

平成23年度  
日本留学試験(第2回)  
**試験問題**

# 化学

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

**科目が正しくマークされていないと、採点されません。**

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	( 化 学 ) (chemistry)	生 物 Biology
○	●	○

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は L で表す。

標準状態 (standard state) :  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  (= 1.0 atm)

標準状態における理想気体 (ideal gas) のモル体積 (molar volume) :  $22.4 \text{ L/mol}$

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

アボガドロ定数 (Avogadro constant) :  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 S : 32 Zn : 65

問1 原子や電子 (electron) に関する次の記述(a)~(d)のうち、正しいものの組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

**1**

- (a) 原子核 (atomic nucleus) は電子、中性子 (neutron)、陽子 (proton) で構成されている。
- (b) 原子核に含まれる陽子の数をその原子の原子番号という。
- (c) 電子は負の電荷 (charge) をもち、その質量 (mass) は中性子に比べてきわめて小さい。
- (d) 原子番号が同じで、質量数 (mass number) の異なる原子を互いに同素体 (allotrope) という。

① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d

問2 次に示す分子(a)~(e)の中に、極性分子 (polar molecule) が二つある。それらの組み合わせとして最も適当なものを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

**2**

- (a) アセチレン (エチン) (acetylene (ethyne))
- (b) 塩化水素 (hydrogen chloride)
- (c) 二酸化炭素 (carbon dioxide)
- (d) メタノール (メチルアルコール) (methanol (methyl alcohol))
- (e) メタン (methane)

① a, c      ② a, e      ③ b, d      ④ b, e      ⑤ c, d      ⑥ d, e

問3 分子量 (molecular weight) がほぼ等しい次の化合物(a)～(c)を、沸点 (boiling point) の低いものから順に並べたものとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

(a) エタン (ethane)

(b) ホルムアルデヒド (formaldehyde)

(c) メタノール (メチルアルコール) (methanol (methyl alcohol))

①  $a < b < c$       ②  $a < c < b$       ③  $b < a < c$

④  $b < c < a$       ⑤  $c < a < b$       ⑥  $c < b < a$

問4 次の物質(a)～(e)の中に、固体のとき分子結晶 (molecular crystal) であるものが二つある。それらの組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

(a) 塩化カリウム KCl

(b) ケイ素 Si

(c) 酸化マグネシウム MgO

(d) 二酸化炭素 CO<sub>2</sub>

(e) ヨウ素 I<sub>2</sub>

① a, c      ② a, d      ③ b, c      ④ b, e      ⑤ c, d      ⑥ d, e

問5 次の物質①～④の中から、10 g 中に含まれる原子の総数が最も多いものを一つ選びなさい。

5

① CO<sub>2</sub>

② H<sub>2</sub>S

③ N<sub>2</sub>

④ NH<sub>3</sub>

問6 標準状態において、水素 H<sub>2</sub> と窒素 N<sub>2</sub> の混合気体 224 mL の質量 (mass) を測定したところ、107 mg であった。この気体中の水素と窒素のモル比 (molar ratio) (H<sub>2</sub> : N<sub>2</sub>) として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

① 1 : 3

② 1 : 2

③ 1 : 1

④ 2 : 1

⑤ 3 : 1

問 7 0.10 mol/L の酸 (acid) **A** の水溶液 10 mL に 0.10 mol/L の塩基 (base) **B** の水溶液 10 mL を加えたとき、得られる水溶液の pH が最も小さくなる酸 **A** と塩基 **B** の組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

7

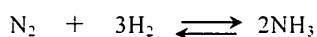
	酸 <b>A</b>	塩基 <b>B</b>
①	塩化水素 HCl	水酸化ナトリウム NaOH
②	酢酸 CH <sub>3</sub> COOH	水酸化ナトリウム NaOH
③	硫酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	水酸化ナトリウム NaOH
④	塩化水素 HCl	炭酸ナトリウム Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

問 8 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq を電気分解 (electrolysis) したとき、溶液中のイオンの濃度や電極 (electrode) から発生する気体に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

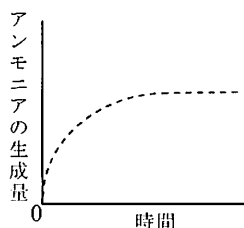
8

- ① ナトリウムイオン Na<sup>+</sup> の濃度が減少する。
- ② 塩化物イオン Cl<sup>-</sup> の濃度が減少する。
- ③ 陽極 (anode) から酸素 O<sub>2</sub> が発生する。
- ④ 陽極から水素 H<sub>2</sub> が発生する。
- ⑤ 陰極 (cathode) から塩素 Cl<sub>2</sub> が発生する。

問 9 窒素  $\text{N}_2$  と水素  $\text{H}_2$  からアンモニア  $\text{NH}_3$  が生成する反応は、可逆反応 (reversible reaction) であり、発熱反応 (exothermic reaction) である。



