

# 化 学

(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

N 14

O 16

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** 次の文章(A～C)を読み、問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 26)

A カセットコンロ用のガスボンベ(カセットボンベ)は、図1のような構造をしており、アルカンXが燃料として加圧、封入されている。気体になった燃料はL字に曲げられた管を通して、吹き出し口から噴出するようになっている。

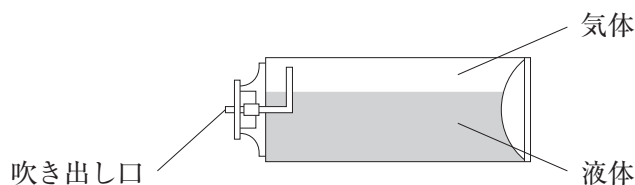


図 1

表1に、5種類のアルカン(ア～オ)の分子量と性質を示す。ただし、燃焼熱は生成する $\text{H}_2\text{O}$ が液体である場合の数値である。

表1 アルカンの分子量と性質

アルカン	分子量	$1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における沸点[ $^{\circ}\text{C}$ ]	燃焼熱[kJ/mol]	$20^{\circ}\text{C}$ における蒸気圧[Pa]
ア	16	-161	891	$2.4 \times 10^7$
イ	30	-89	1561	$3.5 \times 10^6$
ウ	44	-42	2219	$8.3 \times 10^5$
エ	58	-0.5	2878	$2.1 \times 10^5$
オ	72	36	3536	$5.7 \times 10^4$

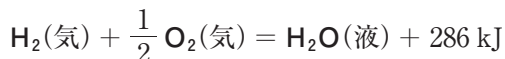
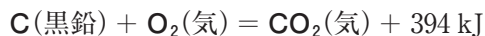
問 1 カセットボンベの燃料としては、次の条件(a・b)を満たすことが望ましい。

- a 20℃,  $1.013 \times 10^5$  Pa 付近において気体であり、加圧により液体になりやすい。
- b 容器の変形や破裂を防ぐため、蒸気圧が低い。

ア～オのうち、常温・常圧でカセットボンベを使用するとき、燃料として最も適当なアルカン X はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ア          ② イ          ③ ウ          ④ エ          ⑤ オ

問 2 前問で選んだアルカン X の生成熱は何 kJ/mol になるか。次の熱化学方程式を用いて求めよ。



X の生成熱の値を有効数字 2 桁で次の形式で表すとき、  ～  に当てはまる数字を、下の①～⑩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。

$$\text{  } . \text{  } \times 10^{\text{  }} \text{ kJ/mol}$$

- ① 1          ② 2          ③ 3          ④ 4          ⑤ 5  
 ⑥ 6          ⑦ 7          ⑧ 8          ⑨ 9          ⑩ 0

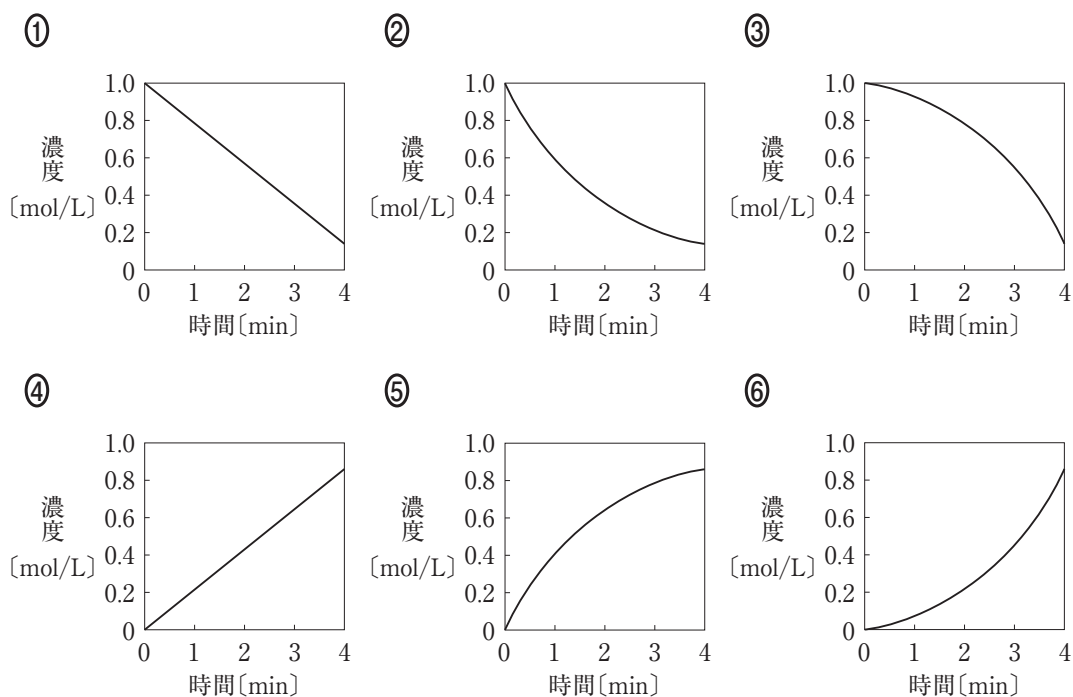
## 化学

B 分子 A が分子 B に変化する反応があり、その化学反応式は  $A \rightarrow B$  で表される。1.00 mol/L の A の溶液に触媒を加えて、この反応を開始させ、1分ごとの A の濃度を測定したところ、表 2 に示す結果が得られた。ただし、測定中は温度が一定で、B 以外の生成物はなかったものとする。

