

|      |  |  |  |  |    |
|------|--|--|--|--|----|
| 受験番号 |  |  |  |  | 氏名 |
|      |  |  |  |  |    |

2017年度

# 理 科

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

| 出題分野 | 頁     | 選 択 方 法                       |
|------|-------|-------------------------------|
| 物 理  | 1～18  | 左の3分野のうちから2分野を選択し、<br>解答しなさい。 |
| 化 学  | 19～38 |                               |
| 生 物  | 39～53 |                               |

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

### ① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 2 | 5 |
|---|---|---|---|

と記入。

### ② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

### ③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば 

|    |
|----|
| 15 |
|----|

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

| 解答番号 | 解 答 欄 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15   | ①     | ② | ③ | ● | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |

7. 解答を修正する場合は、必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しきずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

東京医科大学 平成 29 年度 一般入学試験問題正誤表 [ 理 科 ]

( 物 理 )

| 頁 | 行           | 問題           | 誤                                    | 正                          |
|---|-------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 5 | 下から<br>4 行目 | 第 3 問<br>問 2 | …何度以上にしな<br>ければならな<br>いか。その中<br>で最も… | …何度にしな<br>ければならな<br>いか。最も… |

( 化 学 )

| 頁  | 行            | 問題           | 誤   | 正   |
|----|--------------|--------------|---|---|
| 21 | 上から<br>11 行目 | 第 1 問<br>問 4 | …のモル比で…                                       | …の物質比で…   |
| 24 | 上から<br>1 行目  | 第 2 問<br>問 2 | 実験イの結果としてあ<br>てはまるもの<br>を、次の①～④のうち<br>から全て選べ。 | 実験イの結果を示す文<br>として最も適切なもの<br>を、次の①～④のうち<br>から選べ。 |
| 28 | 下から<br>5 行目  | 第 4 問        | …を 2.34 g 載せた…                                | …を 2.82 g 載せた…                                  |
| 28 | 下から<br>4 行目  | 第 4 問        | …粉末を 5.68 g 入れた。…                             | …粉末を 78.9 g 入れた。…                               |
| 28 | 下から<br>3 行目  | 第 4 問        | …の酸素 4.48 L で満<br>たされて…                       | …の酸素 7.89 L で満<br>たされて…                         |

( 生 物 )

| 頁  | 行            | 問題           | 誤                   | 正   |
|----|--------------|--------------|---------------------|---|
| 49 | 上から<br>11 行目 | 第 3 問<br>問 7 | ②…翻訳産物は調節<br>DNA に… | ②…翻訳産物は他の翻<br>訳産物と比べて調節<br>DNA に…         |
| 50 | 下から<br>12 行目 | 第 4 問        | …変異して視物質タン<br>パク質が… | …変異してい<br>ずれか一方の波長を吸<br>収する視物質タンパク<br>質が… |

# 化 学

(注意) 問題文中に指定がない場合、解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32,

Cl = 35.5, K = 39, Ca = 40, Cr = 52, Mn = 55, I = 127

標準状態における気体 1 mol の体積：22.4 L

0 °C の絶対温度： $T = 273.0 \text{ K}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

**第 1 問** 次の問 1 ~ 5 の各群の①~⑤の中には、正しい文が一つあるか、一つもないかのいずれかである。正しい文がある場合はその文の記号(①~⑤)を選べ。なお、①~⑤の全てに誤りが含まれる場合は⑥を選べ。

問 1

1

- ① ある溶液の濃度を質量モル濃度とモル濃度の二通りで表すとき、質量モル濃度で表す方が、数値は常に大きくなる。
- ② 塩化ナトリウム NaCl 1モルの質量は 58.5 g なので、質量モル濃度 1.00 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液を得るには、水 941.5 g に塩化ナトリウムを 58.5 g 溶解させれば良い。
- ③ 質量モル濃度 4.00 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の濃度を質量パーセント濃度で表すと、23.4 % である。
- ④ 質量モル濃度 2.00 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 1.00 L と 3.00 mol/L の塩化カリウム水溶液 1.00 L とを混合し、これを水で薄めて 5.00 L とした水溶液中の塩化物イオンのモル濃度は、1.00 mol/L である。
- ⑤ 塩化ナトリウム 58.5 g にはイオンが 1 モル含まれている。
- ⑥ (①~⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 2 2

- ① 体心立方格子と六方最密充填は、同じ大きさの球を最も密に詰め込んだ構造で、最密構造ともいわれる。
- ② 水酸化カリウムの固体を湿った空气中に放置すると、水蒸気を吸収し、吸収した水に溶ける。この現象を風解という。
- ③ 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後、二酸化炭素を吹き込むと、炭酸ナトリウムが析出する。
- ④ 石灰水に二酸化炭素を通じると、白色沈殿が生成する。しかし、さらに二酸化炭素を通じ続けると、やがて沈殿は溶解する。
- ⑤ 亜鉛をめっきした鋼板をトタンという。亜鉛は鉄より酸化されにくいいため、トタンは亜鉛めっきしない鋼板に比べ、さびにくい。
- ⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 3 3

