化 学

### 第 3 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 20)

問 1 水蒸気を含む気体の乾燥に関して、気体と乾燥剤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。 13

	気 体	乾燥剤
①	アンモニア	濃硫酸
②	酸 素	塩化カルシウム
③	塩化水素	酸化カルシウム
④	二酸化炭素	ソーダ石灰

問 2 14 族元素に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 14

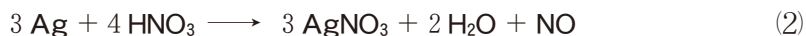
- ① 黒鉛(グラファイト)は、平面構造が積み重なった層状の構造をもつ。
- ② 多孔質で表面積が大きい活性炭は、脱臭剤などに用いられる。
- ③ スズ Sn は、鉄の腐食を防ぐためのめっきに用いられる。
- ④ 鉛 Pb は、希硫酸によく溶ける。

問 3 亜鉛 Zn と銀 Ag の粉末のみからなる混合物 A がある。A に含まれる Zn と Ag の物質量(mol)の比を求めるために、次の実験 I・II を同じ温度、同じ圧力で行った。

実験 I 混合物 A に希塩酸を加えると、式(1)に示す反応により Zn のみがすべて溶けた。この反応で発生した水素 H<sub>2</sub> の体積を測定した。



実験 II 実験 I で反応せずに残った Ag をろ過により取り出し、水洗いした後希硝酸を加えると、式(2)に示す反応により Ag がすべて溶けた。この反応で発生した一酸化窒素 NO の体積を測定した。



これらの実験で発生した H<sub>2</sub> と NO の体積は、それぞれ 60 mL と 40 mL であった。このとき、混合物 A に含まれる Zn と Ag の物質量の比(Zn : Ag)として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

- ① 2 : 1      ② 3 : 2      ③ 1 : 1      ④ 2 : 3      ⑤ 1 : 2

## 化 学

問 4 マグネシウム Mg とチタン Ti に関する次の文章を読み、後の問い(a～c)に答えよ。

(a) 2 族に属する Mg の単体は、(b)海水や鉱物から得られる塩化マグネシウム  $\text{MgCl}_2$  を熔融塩電解して製造される。(c) Mg の単体は、鉱物由来の塩化チタン(IV)  $\text{TiCl}_4$  から Ti の単体を得るための還元剤として使用される。

a 下線部(a)について、同族である Mg、カルシウム Ca、バリウム Ba およびこれらの化合物に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

- ① それぞれの単体で、常温の大気中で酸化されるのは Ba のみである。
- ② それぞれの単体で、常温の水と反応するのは Mg のみである。
- ③ それぞれの水酸化物で、水に溶けにくいのは  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  のみである。
- ④ それぞれの硫酸塩で、水によく溶けるのは  $\text{MgSO}_4$  のみである。
- ⑤ それぞれの炭酸塩で、水に溶けにくいのは  $\text{CaCO}_3$  のみである。

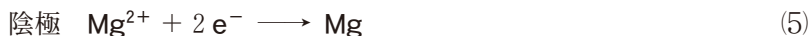
b 下線部(b)について、実際には  $\text{MgCl}_2$  と  $\text{MgO}$  の混合物が得られる。そこで、混合物中の  $\text{MgO}$  を高温で炭素 C と塩素  $\text{Cl}_2$  とともに反応させることで、式(3)のように  $\text{MgCl}_2$  に変換し、高純度の  $\text{MgCl}_2$  を得ている。



質量パーセントで  $\text{MgCl}_2$  (式量 95) が 96.0 %、 $\text{MgO}$  (式量 40) が 4.0 % からなる混合物  $1.0 \times 10^3 \text{ kg}$  を、式(3)によりすべて  $\text{MgCl}_2$  にするために必要な  $\text{Cl}_2$  の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 17 mol

- ①  $1.0 \times 10^3$       ②  $2.0 \times 10^3$       ③  $3.0 \times 10^3$       ④  $4.0 \times 10^3$
- ⑤  $1.0 \times 10^5$       ⑥  $2.0 \times 10^5$       ⑦  $3.0 \times 10^5$       ⑧  $4.0 \times 10^5$

