

# 2016年度 名古屋大学 前期 化学

## 問題 I 空気の成分分析

|       |  |
|-------|--|
| 出題範囲  | 物質の状態変化, 元素, 結晶の構造   |
| 難易度   | ★☆☆☆☆  |
| 所要時間  | 10分  |
| 傾向と対策 | 問題 I は空気の成分分析を中心とした個々の元素の性質, 簡単な実験操作に関する諸知識の確認とイオン結晶の計算問題が出題された。どれもセンター試験レベルの問題なので, できれば時間をかけずに全問正解したいところであるが, 問 1(4)(5), 問 2 は知識問題なので, もし漏れがあればしっかりと復習しておきたい。 |

### 解答

問 1 設問 (1) ア : (b) イ : (e)

設問 (2) ソーダ石灰は二酸化炭素と水蒸気の両方を吸収するため, ①と②を逆にすると二酸化炭素と水蒸気の質量を別々に測定できないから。(60字)

設問 (3) 酸素

設問 (4) B : アルゴン C : 窒素

設問 (5)

|                 |   |                                     |                                    |
|-----------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| 窒素              | 二酸化炭素   | 水                                   | アルゴン                               |
| $\text{:N::N:}$ | $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}$ | $\text{H:}\ddot{\text{O}}\text{:H}$ | $\text{:}\ddot{\text{Ar}}\text{:}$ |

問 2 (2), (5)

問 3  $1.6 \times 10^{25}$  個

### 解説

問 1 難易度 ★★☆☆☆

設問 (1) (2) (3)

空気の気体成分の分析で, ガラス管③では銅の酸化反応による重量の増加で空気中の**酸素**(設問 (3))の物質量を求めようとしている。窒素と希ガス元素であるアルゴンは, 反応性に乏しい。したがって, ガラス管①, ②では水蒸気と二酸化炭素の物質量を測定しようとしていると考えられる。(a)の活性炭は粒状の有機物などを吸着しやすいが水のような極性分子は吸着しにくいので不適。(c)のガラス, (d)のポリエチレンは空気中の特定の物質を吸着するような性質をもたないので不適。(b)の塩化カルシウムは水を吸収する。(e)のソーダ石灰は二

酸化炭素と水を吸収する。

以上の性質より、ガラス管①に (b) 塩化カルシウム (ア)、ガラス管②に (e) ソーダ石灰 (イ) をそれぞれ入れるとガラス管①では水蒸気、ガラス管②では二酸化炭素がそれぞれ吸収される。

ガラス管①と②の中身を入れ替えるとガラス管①で水蒸気と二酸化炭素が吸収されてしまうので水蒸気と二酸化炭素の物質量を別々に測定できなくなってしまう。

#### 設問 (4)

アルゴンと窒素ではアルゴンのほうが融点、沸点ともに高いので冷却していくとアルゴンがまず液体となりさらに固体になる。この状態で気体の窒素を注射器 C に移して分離する。その後、B、C を室温に戻すと注射器 B にはアルゴン、注射器 C には窒素が含まれた状態になる。アルゴンのほうが沸点、融点が高いと知らなくても、注射器 C に捕集された気体が注射器 A で捕集した気体の体積の 76% と問題文に書いてあるので、C は空気中に最も多く含まれる窒素だと考えると正解を導ける。大学入試において問題文にヒントが隠されていることは多いので、わからないときは問題文をじっくり読むとよい。

#### 設問 (5)

電子式の書き方は以下のとおり。

- ・最外殻電子を上下左右に 1 つずつ順に書いていく。
- ・上下左右には、最大 2 つまで電子を入れることができる。
- ・最外殻電子が 4 個目までは 1 個ずつ不対電子として表し、5 個目からは電子対をつくる。

これらのルールに従って、水素を除く各原子の最外殻に電子が 8 個入った状態をつくれればよい。水素原子の最外殻には電子が 2 個入った状態にする。

## 問 2 難易度 ★☆☆☆☆

(2) 再結晶は溶媒に対する溶解度の差を利用して純粋な結晶を得る操作のことである。

(5) クロマトグラフィーは物質の大きさ、吸着力などの違いを利用して物質を分離する操作である。浸透圧は半透膜に対して使われる用語なので、ろ紙に対して浸透圧という用語を用いるのは間違いである。

