

### 略解

第1問 問1 ③ 問2 ① 問3 ⑤ 問4 ⑤ 問5 ⑥

第2問 問1 ⑨ 問2 ④ 問3 ④ 問4 ② 問5 ⑨ 問6 ③  
問7 ⑤

第3問 問1 13 : ② 14 : ① 15 : ④ 16 : ③ 17 : ⑤  
問2 ①, ③ 問3 ⑥

第4問 問1 ①, ⑥ 問2 ②, ⑧ 問3 ④ 問4 ④ 問5 ⑥

第5問 問1 ④ 問2 26 : ① 27 : ⑤ 28 : ⑧  
問3 ②

## 第1問

**原則1. 電子殻と最大収容電子数** → 問1・問3に利用

原子内では原子核の周囲を原子番号と同じ数の電子が回っている。ただし、これらの電子は、最大収容電子数の異なる電子殻に分れて回っている。この電子殻の名称は、原子核に近い順に、K殻、L殻、M殻、N殻、等と呼ばれる。なお、最大収容電子数は、M殻が2個、L殻が8個、M殻が18個、N殻が32個、等と決まっており、一般に、 $n$ 番目の電子殻の最大収容電子数は、 $2n^2$ 個である。また、電子の各電子殻への配列の仕方を電子配置と呼び、最も外側の電子殻に配置された電子のことを最外殻電子または価電子と呼ぶ。なお、この最外殻電子（価電子）と原子核の距離が短いほど、結合エネルギーは大きくなる。

**原則2. 同素体** → 問2に利用

同じ元素の単体であるが、性質が異なる2つ以上の単体が存在するとき、それらの物質を同素体と言う。硫黄(S)、炭素(C)、酸素(O)、リン(P)などの元素において、同素体が存在する。

### 問1

#### 【方針】

「電子殻」という文言がしばしば現れることに気づく。したがって、「原則1. 電子殻と最大収容電子数」の知識などを利用して解く。

#### 【解説】

- ①：中性であるなら正電荷と負電荷が等しいので、電子数と陽子数（＝原子番号）は同じになる。ゆえに、正しい。
- ②：両イオンともAr型の電子配置をとる。ゆえに、正しい。
- ③：価電子はいずれも0である。しかし、最外殻電子数はいずれも8個で0ではない。ゆえに、誤っている。
- ④：M殻は最大18個の電子を収容できる。ゆえに、正しい。
- ⑤：外側の電子になるほど、原子核の正電荷からの力が弱くなるため不安定になる。ゆえに、正しい。

以上より、解答は、1-③である。

### 問2

#### 【方針】

「同素体」という文言がしばしば現れることに気づく。したがって、「原則2. 同素体」の知識などを利用して解く。

### 【解説】

- ①：同じ元素から構成される単体で性質が異なるものを同素体と言う。 $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  はともに化合物なので同素体ではない。ゆえに、誤っている。
- ②：黒鉛とダイヤモンドは、ともに炭素 (C) の同素体である。ゆえに、正しい。
- ③：黄リンと赤リンは、ともにリン (P) の同素体である。ゆえに、正しい。
- ④：同素体であっても、10 g 分はいずれも硫黄であるから、同じ物質である。ゆえに、正しい。
- ⑤：考えられるオゾンの分子量は、 $^{16}\text{O}$  と  $^{16}\text{O}$  と  $^{16}\text{O}$  で 48、 $^{16}\text{O}$  と  $^{16}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$  で 49、 $^{16}\text{O}$  と  $^{16}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  (または  $^{16}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$ ) で 50、 $^{16}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  (または  $^{17}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$ ) で 51、 $^{16}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  (または  $^{17}\text{O}$  と  $^{17}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$ ) で 52、 $^{17}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  で 53、 $^{18}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  で 54 の 7 種類である。ゆえに、正しい。
- 以上より、解答は、2-①である。

### 問 3

#### 【方針】

原子やイオンの大きさ (半径) に関する問題であることに気づく。したがって、周期表や最外殻電子数 (価電子数) に関する知識や「原則 1. 電子殻と最大収容電子数」の知識などを利用して解く。