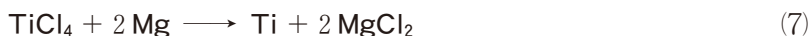
c 下線部(c)について、 $\text{MgCl}_2$  を熔融塩電解すると、式(4)と(5)のように  $\text{Cl}_2$  と  $\text{Mg}$  の単体が得られる。



酸化チタン(IV)  $\text{TiO}_2$  を C と式(4)で得た  $\text{Cl}_2$  とともに高温で反応させると、式(6)で示すように塩化チタン(IV)  $\text{TiCl}_4$  と  $\text{CO}_2$  が得られる。



次に、上記の  $\text{Mg}$  と  $\text{TiCl}_4$  を用いて高温で反応させると、式(7)で示すように  $\text{Ti}$  の単体が得られる。同時に生成する  $\text{MgCl}_2$  は  $\text{Mg}$  と  $\text{Cl}_2$  の生産に再利用される。



式(4)~(7)の反応により質量  $W(\text{g})$  の  $\text{Ti}$  の単体を生産するのに必要な電気量(C)を表す式として最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は  $F(\text{C/mol})$ 、 $\text{Ti}$  のモル質量は  $M(\text{g/mol})$  とする。 18 C

- |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $\frac{2MF}{W}$ | ② $\frac{4MF}{W}$ | ③ $\frac{8MF}{W}$ |
| ④ $\frac{2M}{WF}$ | ⑤ $\frac{4M}{WF}$ | ⑥ $\frac{8M}{WF}$ |
| ⑦ $\frac{2WF}{M}$ | ⑧ $\frac{4WF}{M}$ | ⑨ $\frac{8WF}{M}$ |

# 化学

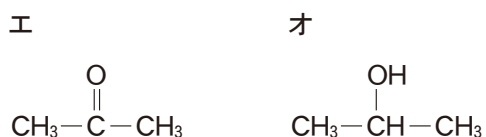
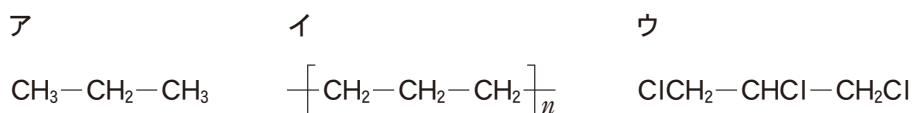
## 第4問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 アルケンに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a エチレン(エテン)とプロピレン(プロペン)の一方のみに当てはまる記述はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

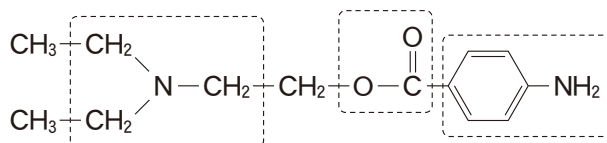
- ① 常温・常圧で気体である。
- ② 分子に含まれるすべての炭素原子間の結合は、自由に回転できる。
- ③ 立体異性体は存在しない。
- ④ 臭素が付加して得られる化合物は、不斉炭素原子をもつ。
- ⑤ 過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  水溶液の赤紫色を消失させる。

b 次の化合物ア～オのうち、プロピレンへの付加反応で得られる化合物はどれか。すべてを正しく選択しているものとして最も適当なものを、後の①～⑩のうちから一つ選べ。 20



- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① ア, イ | ② ア, ウ | ③ ア, エ | ④ ア, オ | ⑤ イ, ウ |
| ⑥ イ, エ | ⑦ イ, オ | ⑧ ウ, エ | ⑨ ウ, オ | ⑩ エ, オ |

問 2 次に示すプロカインは、歯科医療に用いられる局所麻酔薬である。



プロカイン

プロカインは複数の官能基をもち、破線枠の部分により特有な性質を示す。プロカインに関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 21