よって、答えは (2), (5) である。

### 問3 難易度 ★☆☆☆☆

塩化セシウムの単位格子は立方体の各頂点に塩化物イオン，中心にセシウムイオンが存在するものである。単位格子に塩化物イオンとセシウムイオンは1個ずつ含まれている。立方体の対角線上で，塩化物イオンとセシウムイオンが接しているため，それぞれのイオン半径を  $r^-$ ， $r^+$ ，単位格子の一辺の長さを  $a$  とすると次の式が成立する。

$$2(r^+ + r^-) = \sqrt{3}a \Leftrightarrow a = \frac{2}{\sqrt{3}}(r^+ + r^-)$$

以上より，一辺 10 cm の立方体の結晶中に含まれるセシウムイオンの個数は次のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{10^3 \text{ cm}^3}{a^3 [\text{cm}^3]} \times 1 &= \left( \frac{10 \text{ cm}}{\frac{2(r^+ + r^-)}{\sqrt{3}}} \right)^3 \times 1 \\ &= \left( \frac{10 \text{ cm}}{\frac{2(0.18 \times 10^{-7} \text{ cm} + 0.16 \times 10^{-7} \text{ cm})}{1.7}} \right)^3 \\ &= 1.56 \times 10^{25} \text{ 個} \\ &\approx \mathbf{1.6 \times 10^{25} \text{ 個}} \end{aligned}$$

( 田中佑磨， 小山裕幸 )

# 2016年度 名古屋大学 前期 化学

## 問題II 硫黄酸化物とカルボン酸の電離平衡

|       |  |
|-------|--|
| 出題範囲  | 平衡, 酸塩基, 酸化還元  |
| 難易度   | ★★★☆☆  |
| 所要時間  | 14分  |
| 傾向と対策 | 2016年の第2問は酸化還元反応に絡めた簡単な知識問題と, 電離平衡に関する計算問題であった。具体的な計算が必要になる問題が問2(3)のみで計算も複雑でないので, 化学で点を稼ぎたい受験生は全問正答を目指したい。問1(3)の考察は少し難易度が高いが, その他は問題ないだろう。 |

### 解答

- 問1 設問(1) ア:接触 イ:不均一(系) ウ:低 エ:高
- 設問(2)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 設問(3) 花びらの色素は二酸化硫黄の還元作用により漂白されるが, 還元された色素は過酸化水素の酸化作用によりもとの赤色に戻る。(57字)
- 設問(4) 発熱反応:(a) 吸熱反応:(a)
- 問2 設問(1) ア: $c(1-h)$  イ: $ch$  ウ: $ch$  エ: $ch^2$  オ: $\frac{K_w}{K_a}$  カ: $\sqrt{\frac{K_w}{cK_a}}$
- 設問(2)  $\sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}$
- 設問(3) 8.7

### 解説

#### 問1 難易度 ★★★☆☆

##### 設問(1)

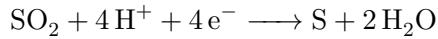
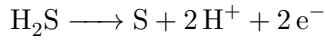
ア:硫酸の工業的製法は, 問題文のように原料ガスを固体触媒の接触作用を利用して反応を進行させることから, **接触法**とよばれる。

イ:均一触媒は反応物と均一に混じり合った状態ではたらく触媒で, 不均一触媒は反応物と均一に混じり合わない状態ではたらく触媒である。接触法における  $\text{V}_2\text{O}_5$  は固体なので**不均一触媒**である。

ウ, エ:問題文中の  $\text{SO}_3$  の生成反応の熱化学方程式より,  $\text{SO}_3$  の生成反応は発熱反応かつ気体の分子数が減少する反応であるので,  $\text{SO}_3$  の生成量を増やす, つまり反応の平衡を右に移すには**低温・高圧**の条件にすることが望ましい。しかし, 実際の  $\text{SO}_3$  の製造では, 反応速度が大きくなる高温, 高圧下で反応が行われる。

## 設問 (2)

硫化水素が二酸化硫黄に酸化される酸化還元反応である。硫化水素、二酸化硫黄の半反応式はそれぞれ以下のようになる。



この2式から電子を消去すると、解答のような反応式になる。

## 設問 (3)

二酸化硫黄はその還元性から漂白を行うことができる。この方法で行われた漂白は過酸化水素などの酸化剤によってもとの色に戻すことが可能である。また、塩素も漂白作用をもつが、その漂白作用は、塩素が水と反応して生じる次亜塩素酸の酸化作用によるものであるので違いに注意したい。

