

平成23年度  
日本留学試験(第1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、体積の単位記号 L はリットル (liter) を表す。

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

標準状態における気体 1 mol の体積 : 22.4 L

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) :  $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

ファラデー定数 (Faraday constant) :  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23

問1 次の①～⑥の原子またはイオンのうち、電子 (electron) の総数が他と異なるものを一つ選びなさい。

1

- ①  $\text{Al}^{3+}$       ②  $\text{Ca}^{2+}$       ③  $\text{F}^-$       ④  $\text{Na}^+$       ⑤ Ne      ⑥  $\text{O}^{2-}$

問 2 周期表 (periodic table) に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

2

- ① 周期表中の元素 (element) の数は、100 以下である。
- ② 金属元素 (metallic element) は、どの族 (group) にも含まれている。
- ③ Li から始まる周期 (period) の元素では、その原子の電子配置 (electron configuration) の最外殻 (outermost shell) は M 殻 (M shell) である。
- ④ 同族の典型元素 (main group element) は、互いに価電子 (valence electron) の数が等しい。
- ⑤ 典型元素は、すべて非金属元素 (nonmetallic element) である。

問 3 次の記述(a)～(c)にそれぞれあてはまる物質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。

3

- (a) 直線状の分子である。
- (b) 共有結合 (covalent bond) の結晶 (crystal) をつくる。
- (c) 極性 (polarity) をもたない。

	a	b	c
①	CO <sub>2</sub>	CaO	CCl <sub>4</sub>
②	CO <sub>2</sub>	ダイヤモンド	NH <sub>3</sub>
③	H <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	CCl <sub>4</sub>
④	H <sub>2</sub> O	ダイヤモンド	CH <sub>4</sub>
⑤	HC≡CH	MgO	CH <sub>4</sub>
⑥	HC≡CH	SiO <sub>2</sub>	CCl <sub>4</sub>

注) ダイヤモンド (diamond)

問4 15 mol/L のアンモニア水  $\text{NH}_3 \text{ aq}$  の密度 (density) は  $0.90 \text{ g/cm}^3$  である。このアンモニア水中のアンモニアの質量パーセント濃度 (mass percent concentration) [%] として最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**4** %

- ① 14      ② 18      ③ 24      ④ 28      ⑤ 34

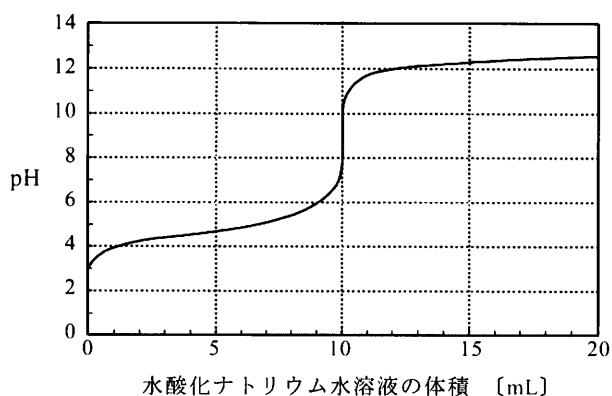
問5 ある窒素酸化物 (nitrogen oxide) の質量 (mass) の組成 (composition) は、窒素 N が 63.6%, 酸素 O が 36.4% である。この窒素酸化物として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**5**

- ① NO      ②  $\text{NO}_2$       ③  $\text{N}_2\text{O}$       ④  $\text{N}_2\text{O}_3$       ⑤  $\text{N}_2\text{O}_4$

問6 0.10 mol/L の酸 (acid) **A** 10 mL を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq に  
 よって中和滴定 (neutralization titration) をしたところ、次の図の滴定曲線 (titration curve)  
 を得た。使用した酸 **A** と終点 (end point) を決定する指示薬 (indicator) 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。ただし、メチルオレンジ  
 (Methyl Orange) の変色域 (transition interval) は pH 3.1～4.4、フェノールフタレイン  
 (phenolphthalein) の変色域は pH 8.0～9.8 である。

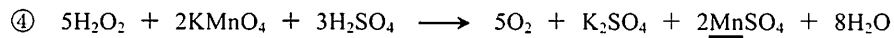
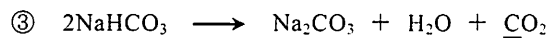
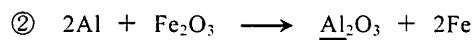
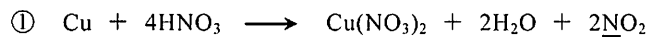
6