- ① 弱塩基性を示す。
- ② 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加え加熱すると、加水分解される。
- ③ 酸性条件下で亜硝酸ナトリウム NaNO<sub>2</sub> 水溶液と反応させた後、ナトリウムフェノキシドを加えると、赤～橙色に呈色する。
- ④ スズ Sn の存在下、濃塩酸を加えて加熱すると、-NH<sub>2</sub> 基が -NO<sub>2</sub> 基に変換される。

## 化 学

問 3 芳香族化合物に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 記述ア～ウのうち、キシレン  $C_8H_{10}$ 、クレゾール  $C_7H_8O$ 、ジクロロベンゼン  $C_6H_4Cl_2$  にそれぞれ当てはまるものはどれか。すべてを正しく選択しているものとして最も適当なものを、後の①～⑦のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

キシレン	<input type="text" value="22"/>
クレゾール	<input type="text" value="23"/>
ジクロロベンゼン	<input type="text" value="24"/>

ア オルト，メタ，パラの3種類の異性体以外に，ベンゼン環をもつ異性体が存在する。

イ パラ異性体は昇華性があり衣類の防虫剤として利用されている。

ウ 水酸化ナトリウム水溶液と中和して塩をつくる。

- |         |       |       |
|---------|-------|-------|
| ① ア     | ② イ   | ③ ウ   |
| ④ ア，イ   | ⑤ ア，ウ | ⑥ イ，ウ |
| ⑦ ア，イ，ウ |       |       |

b オルト，メタ，パラの3種類の異性体に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 25

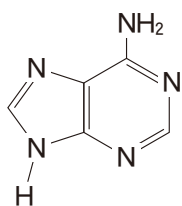
- ① キシレンの3種類の異性体は，いずれも同じ沸点，融点を示す。
- ② キシレンの3種類の異性体を酸化して得られるジカルボン酸は，加熱するといずれも分子内で脱水が起こり，酸無水物を生じる。
- ③ クレゾールの3種類の異性体には，無水酢酸と反応して酢酸エステルを与えないものがある。
- ④ クレゾールの3種類の異性体の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると，いずれも呈色する。

## 化 学

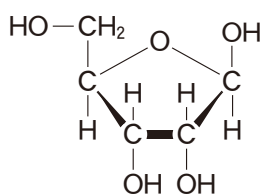
問 4 アデノシンーリン酸 (AMP) は、核酸塩基の一つであるアデニンと、五つの炭素原子からなる糖であるリボースと、リン酸が 1 分子ずつ結合し、次の記述 I・II に当てはまる構造をもつ化合物である。

I アデニンの五員環 (N を含む五角形部分) の N-H 部分と、リボースのヘミアセタール構造の -OH 部分との間で脱水縮合した構造をもつ。

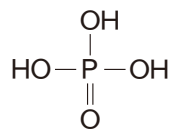
II リボースの -CH<sub>2</sub>-OH 部分とリン酸の -OH 部分との間で脱水縮合した構造をもつ。