- ① 過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$ 、クロム酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ 、ヨウ素酸ナトリウム  $\text{NaIO}_3$  のいずれかを酸化剤として硫化物イオン  $\text{S}^{2-}$  1 mol を単体の硫黄 1 mol に酸化する反応において、マンガンはマンガン(II)イオン、クロムはクロム(III)イオン、ヨウ素はヨウ化物イオンにそれぞれ還元され、他の元素は還元されないものとする。このとき、この反応を過不足なく完結させるために理論的に必要な質量が最も小さい酸化剤は過マンガン酸カリウムで、最も大きいのはヨウ素酸ナトリウムである。
- ② 硫酸銅(II)水溶液に鉄板を浸すと、鉄板の表面に単体の銅が析出するが、硫酸亜鉛(II)水溶液に鉄板を浸しても、鉄板の表面には単体の亜鉛は析出しない。
- ③ 塩化ナトリウムの飽和水溶液を電気分解すると、陽極では塩化物イオンが酸化されて単体の塩素が発生し、陰極ではナトリウムイオンが還元され、単体のナトリウムが析出する。
- ④ 温度が高いほど平衡定数の値が大きくなる反応は、発熱反応である。
- ⑤ 分子式  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  で表される有機化合物は、 $\text{C}=\text{C}$  結合を二つもつか、または三重結合を一つもつかのいずれかである。
- ⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 4

4

- ① 塩化バリウムは、水に溶けず酸とも反応しない安定な物質で、X線造影剤などに使われる。
- ② 単体の亜鉛は水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。このとき、単体の水素が発生する。
- ③ 硫化水素には還元力がある。鉛(II)イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、酸化還元反応が起こり、黒色沈殿が生じる。
- ④ 塩化カリウム水溶液に単体のヨウ素を加えると、酸化還元反応が起こり、単体の塩素が生成する。
- ⑤ 一酸化窒素 NO を水と反応させると、硝酸  $\text{HNO}_3$  と二酸化窒素  $\text{NO}_2$  とが 2 : 1 のモル比で生成する。
- ⑥ (①~⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 5

5

- ① プロペン(プロピレン)をオゾン分解して得られる生成物に、単体のヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、ヨードホルムの黄色沈殿が生成する。
- ② フマル酸を加熱すると、水分子が1個とれて、無水マレイン酸となる。
- ③ 油脂 100 g をけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量(単位: g)の数値をけん化価という。けん化価は、油脂の分子量の目安となる。
- ④ アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムは泡立ちの良い合成洗剤の主成分として用いられるが、カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む硬水中では水に溶けにくい塩を形成するために、泡立ちが悪くなる。
- ⑤ ベンゼンの水素1個をヒドロキシ基で置換すると、単体の臭素による置換反応がベンゼンに比べて起こりやすくなり、ベンゼン環の炭素に結合した水素を全て臭素に置き換えることができる。
- ⑥ (①~⑤の全てに誤りが含まれている。)

## 第2問 イオンに関する以下の文を読み、次の問い(問1～4)に答えよ。

クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 、クロム酸バリウム  $\text{BaCrO}_4$  およびクロム酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  はいずれも黄色の固体で、これらを水やアンモニア水に溶かして得られる水溶液も黄色である。一方、硫酸カリウム  $\text{K}_2\text{SO}_4$ 、硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  および塩化バリウム  $\text{BaCl}_2$  はいずれも白色の固体で、水溶液はいずれも無色である。このことから、上記の物質に含まれるイオンのうち、クロム酸イオンが黄色で、その他のイオンは全て無色であることがわかる。

過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  は深紫色の固体で、その水溶液は紫色である。一方、硫酸銅(II)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  は青色の固体で、その水溶液は淡青色である。また、クロム酸銅  $\text{CuCrO}_4$  は黄土色の固体で、その水溶液は緑色である。

ところで、単体のヨウ素  $\text{I}_2$  をヨウ化カリウム  $\text{KI}$  水溶液に溶解させると、下式の反応により、褐色の三ヨウ化物イオン  $\text{I}_3^-$  を含む水溶液が得られる。

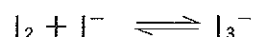


図1のように、0.01 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液でぬれた細長いろ紙の中央に、フェノールフタレイン粉末を少量のせ、ろ紙の両側から電圧を加えると、ピンク色の物質が陽極側へ移動する。このことから、ピンク色の物質がイオンであることがわかる。