#### 【解説】

- ①：同じ電子配置であるが  $\text{Cl}^-$  の方が陽子数が多いため、最外殻電子にかかる正電荷からの力は強い。よって、半径は小さい。ゆえに、正しい。
- ②：K の唯一の最外殻電子 1 個が放出されてできる  $\text{K}^+$  は、K の最外殻軌道がなくなった分、半径が小さくなる。ゆえに、正しい。
- ③： $\text{K}^+$  の最外殻電子は M 殻にあり、 $\text{Mg}^{2+}$  の最外殻電子は L 殻にある。ゆえに、正しい。
- ④：同じ電子配置であるが  $\text{Be}^{2+}$  の方が陽子数が多いため、最外殻電子にかかる正電荷からの力は強い。よって、半径は小さい。ゆえに、正しい。
- ⑤：同じ最外殻に電子のある  $\text{F}^-$  の方が電子数が多いため、電子どうしの反発がより強まって、半径は大きくなる。ゆえに、誤っている。
- 以上より、解答は、3-⑤である。

### 問 4

#### 【方針】

さまざまな溶液の性質などに関する問題であることに気づく。したがって、無機および有機化合物の溶液の性質などについての知識にもとづいて解く。

#### 【解説】

- ①：気体の溶解度は、温度上昇に伴い小さくなる。固体の溶解度は、温度上昇に伴い小さ

くなる物質と大きくなる物質がある。ゆえに、正しい。

②：溶液では蒸気圧降下が起きるので、溶液の蒸気圧は純溶媒より低い。ゆえに、正しい。

③：食塩水より純水のほうが早く体積が減る。ゆえに、正しい。

④：溶液の蒸気圧は、蒸気圧降下により純溶媒の蒸気圧より低い。よって、純水の方が早く蒸発する。ゆえに、正しい。

⑤：グルコースは、親水基のヒドロキシ基に、静電気力で水分子が溶媒和して溶解している。ゆえに、誤っている。

以上より、解答は、4-⑤である。

## 問5

### 【方針】

主要な有機化合物の生成方法や特徴などに関する問題であることに気づく。したがって、有機化合物の生成方法や特徴などについての知識にもとづいて解く。

### 【解説】

①：濃硫酸をエタノールに加えて  $130^{\circ}\text{C}$  に熱すると、分子間脱水が起きてジエチルエーテルが生じる。ゆえに、正しい。

②：エチレンに水が付加すると、エタノールになる。ゆえに、正しい。

③：ギ酸は、アルデヒド基も分子内にもつため還元性を示す。ゆえに、正しい。

④：アルキンだけでなく、三重結合をしている C 原子とこれらに直接結合する原子は同一直線上にある。また、二重結合をしている C 原子とこれらに直接結合する原子は同一平面上にある。ゆえに、正しい。

⑤：アルデヒドは還元性をもち、銀鏡反応を示すが、ケトンは示さない。ゆえに、正しい。

以上より、解答は、5-⑥である。

## 第2問

**原則3. 原子量と分子量・式量** → 問1・問3・問5・問6に利用

炭素原子の同位体  $^{12}\text{C}$  の相対質量を 12 としたとき、各元素において、同位体の存在比を考慮した原子 1 個の相対質量の平均値を原子量と言う。例えば、水素 H、窒素 N、酸素 O、塩素 Cl の原子量の有効数字 3 桁の値は、それぞれ 1.01、14.0、16.0、35.5 である。なお、同位体とは、原子番号が同じであるが、質量数が異なるものである。また、質量数とは、原子核中の陽子数と中性子数の和である。例えば、塩素 Cl では、 $^{35}\text{Cl}$ 、 $^{37}\text{Cl}$  という 2 つの同位体がある。ここで、 $^{35}\text{Cl}$  の左肩の数字は、質量数が 35 であることを表す。

また、分子 1 個を構成する原子の原子量の総和を分子量と言う。また、分子を構成する原子の比で表した式を組成式と言い、組成式を構成する原子量の和を式量と言う。例えば、マレイン酸  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$  の分子量は、 $12 \times 4 + 1.0 \times 4 + 16 \times 4 = 116$  となる。また、マレイン酸の組成式は CHO となり、式量は  $12 \times 1 + 1.0 \times 1 + 16 \times 1 = 29$  となる。なお、イオンからなる物質（例えば、NaCl）や金属単体（例えば、Ag）では、分子に相当する単位粒子がないので、組成式や式量が用いられる。