表 2 A の濃度と反応速度の時間変化

時間 [min]	0	1	2	3	4
A の濃度 [mol/L]	1.00	0.60	0.36	0.22	0.14
A の平均濃度 $\bar{c}$ [mol/L]		0.80	[ ]	0.29	[ ]
平均の反応速度 $\bar{v}$ [mol/(L·min)]		[ ]	0.24	0.14	0.08

問 3 B の濃度は時間の経過とともにどのように変わるか。B の濃度変化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。 5

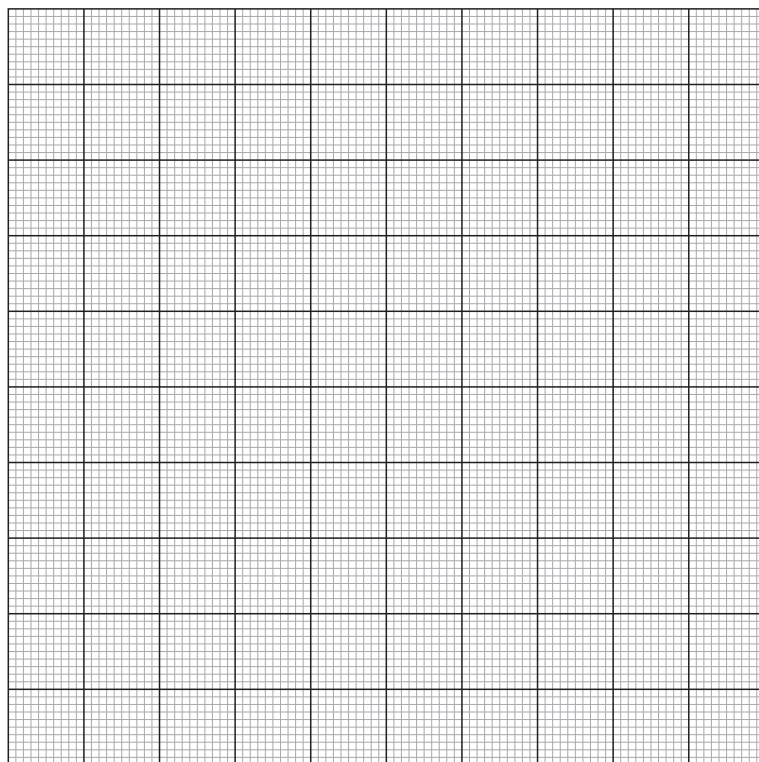


問 4 表 2 の空欄 [ ] を補うと、平均濃度  $\bar{c}$  と平均の反応速度  $\bar{v}$  の間には、次の式で表される関係があることがわかった。

$$\bar{v} = k\bar{c}$$

ここで、 $k$  は反応速度定数(速度定数)である。この温度での  $k$  の値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、必要があれば、下の方眼紙を使うこと。 6 /min

- ① 0.008                      ② 0.03                      ③ 0.08                      ④ 0.3  
 ⑤ 0.5                          ⑥ 2



## 化 学

C 次の問いに答えよ。

問 5 互いに同位体である原子どうしで異なるものを、次の①～⑤のうちから一つ  
選べ。

① 原子番号

② 陽子の数

③ 中性子の数

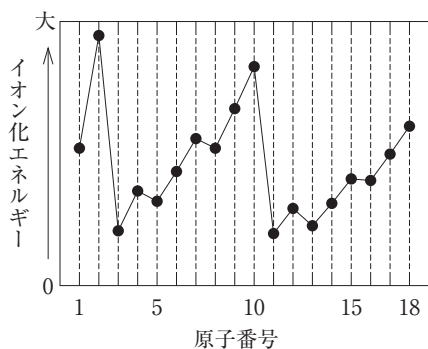
④ 電子の数

⑤ 価電子の数

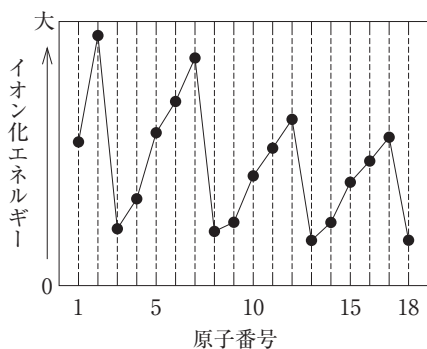
問 6 原子のイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が原子番号とともに変化する様子を示す図として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