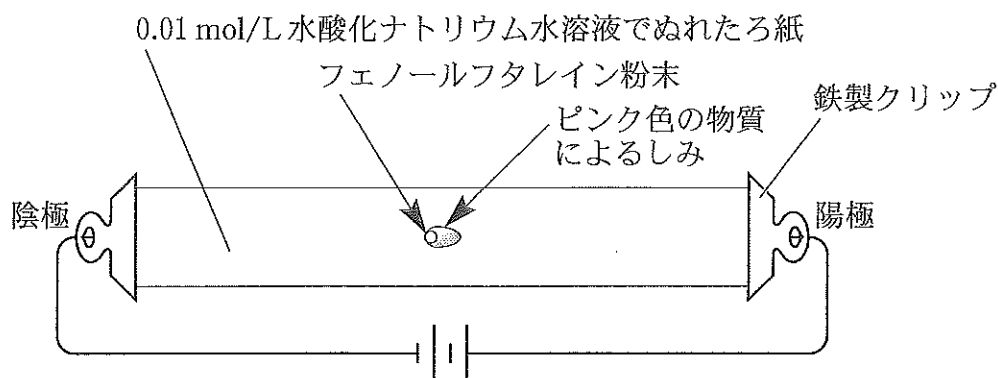


図1 実験装置

では、次のア～エの実験を行うと、結果はどうなるだろうか。

なお、この実験は、適当な電解質水溶液でぬらしたろ紙の両側から加えた電圧により、水溶液に溶け出した試料に含まれるイオンが陽極および陰極のどちら側へ移動するかを調べる実験であり、この実験では物質に電気エネルギーを加えることによって起こる酸化還元反応は無視する。

ア 図1の装置で、水酸化ナトリウム水溶液の代わりに薄い硫酸ナトリウム水溶液でぬれたろ紙を用い、ろ紙の中央に過マンガン酸カリウムの小さい結晶をのせ、ろ紙の両側から電圧を加える。

イ アの実験で、過マンガン酸カリウムの代わりに三ヨウ化物イオンを含む褐色の水溶液を少量、ろ紙の中央にしみ込ませ、ろ紙の両側から電圧を加える。

ウ アの実験で、過マンガン酸カリウムの代わりにクロム酸銅を用いる。

エ ウの実験を、硫酸ナトリウム水溶液の代わりにアンモニア水でぬれたろ紙を用いて行う。

問 1 実験アの結果を示す文として最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

6

- ① 紫色の物質が陽極側へ移動する。
- ② 淡青色の物質が陽極側へ移動する。
- ③ 黄色い物質が陽極側へ移動する。
- ④ 紫色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑤ 淡青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑥ 黄色い物質が陰極側へ移動する。
- ⑦ 褐色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑧ 紫色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑨ 淡青色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑩ 黄色い物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑪ 褐色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。

問 2 実験イの結果としてあてはまるものを、次の①～⑾のうちから全て選べ。

7

- ① 淡青色の物質が陽極側へ移動する。
- ② 深青色の物質が陽極側へ移動する。
- ③ 褐色の物質が陽極側へ移動する。
- ④ 淡青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑤ 深青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑥ 褐色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑦ 緑色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑧ 紫色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑨ 淡青色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑩ 深青色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑾ 褐色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。

問 3 実験ウの結果を示す文として最も適切なものを、次の①～⑾のうちから選べ。

8

- ① 淡青色の物質が陽極側へ移動し、黄色い物質が陰極側へ移動する。
- ② 深青色の物質が陽極側へ移動し、黄色い物質が陰極側へ移動する。
- ③ 淡青色の物質が陽極側へ移動し、紫色の物質が陰極側へ移動する。
- ④ 深青色の物質が陽極側へ移動し、紫色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑤ 黄色い物質が陽極側へ移動し、淡青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑥ 黄色い物質が陽極側へ移動し、深青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑦ 紫色の物質が陽極側へ移動し、淡青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑧ 紫色の物質が陽極側へ移動し、深青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑨ 淡青色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑩ 深青色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑾ 緑色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。



問 4 実験Ⅰの結果を示す文として最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

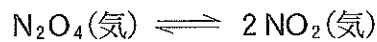
9

- ① 淡青色の物質が陽極側へ移動し、黄色い物質が陰極側へ移動する。
- ② 深青色の物質が陽極側へ移動し、黄色い物質が陰極側へ移動する。
- ③ 淡青色の物質が陽極側へ移動し、紫色の物質が陰極側へ移動する。
- ④ 深青色の物質が陽極側へ移動し、紫色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑤ 黄色い物質が陽極側へ移動し、淡青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑥ 黄色い物質が陽極側へ移動し、深青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑦ 紫色の物質が陽極側へ移動し、淡青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑧ 紫色の物質が陽極側へ移動し、深青色の物質が陰極側へ移動する。
- ⑨ 黄色い物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑩ 深青色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。
- ⑪ 緑色の物質が均等に広がる(電極の影響を受けずに徐々に拡散する)。

第3問 四酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_4$  と二酸化窒素  $\text{NO}_2$  に関する以下の文を読み、問い(問1～5)に答えよ。

容積を調節できる密閉容器に純粋な  $\text{N}_2\text{O}_4$  を 46.0 g 入れて  $57.0^\circ\text{C}$  に保ったところ、 $\text{N}_2\text{O}_4$  の 50 % が解離して  $\text{NO}_2$  となり、下式で示される平衡状態に達した。この時、容器内の全圧は  $1.03 \times 10^5 \text{ Pa}$  であった。