## 設問 (4)

温度を高くすると粒子の熱運動が激しくなり、粒子どうしの単位時間あたりの衝突回数が増え、反応速度は発熱反応、吸熱反応ともに大きくなる。

## 問 2 難易度 ★★☆☆☆

## 設問 (1)

反応 b が平衡に達したときの各溶質の濃度は、次のように表される。

|     |                                      |   |                      |                      |                                     |   |               |
|-----|--------------------------------------|---|----------------------|----------------------|-------------------------------------|---|---------------|
|     | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ | + | $\text{H}_2\text{O}$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ | + | $\text{OH}^-$ |
| 反応前 | $c$                                  |   |                      |                      | 0                                   |   | 0             |
| 反応後 | $c(1-h)$                             |   |                      |                      | $ch$                                |   | $ch$          |

よって、アは  $c(1-h)$ 、イは  $ch$ 、ウは  $ch$  である。

題意より、 $[\text{H}_2\text{O}]$  は一定とし、 $1-h \cong 1$  と近似できる。

$$\begin{aligned} K[\text{H}_2\text{O}] &= \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]} \\ &= \frac{ch^2}{1-h} \\ &\cong ch^2 \dots \text{エ} \end{aligned}$$

また、 $K[\text{H}_2\text{O}]$  は電離定数  $K_a$  と水のイオン積  $K_w$  を用いると

$$\begin{aligned} K[\text{H}_2\text{O}] &= \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]} \times \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]} \\ &= \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-][\text{H}^+]} \times [\text{H}^+][\text{OH}^-] \\ &= \frac{K_w}{K_a} \dots \text{オ} \end{aligned}$$

と表すことができる。以上の式より

$$ch^2 = \frac{K_w}{K_a} \Leftrightarrow h = \sqrt{\frac{K_w}{cK_a}} \dots \text{カ}$$

となる。

### 設問 (2)

設問 (1) のウ、カの結果を利用する。

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} \\ &= \frac{K_w}{\sqrt{\frac{cK_w}{K_a}}} \\ &= \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}} \end{aligned}$$

### 設問 (3)

設問 (2) の答えに各値を代入すればよい。

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \times 2.4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}{0.060 \text{ mol/L}}} \\ &= 2.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{pH} = 9 - \log_{10} 2 = \mathbf{8.7}$$

( 田中佑磨, 辻本一樹 )

# 2016年度 名古屋大学 前期 化学

## 問題 III 海水の淡水化

|       |  |
|-------|--|
| 出題範囲  | 希薄溶液の性質，浸透圧，ハロゲン，電気化学，金属イオンの系統分離   |
| 難易度   | ★★★☆☆  |
| 所要時間  | 13分  |
| 傾向と対策 | 問題 III は，前半が希薄溶液の沸点上昇，浸透圧に関する基本的な計算問題，後半が無機化学からの出題であった。問 2 の化合物の同定の問題は，落ち着いて 1 つひとつの化合物の実験結果に注目すればミスすることはないだろう。焦って間違えた推論のまま解き進めることのないようにしたい。計算問題も見慣れない問題ではあるが，問題文を読んで 1 問は正解したいところである。 |

### 解答

問 1 設問 (1) 海水のイオンの質量モル濃度は

$$\frac{0.520 \text{ K}}{0.520 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}} = 1.00 \text{ mol/kg}$$

である。海水 1000 mL の質量は

$$1.030 \text{ g/mL} \times 1000 \text{ mL} = 1.030 \text{ kg}$$

で，このうち水は  $1.030 \text{ kg} - 0.036 \text{ kg} = 0.994 \text{ kg}$  である。

以上より，海水の 300 K におけるイオンのモル濃度は

$$1.00 \text{ mol/kg} \times 0.994 \text{ kg/L} = 0.994 \text{ mol/L}$$

となる。

設問 (2)  $3.5 \times 10^6 \text{ Pa}$

設問 (3) 記号：(ア) 物質名：ナトリウム

記号：(ウ) 物質名：炭酸水素ナトリウム

問 2 A：(オ) B：(カ) C：(キ) D：(ア) E：(ウ) F：(イ) G：(エ)