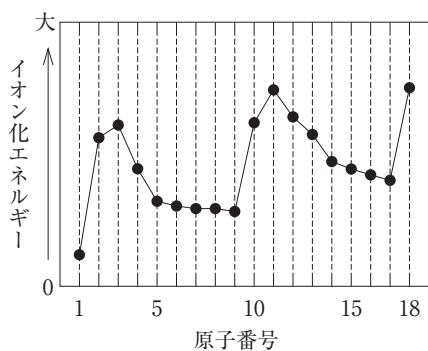
①



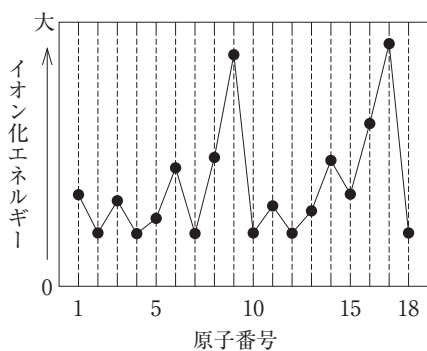
②



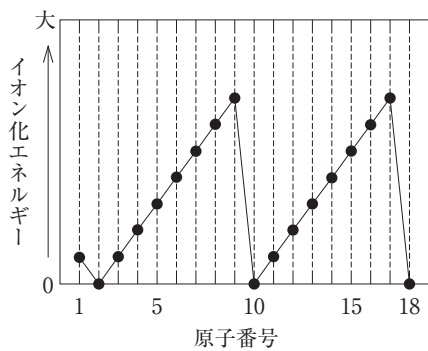
③



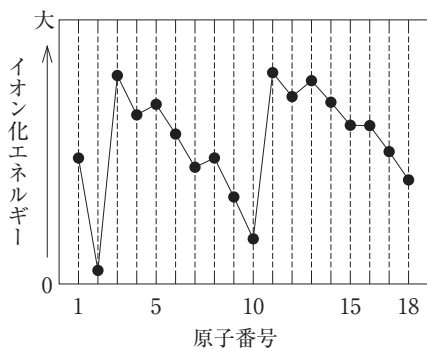
④



⑤



⑥



## 化学

問 7 図 2 に示すように、 $0.3 \text{ mol/L}$  の硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$  水溶液を入れた容器の中で、2 枚の銅板を電極とし、起電力  $1.5 \text{ V}$  の乾電池を用いて一定の電流  $I[\text{A}]$  を時間  $t[\text{秒}]$  流したところ、一方の電極上に銅が  $m[\text{g}]$  析出した。この実験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。 9

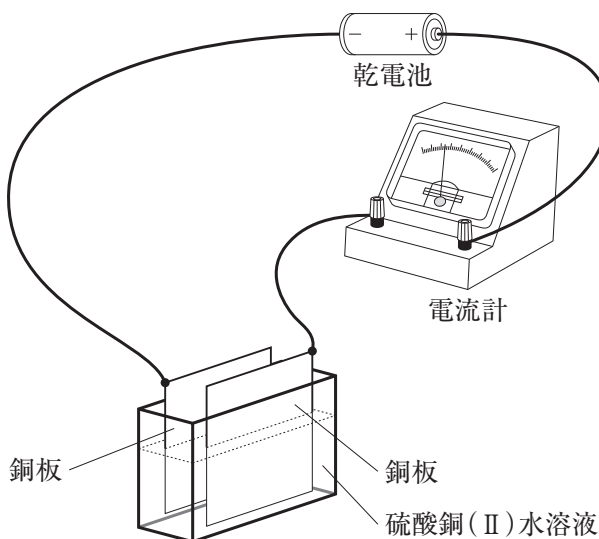


図 2

- ① 電流を流す時間を  $2t[\text{秒}]$  にすると、析出する銅の質量は  $2m[\text{g}]$  になる。
- ② 電流を  $2I[\text{A}]$  にすると、時間  $t[\text{秒}]$  の間に析出する銅の質量は  $2m[\text{g}]$  になる。
- ③ 陰極では  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  の反応によって銅が析出する。
- ④ 陽極では  $\text{H}_2\text{O}$  が還元されて  $\text{H}_2$  が発生する。
- ⑤ 実験の前後で溶液中の  $\text{SO}_4^{2-}$  の物質量は変化しない。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。



## 化 学

第2問 次の文章(A・B)を読み, 問い(問1～6)に答えよ。

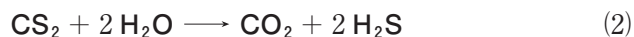
[解答番号  ～  ] (配点 20)

A 二硫化炭素  $\text{CS}_2$  を空気中で燃焼させると, 式(1)のように反応した。



この生成物イは, (a)亜硫酸ナトリウムと希硫酸との反応でも生成する。

また,  $\text{CS}_2$  を水とともに  $150^\circ\text{C}$  以上に加熱すると, 式(2)の反応が起こる。



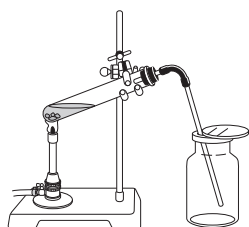
式(2)の反応では, 各原子の酸化数が変化しないので, これは酸化還元反応ではない。

問1 式(1)の ,  に当てはまる化学式として最も適当なものを, 次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア  イ

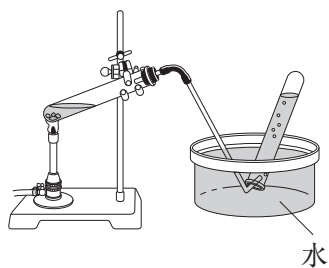
- |     |                 |                 |
|-----|-----------------|-----------------|
| ① C | ② CO            | ③ $\text{CO}_2$ |
| ④ S | ⑤ $\text{SO}_2$ | ⑥ $\text{SO}_3$ |

問 2 下線部(a)の反応で、イを発生させて捕集するための装置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

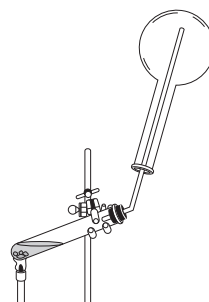
①



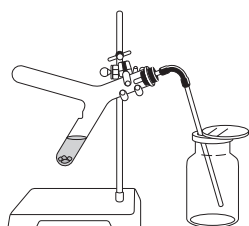
②



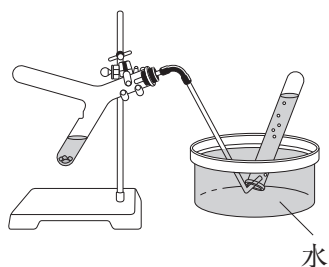
③



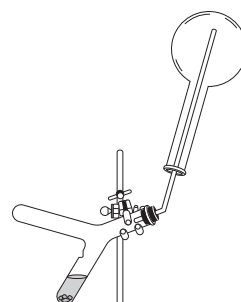
④



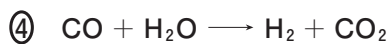
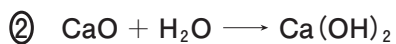
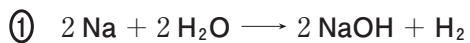
⑤