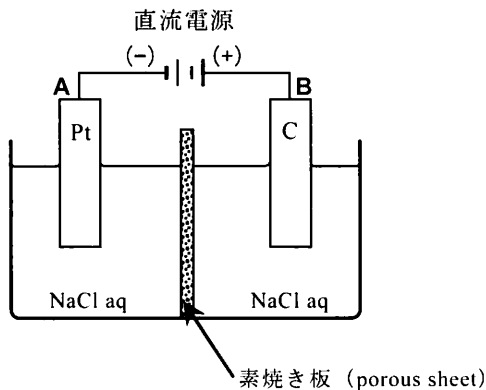
	酸 <b>A</b>	指示薬
①	塩酸 HCl	フェノールフタレイン
②	塩酸	メチルオレンジ
③	酢酸 CH <sub>3</sub> COOH	フェノールフタレイン
④	酢酸	メチルオレンジ
⑤	硝酸 HNO <sub>3</sub>	フェノールフタレイン
⑥	硝酸	メチルオレンジ

問 7 次の化学反応式①～④のうち、下線をつけた原子の酸化数 (oxidation number) が反応前に比べて最も大きく減少しているものを一つ選びなさい。

7
---



問 8 白金電極 (platinum electrode) **A** と、炭素電極 (graphite electrode) **B** を、図のように直流電源 (direct-current source) につなぎ、塩化ナトリウム水溶液  $\text{NaCl aq}$  を  $1.0 \text{ A}$  の電流で 32 分 10 秒間電気分解 (electrolysis) した。



電極 **A** と **B** それぞれで発生した気体とその体積 [mL] の組み合わせとして最も適当なものを、次表の①～⑨の中から一つ選びなさい。ただし、気体の体積は標準状態における体積とする。

8

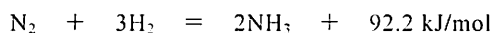
	電極 <b>A</b>		電極 <b>B</b>	
	気体	体積 [mL]	気体	体積 [mL]
①	$\text{Cl}_2$	224	$\text{H}_2$	224
②	$\text{Cl}_2$	448	$\text{H}_2$	448
③	$\text{Cl}_2$	448	$\text{O}_2$	112
④	$\text{H}_2$	224	$\text{Cl}_2$	224
⑤	$\text{H}_2$	224	$\text{Cl}_2$	448
⑥	$\text{H}_2$	448	$\text{O}_2$	112
⑦	$\text{O}_2$	112	$\text{Cl}_2$	224
⑧	$\text{O}_2$	112	$\text{H}_2$	224
⑨	$\text{O}_2$	224	$\text{H}_2$	448

問 9 次の化合物①～⑤のうち、0.10 mol/L 水溶液の凝固点 (freezing point) が最も低いものを一つ選びなさい。

9

- ① アンモニア  $\text{NH}_3$                       ② 塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$                       ③ グルコース (glucose)  
 ④ 尿素 (urea)                      ⑤ 硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

問 10 鉄 Fe を主成分とする触媒 (catalyst) を用いて、高温で水素  $\text{H}_2$  と窒素  $\text{N}_2$  を反応させると、次のようにアンモニア  $\text{NH}_3$  が生成する。



この反応が平衡状態 (equilibrium state) にあるとき、アンモニアの生成量を増やす操作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。

10

- ① 触媒の量を増やす。  
 ② 反応時間を長くする。  
 ③ 温度を変えないで、圧力を上げる。  
 ④ 圧力を変えないで、温度を上げる。  
 ⑤ 圧力を下げて、温度を上げる。

問 11 次の金属(a)～(e)のうち、硫酸銅(II)水溶液  $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$  に浸すと銅 Cu が析出 (deposition) するものはどれか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

(a) Ag                      (b) Fe                      (c) Hg                      (d) Pt                      (e) Zn

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



問 12 次の化学反応式①～⑤のうち、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) であるものを一つ選びなさい。

**12**

- ①  $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$   
 ②  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{PbS} + 2\text{HNO}_3$   
 ③  $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 ④  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$   
 ⑤  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$

問 13  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  の水溶液の性質の組み合わせとして最も適当なものを、次表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**13**

	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaHSO}_4$	$\text{NH}_4\text{Cl}$
①	中性	酸性	中性
②	中性	酸性	酸性
③	中性	塩基性	中性
④	中性	塩基性	酸性
⑤	塩基性	酸性	中性
⑥	塩基性	酸性	酸性
⑦	塩基性	塩基性	中性
⑧	塩基性	塩基性	酸性

注) 中性 (neutral), 酸性 (acidic), 塩基性 (basic)