なお、容器内には気体以外の物質は存在しないものとする。



問1 上述の平衡状態における二酸化窒素の物質量は何 mol か。最も適切な数値を、次の①～⑩のうちから選べ。

mol

- ①  $2.0 \times 10^{-1}$     ②  $2.5 \times 10^{-1}$     ③  $5.0 \times 10^{-1}$     ④ 1.0  
⑤ 2.0    ⑥ 2.5    ⑦ 4.6    ⑧ 5.0  
⑨ 11.5    ⑩ 23.0    ⑪ 46.0

問2 この反応の圧平衡定数は何 Pa か。最も適切な数値を、次の①～⑩のうちから選べ。

Pa

- ①  $7.50 \times 10^{-6}$     ②  $1.00 \times 10^{-5}$     ③  $1.37 \times 10^{-5}$     ④  $7.50 \times 10^{-1}$   
⑤ 1.00    ⑥ 1.37    ⑦ 7.50    ⑧ 13.7  
⑨  $7.50 \times 10^4$     ⑩  $1.00 \times 10^5$     ⑪  $1.37 \times 10^5$

問 3 温度を変化させずに密閉容器の容積を変化させたところ、平衡に達した時の気体の物質量は、合計  $8.00 \times 10^{-1}$  mol となった。このときの  $\text{N}_2\text{O}_4$  の物質量は何 mol か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

12 mol

- ①  $1.0 \times 10^{-2}$     ②  $2.0 \times 10^{-2}$     ③  $4.0 \times 10^{-2}$     ④  $5.0 \times 10^{-2}$   
 ⑤  $8.0 \times 10^{-2}$     ⑥  $2.0 \times 10^{-1}$     ⑦  $4.0 \times 10^{-1}$     ⑧  $5.0 \times 10^{-1}$   
 ⑨  $8.0 \times 10^{-1}$     ⑩ 1.6    ⑪ 3.2

問 4 問 3 のときの密閉容器の容積は何 L か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

13 L

- ①  $2.24 \times 10^{-1}$     ② 1.00    ③ 2.24    ④ 8.99  
 ⑤ 14.8    ⑥ 20.0    ⑦ 22.4    ⑧ 27.0  
 ⑨ 30.0    ⑩ 36.0    ⑪ 44.8

問 5 問 3 のときの気体の平均分子量はいくらか。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

14

- ① 14.0    ② 22.5    ③ 30.0    ④ 37.5    ⑤ 46.0  
 ⑥ 52.5    ⑦ 57.5    ⑧ 60.0    ⑨ 80.5    ⑩ 92.0  
 ⑪ 161.0

**第4問** 高温にすることが可能な柵 A のある密閉容器に活栓をはさんで注射器を接続した、図 2 の実験装置を用い、以下のア～ウの各実験をそれぞれ行った。これらの実験に関する問い(問 1～7)に答えよ。ただし、固体と液体の体積および密閉容器と注射器との接続部分の容積は、無視できるほど小さいものとする。また、気体は全て、液体には全く溶解せず、実験装置内から漏れることもなく、理想気体として振る舞うものとする。なお、体積や圧力を測定するときには、水蒸気圧は 0 になっているものとする。

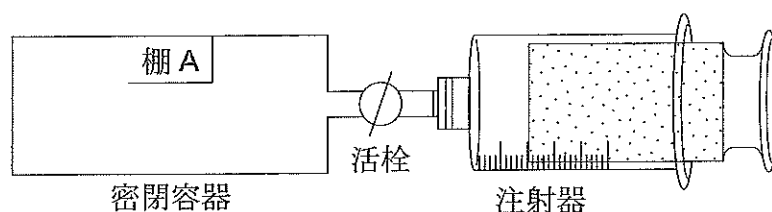


図 2 実験装置

- ア 水酸化カリウム KOH 粉末を 5.68 g 入れた密閉容器が  $27.0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  の窒素  $\text{N}_2$  4.000 L で満たされている。また、注射器には、同温同圧の二酸化炭素  $\text{CO}_2$  と窒素からなる混合気体が 0.784 L 入っている。活栓を開き、容器内の気体が均一となるように注射器を操作し、完全に反応させると、元の温度と圧力で注射器の目盛りが 304 mL 減少したところで体積変化が停止した。
- イ 柵 A 上に塩化ナトリウム NaCl を載せた密閉容器の底に、濃硫酸を 100 mL 入れた。活栓は開いており、実験装置内は  $27.0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  の窒素 4.00 L で満たされている。この実験装置を傾けると、塩化ナトリウムが 5.85 g、濃硫酸の中に落下し、反応した。実験装置を加熱し、反応を完結させた後、放冷したところ、実験装置内の温度と圧力は、塩化ナトリウムを落下させる前と等しくなった。
- ウ 柵 A 上にグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  を 2.34 g 載せた密閉容器の底に、水酸化カリウム粉末を 5.68 g 入れた。活栓は開いており、実験装置内は  $27.0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  の酸素 4.48 L で満たされている。柵 A を高温に保ち、グルコースを全て完全燃焼させた。実験装置内では、反応し得る物質が全て反応し終えた時、気体は 1 種類だけとなり、その温度と圧力は  $57.0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  であった。