⑥



問 3 式(2)の反応と同様に、酸化還元反応でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4



## 化 学

B ハロゲン化銀のうち、**AgF** は水に溶け、**AgI** はほとんど水に溶けないということに興味をもった生徒が図書館で資料を調べたところ、次のことがわかった。

一般に、(b) イオン半径は、原子核の正電荷の大きさと電子の数に依存する。 また、イオン半径が大きなイオンでは、原子核から遠い位置にも電子があるので、反対の電荷をもつイオンと結合するとき電荷の偏りが起こりやすい。このような電荷の偏りの起こりやすさでイオンを分類すると、表1のようになる。

表1 イオンにおける電荷の偏りの起こりやすさ

	偏りが起こりにくい	中間	偏りが起こりやすい
陽イオン	$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Ca}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$	$\text{Ag}^{+}$
陰イオン	$\text{OH}^{-}$ , $\text{F}^{-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{O}^{2-}$	$\text{Br}^{-}$	$\text{S}^{2-}$ , $\text{I}^{-}$

イオンどうしの結合は、陽イオンと陰イオンの間にはたらく強い ウ に加えて、この電荷の偏りの効果によっても強くなる。経験則として、陽イオンと陰イオンは、電荷の偏りの起こりやすいイオンどうし、もしくは起こりにくいイオンどうしだと強く結合する傾向がある。そのため、水和などの影響が小さい場合、(c) 化合物を構成するイオンの電荷の偏りの起こりやすさが同程度であるほど、その化合物は水に溶けにくくなる。 たとえば  $\text{Ag}^{+}$  は電荷の偏りが起こりやすいので、電荷の偏りが起こりやすい  $\text{I}^{-}$  とは水に溶けにくい化合物 **AgI** をつくり、偏りの起こりにくい  $\text{F}^{-}$  とは水に溶けやすい化合物 **AgF** をつくる。

このような電荷の偏りの起こりやすさにもとづく考え方で、化学におけるさまざまな現象を説明することができる。ただし、他の要因のために説明できない場合もあるので注意が必要である。

## 化 学

問 4 下線部(b)に関連して、同じ電子配置であるイオンのうち、イオン半径の最も大きなものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $O^{2-}$                       ②  $F^{-}$                       ③  $Mg^{2+}$                       ④  $Al^{3+}$

問 5  に当てはまる語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 ファンデルワールス力                      ② 電子親和力  
③ 水素結合                                      ④ 静電気力(クーロン力)  
⑤ 金属結合

問 6 溶解性に関する事実を述べた記述のうち、下線部(c)のような考え方では説明することができないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

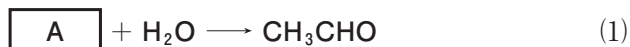
- ① フッ化マグネシウムとフッ化カルシウムは、ともに水に溶けにくい。  
②  $Al^{3+}$  を含む酸性水溶液に硫化水素を通じた後に塩基性にしていくと、水酸化アルミニウムの沈殿が生成する。  
③ ヨウ化銀と同様に硫化銀は水に溶けにくい。  
④ 硫酸銅(Ⅱ)と硫酸マグネシウムは、ともに水によく溶ける。

## 化学

### 第3問 次の文章(A・B)を読み、問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

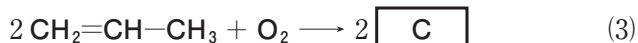
A 20世紀後半ごろからエネルギー源の主役が石炭から石油にかわった。それに伴って有機化学工業の原料も、石炭由来の化合物Aから、石油由来の化合物Bやプロペン(プロピレン)にかわっていった。たとえば、アセトアルデヒドは、以前は式(1)の反応で、触媒の存在下でAに水を付加してつくられていた。



現在は式(2)の反応で、触媒の存在下でBを酸化してつくられている。



式(2)の反応で用いる触媒と同じ触媒を使った式(3)で示すプロペンの酸化反応では、主に化合物Cが生成し、アルデヒドDはほとんど生成しない。



CとDは互いに構造異性体の関係にあり、どちらもカルボニル基  $\text{>C=O}$  をもっている。

有機化合物を合成するときの炭素源を、石油から天然ガスにかえる動きもある。天然ガスに含まれるメタン  $\text{CH}_4$  や、天然ガスからつくられる合成ガスに含まれる一酸化炭素  $\text{CO}$  のような、炭素数1の化合物を原料にした有機工業化学を シーワン C1化学という。たとえば、触媒の存在下で  $\text{CO}$  と水素  $\text{H}_2$  を反応させると化合物Eができる。さらにEを触媒の存在下で  $\text{CO}$  と反応させると式(4)のように化合物Fが生成する。Fは、アセトアルデヒドの酸化によっても生成する。



問 1 A と B 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 炭素原子間の距離は、A より B のほうが短い。
- ② A を臭素水に吹き込むと、臭素の色が消える。
- ③ A を構成する原子は、すべて同一直線上にある。
- ④ B は常温・常圧で気体である。
- ⑤ B は付加重合によって、高分子化合物になる。

