

杏林 2015 化学

略解

- I 問1 ア:③ イ:② ウ:① 問2 エ:3 オ:2
問3 カ:2 キ:5 ク:0 ケ:4
問4 コ:1 サ:6 シ:0 ス:4 問5: セ:6 ソ:9
問6 タ:1 チ:1 ツ:0 テ:1
- II 問1 ア:③ 問2 イ:③ 問3 ウ:⑥ エ:⑤
問4 オ:④ カ:⑤ ク:⑥ ケ:② コ:① 問5 キ:④
問6 サ:③・⑧・⑨ 問7 シ:8 ス:8 セ:8 ソ:2
問8 タ:2 チ:8 ツ:6 テ:1 問9 ト:⑨
- III 問1 ア:② 問2 イ:⑤・⑨ 問3 ウ:①・⑥
問4 エ:①・④・⑥ 問5 オ:② 問6 カ:③
問7 キ:② 問8 ク:④・⑦ 問9 ケ:⑦
問10 コ:⑥ サ:④ シ:⑧ ス:⑥ セ:② ソ:⑤
問11 タ:⑥・⑩ 問12 チ:②・⑦ 問13 ツ:⑤

配点

- I. 問1 各1点 問2~6 各3点 ($1 \times 3 + 3 \times 5$)
II. ア~コ 各3点 問6 4点 問7~9 各3点 ($3 \times 10 + 4 + 3 \times 3$)
III. ア~ソ 各2点 タ~ツ 各3点 ($2 \times 15 + 3 \times 3$)

I

原則 1. 物質量とモル質量・モル濃度 → 問 2～問 5 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、CO₂ の分子量は 44 であるから、CO₂ 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、CO₂ 88 g の物質量は、CO₂ 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。

原則 2. 気体の状態方程式 → 問 2～問 6 に利用

一般に、体積 V [L]、圧力 P [Pa]、温度 T [K]、物質量 n [mol] の気体においては、次式で表される気体の状態方程式が成り立つ。

$$PV = nRT$$

なお、 R は気体定数と呼ばれるもので、 $R \cong 8.31 \times 10^3 \text{ [Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})]$ である。

また、気体の状態方程式より、標準状態（0℃、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）での気体 1 mol の占める体積は、気体の種類によらず 22.4 L となる。

問 1

【方針】

メスシリンダーの水面が水槽の水面より高いか低いのか、と言う点に着目して、 P_x と大気圧

の大小関係を考える。

【解説】

図1の②のようにメスシリンダー内部の水面と水槽の水面が一致したとき、大気圧と空間Xの圧力 P_X が釣り合う。図1の①の場合、大気圧より P_X の方が小さいので、メスシリンダー内部の水面と水槽の水面の間にある水柱による圧力を P_X に足すと大気圧と釣り合う。図1の③の場合は、逆に大気圧より P_X の方が大きくなる。ゆえに、解答は、アー③、イー②、ウー①である。

問2

【方針】

「混合気体 0.800 g」および「664 mL となった」という文言から、気体の状態方程式を用いることで平均分子量が求められることに気づく。この点を踏まえて、「原則1. 物質質量とモル質量・モル濃度」と「原則2. 気体の状態方程式」の知識を利用して解く。

【解説】

混合気体の平均分子量を M とおくと、物質質量が $\frac{0.800}{M}$ [mol] となるから、気体の状態方程式は

$$1.0 \times 10^5 \times \frac{664}{1000} = \frac{0.800}{M} \times 8.30 \times 10^3 \times (47 + 273)$$

となる。これを解いて、 $M = 32.0$ と求まる。ゆえに、解答は、エー3、オー2 である。

問3

【方針】

問2で得られた平均分子量などを用いてメタンとアルゴンの物質質量が求まることに気が付く。この点に着目して、「原則1. 物質質量とモル質量・モル濃度」と「原則2. 気体の状態方程式」の知識を利用して解く。