アデニン



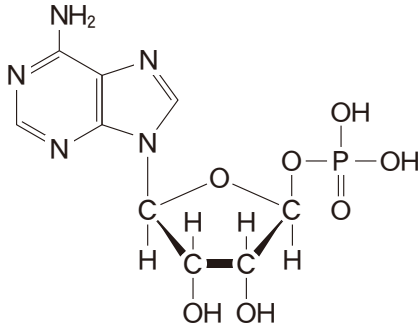
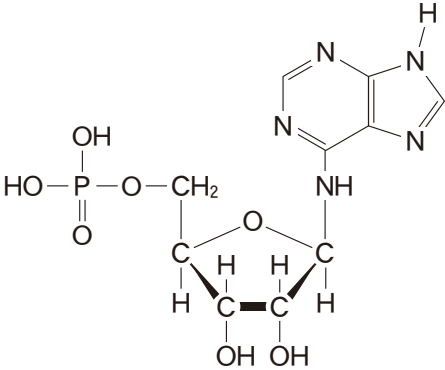
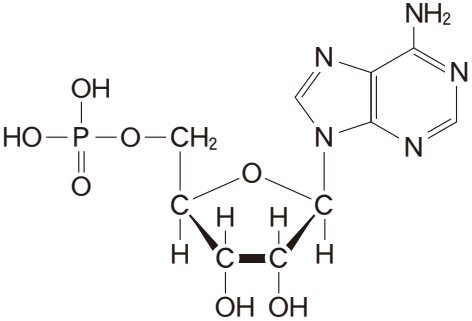
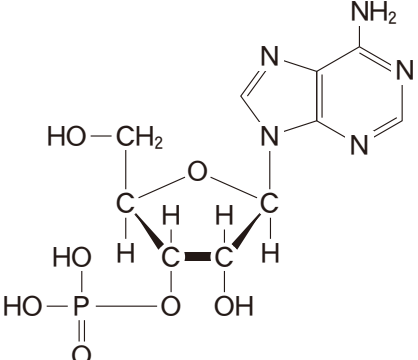
リボース



リン酸

AMP の構造式として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

26

①	
②	
③	
④	

## 化 学

**第5問** 私たちが普段利用している物質には、他の物質では代替できないものがある。限りある化学物質を工夫して生産・利用する取り組みに関する次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 金は希少で高価な金属である。金は電気伝導性に優れ、腐食されにくいため、電子回路などに利用されている。金に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

27

- ① 単体の金属の中で、金は展性と延性が最も大きい。
- ② 金が金属光沢を示すのは、自由電子の作用による。
- ③ 金は熱濃硫酸に溶けない。
- ④ 金を含む粗銅と、純銅を電極にして硫酸銅(Ⅱ)CuSO<sub>4</sub>水溶液中で電気分解するとき、粗銅を陰極に用いることで、金を分離することができる。

問2 廃棄された工業製品から金属を回収することは重要である。その方法の一つとして、酸を用いて製品中に含まれる金属を溶解した後、その金属イオンに適切な処理をして金属を取り出す方法がある。

4種類の金属イオン Al<sup>3+</sup>、Cu<sup>2+</sup>、Pb<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup> を含む水溶液がある。これらの金属イオンのうち1種類のみを分離するため、過剰の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えて沈殿を生じさせた。このとき、沈殿を生じた金属イオンとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

28

- ① Al<sup>3+</sup>
- ② Cu<sup>2+</sup>
- ③ Pb<sup>2+</sup>
- ④ Zn<sup>2+</sup>

問 3 医療用・分析用の超伝導磁石を使用するためには、液体のヘリウム He (原子量 4.0, 沸点  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) を冷却剤として用いる必要がある。一方, He は埋蔵量が限られた希少な物質であり, 大気中に放出されると回収が難しくなるため, さまざまな取り組みが行われている。

密度が  $1.20 \times 10^2\text{ g/L}$  である液体の He  $0.100\text{ L}$  が, 気体に変化した。この気体を, 容積が  $10.0\text{ L}$  の耐圧容器に  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  で回収するとき, 容器内の圧力は何 Pa 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, 回収前の耐圧容器には気体が入っていないものとする。また,  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $1.00 \times 10^5\text{ Pa}$  における  $1\text{ mol}$  の気体の He の体積は  $22.7\text{ L}$  とする。

29 Pa

- ①  $2.72 \times 10^5$                       ②  $3.41 \times 10^5$                       ③  $6.81 \times 10^5$   
④  $1.36 \times 10^6$                       ⑤  $2.72 \times 10^6$                       ⑥  $3.41 \times 10^6$

## 化 学

問 4 ゴムに関する次の文章を読み、後の問い(a～c)に答えよ。

ゴムノキから得られる天然ゴム(生ゴム)は、(a)化学的な処理をした後、輪ゴムや医療用手袋などに使われる。

(b)天然ゴムの主成分はポリイソプレンであり、図1に示すイソプレン(2-メチル-1,3-ブタジエン)の1番目と4番目の炭素原子が付加重合により連結した分子構造をもつ。