問 2 C と D 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。

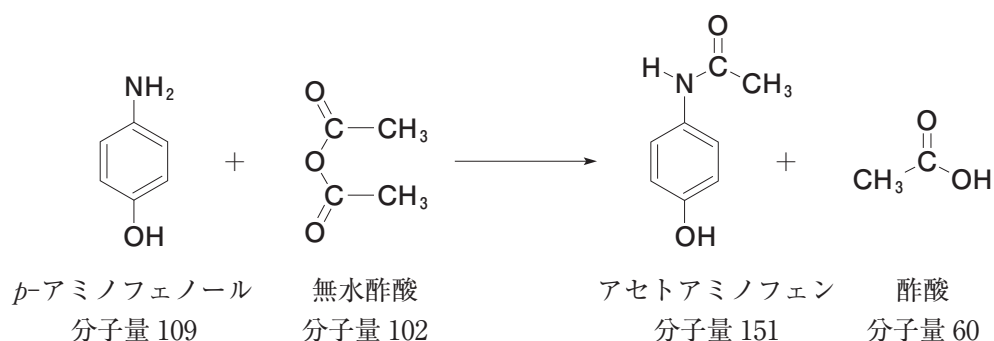
- ① C はヨードホルム反応を示す。
- ② 酢酸カルシウムを乾留(熱分解)すると C が生成する。
- ③ クメン法ではフェノールとともに C が生成する。
- ④ D はフェーリング液を還元する。
- ⑤ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で2-プロパノールを酸化すると D が生成する。

問 3 E と F に当てはまる化学式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 E  F

- |                            |                                     |                     |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| ① $\text{CH}_3\text{OH}$   | ② $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   | ③ $\text{HCOOH}$    |
| ④ $\text{CH}_3\text{COOH}$ | ⑤ $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ | ⑥ $\text{HCOOCH}_3$ |

## 化学

B 学校の授業でアニリンと無水酢酸からアセトアニリドをつくった生徒が、この反応を応用すれば、*p*-アミノフェノールと無水酢酸からかぜ薬の成分であるアセトアミノフェンが合成できるのではないかと考え、理科課題研究のテーマとした。



以下は、この生徒の研究の経過である。

*p*-アミノフェノールの性質を調べたところ、次のことがわかった。

- ・塩酸に溶ける。
- ・塩化鉄(Ⅲ)水溶液、さらし粉水溶液のいずれでも呈色する。

そこで、*p*-アミノフェノール 2.18 g に無水酢酸 5.00 g を加え、加熱後室温に戻したところ、白色固体 X が得られた。(a) X は塩酸に不溶であったが、呈色反応を調べたところ、アセトアミノフェンではないと気づいた。

文献を調べると、水を加えて反応させるとよい、との情報が得られた。

そこで、*p*-アミノフェノール 2.18 g に水 20 mL と無水酢酸 5.00 g を加えて加熱後室温に戻したところ、塩酸に不溶の白色固体 Y が得られた。(b) Y の呈色反応の結果から、今度はアセトアミノフェンが得られたと考えた。 融点を測定すると、文献の値より少し低かった。これは Y が不純物を含むためだと考え、Y を精製することにした。(c) Y に水を加えて加熱して完全に溶かし、ゆっくりと室温に戻して析出した固体をろ過、乾燥した。 得られた固体 Z は 1.51 g であった。Z の融点は文献の値と一致した。以上のことから、Z は純粋なアセトアミノフェンであると結論づけた。

問 4 下線部(a)と下線部(b)に関連して、この生徒はどのような呈色反応を観察したか。その観察結果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、選択肢中の○は呈色したことを、×は呈色しなかったことを表す。 5

	固体 X の呈色反応		固体 Y の呈色反応	
	塩化鉄(Ⅲ)	さらし粉	塩化鉄(Ⅲ)	さらし粉
①	○	×	×	×
②	○	×	×	○
③	×	○	×	×
④	×	○	○	×
⑤	×	×	○	×
⑥	×	×	×	○

問 5 化学反応では、反応物がすべて目的の生成物になるとは限らない。反応物の物質量と反応式から計算して求めた生成物の物質量に対する、実際に得られた生成物の物質量の割合を取率といい、ここでは次の式で求められる。

$$\text{取率}[\%] = \frac{\text{実際に得られたアセトアミノフェンの物質量}[\text{mol}]}{\text{反応式から計算して求めたアセトアミノフェンの物質量}[\text{mol}]} \times 100$$

この実験で得られた純粋なアセトアミノフェンの取率は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6 %

- ① 34            ② 41            ③ 50            ④ 69            ⑤ 72



## 化 学

問 6 下線部(c)の操作の名称と、固体 Z に比べて固体 Y の融点が低かったことに  
関連する語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
---

	操作の名称	関連する語
①	凝析	過冷却
②	凝析	凝固点降下
③	抽出	過冷却
④	抽出	凝固点降下
⑤	再結晶	過冷却
⑥	再結晶	凝固点降下

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

## 化学

第4問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 19)

私たちが暮らす地球の大気には二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が含まれている。(a)  $\text{CO}_2$  が水に溶けると、その一部が炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  になる。



このとき、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、炭酸水素イオン  $\text{HCO}_3^-$ 、炭酸イオン  $\text{CO}_3^{2-}$  の間に式(1)、(2)のような電離平衡が成り立っている。ここで、式(1)、(2)における電離定数をそれぞれ  $K_1$ 、 $K_2$  とする。



式(1)、(2)が  $\text{H}^+$  を含むことから、水中の  $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  の割合は pH に依存し、pH を変化させると図1のようになる。