## 解説

## 問1 難易度 ★★☆☆☆

## 設問(1)

モル濃度は溶液 1 L に含まれる溶質の物質量を示す。沸点上昇度とモル沸点上昇から質量モル濃度を求め、密度から海水 1 L の重さを求める。海水の重さから溶質の重さを引いたものが水の重さなので、そこから海水に含まれるイオンのモル濃度が計算できる。解答はこの流れで計算している。詳しい計算は解答を参照。

## 設問(2)

海水 1000 mL に含まれるイオンの物質量は、設問(1)より 0.994 mol である。水のみが半透膜を通して移動するので、図 2 において海水 700 mL に含まれるイオンの物質量は 0.994 mol のままである。よって、図 2 の海水のイオンのモル濃度は

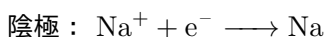
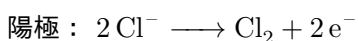
$$0.994 \text{ mol} \times \frac{1}{0.700 \text{ L}} = 1.42 \text{ mol/L}$$

となる。図 2 では純水と海水の液面が等しくなっているので、海水面に加えている圧力は海水の浸透圧に等しい。ファントホッフの法則より、イオンの濃度が 1.42 mol/L である海水の浸透圧、すなわち海水面を押す圧力は次のようになる。

$$1.42 \text{ mol/L} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K} \approx \mathbf{3.5 \times 10^6 \text{ Pa}}$$

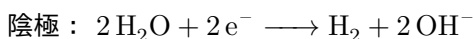
## 設問(3)

ア 誤 塩化ナトリウムの熔融塩電解はそれぞれの電極で次のような反応が起こる。

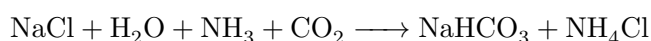


よって、陰極で発生するのはナトリウムである。

イ 正 塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、ナトリウムのイオン化傾向が水素よりも大きいので、陰極では水素イオンが還元されて水素が生じる。それぞれの電極で起こる反応は次のようになる。

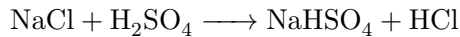


ウ 誤 塩化ナトリウム水溶液にアンモニアと二酸化炭素を加えると、次の反応により炭酸水素ナトリウムが生じる。





エ 正 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、次の反応により塩化水素が生じる。



これは不揮発性酸 (今回は  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) による揮発性酸 (今回は  $\text{HCl}$ ) の遊離反応である。

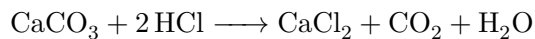
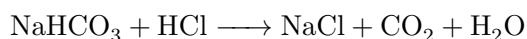
よって、答えは **ア** と **ウ** で正しい物質名はそれぞれ **ナトリウム**、**炭酸水素ナトリウム** である。

## 問 2 難易度 ★★★☆☆

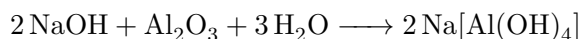
素直に、実験の順番どおりに候補を絞る。

実験 (1) において、水に溶けるのは  $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaHCO}_3$  であり、この中で水溶液に色がつくのは  $\text{CuSO}_4$  (青色)、 $\text{FeCl}_3$  (赤褐色) である。よって、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{FeCl}_3$  は A か G、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaHCO}_3$  は B か C と絞られる。

実験 (2) において、D は塩酸を加えても溶けないので **(ア)AgCl** に決まる。また、C と E は溶けるときに気体が発生したが、これは弱酸遊離だと考えられ、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  だと考えられる。実験 (1) と合わせて C が **(キ)NaHCO<sub>3</sub>** だと決まり、B が **(カ)NaCl**、E が **(ウ)CaCO<sub>3</sub>** と決まる。 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  が希塩酸に溶ける際の反応は弱酸遊離であり、次のようになる。



実験 (3) において水酸化ナトリウム水溶液に溶けるのは、塩基性条件下でも沈殿しない  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaHCO}_3$  と、水酸化物イオンが配位結合し、錯イオン  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  を形成する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  である。よって、F は **(イ)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** に決まる。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  が水酸化ナトリウム水溶液に溶ける際の反応式は次のようになる。



実験 (4) において、水酸化ナトリウム水溶液には溶けないがアンモニアとは錯イオンを形成して溶けるのは、 $\text{AgCl}$  と  $\text{CuSO}_4$  である。実験 (1) と合わせて G が **(工)CuSO<sub>4</sub>** と決まり、残りの A が **(オ)FeCl<sub>3</sub>** と決まる。