問 1 実験アにおいて、体積変化が停止した時、密閉容器内の固体と液体の質量は合計何 g か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。ただし、この実験における生成物は固体または液体のみであり、気体は全く生成しなかったものとする。

15 g

- ① 0.54      ② 0.86      ③ 4.82      ④ 5.68      ⑤ 6.22  
 ⑥ 6.54      ⑦ 7.22      ⑧ 11.10      ⑨ 11.65      ⑩ 13.24  
 ⑪ 21.08

問 2 問 1 の時点における実験装置内の気体の物質量は何 mol か。最も適切な数値を、次の①～⑪から選べ。

16 mol

- ①  $1.23 \times 10^{-2}$     ②  $1.36 \times 10^{-2}$     ③  $1.95 \times 10^{-2}$     ④  $2.14 \times 10^{-2}$   
 ⑤  $3.18 \times 10^{-2}$     ⑥  $3.50 \times 10^{-2}$     ⑦  $1.82 \times 10^{-1}$     ⑧  $2.00 \times 10^{-1}$   
 ⑨  $2.14 \times 10^{-1}$     ⑩ 2.00                  ⑪ 2.14

問 3 実験イにおいて、発生する気体は何か。最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

17

- ① アンモニア      ② 塩化水素      ③ 塩 素      ④ 酸 素  
 ⑤ 水 素              ⑥ 窒 素              ⑦ 二酸化硫黄      ⑧ 二酸化炭素  
 ⑨ 二酸化窒素      ⑩ 硫化水素      ⑪ 硫酸水素ナトリウム

問 4 実験イにおいて、実験の前後における気体の体積の差は何 L か。最も適切な値を、次の①～⑪から選べ。

18 L

- ① 0.00      ② 1.12      ③ 1.23      ④ 2.24      ⑤ 2.47  
 ⑥ 2.88      ⑦ 3.12      ⑧ 4.00      ⑨ 5.12      ⑩ 5.23  
 ⑪ 6.47

問 5 実験イにおいて、反応終了後の実験装置内の気体の質量は合計何 g か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

19 g

- ① 2.27      ② 3.55      ③ 3.65      ④ 4.54      ⑤ 6.82  
⑥ 6.92      ⑦ 7.10      ⑧ 8.09      ⑨ 8.19      ⑩ 9.37  
⑪ 11.64

問 6 実験ウの反応終了時における、実験装置内の気体は何か。最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

20

- ① アンモニア      ② 塩化水素      ③ 塩素      ④ 酸素  
⑤ 水素      ⑥ 窒素      ⑦ 二酸化硫黄      ⑧ 二酸化炭素  
⑨ 水      ⑩ 硫化水素      ⑪ 硫酸水素ナトリウム

問 7 実験ウにおいて、反応終了時の実験装置内の気体の体積は、反応開始前と比べてどのように変化したか。最も適切なものを、次の①～⑪から選べ。

21

- ① 2.82 L 減少した      ② 2.11 L 減少した      ③ 1.75 L 減少した  
④ 1.67 L 減少した      ⑤ 0.32 L 減少した      ⑥ 0.29 L 減少した  
⑦ 変化しなかった      ⑧ 0.10 L 増加した      ⑨ 0.29 L 増加した  
⑩ 1.75 L 増加した      ⑪ 4.93 L 増加した

**第5問** 次の6種類の有機化合物の性質に関する説明と有機化合物の分離実験およびその結果を述べた文を読み、問い(問1～10)に答えよ。

アニリン  $C_6H_7N$ , 安息香酸  $C_7H_6O_2$ , グルコース  $C_6H_{12}O_6$ , *m*-クレゾール  $C_7H_8O$ , ニトロベンゼン  $C_6H_5NO_2$  およびベンゼンスルホン酸カリウム  $C_6H_5KO_3S$  の6種類の有機化合物の性質(以下の実験を行う温度における各物質の純粋なときの状態と密度および水とジエチルエーテル(以下エーテルと略記する)に対する溶け易さ)を下表に示す。

表 6種類の有機化合物の性質

| 有機化合物名          | 純物質の状態 | 密度<br>( $g/cm^3$ ) | 水に対する<br>溶け易さ | エーテルに<br>対する溶け<br>易さ |
|-----------------|--------|--------------------|---------------|----------------------|
| アニリン            | 液体     | 1.0                | 難溶性           | よく溶ける                |
| 安息香酸            | 固体     | 1.3                | 難溶性           | よく溶ける                |
| グルコース           | 固体     | 1.5                | よく溶ける         | 難溶性                  |
| <i>m</i> -クレゾール | 液体     | 1.0                | 難溶性           | よく溶ける                |
| ニトロベンゼン         | 液体     | 1.2                | 難溶性           | よく溶ける                |
| ベンゼンスルホン酸カリウム   | 固体     | 1.1                | よく溶ける         | 難溶性                  |