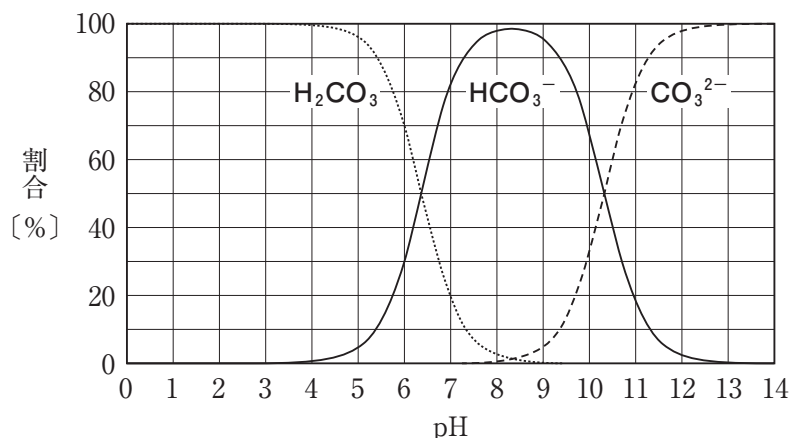


図 1

一方、海水は地殻由来の無機塩が溶けているため、弱塩基性を保っている。しかし、産業革命後は、人口の急増や化石燃料の多用で増加した  $\text{CO}_2$  の一部が海水に溶けることによって、(b) 海水の pH は徐々に低下しつつある。

宇宙に目を向ければ、(c) ある惑星では大気のほとんどが  $\text{CO}_2$  で、大気圧はほぼ 600 Pa、表面温度は最高で  $20^\circ\text{C}$ 、最低で  $-140^\circ\text{C}$  に達する。

問 1 下線部(a)に関連して、25℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa の地球の大気と接している水 1.0 L に溶ける  $\text{CO}_2$  の物質は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{CO}_2$  の水への溶解はヘンリーの法則のみに従い、25℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa の  $\text{CO}_2$  は水 1.0 L に 0.033 mol 溶けるものとする。また、地球の大気は  $\text{CO}_2$  を体積で 0.040 % 含むものとする。  mol

- ①  $3.3 \times 10^{-2}$                       ②  $1.3 \times 10^{-3}$                       ③  $6.5 \times 10^{-4}$   
 ④  $1.3 \times 10^{-5}$                       ⑤  $6.5 \times 10^{-6}$

問 2 式(2)における電離定数  $K_2$  に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 電離定数  $K_2$  を次の式(3)で表すとき、  と  に当てはまる最も適当なものを、下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

$$K_2 = [\text{H}^+] \times \frac{\text{②}}{\text{③}} \quad (3)$$

- ①  $[\text{H}^+]$                               ②  $[\text{HCO}_3^-]$                               ③  $[\text{CO}_3^{2-}]$   
 ④  $[\text{HCO}_3^-]^2$                               ⑤  $[\text{CO}_3^{2-}]^2$

b 電離定数の値は数値にわたるので、 $K_2$  の対数をとって  $\text{p}K_2 (= -\log_{10} K_2)$  として表すことがある。式(3)を変形した次の式(4)と図 1 を参考に、 $\text{p}K_2$  の値を求めると、およそいくらになるか。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

$$-\log_{10} K_2 = -\log_{10} [\text{H}^+] - \log_{10} \frac{\text{②}}{\text{③}} \quad (4)$$

- ① 6.3                                      ② 7.3                                      ③ 8.3  
 ④ 9.3                                      ⑤ 10.3

## 化 学

問 3 下線部(b)に関連して、pHが8.17から8.07に低下したとき、水素イオン濃度はおよそ何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。必要があれば常用対数表の一部を抜き出した表1を参考にせよ。たとえば、 $\log_{10} 2.03$ の値は、表1の2.0の行と3の列が交わる太枠内の数値0.307となる。

5
---

 倍

① 0.10

② 0.75

③ 1.0

④ 1.3

⑤ 7.5

⑥ 10

表1 常用対数表(抜粋, 小数第4位を四捨五入して小数第3位までを記載)

