

平成22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。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	●	○

**科目が正しくマークされていないと、採点されません。**

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) :  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 O : 16

問1 次の分子①～⑥のうち、電子 (electron) の総数が最も少ないものを一つ選びなさい。

1

- |                       |                     |                          |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| ① 一酸化炭素 $\text{CO}$   | ② 一酸化窒素 $\text{NO}$ | ③ 塩化水素 $\text{HCl}$      |
| ④ 二酸化炭素 $\text{CO}_2$ | ⑤ フッ化水素 $\text{HF}$ | ⑥ ホルムアルデヒド $\text{HCHO}$ |

問2 イオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー：first ionization energy）に関する記述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。

**2**

- ① 周期表（periodic table）で同じ族（group）の元素は，イオン化エネルギーが互いに等しい。
- ② 同じ周期（period）の元素は，イオン化エネルギーが等しい。
- ③ 同じ周期の典型元素（main group element）では，1 族の元素より 18 族の元素のほうがイオン化エネルギーは小さい。
- ④ 同じ周期の典型元素では，1 族の元素より 18 族の元素のほうがイオン化エネルギーは大きい。

問3 同素体（allotrope）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。

**3**

- (a) 同素体は同じ元素からなるので，その性質に違いはない。
- (b) 水素（hydrogen）と重水素（deuterium）は互いに同素体である。
- (c) 赤リン（red phosphorus）と黄リン（white phosphorus）は互いに同素体である。
- (d) 水と氷は状態の違いであり，互いに同素体ではない。

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

問4 次の表は元素の周期表（periodic table）の一部である。

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>	

表中の **A**～**C** に位置する元素からなる次の物質(a)～(c)は、それぞれどのような種類の化学結合（chemical bond）でできているか。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。

4

- (a) **A** のみからなる物質  
 (b) **B** のみからなる物質  
 (c) **A** と **C** からなる物質

	a	b	c
①	イオン結合	共有結合	金属結合
②	イオン結合	金属結合	共有結合
③	共有結合	イオン結合	金属結合
④	共有結合	金属結合	イオン結合
⑤	金属結合	共有結合	イオン結合
⑥	金属結合	イオン結合	共有結合

注) イオン結合（ionic bond）、共有結合（covalent bond）、金属結合（metallic bond）

問5 次の文章は食酢 (vinegar) の中和滴定 (neutralization titration) について述べたものである。

用いるガラス器具(a)～(d)のうち、洗浄して蒸留水 (distilled water) ですすいだ後、乾燥せずに使用できる器具の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

濃度未知の食酢 10.0 mL を(a)ホールピペット (whole pipet) ではかり取り、(b)メスフラスコ (volumetric flask) に移して蒸留水で 100 mL に希釈 (dilution) した。この薄めた食酢を、ホールピペットを用いて 10.0 mL はかり取り、(c)コニカルビーカー (conical beaker) に移してフェノールフタレイン (phenolphthalein) を 1 滴加えた。この溶液に、(d)ビュレット (buret) を用いて 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を滴下し、中和点 (point of neutralization) を求めた。



(a)



(b)



(c)



(d)

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

問6 メタン  $\text{CH}_4$  と水素  $\text{H}_2$  の等モル (equimolar) 混合気体 100 mL を完全に燃焼させるのに必要な同温・同圧の酸素  $\text{O}_2$  の体積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。

6 mL

- ① 50      ② 100      ③ 125      ④ 150      ⑤ 200      ⑥ 250

問7 次の記述①～④の中で、下線部に誤りを含むものを一つ選びなさい。

7

- ① 水の蒸発熱 (heat of vaporization) は  $44 \text{ kJ/mol}$  である。したがって、水蒸気  $18 \text{ g}$  が凝縮 (condensation) するとき、 $44 \text{ kJ}$  の熱を吸収する。
- ②  $\text{C}$  (黒鉛 (graphite))  $1 \text{ mol}$  が完全燃焼 (complete combustion) するとき、 $394 \text{ kJ}$  の発熱がある。したがって、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の生成熱 (heat of formation) は  $394 \text{ kJ/mol}$  である。
- ③ 標準状態で  $11.2 \text{ L}$  のメタン  $\text{CH}_4$  が完全燃焼すると  $446 \text{ kJ}$  の発熱がある。したがって、メタンの燃焼熱 (heat of combustion) は  $892 \text{ kJ/mol}$  である。
- ④ 強酸 (strong acid) の希薄溶液 (dilute solution) と強塩基 (strong base) の希薄溶液の中和熱 (heat of neutralization) は、強酸や強塩基の種類にかかわらず一定の値である。