**原則4. 物質量とモル質量・モル濃度** → 問1・問3・問5・問6に利用

物質を構成している粒子（原子、分子、イオン等）の個数をもとに表現した物質の数量を、物質量と呼ぶ。物質量は、次式で表される。

$$\text{物質量 [mol]} = \frac{\text{粒子の個数}}{\text{アボガドロ定数}} = \frac{\text{粒子の個数}}{6.02 \times 10^{23} \text{ [/mol]}}$$

また、同一種類の粒子 1 mol あたりの質量のことをモル質量と呼ぶ。原子（分子、イオン）のモル質量は、原子量（分子量、式量）に単位 g/mol をつけたものである。例えば、 $\text{CO}_2$  の分子量は 44 であるから、 $\text{CO}_2$  のモル質量は 44 g/mol となる。また、次式のように、物質の質量をモル質量で割ったものは物質量となる。

$$\text{物質量 [mol]} = \frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}}$$

例えば、 $\text{CO}_2$  88 g の物質量は、 $\text{CO}_2$  のモル質量が 44 g/mol であるから、 $\frac{88 \text{ [g]}}{44 \text{ [g/mol]}} =$

2 [mol] と計算できる。

質量だけでなく、濃度（＝溶液中に存在する溶質の割合）についてもモルを使って表すことがあり、次式のように溶液 1 L 当りの溶質の物質量で表した濃度をモル濃度と言う。

$$\text{モル濃度 [mol/L]} = \frac{\text{溶質の物質量 [mol]}}{\text{溶液の体積 [L]}}$$

例えば、NaCl 0.01 mol を溶かした 2 L の水溶液のモル濃度は、 $\frac{0.01 \text{ [mol]}}{2 \text{ [L]}} = 0.005 \text{ [mol/L]}$

と計算できる。なお、次式のように溶媒 1kg 当りの溶質の物質質量で表した濃度のことを質量モル濃度と言う。

$$\text{質量モル濃度 [mol/kg]} = \frac{\text{溶質の物質質量 [mol]}}{\text{溶媒の質量 [kg]}}$$

### 問 1

#### 【方針】

「質量モル濃度」を求める問題であると気づく。したがって、「原則 3. 原子量と分子量・式量」と「原則 4. 物質質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

#### 【解説】

まず、分子量を計算すると、 $\text{K}_2\text{CO}_3 = 138$  である。このことと、 $\text{K}_2\text{CO}_3$  が K を 2 個含むことを用ると、質量モル濃度は、

$$\frac{55.2}{138} \times \frac{1000}{200} \times 2 = 4.00 \text{ [mol/kg]}$$

となる。ゆえに、解答は、6-⑨である。

### 問 2

#### 【方針】

「硝酸カルシウム」と「炭酸カリウム」と言う文言より、炭酸カルシウムと硝酸カリウムが生じたことに気づく。よって、この 2 つの生成物のうち、どちらが水に溶けにくいかを考えればよい。

#### 【解説】

$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{KNO}_3$  であるが、 $\text{KNO}_3$  は水に溶けやすく、 $\text{CaCO}_3$  は水に溶けにくい。よって、白色沈殿は  $\text{CaCO}_3$  である。ゆえに、解答は、7-④である。

### 問 3

#### 【方針】

「溶解度を 0 とする」と言う文言より、生成した  $\text{CaCO}_3$  の全てが沈殿していることに気づく。この点を踏まえて、「原則 3. 原子量と分子量・式量」と「原則 4. 物質質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

#### 【解説】

まず、 $\text{CaCO}_3$  は全て沈殿している。また、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (式量 236) と同じ物質質量の  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (式量 138) が反応する。よって、この  $\text{K}_2\text{CO}_3$  を  $x \text{ [g]}$  とおくと、次式が成り立つ。

$$\frac{118}{236} \times \frac{100}{200+118} \text{ [mol]} = \frac{55.2}{138} \times \frac{x}{200+55.2} \text{ [mol]}$$