数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017	0.021	0.025	0.029	0.033	0.037
1.1	0.041	0.045	0.049	0.053	0.057	0.061	0.064	0.068	0.072	0.076
1.2	0.079	0.083	0.086	0.090	0.093	0.097	0.100	0.104	0.107	0.111
1.3	0.114	0.117	0.121	0.124	0.127	0.130	0.134	0.137	0.140	0.143
1.4	0.146	0.149	0.152	0.155	0.158	0.161	0.164	0.167	0.170	0.173
1.5	0.176	0.179	0.182	0.185	0.188	0.190	0.193	0.196	0.199	0.201
1.6	0.204	0.207	0.210	0.212	0.215	0.217	0.220	0.223	0.225	0.228
1.7	0.230	0.233	0.236	0.238	0.241	0.243	0.246	0.248	0.250	0.253
1.8	0.255	0.258	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276
1.9	0.279	0.281	0.283	0.286	0.288	0.290	0.292	0.294	0.297	0.299
2.0	0.301	0.303	0.305	0.307	0.310	0.312	0.314	0.316	0.318	0.320
2.1	0.322	0.324	0.326	0.328	0.330	0.332	0.334	0.336	0.338	0.340
~~~~~										
9.6	0.982	0.983	0.983	0.984	0.984	0.985	0.985	0.985	0.986	0.986
9.7	0.987	0.987	0.988	0.988	0.989	0.989	0.989	0.990	0.990	0.991
9.8	0.991	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993	0.994	0.994	0.995	0.995
9.9	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	1.000

## 化学

問 4 下線部(c)に関連して、なめらかに動くピストン付きの密閉容器に  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  で  $\text{CO}_2$  を入れ、圧力  $600\text{ Pa}$  に保ち、温度を  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  から  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$  まで変化させた。このとき、容器内の  $\text{CO}_2$  の温度  $t$  と体積  $V$  の関係を模式的に表した図として最も適当なものを、次ページの①～④のうちから一つ選べ。ただし、温度  $t$  と圧力  $p$  において  $\text{CO}_2$  がとりうる状態は図 2 のようになる。なお、図 2 は縦軸が対数で表されている。

6

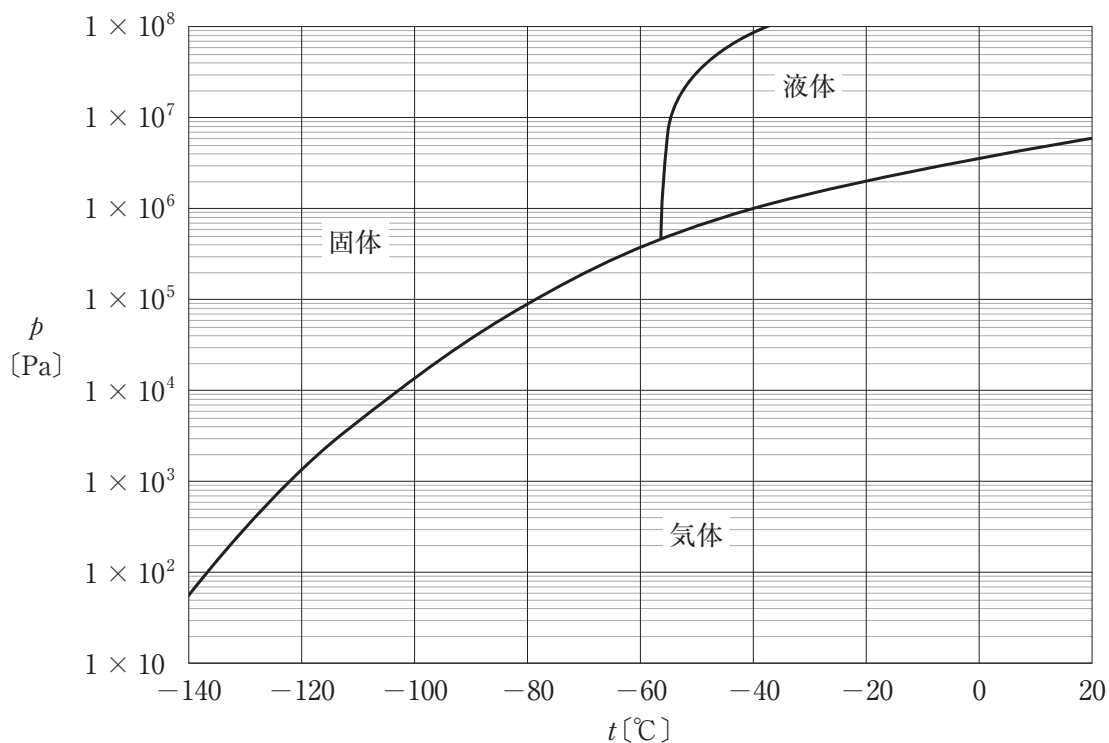