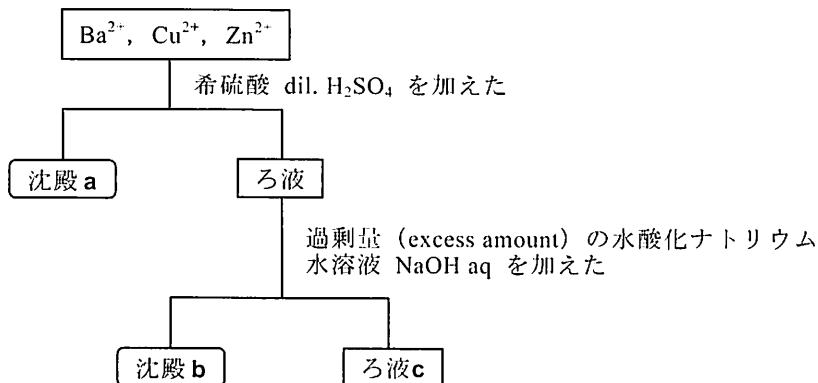
問 14 次の記述(a)～(c)にあてはまる金属の組み合わせとして最も適当なものを，下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

- (a) 濃硝酸 conc.  $\text{HNO}_3$  には溶けないが，希硫酸 dil.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  には溶ける。  
 (b) 塩酸  $\text{HCl aq}$  や水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  のいずれにも溶ける。  
 (c) 電気や熱を最もよく導く。

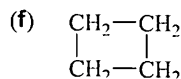
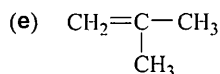
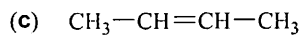
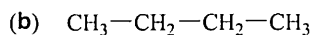
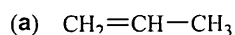
	a	b	c
①	Ag	Al	Fe
②	Ag	Fe	Al
③	Al	Fe	Ag
④	Al	Ag	Fe
⑤	Fe	Ag	Al
⑥	Fe	Al	Ag

問 15 金属イオン  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  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**, **b** およびろ液 (filtrate) **c** に主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。

**15**

	a	b	c
①	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$
②	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$
③	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$
④	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$
⑤	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$
⑥	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$

問 16 次の化合物(a)～(f)のうち、1-ブテン (1-butene) の構造異性体 (structural isomer) はどれか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**16**

① a, b, d

② a, c, e

③ a, d, f

④ b, c, e

⑤ b, d, f

⑥ c, d, e

⑦ c, e, f

⑧ d, e, f

問 17 次の化合物(a)～(f)のうち、酸性 (acidic) 水溶液中で過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  と反応する化合物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。

**17**

(a) エチルアルコール (エタノール) (ethyl alcohol (ethanol))

(b) 酢酸 (acetic acid)

(c) シクロヘキサン (cyclohexane)

(d) 1-ブテン (1-butene)

(e) プロパン (propane)

(f) ベンゼン (benzene)

① a, c

② a, d

③ b, d

④ b, f

⑤ d, e

⑥ e, f

問 18 ベンゼン (benzene) とシクロヘキセン (cyclohexene) の混合物を、触媒 (catalyst) を用いて完全に水素化 (hydrogenation) した。この反応では 10 mol の水素  $\text{H}_2$  を要し、6 mol のシクロヘキサン (cyclohexane) が生成した。混合物に含まれていたベンゼンの量 [mol] 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。

**18** mol

① 1

② 2

③ 3

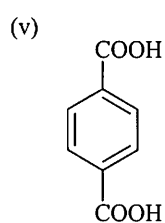
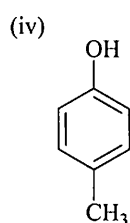
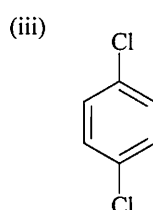
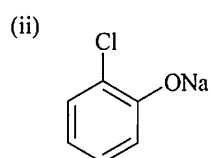
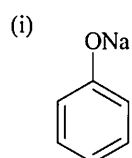
④ 4

⑤ 5

問 19 次の反応(a), (b)でそれぞれ得られる生成物は下の化合物(i)～(v)の中のどれか。そ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。 **19**

(a) 高温・高圧で、クロロベンゼン (chlorobenzene) を水酸化ナトリウム NaOH と反応させる。

(b) 酸性 (acidic) 条件で、*p*-キシレン (*p*-xylene) を過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  と反応させる。



	a	b
①	i	iv
②	i	v
③	iii	ii
④	iii	v
⑤	v	ii
⑥	v	iv

問 20 次の化合物(a)～(e)のうち、縮合重合反応 (condensation polymerization) により合成されるものはどれか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **20**

- (a) ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6)      (b) ポリエチレン (polyethylene)  
(c) ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))  
(d) ポリ酢酸ビニル (poly(vinyl acetate))      (e) ポリスチレン (polystyrene)

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

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。