【解説】

問2の結果より、混合気体の平均分子量は 32.0 である。よって、混合気体 1.92g に含まれるメタン、アルゴンの物質質量をそれぞれ x [mol]、 y [mol] とおくと、次の2つの式が成り立つ。

$$16.0 \times \frac{x}{x+y} + 40.0 \times \frac{y}{x+y} = 32.0 \quad \dots\dots(1)$$

$$16.0x + 40.0y = 1.92 \quad \dots\dots(2)$$

(1)、(2)の連立方程式を解くと、 $x = 0.0200$ [mol]、 $y = 0.0400$ [mol] となる。

また、アルゴンの分圧を P_{Ar} とおくと、気体の状態方程式は

$$P_{Ar} \times 4.00 = 0.0400 \times 8.30 \times 10^3 \times (27 + 273)$$

となる。これを解いて、 $P_{Ar} = 2.49 \times 10^4 \approx 2.5 \times 10^4$ [Pa] と求まる。ゆえに、解答は、カー2、キー5、クー0、ケー4 である。

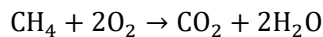
問 4

【方針】

メタンの燃焼で生じた二酸化炭素の物質量は、燃焼前のメタンと等しいことに気づく。この点を踏まえて、「原則 1. 物質量とモル質量・モル濃度」と「原則 2. 気体の状態方程式」の知識を利用して解く。

【解説】

メタンが燃焼するときの反応式は、



であるから、メタン 0.0200 mol を燃焼させたとき、 CO_2 0.0200 mol が発生する。よって、 CO_2 の分圧を P_{CO_2} とおくと、気体の状態方程式は

$$P_{\text{CO}_2} \times 3.32 = 0.0200 \times 8.30 \times 10^3 \times (47 + 273)$$

となる。これを解いて、 $P_{\text{CO}_2} = 1.60 \times 10^4$ [Pa] と求まる。ゆえに、解答は、コー1、サー6、シー0、スー4である。

問 5

【方針】

実験 A の説明文に記載の数値から飽和水蒸気圧が求められることに気づく。この点を踏まえて、「原則 1. 物質量とモル質量・モル濃度」と「原則 2. 気体の状態方程式」の知識を利用して解く。

【解説】

47 °C における飽和水蒸気圧は、

$$1.0 \times 10^5 \times \frac{738-664}{738} = 1.00 \times 10^4$$
 [Pa]

となる。操作後に水蒸気の状態で存在する物質量を n [mol] とおくと、気体の状態方程式は

$$1.00 \times 10^4 \times 3.32 = n \times 8.30 \times 10^3 \times (47 + 273)$$

となる。これを解くと、 $n = 0.0125$ [mol] と求まるが、メタン 0.0200 mol を燃焼させたとき、 H_2O 0.0400 mol が発生するので、液体の状態で存在する H_2O は (0.0400 - 0.0125) mol となる。よって、容器内に液体の状態で存在する H_2O の物質量の割合は、

$$\frac{0.0400-0.0125}{0.0400} \times 100 = 68.7 \approx 69$$
 [%]

となる。ゆえに、解答は、セー6、ソー9である。

問 6

【方針】

前問までに得られた飽和水蒸気圧および水の物質量の値と気体の状態方程式を使えば、解答できることに気が付く。このことを踏まえて、「原則 2. 気体の状態方程式」の知識を利

用して解く。

【解説】

47 °C での飽和水蒸気圧が $1.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ であるから、密閉容器の内容積を $v \text{ [L]}$ とおくと、
気体の状態方程式は

$$1.00 \times 10^4 \times v = 0.0400 \times 8.30 \times 10^3 \times (47 + 273)$$

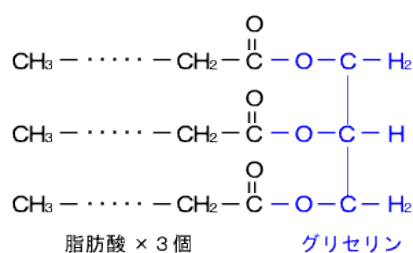
となる。これを解くと、 $v = 10.6 \cong 1.1 \times 10^1 \text{ [L]}$ と求まる。ゆえに、解答は、ター1、チー1、ツー0、テー1である。