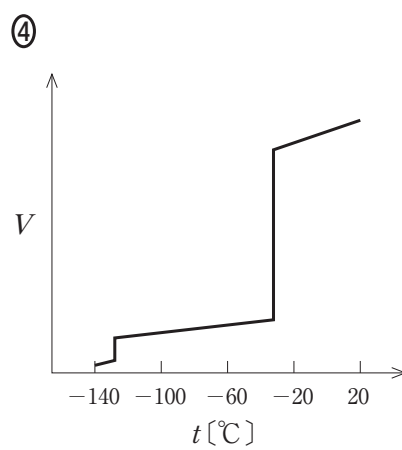
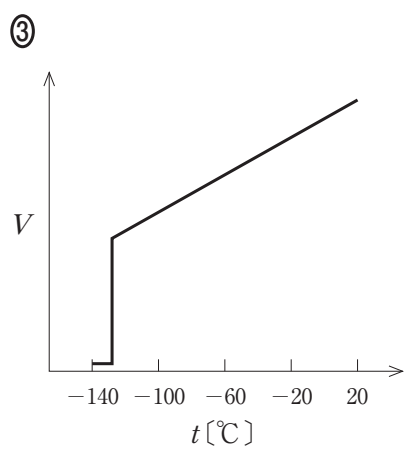
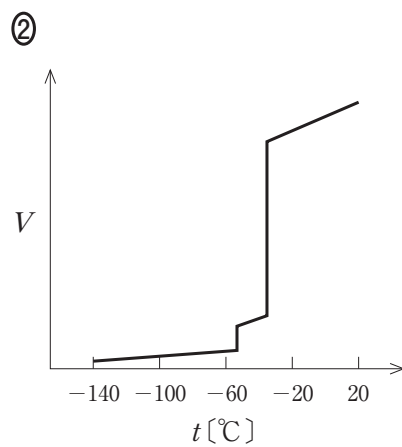
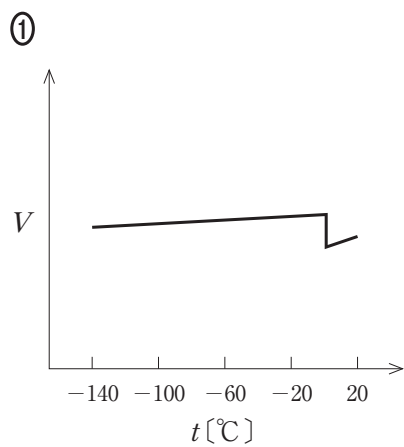


図 2



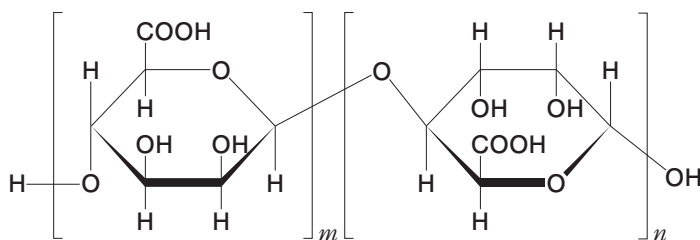


# 化学

## 第5問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 15)

日本料理では、だしを取るのにしばしば昆布が使われる。昆布を煮出すと、うま味成分として知られるグルタミン酸をはじめ、さまざまな栄養成分が溶け出してくる。煮出し汁には、代表的な栄養成分として、グルタミン酸のほか、ヨウ素、アルギン酸がイオンの形で含まれている。アルギン酸の構造式は次のとおりである。



アルギン酸(分子量 約10万)

試料としてグルタミン酸ナトリウム、ヨウ化ナトリウム、アルギン酸ナトリウムを含む水溶液がある。この溶液をビーカーに入れて横からレーザー光を当てたところ、光の通路がよく見えた。この水溶液から、成分を図1のように分離した。

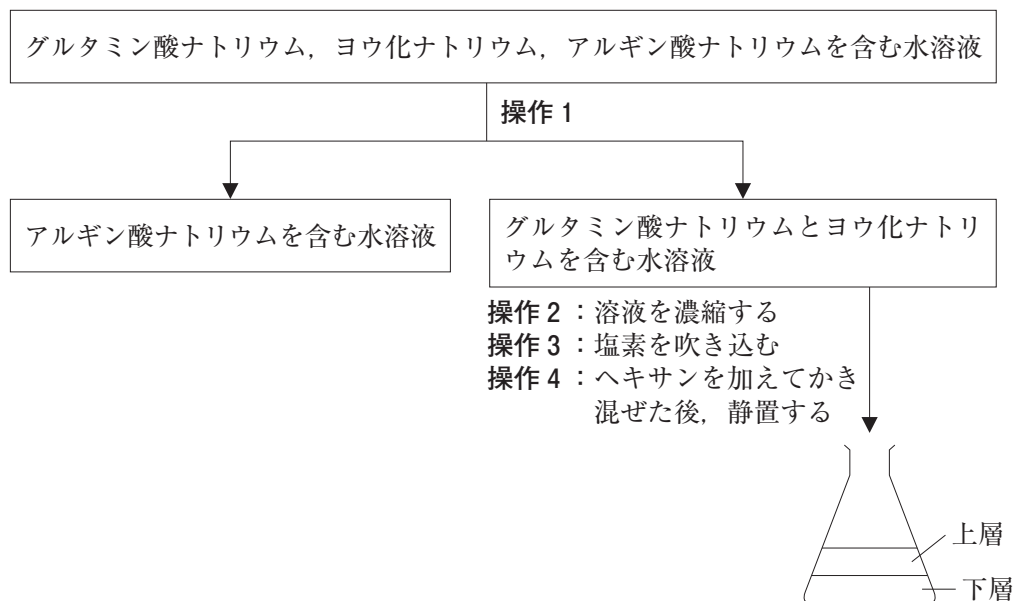


図 1

問 1 下線部の混合物からアルギン酸ナトリウムを水溶液として分離する操作 1 で必要となる主な実験器具は何か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、操作 1 で試料以外に使用してよい物質は、純水のみとする。

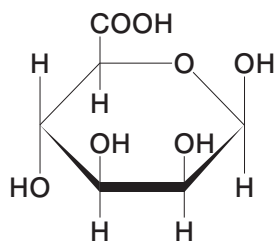
1

- ① ろ紙, ろうと, ろうと台
- ② セロハン, ビーカー
- ③ 分液ろうと, ろうと台
- ④ リービッヒ冷却器, 枝付きフラスコ, ガスバーナー

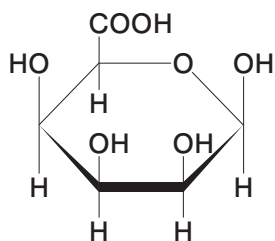
問 2 アルギン酸は、カルボキシ基をもつ 2 種類の単糖が繰り返し脱水縮合した構造をしている。アルギン酸を構成している単糖の構造として適当なものを、次の①～④のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

2 · 3

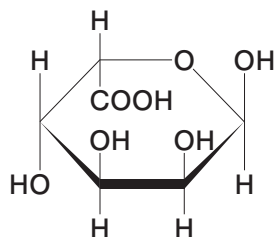
①



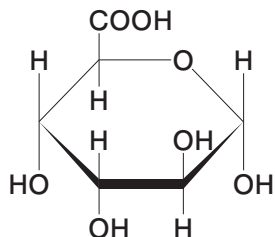
②



③



④



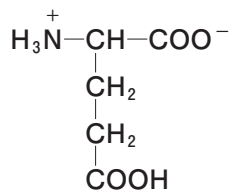
## 化 学

問 3 操作 4 で、溶液は二層に分かれ、上層は紫色であった。上層に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 

4
---

- ① ヨウ素  $I_2$  が溶けたヘキサン層である。
- ② ヨウ化ナトリウムが溶けたヘキサン層である。
- ③ ヨウ素  $I_2$  が溶けた水層である。
- ④ ヨウ化ナトリウムが溶けた水層である。

問 4 グルタミン酸は水溶液中で pH に応じて異なる構造を取り、pH 3 では主に次のような構造をとっている。このことを参考にして、どのような pH の水溶液中でも主な構造にはならないものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5



pH 3 での主な構造