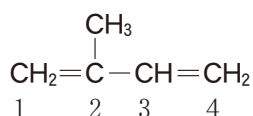


図1 イソプレンの分子構造

一方、(c)自動車用のタイヤに多く用いられる合成ゴムは石油等からつくられた単量体をもとに製造される。しかし、高い耐久性が求められる航空機用のタイヤには天然ゴムが使われており、天然ゴムはいまだに欠かすことのできない材料である。天然ゴムを安定的に得るため、ゴムノキの計画栽培が重要な課題となっている。

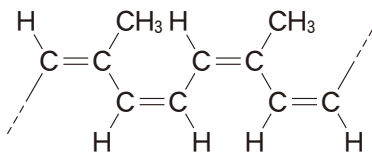
a 下線部(a)について、次の文章中の空欄  ・  に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

天然ゴムに  を数%程度添加して加熱することで、分子鎖どうしが架橋され、強度や弾性の優れたゴムがつけられている。また、天然ゴムに  を30～40%添加し加熱すると、黒色の硬い物質である  が得られ、電気絶縁材料などに用いられている。

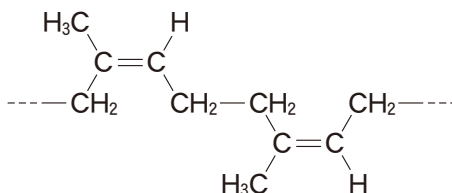
	ア	イ
①	硫 黄	エボナイト
②	硫 黄	ノボラック
③	酢 酸	エボナイト
④	酢 酸	ノボラック

b 下線部(b)について、ゴムノキから得られる天然ゴム中のポリイソプレンの C=C 結合の部分はすべてシス形である。天然ゴムのポリイソプレンの分子構造として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 31

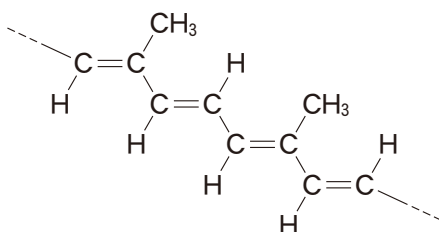
①



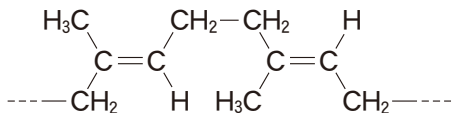
②



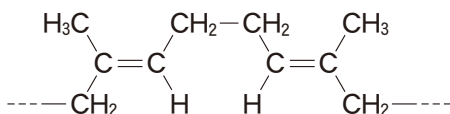
③



④



⑤



## 化 学

- c 下線部(c)について、合成ゴム的一种であるスチレン-ブタジエンゴム (SBR)は、スチレン(分子量 104)と1,3-ブタジエン(分子量 54)を付加重合して得られる。図2に示すSBRに対し、ブタジエン由来の二重結合にのみ水素を付加した。このとき、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで67.2 Lの水素が消費され、ブタジエン由来の二重結合のすべてに水素が付加した220 gの合成高分子が得られた。このSBRの $m$ と $n$ の比 $\frac{m}{n}$ として最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。

$$\frac{m}{n} = \boxed{32}$$

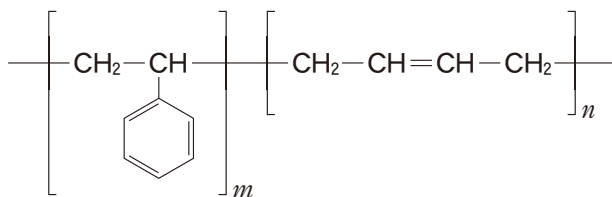


図2 スチレン-ブタジエンゴム(SBR)の構造

- ① 8      ② 6      ③ 4      ④  $\frac{1}{4}$       ⑤  $\frac{1}{6}$       ⑥  $\frac{1}{8}$