

平成20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、解答用紙の左上にある「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。

気体定数 (gas constant) :  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$   
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

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

原子量 (atomic weight) : H : 1.0   He : 4.0   C : 12   O : 16   S : 32   Cl : 36  
 Fe : 56   Cu : 64   Zn : 65   Ba : 137

問1 次の①～⑤の分子のうち、窒素  $\text{N}_2$  と同じ総電子数 (total number of electrons) をもつ分子を一つ選びなさい。

1

- ① 一酸化炭素  $\text{CO}$       ② 塩化水素  $\text{HCl}$       ③ 酸素  $\text{O}_2$   
 ④ メタン  $\text{CH}_4$       ⑤ 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$

問 2 次の記述(a)~(c)に当てはまる元素 F, Na, Ne 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) 原子半径が最も大きい  
 (b) 第 1 イオン化エネルギー (first ionization energy) が最も大きい  
 (c) 価電子 (valence electron) の数が最も大きい

	a	b	c
①	F	Na	Ne
②	F	Ne	Na
③	Na	F	Ne
④	Na	Ne	F
⑤	Ne	F	Na
⑥	Ne	Na	F

問 3 有機化合物の分子構造についての次の記述①~④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

3

- ① エタン (ethane) を構成する原子は、すべて 1 つの平面上に並んでいる。  
 ② ベンゼン (benzene) の炭素原子間の結合には、長さの異なるものがある。  
 ③ 炭素原子間の結合の長さは、エタン、エチレン (ethylene), アセチレン (acetylene) の順に短くなる。  
 ④  $\text{H}-\text{C}-\text{H}$  の結合角 ( $\angle\text{HCH}$ ) は、メタン (methane) よりエチレンのほうが小さい。

問 4 鉄 Fe 28 g と 3.0 mol/L 塩酸 HCl 0.50 L を反応させたとき、発生する水素  $\text{H}_2$  の標準状態での体積として最も適当な値を、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

4 L

- ① 5.6    ② 11.2    ③ 22.4    ④ 33.6    ⑤ 44.8    ⑥ 67.2

問5 大きさ  $8\text{ m} \times 7\text{ m} \times 4\text{ m}$  の室内にある空気の、標準状態での質量として最も近い値 (kg) を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、空気の平均分子量は 29 とする。

**5** kg

- ① 0.29      ② 2.9      ③ 29      ④ 290      ⑤ 2900

問6  $22.4\text{ L}$  の容器に、 $0^\circ\text{C}$  でヘリウム  $\text{He}$   $1.60\text{ g}$  と酸素  $\text{O}_2$   $x\text{ g}$  が入っているときの圧力が  $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$  であった。 $x$  に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**6** g

- ① 9.6      ② 12.8      ③ 19.2      ④ 25.6      ⑤ 38.4

問7 次の水溶液(a)～(d)について、pH の値の大きい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。

**7**

(a)  $0.1\text{ mol/L}$  塩化ナトリウム水溶液  $\text{NaCl aq}$

(b)  $0.1\text{ mol/L}$  酢酸水溶液  $\text{CH}_3\text{COOH aq}$

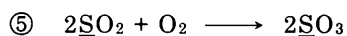
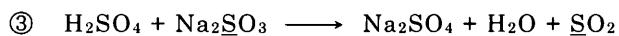
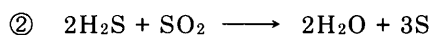
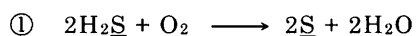
(c)  $0.1\text{ mol/L}$  酢酸ナトリウム水溶液  $\text{CH}_3\text{COONa aq}$

(d)  $0.1\text{ mol/L}$  水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$

- ①  $c > a > b > d$       ②  $c > b > d > a$       ③  $c > d > a > b$   
 ④  $d > a > b > c$       ⑤  $d > a > c > b$       ⑥  $d > c > a > b$

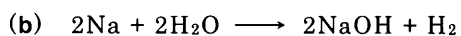
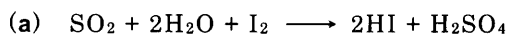
問 8 次の反応①～⑤のうちで、下線をつけた原子の酸化数 (oxidation number) が最も大きく変化しているものを一つ選びなさい。

8



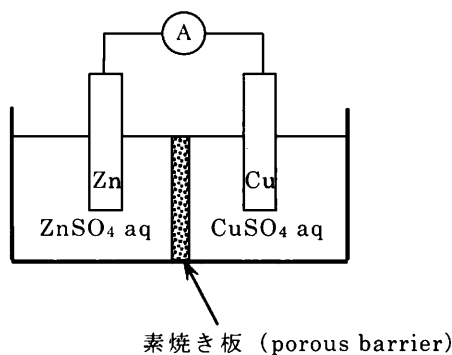
問 9 次の反応(a)，(b)のそれぞれにおいて、酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらく物質の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9



	a	b
①	$\text{SO}_2$	$\text{Na}$
②	$\text{SO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
③	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}$
④	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$
⑤	$\text{I}_2$	$\text{Na}$
⑥	$\text{I}_2$	$\text{H}_2\text{O}$

問 10 次の図に示すダニエル電池 (Daniell cell) において、電極 (electrode) としての亜鉛板 (zinc plate) と銅板 (copper plate) を接続し、電流を流した。電流を流す前後の両極の質量変化の記述として正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**10**