これを解くと、

$$x = \frac{118}{236} \times \frac{100}{200+118} \times \frac{138}{55.2} \times (200 + 55.2) = 100.3 \approx 100 \text{ [g]}$$

となる。ゆえに、解答は、8-④である。

#### 問4

##### 【方針】

$\text{KNO}_3$  は、水溶液中では陽イオンと陰イオンに分解していることに気が付く。この点に着目して、その陽イオンは何かを考える。

##### 【解説】

ろ液中の主なイオンは、 $\text{K}^+$ と $\text{NO}_3^-$ の2つである。このうち、陽イオンは $\text{K}^+$ である。ゆえに、解答は、9-②である。

#### 問5

##### 【方針】

問1と同様に「質量モル濃度」を求める問題であると気づく。したがって、「原則3. 原子量と分子量・式量」と「原則4. 物質質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

##### 【解説】

ろ液に含まれる陰イオンとしては、 $\text{NO}_3^-$ がある。この $\text{NO}_3^-$ は、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (式量 236) より生じるから、次式が成り立つ。

$$\text{NO}_3^- \text{の物質質量} = \frac{118}{236} \text{ [mol]} \times \frac{100 \text{ [g]}}{200+118 \text{ [g]}} \times 2$$

また、 $\text{H}_2\text{O}$  の質量は、1) の分と 2) の分を足したものになるから、

$$\text{H}_2\text{O} \text{の質量} = \left\{ \left( 200 \text{ [g]} + 118 \text{ [g]} \times \frac{72}{236} \right) \times \frac{100 \text{ [g]}}{200+118 \text{ [g]}} \right\} + \left( 200 \text{ [g]} \times \frac{100 \text{ [g]}}{200+55.2 \text{ [g]}} \right) \approx 152.5 \text{ [g]}$$

となる。よって、質量モル濃度は、

$$\frac{118}{236} \times \frac{100}{200+118} \times 2 \text{ [mol]} \times \frac{1000}{152.5} \approx 2.06 \text{ [mol/kg]}$$

となる。ゆえに、解答は、10-⑨である。

#### 問6

##### 【方針】

「析出する物質」は 4) のろ液中にあった物質であるから、 $\text{KNO}_3$ であると気づく。この点を踏まえて、「原則3. 原子量と分子量・式量」と「原則4. 物質質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

##### 【解説】

4) のろ液中の  $\text{NO}_3^-$  の物質質量と溶液の質量は、次式のようになる。

$$\text{NO}_3^- \text{の物質質量} = \frac{118}{236} [\text{mol}] \times \frac{100 [\text{g}]}{200+118 [\text{g}]} \times 2$$

$$\text{溶液の質量} = 200 - \frac{118}{236} [\text{mol}] \times \frac{100 [\text{g}]}{200+118 [\text{g}]} \times 100 = 184.2 [\text{g}]$$

したがって、100 g のろ液中の  $\text{KNO}_3$  の質量は、 $\text{KNO}_3 = 101$  を用いると

$$\text{KNO}_3 \text{の質量} = \left( \frac{118}{236} \times \frac{100}{200+118} \times 2 \right) [\text{mol}] \times 101 \times \frac{100}{184.2} = 17.24 [\text{g}]$$

となる。よって、蒸発した  $\text{H}_2\text{O}$  を  $x$  [g] とおくと、次式が成り立つ。

$$\frac{17.24-6.2}{100-17.24-x} = \frac{37.9}{100}$$

これを解くと、 $x \approx 53.6$  [g] と求まる。ゆえに、解答は、11-③である。

## 問7

### 【方針】

前問の「水 100 g に 37.9 g 溶ける」という文言から、析出量が計算できることに気づく。この点に着目して、水 30 g が蒸発した後の析出量を計算する。