実験

- 図3に示す流れに従って、a～gの順に分離実験を進めた。
- a 上記6種類の有機化合物をそれぞれ、よく溶ける方の溶媒に完全に溶解させ、質量パーセント濃度の等しい溶液を6種類調製した。
- b aで調製した6種類の溶液のうち、水溶液同士、エーテル溶液同士を、別々の容器内でそれぞれ同体積ずつ均一に混合し、混合水溶液と混合エーテル溶液を調製した。また、空の清浄な試験管ア～サを用意した。
- c bで調製した2種類の混合溶液のうち、溶質の種類が少ない方(混合溶液Ⅰ)を試験管アに適量入れた。試験管イには他方の混合溶液(混合溶液Ⅱ)を適量入れた。

アニリン, 安息香酸, グルコース, *m*-クレゾール,  
ニトロベンゼン, ベンゼンスルホン酸カリウム

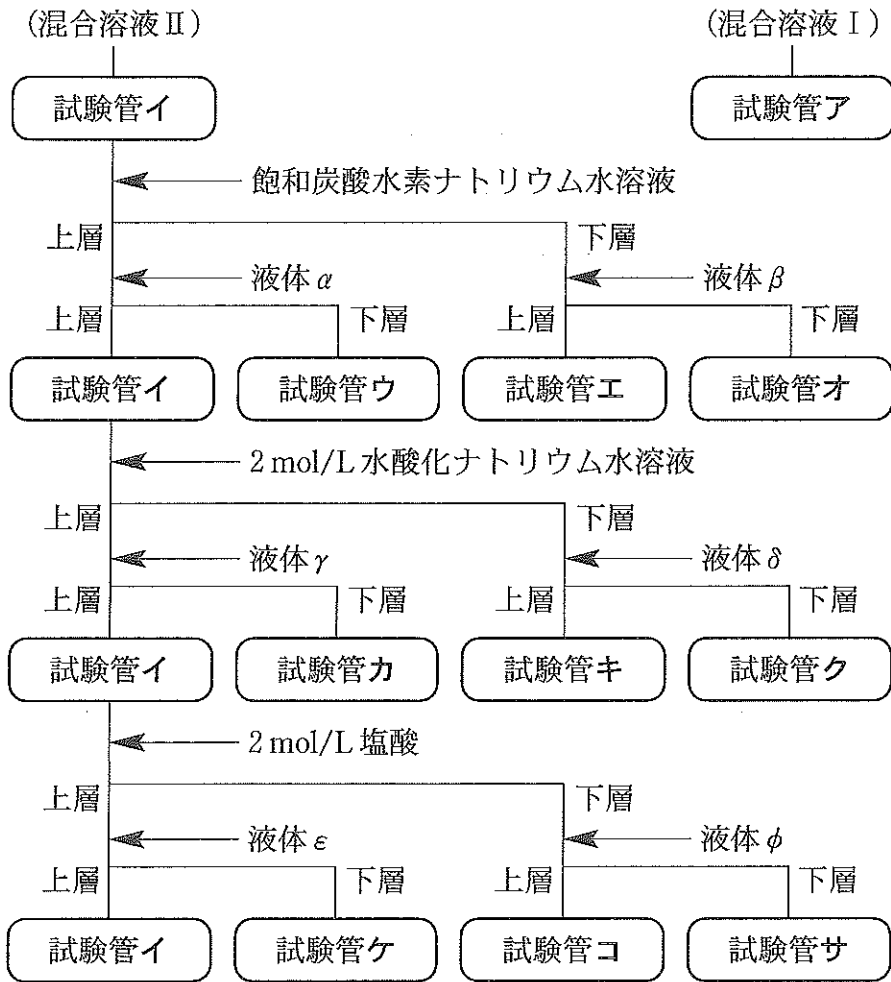


図3 有機化合物の分離実験の流れ図

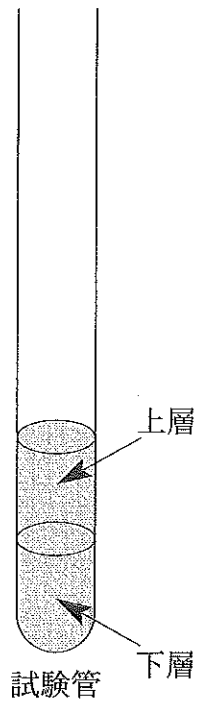


図4 実験装置



- d 試験管イ内の混合溶液Ⅱに、同じ体積の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体が発生した。気体の発生が停止するまで試験管イをよく振り混ぜた後、<sup>あ</sup>静置すると、試験管イの中の液体は、図4のように2層に分離した。
- e dで得られた試験管イの混合溶液から下層を全て吸い出し、試験管工に移した。次に、試験管イの溶液に、この溶液とは混ざり合わない液体 $\alpha$ を加え、よく振り混ぜた後、<sup>い</sup>静置すると、試験管イの中の液体は再び図4のように2層に分離した。試験管イの中には上層だけが残るように、下層を全て吸い出し、試験管ウに移した。下線部<sup>い</sup>の操作を「試験管イの溶液の液体 $\alpha$ による洗浄」と呼ぶことにする。次に、同様に、試験管工の溶液の液体 $\beta$ による洗浄を行い、吸い出した下層の溶液を試験管オに移した。試験管イの溶液に含まれる溶質は試験管オの中からは検出されず、試験管オの溶液に含まれる溶質は試験管イの中からは検出されなかった。
- f eで得られた試験管イの溶液に対し、図3に示された次の段階の実験を、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液の代わりに2 mol/L水酸化ナトリウム水溶液を用いてdおよびeの要領で行った。試験管クの溶液に含まれる溶質は試験管イの中からは検出されず、試験管イの溶液に含まれる溶質は試験管クの中からは検出されなかった。
- g fで得られた試験管イの溶液に対し、図3に示された次の段階の実験を、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液の代わりに2 mol/L塩酸を用いてdおよびeの要領で行った。試験管サの溶液に含まれる溶質は試験管イの中からは検出されず、試験管イの溶液に含まれる溶質は試験管サの中からは検出されなかった。なお、試験管ウ、エ、カ、キ、ケ、およびコの各溶液にはいずれも、溶質はわずかしか含まれていなかった。
- ※ 手順a～gのいずれにおいても、溶質が析出することはなかったものとする。