II

原則 1. 物質質量とモル質量・モル濃度 (前述) → 問 7・問 8 に利用

原則 3. 油脂とけん化価・ヨウ素価 → 問 1～問 5、問 7・問 8 に利用

油脂は、下図のように、3 個の脂肪酸とグリセリンが脱水縮合 (エステル結合) したものである。なお、油脂 1 分子に含まれる C=C 結合の個数を、油脂の不飽和度と言う。また、C=C 結合を含む脂肪酸を不飽和脂肪酸と言い、C=C 結合を含まない脂肪酸を飽和脂肪酸と言う。また、常温で固体の油脂を脂肪と言い、常温で液体の油脂を油脂油と言う。



(図は

http://www.kotorisekken.net/mamechishiki/img_mamechishiki/0609/0609YushiKouzou02.gif より引用)

では、油脂のけん化価とヨウ素価について、以下に説明する。

まず、油脂 1g を完全にけん化するために必要な KOH (水酸化カリウム) の質量 (mg 単位) の値を、その油脂のけん化価と言う。完全にけん化するためには油脂 1 mol に対し KOH 3 mol が必要であり、KOH=56 であるから、油脂の平均分子量を M とすると、けん化価は次式で計算できる。

$$(\text{けん化価}) = \frac{1}{M} \times 3 \times 56 \times 1000$$

また、油脂 100g に付加できるヨウ素の質量 (g 単位) の値を、その油脂のヨウ素価と言う。油脂 1 分子中にある C=C 結合の数 (不飽和度) を n 個、油脂の平均分子量を M とすると、 $I_2=254$ であるから、ヨウ素価は次式で計算できる。

$$(\text{ヨウ素価}) = \frac{100}{M} \times n \times 254$$

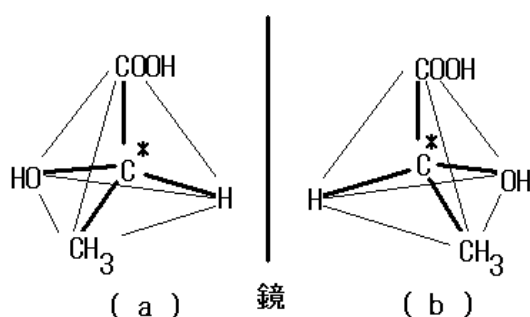
原則 4. 原子量と分子量・式量 → 問 9 に利用

炭素原子 C の相対質量を 12 としたときの原子 1 個の相対質量のことを原子量と言う。例えば、水素 H、窒素 N、酸素 O の原子量の有効数字 2 桁の値は、それぞれ 1.0、14、16 であ

る。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 $C_4H_4O_4$ 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。

原則 5. 不斉炭素原子 → 問 9 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 より引用)

問 1・問 2

【方針】

「3 個の水酸基を持つ」という文言をヒントにして、「原則 3. 油脂とけん化価・ヨウ素価」の知識を利用して解く。

【解説】

油脂は高級脂肪酸とグリセリン (1,2,3-プロパントリオール) が脱水縮合 (エステル結合) したものである。ゆえに、解答は、ア-③、イ-③である。

問 3

【方針】

炭素原子の二重結合を不飽和結合とも言うことに気が付く。この点に着目して、「原則 3. 油脂とけん化価・ヨウ素価」の知識を利用して解く。

【解説】

油脂を構成する脂肪酸としては、 $C=C$ 結合のある不飽和脂肪酸と $C=C$ 結合のない飽和脂

肪酸がある。ゆえに、解答は、ウー⑥、エー⑤である。

問4・問5

【方針】

油脂に関する知識を問うているので、「原則3. 油脂とけん化価・ヨウ素価」などの知識を利用して解く。

【解説】

脂肪とは、常温で固体の油脂のことで、飽和脂肪酸を多く含んでいる。また、脂肪油とは、常温で液体の油脂のことで、不飽和脂肪酸を多く含んでいる。なお、水酸化ナトリウム水溶液を油脂に加えて熱することで、油脂はけん化されて、セッケン（グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩）が生じる。ニッケルを触媒として、脂肪油に水素を付加すると、一部の不飽和脂肪酸が飽和脂肪酸に変わって、固化する。このようにしてできた油脂のことを、硬化油と言う。不飽和脂肪酸を多く含んだ脂肪油は、空気中に放置されるとC=C結合が酸化され、固化する。このようにしてできた脂肪油のことを、乾性油と言う。以上より、問4の解答は、オー④、カー⑤、クー⑥、ケー②、コー①で、問5の解答は、キー④である。