### 【解説】

30 g の  $\text{H}_2\text{O}$  に溶解していた分が析出するため、

$$37.9 \times \frac{30}{100} = 11.37 \approx 11.4 [\text{g}]$$

となる。ゆえに、解答は、12-⑤である。

## 第3問

原則3. 原子量と分子量・式量 (前述) → 問1・問2に利用

### 問1

#### 【方針】

「同位体」と「原子量」についての問題であることに気づく。したがって、「原則3. 原子量と分子量・式量」の知識を利用して解く。

#### 【解説】

表より、Ar、Ca、Cl、K、S の各元素で存在比が最も大きい同位体を書き出すと、それぞれ  $^{40}\text{Ar}$ 、 $^{40}\text{Ca}$ 、 $^{35}\text{Cl}$ 、 $^{39}\text{K}$ 、 $^{32}\text{S}$  となる。また、Ca は  $^{40}\text{Ca}$  より相対質量の大きい同位体があり、Ar は  $^{40}\text{Ar}$  より相対質量の小さい同位体がある。よって、Ca の原子量がこの中では最も大きくなり、原子量の順番は  $\text{Ca} > \text{Ar} > \text{K} > \text{Cl} > \text{S}$  となる。ゆえに、解答は、13-②、14-①、15-④、16-③、17-⑤である。

### 問2

#### 【方針】

「同位体」に関する問題であることに気づく。したがって、「原則3. 原子量と分子量・式量」の知識を利用して解く。

#### 【解説】

同位体とは、原子番号が同じであるが、質量数が異なるものである。よって、選択肢の中では、 $^{32}\text{S}$  と  $^{36}\text{S}$  が互いに同位体である。ゆえに、解答は、18-①、③である。

### 問3

#### 【方針】

「半減期が 5730 年」と言う文言より、5730 年ごとに  $^{14}\text{C}$  の割合が  $\frac{1}{2}$  になることに気づく。この点に着目して、割合が  $\frac{1}{16}$  になるのに必要な年数を計算する。

#### 【解説】

$\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{16}$  であるから、 $n = 4$  となる。よって、5730 年  $\times$  4 = 22920 年 となる。ゆえに、解答は、19-⑥である。

## 第4問

原則4. 物質質量とモル質量・モル濃度 (前述) → 問3～問5に利用

原則5. 主要な気体の分子量や性質 → 問1・問2に利用

主要な気体の分子量や性質の一覧を、下表に示す。なお、単位体積当りの気体の重さは、分子量に比例するので、気体の分子量の値から、その気体が空気より重いか軽いかがわかる。

名称	分子式	分子量	分子形状	色	臭い	水溶液の性質	
						溶解度	酸・塩基性
水素	H <sub>2</sub>	2.0	直線形	無色	無臭	小	—
窒素	N <sub>2</sub>	28.0	直線形	無色	無臭	小	—
酸素	O <sub>2</sub>	32.0	直線形	無色	無臭	小	—
塩素	Cl <sub>2</sub>	70.9	直線形	黄緑色	刺激臭	中	酸性
アルゴン	Ar	40.0	球形	無色	無臭	小	—
二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	44.0	直線形	無色	無臭	中	酸性
二酸化硫黄	SO <sub>2</sub>	64.1	折れ線形	無色	刺激臭	大	酸性
二酸化窒素	NO <sub>2</sub>	46.0	折れ線形	褐色	刺激臭	大	酸性
アンモニア	NH <sub>3</sub>	17.0	三角錐形	無色	刺激臭	大	塩基性
硫化水素	H <sub>2</sub> S	34.1	折れ線形	無色	腐卵臭	中	酸性
塩化水素	HCl	36.5	直線形	無色	刺激臭	大	酸性
メタン	CH <sub>4</sub>	16.0	正四面体形	無色	無臭	小	—

なお、単位体積当りの気体の重さは、分子量に比例する。したがって、気体の分子量の値から、その気体が空気より重いか軽いかがわかる。

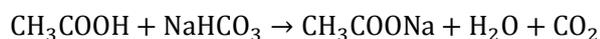
### 問1

#### 【方針】

「酢酸」と「炭酸水素ナトリウム」の反応によって生じる「無色無臭の気体A」は、二酸化炭素であると気づく。したがって、「原則5. 主要な気体の分子量や性質」の知識を利用して、二酸化炭素に当てはまる記述がどれであることを考える。