問 1 この実験で溶質として使用した有機化合物を分子量の大きいものから順に並べると、次の①～⑧のうちどの順になるか。最も適切なものを選び、解答欄 22 にマークせよ。

22

- ① グルコース > *m*-クレゾール > アニリン > 安息香酸 >  
ベンゼンスルホン酸カリウム > ニトロベンゼン
- ② アニリン > 安息香酸 > グルコース > *m*-クレゾール > ニトロベンゼン >  
ベンゼンスルホン酸カリウム
- ③ アニリン > 安息香酸 > *m*-クレゾール > グルコース > ニトロベンゼン >  
ベンゼンスルホン酸カリウム
- ④ ベンゼンスルホン酸カリウム > グルコース > ニトロベンゼン >  
安息香酸 > *m*-クレゾール > アニリン
- ⑤ ベンゼンスルホン酸カリウム > グルコース > 安息香酸 > *m*-クレゾール >  
アニリン > ニトロベンゼン
- ⑥ ベンゼンスルホン酸カリウム > 安息香酸 > ニトロベンゼン > グルコース >  
*m*-クレゾール > アニリン
- ⑦ グルコース > ベンゼンスルホン酸カリウム > ニトロベンゼン >  
安息香酸 > *m*-クレゾール > アニリン
- ⑧ グルコース > ベンゼンスルホン酸カリウム > 安息香酸 >  
ニトロベンゼン > *m*-クレゾール > アニリン

問 2 最初に調製した 6 種類の溶液のうち、沸点上昇度が最も大きくなるのは、どの溶質を溶かした溶液か。次の①～⑥のうちから選べ。ただし、水のモル沸点上昇は  $5.15 \times 10^{-1} \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、エーテルのそれは  $1.82 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、また、水の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$ 、エーテルのそれは  $7.13 \times 10^{-1} \text{ g/cm}^3$  とする。

23

- ① アニリン
- ② 安息香酸
- ③ グルコース
- ④ *m*-クレゾール
- ⑤ ニトロベンゼン
- ⑥ ベンゼンスルホン酸カリウム

問 3 試験管ア内に含まれる物質を次の①～③のうちから全て選び、解答欄 24 にもれなくマークせよ。

24

- ① アニリン
- ② 安息香酸
- ③ エーテル
- ④ グルコース
- ⑤ *m*-クレゾール
- ⑥ ニトロベンゼン
- ⑦ ベンゼンスルホン酸カリウム
- ⑧ 水

問 4 下線部あの気体とは何か。最も適切なものを、次の①～⑾のうちから選べ。

25

- ① アンモニア      ② 一酸化炭素      ③ 塩化水素      ④ 塩素
- ⑤ 酸素              ⑥ 水素              ⑦ 窒素              ⑧ 二酸化硫黄
- ⑨ 二酸化炭素      ⑩ 二酸化窒素      ⑾ 硫化水素

問 5 液体  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$  および  $\phi$  の組み合わせとして最も適切なものを、次の