(田中佑磨, 小山裕幸)

## 2016年度 名古屋大学 前期 化学

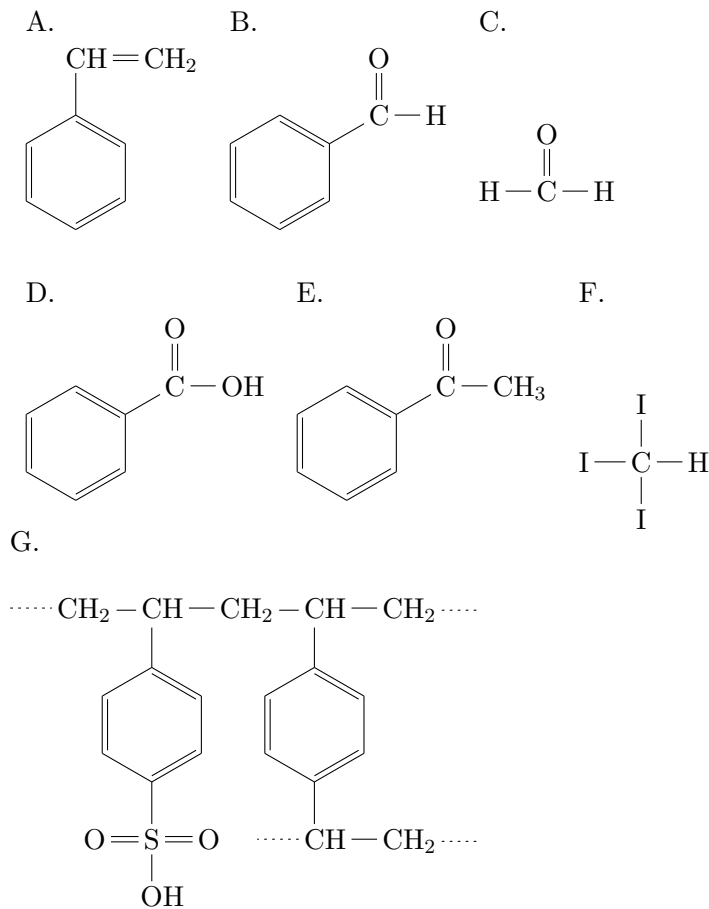
## 問題 IV 芳香族の構造決定

|       |   |
|-------|---|
| 出題範囲  | 芳香族化合物, 合成樹脂  |
| 難易度   | ★★☆☆☆   |
| 所要時間  | 12分   |
| 傾向と対策 | 名古屋大学の化学は例年, 理論化学, 無機化学から合わせて3問, 有機化学から2問出題される。問題IVはスチレンを中心とした芳香族炭化水素の問題であった。高校範囲で出てくる基本的な有機反応を押さえておけば, 8割以上の得点が期待できる問題であった。ただし, 問題量は少なくないため, 焦りによるミスで多くの問題を落とすことのないようにしたい。 |

## 解答

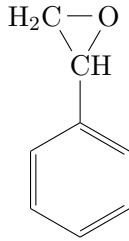
設問(1)      ア: 過マンガン酸カリウム      イ: ギ酸      ウ: 二酸化炭素

設問(2)



設問(3)      (a), (d)

設問 (4)



**解説**

設問 (1) 難易度 ★★☆☆☆

設問 (2) の解説を参照。

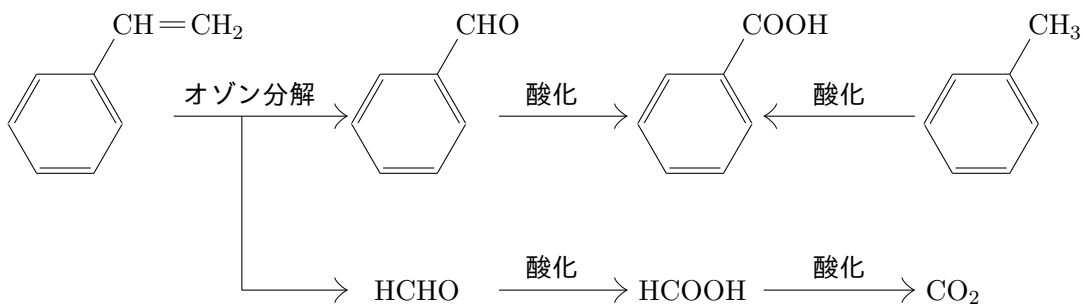
設問 (2) 難易度 ★★★☆☆

ポリスチレンの原材料となる化合物 A はスチレンであり、スチレンをオゾン分解するとスチレンの炭素間二重結合が切れてアルデヒド基が 2 つ生じる。スチレンのオゾン分解によって生じるのは、ベンズアルデヒドとホルムアルデヒドである。