問6

【方針】

脂肪酸に該当するものを選ぶ設問であるので、脂肪酸などに関する知識にもとづいて解く。

【解説】

③・⑧・⑨が不飽和脂肪酸で、⑤・⑥が飽和脂肪酸である。⑦は不飽和ジカルボン酸、②・④はアミノ酸である。また、環状エステル構造をもつ①は該当しない。ゆえに、解答は、サー③・⑧・⑨である。

問7

【方針】

問題文中に油脂Aの重さやNaOH水溶液のモル濃度と体積が示されているので、けん化価の式を用いて分子量が求められることに気づく。この点を踏まえて、「原則1. 物質質量とモル質量・モル濃度」と「原則3. 油脂とけん化価・ヨウ素価」の知識を利用して解く。

【解説】

油脂1 molを全てけん化するには、NaOHが3 mol必要となるので、油脂の分子量をMとおくと、次式が成り立つ。

$$\frac{25.0}{M} \times 3 = 0.50 \times \frac{168.9}{1000}$$

この式を解いて、 $M = 888.0 \approx 8.88 \times 10^2$ と求まる。ゆえに、解答は、シー8、スー8、セー8、ソー2である。

問 8

【方針】

問題文より、「油脂 A 25.0 g」に付加すべきヨウ素の物質量は、「水素 630 mL」と等しいことに気づく。この点に着目して、「原則 1. 物質質量とモル質量・モル濃度」と「原則 3. 油脂とけん化価・ヨウ素価」の知識を利用して解く。

【解説】

油脂 100 g に付加されるヨウ素の質量は

$$\frac{630}{22400} \times 254 \times \frac{100}{25.0} = 28.57 \approx 2.86 \times 10^1 \text{ [g]}$$

となる。ゆえに、解答は、ター 2、チー 8、ツー 6、テー 1 である。

問 9

【方針】

「不斉炭素原子を持たないある油脂 A」という文言があるので、選択肢①～⑩の中から不斉炭素原子を持たないものを探した上で、構造式から計算される分子量と問 7 で求めた分子量が一致するものを見つければよい、ということに気が付く。このことを踏まえて、「原則 4. 原子量と分子量・式量」と「原則 5. 不斉炭素原子」の知識を利用して解く。

【解説】

まず、選択肢①～⑩の中で、不斉炭素原子をもつ構造式は、③と⑧である。よって、③と⑧以外について、構造式から分子量を計算してみると、分子量が 888.0 になるのは、⑨だけである。ゆえに、解答は、トー ⑨ である。

III

原則 6. 主要な気体の分子量や性質 → 問 1～問 5 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 ₂	2.0	直線形	無色	無臭	小	—
窒素	N ₂	28.0	直線形	無色	無臭	小	—
酸素	O ₂	32.0	直線形	無色	無臭	小	—
塩素	Cl ₂	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 ₂	44.0	直線形	無色	無臭	中	酸性
二酸化硫黄	SO ₂	64.1	折れ線形	無色	刺激臭	大	酸性
二酸化窒素	NO ₂	46.0	折れ線形	褐色	刺激臭	大	酸性
アンモニア	NH ₃	17.0	三角錐形	無色	刺激臭	大	塩基性
硫化水素	H ₂ 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 ₄	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。

原則 7. 電子式 → 問 8 に利用

価電子（最外殻電子）を表す・を元素記号の周りに配置した式を電子式と呼ぶ。例えば、

水 H₂O（構造式は H—O—H）の電子式は $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ であり、O 原子の両側に共有電子対が 1 組ずつあることを表している。また、二酸化炭素 CO₂（構造式は O=C=O）の電子式は

$\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$ であり、C 原子の両側に共有電子対が 2 組ずつあることを表している。すなわ