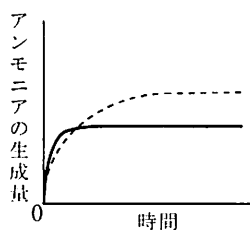
ある温度、圧力で反応させたとき、アンモニアの生成量と時間の関係は、次の図の破線 (-----) のようになった。



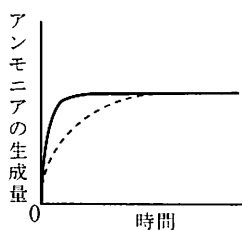
同じ圧力のもとで温度を上げて反応させたとき、予想されるアンモニアの生成量と時間の関係を実線 (——) で示すとどのようなになるか。次の図①～⑥の中から、最も適当なものを一つ選びなさい。

9

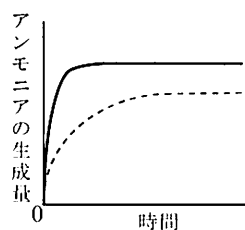
①



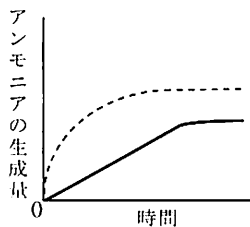
②



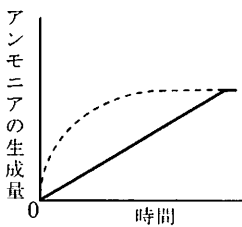
③



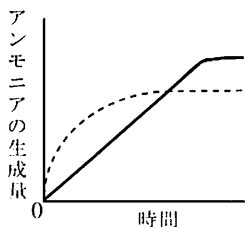
④



⑤



⑥



問 10 メタン  $\text{CH}_4$  とエタン  $\text{C}_2\text{H}_6$  の燃焼熱 (heat of combustion) は、それぞれ  $890 \text{ kJ/mol}$ 、 $1560 \text{ kJ/mol}$  である。標準状態でメタンとエタンの混合気体  $2.24 \text{ L}$  を、完全燃焼 (complete combustion) させたところ、 $142 \text{ kJ}$  の発熱があった。燃焼前のメタンの物質量は何 mol か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、メタンとエタンは理想気体 (ideal gas) とする。

**10** mol

- ① 0.011      ② 0.016      ③ 0.021  
④ 0.026      ⑤ 0.031      ⑥ 0.036

問 11 下線をつけた物質が酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいっている化学反応式はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**11**

- ①  $\underline{\text{CuSO}_4} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
②  $2\text{Al} + 6\underline{\text{HCl}} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$   
③  $2\underline{\text{H}_2\text{S}} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$   
④  $\underline{\text{H}_2\text{SO}_4} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$   
⑤  $2\underline{\text{Na}} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

問 12 次の記述(a)～(c)にあてはまる金属 Cu, Fe, Zn の組み合わせとして最も適当なものを、  
下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- (a) 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq に水素  $H_2$  を発生しながら溶ける。  
 (b) 濃硝酸 conc.  $HNO_3$  に溶けないが、希硫酸 dil.  $H_2SO_4$  には水素を発生しながら溶ける。  
 (c) 希硫酸に溶けないが、熱濃硫酸 hot conc.  $H_2SO_4$  には二酸化硫黄  $SO_2$  を発生しながら溶ける。

	a	b	c
①	Cu	Fe	Zn
②	Cu	Zn	Fe
③	Fe	Cu	Zn
④	Fe	Zn	Cu
⑤	Zn	Cu	Fe
⑥	Zn	Fe	Cu

問 13 ハロゲン (halogen) とその化合物に関する次の記述①～⑤のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