問8 次の酸(a)～(e)のうち、弱酸 (weak acid) の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

(a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$       (b)  $\text{HCl}$       (c)  $\text{HNO}_3$       (d)  $\text{H}_2\text{S}$       (e)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

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

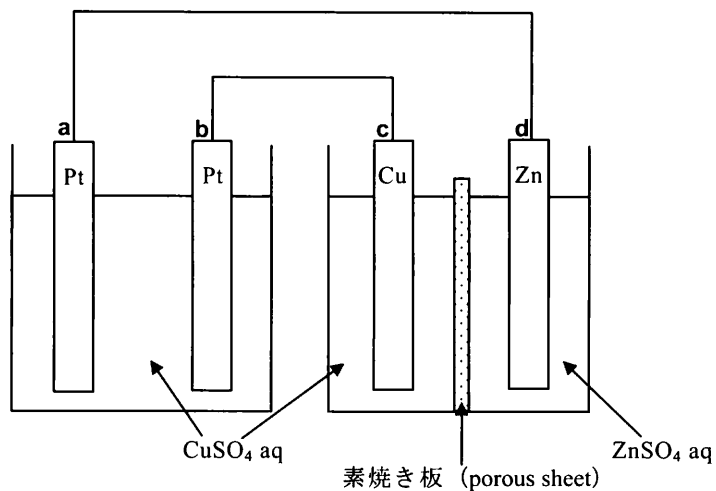
問9 次の化学反応式①～⑤のうち、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) を一つ選びなさい。

9

- ①  $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- ②  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- ③  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- ④  $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- ⑤  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

問 10 次の図のように四つの電極 (electrode) を接続したとき、銅 Cu が析出 (deposition) する電極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。

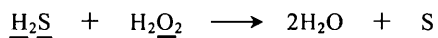
10



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

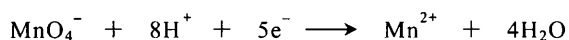
問 11 次の反応で下線部の原子の酸化数 (oxidation number) の変化について最も適当なものを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

11



	H	S	O
①	変化なし	変化なし	変化なし
②	変化なし	増加する	減少する
③	変化なし	減少する	増加する
④	増加する	変化なし	減少する
⑤	減少する	変化なし	増加する
⑥	増加する	減少する	変化なし
⑦	減少する	増加する	変化なし

問 12 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の水溶液中での過マンガン酸イオン  $\text{MnO}_4^-$  は、次の式のように酸化剤 (oxidizing agent) となる。



硫酸酸性の 0.010 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4$  aq 100 mL によって水溶液中の硫酸鉄(II)  $\text{FeSO}_4$  は何 mol 酸化されるか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**12** mol

- ① 0.0010              ② 0.0020              ③ 0.0025  
④ 0.0050              ⑤ 0.010                ⑥ 0.020

問 13 次の化合物のうち、性質(a)，(b)にあてはまるものはそれぞれいくつあるか。正しい数の組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**13**

$\text{CO}_2$        $\text{MgO}$        $\text{Na}_2\text{O}$        $\text{P}_4\text{O}_{10}$        $\text{SO}_2$

(a) 水に溶けて酸性を示す。

(b) 常温常圧 (normal temperature and pressure) で気体である。

	a	b
①	2	2
②	2	3
③	3	2
④	3	3
⑤	4	2
⑥	4	3



問 14 次の記述(a), (b)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, 下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