ち、構造式における単結合（—）または二重結合（=）は、電子式の共有電子対 1 組または 2 組にそれぞれ対応することがわかる。なお、分子の実際の形状は、H₂O 分子が折れ線形で、CO₂ 分子が直線形である。

（注：上記の電子式（2 箇所）は図を自作して文中に挿入）

問 1 ～ 問 5

【方針】

A 群①～⑩の反応により発生する各気体の性質について問う設問群であることに気づく。この点に着目して、A 群①～⑩で生じる各気体が何であるか、反応式にもとづき考えた上で、「原則 6. 主要な気体の分子量や性質」の知識を利用して、順に解いていく。

【解説】

A 群の①～⑩の反応式は、以下のようになる。

- ① $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
- ② $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- ③ $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$
- ④ $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- ⑤ $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- ⑥ $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4$
- ⑦ $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- ⑧ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- ⑨ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$
- ⑩ $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$

以上の①～⑩で発生した気体を分子の形で分類すると、以下のようになる。なお、() 内にその気体が発生した反応式の番号を示す。

- ・直線形 : 水素 H_2 (①)、塩化水素 HCl (③)、酸素 O_2 (④)、塩素 Cl_2 (⑤)、
二酸化炭素 CO_2 (⑦)
- ・折れ線形 : 二酸化硫黄 SO_2 (⑧)、二酸化窒素 NO_2 (⑨)、硫化水素 H_2S (⑩)
- ・三角錐形 : アンモニア NH_3 (②)
- ・正四面体形 : メタン CH_4 (⑥)

ゆえに、問 1 の解答は、アー②である。

また、上記の気体の中で有色なものは、 Cl_2 (⑤) と NO_2 (⑨) で、 Cl_2 は黄緑色、 NO_2 は褐色である。ゆえに、問 2 の解答は、イー⑤・⑨である。

また、上記の気体の中で、「無臭で、かつ空気より軽い気体」は、 H_2 (①) と CH_4 (⑥) である。なお、 NH_3 も空気より軽いが刺激臭がある。ゆえに、問 3 の解答は、ウー①・⑥である。

また、上記の気体の中で、「水に溶けにくい気体」は、 H_2 (①)、 O_2 (④)、 CH_4 (⑥) である。ゆえに、問 4 の解答は、エー①・④・⑥である。

また、上記の気体の中で、「水に溶かすと塩基性を示す気体」は、 NH_3 (②) である。ゆえに、問 5 の解答は、オー②である。

問 6

【方針】

「光に当てると、爆発的に反応する」という文言より、水素と塩素の反応が思い浮かぶ。よって、爆発後に生成する気体を A 群の気体の中から見つければよい。

【解説】

(※ 以下の文中、気体名の右隣の () 内の番号は、A 群①～⑩の反応式の番号を示す。)
水素 H_2 (①) と塩素 Cl_2 (⑤) の混合気体へ光を当てると、爆発的に反応が起きて、塩化水素 HCl (③) が生じる (反応式: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$)。ゆえに、解答は、カー③である。

問 7

【方針】

「ソーダ石灰」は塩基性で「十酸化四リン」は酸性であるので、該当する気体を溶かした水溶液は塩基性であることに気が付く。この点を踏まえて、「原則 6. 主要な気体の分子量や性質」の知識を利用して解く。

【解説】

ソーダ石灰は塩基性を示すので、酸性の気体には適さないが、塩基性のアンモニア NH_3 (A 群②の気体) には適する。また、十酸化四リン P_4O_{10} は酸性酸化物のため、アンモニア NH_3 と反応して塩を生じてしまう。ゆえに、解答は、キー②である。