- ① 亜鉛板の質量の減少量は、銅板の質量の増加量よりも大きい。
- ② 亜鉛板の質量の減少量は、銅板の質量の増加量と等しい。
- ③ 亜鉛板の質量の減少量は、銅板の質量の増加量よりも小さい。
- ④ 亜鉛板の質量と銅板の質量は、ともに変化しない。
- ⑤ 亜鉛板の質量と銅板の質量は、ともに減少する。
- ⑥ 亜鉛板の質量と銅板の質量は、ともに増加する。

問 11 化合物  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{FeS}$  のうち、次の記述(a), (b)に当てはまるもの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。 11

(a) 希塩酸  $\text{dil. HCl}$  を加えると、臭気のある気体を発生する。

(b) 加熱すると容易に分解して、無臭の気体を発生する。

	a	b
①	$\text{NaHCO}_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
②	$\text{NaHCO}_3$	$\text{FeS}$
③	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaHCO}_3$
④	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{FeS}$
⑤	$\text{FeS}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
⑥	$\text{FeS}$	$\text{NaHCO}_3$

問 12 次の記述(a)～(c)に当てはまる金属  $\text{Ca}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Zn}$  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。 12

(a) 酸および強塩基 (strong base) のいずれの水溶液にも溶けて、水素  $\text{H}_2$  を発生する。

(b) 硫酸塩 (sulfate) は水に溶けにくい、塩化物 (chloride) は水に溶けやすい。

(c) 炎色反応 (flame test) は黄色である。

	a	b	c
①	$\text{Ca}$	$\text{Zn}$	$\text{Na}$
②	$\text{Ca}$	$\text{Na}$	$\text{Zn}$
③	$\text{Na}$	$\text{Zn}$	$\text{Ca}$
④	$\text{Na}$	$\text{Ca}$	$\text{Zn}$
⑤	$\text{Zn}$	$\text{Na}$	$\text{Ca}$
⑥	$\text{Zn}$	$\text{Ca}$	$\text{Na}$

問 13 鉄 Fe とその化合物に関する記述(a)～(d)について、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。

13

- (a) 鉄に、濃硝酸 conc.  $\text{HNO}_3$  を加えると、不動態 (passive state) を形成する。  
 (b) 硫酸鉄(Ⅱ)  $\text{FeSO}_4$  の水溶液に、チオシアン酸カリウム水溶液  $\text{KSCN aq}$  を加えると、血赤色に変化する。  
 (c) 塩化鉄(Ⅲ)  $\text{FeCl}_3$  の水溶液に、ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \text{aq}$  を加えると、濃青色の沈殿 (precipitate) を生じる。  
 (d) 硫酸鉄(Ⅱ)の水溶液に、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通じると、硫化鉄(Ⅱ)  $\text{FeS}$  の黒色沈殿を生じる。

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

問 14 塩化バリウム水和物  $\text{BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  の結晶 10 g を加熱して、塩化バリウム  $\text{BaCl}_2$  8.52 g を得た。係数  $n$  に最も近い値を次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

問 15 常温常圧 (normal temperature and pressure) で最も水に溶けにくい気体を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① 二酸化炭素  $\text{CO}_2$       ② 塩素  $\text{Cl}_2$       ③ 水素  $\text{H}_2$   
 ④ アンモニア  $\text{NH}_3$       ⑤ 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$



問 16 炭素 C, 水素 H, 酸素 O からできている化合物 21.5 mg を完全に燃焼 (combustion) させると, 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が 55.0 mg, 水が 22.5 mg 生じた。この化合物の組成式 (empirical formula) 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。

16

- ①  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$     ②  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$     ③  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$     ④  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$     ⑤  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$

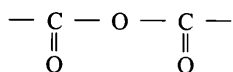
問 17 分子式  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  で示される芳香族化合物 (aromatic compound) の異性体 (isomer) の数として最も適当なものを, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17

- ① 2    ② 3    ③ 4    ④ 5    ⑤ 6

問 18 次の部分構造をもつ化合物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。

18



- ① アセチルサリチル酸 (acetylsalicylic acid)    ② アセトン (acetone)  
 ③ ジエチルエーテル (diethyl ether)    ④ 酢酸エチル (ethyl acetate)  
 ⑤ 無水マレイン酸 (maleic anhydride)    ⑥ 酢酸 (acetic acid)

問 19 フェノール (phenol) と安息香酸 (benzoic acid) に対して、次の表に示される実験を行ったときの結果として、最も適当なものを次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

	実験	結果	
		フェノール	安息香酸
①	炭酸水素ナトリウム水溶液 $\text{NaHCO}_3$ aq を加える	二酸化炭素 $\text{CO}_2$ を発生しない	二酸化炭素を発生する
②	臭素水 $\text{Br}_2$ aq をじゅうぶんに加える	白色沈殿を生じない	白色沈殿を生じる
③	アンモニア性硝酸銀水溶液を加える	銀鏡を生じる	銀鏡を生じない
④	水酸化ナトリウム水溶液 $\text{NaOH}$ aq を加える	溶解しない	溶解する

注) アンモニア性硝酸銀水溶液 (Tollens' reagent), 銀鏡 (silver mirror), 沈殿 (precipitate)

問 20 次に示すエチレン (ethylene) からポリ塩化ビニル (poly (vinyl chloride)) を合成する反応において、反応 A, B の名称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。

20



	A	B
①	置換反応	縮合重合
②	置換反応	付加重合
③	付加反応	縮合重合
④	付加反応	付加重合
⑤	還元反応	縮合重合
⑥	還元反応	付加重合

注) 熱分解反応 (pyrolysis), 置換反応 (substitution reaction), 縮合重合 (condensation polymerization), 付加反応 (addition reaction), 付加重合 (addition polymerization), 還元反応 (reduction reaction)