#### 【解説】

酢酸より炭酸の酸性は弱いから、弱酸の遊離の反応によって、次式のように二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が生成する。



このCO<sub>2</sub>は、分子量が44であるから空気より重い。また、分子の形は直線形である。ゆえ

に、解答は、20-①, ⑥である。

## 問2

### 【方針】

気体Aとともに生成した酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムが反応して生じる「無色無臭の水に溶けにくい気体B」は、メタンであると気づく。したがって、「原則5. 主要な気体の分子量や性質」の知識を利用して、メタンに当てはまる記述がどれであることを考える。

### 【解説】

残った混合物は、酢酸ナトリウムを含むから、次式のように水酸化ナトリウム (NaOH) を加えると、



という反応が起きて、メタン (CH<sub>4</sub>) が生じる。この CH<sub>4</sub> は、分子量が 16 であるから空気より軽い。また、分子の形は正四面体形である。ゆえに、解答は、21-②, ⑧である。

## 問3

### 【方針】

炭酸水素ナトリウムの物質量を求める問題であると気づく。したがって、「原則4. 物質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

### 【解説】

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  という反応式から、CO<sub>2</sub> と NaHCO<sub>3</sub> の比は 1 : 1 となるから、NaHCO<sub>3</sub> の物質量は

$$\text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 = \frac{6.72 \times 10^{-2}}{22.4} = 3.00 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

となる。ゆえに、解答は、22-④である。

## 問4

### 【方針】

「標準状態で  $4.48 \times 10^{-1} \text{ L}$  であった」という文言より、気体B (メタン) の物質量が計算できることに気づく。このことを手掛かりにして、「原則4. 物質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

### 【解説】

問3の結果より、NaHCO<sub>3</sub> の物質量は  $3.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  である。一方、生成された CH<sub>4</sub> の物質量は

$$\frac{4.48 \times 10^{-1}}{22.4} = 2.00 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$$

である。したがって、初めの反応で酢酸は残っていて、この未反応の酢酸は NaOH と反応

し  $\text{CH}_3\text{COONa}$  となって、加熱したとき  $\text{CH}_4$  に変化している。よって、最初に存在した  $x$  [mol] の酢酸の全てが  $\text{CH}_4$  に変化したとすると、

$$x = \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_4 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$$

となる。ゆえに、解答は、23-④である。

## 問5

### 【方針】

「標準状態で 11.2 L の気体 B」という文言より、気体 B の物質量が計算できることに気づく。この点を踏まえて、「原則 4. 物質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

### 【解説】

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  より、 $\text{CH}_4$  の 2 倍量の  $\text{H}_2\text{O}$  が生じるから、 $\text{H}_2\text{O}$  の物質量は

$$\frac{11.2}{22.4} \times 2 = 1.00 \text{ [mol]}$$

となる。ゆえに、解答は、24-⑥である。

## 第5問

原則3. 原子量と分子量・式量 (前述) → 問3に利用

原則4. 物質質量とモル質量・モル濃度 (前述) → 問3に利用

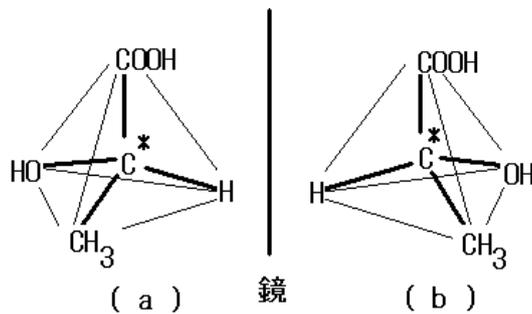
原則6. 主要なアミノ酸 → 問2に利用

分類	名称	略号	示性式	等電点 pH
中性 アミノ酸	グリシン	Gly	$\text{H}-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	6.0
	アラニン	Ala	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	6.1
	バリン*	Val	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	6.0
	セリン	Ser	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5.7
	システイン	Cys	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5.1
	メチオニン*	Met	$\text{CH}_3-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5.7
	フェニルアラニン*	Phe	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5.5
	チロシン	Tyr	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5.7
酸性 アミノ酸	アスパラギン酸	Asp	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	2.8
	グルタミン酸	Glu	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	3.2
塩基性 アミノ酸	リシン*	Lys	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	9.7