化合物 C を酸化すると飽和脂肪酸が生じるので、化合物 C はホルムアルデヒドである。

ホルムアルデヒドを酸化すると**ギ酸 (イ)** になり、さらに酸化されて**二酸化炭素 (ウ)** と水になる。これにより、スチレンのオゾン分解によって生じるもう 1 つの化合物 B はベンズアルデヒドであるとわかる。

ベンズアルデヒドを酸化すると安息香酸 (化合物 D) になる。安息香酸はトルエンを**過マンガン酸カリウム (ア)** 水溶液で酸化することでも生じる。



化合物 E はヨードホルム反応を示し、分子式  $C_8H_8O$  の芳香族化合物である。また、不飽和数は 5 なのでベンゼン環以外に二重結合をもう 1 つもつ。この事実から化合物 E の構造は解答のようになるとわかる。ヨードホルム反応の結果生じる化合物 F はヨードホルム  $CHI_3$  である。

スチレンと *p*-ジビニルベンゼンをその炭素間二重結合を利用して共重合させ、濃硫酸で処理すると、ベンゼン環の一部がスルホン化された構造をもつ高分子化合物が生成する。スルホ基は酸性であるので、この化合物 G は陽イオン ( $Na^+$  など) を  $H^+$  と交換して吸着する効果をもつ陽イオン交換樹脂となる。

**設問(3) 難易度 ★★☆☆☆**

(a) 誤 エタンは飽和炭化水素，ベンゼンは不飽和炭化水素であり，分子内の  $\pi$  電子が環全体に共有されているので炭素間結合距離はエタンのほうが大きくなっている。

(d) 誤 付加反応ではなく置換反応が進行してクロロベンゼンが生じる。紫外線を含む光を当てながら塩素とベンゼンを反応させると付加反応が進行し，ヘキサクロロシクロヘキサンが生じる。

よって，答えは (a)，(d) である。

**設問(4) 難易度 ★★☆☆☆**

分子式  $C_8H_8O$  より，ベンゼン環以外に不飽和結合をもたない場合，環状構造をもう1つもつことになる。この条件を満たし，かつ一置換ベンゼンである化合物は解答のような構造式をもつ。

(田中佑磨，金子遼)

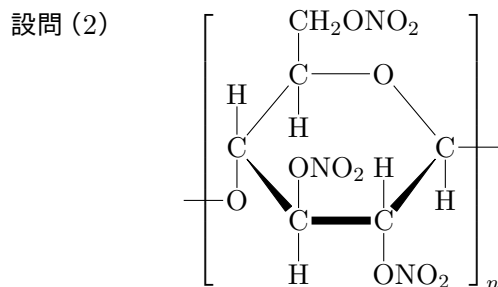
# 2016年度 名古屋大学 前期 化学

## 問題 V 生物のつくる高分子化合物

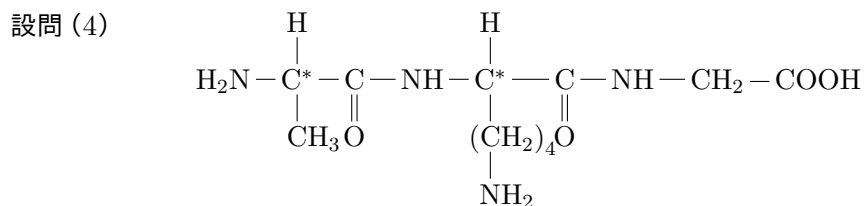
|              |   |
|--------------|---|
| <b>出題範囲</b>  | 糖類, アミノ酸, タンパク質, 核酸   |
| <b>難易度</b>   | ★★★★☆   |
| <b>所要時間</b>  | 13分   |
| <b>傾向と対策</b> | DNA, タンパク質, 糖など, 生体分子に関する問題が出題された。難しい思考が必要になる問題は(5)だけであり, 他の問題は生体分子に関する知識を少し応用するくらいの問題であった。難易度としては標準レベルであるが, 有機化学の最後の分野であり, この分野の勉強に手が回っていない受験生もいると考えられるので, なるべくほかの大問で点数を稼いでおきたいところである。 |