①~⑩のうちから選べ。

26

- ①  $\alpha$  : 水,  $\beta$  : エーテル,  $\gamma$  : エーテル,  $\delta$  : エーテル,  $\varepsilon$  : エーテル,  
 $\phi$  : エーテル
- ②  $\alpha$  : 水,  $\beta$  : 飽和炭酸水素ナトリウム水溶液,  $\gamma$  : エーテル,  
 $\delta$  : 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液,  $\varepsilon$  : エーテル,  
 $\phi$  : 2 mol/L 塩酸
- ③  $\alpha$  : エーテル,  $\beta$  : 飽和炭酸水素ナトリウム水溶液,  $\gamma$  : エーテル,  
 $\delta$  : 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液,  $\varepsilon$  : エーテル,  
 $\phi$  : 2 mol/L 塩酸
- ④  $\alpha$  : 飽和炭酸水素ナトリウム水溶液,  $\beta$  : 水,  
 $\gamma$  : 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液,  $\delta$  : 水,  $\varepsilon$  : 2 mol/L 塩酸,  
 $\phi$  : 水
- ⑤  $\alpha$  : 飽和炭酸水素ナトリウム水溶液,  $\beta$  : エーテル,  
 $\gamma$  : 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液,  $\delta$  : エーテル,  
 $\varepsilon$  : 2 mol/L 塩酸,  $\phi$  : エーテル
- ⑥  $\alpha$  : エーテル,  $\beta$  : 水,  $\gamma$  : エーテル,  $\delta$  : 水,  $\varepsilon$  : エーテル,  $\phi$  : 水
- ⑦  $\alpha$  : エーテル,  $\beta$  : エーテル,  $\gamma$  : エーテル,  $\delta$  : エーテル,  
 $\varepsilon$  : エーテル,  $\phi$  : エーテル
- ⑧  $\alpha$  : エーテル,  $\beta$  : 2 mol/L 塩酸,  $\gamma$  : エーテル,  
 $\delta$  : 2 mol/L 塩酸,  $\varepsilon$  : エーテル,  
 $\phi$  : 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ⑨  $\alpha$  : 2 mol/L 塩酸,  $\beta$  : エーテル,  $\gamma$  : 2 mol/L 塩酸,  
 $\delta$  : エーテル,  $\varepsilon$  : 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液,  $\phi$  : エーテル
- ⑩  $\alpha$  : 水,  $\beta$  : 水,  $\gamma$  : 水,  $\delta$  : 水,  $\varepsilon$  : 水,  $\phi$  : 水

問 6 次の①～⑨のうち、試験管オに取り出した溶液内に含まれる溶質を全て選び、解答欄 27 にもれなくマークせよ。

27

- ① アニリン                      ② アニリン塩酸塩                      ③ 安息香酸ナトリウム  
④ 塩化水素                      ⑤ グルコース                      ⑥ *m*-クレゾール  
⑦ 炭酸水素ナトリウム      ⑧ ニトロベンゼン  
⑨ ベンゼンスルホン酸カリウム

問 7 試験管オに取り出した溶液に、水層が酸性となるように 2 mol/L 塩酸を加えたときの観察として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから選べ。

28

- ① 気体が発生し、よく振り混ぜた後静置すると、固体が沈殿した。  
② 気体が発生し、よく振り混ぜた後静置すると、油状の液体が現れた。  
③ 気体が発生し、よく振り混ぜた後静置すると、無色の溶液になった。  
④ 気体は発生せず、よく振り混ぜた後静置すると、固体が沈殿した。  
⑤ 気体は発生せず、よく振り混ぜた後静置すると、油状の液体が現れた。  
⑥ 気体は発生せず、青色の溶液に変化した。  
⑦ 気体は発生せず、無色の溶液になった。

問 8 試験管ク内の溶液が酸性となるように 2 mol/L 塩酸を加えると得られる有機化合物は何か。最も適切なものを、次の①～⑩のうちから選べ。

29

- ① アニリン                      ② アニリン塩酸塩  
③ 安息香酸                      ④ 安息香酸塩酸塩  
⑤ 安息香酸ナトリウム                      ⑥ グルコース  
⑦ グルコース塩酸塩                      ⑧ *m*-クレゾール  
⑨ *m*-クレゾール塩酸塩                      ⑩ ニトロベンゼン  
⑪ ベンゼンスルホン酸カリウム

問 9 gの実験終了時に試験管イ内に含まれる溶質に単体のスズと濃塩酸を反応させると得られる有機化合物を、溶質として最も多く含む試験管はどれか。最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

30

- |        |        |                |        |
|--------|--------|----------------|--------|
| ① 試験管ア | ② 試験管ウ | ③ 試験管エ         | ④ 試験管オ |
| ⑤ 試験管カ | ⑥ 試験管キ | ⑦ 試験管ク         | ⑧ 試験管ケ |
| ⑨ 試験管コ | ⑩ 試験管サ | ⑪ どの試験管にも含まれない |        |

問10 試験管サの溶液に、水層が塩基性となるように2 mol/L水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜ、その後静置したときの観察として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから選べ。

31

- ① 気体が発生し、よく振り混ぜた後静置すると、固体が沈殿した。
- ② 気体が発生し、よく振り混ぜた後静置すると、油状の液体が現れた。
- ③ 気体が発生し、よく振り混ぜた後静置すると、無色の溶液になった。
- ④ 気体は発生せず、よく振り混ぜた後静置すると、固体が沈殿した。
- ⑤ 気体は発生せず、よく振り混ぜた後静置すると、油状の液体が現れた。
- ⑥ 気体は発生せず、青色の溶液に変化した。
- ⑦ 気体は発生せず、無色の溶液になった。