\*: 必須アミノ酸 (ヒトの体内で合成できないアミノ酸) を示す。必須アミノ酸は、上記4種類とロイシン、イソロイシン、トリプトファン、トレオニン、ヒスチジンの計9種類がある。

原則7. 不斉炭素原子 → 問2に利用

4種の異なる原子または原子団と結合している炭素原子のことを、不斉炭素原子と言う。不斉炭素原子は、他の炭素原子と区別するため、構造式中ではC\*のように記述される。一般に不斉炭素原子をもつ化合物は正四面体構造をしているため、互いに鏡映対称の2種の異性体が存在する。例えば、乳酸の分子は、下図のように2種の異性体が存在する。



C\* : 不斉炭素原子

(図は [http://www.geocities.jp/don\\_guri131/image8/kougakuseitai.gif](http://www.geocities.jp/don_guri131/image8/kougakuseitai.gif) より引用)

### 問 1

#### 【方針】

「濃硝酸」や「黄色」と言う文言などから、キサントプロテイン反応であると気づく。したがって、この反応を起こすアミノ酸の特徴について考える。

#### 【解説】

9) はキサントプロテイン反応で、ベンゼン環を有するアミノ酸（芳香族アミノ酸）が反応する。ゆえに、解答は、25-④である。

### 問 2

#### 【方針】

4) と 7) より、(あ)と(い)の間にあるアミノ酸は不斉炭素原子をもたないことに気づく。また、3) と 5) と 6) の「電気泳動」により、中性アミノ酸・酸性アミノ酸・塩基性アミノ酸を判別できることに気づく。これらのことを手掛かりにして、「原則 6. 主要なアミノ酸」と「原則 7. 不斉炭素原子」の知識を利用して解く。

#### 【解説】

トリペプチド A と B の(あ)と(い)の間にあるアミノ酸は、不斉炭素原子をもたない。一方、ア～オのうち、アのグリシンだけが不斉炭素原子をもたない。したがって、トリペプチド A と B は、いずれも□-グリシン-□という構造をしている。

3) より、トリペプチド A は、pH6.0 で陽イオンになるアミノ酸を含む。よって、A はオのリシンを含む。また、トリペプチド B は、pH6.0 で陰イオンになるアミノ酸を含む。よって、B はエのグルタミン酸を含む。したがって、A は□-グリシン-□ (□のどちらかはリシン) で、B は□-グリシン-□ (□のどちらかはグルタミン酸) である。

5) より、アミノ酸 C か D は、オのリシンである。

6) より、ジペプチド E はエのグルタミン酸を含む。したがって、B は□-グリシン-グルタミン酸で、E はグリシン-グルタミン酸である。

また、ジペプチド F は、電気泳動しないアミノ酸だけを含むから、A はリシン-グリシン-□で、F はグリシン-□で、C はリシンである。

8) は、硫黄を含むアミノ酸で起こる反応であるから、ジペプチド F は、ウのシステインを含む。したがって、A はリシン-グリシン-システインで、F はグリシン-システインである。

9) より、アミノ酸 D は、ベンゼン環をもつから、イのチロシンである。したがって、B はチロシン-グリシン-グルタミン酸である。

以上から、解答は、26-①、27-⑤、28-⑧である。

### 問3

#### 【方針】

前問より、「R<sup>6</sup>をもつアミノ酸」はグルタミン酸であると気づく。この点を踏まえて、「原則3. 原子量と分子量・式量」と「原則4. 物質質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

#### 【解説】

グルタミン酸の分子量は 147 であるが、塩酸をグルタミン酸に加えると、-NH<sub>2</sub> (アミノ基) が -NH<sub>3</sub>Cl に変わるため、その分子量は 183.5 に増える。よって、求める反応生成物の質量は

$$\frac{54.3}{147} [\text{mol}] \times 183.5 [\text{g/mol}] = 67.78 \approx 67.8 [\text{g}]$$

となる。ゆえに、解答は、29-②である。