(a) 希塩酸 dil. HCl に溶けるが, 濃硝酸 conc. HNO<sub>3</sub> には溶けない。

(b) 希塩酸, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq, 濃硝酸のすべてと反応する。

	a	b
①	Al	Zn
②	Cu	Al
③	Fe	Cu
④	Mg	Fe
⑤	Zn	Mg

問 15 次の塩(a)～(f)のうち, 水溶液が色をもつ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。

15

(a) 塩化亜鉛 ZnCl<sub>2</sub>

(b) 塩化鉄(Ⅲ) FeCl<sub>3</sub>

(c) 炭酸水素ナトリウム NaHCO<sub>3</sub>

(d) ヨウ化カリウム KI

(e) 硫酸亜鉛 ZnSO<sub>4</sub>

(f) 硫酸銅(Ⅱ) CuSO<sub>4</sub>

① a, b

② a, d

③ b, e

④ b, f

⑤ c, d

⑥ e, f

問 16 アセトアルデヒド (acetaldehyde) とアセトン (acetone) についての記述として最も  
適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

- ① 触媒 (catalyst) を用いてエチレン (ethylene) を酸化すると、アセトアルデヒドが生成する。
- ② アセトアルデヒドにフェーリング液 (Fehling's solution) を加えて熱すると、黄色の酸化銅(Ⅰ)  $\text{Cu}_2\text{O}$  が沈殿 (precipitate) する。
- ③ アセトンは、アセトアルデヒドより沸点 (boiling point) が低い。
- ④ アセトンは、水と混ざりにくい。
- ⑤ アセトンに酸性の条件下でヨウ素  $\text{I}_2$  を作用させると、ヨードホルム (iodoform) が生成する。

問 17 アルカン (alkane)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  ( $n \geq 2$ ) を完全燃焼 (complete combustion) させる際に、必要な酸素  $\text{O}_2$ 、生成する二酸化炭素  $\text{CO}_2$  および水  $\text{H}_2\text{O}$  の物質質量 (amount of substance) [mol] を大きいものから順に並べたものとして、正しいものを次の①～④の中から一つ選びなさい。

17

- ①  $\text{H}_2\text{O} > \text{CO}_2 > \text{O}_2$       ②  $\text{H}_2\text{O} > \text{O}_2 > \text{CO}_2$
- ③  $\text{O}_2 > \text{CO}_2 > \text{H}_2\text{O}$       ④  $\text{O}_2 > \text{H}_2\text{O} > \text{CO}_2$

問 18 分子式  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  で表される化合物の異性体 (isomer) の中で、銀鏡反応 (silver mirror test) を示すものはいくつあるか。正しい数を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、光学異性体 (optical isomer) については考えなくてよい。

18

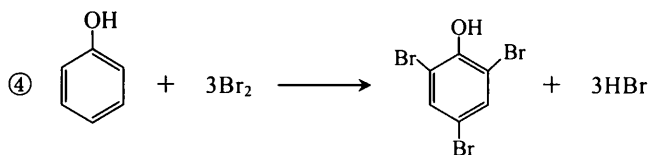
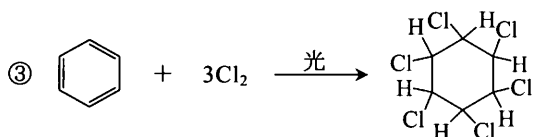
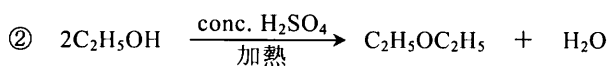
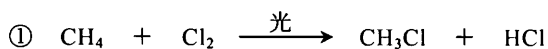
- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問 19 ベンゼン (benzene) の 3 個の水素原子 H を, 2 個の塩素原子 Cl と 1 個の臭素原子 Br で置換 (substitution) した化合物の構造異性体 (structural isomer) はいくつあるか。正しい数を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**19**

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問 20 次の反応①～④の中から, 縮合反応 (condensation reaction) であるものを一つ選びなさい。

**20**

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。  
解答用紙左上の科目欄に「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。