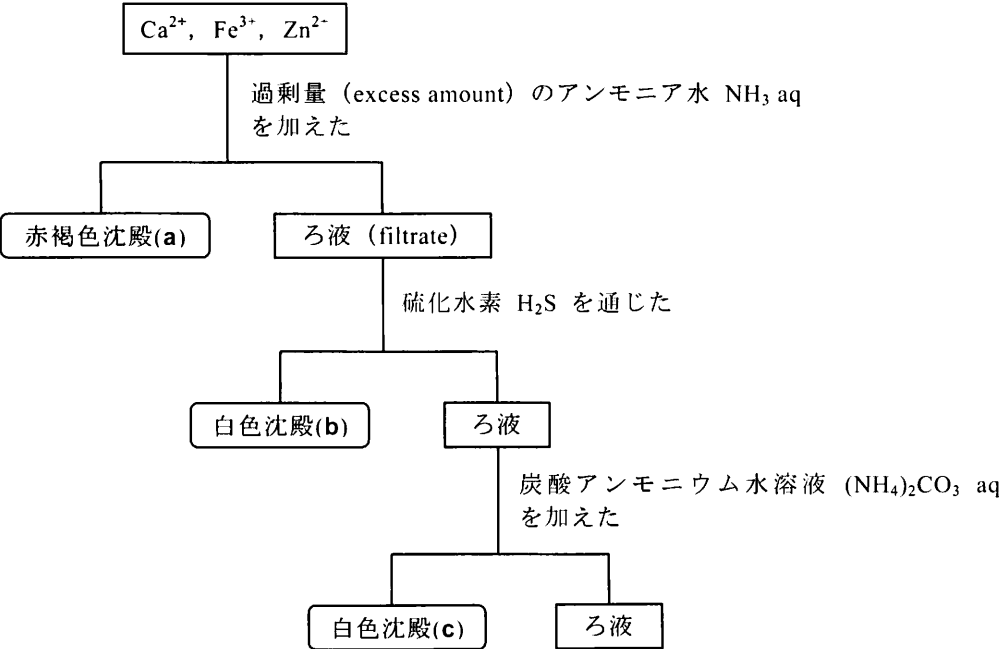
13

- ① ハロゲン原子は、いずれも 1 価 (monovalent) の陰イオン (anion) になりやすい。  
 ② 塩素  $Cl_2$  の水溶液は、酸性 (acidity) を示す。  
 ③ 塩素の中に水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙 (potassium iodide-starch paper) を入れると、青紫色に変わる。  
 ④ 臭化カリウム水溶液 KBr aq に塩素水 (chlorine water) を加えると、臭素  $Br_2$  を生じる。  
 ⑤ ヨウ化水素 HI の水溶液は、弱酸 (weak acid) である。



問 14 金属イオン  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液に、次の図のような操作をして、各イオンを分離した。沈殿 (precipitate) (a)～(c)に含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適当なものを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14



注) 赤褐色 (reddish brown)

	a に含まれるイオン	b に含まれるイオン	c に含まれるイオン
①	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Zn}^{2+}$
②	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$
③	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$
④	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$
⑤	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$
⑥	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Ca}^{2+}$

問 15 1.3 g の亜鉛 Zn を希硫酸 dil.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  に完全に溶かすと、何 mg の水素  $\text{H}_2$  が発生するか。

最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**15** mg

- ① 10      ② 20      ③ 40      ④ 60      ⑤ 80

問 16 炭化水素 (hydrocarbon) に関する次の記述①～④のうち、最も適当なものを一つ選びなさい。

**16**

- ① すべての飽和炭化水素 (saturated hydrocarbon) の分子式 (molecular formula) は、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  で表される。
- ② すべてのアルカン (alkane) は、室温 (room temperature) で気体または液体である。
- ③ アセチレン (エチン) (acetylene (ethyne)) は、臭素  $\text{Br}_2$  と付加反応 (addition reaction) する。
- ④ キシレン (xylene) には異性体 (isomer) が存在しない。

問 17 分子式 (molecular formula) が  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}$  ( $n$  は整数) で表される化合物 7.4 g にじゅうぶんな量のナトリウム Na を反応させたところ、標準状態で 1.12 L の水素  $\text{H}_2$  が発生した。 $n$  の値はいくつか。また、この化合物の構造異性体 (structural isomer) の中で上記の反応を示すものはいくつあるか。正しい組み合わせを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**17**

	$n$	化合物の数
①	3	3
②	3	4
③	3	5
④	4	3
⑤	4	4
⑥	4	5

問 18 次の記述①～⑤のうち、エタノール（エチルアルコール）（ethanol (ethyl alcohol)）とアセトン（acetone）のどちらにもあてはまらないものを一つ選びなさい。

**18**

- ① 室温（room temperature）で液体である。
- ② 水によく溶ける。
- ③ 二クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  によって酸化（oxidation）される。
- ④ ヨードホルム反応（iodoform reaction）を示す。
- ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液  $\text{FeCl}_3 \text{ aq}$  を加えると、紫色に呈色（coloration）する。

問 19 アニリン（aniline）に関する次の記述①～④のうち、最も適当なものを一つ選びなさい。

**19**

- ① 室温（room temperature）で固体である。
- ② 無水酢酸（acetic anhydride）を作用させると、アセトアニリド（acetanilide）が生成する。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  によく溶ける。
- ④ 希塩酸  $\text{dil. HCl}$  に溶かし、亜硝酸ナトリウム水溶液  $\text{NaNO}_2 \text{ aq}$  を冷やしながら加えると、ニトロベンゼン（nitrobenzene）が生成する。

問 20 ある炭化水素（hydrocarbon）0.5 mol を完全燃焼（complete combustion）させたところ、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  1.5 mol と水 1.0 mol が生成した。この炭化水素の分子式（molecular formula）として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**20**

- ①  $\text{C}_2\text{H}_2$       ②  $\text{C}_2\text{H}_4$       ③  $\text{C}_2\text{H}_6$       ④  $\text{C}_3\text{H}_4$       ⑤  $\text{C}_3\text{H}_6$       ⑥  $\text{C}_3\text{H}_8$

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。