問 8

【方針】

「価電子を出しあってできる二重結合」という文言から、電子式を用いて考える必要があることに気づく。この点を踏まえて、「原則 7. 電子式」の知識を利用して解く。

【解説】

(※ 以下の文中、気体名の右隣の () 内の番号は、A 群①～⑩の反応式の番号を示す。)
問 1 の結果より、分子の形が直線形の気体は、水素 H_2 (①)、塩化水素 HCl (③)、酸素 O_2 (④)、塩素 Cl_2 (⑤)、二酸化炭素 CO_2 (⑦) の 5 つである。これらの電子式は、水素 H_2 が $\text{H}:\text{H}$ 、塩化水素 HCl が $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ 、酸素 O_2 が $\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}$ 、塩素 Cl_2 が $:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$ 、二酸化炭素 CO_2 が $\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$ となる。よって、酸素 O_2 と二酸化炭素 CO_2 だけが、価電子を 2 個ずつ出しあう二重結合をもつことがわかる。ゆえに、解答は、クー④・⑦である。

(注: 上記の電子式 (5 箇所) は図を自作して文中に挿入)

問 9

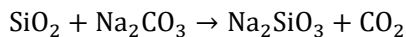
【方針】

「二酸化ケイ素に炭酸ナトリウムを加えて」という文言より、発生する気体は炭素を含むも

なのであると気づく。この点に着目して、A 群の気体のどれが該当するかを考える。

【解説】

二酸化ケイ素を炭酸ナトリウムとともに熱すると、A 群⑦の二酸化炭素 CO_2 が生じる。なお、反応式は、次式のようなになる。



ゆえに、解答は、ケー⑦である。

問 1 0

【方針】

「濃塩酸と酸化マンガン (IV) を加熱」という文言より、発生する気体は塩素であると気づく。この点に着目して、塩素の発生方法に関する知識と「原則 6. 主要な気体の分子量や性質」の知識を利用して解く。

【解説】

(※ 以下の文中、関連する解答を[解答：ソー⑤]のように付記した。)

濃塩酸を酸化マンガン (IV) に加えて熱すると、次式に示した反応により、A 群⑤の塩素 Cl_2 が発生する[解答：ソー⑤]。



なお、図 2 の装置において、X 内の水[解答：コー⑥]は塩化水素[解答：サー④]を除くために、Y 内の濃硫酸[解答：シー⑧]は水分[解答：スー⑥]を除くためにそれぞれ使用している。また、塩素は、水には比較的溶けやすく空気より重いので、下方置換で回収する[解答：セー②]。

問 1 1

【方針】

「A 群⑩で発生した気体」は硫化水素であるから、沈殿物は硫化物であることに気づく。この点を踏まえて、硫化物に関する知識にもとづいて解く。

【解説】

A 群⑩の硫化水素 H_2S と D 群の金属イオンを中性や塩基性の溶液中で反応させると、 Ag_2S 、 CuS 、 HgS 、 MnS 、 NiS 、 PbS 、 ZnS が沈殿する。ただし、沈殿物の色は、 MnS が淡赤色で、 ZnS が白色であるが、その他のものは黒色である。なお、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ は沈殿物を生じない。ゆえに、解答は、ター⑥・⑩である。

問 1 2

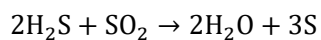
【方針】

「A 群⑩で発生した気体」は硫化水素で、「A 群⑧で発生した気体」は二酸化硫黄であるから、2 つの気体とも硫黄の化合物であることに気づく。この点を踏まえて、硫黄に関する知識に

もとづいて解く。

【解説】

A 群①の硫化水素 H_2S に A 群⑧の二酸化硫黄 SO_2 を反応させると、次式のように硫黄 S が遊離する。



すなわち、水と硫黄ができる。ゆえに、解答は、チー②・⑦である。

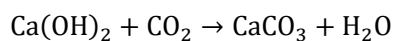
問 1 3

【方針】

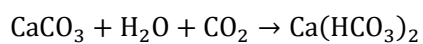
「A 群⑦で発生した気体」は二酸化炭素であるから、二酸化炭素と石灰水が反応してできる物質であることに気づく。この点を踏まえて、二酸化炭素や炭酸に関する知識にもとづいて解く。

【解説】

A 群⑦の二酸化炭素 CO_2 を石灰水に吹き込むと、次の反応式



により、炭酸カルシウム CaCO_3 の白色沈殿が生じる。ただし、さらに CO_2 を吹き込むと、次の反応式



により、 CaCO_3 の白色沈殿は溶け、炭酸水素カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ が生じる。ゆえに、解答は、ツー⑤である。