### 解答

設問(1)      ア:ヌクレオチド      イ:ペプチド(またはアミド)      ウ:一次



設問(3)      エ:窒素      オ:リン

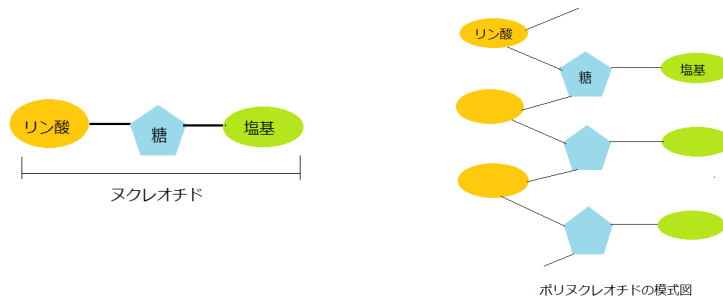


設問(5)      12種類

設問(6)      (a) 色の変化:黄色になる      名称:チロシン  
 (b) 色の変化:黒色になる      名称:システイン

**解説****設問(1) 難易度 ★☆☆☆☆**

ア： リボースやデオキシリボースの一位に塩基がグリコシド結合し、さらにリン酸基が結合した物質を**ヌクレオチド**と呼び、ヌクレオチドが鎖状に結合することにより、核酸が構成される。



イ： タンパク質はアミノ酸が**ペプチド結合**してできる。ペプチド結合はアミド結合の中で特にアミノ酸どうしの間で行われるものである。

ウ： タンパク質における**一次構造**とは、タンパク質を構成するアミノ酸の配列順序のことを指す。

**設問(2) 難易度 ★★☆☆☆**

濃硫酸と濃硝酸の混酸をセルロースに作用させると、硝酸とセルロースのヒドロキシ基が脱水縮合により硝酸エステル ( $-O-NO_2$ ) の構造をつくる。セルロースの繰り返し単位にはヒドロキシ基が3個含まれているのでこれに注意する。

**設問(3) 難易度 ★★☆☆☆**

DNAの単量体にはH, C, OのほかにもN, Pが含まれるが、どの単量体においてもNの原子数はPよりも多いので、エが**窒素**、オが**リン**である。

**設問(4) 難易度 ★★★☆☆**

リシンの側鎖はアミノ基をもつが、そのアミノ基はアミノ酸間のペプチド結合に関与しないと明示されているので、化合物Aの構造は一意に決まる。

**設問(5) 難易度 ★★★☆☆**

グリシンは鏡像異性体をもたず、アラニンとリシンはL型と決まっているので鏡像異性体を考慮する必要はない。ペプチド結合ではN末端になるかC末端になるかで異なる化合物になるので、対称性を考慮する必要もない。リシンがN末端になり、リシンのアミノ基が両方ペプチド結合に使われない場合は、アラニンとグリシンの入れ替えを考えて2種類の化合物が存在する。逆に、リシンのアミノ基が両方結合に使われるのはアラニンとグリシンの入れ替えを考えて2種類存在する。

最後に、リシンのアミノ基の片方が結合に使われるアミノ酸の配列は、リシンがN末端にならないアミノ酸の配列であるので  $3! - 2 = 4$  通りある。リシンのアミノ基はどちらが結合に使われているかで2通りあるので、このパターンには8種類の化合物が存在する。

よって、異なる構造のトリペプチドは全部で **12種類** 存在する。

**設問(6) 難易度 ★★☆☆☆**

## 実験(a)

濃硝酸を加えて加熱するとベンゼン環をもつアミノ酸がニトロ化される反応(キサントプロテイン反応)が起こり、試験管内の溶液は黄色になる。よって、**チロシン**が変化に関与し、試験管内は**黄色**になる。

## 実験(b)

十分にタンパク質を分解した後酢酸鉛(II)水溶液を加えると、硫黄原子をもつアミノ酸が反応してPbSの黒色沈殿を生じる。**システイン**はチオール基(-SH)をもつので、これが反応に関与して試験管内の溶液は**黒色**に変化する。

(田中佑磨, 岡本すず菜)